

ISBN : 978-979-562-022-8



# PROSIDING SEMINAR NASIONAL

## HASIL-HASIL PENELITIAN TEKNOLOGI, MIPA DAN PENDIDIKAN VOKASI



PENELITIAN TEKNOLOGI, MIPA DAN  
PENDIDIKAN VOKASI UNTUK  
PENINGKATAN MUTU SUMBER DAYA MANUSIA

**LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

Jl. Kolombo No. 1, Depok, Sleman, DI. Yogyakarta

Telp. (0274) 550839, 555682

Faks. (0274) 518617, 513092

<http://lemlit.uny.ac.id>

Prosiding Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian  
Teknologi MIPA dan Pendidikan Vokasi

ISBN : 978-979-562-022-8

## KATA PENGANTAR

Segala puji hanya bagi Allah, SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan nikmat dan karunia-Nya kepada kita semua sehingga Panitia Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian Teknologi, MIPA dan Pendidikan Vokasi dapat menyelesaikan penyusunan booklet dan prosiding ini. Booklet ini merupakan hasil kumpulan abstrak makalah hasil penelitian yang telah dipresentasikan oleh peneliti pada “Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian Teknologi, MIPA dan pendidikan Vokasi”. Seminar Nasional ini diselenggarakan oleh Lembaga Penelitian Universitas Negeri Yogyakarta sebagai salah satu tindak lanjut dari kegiatan penelitian yang telah dicanangkan dan dilaksanakan oleh Perguruan Tinggi dalam rangka melaksanakan Tri Darma Perguruan Tinggi.

Prosiding ini dimaksudkan untuk menyebarkan hasil-hasil penelitian bidang Teknologi, Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) dan Pendidikan Vokasi kepada para dosen, mahasiswa, guru, pejabat pemerintah dan pemerhati pendidikan di Indonesia. Sesuai dengan tema seminar, yaitu Penelitian Teknologi, MIPA dan Pendidikan Vokasi untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia diharapkan prosiding ini mampu menjadi media bagi para peneliti, pemikir dan pemerhati pendidikan untuk saling bertukar ide guna perkembangan ilmu serta mempersiapkan LPTK sebagai tempat pencetak tenaga pendidik yang professional.

Ucapan terima kasih disertai penghargaan yang setinggi-tingginya disampaikan kepada para peneliti, tim reviewer dan segenap panitia yang telah bekerja keras, sehingga buku booklet dan prosiding ini dapat terbit dengan lancar. Kami menyadari bahwa buku prosiding ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kami mengharap kritik dan saran dari berbagai pihak demi kesempurnaan buku sejenis di masa datang. Semoga buku prosiding ini bermanfaat bagi para peneliti maupun bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Negara Indonesia. Amin

Yogyakarta, 04 Desember 2010  
Ketua Lembaga Penelitian UNY

Prof. Sukardi, Ph.D  
NIP 19530519 197811 1 001

## **SAMBUTAN KETUA PANITIA**

### **Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuhu**

Puji syukur kehadiran Allah, Swt, Tuhan Yang Maha Esa atas curahan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya sehingga kita semua dikaruniai kesehatan dan kesempatan untuk berkumpul di forum yang mulia ini. Forum bertemunya para peneliti, praktisi, ilmuwan, akademisi, dan *stakeholders*. Mudah-mudahan acara ini mendapatkan ridhlo dari-Nya.

Hadirin yang berbahagia, Kementerian Pendidikan Nasional telah mencanangkan Visi Pendidikan Indonesia 2025 yaitu: “Menghasilkan Insan Indonesia Cerdas dan Kompetitif”. Makna insan cerdas adalah adalah cerdas komprehensif, yaitu cerdas spiritual, emosional, sosial, intelektual, dan kinestetis. Makna kompetitif diantaranya adalah produktif, inovatif, dan menjadi agen perubahan. Di sisi yang lain, Kementerian Ristek telah menyusun Agenda Riset Nasional (ARN) 2010 – 2014 sebagai jabaran dari Kebijakan Strategi Pembangunan Nasional (Jaktranas). Salah satu tujuan ARN adalah meningkatkan kreativitas dan produktivitas litbang nasional untuk memenuhi kebutuhan teknologi di sector produksi dan meningkatkan daya saing produk-produk nasional dan budaya inovasi. Melalui dua upaya tersebut diharapkan terwujud sumberdaya manusia Indonesia yang berkualitas dan siap bersaing di era global.

Perguruan tinggi merupakan salahsatu unsur pengembang ilmu pengetahuan dan teknologi yang dituntut berperan aktif dalam upaya peningkatan kualitas sumberdaya manusia. Dalam kerangka tersebut, Lembaga Penelitian UNY memberi kesempatan kepada peneliti di lingkungan perguruan tinggi serta institusi penelitian lain untuk mendiseminasikan penelitian yang terkait dnegan bidang teknologi, MIPA, dan pendidikan vokasi. Melalui diseminasi ini diharapkan terjalin komunikasi antara peneliti dan *stakeholders* sehingga hasil penelitian dapat lebih bermanfaat bagi kemajuan bangsa.

Akhirnya, kami ucapkan selamat berseminar, Mudah-mudahan niat baik dan upaya yang kita lakukan mendapat pahala yang berlipat dari Allah, Swt, Tuhan Yang

Maha Esa. Ucapan terimakasih dan penghargaan yang tinggi kami haturkan kepada semua pihak yang turut membantu suksesnya seminar ini.

**Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuhu**

Ketua Panitia

## DAFTAR ISI

Judul .....	i
Kata Pengantar .....	ii
Sambutan Pembantu Rektor 1 .....	iii
Sambutan Ketua Lemlit .....	iv
Sambutan Ketua Panitia .....	v
Jadwal Acara Seminar .....	vii
Jadwal Acara Sesi Paralel .....	viii
Daftar Paper .....	1

**PANITIA SEMINAR NASIONAL HASIL-HASIL PENELITIAN  
TEKNOLOGI, MIPA DAN PENDIDIKAN VOKASI**

**PANITIAN SEMINAR**

**Pengarah**

- Prof. Sukardi, MSc. Ph.D
- Sri Sumardiningsih, M.Si.

**Ketua 1** : Dr. Wagiran

**Ketua 2** : Satino, M.Si

**Sekretaris** : Agung Wijaya, M.Pd  
Marwanti, M.Pd

**Bendahara** : Nardiyanta, S.IP  
Suyud, S.Pd.

**Seksi-seksi**

**1. Makalah/Prosiding**

- Muhammad Ali, MT
- Yuni Wibowo, M.Si
- Sudjoko, M.S
- Apri Nuryanto, MT
- Istanto Wahyu Jatmiko, M.Pd
- Prof. Sri Atun
- Sukiya, M.Si
- Dr. Endang Mulyatiningsih
- Suyitno, HP., MT

**2. Seksi Publikasi/Dek/Dok.**

- Bambang Sugestiadi, MT
- A. Hedi Ari Purwanto, S.IP.

### **3. Perlengkapan**

- Suhardi, S.Pd.
- Edy Waluyo
- Wahono

### **4. Pembantu Umum**

- Wakijo
- Sujasman

### **5. Konsumsi**

- Badraningsih Lastariwati, M.Pd
- Nur Wahyu Kurniasari, S

### **6. Sekretariat**

- Drs. Endy Fachmi
- Sukardi, S.IP.

### **7. Desain Cover dan Editor**

Muhamad Ali, MT

**JADWAL ACARA**  
**Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian Teknologi,**  
**MIPA dan Pendidikan Vokasi**  
**Yogyakarta, 04 Desember 2010**

<b>Waktu</b>	<b>Acara</b>	<b>Pembicara</b>	<b>PIC</b>
07.30-08.00	Registrasi peserta		Panitia
08.00-08.20	Pembukaan	Keynote Speeker: Prof. Dr. Nurfina Aznam	MC :
08.20-08.30	Coffe Break		Sie Konsumsi
08.30-11.30	Presentasi Makalah Utama	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Nurfina Aznam</li> <li>• Pemakalah Pendamping</li> </ul>	Moderator
11.30-12.30	ISHOMA		Panitia
12.30-15.30	Sesi paralel	Masing-masing pemakalah	Moderator Dan Panitia ruang
15.30-16.00	Penutupan dan penyerahan sertifikat		Panitia

**SESI PARALEL  
 BIDANG TEKNOLOGI 1**

<b>Time</b>	<b>Presenter</b>	<b>Paper</b>
<b>12.30 – 13.30</b>	Arianto Leman, dkk	Metode Pengerasan Pada Proses Karburising Padat
<b>12.30 – 13.30</b>	Dr. Th. Sukardi, dkk	Rekayasa Alat Pengukur Kualitas Tendangan Dan Pukulan Multi Arah Pemain Seni Beladiri Berbasis Komputer
<b>12.30 – 13.30</b>	Dr. Endang Mulyatiningsih, dkk	Perintisan Bank Resep Elektronik Menggunakan Structured Query Language (SQL)
<b>12.30 – 13.30</b>	Nani Ratnaningsih, dkk	POTENSI Tempe Kacang Tolo Sebagai Sumber Isoflavon Untuk Diversifikasi Makanan Fungsional Berbasis Tempe
<b>13.30 – 14.30</b>	Nurhening Yuniarti, Toto Sukisno	Metode Algoritma Genetik Untuk Menentukan Bank Kapasitor Pada Sistem Tenaga Listrik
<b>13.30 – 14.30</b>	Abdul Haris Setiawan	Pengaruh Kemiringan Pemecah Gelombang dan Kedalaman air Terhadap Run up dan Run down Gelombang
<b>13.30 – 14.30</b>	Kadarisman Tejo Yuwono	Pembuatan Modul Mikrokontroler(Avr) Sebagai Model Pembelajaran Berorientasi Proyek Untuk Pengembangan Matakuliah Praktikum
	Herlambang Sigit Pramono	Sistem Pemicu Optis IC 555-MOC 3021 Sebagai Pengendali Daya Listrik

**SESI PARALEL  
 BIDANG TEKNOLOGI 2**

<b>14.30 – 15.30</b>	Masduki Zakaria, M.T. Ratna Wardani, M.T.	Algoritma Sistem Cerdas Untuk Inovasi Traffic Light Control System
<b>14.30 – 15.30</b>	Mujiyono, dkk	Rekayasa Biokomposit Dari Sekresi Kutu Lak Dan Serat Rami
<b>14.30 – 15.30</b>	Ir. Setijadi Harianto MN., M.T.	Studi Rekayasa Teknologi Beton ORASA (O-Ring Artificial Stone Aggregate) Pada Mode EOP
<b>14.30 – 15.30</b>	Sunomo	Kendali Fasa Thyristor dan Triac Tanpa Tegangan Eksternal untuk Praktikum Elektronika Daya
<b>14.30 – 15.30</b>	Sunomo, Herlambang Sigit Pramono, Didik Haryanto	Sistem Pensinyalan Transportasi Kereta Api Dengan Visualisasi Posisi Menggunakan teknologi GPS (Global Positioning System)
<b>14.30 – 15.30</b>	Rina Febriana	Pemetaan Sumberdaya Pada Program Studi Tata Boga Dalam Meningkatkan “Full Time Equivalent”

**PARALLEL SESSION  
BIDANG MIPA**

<b>Time</b>	<b>Presenter</b>	<b>Paper</b>
<b>12.30 – 13.30</b>	Amanatie, dkk	Uji Aktivitas Anti Malaria Secara In Vitro, In Vivo Dan Toksisitas Dari Isolat Ekstrak Etanol Akar Garcinia Dulcis
<b>12.30 – 13.30</b>	Anna Rakhmawati dan Evy Yulianti	Uji Aktivitas Selulolitik Aspergillus SPP yang Diisolasi Dari Serat Kelapa Sawit
<b>12.30 – 13.30</b>	Eli Rohaeti dan Senam	Efek Minyak Nabati Pada Biodegradasi Poliuretan Hasil Sintesis Dari Polioksietilenglikol 400 Dan Metilen-4,4'-Difenildiisosiyanat
<b>13.30 – 14.30</b>	Victoria Henuhili, MSi dr. Tutiek Rahayu, Mkes Yuliati, MKes	Sintesis Elastomer Poliuretan dengan Bahan Dasar Minyak Jelantah dan Metilen-4,4-Difenildiisosiyanat
<b>13.30 – 14.30</b>	Isana SYL & Eli Rohaeti	Pewarisan Obesitas Dalam Keluarga Sebagai Bahan Ajar Genetika Dasar
<b>13.30 – 14.30</b>		
<b>13.30 – 14.30</b>		

**PARALLEL SESSION  
BIDANG PENDIDIKAN VOKASI**

<b>Time</b>	<b>Presenter</b>	<b>Paper</b>
12.30 – 13.30	Kana Hidayati dan Endang Listyani	Pengembangan Instrumen Kemandirian Belajar Mahasiswa (Validasi Konstruk Instrumen Kemandirian Belajar Mahasiswa)
12.30 – 13.30	V. Lilik Hariyanto	Peningkatan Kompetensi Belajar Praktik Kerja Batu Melalui Model Pembelajaran Fortfolio Based Learning (FBL) Yang Berbasis Konstruktivistik
12.30 – 13.30	Amat Jaedun	Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Kinerja Pembelajaran Fisik
13.30 – 14.30	Nur Kholis	Upaya Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Matematika dengan Menerapkan Model Contextual Teaching and Learning (CTL)
13.30 – 14.30	Budiarso Eko	Pengembangan Model Pembelajaran Soft Skills Di SMK
13.30 – 14.30	Hajar Pamadhi, MA (Hons)	Kesiapan Pemerintah Diy Terhadap Kebijakan Perluasan SMK
13.30 – 14.30	Nuryadin Eko Raharjo	Aplikasi Software Course Lab v.2.4 Untuk Implementasi Model Pembelajaran Interactive Problem Solving Pada Mata Kuliah Matematika
14.30 – 15.30	P. Sarjiman	Pembelajaran Soal Matematika Bentuk Cerita Dengan Pendekatan Pemecahan Masalah Pada Siswa Sd
14.30 – 15.30	Pradoto, MT	IMPLEMENTASI TEORI BELAJAR SIBERNETIK UNTUK MENINGKATKAN PEMBELAJARAN MATEMATIKA
14.30 – 15.30	Riswan Dwi Djatmiko	Efektivitas Pembelajaran Berdasarkan Hasil Inquiry Praktik Las Asitilin Jurusan Pendidikan Teknik Mesin
14.30 – 15.30	Umi Rochayati	Disain Dan Implementasi Modul Digital Sebagai Modul Pembelajaran Praktek Elektronika Digital
14.30 – 15.30	Suhartanta, Sukoco, Zaenal Arifin	Model Networking Sekolah Sebagai Basis Peningkatan Kualitas Pendidikan di Sekolah Menengah Kejuruan
14.30 – 15.30	Wagiran	Pengembangan Pembelajaran Model Problem Based Learning dengan Media Pembelajaran Berbantuan Komputer Dalam Matadiklat Measuring Bagi Siswa SMK

<b>14.30 – 15.30</b>	Muhamad Ali, dkk	Analisis Kesiapan Sekolah Menengah Kejuruan Di Yogyakarta Dalam Menghadapi Internasionalisasi Pendidikan
----------------------	------------------	--

**DAFTAR MAKALAH  
SEMINAR NASIONAL HASIL-HASIL PENELITIAN  
TEKNOLOGI, MIPA DAN PENDIDIKAN VOKASI**

No	N A M A	Instansi	Judul Makalah
1	Umi Rochayati	FT UNY	Disain dan Implementasi Modul Digital sebagai Modul Pembelajaran Praktek Elektronika Digital
2	Masduki Zakaria, MT	FT UNY	Algoritma Sistem Cerdas untuk Inovasi Traffic Light Control System
3	Sri Waluyanti	FT UNY	Kooperatif Jigsaw dan Peer Teaching sebagai Model Pembelajaran Mahasiswa Calon Guru
4	Anna Rakhmawati	FMIPA UNY	Uji Aktivitas Selulotik Aspergillus spp yang Diisolasi dari Serat Kelapa Sawit
5	Nurhening Yuniarti	FT UNY	Metode Algoritma Genetik untuk Menentukan Bank Kapasitor pada Sistem Tenaga Listrik
6	Pradoto, MT	FT UNY	Implementasi Teori Belajar Sibernetik untuk Meningkatkan Pembelajaran Matematika Teknik
7	Drs. Sunomo, MT	FT UNY	Kendali Fasa Thyristor dan TRIAC Tanpa Tegangan Eksternal untuk Praktikum Elektronika Daya
8	Drs. Sunomo, MT	FT UNY	Sistem Pensinyalan Transportasi Kereta Api dengan Visualisasi Posisi Menggunakan Teknologi GPS
9	V. Lilik Hariyanto	FT UNY	Peningkatan Kompetensi Belajar Praktik Kerja Batu melalui Model Pembelajaran Fortfolio Based Learning (PBL) yang Berbasis Konstruktivistik
10	Nuryadin Eko Raharjo, M.Pd	FT UNY	Aplikasi Software Course Lab.V.2.4. untuk Implementasi Model Pembelajaran Interactive Problem Solving pada Mata Kuliah Matematika
11	Mujiyono, MT	FT UNY	Rekayasa Material Biokomposit dari Sekresi Kutu Lak dan Serat Alami
12	Eli Rohaeti	FMIPA	Efek Minyak Nabati pada Biodegradasi Poliuretan Hasil Sintesis dari Polioksietilenglikol400 dan Metilen-4,4'-Difenildiisosiyanat
13	Arianto Leman S	FT UNY	Metode Pengerasan pada Proses Karburising Padat
14	P. Sarjiman	FIP	Pembelajaran Soal Matematika Bentuk Cerita dengan Pendekatan Pemecahan Masalah pada Siswa SD
15	Amat Jaedun	FT UNY	Penerapan Model Pembelajaran Berbasis

			Masalah untuk Meningkatkan Kinerja Pembelajaran Fisika
16	Victoria Henuhili, M.Si	FMIPA	Pewarisan Obesitas dalam Keluarga sebagai Bahan Ajar Genetika Dasar
17	Nani Ratnaningsih	FT	Potensi Tempe Kacang Tolo sebagai Sumber Isoflavon untuk Diversifikasi Makanan Fungsional Berbasis Tempe
18	Isana SYL	FMIPA	Sintesis Elastomer Poliuretan dengan Bahan Dasar Minyak Jelantah dan Metilen-4,4-Difenildiisosiyanat
19	Ir. Srtijadi Harianto MN, MT	Univ Janabadra	Studi Rekayasa Teknologi Beton Orasa (O-Ring Artificial Stone Aggregate) pada MODE EOP
20	Herlambang Sigit P	FT	Sistem Pemicu Optis IC 555-MOC 3021 sebagai Pengendali Daya Listrik
21	Kana Hidayati	FMIPA	Pengembangan Instrumen Kemandirian Belajar Mahasiswa (Validasi Konstruks Instrumen Kemandirian Belajar Mhs)
22	Dr. Endang Mulyatiningsih	FT	Perintisan Bank Resep Elektronik Menggunakan Model Relasi Structured Query Language (SQL)
23	Riswan Dwi D	FT	Efektivitas Pembelajaran Berdasarkan Hasil Inquiry Praktik Las Asitilin Jurusan Pendidikan Teknik Mesin
24	Bambang Setiyo Hari P	FT	Pengembangan Simulator CNC 2 AXIS sebagai Media Pembelajaran dan Pelatihan Pemrograman CNC
25	Wagiran	FT	Pengembangan Pembelajaran Model Problem Based Learning dengan Media Pembelajaran Berbantuan Komputer Dalam Matadiklat Measuring Bagi Siswa SMK
26	Amanatie, M.Pd., M.Si	FMIPA	Uji Aktivitas Anti Malaria Secara In Vitro, In Vivo Dan Toksisitas Dari Isolat Ekstrak Etanol Akar Garcinia Dulcis
27	Dr. Astuti	FMIPA	Pemanfaatan Limbah Kotoran Ayam yang Terfermentasi dalam Pakan untuk Meningkatkan Pendapatan Peternak Ayam Broiler
28	Dra. Siti Umniyatie, M.Si	FMIPA	Pengembangan Probiotik Bakteri Asam Laktat dari Limbah Ikan yang Berpotensi Menurunkan Kadar Kolesterol Daging Ayam Broiler Strain Hubbart
29	Abdul Haris Setiawan	FKIP UNS	Pengaruh Kemiringan Pemecah Gelombang dan Kedalaman air terhadap Run up dan Run down Gelombang

30	Hadjar Pamadhi	FBS UNY	Kesiapan Pemerintah DIY Terhadap Kebijakan Perluasan SMK
31	Djoko Laras BT, Zamtinah, Herlambang, Didik Hariyanto	FT UNY	Up-dating Kompetensi Guru SMK Jurusan Listrik melalui Pelatihan Unit AMF Power System
32	Nur Kholis	FT UNY	Upaya Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Matematika dengan Menerapkan Model Contextual Teaching and Learning (CTL)
33	Dr. Th. Sukardi	FT UNY	Rekayasa Alat Pengukur Kualitas Tendangan dan Pukulan Multi Arah Pemain Seni Beladiri Berbasis Komputer
34	Kadarisman Tejo Yuwono	FT UNY	Pembuatan Modul Mikrokontroler (AVR) sebagai Model Pembelajaran Berorientasi Proyek untuk Pengembangan Matakuliah Praktikum,
35	Rina Febriana, M.	UNJ Jakarta	Pemetaan Sumberdaya Program Studi Tata Boga Dalam Meningkatkan “Full Time Equivalent”
36	Budiarso Eko (23 hal)	PPS Pasca	Pengembangan Model Pembelajaran Soft Skills di SMK
37	Retno Arianingrum, Indyah Sulistyو Arty, dan Sri Atun	FMIPA UNY	Uji Sitotoksik Beberapa Senyawa Mono Para Hidroksi Kalkon Terhadap Cancer Cell Line T47D
38	Dr. Ir. Astuti, M.P, Bernadetta Octavia M.Si	FMIPA UNY	Pemanfaatan Probiotik Bakteri Asam Laktat Dari Limbah Kotoran Ayam Untuk Menurunkan Kadar Lemak, Ldl Dan Kadar Kolesterol Daging Ayam Broiler Strain Lohmann
39	Isma Widiaty dan Ana		Implementasi Model Pendidikan Gizi Healthy & Safety Food Pada Keluarga Rawan Pangan Dan Gizi di Kabupaten Bandung
40	Herni Kusantati, Isma Widiaty, Ana		Pemberdayaan Perempuan Korban Trafficking Melalui Model Home Based Care
41	Dadan Rosana, Suyoso, Pujiyanto	UNY	Pengembangan Model Implementasi Alfhe (Active Learning For Higher Education) Dalam Kerangka Acuan Kerjasama Uny, Dbe2, Dan Usaid
42	Suhartanta, Sukoco, Zaenal Arifin	FT UNY	Model Networking Sekolah Sebagai Basis Peningkatan Kualitas Pendidikan di Sekolah Menengah Kejuruan
43	Muhamad Ali	FT UNY	Analisis Kesiapan Sekolah Menengah Kejuruan Di Yogyakarta Dalam Menghadapi Internasionalisasi Pendidikan



# UJI AKTIVITAS ANTI MALARIA SECARA *IN VITRO*, *IN VIVO* DAN TOKSISITAS DARI ISOLAT EKSTRAK ETANOL AKAR *GARCINIA DULCIS*

Amanatie<sup>1</sup>, Jumina,<sup>2</sup> Hanafi<sup>3</sup>

1. Jurusan Kimia F.MIPA Universitas Negeri Yogyakarta,
2. Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta,
3. Pusat Penelitian Kimia LIPI Serpong, Tangerang, Indonesia.

## Abstrak

Malaria merupakan masalah kesehatan global, baik di negara-negara yang sedang berkembang maupun sudah maju. Usaha pemberantasan penyakit malaria telah lama dilakukan dengan beberapa cara, namun hingga kini belum memberikan hasil yang optimal. Bahkan malaria kini merupakan salah satu penyakit yang mengancam penduduk di seluruh dunia. Hal ini ditandai dengan meningkatnya insidensi diseluruh daerah endemik di dunia. Munculnya strain *P. falcifarum* yang resisten terhadap bermacam-macam obat, merupakan salah satu penyebab penyakit malaria. Hal inilah yang mendorong keinginan peneliti untuk mencari dan mengembangkan obat anti malaria baru.

Senyawa xanton banyak terdapat pada buah, daun, kulit batang serta akar *Garcinia dulcis*. Penelitian tentang xanton telah banyak dilakukan, namun penelitian tentang xanton dari akar *Garcinia dulcis* belum banyak dilaporkan, oleh karena itu peneliti tertarik untuk meneliti xanton dari akar *Garcinia dulcis*. Pada makalah ini yang dibahas adalah uji aktivitas anti plasmodial secara *in-vitro* pada kultur dan *in vivo* pada mencit putih serta uji toksisitas *in-vitro* yang telah terbukti mempunyai aktivitas antiplasmodial *in- vitro* paling baik.

Hasil dari penelitian bahwa isolat dari akar *Garcinia dulcis* memiliki aktivitas antimalaria sebesar 15,21 µg/mL, dengan toksisitas rendah sebesar 17,97%. Pengujian secara *in vivo* pada mencit putih mempunyai persentase penghambatan sebesar 77,14%.

**Kata kunci:** Pengembangan senyawa baru, derivat xanton, uji aktivitas *in vitro* dan *invivo*

## A. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang Masalah

Penyakit malaria di Indonesia sampai saat ini masih merupakan masalah kesehatan masyarakat. Angka kematian penyakit ini cukup tinggi, terutama di daerah Jawa dan beberapa di daerah lain, banyak penduduk pendatang dari daerah endemik malaria, dan sering terjadi wabah yang menimbulkan banyak kematian.

Malaria masih merupakan masalah kesehatan global, baik di negara-negara yang sedang berkembang maupun maju. Usaha pemberantasan telah lama dilakukan pemerintah, namun hingga kini belum memberikan hasil seperti yang diharapkan. Bahkan malaria kini merupakan salah satu penyakit yang mengancam penduduk di seluruh dunia. Hal ini ditandai dengan meningkatnya insidensi pada saat ini diseluruh daerah endemik di dunia.

Senyawa xanton dalam literatur jarang dibicarakan, begitu juga struktur dan pengembangannya belum banyak dilaporkan.

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti melaukan penelitian dengan judul:

pengembangan senyawa baru derivat xanthon dari akar *G. dulcis* sebagai anti malaria

## **2. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah menguji aktivitas anti plasmodial secara *in-vitro* pada kultur dan *in vivo* pada mencit putih serta uji *toksitas in-vitro* dari senyawa xanton hasil pengembangan yang telah terbukti mempunyai aktivitas antiplasmodial *in- vitro* paling baik.

## **3. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian: dalam pengembangan ilmu pengetahuan dapat memberikan sumbangan dalam usaha global untuk mengatasi masalah resistensi *P. falciparum* melalui usaha untuk penemuan antimalaria yang lebih efektif dari antimalaria yang sudah ada.

## **4. Uji aktivitas anti malaria**

Likhitwitayawuid, K, Phadungcharoen, T,krungkrai,J.(1998) telah berhasil mengisolasi Xanthon dari *Garcinia cowa*, dan telah melakukan uji anti malaria pada xanthon tersebut.

## **5. Beberapa golongan senyawa turunan xanton yang mempunyai aktivitas biologis.**

Senyawa turunan xanton banyak terdapat pada tanaman *Garcinia*. Tanaman *Garcinia* di Indonesia banyak dijumpai. Tumbuhan ini banyak tersebar di Indonesia, yang umum dikenal dengan manggis-manggisan. Turunan senyawa Xanthon banyak terdapat pada tanaman jenis manggis-manggisan (*Garcinia*), baik di kulit buah, daun, kulit batang dan akar.

Beberapa jenis *Garcinia* di Indonesia antara lain *G. mangostana*, *G. dulcis*, *G. subelliptica*, *G. nervosa*, *G. forbesii*, *G. latissima* dan *G. parvifolia*, *G. cumboga*. *G. dulcis*

dan *G. mangostana* banyak tumbuh di Jawa, dan *G. parvifolia*, *G. subbelliptica* dan *G. forbesii* banyak tumbuh di Sumatera.

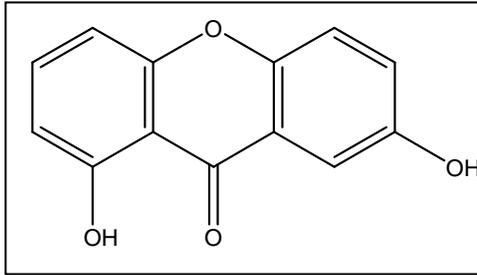
Beberapa senyawa turunan Xanton dilaporkan mempunyai aktivitas biologis dan farmakologis seperti *Sitotoksil*, *anti inflamasi*, *anti mikroba*, *anti oksidan* dan *anti tumor*. Kebanyakan Xanton dalam keadaan bebas, salah satu contoh derivat xanton adalah *tri hidroksi Xanton*, *tetra hidroksi Xanton*. *Hidroksi Xanton* dan metil eter sebagian ditemukan pada famili tanaman *Guteraceae*, senyawa ini banyak terdapat akar dan daun. Senyawa xanton menunjukkan aktivitas biologis yang nyata, dan tidak mengherankan kalau dalam waktu yang tidak lama, membuka kesempatan untuk dipergunakan dalam pengobatan. Senyawa-senyawa seperti *Bellidifolin* dapat menghambat aktivitas *MAO*(*Mono Amin Oxydase*). Banyak xanton telah dilaporkan mempunyai aktivitas anti mikroba dan sifat insektisida, efek anti peradangan atau aktivitas *tuberculostatic*.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan antara lain Daulay telah meneliti ekstrak daun mundu yang di tarik dengan n-heksana. Dari penelitian diperoleh *Fredelin* dan *iso-flavon*. Fukuyama, Y., Kamiyama, A., Mima Y., dan Kodama, M., 1991, telah mengisolasi *Garcinia subelliptica* diperoleh xanton A dan B, serta beberapa xanton lain, dari ekstrak metanol kayu *G. subelliptica*.

Minami H., Kinoshita M., Fukuyama, Y., Kodama, M., Yoshizawa T., 1994, berhasil mengisolasi *Garcinia Xanthon C*; *1,2,5-tri hidroksi Xanthon*, *2,6- dihidroksi-1,5- dimetoksi xanton* dan senyawa *benzofenon*, *4,6- dihidroksi 2,3,4--trimetoksi benzofenon* dari ekstrak etil asetat kayu *G. subelliptica*. Ito, G., Miyamoto, Y., Nakayama, M., Kawai Y., Rao, KS., Furukawa, H., 1997, telah mengisolasi 3 senyawa baru dari ekstrak etanol kulit batang *G. assigu*. Senyawa-senyawa tersebut satu senyawa *depsidon*, *Garcinisidon A* dan dua senyawa xanthon, *Assigu xanthon A* dan *Assigu xanthon B*. Pada tahun yang sama Ito telah mengisolasi *Latis xanthon A*, *B* dan *C* dari ekstrak etanol kulit batang *G. latissima* Miq. Linuma M., Ito, H., Tosa, H., Tanaka T, 1996 mengisolasi senyawa baru turunan xanthon dari ekstrak benzena kulit batang *G. Dulcis*, yaitu *Dulcinol A*. Juga ditemukan senyawa baru turunan xanthon dengan gugus 1,1-dimetil akil dan ekstrak benzena akar yaitu *Dulciol B-D* dan *Dulciol C-E* dari ekstrak akar yang ditarik dengan aseton.

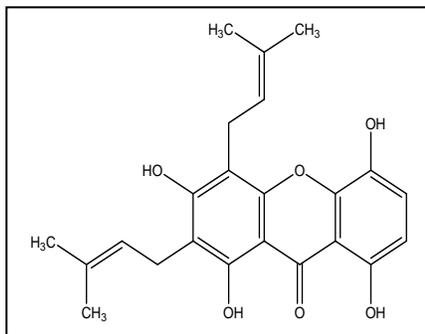
## Beberapa senyawa turunan xanton yang terdapat pada tanaman

a. Euxanthone = 1,7-dihydroxy xanthone

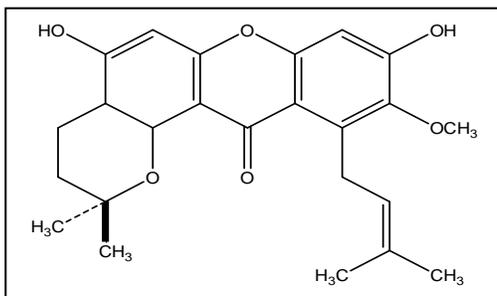


Ditemukan dalam *Calophyllum*, *Bonnetia*, *Garcinia*, dan *Haploclatera Spp*, dalam *Mammea americana* dan dalam *Heartwood* dan *Platonia insignis* (all *Guttiferae*), mempunyai fungsi sebagai *anti-inflammatory activity*.

b. Gartanin = 1,3,5,8-tertra hydroxy -2,4diprenylxanton dalam *Garcinia mangostana* berfungsi sebagai *antifungal* dan *antibactery activity*

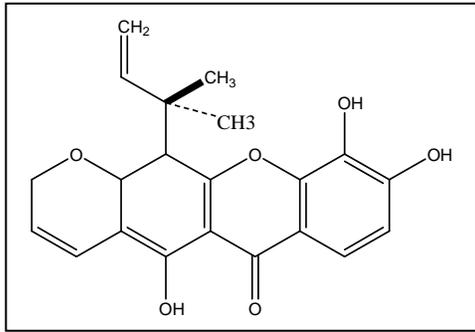


c.I. Isomangostin :  $C_{24}H_{26}O_6$



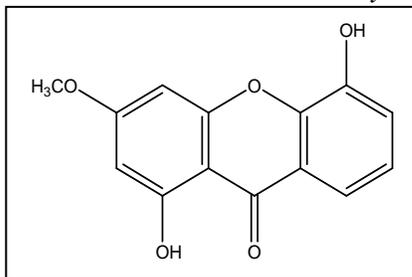
Ditemukan dalam *Garcinia mangostana*, berfungsi sebagai anti bakteri dan *anti fungal*.

d. acluna xanthone :  $C_{23}H_{22}O_6$



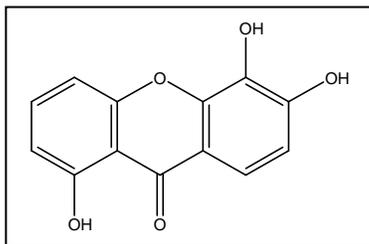
Ditemukan dalam *Garcinia ovalifolia* dan dalam *Rhudia brasiliensis* (*Guttiferae*) dan dalam kulit batang dari *Maclura ponifera*.

e. *Mesua xanthone A* : 1,5 – Dihydroxy-3-methoxy xanthon



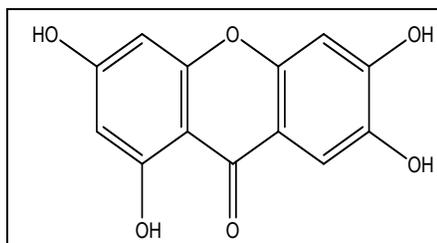
Dalam *Mesuaferrea*, *Keilmeyera speciosa*, *Garcinia xanthochymus*, *Haplo clathra* dan *Vismia Spp* berfungsi sebagai- *anti inflammatory activity*.

f. *Mesua xanthone B* : 1,5,6 trihydroxy xanthon



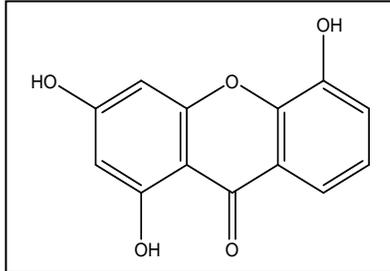
Dalam *Mesuaferrea*, *Mammea africana*, *Galopgyllum mophyllum* dan *C. fragraus*, dan *Garcinia* dan *Symphonia Spp* (*Guttiferae*) berfungsi sebagai *anti inflammatory activity*

g. *Norathyrial* ; C<sub>13</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>



Ditemukan dalam *Gratoxylum prumiflorum*, *Garcinia mangostana*, *Hypericum androsaemum* dan *H.ancheri*, *Mammea allanblachia* *Symphonia* dan *Ochrocarpus spp* (*Gutteferae*) dan ditemukan juga *Maclura pnifera* dan *Clarisa chlorophora spp*

h. 1,3,5 Trihydroxy xanthone : C<sub>13</sub>H<sub>8</sub>O<sub>5</sub>



Ditemukan dalam *allanblachia floribunda* (*Guttiferae*) berfungsi sebagai *Tuberculostatic activity*

## B. METODA PENELITIAN

### 1. Uji Aktivitas anti plasmodial *in-vitro*

#### a. Alat

Alat-alat yang digunakan untuk uji aktivitas antiplasmodium *in vitro* adalah *laminar air flow* (Labconco), *tissue culture flask* (TCF) 50 mL (Nunclon™), *microplate* 96 sumuran (Nunclon™), tabung berheparin (Vacuette), *disposable conical tubes* (Nunc™), inkubator CO<sub>2</sub> (Napco), sentrifus (Eppendorf), *microscope slides*, mikroskop (Zeiss), *filter* 0,22 μm (Achrodisc), pipet mikro (Gilson), pipet Pasteur, pipet ukur, *candle jar*, dan *waterbath* (Tecam)

#### b. Prosedur

##### A. 1) *Kultur Plasmodium falciparum in vitro*

Dua strain *P. falciparum* yaitu FCR-3 dan D-10 ditumbuhkan sesuai metode yang dilakukan oleh Trager & Jensen (1976) dengan modifikasi. Yang dilakukan oleh Mustofa (2001). Modifikasi berupa penyimpanan candle jar dalam inkubator CO<sub>2</sub> pada suhu 37<sup>0</sup>C. *Plasmodium* dibiakkan secara *in vitro* menggunakan eritrosit golongan O<sup>±</sup> dengan kepadatan atau hematokrit 1-5% dalam medium RPMI 1640 yang mengandung 7,68 mM HEPES, 23,78 mM NaHCO<sub>3</sub> dan 10% serum manusia (O<sup>±</sup>). Kondisi kultur diamati tiap hari, dan saat akan digunakan untuk uji, *Plasmodium* disinkronisasi dengan sorbitol 5%.

## 2) Uji aktivitas antiplasmodium secara *in vitro*

Uji aktivitas antiplasmodium *in vitro* dilakukan dengan 2 metode yaitu metode mikroskopis menurut Ljungström *et al.* (2004). Ke dalam mikrokultur 96 sumuran yang mengandung kultur *Plasmodium* pada fase trophozoit dengan parasitemia 2% (hematokrit 3%), ditambahkan senyawa uji pada berbagai peringkat konsentrasi. Kultur yang mengandung senyawa uji selanjutnya diinkubasikan selama 72 jam. Nilai parasitemia dihitung dari sediaan apus yang diwarnai dengan Giemsa. Nilai parasitemia ini selanjutnya digunakan untuk menghitung persentase penghambatan pertumbuhan *Plasmodium*. Sebagai kontrol digunakan kultur *Plasmodium* tanpa senyawa uji dan dianggap mempunyai pertumbuhan 100%. Aktivitas antiplasmodium dinyatakan sebagai IC<sub>50</sub> (*Inhibitory Concentration 50%*) yaitu konsentrasi yang diperlukan untuk menghambat pertumbuhan parasit hingga 50% yang dihitung dengan analisis probit.

Cara 2. *Plasmodium falciparum* strain FCR-3 dan D10 dibiakkan dengan metoda *candle jar* (Trager dan Jensen, 1976). Sel darah merah yang terinfeksi parasit dibiakkan dalam *cultur flask* yang mengandung 10 mL medium komplit (mengandung 10% serum), dengan hematokrit akhir 1,5%. Kultur parasit tersebut dilaksanakan di dalam *laminary flow cabinet* dalam kondisi steril, kemudian diinkubasi di dalam inkubator CO<sub>2</sub> pada temperatur 37<sup>0</sup>C. Medium diganti dengan yang baru setiap 24 jam masa inkubasi. Apabila parasitemia terlalu tinggi (lebih dari 10%), maka dibuat subkultur dengan menambahkan sel darah merah normal sehingga parasitemia menjadi rendah (kurang dari 1%).

## 2. Uji toksisitas *in vitro*

Uji sitotoksik fraksi aktif dilakukan pada kultur sel fibroblas dengan cara yang prinsipnya sama dengan uji antiplasmodial *in vitro*. Sel dibiakkan dengan kondisi yang sama dengan kondisi biakan *P. falciparum*, dengan mengganti serum manusia dengan serum *fetal bovin*. Untuk keperluan uji sitotoksik kultur sel sebanyak 100 µl didistribusikan dalam mikrokultur 96 sumuran (2 x 10<sup>3</sup> untuk setiap sumuran). Selanjutnya ditambahkan 100 µl senyawa uji pada berbagai konsentrasi (0; 1; 5; 10; 50; 100 dan 500 µg/ml) secara triplikat. Kultur sel yang mengandung senyawa uji selanjutnya diinkubasikan selama 24 dan 72 jam. Pertumbuhan sel diperkirakan berdasarkan pengambilan [<sup>3</sup>H] senyawa uji oleh sel. Sebagai

kontrol digunakan kultur sel tanpa senyawa uji dan dianggap memiliki pertumbuhan 100%. Efek sitotoksik dinyatakan sebagai  $IC_{50}$  (kadar untuk menghambat pertumbuhan sel hingga 50%). Tingkat sitotoksitas fraksi uji dinyatakan sebagai Indeks Sitotoksik (IS) yang merupakan rasio aktivitas antiplasmodial *in vitro* ( $IC_{50}$  pada parasit) dan efek sitotoksik ( $IC_{50}$  pada sel normal). Sebagai kontrol tingkat sitotoksitas digunakan IS dari *klorokuin*.

### **3. Uji aktivitas anti plasmodial *in-vivo* pada mencit**

#### **Metode :**

Modifikasi dari Peter test (“4 days suppressive Test”), treatment dilakukan pada 3 kelompok uji (dengan dosis 100,10 dan 1 mg/kg BB mencit) dan 1 kelompok kontrol negatif, masing masing kelompok terdiri dari 3 ekor mencit. Bahan uji diberikan secara peroral dalam bentuk suspensi dengan CMC-Na 0,5%. Treatment dilakukan selama 4 hari (D0-D3). Pada hari pertama treatment (D0) dan satu hari setelah treatment berakhir (D4) diambil darah dari ekor dan dibuat hapusan darah tipis dengan pewarnaan Giemsa untuk menghitung tingkat parasitemia. Kemudian data dihitung sebagai % penghambatan pertumbuhan parasit pada kelompok treatment dibandingkan kelompok control negatif (tanpa obat)

## **C. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Uji aktivitas antiplasmodium secara *in vitro***

Hasil pengembangan diuji aktivitas antimalaria secara *in-vitro*. Pengujian aktivitas antiplasmodium *in vitro* terhadap turunan xanton menggunakan metoda visual atau metoda mikroskopik yang dilakukan pada masa inkubasi selama 72 jam. Uji aktivitas dilakukan terhadap *P.falciparum* strain PCR<sub>3</sub> resisten klorokuin dan strain D<sub>-10</sub> sensitif klorokuin. Aktivitas anti plasmodium dievaluasi dengan menentukan aktivitas penghambatan pertumbuhan parasit setelah ditambah senyawa uji dengan berbagai konsentrasi pada mikrokultur *P.falciparum*.

#### **a. Persentase parasitemia dan penghambatan antiplasmodium.**

Langkah pertama dari uji aktivitas antiplasmodium adalah kultur secara berkelanjutan terhadap kedua strain *P.falciparum* dengan metode candle jar (Trager dan Jensen, 1876). Setelah kultur tumbuh secara baik dan tidak terkontaminasi, kemudian dilakukan uji aktivitas

antiplasmodium. Besarnya aktivitas penghambatan dari tiap kadar senyawa uji diketahui dengan menghitung persen penghambatan yang diberikan oleh turunan xanton terhadap pertumbuhan *P.falciparum* yaitu dengan cara menghitung selisih persen parasitemia kontrol negatif dengan persen parasitemia senyawa bahan uji, selanjutnya dibandingkan dengan persen parasitemia kontrol negatif.

**Tabel 1: Persen penghambatan turunan xanton senyawa terhadap strain FCR<sub>3</sub> *P.falciparum* pada masa inkubasi 72 jam.**

Senyawa	Dosis	Penghambatan Pertumbuhan parasit (%)			Rerata IC <sub>50</sub> ±SD(µM)
1	A <sub>11</sub> Cairan pekat	13,74	14,17	17,71	15,21 ± 2,18
2	Am <sub>7</sub> kristal	385,02	320,11	282,00	329,04 ± 52,09
3	A <sub>5</sub> kristal	>400	>400	>400	>400
4	A <sub>2</sub> kristal	53,25	52,51	73,11	59,62 ± 11,69
5	A <sub>1</sub> kristal	>10	>10	>10	>10
6	A <sub>7</sub> kristal	>10	>10	>10	>10
7	Am <sub>10E</sub>	58,47	69,81	83,83	70,70
8	A <sub>13</sub> cairan pekat	35,13	34,55	36,08	35,25± 0,77
9	A <sub>14</sub> cairan pekat	47,66	49,39	46,93	47,99±1,26
10	A <sub>12</sub> cairan pekat	202,87	161,57	209,26	191,23±25,89
11	Am <sub>5C</sub> cairan pekat	440,67	733,54	512,47	562,23±152,64
12	Am <sub>3B</sub> cairan pekat	>400	>400	>400	>400
13	Am <sub>1A</sub>	87,09	66,57	77,49	77,05 ±10,27
14	Am <sub>2A</sub>	12,43	19,67	19,54	17,21±4,14
15	Am <sub>4B</sub>	246,31	312,44	273,60	277,60±33,23
16	Am <sub>6C</sub> cairan pekat	7,024	7,52	8,39	7,64±0.69
17	Am <sub>6D</sub>	>400	>400	>400	>400
18	Am <sub>8D</sub>	78,57	74,57	88,79	80,64±7,33
19	Am <sub>9E</sub>	73,91	68,60	81,26	81,26±6,36

Persentase parasitemia adalah jumlah eritrosit yang terinfeksi dibandingkan dengan jumlah eritrosit total. Jumlah eritrosit total merupakan jumlah eritrosit parasit pada beberapa lapangan pandang yaitu sekitar 1000 eritrosit yang dihitung dengan mikroskop. Selanjutnya dasar data persentase parasitemia tersebut dapat dihitung persentase penghambatan pertumbuhan *P.falciparum* strain FCR-3, dan  $IC_{50}$  setelah diberi senyawa uji disajikan pada tabel 1

Menurut Gessler *et.al.* (1994), ekstrak tanaman yang mempunyai nilai  $IC_{50}$  (*Inhibitory Concentration 50%*), yaitu kadar yang dapat menghambat pertumbuhan *Plasmodium* sebesar  $50\% < 10 \mu\text{g/mL}$  menunjukkan aktivitas antiplasmodium *in vitro* yang sangat kuat, nilai  $IC_{50}$   $10 - 49 \mu\text{g/mL}$  menunjukkan aktivitas antiplasmodial *in vitro* sedang, sedangkan nilai  $IC_{50} > 50 \mu\text{g/mL}$  menunjukkan aktivitas antiplasmodial *in vitro* lemah. Pada penelitian ini, nilai  $IC_{50}$  Am<sub>6C</sub> sebesar  $7,64 \pm 0,69 \mu\text{g/mL}$  menunjukkan aktivitas antiplasmodium *in vitro* yang sangat kuat, A<sub>13</sub> cairan pekat sebesar  $35,25 \pm 0,77 \mu\text{g/mL}$ . A<sub>11</sub> cairan pekat sebesar  $15,21 \pm 2,18 \mu\text{g/mL}$ , Am<sub>2A</sub> cairan pekat sebesar  $17,21 \pm 4,14 \mu\text{g/mL}$  yang menunjukkan aktivitas sedang. Nilai  $IC_{50}$  A<sub>2</sub> kristal sebesar  $59,62 \pm 11,69 \mu\text{g/mL}$ , Am<sub>1A</sub> sebesar  $77,05 \pm 10,27$  menunjukkan aktivitas lemah. Bahan uji lain yaitu A<sub>7</sub> kristal dan A<sub>5</sub> kristal tidak menunjukkan aktivitas antiplasmodium.

## **2. Uji sitotoksitas pada sel Vero secara invitro.**

**Tabel Presentase penghambatan pertumbuhan sel Vero pada inkubasi 48 jam dengan metode MTT Assay**

**Am1A**

Konsentrasi	Absorbansi sel & media				Absorbansi sel	Jumlah sel	% penghambatan
	1	2	3	rerata			
1000	0.629	0.641	0.618	0.629333	0.483333	37866.67	41.43575
500	0.603	0.753	0.777	0.711	0.565	48075	25.64764
250	0.645	0.762	0.782	0.729667	0.583667	50408.33	22.03892
125	0.666	0.825		0.7455	0.5995	52387.5	18.97796
62.5	0.618	0.806	0.822	0.748667	0.602667	52783.33	18.36577
31.25		0.784	0.795	0.7895	0.6435	57887.5	10.47171

**Tabel Presentase penghambatan pertumbuhan sel Vero pada inkubasi 48 jam dengan metode MTT Assay**

**A11**

Konsentrasi	Absorbansi sel & media				Absorbansi sel	Jumlah sel	% penghambatan
	1	2	3	rerata			
1000	0.206	0.124	0.124	0.151333	0.005333	-21883.3	133.8446
500	0.277	0.263	0.27	0.27	0.124	-7050	110.9035
250	0.493	0.516	0.519	0.509333	0.363333	22866.67	64.63462
125	0.682	0.658	0.682	0.674	0.528	43450	32.80062
62.5	0.71	0.736	0.708	0.718	0.572	48950	24.29437
31.25	0.713	0.784	0.755	0.750667	0.604667	53033.33	17.97912

**Tabel Presentase penghambatan pertumbuhan sel Vero pada inkubasi 48 jam dengan metode MTT Assay**

**A13**

Konsentrasi	Absorbansi sel & media				Absorbansi sel	Jumlah sel	% penghambatan
	1	2	3	rerata			
1000	0.127	0.13	0.136	0.131	-0.015	-24425	137.7755
500	0.138	0.142	0.136	0.138667	-0.00733	-23466.7	136.2933
250	0.239	0.228	0.422	0.29633	0.150333	-3758.33	105.812

				3			6
125	0.577	0.51	0.578	0.555	0.409	28575	55.8061
				0.60166			6
62.5	0.616	0.603	0.586	7	0.455667	34408.33	46.7843
31.25	0.673	0.614		0.6435	0.4975	39637.5	8
							38.697

**Tabel Presentase penghambatan pertumbuhan sel Vero pada inkubasi 48 jam dengan metode MTT Assay**

**A14**

Konsentrasi	Absorbansi sel & media				Absorbansi sel	Jumlah sel	% penghambatan
	1	2	3	rerata			
1000	0.227	0.222	0.226	0.225	0.079	-12675	119.603
500	0.22	0.208	0.256	0.228	0.082	-12300	119.0231
				0.61666		36283.3	
250	0.597	0.656	0.597	7	0.470667	3	43.88452
125	0.755	0.813	0.661	0.743	0.597	52075	19.46127
				0.79933		59116.6	
62.5	0.849	0.848	0.701	3	0.653333	7	8.570692
31.25	0.843	0.839	0.796	0.826	0.68	62450	3.415389

Am1A			A11		
Konsentrasi	% penghambatan	IC 50% (µg/mL)	Konsentrasi	% penghambatan	IC 50% (µg/mL)
1000	41.43575	3849.377	1000	133.8446	177.962
500	25.64764		500	110.9035	
250	22.03892		250	64.63462	
125	18.97796		125	32.80062	
62.5	18.36577		62.5	24.29437	
31.25	10.47171		31.25	17.97912	

A13			A14		
Konsentrasi	% penghambatan	IC 50% (µg/mL)	Konsentrasi	% penghambatan	IC 50% (µg/mL)
1000	137.7755	79.19	1000	119.603	318.282
500	136.2933		500	119.0231	
250	105.8126		250	43.88452	
125	55.80616		125	19.46127	
62.5	46.78438		62.5	8.570692	
31.25	38.697		31.25	3.415389	

Uji sitotoksik in vitro terhadap sel vero dilakukan dengan metoda MTT Assay (Huges & Mehmet , 2003), kedalam mikrokultur 96 sumuran dimasukkan 100 µL sel uji dengan kerapatan  $1,5 \times 10^5$ /mL, dan diinkubasikan selama 24 jam. Setelah inkubasi 24 jam kondisi sel dilihat dengan *inverted microscope*, dan apabila sel terlihat telah menempel pada dasar sumuran mikrokultur, ditambahkan 100 µL bahan uji pada berbagai peringkat konsentrasi secara triplikate. Kultur yang mengandung bahan uji selanjutnya diinkubasikan selama 24 jam dan 72 jam. Uji dilakukan dengan metoda MTT Assay.

Pada uji dilakukan dengan metoda MTT Assay, setelah waktu inkubasi tercapai. Media dibuang dan ditambahkan 100 µL media baru dan 10 µL MTT. Diinkubasikan lagi di dalam inkubator CO<sub>2</sub> pada suhu 37°C selama 4 jam, kemudian ditambahkan SDS 10% dalam 0,01 N HCl. Selanjutnya diinkubasikan lagi selama 24 jam dan dibaca absorbansinya dengan ELISA reader. Jumlah sel ditentukan dengan memasukkan nilai absorbansi ke dalam persamaan regresi linierkurva baku jumlah sel vs absorbansi yang sudah ditentukan sebelumnya. Hasil penghitungan jumlah sel yang didapat digunakan untuk menentukan besarnya konsentrasi yang dapat menghambat pertumbuhan sel sebesar 50% (IC<sub>50</sub>). Semakin besar nilai IC<sub>50</sub>, semakin rendah sitotoksiknya.

### 3. Hasil Uji Antimalaria in vivo pada mencit terinfeksi *Plasmodium berghei*

Tabel 1. Persen pertumbuhan parasit pada kelompok Kontrol Negatif

Replikasi	D0	D4	% Pertumbuhan	% Pertumbuhan Rata-rata
1	0,80	12,11	11,32	11,27
2	0,79	12,44	11,65	
3	0,49	11,34	10,85	

Tabel 2. Persen pertumbuhan dan penghambatan parasit pada kelompok treatment Sampel A11

Dosis (mg/kgBB)	Replikasi	D0	D4	% Pertumbuhan	% Peng-hambatan
100	1	0,17	0,93	0,76	93,26
	2	0,10	1,36	1,26	88,82
	3	0,29	0,57	0,28	97,51
10	1	0,20	1,34	1,14	89,88
	2	0,92	2,09	1,17	89,62

	3	0,91	1,79	0,88	92,19
1	1	0,40	3,23	2,83	74,89
	2	0,20	1,40	1,20	89,35
	3	0,30	4,0	3,70	67,17

#### Sampel A6C

Dosis (mg/kgBB)	Replikasi	D0	D4	% Per-tumbuhan	% Peng-hambatan
100	1	0,80	2,30	1,50	86,69
	2	0,20	0,40	0,20	98,22
	3	0,10	0,60	0,50	95,56
10	1	0,27	1,60	1,33	88,20
	2	0,92	1,92	1,00	91,13
	3	0,20	0,64	0,44	96,10
1	1	0,30	1,53	1,23	89,09
	2	0,29	0,84	0,55	96,12
	3	0,39	1,26	0,96	91,48

#### % Penghambatan Rata-Rata

Dosis (mg/kgBB)	Sample A11	Sample A6C
100	93,19	93,49
10	90,56	91,81
1	77,14	92,23

Uji aktivitas antimalaria secara *in vivo* untuk menghambat pertumbuhan *Plasmodium berghei* yang terinfeksi di tubuh mencit putih. Tes ini dilakukan secara *in vivo* dengan harapan hasil akan bisa lebih baik menggambarkan kondisi sebenarnya dari parasit dalam tubuh inang. Pada penelitian ini menggunakan metode pengujian *4-hari Peter'test suppressive* karena memiliki keuntungan yang mampu memantau % parasitemia dari hari ke hari pengamatan, sehingga baik aktivitas antimalaria senyawa uji maupun daya hidup/ kekuatan hidup parasit malaria dapat diketahui.. Pada penelitian ini dipakai tikus putih sebagai hewan percobaan memiliki struktur yang serupa dalam hal anatomi, fisiologi, metabolisme, karakteristik sensitivitas dan resistensi terhadap senyawa obat pada manusia.

Dalam penelitian ini pelaksanaan uji aktivitas ant malaria menggunakan ekstrak etanol akar *Garcinia dulcis* dibuat dalam bentuk suspensi dalam dosis tertentu setara dengan harga ED50 BB. Pengamatan terus dilakukan sampai 7 hari untuk mendapatkan profil dari

pertumbuhan parasit setelah pemberian suspensi larutan uji dihentikan. Dari hasil penelitian menunjukkan selama empat hari uji suspensi jumlah parasit tidak mengalami penurunan yang signifikan. Tetapi dapat kita lihat adanya penghambatan terhadap laju pertumbuhan parasit. Pada hari kelima dimana pemberian suspensi tersebut telah dihentikan, dapat terlihat adanya peningkatan pertumbuhan parasit yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa isolat ekstrak etanol akar *Garcinia dulcis* belum dapat mematikan parasit malaria, namun dapat menghambat pertumbuhan parasit.

Hal ini bisa menjadi dasar terapi pada malaria dengan menggunakan isolat akar *Garcinia dulcis*. Dari hasil perhitungan persen pertumbuhan dihitung berapa persen persen penghambatan .pertumbuhan parasit terhadap kontrol negatif, isolat ekstrak etanol akar *Garcinia dulcis* mempunyai persen pertumbuhan parasit hingga 90% (tabel) .. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan suatu ekstrak dari larutan uji dinyatakan memiliki efektivitas, jika dapat memberikan persen penghambatan terhadap pertumbuhan parasit lebih dari 30% (Carvalho, 1991). Dengan melihat hasil penelitian ini ,perlu dilakukan penelitian lanjut mengenai studi farmakokinetik pada hewan percobaan.

#### **D. KESIMPULAN**

Hasil dari penelitian bahwa isolat dari akar *Garcinia dulcis* memiliki aktivitas antimalaria IC<sub>50</sub> sebesar 15,21 µg/mL, dengan toksisitas rendah sebesar 17.97%. Pengujian secara *in vivo* pada mencit putih menunjukkan bahwa bahan uji ini mampu menghambat parasit sebesar 90%.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Asai, F., Tosa, H., Tanaka, T., Ilnuma, M., 1993, *Phytochemistry*, 39 (4) 943-944
- Blesubramanian, K., Rajagopalan, K., 1988, *Phytochemstry*, 27 (5), 1552-1554.
- Dharma Permana, Nordin Hj.Lajis.,MukramM., Abdul M.Ali., Norio Aimi., Mariko Kitajima and Hiromitsu Takayama, 2000, *Natural Produc*, (64),976-979.
- Fukuyama, Y., Kamiyama, A., Mima, Y., Kodama, M., 1991, *Phytochemistry*, 30 (10), 3433-3436.
- Harrison, L.J., Leong, L-S., Sia, G.L., Sim, K-Y., Tan, H.T.W., 1993, *Phytochemistry*, 33 930, 717-728.

- Hiroyuki Minami , Emi Takahashi, Mitsuaki Kodama dan Yoshiyasu Fukuyama, 1996, Three xanthenes from *Garcinia Subelliptica*, *Phytochemistry*, Vol 41, Issue 2
- Hanafi, M.. A. Soemiati, S.Kosela, and Leslie.J.Horrison, Identification and cytotoxic L1210 Cell Evaluation of Prenylated Pyranoxanthonoids from *Garcinia dulxis* fruit ( *Gutteferae* ) n Hexane Extract.
- Ilyas, M., Kamil, M., Khan, M.S., 1994., *Phytochemistry*, 36 (3), 807 – 809.
- Ito, G., Miyamoto, Y., Nakayama, M., Kawai Y., Rao, KS., Furukawa, H., 1997, *Chem Pharm Bul*, 45 (9) 1403-1413.
- Jane Xu Kelly, Rolf Winter, David H.Peyton, David J Hinrichs and Michael Riscoe., 2001, *Chemoterapi*, Vol 46 No 1 p 144-150
- Likhitwitayawuid,K.Chanmahasathien,W.Ruangrungsi,N.Krungkrai,J., 1998, *Planta medica*, , vol 64, Issue 3 , 281-282.
- Likhitwitayawuid, K,Phadungcharosen,T,Krungkrai,J., 1998, *Plata Medica*, vol 64,Issue 1,70-72.
- Minami, H., Kinoshita., M., Fukuyama, Y, Kodama, M., Yoshizawa, T., Sugiura, M., Nakagawa, K, Tago, H., 1994, *Phytochemistry*, 36 (2), 501-506.
- Mustofa 2000 *In- vitro and in-vivo activity of the divers of natural and syntesic antimalarial:effect of potentialisator and the possibility of mechanism of actions.* Disertasi University of Montpellier I, France.
- Osmany Cuesta-Rubio, Alexander Padron., Herman Velez Castro., Cosimo Pizza.,and luca Rastrelli,2001, *Natural Produc.*(64), 973-975
- Sordat-Dieserens, I., Rogers, C., Sordat, B., Hostettman, K., 1992, *Phytochemistry*, 31 (1), 313-316.
- Soleh Kosela,I.H.Hu.T.Rahmatia, M.Hanafi, K.Y.Sim, J.Nat Prod, 63, 406-407 ( 2000)
- Tona, L; Ngimbi,NP; Tsakala,M;Mesia,K;Cimanga,K;Apers,S;DeBruyne,T;Pieter,L; Totte,J; Vlietinck, 1999, Anti malarial activity of 20 crude extracts from nine African medicinal plants used in Kinshasa, Cong, *Jurnal of Ethnopharmacology*, Vol 68,Issue I-3, p 193-203
- WHO,1997 The situation of malaria in the world in 1994, *J.Epid Week* 72:269-292
- WHO, 1998. *Rool back Malaria* , A Global partenership, WHO,Geneva.
- Xu,Yj; Lai,YH;Imiyabir,Z;Goh.SH, 2001, Xanthon from *Garcinia Parviola*, *Jurnal of Natural Products*, Volume 64, Issue 0
- Yu-Ling huang, Chien-chih chen,Ying-Jen chen,Ray-Ling huang,and Bor-Jinn Shieh, 2001, *NaturalProduc.*(64),903-906

# UJI AKTIVITAS SELULOLITIK *ASPERGILLUS* SPP YANG DIISOLASI DARI SERAT KELAPA SAWIT

Anna Rakhmawati dan Evy Yulianti

Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA, UNY

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengkaji karakter morfologi dan kemampuan *Aspergillus* spp yang diisolasi dari serat kelapa sawit dalam mendegradasi selulosa (CMC) berdasarkan nisbah zona bening yang dihasilkan.

Obyek penelitian ini adalah 11 isolat kapang *Aspergillus* spp yang diisolasi dari serat kelapa sawit. Karakterisasi kapang dilakukan dengan pengamatan karakter morfologi secara makroskopik dan mikroskopik pada medium PDA kemudian ditentukan grupnya. Aktivitas enzim selulase yang dikeluarkan oleh kapang selulolitik *Aspergillus* sp dilakukan berdasarkan nisbah zona jernih yang dihasilkan setelah ditumbuhkan pada medium Mendel-CMC. Pengukuran dilakukan pada hari ke-3, 5, dan 7. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif

Hasil penelitian menunjukkan Isolat kapang *Aspergillus* spp yang diisolasi dari serat kelapa sawit berdasarkan morfologinya dapat dikelompokkan dalam 3 grup yaitu *A. flavus*, *A. fumigatus*, dan *A. ochraceus* serta miselia sterilia. Aktivitas selulolitik tertinggi pada isolat grup *A. ochraceus* AST1b pada hari ke-5.

**Kata kunci:** selulolitik, *Aspergillus* sp

## A. PENDAHULUAN

Serat kelapa sawit merupakan salah satu limbah padat pengolahan kelapa sawit. Salah satu usaha pemanfaatan limbah tersebut adalah digunakan sebagai pakan ternak. Kendala yang dihadapi yaitu tingginya kandungan lignoselulosa sehingga menyebabkan sukar dicerna sehingga mengurangi efisiensi nilai cerna. Serat kelapa sawit mengandung selulosa (28,28%), hemiselulosa (34,80%), dan lignin (29,46%). Bahan lignoselulosa merupakan bahan organik, bagian tumbuhan yang melimpah di bumi, dan merupakan sumber karbon tersedia yang dapat diperbaharui. Penelitian ke arah pemanfaatan limbah lignoselulosik untuk memperoleh hasil antara dan hasil akhir metabolisme yang bermanfaat perlu banyak dilakukan.

Selulosa merupakan komponen dasar bahan-bahan asal tumbuhan termasuk serat kelapa sawit. Selulosa sangat sulit diurai sehingga sering dijumpai sebagai residu dalam

jumlah besar. Selulosa merupakan polimer D-glukosa dengan ikatan  $\beta$ , -1,4-glukosida. Polimer ini dapat dihidrolisis oleh enzim selulase. Kabirun (1990: 1) menyatakan mikrobia selulolitik mampu mengurai selulosa menjadi selobiosa dan glukosa secara aerob dan anaerob. Biodegradasi selulosa pada umumnya melibatkan enzim ekstraseluler karena substrat merupakan makromolekul yang harus dirombak dahulu menjadi senyawa yang dapat masuk ke sel kemudian digunakan untuk sintesis sel. Perombakan ini memerlukan air, oksigen, dan enzim. Mandels (1985) dalam Kader & Omar (1998: 1) menyatakan bahwa enzim selulolitik merupakan kelompok enzim hidrolitik selulase yang mampu menghidrolisis selulosa menjadi glukosa. Glukosa yang diproduksi kemudian dapat digunakan untuk pangan manusia dan pakan ternak ataupun produksi bahan-bahan kimiawi. Enzim-enzim tersebut juga dapat digunakan untuk memisahkan dinding sel dan serat kasar agar komponen sel lain yang lebih bermanfaat (flavor, enzim, polisakarida, dan protein lain) dapat keluar sehingga nilai nutrisinya akan meningkat.

Kapang dikenal sebagai agen pendegradasi selulosa yang kuat. Kemampuan tersebut dikarenakan aktivitas enzimatik dan karakteristik struktural yang mendukung Kapang merupakan salah satu kelompok mikroorganisme yang termasuk dalam jamur (fungi). Kapang bersifat heterotrof yang memerlukan senyawa organik termasuk selulosa sebagai sumber karbon dan energi. Kapang dapat ditemukan di udara, perairan, dan pada berbagai substrat yang mengandung bahan organik seperti tanah, kayu, serasah, buah, biji-bijian, bahan pangan, pakan, dan lain-lain. Suatu bahan akan mudah ditumbuhi kapang apabila didukung oleh kondisi lingkungan yang sesuai misalnya air, suhu, kelembaban, dan pH. Isolasi kapang yang mampu menggunakan selulosa sebagai substrat dapat dilakukan dengan mengisolasi dari bahan yang mengandung selulosa misalnya serat kelapa sawit

Indonesia sebagai negara yang kaya plasma nutfah memberikan peluang besar untuk mendapatkan kapang-kapang *indigenous* Indonesia yang potensial mendegradasi selulosa. Isolasi dan karakterisasi kapang perlu sebanyak mungkin dilakukan untuk mengungkap potensi-potensi yang ada pada kapang. Rakhmawati (2004: 1) mengisolasi kapang *indigenous* Indonesia yang tumbuh pada serat kelapa sawit dari PTPN VIII Kertajaya Banten. Hasil isolasi menunjukkan *Aspergillus* sp mempunyai frekuensi distribusi tertinggi.

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka penelitian dengan judul “Uji aktivitas selulolitik *Aspergillus* spp yang diisolasi dari serat kelapa sawit” perlu dilakukan untuk mengetahui karakter morfologi dan kemampuan selulolitik isolat-isolat *Aspergillus*.

## **B. METODA PENELITIAN**

### **1. Desain penelitian**

Penelitian ini dilakukan untuk menguji aktivitas selulolitik kapang yang ditentukan secara tidak langsung. Aktivitas ditunjukkan dengan adanya zona bening yang dihasilkan di sekitar koloni. Obyek yang digunakan dalam penelitian ini adalah 11 isolat-isolat *Aspergillus* spp yang diisolasi dari serat kelapa sawit. Masing-masing isolat diuji aktivitas selulolitik dengan menumbuhkan pada medium Mandels-CMC. Pengujian dilakukan sebanyak 3 ulangan untuk masing-masing isolat.

### **2. Prosedur penelitian**

Karakterisasi isolat *Aspergillus* sp

Karakterisasi kapang dilakukan dengan pengamatan karakter morfologi secara makroskopik dan mikroskopik (Bueno *et al.*, 2001). Pengamatan makroskopik meliputi warna koloni, tekstur, diameter, dan perubahan warna selama pengamatan, warna sebalik koloni (*reverse of colony*), daerah pertumbuhan miselium (*growing zone*), daerah lingkaran konsentris (*zonasi*), celah radial koloni (*radial furrow*), adanya tetes air (*exudate drops*), dan pigmen yang dihasilkan (Gandjar *et al.* 1999). Pengamatan mikroskopik meliputi karakter morfologi hifa (bersepta atau tidak), pigmentasi hifa dan struktur reproduksinya. Berdasarkan karakter-karakter morfologi yang telah diperoleh kemudian isolat-isolat tersebut dikelompokkan dalam grup tertentu dengan menggunakan buku Determinasi Genus *Aspergillus* Raper & Fennel (1965)

Pengujian aktivitas enzim selulase.

Aktivitas enzim selulase yang dikeluarkan oleh kapang selulolitik *Aspergillus* sp dilakukan berdasarkan nisbah zona jernih yang dihasilkan (Basuki dkk., 1995: 16). Isolat kapang murni ditumbuhkan pada medium Mandels-CMC komposisi: yaitu  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0,05% (b/v);  $\text{K}_2\text{SO}_4$  0,05%;  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  0,1%;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0,01%;  $\text{CaCl}_2$  0,1%, dan NaCl 0,6%; sebagai sumber karbon digunakan Carboxy Methyl Cellulosa (CMC) 0,5%; yeast ekstrak

0,01%; agar 2% Inkubasi dilakukan selama 7 hari pada suhu 30 °C. Pengukuran zona jernih dilakukan pada hari ke-3, 5, dan 7. Zona jernih agar terlihat lebih jelas ditetesi dengan larutan congo red atau dapat diganti dengan I<sub>2</sub>KI. Diameter koloni (K) dan diameter zona jernih yang dihasilkan di sekeliling koloni kapang (Z) diukur. Nisbah zona jernih adalah hasil dari Z/K yang menghasilkan nilai nisbah minimal 1,00.

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil

#### a. Karakterisasi isolat *Aspergillus* spp

Tabel 1 menunjukkan hasil karakterisasi makroskopis masing-masing isolat *Aspergillus* sp setelah inkubasi selama 7 hari pada suhu 30 °C. Karakter makroskopis koloni menunjukkan perbedaaan baik pada warna, tekstur, diameter, warna sebalik koloni, ada tidaknya zonasi, *radial furrow*, dan *exudate drops*.

Karakter mikroskopis sel masing-masing isolat ditunjukkan pada Tabel 2. Hifa semua bersepta dan berwarna hialin. Isolat AST1 belum menunjukkan perkembangan alat reproduksi dan masih berupa miselia sterilia. Perbedaan terlihat pada diameter hifa, pengaturan dan diameter sterigmata, bentuk dan diameter vesicle, warna dan diameter konidia.. Hasil pengamatan morfologi baik makroskopis maupun mikroskopis menunjukkan 11 isolat *Aspergillus* dapat dikelompokkan menjadi 3 grup *Aspergillus* yaitu *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. ochraceus*, dan 1 miselia sterilia.

Tabel 1. Karakter makroskopik morfologi koloni *Aspergillus* sp pada medium PDA, waktu inkubasi 7 hari, suhu inkubasi 30 °C

No	Kode Isolat	Grup	Warna koloni	Tekstur	Diameter koloni (mm)	warna sebalik koloni	<i>growing zone</i>	zonasi	<i>radial furrow</i>	<i>exudate drops</i>
1	ATC2b	<i>A. flavus</i>	Hijau	Granular	26,65 ± 0,41	Kuning	+	-	-	+
2	AST1b	<i>A. ochraceus</i>	oranye	Granular	19,21 ± 0,64	Putih	+	-	-	+
3	ASC4a	<i>A. fumigatus</i>	Hijau tua	Velvety	36,22 ± 0,99	Putih kekuningan	+	+	-	-
4	AST6	<i>A. flavus</i>	Hijau	Granular	27,54 ± 0,41	Kuning	+	-	-	+
5	ASC4	<i>A. fumigatus</i>	Hijau tua	Velvety	39,34 ± 4,11	Putih kekuningan	+	+	-	-
6	ACT1a	<i>A. flavus</i>	Hijau	Granular	27,24 ± 0,74	Kuning	+	-	-	+
7	ASC2a	<i>A. flavus</i>	Hijau	Granular	30,51 ± 0,98	Kuning	+	-	-	+
8	ASC2	<i>A. flavus</i>	Hijau	Granular	35,45 ± 1,24	Kuning	+	-	-	+
9	ASC2b	<i>A. flavus</i>	Hijau	Granular	33,58 ± 1,22	Kuning	+	-	-	+
10	AST5b	<i>A. flavus</i>	Hijau	Granular	32,78 ± 0,85	Kuning	+	-	-	+
11	AST1	Miselia sterilia	oranye	Granular	8,11 ± 0,18	Putih	+	-	-	+

Keterangan: (+) = ada; (-) = tidak ada

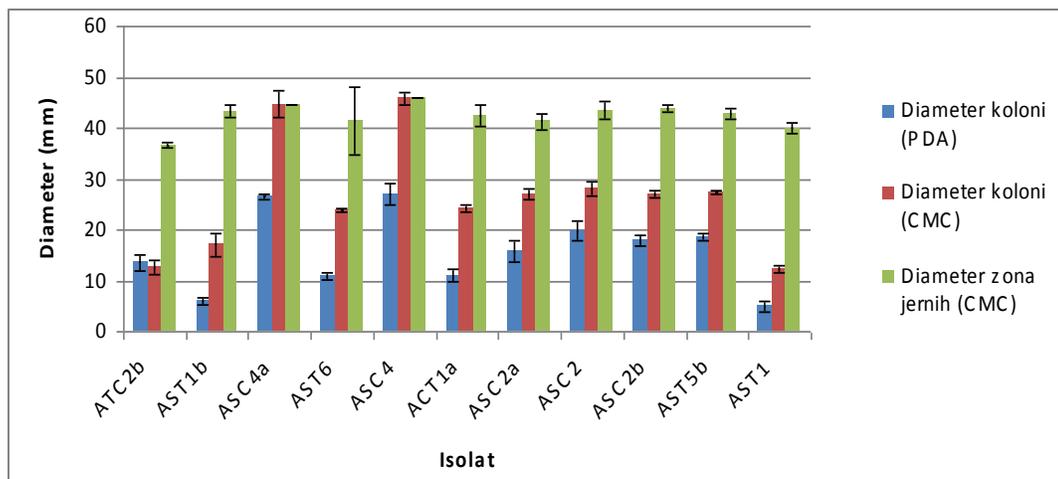
Tabel 2. Karakter mikroskopik morfologi sel *Aspergillus* sp pada medium PDA, waktu inkubasi 7 hari, suhu inkubasi 30 °C

No	Kode Isolat	Grup	Hifa			Sterigmata		Vesicle		Konidia		
			Septa/ tidak	Warna	Ø (µm)	Pengaturan	Ø (µm)	bentuk	Ø (µm)	warna	bentuk	Ø (µm)
1	ATC2b	<i>A. flavus</i>	Bersepta	hialin	5,4-10,8	Biseriate, uniseriate	(57,6x57,6)- (108,0x108,0)	columnar	(14,4x10,8)- (54,0x43,2)	hijau	subglobose	5,4- 10,8
2	AST1b	<i>A. ochraceus</i>	Bersepta	hialin	5,4-7,2	Biseriate, uniseriate	(76,0x46,8)- (360,0x216,0)	columnar	(18,0x10,8)- (21,6x18,0)	oranye	subglobose	3,6- 7,2
3	ASC4a	<i>A. fumigatus</i>	Bersepta	hialin	10,8- 14,4	uniseriate	(28,8x28,8)- (54,0x43,2)	radiate	(21,6x21,6)- (36,0x36,0)	Hijau tua	subglobose	3,6- 7,2
4	AST6	<i>A. flavus</i>	Bersepta	hialin	7,2-10,8	Biseriate, uniseriate	(72,0x64,8)- (108,0x72,0)	columnar	(43,2x36,0)- (54,0x46,8)	hijau	subglobose	3,6- 9,0
5	ASC4	<i>A. fumigatus</i>	Bersepta	hialin	10,8- 18,0	uniseriate	(28,8x21,6)- (50,4x43,2)	radiate	(28,8x21,6)- (36,0x36,0)	Hijau tua	subglobose	9,0- 14,4
6	ACT1	<i>A. flavus</i>	Bersepta	hialin	7,2-10,8	Biseriate,	(64,8x43,2)-	columnar	(28,8x21,6)-	hijau	subglobose	5,4-

	a					uniseriate	(68,4x61,2)		(36,0x28,8)			10,8
7	ASC2 a	<i>A. flavus</i>	Bersepta	hialin	14,4- 18,0	Biseriate, uniseriate	(72,0x72,0)- (129,6x126, 0)	columnar	(36,0x28,8)- (46,8x39,6)	hijau	subglobose	3,6- 7,2
8	ASC2	<i>A. flavus</i>	Bersepta	hialin	14,4- 18,0	Biseriate, uniseriate	(64,8x54,0)- (115,2x118, 8)	columnar	(54,0x36,0)- (54,0x50,4)	hijau	subglobose	3,6- 7,2
9	ASC2 b	<i>A. flavus</i>	Bersepta	hialin	7,2-10,8	Biseriate, uniseriate	(57,6x54,0)- (126,0x118, 8)	columnar	(25,2x36,0)- (54,0x46,8)	hijau	subglobose	3,6- 7,2
10	AST5 b	<i>A. flavus</i>	Bersepta	hialin	10,8- 18,0	Biseriate, uniseriate	(50,4x61,2)- (54,0x72,0)	columnar	(54,0x43,2)- (61,2x50,4)	hijau	subglobose	3,6- 7,2
11	AST1	Miselia sterilia	Bersepta	hialin	7,2-18,0		-	-	-	-	-	-

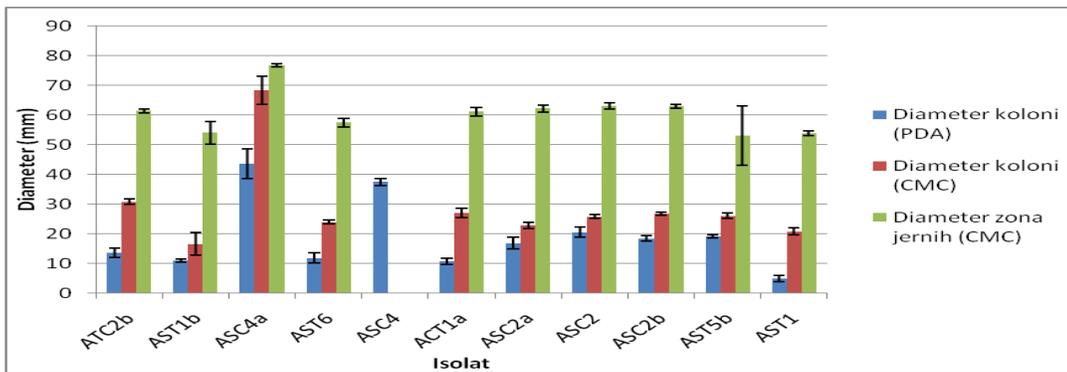
## b. Aktivitas selulolitik

Gambar 1 menunjukkan diameter koloni masing-masing isolat pada medium PDA, CMC, dan zona jernih pada medium CMC pada hari ke-3 inkubasi. Diameter koloni maupun zona jernih menunjukkan variasi untuk masing-masing isolat. Diameter koloni pada medium PDA tertinggi isolat ASC4 dan terendah AST1. Diameter koloni pada medium CMC lebih besar dibandingkan pada medium PDA, kecuali pada isolat ATC2b. Diameter koloni pada medium CMC tertinggi pada ASC4 dan terendah pada ATC2b. Zona jernih pada medium CMC sudah mulai terbentuk pada semua isolat pada hari ke-3. Diameter zona jernih tertinggi pada isolat ASC4 dan tertendah pada ATC2b. Diameter zona jernih sama dengan diameter koloni pada isolat ASC4a dan ASC4.



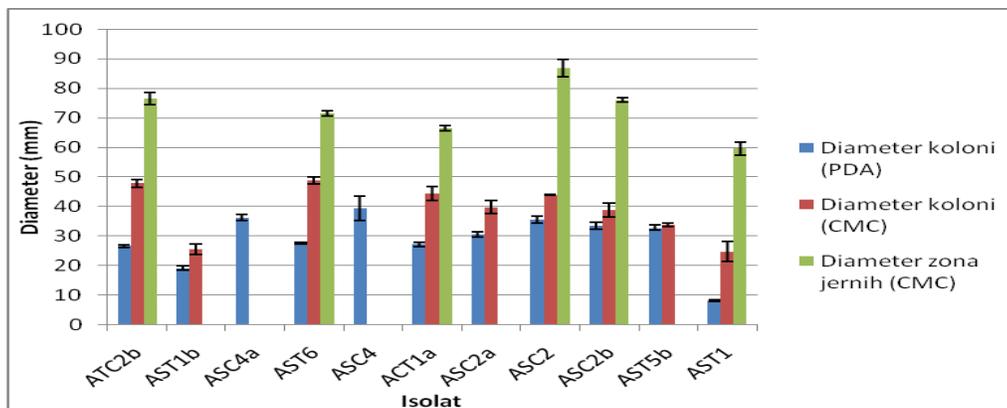
Gambar 1 . Grafik diameter koloni pada medium PDA, dan CMC serta zona jernih pada medium CMC pada hari ke-3

Gambar 2 menunjukkan diameter koloni pada medium PDA, CMC, dan zona jernih yang terbentuk pada medium CMC setelah inkubasi 5 hari. Diameter koloni pada medium PDA mengalami peningkatan dibandingkan hari ke-3, kecuali isolat AST1 yang relatif tetap. Diameter koloni pada medium CMC mengalami peningkatan pada semua isolat. Diameter koloni pada medium CMC dan zona jernih isolat ASC4 sudah tidak dapat terukur karena sudah memenuhi cawan petri.



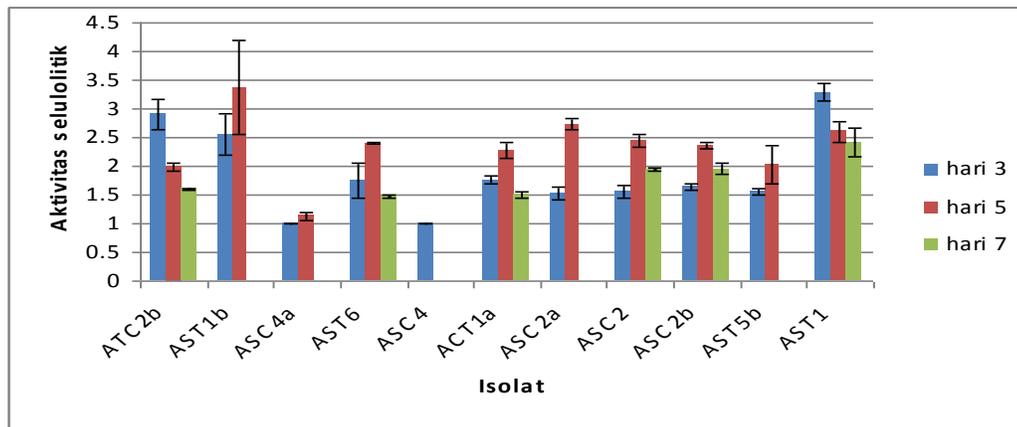
Gambar 2. Grafik diameter koloni pada medium PDA, dan CMC serta zona jernih pada medium CMC pada hari ke-5

Gambar 3 menunjukkan diameter koloni pada medium PDA, CMC, dan zona jernih yang terbentuk pada medium CMC setelah inkubasi 7 hari. Diameter koloni pada medium PDA mengalami peningkatan dibandingkan hari ke-5. Diameter koloni pada medium CMC mengalami peningkatan pada semua isolat. Diameter koloni isolat ASC4a dan ASC4 pada medium CMC dan zona jernih sudah tidak dapat terukur karena sudah memenuhi cawan petri.



Gambar 3. Grafik diameter koloni pada medium PDA, dan CMC serta zona jernih pada medium CMC pada hari ke-7

Pengukuran aktivitas selulolitik didasarkan pada nisbah zona jernih pada medium CMC dilakukan pada hari ke-3, 5, dan 7. Gambar 4 menunjukkan nilai nisbah zona jernih tertinggi pada isolat AST1b setelah inkubasi 5 hari yaitu 3,36. Nilai nisbah terendah yaitu AST6 setelah inkubasi 7 hari yaitu 1,47. Aktivitas selulolitik cenderung semakin menurun seiring semakin lamanya waktu inkubasi.



Gambar 4. Grafik aktivitas selulolitik hari ke-3, hari ke-5 dan hari ke-7

## 2. Pembahasan

### a. Karakterisasi *Aspergillus sp*

Karakterisasi masing-masing isolat kapang *Aspergillus sp* dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan karakter makroskopis menunjukkan perbedaan karakteristik pada masing-masing isolat.

Perubahan warna pada koloni tua terjadi karena pertumbuhan spora. Warna spora yang dapat terlihat secara langsung merupakan karakter yang sangat stabil. mengemukakan bahwa warna koloni terjadi karena ekskresi zat warna ke medium atau pigmentasi sel. Tekstur granular (berbutir-butir) pada koloni karena adanya pertumbuhan konidiofor yang berkumpul membentuk agregat-agregat (Pitt , 2000: 20). Hal ini juga didukung dengan pengamatan mikroskopis yang menunjukkan bagian sel kapang yang berwarna adalah spora.

Koloni pada medium PDA beberapa isolat menampakkan adanya eksudat pada permukaan koloni yang diperjelas dengan pengamatan mikroskop binokuler. Gandjar *et al* (1999: 27) mengemukakan bahwa eksudat (*exudate drops*) merupakan tetesan-tetesan air yang diekresikan oleh miselium.

Spora aseksual yang ditemukan pada masing-masing isolat kecuali isolat AST1 adalah konidia sedangkan spora seksual tidak ditemukan. Konidia dibentuk pada bagian hifa yang disebut konidiofor dan mempunyai bentuk lebih bervariasi daripada

sporangiospora. Hasil pengamatan menunjukkan semua bentuk konidia yang ditemukan adalah subglobose.

Hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis menunjukkan semua isolat merupakan genus *Aspergillus* sp yaitu hifa bersekat, mempunyai struktur khusus yaitu sel kaki, konidia terbentuk pada ujung konidiofor, konidiofor sederhana dan tidak bercabang, sterigmata uniseriate maupun biseriate. Isolat AST1 belum bisa ditentukan grupnya karena tidak memiliki struktur reproduksi.

Karakter-karakter morfologi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan grup dalam *Aspergillus* spp. Raper & Fennel (1965: 132-133) menyatakan bahwa karakter Grup *A. flavus* sterigmata *biseriate* (dominan) atau *uniseriate*, *conidial head* umumnya radiate dengan penyusunan konidia umumnya terpisah, warna konidia yellow-green sampai olive-brown, konidiofor umumnya kasar dan tidak berwarna. Karakter grup *A. fumigatus* yaitu sterigmata *uniseriate*, *conidial head* umumnya radiate sampai columnar, warna konidia gray-green sampai blue-green, dan tidak mempunyai clestothecia. Karakter grup *A. ochraceus* sterigmata *biseriate* (dominan) atau *uniseriate*, *conidial head* umumnya *globose* dengan penyusunan konidia umumnya terpisah, warna konidia yellow, konidiofor umumnya kasar dan berwarna.

Perbedaan karakteristik koloni terjadi ketika isolat *Aspergillus* sp ditumbuhkan pada medium PDA dan CMC. Koloni pada medium PDA tumbuh dengan pembentukan spora yang optimal. Koloni pada medium CMC spora hanya terbentuk sedikit dan didominasi dengan miselium. Hal ini disebabkan perbedaan kandungan nutrisi yang ada pada ke-2 medium tersebut. Medium PDA merupakan medium umum yang digunakan untuk menumbuhkan kapang dan mengandung nutrisi lengkap yang berasal dari ekstrak kentang dan dekstrosa. Medium Mendel-CMC merupakan medium selektif yang hanya mengandung *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) sebagai satu-satunya sumber karbon sehingga kapang perlu memproduksi enzim ekstraseluler terlebih dahulu untuk mendegradasinya. Lynd *et al* (2002: 508) menyatakan bahwa CMC merupakan selulosa amorf, sangat mudah terlarut air dan berbentuk gel. Moore (1998: 53) menyatakan bahwa kapang akan membentuk percabangan hifa untuk efisiensi miselium dalam mengkolonisasi substrat dengan meminimalkan biomassa. Pembentukan spora akan

terjadi apabila didukung dengan kondisi nutrisi yang sesuai dan waktu inkubasi yang tepat.

#### **b. Aktivitas selulolitik**

Hasil pengujian kemampuan isolat *Aspergillus* sp dalam mendegradasi selulosa berdasarkan pembantukan zona jernih seperti yang terlihat pada Gambar 9. pengujian diperjelas dengan menggunakan iod pada medium Mendel-CMC yang telah ditumbuhi kapang. Iod berinteraksi kuat dengan CMC membentuk warna biru kemerahan namun apabila telah diuraikan oleh kapang selulolitik maka warna biru kemerahan tersebut akan berubah jernih. Enari dalam Basuki *et al* (1995: 15-19) terbentuk karena ikatan  $\beta$ -1,4-glukosida yang menyatukan monomer-monomer glukosa menjadi rantai selulosa (CMC) sudah terputus oleh aktivitas enzim selulase yang dihasilkan kapang. Semakin tinggi nilai nisbah menunjukkan semakin besar aktivitas spesifik enzim selulase khususnya enzim endo-  $\beta$ -1,4-glukanase atau CMC-ase (Cx).

Zona jernih yang terbentuk ditemukan di sekitar koloni. Deacon (1997: 92) mengemukakan bahwa enzim selulase merupakan salah satu enzim ekstraseluler yang dikeluarkan kapang. Enzim disekresikan pada daerah *apex* hifa untuk mendegradasi polimer kemudian nutrisi terlarut diabsorpsi pada bagian subapikal hifa. Antibiotik lain atau inhibitor lain mungkin dilepaskan ke bagian substrat yang terdegradasi untuk mencegah kompetitor mengeksploitasi produk enzimatik atau hasil degradasi tersebut. Higley & Illman (1991: 232) menyatakan bahwa kontak langsung antara kapang dengan selulosa menentukan efektifitas degradasi. Selubung atau matriks ekstraseluler sering ditemukan pada kapang selulolitik. Selubung tersebut diperkirakan memfasilitasi aktivitas selulolitik yaitu membantu transpor agen pendegradasi ke substrat dan pengambilan produk yang terdegradasi.

Aktivitas selulolitik masing-masing isolat bervariasi. Waktu inkubasi yang semakin lama tidak menunjukkan bahwa nisbah zona jernih akan semakin tinggi. Zolnorian *et al* (2000: 7) melaporkan bahwa optimasi produksi sistem enzim selulase berbeda untuk setiap strain kapang. Deacon (1997: 98) mengemukakan bahwa enzim selulase diregulasi sehingga akan disekresi ketika diperlukan. Regulasi dilakukan dengan sistem feedback inhibition (represi katabolit) yaitu gen yang mengkode enzim

kan direpresi ketika substansi yang dapat digunakan (glukosa atau selobiosa) tersedia. Keberadaan selulosa akan menginduksi sintesis enzim selulase tetapi selulosa merupakan senyawa yang tidak dapat larut sehingga tidak dapat menginduksinya. Kapang memproduksi enzim dalam level kecil ketika tidak ada glukosa. Produk degradasi tersebut (seperti selobiosa, sophorosa/turunan selobiosa) dapat sebagai sinyal untuk induksi. Oleh karena itu, mekanisme pelapasan enzim selulase merupakan kombinasi antara represi gen (glukosa, selobiosa dalam level tinggi); penghambatan kompetitif (selobiosa); dan induksi gen (glukosa tidak ada, selobiosa atau turunan dalam level rendah).

Nisbah zona jernih yang rendah tidak berarti kapang tersebut tidak mempunyai aktivitas kuat mendegradasi selulosa. Hal ini karena selulosa yang digunakan dalam penelitian adalah CMC yang merupakan selulosa amorf dan jenis enzim yang dapat mendegradasinya adalah endoglukanase atau CMC-ase. Enzim selulase merupakan kompleks enzim yang terdiri dari banyak enzim. Strain kapang yang sistem enzim selulasenya didominasi enzim endoglukanase akan kuat mendegradasi CMC, tetapi apabila yang dominan enzim lain maka akan kurang kuat mendegradasi CMC. Baldrian & Valaskova (2007: 501) menyatakan bahwa kompleks selulolitik lengkap yang digunakan oleh suatu strain kapang umumnya lebih dari satu mekanisme karena untuk mempercepat kolonisasi substrat. Efisiensi dan regulasi selulose berbeda karena perbedaan fisiologis dan ekologis masing-masing kapang

#### **D. KESIMPULAN**

1. Isolat kapang *Aspergillus* spp yang diisolasi dari serat kelapa sawit berdasarkan morfologinya dapat dikelompokkan dalam 3 grup yaitu *A. flavus*, *A. fumigatus*, dan *A. ochraceus* serta miselia sterilis.
2. Aktivitas selulolitik tertinggi pada isolat grup *A. ochraceus* AST1b pada hari ke-5

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Baldrian, P. and V. Valaskova. 2007. Degradation of cellulose by basidiomycetous fungi. *FEMS Microbiology Reviews* **32** (3): 501-521

- Basuki, I. Anas, R.S. Hadioetomo, dan T. Purwadaria. 1995. Isolasi dan seleksi kapang terotoleran penghasil selulase untuk pengomposan tandan kosong kelapa sawit. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*. **3**(1): 15-19
- Bueno, D.J., J.O.Silva, and G.Oliver. 2001. Mycoflora in commercial pet foods. *Journal of food protection*.**64**. (5): 741-743
- Deacon, J.W. 1997. *Modern Mycology*. 3rd ed. Blackwell Science. Berlin
- Gandjar, I., R.A.Samson, K.v.d Tweel-vermeulen, A.Oetari, dan I. Santoso. 1999. *Pengenalan kapang tropik umum*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta
- Highley, T.L. and B.L.Illman. 1991. Progress in understanding how brown-rot fungi degrade cellulose. *Biodeterioration Abstracts* **5** (3): 231-244
- Kabirun. 1990. *Biodegradasi limbah berselulosa: kursus singkat ekologi mikrobial*. PAU Bioteknologi UGM. Yogyakarta
- Kader, .J and O. Omar. 1998. Isolation of cellulolytic fungi from Sayap-Kinabalu Park, Sabah. *ASEAN Review of Biodiversity and Environmental Conservation (ARBEC)*
- Lynd L.R., J.W. Paul, H.V.Willem, and S.P. Isak. 2002. Microbial cellulase utilization *Fundamental & Biotech. Microbial and Mol. Biology*. **66**(3): 506-577
- Moore, D. 1998. *Fungal Morphogenesis*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Pitt, J.I. and A.D. Hocking. 1990. *Fungi and food spoilage*. Academic press. Sydney
- Rakhmawati, A. 2004. Isolasi, identifikasi, seleksi kapang, dan fermentasi limbah padat kelapa sawit. *Tesis*. FMIPA. UI. Depok
- Raper, K.B. and D.I. Fennel. 1965. *The genus Aspergillus*. The Williams & Wilkins Co., Baltimore
- Zolnorian M., M. Hamidi, and R. Yazdanparast. 2000. Some Production Comparisons of Two Cellulolytic Fungi. *Iranian Int. J. Sci.* **1**(1) 2000

## METODE Pengerasan PADA PROSES Karburising Padat

Arianto Leman S.<sup>1)</sup>, Mujiyono<sup>1)</sup> dan J.P. Gentur Sutapa<sup>2)</sup>

1) Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY

2) Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM

### Abstrak

Pengembangan metode pengerasan setelah proses karburising padat terhadap baja karbon rendah bertujuan meningkatkan efisiensi proses secara keseluruhan.

Media padat yang digunakan adalah arang bakau berukuran 300–600  $\mu\text{m}$  dengan zat pengaktif 30% w/w  $\text{BaCO}_3$ . Benda uji baja karbon rendah memiliki komposisi 98,37 %Fe dan 0,141 %C. Proses karburising padat dilakukan pada suhu 850  $^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam. Metode pengerasan pertama: mendinginkan kotak karburising berikut benda uji dan media karburasi didalam kotak dengan disemprot air dan udara bertekanan. Metode pengerasan kedua: langsung mencelupkan isi kotak karburising ke dalam air sesaat setelah proses karburising padat selesai.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode pengerasan pertama baik memakai media air maupun udara tidak memperbaiki sifat fisis dan mekanis baja karbon rendah. Metode pengerasan kedua menghasilkan kekerasan permukaan sampai 730 VHN, *case depth* setebal 0,5 mm dan struktur martensit muncul pada permukaan benda uji.

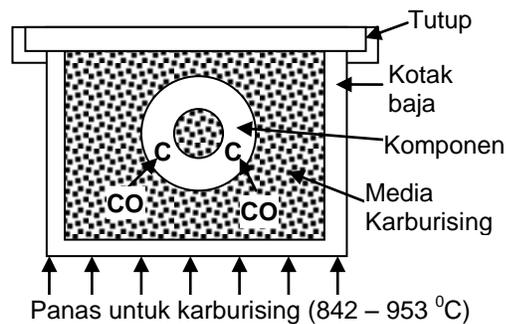
*Keyword* : karburising padat, metode pengerasan, arang bakau.

### A. PENDAHULUAN

Karburising adalah proses penambahan unsur karbon pada baja karbon rendah secara difusi untuk meningkatkan kadar karbon pada permukaan. Proses difusi selalu diikuti proses pengerasan, sehingga permukaan baja karbon rendah lebih keras, tapi liat dan tangguh bagian tengahnya.

Metode *pack carburizing*, yang dikenal juga sebagai karburising padat karena menggunakan media padat sebagai penambah unsur karbon (Rajan, 1997: 154), merupakan metode yang paling sederhana dibanding metode karburising cair dan gas. Metode ini mempunyai keunggulan, yaitu: (a) ekonomis, (b) peralatan dan proses sederhana; (c) media karburasi melimpah, dan (d) relatif aman. Beberapa aplikasi metode karburising padat antara lain: Penyepuhan Pisau (Arbintarso, 2003), Penyepuhan

*Dies* dan *Punch* pada proses *Stamping* (Fahrudin, 2005), Penyepuhan *Sprocket* Sepeda Motor (Setiamarga, 2006) dan Pembuatan alat-alat pertanian (Widiyono, 2006; Raharjo, 2007). Beberapa penelitian tentang media padat untuk proses karburising padat antara lain: Arang Baterai Bekas (Arbintarso, 2003), Arang Tempurung Kelapa (Sudarsono, dkk., 2003; Mujiyono, dkk., 2005; Tiwan, dkk., 2005; dan Soemowidagdo, dkk., 2006), Arang Pohon Jati (Masyrukan, 2006), Karbon aktif, (Setiamarga, 2006), Arang Pohon Bakau (Soemowidagdo, dkk., 2007), Arang sekam padi, (Soemowidagdo, dkk., 2009).



Gambar 1. Proses karburising padat (Budinski dan Budinski, 1999: 305)

Pada proses karburising padat, baja karbon rendah diletakkan dalam sebuah kotak yang berisi media padat dan dipanaskan pada suhu austenit (842 – 953 °C) seperti tampak pada gambar 1. (Budinski dan Budinski, 1999: 304). Atom-atom karbon dari media padat akan berdifusi ke permukaan baja karbon rendah dan meningkatkan kadar karbon di permukaan.

Setelah proses difusi, dilakukan proses pengerasan, yaitu memanaskan kembali baja karbon rendah pada suhu austenit dan didinginkan dengan cepat (*quenching*), untuk memperoleh permukaan yang keras.

Tampak bahwa pada proses karburising padat umumnya dilakukan dua kali proses pemanasan hingga mencapai suhu austenit, yaitu saat proses difusi karbon dan saat proses pengerasan. **Hal ini mengakibatkan proses karburising padat kurang efisien karena membutuhkan dua kali proses pemanasan dan menjadikan proses karburising padat kurang berkembang.**

Media padat biasanya berbentuk *granule*, sehingga tebal minimal media padat yang menyelimuti komponen umumnya 20–30 mm. Hal ini menghalangi proses karburising padat untuk komponen yang memiliki bentuk geometri rumit, karena mengurangi luas kontak antara permukaan komponen dengan media padat. Mujiyono, dkk (2006) yang meneliti pengaruh ukuran butir arang tempurung kelapa sebagai media padat menemukan bahwa ukuran butir 250–600  $\mu\text{m}$  efektif pada proses karburising padat. Hasil penelitian ini membuka kemungkinan untuk mempertipis lapisan media padat yang menyelimuti komponen. Jika tebal media padat yang menyelimuti komponen semakin tipis, maka laju pelepasan panas dari komponen akan makin cepat ketika didinginkan secara cepat setelah proses karburising padat, meskipun komponen masih di dalam kotak.

*Rhizophora mucronata* adalah jenis pohon bakau yang banyak tumbuh di pesisir pantai Ayah, Cilacap, Jawa Tengah. Hutan bakau menyediakan berbagai jenis sumber daya sebagai bahan baku industri dan komoditas perdagangan yang bernilai ekonomis tinggi (Hikmawan, 2008). Secara garis besar, manfaat ekonomis hutan bakau seperti hasil berupa kayu (kayu konstruksi, tiang/pancang, kayu bakar, arang, serpihan kayu (*chips*) untuk bubur kayu), sedang hasil bukan kayu berupa hasil hutan ikutan (tannin, madu, alkohol, makanan, obat-obatan) maupun jasa lingkungan (ekowisata). Melana et al. (2000) juga menyatakan hal yang sama mengenai potensi hutan bakau yang masih perlu di kaji lebih dalam lagi.

Soemowidagdo dan Mujiyono (2007a) menemukan bahwa arang bakau pada proses karburising padat dapat meningkatkan kekerasan permukaan baja karbon rendah sebesar 160% meskipun lama proses hanya 2 jam. Pada proses 6 jam, arang bakau menghasilkan *case depth* setebal 260  $\mu\text{m}$ . Efektivitas arang pohon bakau pada proses karburising padat dapat diperbaiki dengan penambahan bahan pengaktif barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ) sebanyak 30% berat. (Soemowidagdo, dkk, 2009).

Pendinginan cepat ditujukan untuk memperoleh permukaan yang lebih keras akibat perubahan struktur mikro pada permukaan baja yang telah dikarburising. Dari bermacam-macam struktur mikro yang dapat dihasilkan dari baja, martensit merupakan struktur yang paling keras dan kuat namun paling getas (Callister, 2001: 342).

Kekerasan martensit bergantung pada kadar karbon dan tidak berkaitan dengan struktur mikro yang terbentuk saat pendinginan cepat, tapi lebih berkaitan dengan efektivitas atom-atom karbon yang terinterstisi dalam menghalangi gerak dislokasi (seperti pada efek larutan padat) dan relatif sedikitnya sistem slip pada struktur *Body Centered Tetragonal* (BCT).

Metode pengerasan yang tepat dapat memperbaiki efisiensi proses secara keseluruhan karena hanya dibutuhkan satu kali proses pemanasan. Indikator keberhasilan ditentukan dari peningkatan kekerasan permukaan, *case depth* yang terbentuk dan perubahan struktur mikro pada permukaan baja karbon rendah.

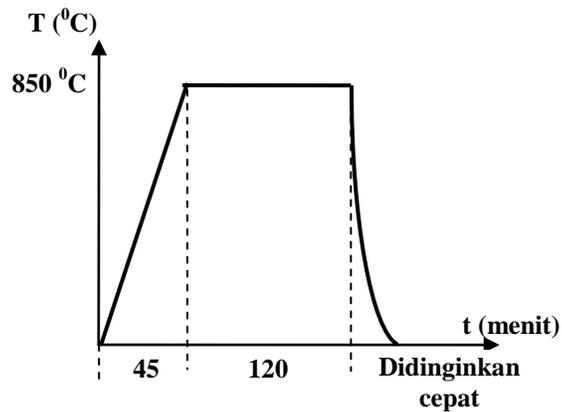
## B. Metoda penelitian

Pohon bakau dari pesisir pantai ayah, Cilacap, Jawa Tengah dibuat arang, digiling dan diayak dengan ukuran 300–600  $\mu\text{m}$ . Barium karbonat ditambahkan sebanyak 30% berat. Benda uji dari baja karbon rendah dengan komposisi kimia seperti tampak pada tabel 1, memiliki ukuran  $\varnothing 20 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ .

Tabel 1. Komposisi kimia baja karbon rendah

Unsur	Fe	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
Komposisi (%berat)	98,37	0,141	0,232	0,493	0,085	0,026	0,091	0,155
Unsur	Mo	Cu	Mg	V	Ti	Nb	Al	W
Komposisi (%berat)	0,066	0,226	0,000	0,011	0,008	0,014	0,040	0,039

Kotak karburising memiliki tebal dinding 2 mm dengan variasi diameter dalam berturut-turut 24, 28, 32, 36, dan 40 mm. Benda uji diletakkan dalam kotak karburising dengan variasi media padat yang menyelimuti benda uji berturut-turut 2, 4, 6, 8, dan 10 mm (Gambar 3a). Pemanasan selama proses difusi dilakukan pada dapur pemanas Willmon dengan siklus pemanasan seperti tampak pada gambar 2.

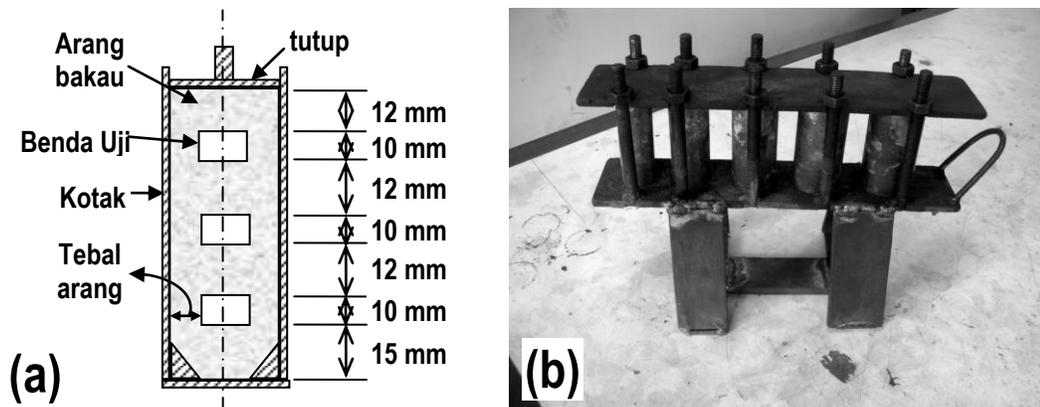


Gambar 2. Siklus pemanasan proses difusi karburising padat.

Dua metode pengerasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

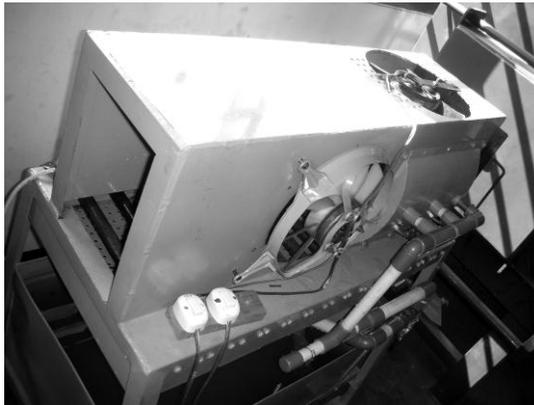
1. Metode Pengerasan Pertama

Proses karburising dilakukan secara bersamaan terhadap dua seri kotak karburising. Setelah siklus pemanasan selesai, kotak-kotak ditarik secara bergiliran masuk ke dalam *cooling chamber* yang dilengkapi: (1) sistem penyemprot air melalui dua buah pompa air dan (2) sistem penyembur serta penghisap udara melalui dua buah kipas, kemudian kotak-kotak berikut isinya langsung didinginkan. Satu seri kotak disemprot dengan air bertekanan dan seri yang lain di hembus dengan udara bertekanan yang mengalir.



Gambar 3. (a) Susunan benda uji dalam kotak karburising;

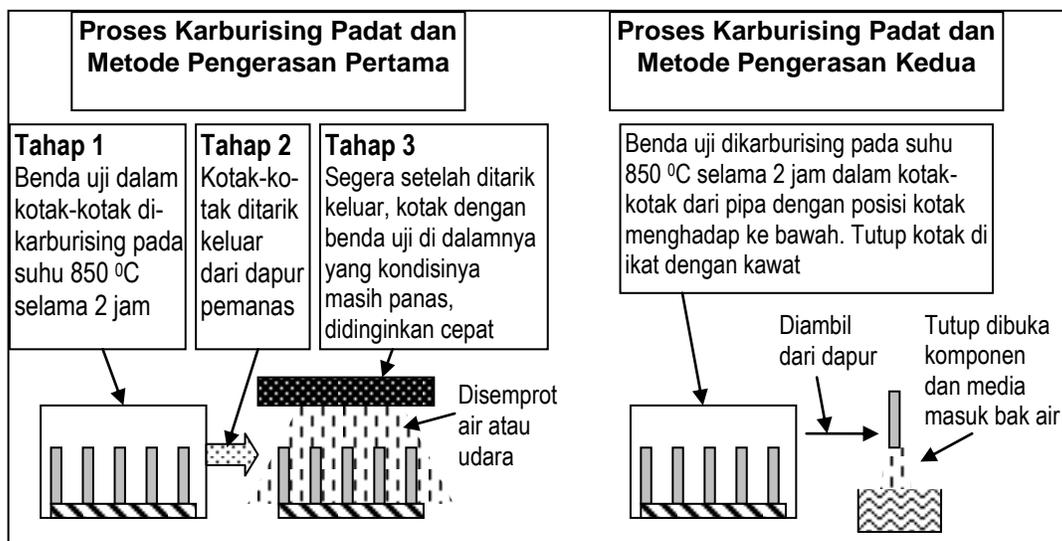
(b) Satu seri kotak karburising dengan variasi tebal selimut arang



Gambar 4. *Cooling chamber.*

## 2. Metode Pengerasan Kedua

Pada metode pengerasan kedua, benda uji dimasukkan ke dalam kotak dengan susunan seperti gambar 3a. Pada metode ini penutup kotak dari plat baja hanya diikat dengan kawat dan dimasukkan ke dalam dapur pemanas dengan posisi tutup berada di bawah. Setelah siklus pemanasan seperti pada gambar 2 selesai, kotak diambil dari dalam dapur pemanas, kawat pengikat penutup kotak di potong di atas bak berisi air, sehingga seluruh isi kotak (media padat dan benda-benda uji) akan langsung jatuh ke dalam air.



Gambar 5. Skema metode pengerasan

Pengujian kekerasan permukaan dan *case depth* menggunakan alat uji kekerasan mikro *vickers* Shimadzu HMV-2 dengan beban 1 kg, sedang perubahan struktur mikro di permukaan benda uji diamati memakai mikroskop optik olympus.

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

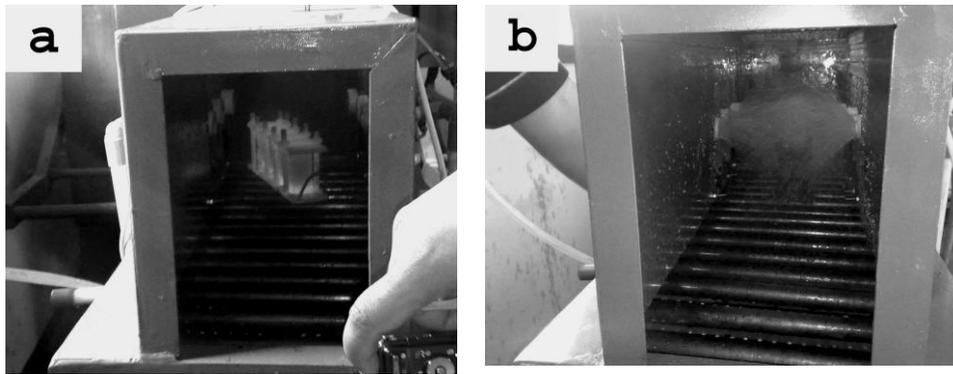
### 1. Proses Pengerasan

Pada metode pengerasan pertama, setelah proses difusi kotak karburising berikut isisnya langsung didinginkan dengan media air dan udara menggunakan *cooling chamber*. Media pendingin air menyebabkan bagian luar kotak karburising yang berwarna merah membara berubah menjadi hitam hanya dalam waktu sekitar 3 detik. Namun penyemprotan media air tetap dilakukan sampai 1,5 menit untuk memastikan benda uji di dalam kotak juga telah turun suhunya. Ketika penyemprotan di hentikan, kotak karburising masih terasa hangat ketika dipegang dengan tangan telanjang.

Media pendingin udara di ruang pendinginan dihembuskan melalui dua buah kipas, yaitu sebuah kipas hisap udara dari luar dan sebuah kipas pembuang udara panas dari dalam ruang pendingin. Media udara yang bergerak ini membuat kotak karburising yang berwarna merah berubah menjadi hitam seluruhnya dalam waktu sekitar 2 menit. Udara tetap dialirkan selama kurang lebih 6 menit. Ketika aliran udara dihentikan, kotak karburising masih cukup panas untuk dipegang dengan tangan telanjang.



Gambar 6. *Cooling chamber* di depan dapur pemanas.



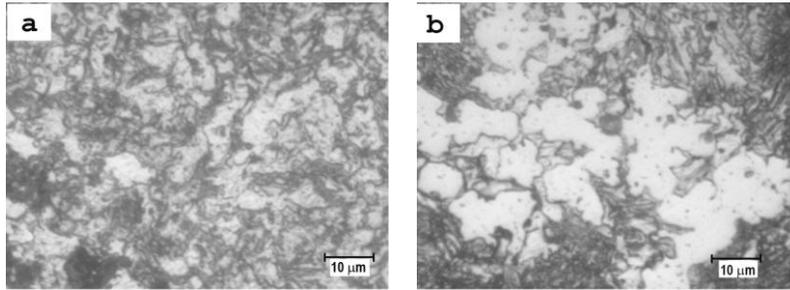
Gambar 7. Pendinginan dengan: (a) media udara; (b) media air

Ketika dikeluarkan dari dalam kotak, benda uji tidak mengalami oksidasi akibat bersentuhan dengan udara luar baik untuk media pendingin air maupun udara. Hal ini merupakan salah satu keuntungan dari proses pendinginan yang dilakukan langsung sesaat setelah proses difusi. Namun karena laju pendinginan yang cukup lama (lebih dari dua detik) dapat dipastikan permukaan benda uji tidak mengalami peningkatan kekerasan permukaan seperti yang diharapkan dan struktur martensit tidak terbentuk pada permukaan benda uji.

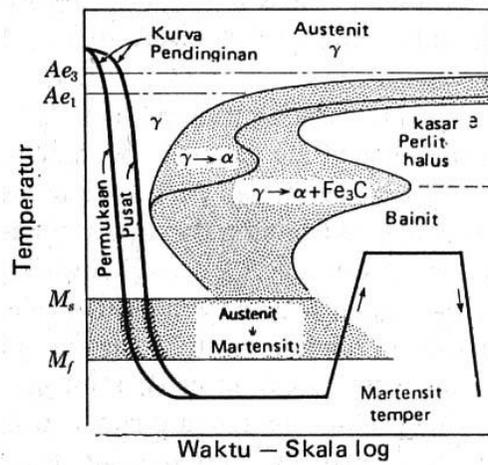
Metode pengerasan kedua memberikan laju pendinginan yang lebih cepat, karena benda uji bersentuhan langsung dengan media pendingin. Metode ini ternyata juga tidak menyebabkan oksidasi pada permukaan benda uji karena kontak antar benda uji dengan udara luar sangat singkat sekali dan benda uji langsung turun drastis suhunya sehingga oksidasi akibat suhu tinggi tidak terjadi.

## 2. Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro pada hasil proses pengerasan metode pertama menunjukkan bahwa struktur martensit tidak muncul, tapi hanya muncul struktur ferit dan perlit, baik untuk media pendingin air maupun udara (Gambar 8). Hal ini karena laju pendinginan yang lambat, sehingga kurva laju pendinginan memotong kurva transformasi pada diagram transformasi suhu-waktu seperti tampak pada gambar 9. Pengerasan dengan media air memberikan struktur yang lebih halus. Hal ini dikarenakan laju pendinginan dengan media air lebih cepat.

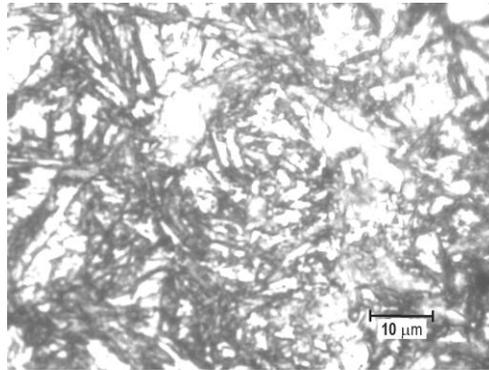


Gambar 8. Struktur mikro permukaan hail pengerasan metode pertama:  
 (a) Media pendingin air; (b) Media pendingin udara



Gambar 9. Diagram transformasi suhu waktu (Djaprie, 1995: 143)

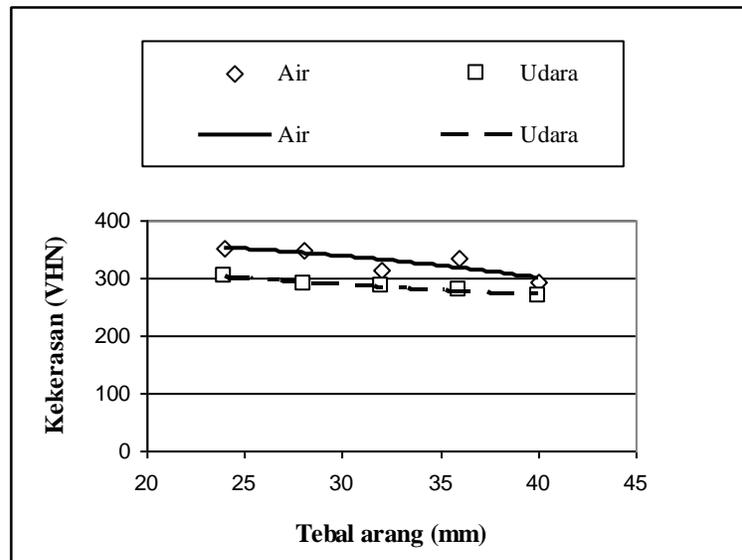
Struktur martensit muncul pada metode pengerasan kedua (Gambar 10.). Pada metode ini, jelas bahwa kurva laju pendinginan sangat cepat sehingga tidak memotong kurva transformasi pada diagram transformasi suhu-waktu.



Gambar 10. Struktur martensit pada permukaan benda uji dengan metode pengerasan kedua.

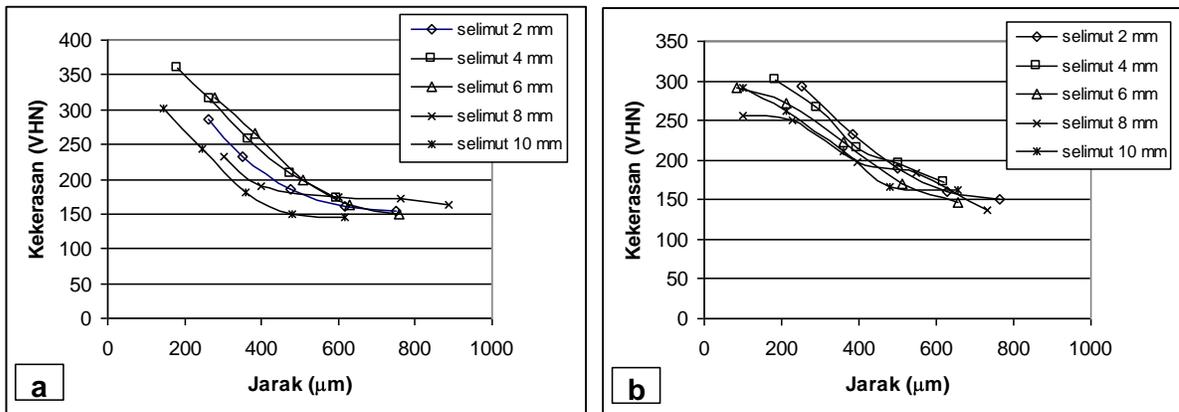
## 2. Kekerasan permukaan dan *Case Depth*

Gambar 11 memperlihatkan pengaruh tebal selimut media padat terhadap kekerasan permukaan pada pengerasan dengan metode pertama. Tampak bahwa semakin jauh benda uji dari dinding kotak, kekeraan semakin turun, karena laju pendinginan juga semakin lambat.



Gambar 11. Pengaruh tebal selimut media padat terhadap kekerasan permukaan hasil pengerasan metode pertama.

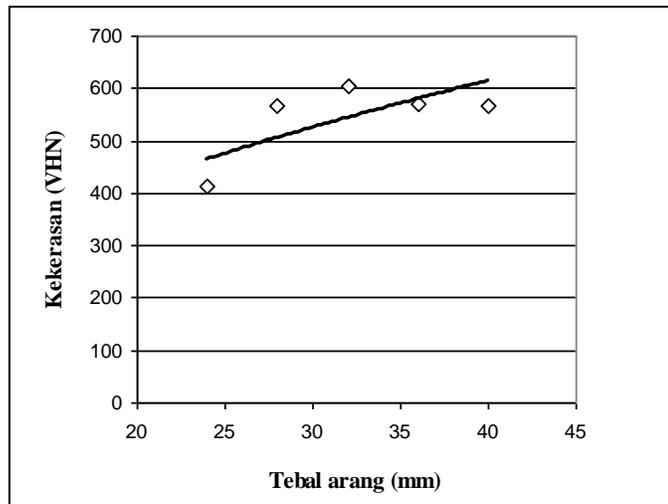
Gambar 11 membuktikan bahwa metode pengerasan pertama tidak dapat menghasilkan kekerasan permukaan minimal 513 VHN yang merupakan batas terbentuknya *case depth* (Budinski dan Budinski, 1999: 306). Martensit tidak akan terbentuk dengan metode ini, sebab kekerasan permukaan hanya 353 VHN.



Gambar12. Kekerasan dari tepi ke arah tengah hasil metode pengerasan pertama:

(a) Media air; (b) Media udara

Kurva penurunan kekerasan dari tepi ke arah tengah benda uji pada gambar 12, menunjukkan bahwa semakin tebal selimut media padat, maka semakin rendah kekerasan permukaan, karena semakin lambat laju pendinginan benda uji. Kurva tersebut juga mbuktikan bahwa metode pengerasan pertama tidak memperbaiki sifat mekanis baja karbon rendah.

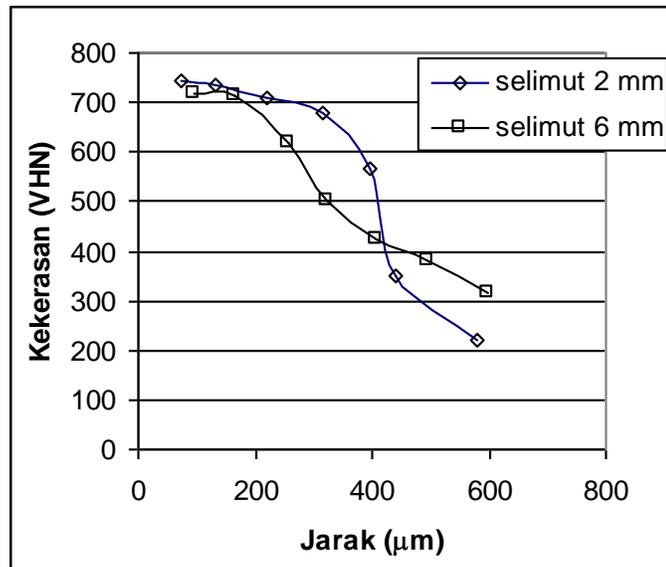


Gambar 13. Kekerasan permukaan hasil metode pengerasan kedua

Kekerasan permukaan hasil proses dengan metode pengerasan kedua disajikan pada gambar 13. Tampak bahwa benda uji dengan tebal arang 2 mm, kekerasan permukaannya hanya 412 VHN. Hal ini disebabkan oleh sedikitnya jumlah atom karbon yang terdifusi pada permukaan benda uji. Sedikitnya jumlah atom karbon yang terjebak dalam sel satuan bcc, menyebabkan tidak terbentuk struktur martensit. Tampak pula bahwa semakin tebal arang yang menyelimuti benda uji, kekerasan permukaan akan semakin tinggi. Bagaimanapun, semakin banyak arang yang menyelimuti benda uji, maka gradien konsentrasi karbon antara media karburasi dan benda uji juga makin besar, sehingga semakin mudah atom karbon berdifusi ke permukaan benda uji (Budinski dan Budinski, 1999: 302).

Gambar 14 memperlihatkan *case depth* yang dihasilkan melalui proses karburising padat dengan metode pengerasan kedua. Tampak bahwa kekerasan benda uji dapat mencapai sekitar 730 VHN dan *case depth* sekitar 0,5 mm. Hal ini membuktikan bahwa proses pendinginan harus terjadi kontak langsung antara benda uji dengan media pendingin agar kurva laju pendinginan tidak memotong kurva transformasi pada diagram transformasi suhu-waktu (gambar 9).

Sesuai gambar 13, pada tebal selimut arang 2 mm, gradien konsentrasi yang rendah menyebabkan difusi atom karbon yang lebih sedikit, sehingga kurva *case depth* menjadi lebih landai.



Gambar 14. *Case depth* hasil metode pengerasan kedua

#### D. Kesimpulan

1. Proses karburising padat dengan metode pengerasan pertama, baik untuk media pendingin air maupun udara bertekanan, tidak memperbaiki sifat fisis dan mekanis baja karbon rendah.
2. Proses karburising padat dengan dengan metode pengerasan kedua, menghasilkan kekerasan permukaan 730 VHN, *case depth* 0,5 mm dan struktur martensit muncul pada permukaan benda uji.

#### Implikasi

Hasil penelitian ini membawa implikasi bahwa metode karburising padat dapat ditingkatkan efisiensinya, khususnya pada proses pengerasan setelah proses difusi. Metode pengerasan kedua menjadi dasar untuk mengembangkan sebuah dapur pemanas khusus untuk proses karburising padat.

## Daftar Pustaka

- Arbintarso, E. (2003). Penggunaan media arang baterai untuk meningkatkan kualitas karbonisasi pada industri pembuatan pisau, *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi*, Institut Sains & Teknologi AKPRIND, Yogyakarta, 60-67.
- Budinski, G. & Budinski., K. (1999). *Engineering materials-properties and selection* (6th ed.). New Jersey: Prentice Hall International.
- Djaprie., S., (1995). *Teknologi Mekanik*, Jilid 1, edisi ketujuh, Jakarta, Erlangga.
- Hikmawan, R. (2008). *Meraba Asa Di Hutan Rawa*. Diakses 22 Mei 2009 dari: [http://timurlombok.blogspot.com/2008/11/meraba-asa-di-hutan-rawa\\_28.html](http://timurlombok.blogspot.com/2008/11/meraba-asa-di-hutan-rawa_28.html).
- Masyrukan (2006). Penelitian sifat fisis dan mekanis baja karbon rendah akibat pengaruh proses pengarbonan dari arang kayu jati, *Media Mesin*, 7(1), 40-46.
- Melana, D.M., Atchue III, J., Yao, C.E., Edwards, R., Melana, E.E. & Gonzales, H.I. (2000). *Mangrove Management Handbook*. Department of Environment and Natural Resources, manila, Philippines through the Coastal Resource Management Project, Cebu Citu, Philippines.
- Mujiyono & Soemowidagdo, A.L. (2005). *Pemanfaatan natrium karbonat sebagai energizer pada proses karburising untuk meningkatkan kekerasan baja karbon rendah*. Laporan Penelitian, Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rajan, T.V., Sharma, C.P., & Sharma, A. (1997). *Heat treatment–principles and techniques*. New Delhi: Prentice Hall of India.
- Raharjo, S., 2007, *Analisis hasil produk pertanian menggunakan tungku pack karburising dengan tungku konvensional*, *Traksi*, 5(1), 12-20.
- Setiamarga, B.H., Rumendi, U. & Kurniawati, N. (2006). *Pack carburizing pada sprocket sepeda motor dengan material baja karbon rendah*. *Jurnal Teknik Mesin*, 21(1), 28-33.
- Soemowidagdo, A.L. (2006). Kalsium karbonat sebagai energizer pada proses karburising untuk meningkatkan kekerasan baja karbon rendah. *Prosiding Seminar Nasional Gabungan Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Material dan Proses ke-2 – Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri ke-12*, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta, BT39-BT44.
- Soemowidagdo, A.L. & Mujiyono (2007). Pemanfaatan pohon bakau sebagai media karburising untuk meningkatkan sifat mekanis baja karbon rendah. *Media Teknik*, 1(XXIX), 46-51.
- Soemowidagdo, A.L. (2009). Sekam padi untuk proses pack karburising baja karbon rendah. *Semesta Teknika*, 12(1), 55-66.
- Soemowidagdo, A.L. & Mujiyono (2009). Meningkatkan Efektivitas Arang Bakau Pada Proses Karburising Padat Baja Karbon Rendah Menggunakan Barium Karbonat *Semesta Teknika*, 12(2), 124-132.

Sudarsono, Ferdian, D. & Soedarsono, J.W. (2003). Pengaruh media celup dan waktu tahan pada karburasi padat baja AISI SAE 1522. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi*, Institut Sains & Teknologi AKPRIND, Yogyakarta, 166-170.

# PENGEMBANGAN MODEL PEMBELAJARAN SOFT SKILLS DI SMK

**Budiarso Eko**

Mahasiswa Program Pascasarjana  
Universitas Negeri Yogyakarta

## Abstrak

Penyelenggaraan pembelajaran kejuruan di SMK sangat perlu dikembangkan untuk meningkatkan kompetensi produktif lulusan, antara lain perlu adanya pengembangan model pembelajaran yang relevan dengan tuntutan dunia kerja yang mencakup kompetensi keahlian dan kompetensi lain berupa *soft skills* yang menentukan keberhasilan seseorang dalam bekerja atau berkarier di dunia industri maupun dunia usaha, antara lain: jujur, disiplin, kerjasama, tanggungjawab, ahli di bidangnya, komunikatif, adaptif, ulet, sabar, tekun, patuh pada prosedur, motivasi untuk maju dan sebagainya. Unsur ini lebih dekat pada ranah afektif maka pendekatan pembelajarannya mengacu pada pembelajaran karakter afektif dan pendidikan moral (nilai) serta kecerdasan emosi terutama terkait dengan sikap dan *values*. Evaluasinya menggunakan pengukuran skala pada afektif. Metode yang sebaiknya digunakan adalah bersifat *project work* karena bisa mengungkap unsur unsur tersebut. Pengajaran *soft skills* menekankan pada pembiasaan perilaku dalam melakukan praktikum atau *learning by doing*, tidak sekedar indoktrinasi. Prosedur pembelajaran mencakup langkah: persiapan, pelaksanaan dan evaluasi. Dalam pembelajaran *soft skills* diperlukan assesmen afektif sehingga bisa diperoleh kompetensi minimal *soft skills* untuk selanjutnya kompetensi ini bisa dikembangkan di tempat kerja. Tujuan penelitian ini adalah untuk menemukan disain model pembelajaran soft skills di SMK khususnya rumpun teknologi (dahulu STM), yang menyangkut identifikasi unsur/variabel dan indikatornya, pembelajarannya dan faktor yang mempengaruhi pembentukan soft skills. Manfaat penelitian terutama ditujukan pada SMK khususnya rumpun teknologi agar mempertimbangkan pentingnya soft skills dan pembelajarannya sebagai pelengkap kompetensi hard skills sebelum lulusan tersebut memasuki dunia kerja. Lokasi penelitian adalah SMK Negeri dan Swasta di kota Semarang. Penelitian ini menggunakan pendekatan R&D (penelitian dan pengembangan), tetapi karena keterbatasan waktu maka langkahnya tidak sampai pada pengembangan yang diperluas dan diseminasi. Validasi dilakukan melalui uji lapangan (validitas dan reliabilitas) dan penilaian/validasi ahli. Pengumpulan data menggunakan angket dan observasi. Populasi dan sampel yang digunakan adalah gabungan antara tim ahli, forum diskusi, kepala sekolah/wakil, guru praktikum dan siswa SMK. Hasil penelitian menunjukkan bahwa instrumen dan panduan pembelajaran soft skills yang direncanakan dinyatakan valid dan reliabel serta dapat diterapkan secara efektif dan praktis sebagai pedoman pembelajaran. Unsur

soft skills yang sudah dimiliki siswa yang meliputi: kedisiplinan, tanggung jawab, etos kerja, pemecahan masalah, kerjasama dan komunikasi termasuk kategori cukup sehingga perlu adanya peningkatan atau pengembangan. Pembelajaran yang dilakukan terkait dengan soft skills termasuk cukup demikian pula faktor pendukung terwujudnya soft skills juga termasuk cukup. Saran yang bisa diajukan adalah perlunya kajian yang lebih mendalam dari pihak diknas dan selanjutnya disosialisasikan kepada pihak sekolah supaya bisa ditindaklanjuti demi kelengkapan tambahan bekal kerja bagi lulusan SMK khususnya rumpun teknologi.

**Kata kunci:** Kompetensi, pembelajaran, soft skills

## **A. Pendahuluan**

Visi Depdiknas sampai tahun 2025 adalah: menghasilkan insan yang cerdas dan kompetitif. Cerdas mencakup kecerdasan: spiritual (olah hati), emosional dan sosial (olah rasa), intelektual (olah pikir), kinestetik (olah raga). Kompetitif antara lain mencakup: mandiri, semangat tinggi, keunggulan, pantang menyerah, bersahabat dengan perubahan, pembangun, produktif, inovatif, sadar mutu, berorientasi global, belajar sepanjang hayat.

Profil/kompetensi lulusan SMK menurut UUSPN adalah: beriman dan bertakwa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, demokratis dan bertanggungjawab. Menurut tuntutan dunia kerja, profil lulusan SMK adalah: disiplin, jujur dan kompeten (sesuai SKKNI, kompetensi kunci dan kompetensi kerja). Kompetensi kunci meliputi: (1) mengumpulkan, menganalisis dan mengorganisir data, (2) mengkomunikasikan ide dan informasi, (3) merencana dan mengorganisir kegiatan, (4) bekerjasama dengan orang lain dalam satu tim, (5) menggunakan ide dan teknik matematika, (6) mengatasi masalah, (7) menggunakan teknologi, (8) memahami budaya. Sedangkan kompetensi kerja sesuai bidang keahlian masing masing.

Bila dicermati banyak unsur kompetensi yang sifatnya *soft skills* atau karakter individu (kepribadian seseorang). *Soft skills* sangat membantu lulusan SMK bila mereka telah bekerja yaitu mengembangkan karier maupun meningkatkan prestasi kerja. Meningkatnya prestasi kerja sangat menguntungkan kedua belah pihak, yaitu bagi

perusahaan dan pekerja sendiri yang terkait dengan tingkat kesejahteraan yang diterimanya sebagai imbalan atas kinerjanya.

Widarto (2007) mengungkapkan tentang urgensi aspek-aspek kompetensi lulusan SMK yang dibutuhkan di dunia industri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aspek-aspek kompetensi *soft skills* yang dirasa penting oleh industri adalah: kejujuran, etos kerja, tanggungjawab, disiplin, menerapkan prinsip-prinsip keselamatan dan kesehatan kerja, inisiatif dan kreatifitas. Hal ini menunjukkan bahwa *soft skills* memiliki peran kunci dalam menentukan kualifikasi yang dibutuhkan industri.

Penelitian yang dilakukan Samani (2002) menemukan urutan kompetensi utama *soft skills* yang dibutuhkan industri yang meliputi: jujur, disiplin, tanggungjawab, kerjasama, memecahkan masalah. Selaras dengan hal tersebut, penelitian terbaru yang dilakukan Andreas (2007) menunjukkan bahawa kompetensi utama yang diharapkan industri: jujur, disiplin, komunikasi, kerjasama, dan penguasaan bidang studi.

*Soft skills* tidak dapat dimiliki secara tiba tiba tetapi melalui proses, melalui pembelajaran dan memerlukan waktu. Penanaman *soft skills* bagi siswa merupakan aspek penting dalam menghasilkan lulusan yang mampu bersaing dan berhasil dalam pekerjaannya. Oleh karenanya diperlukan kajian pola-pola integrasi *soft skills* dan *hard skills* dalam pembelajaran dengan berbagai strateginya.

Berdasarkan hasil pra-survei yang dilakukan pada beberapa SMK di Jawa Tengah lebih khusus di Semarang terutama sekolah swasta mengindikasikan keadaan bahwa penyelenggaraan pembelajaran kejuruan atau program produktif di SMK belum bisa memiliki kesesuaian secara maksimal dengan perkembangan dan kebutuhan dunia usaha/industri antara lain karena keterbatasan fasilitas dan permesinan, sehingga dunia kerja/industri dan asosiasi profesi ada yang menganggap bahwa lulusan SMK belum bisa memenuhi tuntutan keahlian (kompetensi) yang diharapkan termasuk yang terkait dengan *soft skills*, kompetensi berupa *soft skills* yang turut menentukan keberhasilan seseorang dalam bekerja atau berkarier di dunia industri maupun dunia usaha, antara lain: jujur, disiplin, kerjasama, tanggungjawab, ahli di bidangnya, komunikatif, adaptif, ulet, sabar, tekun, patuh pada prosedur, motivasi untuk maju dan sebagainya.

Berkenaan dengan permasalahan yang telah dijelaskan tersebut, maka masalah pokok dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut: “Bagaimanakah mendesain model pembelajaran soft skills yang bisa diterapkan pada SMK rumpun teknologi? “

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk menemukan model pembelajaran soft skills di SMK rumpun teknologi. Paket pembelajaran yang dikembangkan adalah pengajaran yang dilaksanakan pada siswa SMK rumpun teknologi melalui pengembangan soft skills.

Unsur soft skills yang diungkap menekankan pada keterampilan yang bersifat karakter manusia kerja di industri atau dunia kerja, yaitu: etos kerja, disiplin, pemecahan masalah, kerjasama, tanggungjawab, dan komunikasi.

Secara lebih rinci unsur unsur tersebut adalah:

1. Etos kerja, antara lain: semangat tinggi dalam bekerja, keinginan berprestasi, menyenangkan tantangan kerja, tidak mengenal lelah
2. Kedisiplinan, antara lain: taat peraturan dan prosedur kerja, tepat waktu kehadiran dan penyelesaian tugas
3. Tanggung jawab meliputi: persiapan, proses produksi sampai selesai baik terhadap bahan maupun peralatan, kebersihan dan keamanan tempat praktikum
4. Kerjasama, antara lain: pembagian tugas, kekompakan, kebersamaan dalam menyelesaikan tugas kelompok
5. Pemecahan masalah, antara lain: kecepatan mengambil prakarsa / keputusan terutama dalam kondisi mendesak / keterbatasan bahan dan peralatan
6. Komunikasi antara lain: menjelaskan proses praktikum dan hasilnya baik tertulis maupun lisan

Unsur unsur ini lebih dekat pada ranah afektif maka pendekatan pembelajarannya mengacu pada pembelajaran karakter afektif dan pendidikan moral (nilai) serta kecerdasan emosi terutama terkait dengan sikap dan *values*. Evaluasinya menggunakan pengukuran skala pada afektif yang berupa evaluasi diri, observasi guru maupun portofolio bila memungkinkan.

Prosedur pembelajaran mencakup langkah: persiapan, pelaksanaan dan evaluasi. Dalam pembelajaran *soft skills* diperlukan assesmen afektif sehingga bisa diperoleh

kompetensi minimal *soft skills* untuk selanjutnya kompetensi ini bisa dikembangkan di tempat kerja.

Penelitian ini diharapkan secara teoretis dapat menghasilkan beberapa prinsip-prinsip dalam pembelajaran antara lain paket pembelajaran mengembangkan *soft skills* yang memungkinkan selanjutnya bisa menjadi teori, guna menambah khasanah ilmu pengetahuan dalam bidang pendidikan, utamanya pendidikan kejuruan, khususnya pada praktikum di SMK rumpun teknologi. Hasil penelitian ini secara praktis diharapkan dapat memberikan manfaat bagi: Kalangan SMK khususnya rumpun teknologi, untuk lebih meningkatkan kualitas penyelenggaraan pembelajaran kejuruan, dan pada gilirannya dapat menghasilkan lulusan yang memiliki keahlian sesuai standar kompetensi yang ditetapkan, terutama pengembangan *soft skills*; Bagi pengembangan ilmu, utamanya bidang pembelajaran; untuk menjadi salah satu rujukan dalam kegiatan penelitian dan pengembangan antara lain diperoleh model pembelajaran yang lebih mendekati pada dunia kerja (*work based learning*) terkait dengan kompetensi yang sifatnya *soft skill*.

## **B. Kajian teori**

Tenaga kerja di era globalisasi tidaklah sederhana dan tuntutan ini harus dipersiapkan bagi peserta didik saat ini agar mampu berkompetisi di era global dimana mereka harus mampu bersaing dengan tenaga kerja asing yang sudah mempersiapkan diri dengan berbagai kemampuan tersebut. Tenaga kerja asing bebas masuk ke Indonesia dan sebaliknya tenaga kerja Indonesia bisa masuk ke negara lain asal memiliki persyaratan persaingan global tersebut, bila tidak demikian maka tenaga kerja Indonesia hanyalah sebagai tenaga kerja kasar dan murahan yang biasanya diperlakukan secara tidak manusiawi. Dalam hal ini untuk mempersiapkan model pembelajaran kejuruan di Indonesia harus mengacu pada tuntutan kemampuan di kalangan industri yang nyata tersebut.

Mempersiapkan model pembelajaran kejuruan harus menekankan pada budaya kerja dan budaya industri, oleh sebab itu kebiasaan ini harus ditanamkan sejak awal supaya terjadi internalisasi pada peserta didik, hal ini tentu saja memerlukan keteladanan dari guru atau instruktur. Mereka harus dibekali dengan berbagai

macam kecerdasan, yang mencakup: intelektual, emosional, sosial dan spiritual. Budaya kerja yang harus ditanamkan antara lain mencakup: jujur, disiplin, rajin, tekun, motivasi kerja tinggi, kerjasama, komunikasi yang baik, tanggungjawab.

Amerika Serikat pada tahun 1991 menetapkan kompetensi minimum yang harus dimiliki calon tenaga kerja adalah: (1) kompetensi dasar (keterampilan dasar, keterampilan berpikir, kualitas personal); (2) kemampuan menggunakan sumberdaya (keterampilan interpersonal, informasi, sistem, teknologi)

Australia pada tahun 1992 menetapkan tujuh kompetensi kunci yang harus dimiliki calon tenaga kerja, yaitu: (1) mengumpulkan, menganalisa, mengkoordinasi informasi; (2) mengkomunikasikan ide dan informasi; (3) merencana dan mengkoordinasi kegiatan; (4) mampu bekerjasama dan kerja kelompok; (4) menggunakan ide ide dan teknik teknik matematika; (6) memecahkan masalah; (7) menggunakan teknologi. Tujuh kompetensi kunci ini saat ini telah diadopsi di Indonesia sebagai tujuh kompetensi kunci untuk lulusan SMK

New Zealand pada tahun 1993 menetapkan keterampilan esensial yang harus dimiliki, yaitu: (1) keterampilan informasi; (2) keterampilan pengelolaan diri; (3) keterampilan kerja; (4) keterampilan pengambilan keputusan *United Kingdom* pada tahun 1992 menetapkan keterampilan inti yang harus dikuasai, yaitu: komunikasi, personal, memperbaiki pembelajaran dan kinerja diri sendiri, kerjasama, pemecahan masalah, teknologi informasi, bahasa asing yang modern. Dari beberapa kompetensi yang penting tersebut mayoritas adalah bersifat *soft skills*, hal ini berarti *soft skills* tidak dapat diabaikan dalam pembelajaran praktikum yang merupakan bekal untuk memasuki dunia kerja.

Spencer and Spencer (1993) mengemukakan kompetensi lulusan khususnya kompetensi kerja terdiri dari 5 komponen. Komponen tersebut adalah: (1) *Knowledge*, yaitu ilmu yang dimiliki individu dalam bidang pekerjaan atau area tertentu; (2) *Skill*, yaitu kemampuan untuk unjuk kerja fisik atau mental; (3) *Self Concept*, yaitu sikap individu, nilai-nilai yang dianut serta citra diri; (4) *Traits* yaitu karakteristik fisik dan respon yang konsisten atas situasi atau informasi tertentu; dan (5) *Motives* yaitu pemikiran atau niat dasar yang konstan yang mendorong individu untuk bertindak atau berperilaku tertentu

*Skill* dan *knowledge* sering disebut *hard skills*, sedangkan *self concept*, *traits* dan *motives* disebut *soft skills*. Dalam menghadapi era global dengan akselerasi yang cepat maka diperlukan tenaga kerja yang tidak hanya mempunyai kemampuan bekerja dalam bidangnya (*hard skills*) namun juga sangat penting untuk memiliki kemampuan menghadapi perubahan serta dapat memanfaatkan perubahan itu sendiri (*soft skills*).

*Soft skills* lebih ditekankan pada pengembangan karier dan adaptasi terhadap perkembangan yang terjadi di Industri. Oleh karena itu menjadi tantangan SMK untuk mengintegrasikan kedua macam komponen kompetensi tersebut secara terpadu dan proporsional sehingga mampu menyiapkan SDM utuh yang memiliki kemampuan bekerja produktif dan berkembang di masa depan.

Kompetensi di tempat kerja menurut Baley (2004:119) mencakup lima kelompok, yaitu: sumber, interpersonal, informasi, sistem dan teknologi

- 1) Sumber mencakup: identifikasi, organisasi, perencanaan, alokasi berbagai sumber: waktu, ruang, material, fasilitas, sumberdaya manusia
- 2) Interpersonal mencakup: bekerjasama dengan orang lain sebagai pribadi atau tim, mengajar keterampilan baru yang lain, pelayanan pelanggan, pelajaran kepemimpinan, negoisasi, bekerja dalam berbagai situasi yang berbeda
- 3) Informasi mencakup: kebutuhan, penggunaan, merangkai, organisasi, interpretasi, mengkomunikasikan informasi termasuk penggunaan computer dalam prosesnya
- 4) Sistem mencakup: memahami tata hubung yang kompleks, system, monitoring dan perbaikan kinerja, pengembangan dan perencanaan system
- 5) Teknologi mencakup: bekerja dengan berbagai jenis teknologi, memilih, menerapkan, merangkai dan mencari sumber kerusakan peralatan

Ada tiga kategori keterampilan di tempat kerja menurut Baley (2004) adalah: *generic work place skills*, *personal/social skills*, *technical skills*

- 1) *Generic work place skills* meliputi: pemecahan masalah, komunikasi, *team work*
- 2) *Personal / social skills* meliputi: sikap kerja yang baik dan motivasi, inisiatif, mengikuti permintaan, pemahaman yang luas tentang organisasi
- 3) *Technical skills* meliputi kompetensi di bidangnya

## 1. Pengertian *Soft skills*

Belum ada kesepakatan tunggal tentang makna *soft skills*, tetapi secara umum istilah ini digunakan untuk mendeskripsikan kemampuan untuk berkembang dalam pekerjaan. Sebagai contoh kemampuan seorang insinyur untuk membaca dan menterjemahkan gambar perencanaan merupakan *hard skills*, namun kemampuan untuk bekerja efektif dengan bawahannya, komunikasi dengan pelanggan dan atasan merupakan aspek *soft skills*. Dalam hal ini *soft skills* diistilahkan pula dengan *Employability Skills* ([www.breitlinks.com/careers/soft\\_skills.htm](http://www.breitlinks.com/careers/soft_skills.htm)).

Definisi *soft skills* menurut wikipedia (wikipedia.com) adalah: “*the cluster of personality traits, social graces, facility with language, personal habits, friendliness, and optimism that mark people to varying degrees*. Lebih jauh dikemukakan bahwa *soft skills* merupakan komplemen dari *hard skills*. *Hard skills* bersifat spesifik dan lebih mudah dilihat unjuk kerjanya.

*Hard skills* merupakan kemampuan minimum yang diperlukan karyawan untuk bekerja. Seseorang dengan tingkat pendidikan dan pengalaman yang sama rata-rata memiliki derajat *hard skills* yang sama. *Soft skills* merupakan kemampuan yang relatif tidak terlihat (*intangible*) dan kadang-kadang cukup susah untuk diukur. Kemampuan ini pada dasarnya merupakan wujud dari karakteristik kepribadian (*personality characteristics*) seseorang seperti: motivasi, sosiabilitas, etos kerja, kepemimpinan, kreatifitas, ambisi, tanggungjawab, dan kemampuan berkomunikasi. Selain *hard skills*, maka *soft skills* juga memiliki peran strategis dalam menentukan keberhasilan seseorang di semua bidang pekerjaan. Pengembangan aspek *hard skills* menyangkut penguasaan bidang pekerjaan (*technical skills*) perlu diimbangi dengan integrasi aspek-aspek *soft skills* seperti komunikasi, kecerdasan emosi, teamwork dan kepemimpinan.

Berbagai pendapat dan kajian merumuskan bermacam-macam dimensi *soft skills* yang dibutuhkan dalam dunia kerja. Ada berbagai pendapat yang kajian berikut hasilnya dapat ditampilkan sebagai berikut:

- 1) Spencer and Spencer (1993) mengemukakan terdapat 19 macam *soft skills* yaitu:  
*Achievement orientation, concern for order and quality, initiative, information seeking, interpersonal understanding, customer service*

*orientation, impact and influence, organization awareness, relationship building, developing others, directiveness, teamwork and cooperation, team leadership, analytical thinking, conceptual thinking, self control. self confidence, flexibility, organizational commitment*

- 2) Steven Cherri ([www.monstertrak.com](http://www.monstertrak.com)) mengemukakan 25 indikator sebagai pengukur *soft skills* pada diri seseorang. Berbagai indikator tersebut antara lain:  
*Oral/spoken communication skills, written communication skills, honesty, teamwork/collaboration skills, self-motivation/initiative, work ethic/dependability, critical thinking, risk-taking skills, flexibility/adaptability, leadership skills, interpersonal skills, working under pressure, questioning skills, creativity, influencing skills, research skills, organization skills, problem-solving skills, multicultural skills, computer skills, academic/learning skills, detail orientation, quantitative skills, teaching/training skills, time management skills*
- 3) Patrick S. O'Brien (dalam [www.ubs.com](http://www.ubs.com)) mengistilahkan *soft skills* sebagai karakteristik keunggulan (*Winning Characteristics*) yang terdiri dari *communication skills, organizational skills, leadership, logic, effort, group skills, and ethics*.
- 4) Survey yang dilakukan *The Smyth County Industry Council*, menghasilkan *Workforce Profile* yang berisi karakteristik kemampuan yang diperlukan untuk berkembang dalam pekerjaan. Aspek utama yang ditemukan dan disebut dengan *soft skills* adalah: *positive work ethic, good attitude*, serta *desire to learn and be trained*.
- 5) Mohan Rao, direktur teknik Emmellen Biotech Pharmaceuticals Ltd, Mumbai mendefinisikan *soft skills* sebagai "good attitude" yang meliputi kemampuan *to solve problems proactively, create win-win situations and leadership*.
- 6) Iyer (<http://in.rediff.com/getahead/2005/jun/30soft.htm>) dalam analisisnya mengemukakan "6 *soft skills for every hard-nosed professional*. Keenam dimensi tersebut adalah: *Interpersonal skills, team spirit, social grace, business etiquette, negotiation skills, behavioural traits such as attitude, motivation and time management*

- 7) Breitlinks ([www.breitlinks.com/careers/soft\\_skills.htm](http://www.breitlinks.com/careers/soft_skills.htm)) mengemukakan dimensi-dimensi penting dari soft skills yang meliputi: *work ethic, courtesy, teamwork, self-discipline and self-confidence, conformity to prevailing norms, language proficiency*

Dari uraian di atas terlihat bahwa terdapat bermacam-macam dimensi *soft skills*. Penentuan dimensi-dimensi tersebut akan sangat bergantung dari pekerjaan berikut karakteristiknya.

## **2. Pembelajaran Soft Skills.**

Integrasi *soft skills* dalam pembelajaran dapat dilaksanakan dengan berbagai model, misalnya model pembelajaran dan pelatihan berbasis proyek (*project based learning*), pembelajaran berbasis masalah (*problem based learning*), pembelajaran terlibat secara langsung (*hands-on learning*), pembelajaran berbasis aktivitas (*activities based learning*), dan pembelajaran berbasis kerja (*work based learning*). Dengan model-model di atas memungkinkan subjek didik banyak melakukan sesuatu, bukan sekedar memahami dan mendengarkan.

Sedikitnya terdapat tiga model implementasi *soft skills* yang perlu dipertimbangkan, yaitu : (1) model integratif, (2) model komplementatif, dan (3) model terpisah.

- 1) Dalam model integratif, implementasi *soft skills* melekat dan terpadu dalam program-program kurikuler, kurikulum yang ada, dan atau mata pelajaran yang ada, bahkan proses pembelajaran. Kepala sekolah dan guru dituntut untuk kreatif, penuh inisiatif, dan kaya akan gagasan. Keuntungannya model ini, adalah relatif murah, tidak membutuhkan ongkos mahal, dan tidak menambah beban sekolah, terutama kepala sekolah, guru ataupun peserta didik.
- 2) Dalam model komplementatif, implementasi *soft skills*, ditambahkan ke dalam program pendidikan kurikuler dan struktur kurikulum yang ada; bukan dalam mata pelajaran. Pelaksanaannya dapat berupa menambahkan mata pelajaran kecakapan hidup dalam struktur kurikulum atau menyelenggarakan program kecakapan hidup dalam kalender pendidikan. Model ini membutuhkan waktu tersendiri atau waktu

tambahan, juga guru tambahan dan membutuhkan ongkos yang relatif mahal. Selain itu, penggunaan model ini dapat menambah beban tugas siswa dan guru serta membutuhkan finansial yang tidak sedikit yang dapat memberatkan pihak sekolah.

3) Dalam model terpisah, implementasi *soft skills* disendirikan, dipisah dan dilepas dari program-program kurikuler atau mata pelajaran. Pelaksanaannya dikemas dan disajikan secara khusus pada peserta didik, penyajiannya bisa terkait dengan program kurikuler atau bisa juga berbentuk program ekstrakurikuler. Model ini memerlukan persiapan yang matang, ongkos yang relatif mahal, dan kesiapan sekolah yang baik.

### **3. Pendidikan Moral sebagai Pendekatan Pembelajaran *Soft Skills***

Pendidikan moral atau nilai dapat disampaikan dengan metode langsung maupun tidak langsung. Metode langsung dilakukan melalui indoktrinasi dimulai dari penentuan perilaku yang dianggap baik. Metode tidak langsung dilakukan dengan menciptakan situasi yang memungkinkan perilaku yang baik dapat dilakukan (Zuchdi, 2008: 5).

Pendidikan moral hendaknya difokuskan pada kaitan antara pemikiran moral dan tindakan moral. Konsepsi moralitas perlu diintegrasikan dengan pengalaman dalam kehidupan sosial. Pemikiran moral antara lain dapat dikembangkan dengan dilema moral sehingga peserta didik bisa mengambil keputusan moral.

Menurut Lickona tujuan utama pendidikan moral adalah kebijakan dan kebaikan. Nilai moral yang utama adalah *respect* dan *responsibility*. Nilai lain yang harus diajarkan adalah; *honesty, fairness, tolerance, prudence, self discipline, helpfulness, compassion, cooperation, courage and host of democratic values*.

Karakter berkaitan dengan pengetahuan moral, perasaan moral dan tingkah laku moral. Karakter yang baik terdiri dari pengetahuan tentang kebaikan, keinginan untuk berbuat baik, berbuat kebaikan atau kebiasaan pikiran, kebiasaan perasaan dalam hati dan kebiasaan bertingkah laku .

Menurut C H Sommers (1993) salah satu metode penting dalam pendidikan moral adalah metode klarifikasi nilai, guru tidak langsung menyampaikan kepada siswa tentang benar dan salah tetapi siswa diberi kesempatan untuk menyatakan nilai nilai dengan caranya sendiri

Klarifikasi nilai dapat digunakan untuk mengajarkan suatu bentuk inquiri nilai yang melibatkan proses: (1) menghargai kepercayaan dan perilaku pribadi ( menghargai dan menjunjung tinggi, menyatakan secara terbuka; (2) memilih kepercayaan dan perilaku pribadi ( memilih dari berbagai alternatif, memilih setelah mempertimbangkan konsekwensi, memilih secara bebas); (3) bertindak sesuai dengan kepercayaan pribadi (Simon, 1972:19).

Menurut Bennet ada beberapa cara untuk mengembangkan karakter yang baik, yaitu:(1) *self discipline* (disiplin diri);(2) *compassion* (rasa terharu);(3) *responsibility* (tanggung jawab);(4) *friendship* (persahabatan);(5) *work* (bekerja);(6) *courage* (keberanian);(7) *perseverance* (ketekunan);(8) *honesty* (kejujuran);(9) *loyalty* (loyalitas);(10) *faith* (keyakinan)

#### **4. Karakteristik afektif**

Karakter afektif mempunyai tiga kriteria, yaitu: (1) harus melibatkan perasaan dan emosi seseorang; (2) bersifat khas; (3) merupakan kriteria yang spesifik harus memiliki intensitas, arah dan target ( Zoehdi, 2008:22). Intensitas adalah tingkat atau kekuatan perasaan. Arah perasaan dapat dibedakan menjadi positif dan negatif atau baik dan tidak baik. Arah dan intensitas dapat digambarkan sebagai suatu kontinum. Sikap berkaitan dengan kebutuhan manusia seperti teori Maslow (fisiologis, keselamatan, sosial, harga diri, aktualisasi diri). Kompetensi afektif peserta didik terkait dengan sekolah berupa: sikap, nilai, kesadaran akan harga diri, minat, motivasi dan sebagainya yang dipengaruhi banyak faktor.

Banyak unsur dalam *soft skills* yang termuat dalam afektif karena *soft skills* berkaitan erat dengan nilai dan sikap seseorang, baik yang sifatnya intra personal maupun inter personal (antar sesama).Karakteristik afektif menurut Lickona adalah mencakup unsur: (1)*Attitude*; (2) *Interest*;(3) *Values*;(4) *Preference*;(5) *Academic self esteem, self concept*; (6)*Locus of control*; (7) *Anxiety*

## 5. Kecerdasan Emosi (*Emotional Quotient*)

Banyak bukti di lapangan menunjukkan bahwa orang dengan kecerdasan otak atau IQ yang tinggi kurang berhasil dalam pekerjaan atau dalam kehidupan masyarakat, sebaliknya orang yang IQ nya sedang bisa berhasil di pekerjaan karena memiliki kecerdasan emosi yang tinggi. Kecerdasan emosi terkait dengan suara hati. seperti: jujur, bijaksana, berprinsip, kepercayaan diri, mempunyai visi ketangguhan, inisiatif, optimisme, kemampuan beradaptasi. Hati meningkatkan nilai nilai kita yang paling dalam, mengubah dari sesuatu yang kita pikir menjadi sesuatu yang kita lakukan. Hati sumber keberanian dan semangat, integritas dan komitmen. Hati adalah sumber energi dan perasaan mendalam yang menuntut kita belajar, menciptakan kerjasama, memimpin dan melayani. Melatih kecakapan kognitif lebih mudah daripada melatih kecerdasan emosi.

Kecerdasan emosi ini sangat terkait dengan *soft skills* karena unsurnya berupa nilai nilai atau karakter yang baik dan dikendalikan oleh hati. Oleh karena itu pembelajaran *soft skills* harus sama dengan peningkatan kecerdasan emosi yang dilatihkan melalui pembiasaan, tidak cukup hanya diceramahkan. Dari uraian tersebut ada keterkaitan antara *soft skills*, moral, afektif dan kecerdasan emosi yang semuanya bermuara dari suara hati sebagai sumber penggeraknya.

### C. Metode penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Hal ini berkaitan dengan tujuan umum penelitian yaitu untuk mengembangkan suatu model pembelajaran *soft skills* di SMK yang cocok untuk melengkapi kompetensi *hard skills*.

Kegiatan yang bersifat penelitian (*research*) dimulai dari studi pendahuluan, proses uji coba pengembangan dan hasil penerapan model. Penelitian ini lebih bersifat kualitatif dan sebagian kuantitatif. Kegiatan pengembangan (*development*) dimulai dari perencanaan disain, validasi ahli dan uji coba terbatas sampai uji coba lebih luas.

Pada tahap studi pendahuluan, menempuh alur/tahap sebagai berikut: studi literatur, observasi lapangan, dan deskripsi serta analisis temuan lapangan (kondisi faktual).

Berdasarkan deskripsi dan analisis temuan secara faktual, selanjutnya disusun langkah-langkah pengembangan sebagai berikut:

- a. Merumuskan rencana pengembangan yang mencakup identifikasi karakter dengan menggunakan model pembelajaran *soft skills*. Mengembangkan rumusan awal (desain) tentang model pembelajaran yang akan dikembangkan, mencakup rumusan tentang: (a) bentuk penyusunan rencana pembelajaran; (b). bentuk pelaksanaan pembelajaran; dan (c). bentuk evaluasi hasil pembelajaran.
- b. Validasi ahli (*expert judgement*), melakukan uji coba disain yang telah dibuat untuk mendapatkan tanggapan/masukan/*judgement* dari para ahli yang berasal dari sekolah (guru senior) maupun pakar perguruan tinggi
- c. Melakukan ujicoba lapangan awal desain model dalam skala terbatas, dengan melibatkan beberapa sekolah dan subjek. Perbaikan model ini sangat mungkin dilakukan lebih dari satu kali, sesuai dengan hasil yang ditunjukkan dalam ujicoba terbatas, sehingga diperoleh desain model yang siap diujicoba lebih luas.
- d. Melakukan ujicoba utama yang melibatkan khalayak (sekolah dan subjek) lebih luas. Dengan dasar tersebut maka penelitian pada tahap ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif.

Materi yang akan diujicobakan adalah model pembelajaran *soft skill* yang berupa paket pembelajaran berbentuk bahan cetakan yang di dalamnya memuat: petunjuk pembelajaran (metode, aktifitas, evaluasi, alat/media. Paket tersebut terutama mengungkap unsur *soft skill* yang dominan dibutuhkan di industri untuk lulusan SMK, yaitu: etos kerja, kedisiplinan, tanggung jawab, pemecahan masalah, kerjasama dan komunikasi yang diterapkan pada mata pelajaran praktikum di SMK rumpun teknologi. Paket pembelajaran yang banyak mengungkap afektif ini diberikan pada setiap subyek coba untuk dipelajari dan dikerjakan aktifitasnya di bawah bimbingan gurunya kemudian setelah pembelajaran berakhir dilihat perkembangan *soft skills*nya..

Penelitian ini dilaksanakan di beberapa SMK di Semarang, melibatkan sejumlah subjek, yaitu guru praktik dan siswa. Lokasi dan subjek penelitian ditetapkan dengan mempertimbangkan tahap-tahap penelitian serta tujuan penelitian.

Pada tahap studi pendahuluan, lokasi dan subjek penelitian dipilih dengan prinsip *proporstional random sampling* untuk mendapatkan data tentang model pembelajaran praktikum di SMK rumpun teknologi, dan berakreditasi sangat baik, baik dan sedang. Untuk maksud ini maka dipilih 3 SMK di Semarang yaitu: SMKN 7 Semarang; SMKN 5 Semarang; dan SMK 3 Semarang, masing-masing mewakili SMK berakreditasi sangat baik, baik, sedang.

Pada tahap pengembangan ada dua ujicoba yang dilakukan yaitu ujicoba terbatas dan ujicoba utama/lebih luas. Untuk pelaksanaan ujicoba terbatas, lokasi dan subjek dipilih adalah SMKN 1 Semarang dengan pertimbangan SMK tersebut berakreditasi baik, sehingga mewakili sebagian besar kondisi SMK yang ada. Untuk pelaksanaan ujicoba lebih luas, lokasi dan subjek dipilih 6 SMK yang mewakili kondisi (akreditasi) sangat baik, baik, dan sedang.

Pada studi pendahuluan, dipilih teknik angket, observasi, dan dokumentasi, di samping kajian literatur (*literature review*). Secara umum, ketiga teknik tersebut (angket, observasi dan dokumentasi) digunakan secara bersamaan dan saling melengkapi. Pada tahap pengembangan, ada dua langkah yang berkaitan dengan teknik pengumpulan data, yaitu ujicoba terbatas dan ujicoba lebih luas. Pada ujicoba terbatas, teknik pengumpulan data yang pokok adalah observasi dan angket. Sedangkan observasi dilakukan terhadap proses penerapan desain model, untuk mengetahui apakah desain model dapat diterapkan secara benar. Pada ujicoba lebih luas, di samping dilakukan observasi dan angket dan dilakukan penilaian tingkat keterterapan desain model

Instrumen utama untuk mengungkap *soft skill* yang tertuang dalam paket pembelajaran dibatasi pada unsur dominan di industri, yaitu:

- 1) Etos kerja, antara lain: semangat kerja, berprestasi, tidak kenal lelah
- 2) Kedisiplinan, antara lain: kehadiran, taat peraturan dan prosedur kerja

- 3) Tanggung jawab, antara lain: komitmen penyelesaian tugas
- 4) Kerjasama, antara lain: gotong royong mengerjakan tugas kelompok
- 5) Pemecahan masalah, antara lain: kecepatan mengambil prakarsa / keputusan
- 6) Komunikasi, antara lain: menjelaskan proses praktikum dan hasilnya

Instrumen keterterapan model pengembangan *soft skill* dalam pembelajaran adalah mengungkap:(1) Substansi isi dan fleksibilitas model yang dikembangkan;(2) Dukungan model pembelajaran terhadap pelaksanaan tugas guru;(3) Peningkatan *soft skills* siswa setelah menerapkan model pengembangan

Analisis data dalam penelitian ini melalui dua tahap, yaitu tahap pendahuluan dan pengembangan. Pada tahap studi pendahuluan, temuan dideskripsikan dalam bentuk sajian data (*mean, median, modus* dsb), kemudian dianalisis (diinterpretasikan) secara kualitatif. Pada tahap pengembangan beberapa pendekatan analisis yang digunakan yaitu: (a) pelaksanaan dan hasil pengembangan desain model, dideskripsikan dalam bentuk sajian data, kemudian dianalisis secara kualitatif; (b) pada ujicoba terbatas, hasil ujicoba penerapan desain model dianalisis dengan pendekatan kuantitatif; (c) pada ujicoba lebih luas menggunakan pendekatan analisis deskriptif kualitatif.

#### **D. Hasil dan Pembahasan**

Sebenarnya para guru sudah melakukan sebagian dari unsur *soft skills* tanpa disadari bahkan banyak guru yang belum mengenal istilah *soft skills*, bahkan ada yang menyamakannya dengan *life skills* yang sedang diprogramkan oleh pemerintah namun belum bisa dilaksanakan sesuai harapan karena tidak ditangani secara serius bahkan dianggap sebagai himbauan saja.

Pada umumnya guru hanya mengenalkan kedisiplinan, kejujuran dan tanggung jawab dalam pembelajaran terutama praktikum sedang unsur lain dari *soft skills* masih sebatas wawasan dan belum dikembangkan karena belum ada perintah dan penjelasan dari atasan atau pejabat yang terkait. Kebanyakan guru sibuk dengan mengejar kompetensi siswa yang bersifat *hard skills*.

Kebanyakan guru hanya menekankan pada kedisiplinan dengan disertai sanksi yang tegas berupa hukuman bagi yang melanggar aturan. Hal ini bisa dilaksanakan bagi

sekolah yang sudah maju karena punya otoritas penuh bagi yang melanggar disiplin, sedangkan bagi sekolah swasta yang belum maju masih sulit dilaksanakan karena terkait dengan latar belakang keluarga dari siswa yang kebanyakan kurang mampu secara ekonomi dan kurang memperhatikan masalah kedisiplinan

Banyak guru SMK yang belum mengenal *soft skills* secara lebih mendalam sehingga menyebabkan penanaman unsur *soft skills* kurang berkembang, mereka kebanyakan menekankan pada kedisiplinan dan sikap atau perilaku yang baik secara umum. Ada sebagian guru yang sudah menanamkan pentingnya etos kerja, tekun, jujur, tanggung jawab, pemecahan masalah walaupun rincian dari masing masing unsur tersebut tidak jelas karena belum ada pedoman yang baku. Yang penting bagi kebanyakan guru adalah pembelajaran terutama praktikum bisa berjalan lancar tanpa ada gangguan atau masalah dan siswanya bisa menguasai kompetensi dan memperoleh prestasi yang baik dalam waktu yang tidak lama.

Kebanyakan sekolah menyarankan pelaksanaan penanaman *soft skill* diintegrasikan dalam mata pelajaran terutama praktikum dan sebagian lagi bisa dititipkan pada pelajaran agama. Banyak guru agama yang belum mengenal istilah *soft skills* ini. Pelajaran agama yang diberikan kepada siswa masih bersifat umum dan mayoritas bersifat kognitif belum sampai kepada pembiasaan pembinaan akhlak baik sehari hari yang terkait dengan perilaku kerja di industri maupun dunia kerja lainnya.

Pembelajaran *soft skills* perlu disosialisasikan terlebih dahulu kepada para guru SMK sedangkan pelaksanaannya memerlukan keteladanan dari pimpinan sekolah dan para gurunya. Para siswa akan selalu melihat perilaku pimpinan dan gurunya. Usaha yang lain agar pembelajaran *soft skills* ini bisa berjalan dengan baik harus ada dukungan dari pihak lain misalnya dinas pendidikan nasional karena terkait dengan birokrasi dimana sekolah sangat terkait dengan kebijakan dari diknas tersebut. Disamping itu kelengkapan sarana praktikum sangat mempengaruhi motivasi siswa untuk bersikap yang benar dalam praktikum.

Secara operasional pembelajarannya diserahkan kepada pengajar praktikum sebelum praktik dimulai walaupun masih terbatas pada kedisiplinan atau kepatuhan pada tata tertib yang diberlakukan sedang unsur yang lain belum terungkap.

Hal ini menunjukkan bahwa *soft skills* belum tertangani secara serius dan terintegrasi karena kebanyakan memang belum mengenal lebih mendalam tentang unsur unsur dari *soft skills* yang harus ditanamkan pada siswa, namun mayoritas guru setuju dengan penanaman *soft skills* ini walaupun baru mengenal.

Secara umum sekolah dan para guru SMK menyambut baik pembelajaran *soft skills* ini karena menganggap sebagai bekal yang penting bagi siswa dalam memasuki dunia kerja di masa mendatang. Ada yang menyarankan agar pembelajarannya menyangkut tiga ranah yaitu kognitif, afektif dan psikomotor. Hal ini memang sebenarnya yang diperlukan dalam pembelajaran praktikum, hanya kebanyakan guru belum mengembangkan rincian unsur *soft skills* untuk ditanamkan pada siswa. *Soft skills* memang mengandung unsur analisis, sikap dan perbuatan/tindakan yang dilaksanakan secara otomatis.

Pembelajaran *soft skills* perlu disosialisasikan terlebih dahulu kepada para guru SMK sedangkan pelaksanaannya memerlukan keteladanan dari pimpinan sekolah dan para gurunya. Para siswa akan selalu melihat perilaku pimpinan dan gurunya. Usaha yang lain agar pembelajaran *soft skills* ini bisa berjalan dengan baik harus ada dukungan dari pihak lain misalnya dinas pendidikan nasional karena terkait dengan birokrasi dimana sekolah sangat terkait dengan kebijakan dari diknas tersebut. Disamping itu kelengkapan sarana praktikum sangat mempengaruhi motivasi siswa untuk bersikap yang benar dalam praktikum.

Bertolak dari kajian pustaka dan studi pendahuluan di lapangan selanjutnya dibuat rancangan model pembelajaran *soft skills* yang akan dikembangkan. Rancangan ini mencakup: unsur unsur *soft skills* dan indikatornya, pembelajarannya dan faktor yang mempengaruhi pembelajaran *soft skills*. Semula unsur *soft skills* yang dikembangkan mencakup kedisiplinan dan kejujuran untuk mewakili unsur internal, sedangkan kerjasama dan komunikasi mewakili hubungan antar siswa yang bersifat hubungan sosial. Oleh karena unsur kejujuran sukar untuk diukur selanjutnya diganti dengan etos kerja dan tanggung jawab

Setelah dikonsultasikan dengan pembimbing dan beberapa ahli disarankan untuk mengurangi jumlah itemnya dan memperluas unsurnya sehingga menjadi 6 unsur

sebagai intinya, yaitu: kedisiplinan, tanggung jawab, etos kerja, pemecahan masalah, kerjasama. Adapun prosedur pembelajarannya melalui tahapan: persiapan, pelaksanaan pembelajaran dan evaluasi. Dari 40 kegiatan yang disarankan tersebut masih ada perubahan atau penyempurnaan setelah ada masukan dari para ahli dan forum diskusi..

Validasi model dilakukan melalui *expert judgement* dari pakar di bidang: pembelajaran / teknologi pendidikan, kurikulum, evaluasi pendidikan, psikologi pendidikan, pendidikan kejuruan, statistik. Pakar tersebut berjumlah delapan orang dengan kualifikasi doktor dan guru besar.

Dari penilaian para ahli berjumlah 8 orang menunjukkan bahwa mayoritas atau lebih 60% menyatakan sangat penting artinya butir butir atau indikator tersebut bisa dipakai untuk pengambilan data di lapangan. Sebelum dilakukan uji coba di lapangan dilakukan FGD (*forum discussion group*) dari praktisi pendidikan di SMK yang terdiri dari kepala sekolah atau wakilnya dan guru senior. Praktisi pendidikan yang dilibatkan berjumlah 15 orang untuk mencermati model yang akan dikembangkan terutama yang terkait dengan indikator indikator yang sesuai di SMK masing masing. Setelah itu instrumen dari model diujicobakan di lapangan untuk mengetahui validitas konstruksinya dan reliabilitasnya. Uji validitas menggunakan korelasi bivariat dan analisis faktor sedangkan reliabilitas menggunakan Cronbach Alpha. Hasil di lapangan menunjukkan bahwa instrumen secara statistik adalah valid dan reliabel sehingga bisa digunakan untuk tahap penelitian berikutnya.

Dari perhitungan validitas dan reliabilitas yang valid dan reliabel maka dapat disimpulkan bahwa instrumen model pembelarana *soft skills* yang telah dikembangkan dan mengalami perbaikan tersebut siap untuk diuji cobakan di lapangan mulai dari uji terbatas satu kelas (program keahlian permesinan SMKN 1) kemudian uji agak luas tiga kelas dengan program keahlian yang berbeda (Program keahlian otomotif SMK Pelita Nusantara 2, program keahlian bangunan SMKN 3, program keahlian permesinan SMKN 5), selanjutnya diuji cobakan yang lebih luas meliputi enam kelas dengan program keahlian yang bervariasi dan sekolah yang berbeda-beda (program keahlian otomotif SMKN 1, program keahlian audio visual SMKN 3, program keahlian listrik

SMKN 5, program keahlian permesinan SMKN 7, program keahlian otomotif SMKN 4, program keahlian komputer SMK Muhammadiyah 2).

Uji coba dilaksanakan dengan menyisipkan materi *soft skills* sebelum pelajaran praktikum dimulai dengan memberikan panduan *soft skills* untuk siswa dan dijelaskan oleh guru kemudian guru dibantu guru lainnya melakukan pengamatan unsur *soft skills* dan indikatornya terhadap siswanya yang berlangsung sampai pelajaran selesai.

Dari hasil lapangan menunjukkan bahwa ada perubahan sikap/perilaku siswa antara sebelum dan sesudah diberikan materi *soft skills*. Hasil perhitungan statistik menunjukkan perbedaan yang signifikan walaupun tidak besar perubahannya mengingat hanya dilakukan dalam waktu yang sangat singkat dan mayoritas siswa dengan tambahan materi ini.

Selain dilakukan pembelajaran *soft skills* yang disisipkan dalam pelajaran praktikum maka guru dan ketua program studi diberikan angket penilaian tentang keterterapan model yang sedang dikembangkan, mulai dari uji coba terbatas sampai ke uji coba lebih luas. Dari lapangan menunjukkan bahwa panduan pembelajaran *soft skills* yang ditawarkan bisa digunakan setelah ada beberapa perubahan yang bersifat redaksional sehingga memperjelas bagi penilai dan pelaksanaannya disesuaikan dengan kondisi sekolah setempat..

Dari data profil *soft skills* pada siswa SMK rumpun teknologi di Semarang menunjukkan bahwa kemampuan *soft skills* rata rata masing indikator adalah cukup sehingga masih perlu adanya upaya untuk meningkatkannya. Hal ini menuntut partisipasi dari berbagai pihak, baik dari diknas setempat maupun sekolah. Pihak sekolah menuntut contoh atau tauladan yang baik mulai dari pimpinan dan guru. Upaya pertama yang harus dilakukan adalah sosialisasi dari diknas kota maupun dari sekolah terhadap gurunya terutama pengajar praktikum yang akan terlibat langsung.

## E. Kesimpulan dan Saran

### 1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa:

Unsur *soft skills* yang dominan dan dikembangkan dalam penelitian ini adalah meliputi unsur internal dan eksternal dari siswa. Unsur internal siswa mencakup: kedisiplinan, tanggung jawab, etos / semangat kerja dan pemecahan masalah. Sedangkan unsur eksternal terkait dengan orang lain mencakup kerjasama dan komunikasi.

Selama ini masih banyak guru SMK bidang teknik yang belum mengenal konsep *soft skills* secara lebih jauh bahkan ada yang baru mengenal istilah ini dan yang diketahui adalah *life skill* yang bersifat umum. Yang ada selama ini dalam mendampingi praktikum adalah kedisiplinan dan tata tertib atau aturan bengkel, sedangkan yang lain belum dikembangkan secara lebih rinci termasuk indikatornya. Hal ini terjadi antara lain karena belum ada instruksi maupun pedoman dari atasan supaya dilaksanakan, selama ini masih berkuat pada kompetensi yang bersifat *hard skills* yang langsung terlihat hasilnya.

Indikator dan capaian dari masing masing unsur *soft skills* adalah sebagai berikut:

(1) Kedisiplinan kategori baik : (2) Tanggung jawab kategori cukup: (3) Etos kerja kategori cukup: (4) Pemecahan masalah kategori cukup: (5) Kerjasama kategori baik: (6) Komunikasi kategori cukup

Skor rerata keseluruhan 32, 95 kategori cukup tetapi mendekati baik. Kedisiplinan dan kerjasama mempunyai peranan yang lebih baik, artinya unsur personal dan interaksi sosial dari siswa seimbang.

Pembelajaran *soft skills* dilaksanakan secara integratif dengan praktikum karena lebih praktis dan langsung terkait dengan tuntutan dari kompetensi yang sifatnya *hard skills*. Prosedurnya terlebih dahulu dilakan semacam pre tes tentang kemampuan *soft skills* yang telah dimiliki kemudian dilakukan sosialisasi materi kepada siswa dan menjelang akhir masa pembelajaran dilakukan observasi perkembangan *soft skills* yang dikuasai.

Kesulitan menanamkan kompetensi soft skills adalah perlunya kegiatan yang terkoordinasi dari berbagai pihak, yaitu pimpinan, guru dan siswanya. Pimpinan dan guru harus bisa memberikan contoh tauladan yang baik bagi siswanya. Guru harus

menciptakan kondisi praktikum yang bisa mengaktifkan dan memberikan stimulus untuk memunculkan indikator indikator *soft skills* pada masing siswa. Hal ini memang tidak mudah terutama karena jumlah jam praktikum yang kurang banyak untuk melakukan improvisasi memunculkan indikator soft skills secara maksimal.

## 2. Saran

Berdasarkan simpulan tersebut maka ada beberapa saran yang bisa disampaikan yaitu:

- 1) Perlunya komitmen bagi berbagai pihak untuk serius menangani kompetensi yang bersifat *soft skills* ini sebagai kelengkapan kompetensi yang bersifat *hard skills* agar siswa lebih lengkap bekalnya dalam memasuki dunia kerja.
- 2) Perlunya segera adanya kajian yang lebih mendalam dari pihak diknas dan selanjutnya melakukan sosialisasi kepada pihak sekolah sebab pihak sekolah tidak akan bertindak tanpa perintah dan arahan dari diknas, walaupun saat ini sudah ada keleluasaan bagi guru untuk mengembangkan diri tentang kurikulum tetapi masalah soft skills ini belum banyak terpikirkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bailey, T.R., & Hughes, K.L., & Thornton, David. (2004). *Working knowledge work based learning and education reforms*. New York & London: RoutledgeFalmer
- Blank, W. E. (1982). *Handbook for developing competency based training programs*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Borg, W. R. & Gall, M. D. (1983). *Education research: An introduction*. New York. London: Longman.
- Boud, D. & Solomon, N. (2001). *Work based learning*. Philadelphia: SRHE and Open University Press.
- Brown, Robert. (1979). *Industrial education facilities*. Boston-London-Sidney: Allyn And Bacon Inc.
- Crites, J.O. (1969). *Vocational psychology*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Darmiyati Zoehdi. (2008). *Humanisasi pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.

- Direktorat PMK. (2004). *Kurikulum SMK edisi 2004*. Jakarta: Direktorat PMK Ditjen Dikdasmen Diknas.
- Djojonegoro, Wardiman.(1998). *Pengembangan sumberdaya manusia melalui sekolah menengah kejuruan*. Jakarta: PT Jayakarta Agung Ofset.
- Ella Yulaelawati. (2004). *Kurikulum dan pembelajaran filosofi teori dan aplikasi*. Bandung: Pakar Raya.
- Fraenkel, J.R. (1977). *How to teach ababout values: An analytic approach*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Goeran, Nieragden. (2000) *The soft skills of Business English*.: <http://www.eltnewsletter.com/back/September2000/art282000.htm>. Diakses tanggal 3 Maret 2008
- Gatot Hari Priowiryanto. (2006). *Strategi sukses implementasi kurikulum 2004 pendidikan kejuruan*. Makalah Seminar Aptekindo Jateng Semarang 22 Januari 2006. Tidak diterbitkan
- Harris, Roger. & Guthrie, Hugh. (1997). *Competency baesd education and training*. South Yarta: Macmillan education Australia PTY Lmt.
- Hughes, K. L. (1999). *Work based learning and academic skill*. IEE Working Paper No. 15 Tersedia: <http://www.ed.gov/database/ERIC-Digest/ed370881.html>. (Online; 30-12-2003)
- Ian, Morrison.(2008). *Softskills*. <http://www.medhunters.com/articles/softSkills.html>. Diakses tanggal 3 Maret 2008
- Iyer, R. (2005). *60' soft'skills you need for success* <http://in.rediff.com /getahead /2005/jun/30soft.htm>. Diakses tanggal 3 Maret 2008.
- Kohlberg, L (1975). *Tahap tahap perkembangan moral*. (Terjemehan John de Santo & Agus Cremers). Yogyakarta: Kanisius.
- Koyan, I Wayan. (2000). *Pendidikan moral: Pendekatan lintas budaya*. Jakarta: Proyek Pengembangan Guru Sekolah Menengah IBRD Loan no 3979 Ditjen Dikti Depdiknas.
- Leighbody, B.G. & Kid, D.M. (1980). *Methods of teaching shop and technical subject*. New York: Delmar Publisher.

- Lickona, Thomas. (1975). *Moral development and behavior: Theory, research and social issues*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Muchlas Samani. (2004). *Pendidikan kecakapan hidup: Upaya merekonstruksi pendidikan*. Makalah. Disajikan dalam seminar dan lokakarya bidang peningkatan relevansi Program DUE-LIKE Jurusan Pendidikan Fisika IKIP Negeri Singaraja tanggal 15-16 Agustus 2003, di Singaraja.
- \_\_\_\_\_. (2007). *Bahan perkuliahan isu kontemporer pendidikan kejuruan*. Sabtu 29 September 2007 jam 08.00 sampai 10.00. Program Doktor Pascasarjana UNY
- Robinson, D.G. & Robinson, J.C. (1989). *Training for impact*. San Fransisco: Jossey Boss Inc Publisher.
- Simon, Sidney B & Howe, Leland W. 1972. *Values clarification. A handbook of practical strategies for teachers and students*. New York: Hart Publishing Company Inc.
- Spencer, L. M., & Spencer, S. M. (1993). *Competency at work*. New York: John Willey & Sons Inc
- Widarto. (2007) *Peran SMK terhadap pertumbuhan manufaktur*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK

# PERINTISAN BANK RESEP ELEKTRONIK MENGGUNAKAN *STRUCTURED QUERY LANGUAGE (SQL)*

**Endang Mulyatiningsih, Ilmawan M, Sri Palupi**

Jurusan Pendidikan Teknik Boga dan Busana, Fakultas Teknik UNY

## ABSTRAK

Tujuan jangka panjang penelitian ini adalah menghasilkan bank resep masakan elektronik yang dapat dimanfaatkan oleh program studi Tata Boga. Bank resep dirintis dengan menyediakan sistem basisdata resep masakan yang dapat dimodifikasi oleh pengguna. Tahun pertama, penelitian bertujuan untuk mengembangkan *prototyping* bank resep masakan. Penelitian tahun kedua bertujuan untuk memperbaiki program, menambah data resep masakan dan melatih pengguna mengisi data bank resep sekaligus sebagai pengelola (admin) bank resep masakan.

Metode penelitian menggunakan metode penelitian dan pengembangan program/*software*. Tahun pertama telah dilakukan analisis kebutuhan, desain program, pembuatan *prototype* program dan evaluasi internal program (alpha testing). Pada tahun kedua dilakukan perbaikan (*up grading*) program, pelatihan kepada pengguna dan pengujian eksternal (*betha testing*) program. Pelatihan diikuti oleh 25 orang peserta yang berasal dari guru SMK, dosen dan mahasiswa Pendidikan Teknik Boga. Betha testing dilakukan untuk menguji tampilan, isi resep dan petunjuk navigasi. Kegiatan pelatihan dievaluasi menggunakan model evaluasi 4 level dari Krickpatrick. Data dikumpulkan menggunakan kuesioner dan lembar observasi. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif.

Penelitian memperoleh hasil bank resep yang telah mampu memenuhi kebutuhan resep masakan untuk praktikum mata kuliah Masakan Indonesia, Kudapan dan Masakan Oriental. Program pelatihan pengisian data bank resep elektronik telah direspon dengan baik oleh peserta. Semua peserta telah mampu menjadi admin yang bertugas mengisi, menambah sub domain dan mengedit resep masakan. Peserta telah difasilitasi untuk menginstal program pada personal komputernya masing-masing. Penambahan resep masakan pada basis data masih dilakukan secara terus menerus. Hasil pengujian tampilan, isi dan navigasi oleh pengguna menunjukkan bank resep masakan telah layak untuk digunakan dan disebarluaskan.

Kata Kunci: biodegradasi, kehilangan massa, kristalinitas, poliuretan.

## A. PENDAHULUAN

Resep masakan merupakan referensi utama di program studi Teknik Boga dan institusi lain yang berkecimpung dalam usaha jasa pengolahan makanan. Tanpa ada resep masakan, pengetahuan dan keterampilan tentang pembuatan makanan tidak bisa

dipelajari atau diajarkan. Resep masakan berjumlah ribuan yang berserakan di berbagai media cetak maupun elektronik. Penelusuran resep masakan dari sumber yang tidak tertata sering membutuhkan waktu lama karena tidak semua media mampu menyediakan resep masakan yang sesuai dengan kebutuhan praktikum boga. Resep masakan akan lebih mudah diperoleh jika diciptakan suatu wadah penyimpanan yang mudah diakses yaitu bank resep elektronik. Melalui kegiatan penelitian ini, dapat dihasilkan sebuah sistem pengadministrasian resep masakan menggunakan teknologi komputer yang sangat membantu dosen dan mahasiswa dalam mencari resep masakan yang akan di praktekkan.

Bank resep merupakan suatu kumpulan resep yang telah disusun dan dibentuk ke dalam katalog seperti katalog buku di perpustakaan. Karakteristik resep yang disimpan dalam *database* komputer diperoleh dari resep masakan yang telah diuji terlebih dulu. Database resep masakan dilengkapi dengan kata kunci tertentu yang memudahkan pencarian pada saat dibutuhkan. Pencarian resep lewat bank resep hanya tinggal memasukkan kata kunci atau melalui navigasi yang sudah tersedia di tampilan oleh monitor komputer.

Resep masakan menjadi dasar pengetahuan bagi seseorang untuk dapat mengolah makanan. Resep masakan mudah diperoleh di mana saja mulai dari buku resep, majalah, tabloid, harian, sampai ke kemasan makanan. Perkembangan publikasi resep masakan juga sudah mulai merambah ke media elektronik seperti televisi dan internet. Resep-resep yang berserakan di berbagai media tersebut akan semakin baik apabila dikumpulkan dalam satu wadah yang mudah diakses dan didokumentasikan dalam tempat yang kecil tetapi dapat memuat ribuan resep masakan yaitu dalam media penyimpanan *flash* atau CD.

Teknologi komputer telah banyak dimanfaatkan untuk memudahkan pekerjaan dan membantu kelancaran kerja manusia. Komputer juga sangat berjasa dalam penyimpanan dokumen yang selalu mengalami perubahan seperti penyimpanan data mahasiswa, sistem informasi akademik dan draft kegiatan yang belum dicetak. Pengorganisasian data menggunakan komputer dapat meningkatkan keuntungan

untuk menyediakan pelayanan yang lebih baik pada pengguna dan mempunyai dampak signifikan pada efisiensi dan efektivitas pekerjaan sehari-hari.

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan perangkat lunak. Pada tahun pertama telah dihasilkan *prototype* bank resep masakan yang dikembangkan melalui tahap analisis, desain, implementasi desain, dan pengujian produk (*alpha testing*). Rumusan masalah penelitian tahun kedua difokuskan untuk memperbaiki (*up grading*) program, pelatihan kepada pengguna dan *betha testing* (pengujian tampilan, isi dan navigasi oleh pengguna): Rumusan masalah yang diajukan adalah:

1. Apakah data resep masakan di pangkalan data sudah sesuai dengan tuntutan pengguna dari aspek jenis masakan, dan cara pengolahan bahan makanan?
2. Apakah program telah valid dari aspek isi resep masakan, informasi tambahan, desain antar muka, navigasi, fitur tersembunyi dan keandalan program?
3. Apakah calon pengguna memiliki reaksi positif terhadap program pelatihan pengisian data bank resep elektronik?
4. Melalui stimulan program pelatihan, berapa peserta pelatihan yang dapat menginstallasi program bank resep masakan elektronik dan menggunakannya untuk pendukung proses pembelajaran di Tata Boga?

Perintisan bank resep diambil dari istilah bank soal yang sudah banyak diterapkan oleh lembaga pengujian pendidikan. Van Dalen dan Egger (Hambleton & Swaminathan, 1985) menjelaskan bahwa bank soal merupakan koleksi soal yang luas pada semua ukuran, sifat-sifat, domain pengetahuan beserta estimasi parameter butir soal yang tersimpan dengan baik. Bank soal berisi soal-soal yang sudah dikalibrasi sehingga sewaktu-waktu dapat dimanfaatkan oleh lembaga pengujian. Koleksi soal-soal ujian dalam bank soal yang berjumlah banyak memberi peluang kepada pengguna untuk memilih seri soal yang diinginkan. Berbagai pilihan yang ditawarkan oleh bank soal bertujuan untuk menghindari pengulangan soal yang sama diberikan kepada peserta yang sama apabila secara kebetulan peserta mengikuti ujian lebih dari satu kali dalam waktu yang berdekatan.

Bank resep merupakan proses pengoleksian resep masakan dengan menggunakan sistem pengelolaan basis data. Informasi yang relevan dengan resep

masakan perlu dicantumkan sebagai identitas resep masakan untuk memudahkan pencarian resep. Gabungan dari beberapa informasi yang memberi karakteristik terhadap resep masakan tertentu kemudian diberi kode dan diklasifikasi menjadi beberapa kategori. Contoh klasifikasi resep masakan dalam database misalnya klasifikasi lauk pauk berisi informasi tentang lauk yang berasal dari bahan ikan, unggas, daging; nama masakan; sumber penulis; tanggal uji coba; pengujian organoleptik dan lain-lain.

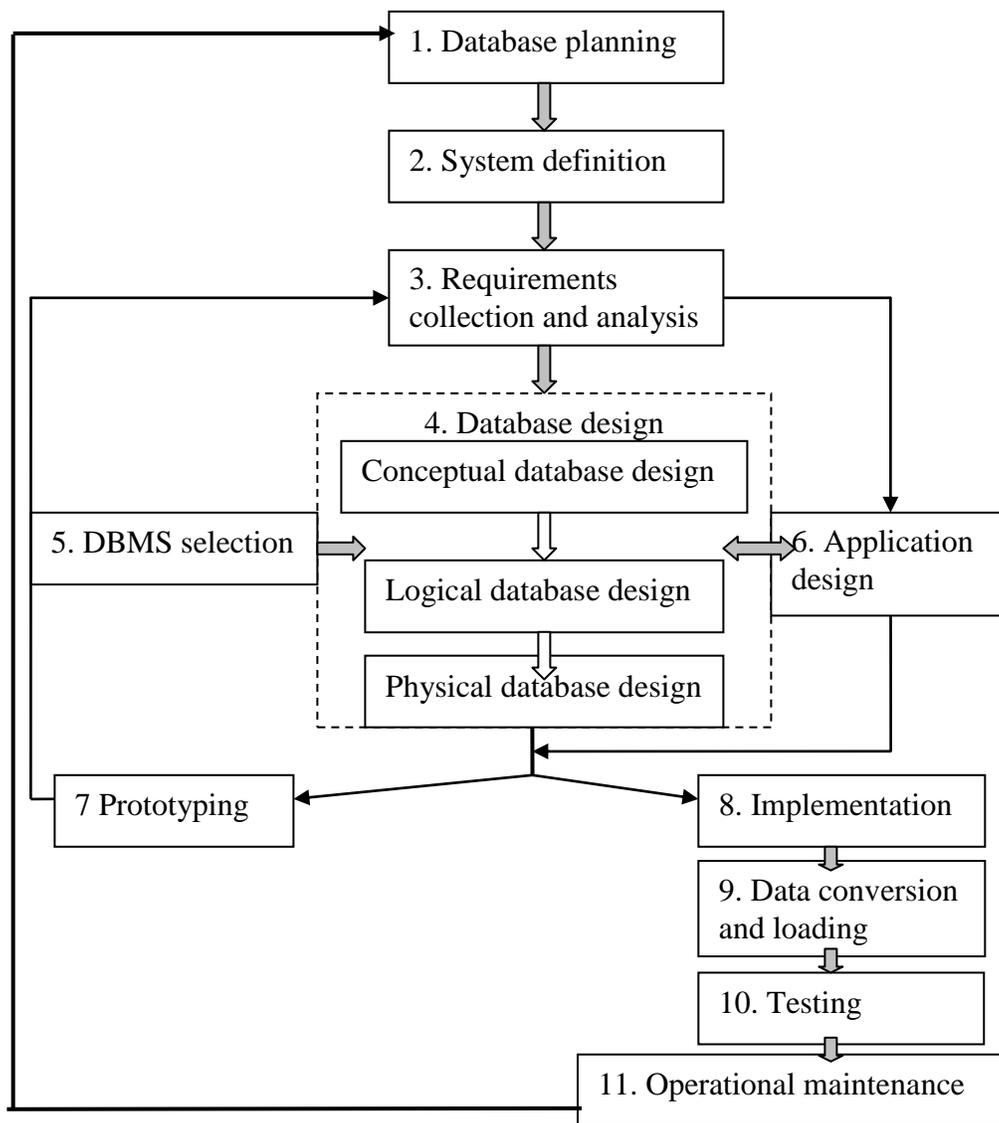
Perintisan bank resep elektronik menggunakan program SQL mengacu pada struktur manajemen sistem basis data (*data base management system*). Menurut Kroenke (1995: 14) “*a database is a self-describing collection of integrated records*”. Selanjutnya Deen (1987: 5) mengatakan “*we can define a database as a generalised integrated collection of data which is structured on natural data relationships so that it provides all necessary access path to each unit of data in order to fulfil the differently needs of all users*”. Berdasarkan pengertian tersebut, basis data dapat berarti kumpulan data yang terintegrasi, struktur data dapat saling berhubungan untuk melayani semua keperluan jalur akses untuk masing-masing unit data dalam memenuhi kebutuhan semua pengguna yang berbeda-beda.

SQL adalah sebuah contoh transformasi yang diorientasikan pada bahasa, atau bahasa yang dirancang dengan menggunakan relasi untuk mengubah input menjadi output yang dituntut. Menurut Connolly (2005: 114) SQL (*Structured Query Language*) dapat digunakan untuk dua cara yaitu cara interaktif dan cara melekat. Cara interaktif dilakukan dengan memasukkan pernyataan pada sebuah terminal. Cara *embed* (melekat) dengan menggunakan pernyataan yang sudah tersedia dalam bahasa prosedural. SQL mempunyai dua komponen mayor yaitu: *Data definition Language* (DDL) untuk mendefinisikan struktur basis data dan mengendalikan akses data. *Data Manipulation Language* (DML) untuk memanggil kembali dan memperbaiki data.

Ada beberapa kelebihan dan kelemahan penggunaan model relasi SQL. Menurut Connolly (2005: 184) keuntungan pemakaian SQL adalah: data saling bebas, keamanan dapat diperbaiki, kekomplekan dapat diturunkan, nyaman dan data terintegrasi. Kelemahan SQL adalah keterbatasan update, keterbatasan struktur dan

kinerja. Untuk mengatasi keterbatasan yang terdapat pada SQL, banyak model DBMS lain yang dapat digunakan untuk melengkapi pembuatan bank resep elektronik misalnya QBE (*Query-By-Example*) dan *Microsoft Office Access 2003*. Dalam penelitian ini, ada beberapa program yang diikutsertakan dalam pengembangan bank resep yaitu basis data menggunakan SQL, bahasa pemrograman menggunakan PHP, dan aktivasi program menggunakan Apache.

Pengembangan manajemen sistem basis data (*Data-Based Management System: DBMS*) merupakan sebuah siklus yang melewati tahap-tahap seperti yang tercantum pada Gambar 1. Pengembangan sistem manajemen basisdata memerlukan proses yang panjang. Dalam perancangan database itu sendiri terdapat tiga langkah yang harus dilewati yaitu perancangan konsep, perancangan logic dalam bentuk bahasa program dan perancangan fisik berupa tampilan program di layar komputer. Setelah desain program dibuat dalam bentuk prototype atau benda jadi, program masih perlu tindakan pengujian dan pemeliharaan supaya program tetap dapat difungsikan.



Gambar 1: Siklus Pengembangan Basisdata

(Connoly, 2005: 284)

SQL merupakan database yang dikembangkan menggunakan struktur bahasa Query. Queries adalah fasilitas bagi user untuk melihat, mengubah dan menganalisis data dalam berbagai cara yang berbeda. Queries dapat juga disimpan dan digunakan sebagai sumber-sumber catatan dalam bentuk form, report, dan halaman akses data. SQL dapat menampilkan tabel yang akan diisi data, memanipulasi data (menambah, menghapus, memperbaharui) oleh karena itu SQL dapat menampilkan database yang dinamis (Ramakrisnan, 2000). Fitur-fitur yang ada dalam database semakin kompleks

sehingga memungkinkan untuk dibuat aplikasi database yang canggih termasuk pembuatan bank resep masakan

Berdasarkan hasil studi pendahuluan, program studi Pendidikan Teknik Boga yang bekerja sama dengan program Pendidikan Teknik Elektro, UNY telah beberapa kali mengembangkan *software* media pembelajaran. *Software* yang telah dibuat antara lain pengembangan media pembelajaran CD interaktif untuk mata kuliah Tata Hidang (Haryanto, dkk, 2003) dan pengembangan media pembelajaran CD interaktif untuk mata kuliah Kontinental dan Oriental (Yuriani, dkk, 2005). Beberapa proyek akhir mahasiswa ada yang menghasilkan media video untuk meliput proses pembuatan produk tertentu. Pengembangan media pembelajaran berbasis komputer tersebut mendapat sambutan yang cukup baik dari lembaga dan mendapat peluang untuk dilanjutkan pada penerapan IPTEK.

Program studi Diknik Elektro juga sudah mengembangkan beberapa *software* untuk kepentingan pembelajaran maupun pelayanan masyarakat umum. Beberapa hasil penelitian terbaru di program studi Diknik Elektro antara lain: (1) Pengembangan perangkat lunak kamus bahasa Inggris-Bahasa Indonesia berbasis web menggunakan *active server pages* (Didik Hariyanto, 2005); (2) Pengembangan media pembelajaran berbasis multimedia pada mata kuliah Pengajaran Mikro (Totok, H. 2005); dan (3) implementasi *software mobile agent* berbasis Java (Ali, M. 2005). Dari berbagai kajian hasil penelitian terdahulu dapat dilihat bahwa perintisan bank resep elektronik belum pernah dibuat tetapi kapasitas untuk mengembangkan *software* bank resep dijamin dapat dipertanggung-jawabkan kualitasnya.

Siklus pengembangan database yang lebih lengkap meliputi tahap-tahap: *planning, requirements collection and analysis, design, prototyping, implementation, testing, conversion and loading, testing and operational maintenance* (Whitten, 2004: 456). Secara lebih ringkas, siklus tersebut dapat dikelompokkan menjadi empat tahap utama yaitu: analisis, desain, implementasi (prototyping) dan pengujian. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan pada setiap tahapan dalam siklus pengembangan database dapat dipaparkan sebagai berikut.

Analisis merupakan studi pendahuluan yang dapat berisi kegiatan: (1) mendefinisikan permasalahan; (2) menspesifikasikan tujuan; (3) menetapkan cakupan proyek; (4) mengidentifikasi batasan; (5) menetapkan feasibilitas teknis; (6) membuat biaya awal dan mengestimasi manfaat yang dapat diperoleh; (7) menetapkan jadwal; (8) menulis laporan studi awal (Shore, 1987). Dalam penelitian ini analisis dilakukan untuk menganalisis kebutuhan resep masakan dari calon pengguna program dan menganalisis kebutuhan pemrograman yang sesuai.

Desain program dapat dilakukan mulai dari yang sederhana sampai ke yang kompleks. Struktur desain yang sederhana hanya cukup menjelaskan tahap demi tahap yang diperlukan mulai dari input yang diperlukan untuk output yang dikehendaki. Slotnick (1986) menjelaskan cara yang paling sederhana dalam mendesain sebuah program yaitu mulai dari pembuatan *flowchart*, penulisan bahasa program (*pseudocode*), pengkodean program, pembuatan *prototype* dan pengujian program.

*Prototyping* digunakan untuk aplikasi tujuan khusus pengembangan *software* dalam versi skala kecil. *Prototype* dapat diperlihatkan kepada pengguna yang akan mencoba untuk memperoleh masukan apakah perlu ada perubahan atau peningkatan. Setelah pengguna terakhir selesai menguji *prototype* tersebut, tim perancang dapat mempelajari respon yang diberikan oleh pengguna dan memperbaiki *prototype* untuk menjadi produk yang sesungguhnya.

Setelah program dilengkapi dan sebelum direalisasikan penggunaannya perlu diuji terlebih dahulu. Proses pengujian dilakukan mulai dari *entry data* sampai ke pemakaian oleh pengguna. Dalam situasi yang ideal, data yang dikumpulkan dan dimasukkan dalam sistem basis data tidak mengandung kesalahan atau dijamin kebenarannya. Dalam fase *entry data*, pengujian dilakukan untuk mengendalikan keakuratan data atau memperkecil kesalahan program yaitu menggunakan *verifikasi dan validasi*.

- a) Verifikasi dilakukan untuk pengecekan ulang oleh pembaca kedua. Apabila tidak ada perbedaan antara pembaca pertama dan kedua dalam *entry data*, maka data dapat dilanjutkan ke proses berikutnya tetapi apabila ada perbedaan, kesalahan *entry data* dapat segera diperbaiki

b) Validasi, yaitu menyelenggarakan pengujian tertentu terhadap data. Apabila sebuah bagian harus berisi 6 digit angka, sebagai contoh, computer dapat memprogramkan untuk kondisi pengujian tersebut. Sebuah masukan data seperti 25A364 akan gagal, karena tidak semua karakter yang dimasukkan berisi 6 angka.

Pelatihan kepada pengguna merupakan tahap yang sangat penting dalam proses pengembangan. Selama tahap ini pengguna, harus belajar bagaimana sistem dioperasikan dan bagaimana mereka dapat menggunakan untuk menemukan informasi yang diperlukan. Melatih pengguna dilakukan setelah program teruji kebenarannya. *Follow up* program yang terakhir adalah memelihara dan meng-*up grade* program agar program selalu mutakhir, tidak ketinggalan jaman.

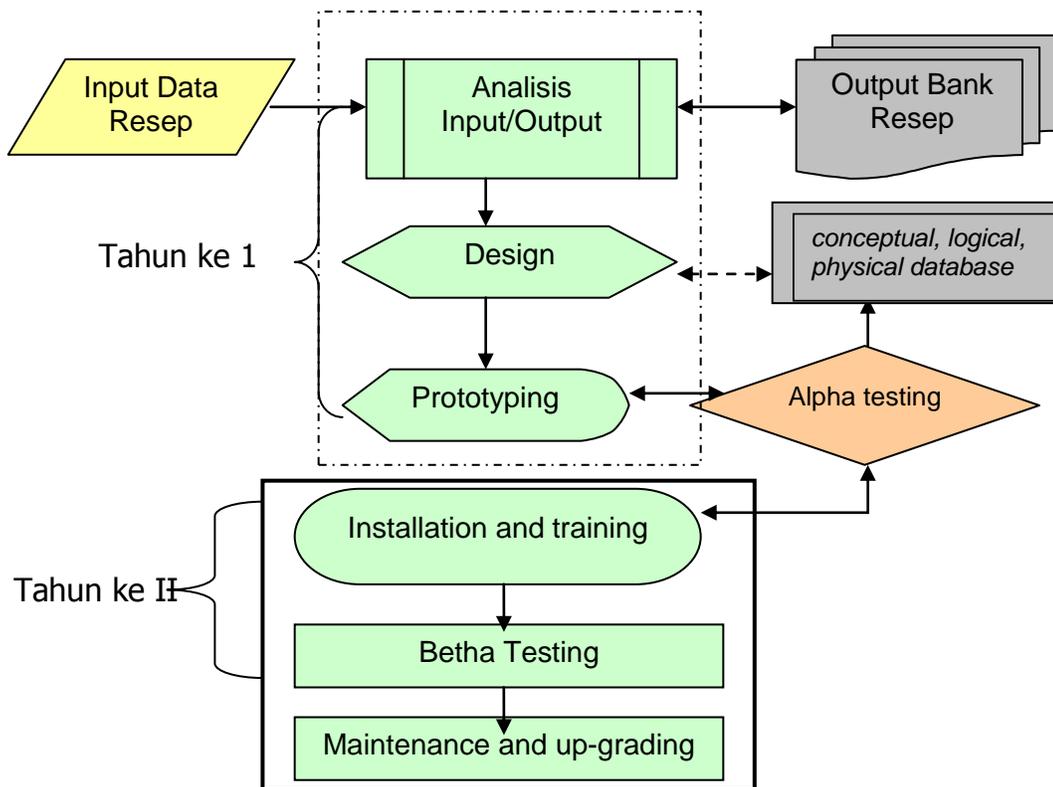
Program pelatihan perlu dievaluasi hasilnya. Model evaluasi yang cocok adalah evaluasi program pelatihan yang dikembangkan oleh Kirkpatrick. Model evaluasi diangkat dari teori evaluasi belajar yang terdiri dari 4 level yaitu: *reaction, learning, behavior and result*. Tahap-tahap evaluasi dilakukan secara berurutan sesuai alur belajar yang dialami seseorang. Pada tahun 1994, Kirkpatrick merevisi tahap *learning* menjadi *transfer*. Dalam penelitian ini, hal –hal pokok yang diukur pada setiap tahap atau level evaluasi adalah:

- 1) Mengambil data reaksi peserta terhadap program pelatihan.
- 2) Mengukur semua perubahan yang terjadi sebagai akibat kegiatan pelatihan.
- 3) Mewawancarai perubahan sikap dan perilaku di lingkungan kerja peserta setelah mengikuti program pelatihan

Mewawancarai hasil akhir jumlah data resep masakan yang sudah dapat diisikan dan digunakan untuk kepentingan praktikum.

## **B. Metode Penelitian**

Metode penelitian ini menggunakan *reseach and development* yang dirancang selama dua tahun. Prosedur pengembangan dapat disimak pada gambar 2.



Gambar 2: Prosedur Perancangan Bank Resep

Subjek penelitian terdiri dari beberapa kelompok sesuai dengan tahap pengembangan. Subjek yang terlibat dalam tahap kegiatan analisis kebutuhan adalah calon pengguna program yaitu dosen, guru, mahasiswa program studi Pendidikan Teknik Boga dan ahli pemrograman komputer. Subjek penelitian pada tahap analisis kebutuhan juga dilibatkan dalam proses pengujian kelayakan program (*betha testing*) dan pelatihan penggunaan produk. Subjek penelitian berjumlah 25 orang yang terdiri dari 19 orang guru SMK Pariwisata, 3 orang dosen dan 3 orang mahasiswa jurusan Pendidikan Teknik Boga.

Pengambilan data selama proses pengembangan dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada tahap analisis kebutuhan dan pengujian/evaluasi. Informasi yang digali pada saat analisis kebutuhan meliputi analisis kebutuhan resep masakan yang dimasukkan dalam bank resep, klasifikasi resep untuk membuat domain pangkalan data dan analisis program komputer yang dapat digunakan untuk membuat bank

resep. Pengambilan data pada saat evaluasi/pengujian juga dilakukan dua kali yaitu pengujian program oleh programmer (*black box/alpha testing*) dan pengujian kelayakan program oleh pengguna (*white box/betha testing*). Materi yang diuji pada saat *black box testing* meliputi kecepatan akses, penemuan kesalahan program, pengujian fungsi navigasi, fitur tersembunyi, dll. Materi yang diuji pada *betha testing* meliputi tampilan bank resep, kemudahan navigasi, isi/jumlah resep masakan, keakuratan data resep masakan, dsb.

Metode dan alat yang digunakan untuk mengumpulkan data penelitian ini tergantung pada jenis data yang diperlukan. Pengumpulan data resep masakan baku diperoleh melalui pengujian resep di laboratorium, dokumentasi resep baku dan hasil penelitian pengembangan resep oleh dosen dan mahasiswa. Pengumpulan data analisis kebutuhan, uji kelayakan program (*alpha testing*) menggunakan metode *focus group discussion*. Pengumpulan data evaluasi program pelatihan dan kelayakan bank resep pada tataran pengguna menggunakan metode angket, lembar pengamatan program, dan wawancara.

Metode pengujian produk menggunakan cara yang sama seperti pada tahap evaluasi produk. Kriteria hasil yang ditetapkan setelah produk mengalami proses pengujian adalah produk dapat dioperasikan sesuai dengan output yang diinginkan oleh pengguna. Apabila output belum memuaskan kebutuhan pengguna maka program masih terus diperbaiki dan ditingkatkan. Keabsahan data yang masuk dalam program diuji dengan teknik verifikasi dan validasi. Verifikasi dilakukan melalui pengecekan ulang oleh pembaca lain di luar perancang program. Validasi dilakukan melalui pengujian terhadap program dan kelayakan program tersebut apabila dipublikasikan. Dalam penelitian ini, verifikasi dan validasi melibatkan bantuan mahasiswa program studi Tata Boga dan ahli pemrograman komputer.

Tabel 1. Kisi-kisi Instrumen Evaluasi Program Pelatihan

Level	Substansi yang Dievaluasi
Reaksi	Reaksi peserta terhadap program pelatihan yang meliputi: 1) Relevansi materi pelatihan dengan kebutuhan 2) Kompetensi instruktur/fasilitator pelatihan 3) Fasilitas menunjang kelancaran pelatihan

	4) Penggunaan waktu efisien dan efektif
Learning	1) Kompetensi peserta mengentry data resep masakan 2) Partisipasi (kehadiran dan keaktifan) peserta selama pelaksanaan pelatihan
Behavior	Wawancara 1) Manfaat program pelatihan untuk efisiensi kerja 2) Dampak tidak langsung, (kemampuan peserta untuk melakukan pencarian resep masakan melalui internet)
Result	1) Jumlah peserta yang dapat menginstalasi program 2) Jumlah resep masakan yang dapat diisikan di bank resep

Instrumen penelitian evaluasi produk dikembangkan dari sesuai dengan level evaluasi reaction, learning, behaviour dan result. Kisi-kisi instrumen dapat disimak pada Tabel 1. Data penelitian tahun ke dua berupa data kuantitatif dan kualitatif yang berasal dari hasil evaluasi program pelatihan dan program bank resep masakan oleh pengguna. Data kuantitatif dianalisis secara deskriptif menggunakan tabel distribusi frekuensi. Data kualitatif dianalisis secara deskriptif berdasarkan kelompok informasinya

### C. Hasil dan Pembahasan

Pada tahun pertama, kegiatan penelitian telah sampai pada pembuatan *prototype* bank resep masakan elektronik melalui tahap-tahap analisis, desain, implementasi dan evaluasi. Rangkuman hasil kegiatan pengembangan dapat disimak pada paparan berikut ini.

#### 1. Analisis Kebutuhan

Pengembangan isi bank resep masakan dilakukan berdasarkan analisis kebutuhan resep masakan pada mata kuliah praktik di Jurusan Pendidikan Teknik Boga. Mata kuliah yang membutuhkan resep masakan adalah mata kuliah: (1) Teknologi Pengolahan Masakan Indonesia; (2) Teknologi Pengolahan Masakan Oriental; (3) Teknologi Pengolahan Masakan Kontinental; (4) Kudapan dan (5) Patiseri. Hasil analisis kebutuhan pengembangan isi bank resep pada tahun pertama mengalami sedikit perubahan.

Hasil pengembangan bank resep pada tahun pertama belum memenuhi kebutuhan pengguna sehingga pada revisi tahun kedua, resep masakan Kontinental tidak diklasifikasikan berdasarkan urutan penyajian (*appetizer, entree, main course dan dessert*) namun diklasifikasikan menurut asal bahan (*chicken, Meat/beef, fish and*

*vegetable*). Klasifikasi resep ini sebagian besar hanya untuk memenuhi kebutuhan resep pada hidangan *main course* saja sedangkan resep masakan untuk hidangan *appetizer, entree dan dessert* dimasukan ke dalam klasifikasi pastry. Resep masakan Indonesia diklasifikasikan menurut kelompok hidangan (makanan pokok, lauk pauk, sayur mayur). Pada revisi tahun kedua ditambah dengan resep Kudapan). Resep masakan Oriental diklasifikasikan berdasarkan asal negara (China, Jepang, Thailand, Phillipina, dll). Mengingat jumlah negara di kawasan Asia dan Timur Tengah cukup banyak, maka klasifikasi resep masakan hanya dipilih untuk negara-negara yang memiliki resep dan bahan masakan spesifik yang sudah mendunia.

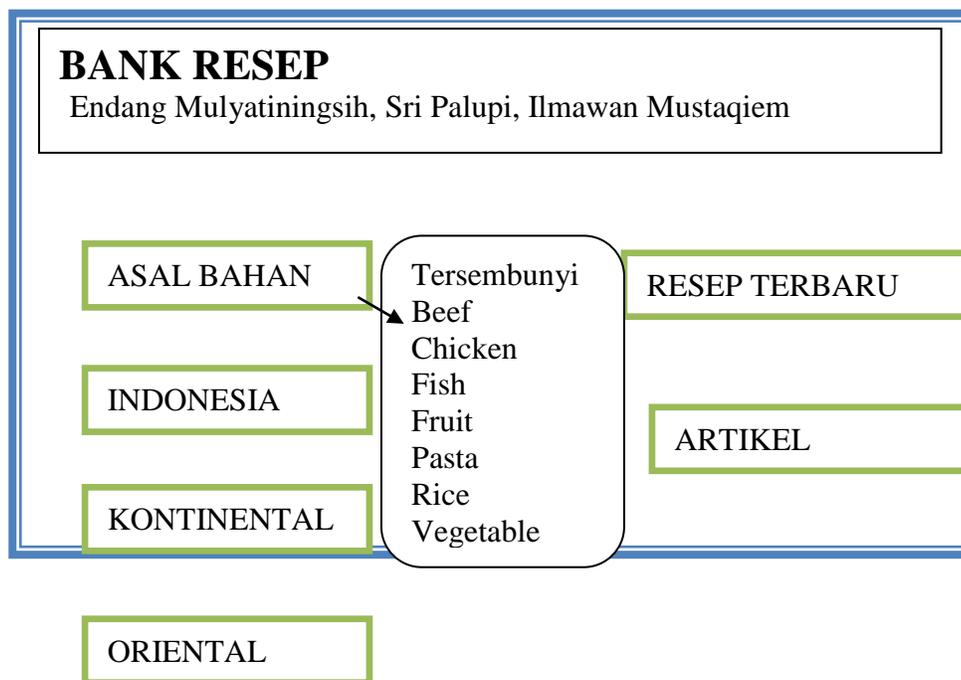
Hasil analisis persyaratan sistem memperoleh fungsi sistem yang diharapkan sebagai berikut:

- a. Sistem menampilkan halaman depan yang berisi tampilan klasifikasi resep berdasarkan asal daerah (Indonesia, Kontinental, dan Oriental)
- b. Sistem menyembunyikan isi klasifikasi resep masakan, apabila kursor menunjuk nama wilayah pada klasifikasi resep tersebut, isi bagian wilayah akan muncul. Misalnya: kursor menunjuk masakan Indonesia maka akan muncul nama-nama nasi, lauk pauk, sayur-mayur dan kudapan yang tersembunyi.
- c. Sistem menampilkan fasilitas pencarian menggunakan kata kunci resep masakan berdasarkan asal bahan dan jenis hidangan.
- d. Pencari resep dapat memanggil resep masakan berdasarkan tampilan menu yang terdapat pada halaman menu utama menurut klasifikasi daerah atau bahan makanan. Setelah di “klik” klasifikasi masakan yang sesuai, pencari resep dapat memilih beberapa resep sejenis yang ditampilkan.
- e. Sistem menyediakan layanan informasi lain yang berada di luar resep masakan yaitu artikel-artikel yang berkaitan dengan teknik memasak.
- f. Admin dapat menambahkan resep baru setelah membuka *password* untuk menjaga keamanan sistem basis data
- g. Admin dapat dikelola oleh dosen pengampu mata kuliah dan guru SMK yang sudah dilatih

- h. Mahasiswa dapat menggunakan fasilitas pencarian resep masakan yang akan dipraktikkan melalui personal komputer yang sudah diinstall
- i. Mahasiswa diberi fasilitas untuk memberi komentar terhadap resep masakan yang di muat pada bank resep
- j. Dosen pengampu mata kuliah Teknologi Pengolahan Masakan Indonesia, Kontinental dan Oriental dapat menambah resep masakan yang dipraktikkan
- k. Dosen dapat memperbaiki resep masakan dengan bantuan dosen pengelola bank resep (admin)

## 2. Desain

Dalam tahap ini dihasilkan desain arsitektur yang memenuhi persyaratan sesuai dengan hasil analisis persyaratan sistem. Desain tampilan bank resep dapat dilihat pada diagram alir berikut ini



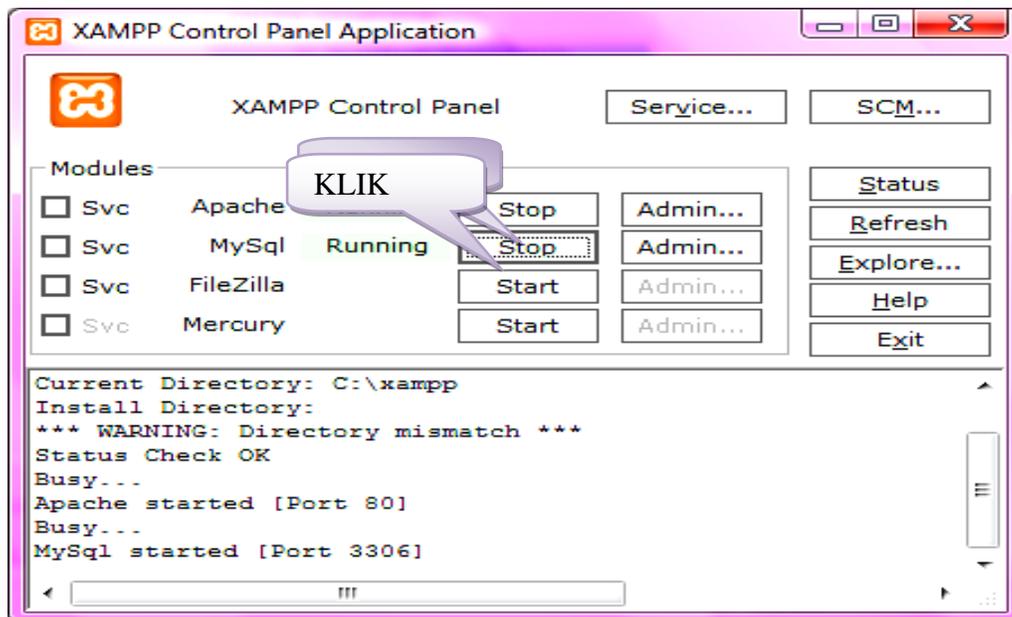
Gambar 3. Desain Tampilan Menu Utama

Desain tampilan menu memperlihatkan “header BANK RESEP”, nama peneliti dan menu penelusuran resep dari asal daerah dan asal bahan. Apabila di

“klik” kata “meat” akan muncul beberapa nama resep masakan yang berasal dari daging. Selanjutnya apabila di klik nama masakan akan muncul resep secara keseluruhan.

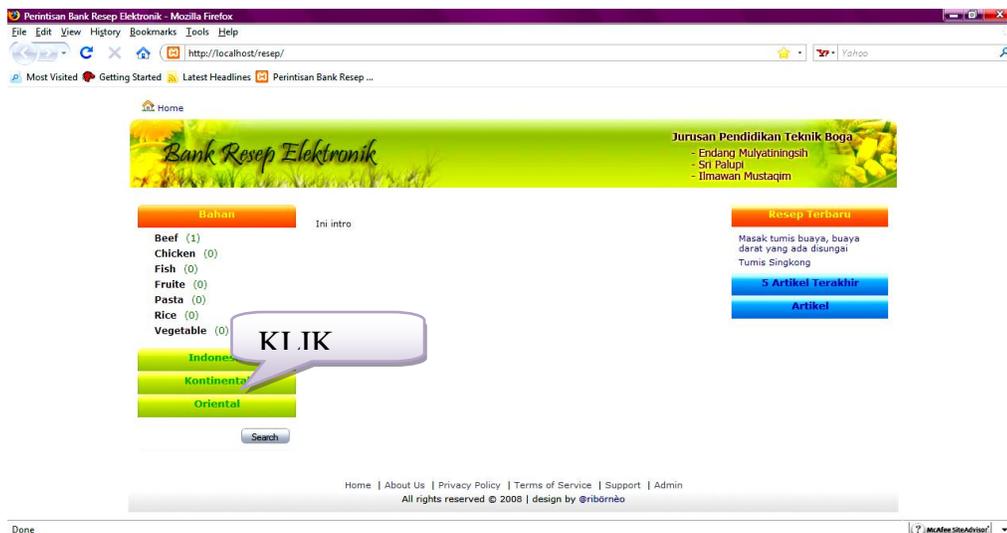
### 3. Implementasi Design

Tahap implementasi menghasilkan prototype *local host* bank resep masakan. Untuk menghasilkan bank resep tersebut telah digunakan beberapa aplikasi yaitu: (1) bahasa pemrograman menggunakan PHP; (2) server menggunakan Apache, dan (3) database menggunakan MySQL. Untuk mengaktifkan *local host* diperlukan program *XAMPP control panel application*. Setelah module *Apache* dan *MySQL* yang terdapat pada XAMPP di aktifkan (“klik start”), dua module tersebut akan melakukan *running*, kemudian *lokal host* dapat dijalankan. Tampilan cara menjalankan *local host* dapat disimak pada gambar 5.



Gambar 4. Starting Lokal Host

Setelah program XAMPP diaktifkan, halaman awal internet kemudian dibuka. Lokal host ditempatkan pada halaman *Mozilla Firefox* di Personal Computer (PC) yang telah diinstall. Halaman awal bank resep masakan elektronik dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 5. Prototype Bank Resep Elektronik

Prototype bank resep elektronik menampilkan kerangka database resep masakan, namun belum berisi resep-resep masakan. Pada tahap ini, sudah dilakukan evaluasi tampilan isi program dari sudut klasifikasi resep masakan.

#### 4. Evaluasi Internal Program

Evaluasi dilakukan selama proses pengembangan program masih berlangsung dan setelah program digunakan oleh pengguna. Istilah lain yang sering digunakan adalah alpha dan betha testing. *Alpha testing* dilakukan oleh peneliti dan *betha testing* dilakukan oleh pengguna. Pada tahun pertama, proses evaluasi dilakukan oleh semua staf pengembang yang terdiri dari perancang program (peneliti), ahli materi (dosen pengampu), dan ahli media (programer) untuk menjalankan program dari awal sampai akhir. Evaluasi bertujuan untuk menguji kelayakan program dan kelayakan materi. Selama evaluasi ini, diidentifikasi permasalahan-permasalahan yang masih perlu diperbaiki, yaitu: isi resep, informasi tambahan, desain antar muka, navigasi, fitur tersembunyi, dan keandalan program. Proses dan hasil evaluasi dilaporkan sebagai berikut:

Evaluasi isi resep masakan dilakukan untuk mengecek kembali kesalahan-kesalahan dalam komposisi bahan, prosedur pembuatan, pengetikan, penggunaan istilah dalam metode memasak dan keterbacaan bahasa. Evaluasi dilakukan oleh

pembaca kedua dan praktikan. Hasil evaluasi isi resep masakan langsung diperbaiki pada saat pengujian resep masakan, dengan demikian isi resep masakan yang dimasukkan dalam bank resep adalah resep yang sudah direvisi.

Informasi tambahan berisi artikel terbaru dan tip-tip memasak. Materi yang dievaluasi antara lain petunjuk navigasi bagi pengguna yaitu mudah atau sulit ditemukan. Hasil evaluasi menunjukkan navigasi untuk pencarian mudah ditemukan sehingga tidak dilakukan perbaikan pada bagian ini.

Media komunikasi antara pengguna dan program direalisasikan dalam tampilan program dari halaman demi halaman. Dalam penelitian ini evaluasi hanya dilakukan pada lay out tampilan, kualitas teks dan kualitas gambar. Hasil evaluasi menunjukkan tidak ada komentar mengenai hal ini, artinya baik perancang maupun programmer sudah menyetujui hasil pengembangan.

Petunjuk untuk menjalankan program bagi pengguna dinamakan navigasi. Petunjuk navigasi tidak harus berupa kata-kata tetapi dapat berupa icon atau gambar. Hal-hal yang dievaluasi meliputi: bantuan navigasi, konsistensi, restarting, *passive bookmarking*, dan *active bookmarking*. Hasil evaluasi menunjukkan alat navigasi sudah berfungsi dengan baik sehingga tidak perlu ada perbaikan.

Fitur tersembunyi berisi sesuatu yang tidak dapat dilihat secara langsung oleh pengguna pada saat menjalankan program. Hal yang dievaluasi meliputi: manfaat dan fungsi dapat dijalankan. Hasil evaluasi menunjukkan fitur tersembunyi ini sudah berfungsi dengan baik sehingga tidak perlu ada perbaikan.

Program yang andal adalah program yang dapat menjalankan semua fungsinya dengan baik ketika program tersebut dijalankan. Hal-hal yang dievaluasi antara lain apakah pada saat menjalankan terjadi error atau kemacetan atau tidak. Selama proses pengembangan ini, kesalahan program langsung diperbaiki oleh programmer sehingga pada saat dijalankan sudah tidak ditemukan kesalahan program lagi.

Setelah program dievaluasi secara internal kemudian dilanjutkan evaluasi eksternal (*beta testing*) oleh pengguna bank resep masakan yaitu: dosen, guru SMK dan mahasiswa Pendidikan Teknik Boga. Hal-hal yang dievaluasi pada program bank resep masakan meliputi: (1) isi resep masakan; (2) tampilan bank resep masakan; dan

(3) kinerja program. Hal-hal yang dievaluasi pada program pelatihan meliputi: reaksi, kemampuan belajar, perilaku, dan hasil pelatihan.

Hasil evaluasi isi resep masakan menunjukkan terdapat dua poin yang masih perlu diperbaiki yaitu jumlah resep yang tersedia dan klasifikasi resep masakan. Jumlah resep masakan sampai laporan ini dibuat masih terus ditambah. Klasifikasi jenis masakan terdapat kelemahan karena ada beberapa jenis masakan yang sudah tidak asli sumber maupun bahan dasarnya. Sebagai contoh: klasifikasi resep masakan Jepang berisi resep Omuraisu dan Torikatsu. Dari sisi bahasa keduanya menggunakan bahasa Jepang namun dari sisi teknik olah dan bahan yang digunakan, resep tersebut dipengaruhi oleh masakan Eropah.

Hasil pengamatan responden terhadap tampilan bank resep menunjukkan ada tiga point yang masih belum sesuai dengan keinginan pengguna. Meskipun jumlah responden yang menilai 'belum' relatif sedikit namun hal ini perlu direspon keinginannya. Perbaikan tampilan halaman dilakukan dengan mengganti gambar/foto yang lebih jelas/tidak kabur sehingga apabila resep ini akan dipraktikan, praktikan sudah memiliki gambaran hasil masakannya.

Berdasarkan hasil evaluasi kinerja program terdapat satu poin yang masih perlu diperbaiki yaitu kelengkapan tampilan resep masakan. Sampai pada akhir kegiatan penelitian ini, resep masakan untuk praktikum mata kuliah Kontinental dan Patiseri belum lengkap karena mata kuliah tersebut tidak diampu sendiri oleh tim peneliti. Ke depan, kelengkapan resep akan terus dipenuhi dengan melibatkan mahasiswa praktikan sebagai admin.

Berdasarkan hasil evaluasi reaksi peserta pelatihan terhadap program pelatihan pengisian bank resep elektronik, semua peserta menyatakan bahwa: program pelatihan menarik untuk diikuti, sesuai dengan kebutuhan, membangkitkan inspirasi baru untuk membuat kegiatan yang sejenis, dan penting untuk lembaga.

Berdasarkan hasil observasi learning tersebut, dapat dilaporkan bahwa meskipun masih ada dua orang peserta yang belum familier dengan program-program komputer yang digunakan dalam pengisian bank resep elektronik tetapi pada akhirnya semua peserta mampu mengisikan data resep masakan ke dalam bank resep

elektronik. Hal ini menunjukkan bahwa pengisian resep dalam bank resep merupakan kegiatan yang mudah dilakukan karena hanya tinggal memanfaatkan copy dari program word kemudian dimasukkan ke dalam program XAMPP. Peserta sangat antusias mengikuti kegiatan pelatihan karena program masih relatif baru dan sangat diperlukan oleh sekolah. masing-masing sekolah sudah memesan untuk dibuatkan program yang serupa.

Evaluasi hasil (result) dilakukan setelah pelatihan selesai untuk mengetahui efek program pelatihan terhadap efisiensi kerja guru dalam menyimpan resep masakan yang sering digunakan. Berdasarkan hasil pemantauan lewat telepon, hanya ada satu sekolah yang membuat bank resep elektronik. Hal ini dapat dimaklumi karena pembuatan bank resep membutuhkan biaya yang cukup mahal. Tanpa dukungan dari lembaga, hal ini sulit diwujudkan. Jumlah resep yang berhasil dikoleksi setiap saat bertambah. Target jumlah resep minimal seratus akan dapat dicapai pada akhir semester. Dengan adanya bank resep masakan, pekerjaan guru menjadi lebih efisien karena waktu yang diperlukan untuk mencari resep masakan menjadi lebih singkat.

Maintenance dan *up grading* program dilakukan secara terus menerus oleh admin. Maintenance dilakukan untuk menjaga supaya program masih tetap dijalankan dan *up grade* dilakukan untuk menambah isi dan memperbaiki bank resep masakan. Untuk melakukan kegiatan ini, peneliti dibantu oleh tiga orang mahasiswa. Satu orang bertugas sebagai *maintenance program* dan dua orang sebagai admin yang bertugas menambah isi dan memperbaiki resep masakan. Hasil penambahan resep sampai laporan ini selesai terdapat 80 resep masakan Oriental, 40 resep masakan Kontinental, 125 resep masakan Indonesia, 100 resep Kudapan dan 50 resep pastry. Penambahan resep masakan terus menerus dilakukan sesuai dengan kebutuhan praktikum. Apabila ada resep baru yang akan dan sudah dipraktikan maka isi bank resep ditambah.

#### **D. KESIMPULAN**

Perintisan bank resep masakan elektronik telah menghasilkan *prototype* bank resep yang telah teruji kualitasnya pada setiap tahap pengembangan. Hasil penelitian dan pengembangan tersebut dapat disimpulkan:

1. Analisis kebutuhan pengembangan bank resep elektronik telah memperoleh sistem penyimpanan dan pemanggilan resep masakan yang mudah digunakan oleh pengguna; cakupan resep yang masuk di dalam sistem basis data meliputi kelompok resep masakan Indonesia, Kontinental dan Oriental. Setiap kelompok resep tersebut masih berisi resep-resep masakan dari berbagai macam bahan dan teknik olah; isi maupun program bank resep elektronik telah memenuhi feasibilitas teknis untuk dikembangkan.
2. Desain produk dikembangkan bank resep masakan dikembangkan dari desain output tampilan bank resep, desain input isi resep masakan, desain file dan manajemen sistem basis data. Output bank resep dirancang supaya dapat menampilkan resep masakan yang dilacak dari asal daerah, bahan pembuat dan kata kunci. Isi resep masakan dirancang dari resep-resep yang sudah diuji dengan menampilkan nama resep masakan, bahan dan bumbu, dan prosedur pengolahan. Sistem manajemen basis data dibuat sesuai dengan klasifikasi resep masakan yang dapat saling terhubung (link) dengan kelompok lain sesuai dengan kata kuncinya.
- 3 Resep masakan yang akan dimuat pada bank resep elektronik telah melewati proses pengujian di laboratorium Pendidikan Teknik Boga .
- 4 Data resep masakan telah dapat dimasukkan oleh admin. Untuk dapat menjadi admin, pengelola bank resep harus memasukkan identitas dan memiliki ijin resmi password supaya dapat menjalankan fungsi program dengan baik.
- 5 Prototype produk telah menghasilkan beberapa contoh pangkalan data, petunjuk penelusuran dan isi resep masakan kudapan.
6. Program telah melewati proses pengujian/evaluasi secara terus menerus sehingga program tidak mengalami error atau kesalahan pada saat program tersebut dioperasikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Connolly, T. M., & Begg, C. E. (2005). *Database system, a practical approach to design implementation and management* (4<sup>th</sup>. ed.). London: Pearson Education Limited.
- Deen, S.M. (1987). *Fundamentals of database systems*. Hongkong: Mc. Millan Education Ltd.
- Hambleton, R. K., & Swaminathan, H. (1985) *Item response theory, principles and application*. Boston: Kluwer Nijhoff Publishing
- Hariyanto, D. (2005). Pengembangan perangkat lunak kamus bahasa Inggris-bahasa Indonesia berbasis web menggunakan active server pages *Jurnal Edukasi@Elektro*, Vol.2 No. 1 Oktober 2005 pp. 9-18
- Haryanto, (2004). *Pengembangan media pembelajaran video interaktif mata kuliah Tata Hidang untuk peningkatan kompetensi mahasiswa Tata Boga*, Riset Unggulan Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kroenke. J. M. (1975). *Computer database organization*. NJ: Prentice Hall International Inc.
- Ali, M. (2005). Implementasi software berbasis Java, *Jurnal Edukasi@Elektro*, Vol.2 No. 1 Oktober 2005 pp. 63-71
- Ramakrisnan, R., & Gerhke J. (2000). *Database Management system*. Singapore: McGraw-Hill Book Companies.
- Slotnick, et. all. (1986). *Computers and Applications, an introduction to data processing*. Lexington: D.C. Heath and Company.
- Szymanski, R. A. (1988). *Computers and application software*. USA : Merrill Publishing Company.
- Totok, H.T.M. (2005). Pengembangan media pembelajaran berbasis multimedia pada mata kuliah pengajaran mikro, *Jurnal Edukasi@Elektro*, Vol.2 No. 1 Oktober 2005 pp. 43-51
- Whitten, J. F., Bentley, L. D., & Dittman. (2004) *Systems analysis and design methods*. The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Yuriani, (2005) *Pengembangan media pembelajaran video interaktif mata kuliah TPMK/TPMO untuk peningkatan kompetensi mahasiswa Tata Boga*, Laporan Penelitian Hibah Bersaing

# KESIAPAN PEMERINTAH DIY TERHADAP KEBIJAKAN PERLUASAN SMK

**Hajar Pamadhi**  
Universitas Negeri Yogyakarta

## ABSTRAK

Penelitian Kebijakan tentang kesiapan perluasan SMK oleh Pemerintah DIY ini bertujuan mengungkap potensi kabupaten, kota berupa: (a) animo siswa SMP masuk SMK, (b) program keahlian yang menjadi favorit, (c) kesiapan sarana dan prasarana, (d) dukungan kebijakan serta (e) alih fungsi sekolah. Model penelitian yang digunakan adalah survey, dengan populasi SMK di Yogyakarta.

Sampel/subjek penelitian terdiri dari siswa kelas 3 SMP se kabupaten Kulonprogo dan Kota Yogyakarta, Kepala sekolah, industri kecil dan menengah dan perancang kebijakan pendidikan kabupaten. Data dikumpulkan dengan menggunakan kuesioner, wawancara terpimpin dan FGD (*Focus Group Discussion*). Analisis data dilakukan dengan beberapa cara yaitu analisis SWOT, analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif.

Hasil penelitian menunjukkan: (a) animo siswa dipengaruhi oleh jenis sekolah favorit, (b) program studi keahlian yang menjadi favorit adalah: Teknik Otomotif, Bisnis dan Manajemen, Teknologi Informasi dan Komunikasi, serta Desain Komunikasi Visual. Program Keahlian ini secara natural dapat diperluas jumlah kelas, jumlah program pada SMK. Dukungan financial dari pusat terbatas pada sekolah negeri sehingga sekolah swasta mengalami kesulitan meningkatkan kualitas. Sedangkan saran dari masyarakat akademis sebagian menunjukkan kekhawatiran terhadap perluasan SMK yang akan mengurangi kredibilitas ikon Kota Pendidikan.

Kata kunci: perluasan SMK, dukungan dan tanggapan masyarakat.

## A. PENDAHULUAN

Belakangan ini, pemerintah gencar mempromosikan sekolah menengah kejuruan (SMK) sebagai alternatif pendidikan cepat kerja. Beberapa media masa melaporkan penyerapan lulusatelah bekerja di dalam negeri maupun luar negeri. Negeri Jeddah, Qatar, dan Korea Selatan membutuhkan 400 orang lulusan SMK untuk bekerja sebagai tenaga teknisi otomotif (Harian Bisnis Indonesia, Jakarta Thursday, 05 June 2008). Di lain kesempatan, Harian Bandung (Kamis 30/10/2008) menginformasikan bahwa sebanyak 9 ribu siswa telah lulus dari 85 SMK di Bandung. Dari jumlah tersebut, 60% (5400 orang) langsung mendapat pekerjaan, 21% meneruskan ke perguruan tinggi dan selebihnya lagi berwirausaha.

Melihat perkembangan, Depdiknas bertekad untuk mengurangi pengangguran dengan menargetkan pengembangan SMK terhadap SMU atau sejenisnya dengan perbandingan: 70%-30%. Sehingga setiap tahunnya akan bisa menjangkir 1,5 juta lulusan SMP untuk masuk ke SMK. Selanjutnya, lulusan SMU yang melanjutkan ke perguruan tinggi tidak lebih dari 30% dari, sedangkan sisanya diharapkan bekerja pada lapangan pekerjaan dengan kualitas rendah. Adapun, 15% dari 750.000 lulusan SMK memilih melanjutkan ke politeknik dan sisanya terjun langsung ke dunia kerja. Rasionalitas ini kemudian dituangkan ke dalam SK nomoe 251/C/KEP/MN/2008 tertanggal 22 Agustus 2008. Pada prinsipnya surat keputusan tersebut memfasilitasi dan meningkatkan profesionalisme, sehingga mampu: (a) mengurangi jumlah pengangguran tingkat sekolah menengah atas, (b) menghadapi persaingan tenaga kerja baik di luar negeri maupun tenaga kerja yang masuk di Indonesia, (c) beradaptasi terhadap perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan, (d) kebutuhan tenaga kerja pada tingkat juru yang sangat dibutuhkan oleh lapangan kerja dalam negeri.

Akan tetapi, kebijakan Pemerintah (Depdiknas) tersebut mendapat tantangan besar dari para pemuka masyarakat sehubungan dengan pertahanan ikon **Kota Pendidikan** (lihat visi dan misi Pemerintah Provinsi DIY). Dalam anggapan sederhana, lulusan SMK dikategorikan lulusan yang tidak membutuhkan kualifikasi akademik. Persepsi ini memberi kekhawatiran lemahnya ikon tersebut; dengan melemahnya ikon kota pendidikan akan mengurangi *income per capita* penduduk Yogyakarta melalui aspek kos, dan kebutuhan bahan dasar hidup warga.

## 2. Rumusan Masalah

Permasalahan penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimanakah perkembangan jumlah pendaftar siswa baru di SMK selama tiga tahun terakhir?
- b. Jenis keahlian apa saja yang banyak dibutuhkan oleh industri pasangan yang dapat dipenuhi dari lulusan SMK?
- c. Bagaimana kesiapan Pemda DIY dalam penyediaan sarana prasarana untuk penambahan jumlah SMK?

- d. Bagaimana kesiapan kebijakan Pemda DIY dalam menjamin keberlanjutan dukungan dana dan pembiayaan penambahan jumlah SMK?
- e. Bagaimana kesiapan sekolah umum yang berpotensi untuk menjadi SMK?

### **Tujuan Penelitian**

- a. Menemukan data perkembangan jumlah pendaftar siswa baru di SMK
- b. Mengidentifikasi jenis keahlian lulusan SMK yang dibutuhkan oleh industri.
- c. Mengeksplor kesiapan Pemda DIY dalam menyediakan sarana prasarana untuk penambahan jumlah SMK.
- d. Mengeksplor kesiapan kebijakan Pemda DIY dalam menjamin keberlanjutan dukungan dana dan pembiayaan penambahan jumlah SMK
- e. Menguji kelayakan dan menggali potensi sekolah umum yang akan merintis program keahlian kejuruan atau berubah menjadi SMK.

### **3. Luaran Penelitian**

- a. Data perkembangan jumlah pendaftar siswa baru SMK. Data ini berfungsi untuk menganalisis prospek perluasan SMK dari sisi input siswa. Program keahlian yang layak untuk diselenggarakan.
- b. Data pemetaan sekolah umum yang berpotensi untuk menjadi SMK
- c. Rekomendasi kebijakan kepada Pemda DIY dalam menganalisis kelayakan penambahan jumlah SMK dari sisi jumlah siswa, sekolah, sarana dan prasarana serta pembiayaan.

## **B. METODE PENELITIAN**

### **1. Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian survei, dengan menjangkau data di lapangan secara langsung, melalui diskusi dan wawancara. Ditinjau dari tujuan, penelitian termasuk dalam jenis penelitian deskriptif bermaksud memaparkan data apa adanya tanpa menggunakan analisis statistik inferensial.

## 2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Maret s/d Oktober tahun 2009 di wilayah propinsi DIY. Sumberdata penelitian berasal dari siswa SMP, Kepala Sekolah SMA/MAN, bagian Diklat Industri, dan Staf Bappeda kabupaten. Pemilihan sekolah ditetapkan pada sekolah yang mewakili wilayah pedesaan dan sekolah yang mewakili wilayah perkotaan.

## 3. Populasi dan Sampel

Populasi terbagi menjadi beberapa kategori sesuai dengan permasalahan yang akan dipecahkan. Populasi di Yogyakarta dengan sample sekolah kejuruan. Secara rinci, kerangka populasi dan sampling penelitian dapat disimak pada tabel Neuman (2003).

## 4. Langkah Penelitian

Penelitian ini dirancang menjadi 3 (tiga) langkah yaitu:

TAHAP	DESAIN/METODA	HASIL YANG DIHARAPKAN
Langkah I	Mengungkap minat siswa SMP masuk SMK	Potret animo masuk SMK untuk melihat prospek
A. La	FGD untuk: BAPPEDA, Dinas Pendidikan, Dunia	Dukungan Pemerintah dan Peta kebutuhan keahlian
Langkah III	Wawancara kesiapan perluasan program keahlian SMK dan alih fungsi SMA	Peta potensi dan kesediaan

**Gambar: Skema Penelitian**

Tabel 1. Kerangka Sampel Kepala Sekolah SMA/MA

No	Data yang dicari	Metode	Alat Pengambilan Data
1	Perkembangan jumlah pendaftar siswa baru SMK	Dokumen	Borang jumlah pendaftar PSB dan jumlah siswa yang diterima SMK
2	Analisis kebutuhan tenaga	Pedoman wawancara	Lembar pertanyaan yang pengisiannya dibacakan lewat telepon

	kerja industri	Dokumen	Dokumen lowongan kerja di Depnaker dan jumlah industri yang terdaftar di Dinas Perindustrian
3	Kebijakan Pemda	FGD	Permasalahan pemancing diskusi yang dipaparkan dengan power point
4	Potensi SMK Baru	Wawancara Kuesioner	Pedoman wawancara

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Animo Calon Siswa Masuk SMK

Untuk menggali animo siswa SMP masuk SMK dilihat dari penerimaan siswa baru, dalam hal ini data tidak merata. Ketika pengambilan data, PPDB (Pendaftaran Peserta Didik Baru) masih berjalan. Hal ini disebabkan beberapa SMK Swasta berusdaha memenuhi target jumlah siswa dengan memperpanjang waktu pendaftaran. Oleh karenanya data menunjukkan fluktuasi, namun terjadi penurunan animo siswa.

Tabel 2. Animo Siswa

	Nama Kabupaten	SMK		Jumlah	SMA		Jumlah
		Negeri	Swasta		Negeri	Swasta	
1	Kota Yogyakarta	7	20	27	11	25	36
2	Bantul	13	23	36	16	42	58
3	Gunung Kidul	12	27	39	11	13	24
4	Kulon Progo (2007)	6	25	31	11	6	17
5	Sleman (2008)	8	44	52	17	30	47

Dari animo siswa masuk SMK mulai menurun ini juga mempengaruhi rasio (indeks) penerimaan, sebagai berikut:

Tabel 3. Jumlah Siswa SMK dan SMA

	Nama Kabupaten	SMK			SMA		
		Negeri	Swasta		Negeri	Swasta	
	Kota Yogyakarta	3.422					
	Bantul	2.182	2.719	4.901			
	Gunung Kidul	5.551	7.014	12.565	4.683	1.542	6.225
	Kulon Progo (2007)	3.381	2.929	6.310	3.747	612	4.359
	Sleman (2008)	6.103	11.147	17.250	7.232	4.028	11.260

Indeks rasio penerimaan ternyata juga menggambar ketidakseimbangan antara SMK baik negeri maupun swasta, hal disebabkan oleh beberapa hal:

- 1) Terdapat persepsi sekolah SMK bertaraf nasional dan internasional; lulusan dan orang tua berpendapat dari pada masuk SMK yang tidak berstandar nasional lebih baik meneruskan di SMA walaupun swasta.
- 2) Pemahaman sekolah internasional akan mendapatkan jaminan masuk di dunia kerja dengan mudah.
- 3) Terjadi penurunan jumlah penduduk di Yogyakarta akibat kesadaran masyarakat mengikuti keluarga berencana.
- 4) Penyebaran program keahlian pada beberapa SMK tidak sesuai dengan minat.

## **2. Jenis dan Jumlah Program Studi Keahlian SMK.**

Hasil identifikasi program keahlian SMK di propinsi DIY diperoleh 58 program studi keahlian pada empat kabupaten. Program studi keahlian yang dibuka pada kelompok bidang studi keahlian Bisnis dan Manajemen, Teknologi Informasi dan Komunikasi serta program studi keahlian Otomotif. Beberapa program keahlian membutuhkan karakteristik khusus sehingga hanya berpotensi dibuka di wilayah khusus juga. Sebagai contoh, Bidang studi keahlian Pelayaran hanya cocok dibuka di wilayah yang memiliki laut. Sementara itu, program studi keahlian akuntansi dibuka di mana-mana karena tidak membutuhkan perlengkapan laboratorium khusus.

Kabupaten Bantul menawarkan 33 jenis program studi keahlian SMK dari 47 program studi keahlian SMK yang dibuka. Satu SMK dapat menawarkan lebih dari satu program studi keahlian sehingga jumlah program studi keahlian yang di buka lebih banyak dari jumlah SMK-nya. Hasil identifikasi jumlah program studi keahlian menunjukkan SMK swasta di kabupaten Gunung Kidul menawarkan sebanyak 56 program studi keahlian dengan 15 jenis program studi keahlian. Jenis program keahlian yang banyak dibuka oleh sekolah swasta antara lain program keahlian: teknik Mekanik Otomotif dan Akuntansi. Beberapa program studi lain yang banyak dibuka tetapi jumlah siswanya tergolong sedang antara lain program studi Komputer dan Jaringan, Pemasaran dan Tata Busana.

Permintaan masyarakat pada program studi keahlian mekanik otomotif, hampir semua SMK membuka program studi keahlian Mekanik Otomotif lebih dari satu kelas. Sementara itu, program studi keahlian Pedalangan, Teater, Perikanan, dan Nautika kurang favorit di masyarakat sehingga daya tampung tidak terpenuhi.

Program studi keahlian di SMK swasta lebih sedikit daripada SMK Negeri. Beberapa hal yang dipertimbangkan SMK swasta memilih membuka program studi keahlian antara lain: (1) program studi keahlian cukup favorit sehingga banyak calon siswa yang tidak tertampung di SMK negeri; (2) program studi keahlian tidak memerlukan fasilitas laboratorium karena mahal; (3) program keahlian sesuai dengan trend perkembangan teknologi dan kebutuhan pasar.

Meskipun sudah ada studi kelayakan pembukaan program studi keahlian di SMK swasta, namun beberapa SMK swasta masih mengalami defisit karena animonya rendah. beberapa program studi keahlian yang kurang diminati antara lain: (1) Teknik Kapal Niaga dan Agribisnis Ternak dengan jumlah siswa kurang dari 30 orang. Program keahlian Kriya Tekstil, Kayu, dan Ternak di Kulonprogo memiliki jumlah siswa kurang dari 30 tetap dipertahankan karena diselenggarakan oleh SMKN bersubsidi pemerintah.

#### 4. Perluasan SMK: SMA menjadi 70: 30

Perluasan SMK: SMA menjadi 70:30 dilakukan dengan tiga macam cara yaitu penambahan program studi keahlian baru pada SMK yang sudah ada, alih fungsi SMA menjadi SMK, dan penambahan unit SMK baru. Dari tiga macam cara tersebut, cara yang pertama merupakan cara yang paling efisien.

Tabel 4. Perluasan Program Studi Keahlian SMK

No	Kabupaten	Nama Sekolah	Program Keahlian
1	Sleman	SMK "17" I Seyegan	Teknik Komputer dan Jaringan
		SMK N 1 Godean	Multi Media
		SMK N 1 Kalasan	Tata Boga
		SMK Muh. 1 Tempel	Kecantikan Rambut
		SMK Sulaiman	Rekayasa Perangkat Lunak
2.	G. Kidul	SMK N 1 Wonosari	Tata Busana
		SMK N Purwosari	Multi media
		SMK N Gedangsari	Tata Niaga Pemasaran

		SMK N 3 Wonosari	Jasa boga
		SMK N Girisubo	Teknik Mekanik Otomotif
3.	Bantul	SMK Muh Bambanglipuro	Pengolahan Hasil Pertanian Sepeda motor Kendaraan ringan Multimedia Rekayasa perangkat lunak
		SMK Muh Imogiri	Tata busana Kimia industri
		SMKN Sewon	Multimedia Kria tekstil Desain telekomunikasi visual
		SMKN 1 Pundong	Komputer dan jaringan Pemanfaatan tenaga listrik Pengelasan
		SMKN Kasihan	Desain Komunikasi Visual Animasi
		SMK Putratama	Siaran radio Siaran TV
	Bantul	SMK N Pleret	Teknik ketenaga listrikan

Tabel di atas menunjukkan kebijakan perluasan SMK direspon SMK swasta maupun negeri, akan tetapi studi keahlian yang sesuai dengan favorit masyarakat. Perluasan SMK yang dilakukan dengan alih fungsi SMA menjadi SMK dilakukan oleh sekolah swasta karena mengalami kejenuhan penyelenggaraan SMA.

Tabel 5. Alih Fungsi SMA ke SMK

No	Kabupaten	Nama Sekolah	Program Keahlian
1.	Sleman	SMK Muh. Seyegan	Rekayasa Perangkat Lunak
2.	G. Kidul	SMK Dominicus	Akuntansi
		SMK Muh. Rongkop	Teknik Komputer dan Jaringan

Hasil studi di lapangan menunjukkan bahwa alih fungsi SMA menjadi SMK tidak dilakukan secara mutlak, tetapi masih menyelenggarakan pendidikan umum SMA melalui rintisan. Perluasan SMK dengan mendirikan unit sekolah baru (USB) hanya dilakukan bagi daerah yang potensial didirikan USB SMK.

Tabel 6. Unit SMK Baru di Provinsi DIY

No	Kabupaten	Nama Sekolah	Program Keahlian
1	Sleman	SMK Insan Cendekia	Teknik Otomotif, Teknik Kendaraan Ringan
2	G. Kidul	SMK N Tepus	Mekanik Otomotif
		SMK N Ponjong	Otomotif Audio video
3	Bantul	SMKN1 Pajangan	Teknik gambar bangunan Rekayasa perangkat lunak Kria kayu
		SMKN 4 Sanden	Nautika Kapal Penangkap Ikan Pengolahan Hasil pertanian Rekayasa Perangkat Lunak
		SMKN Dlingo	Kria Kayu Teknik Audio Vidio
4	Kulon Progo	SMK N Panjatan	

## 5. Kesiapan Sekolah Terhadap Kebijakan Perluasan SMK

Data kesiapan sekolah diperoleh dari *focus group discussion* (FGD) dengan kepala SMK yang melaksanakan program perluasan dan Kabid SMK Dinas Pendidikan kabupaten setempat. Hasil FGD dapat dilaporkan sebagai berikut:

### a. Kesiapan input Siswa

Hasil FGD menunjukkan program cenderung meningkat peminatnya, terutama didominasi oleh program keahlian otomotif, multimedia, Teknik Komputer dan Jaringan, Desain Komunikasi Visual, dan Rekayasa Perangkat Lunak. Program keahlian yang cenderung menurun peminatnya adalah Administrasi Perkantoran, Agribisnis Ternak Unggas, Kimia Industri, Kriya Tekstil dan Kriya Kayu. Program keahlian yang cenderung stabil peminatnya adalah Akuntansi, Tata Busana, Pemasaran, Teknik Gambar Bangunan, dan Teknik Ketenaga Listrik.

Kualitas input siswa SMK bervariasi, sebagian sekolah menyatakan dalam kategori kemampuan akademik kurang. Kualitas input siswa dipengaruhi oleh kualitas SMK; bagi SMKN yang memiliki kualitas baik menjadi favorit calon siswa

baru sehingga masih dapat memperoleh siswa yang memiliki kemampuan akademik baik. Kualitas input dari sisi ekonomi cukup seragam yaitu siswa yang menempuh pendidikan di SMK seluruhnya berasal dari kelompok ekonomi menengah ke bawah. Kualitas input siswa dilihat dari sisi potensi kerja hampir seragam yaitu siswa yang masuk ke SMK memiliki etos kerja yang baik. Apabila ada beberapa siswa yang memiliki etos kerja kurang baik hanya bersifat kasus.

**b. Usaha Sekolah Menarik Input Siswa**

Sebagian besar sekolah menyatakan usaha yang telah dilakukan untuk menarik input siswa dengan sosialisasi sekolah ke SMP dan open house, press release dengan media cetak, media internet dan menyediakan asrama.

**c. Kesiapan guru melaksanakan program perluasan SMK**

Hasil diskusi terbatas memperoleh temuan semua SMK perluasan masih mengalami kekurangan jumlah guru terutama guru mata diklat produktif yang sesuai dengan program studi keahlian yang baru diselenggarakan. Usaha sekolah untuk mengatasi hal ini adalah melakukan pengangkatan guru honorer, guru tidak tetap dan *Out sourcing*, dengan memanfaatkan guru sekolah lain yang memiliki program studi keahlian sama. Kualifikasi pendidikan guru semua sudah sesuai dengan persyaratan guru profesional yaitu memiliki ijazah dari jenjang pendidikan minimal S1/D4. Sekolah sudah mampu mengupayakan kompetensi keahlian yang diajarkan guru sudah sesuai dengan bidang keahlian guru yang bersangkutan. Untuk meningkatkan kompetensi guru, sekolah mengadakan workshop, pelatihan, refleksi pemetaan materi, metode pembelajaran TIK, penyusunan evaluasi belajar siswa, dan peningkatan motivasi guru. Sekolah masih membutuhkan banyak kegiatan untuk peningkatan kompetensi guru. Kegiatan yang diusulkan sekolah antara lain pelatihan guru yang sesuai dengan program keahlian SMK melalui magang atau OJT dan pelatihan pengembangan kurikulum dan metode pembelajaran dengan media TIK dan elektronik. Program peningkatan guru yang telah dirancang sekolah hampir sama dengan program yang sudah dilaksanakan sekolah yaitu memberi kesempatan kuliah, mengikut sertakan guru ke pelatihan-pelatihan, diklat komputer, otomotif, penertiban

administrasi pembelajaran, studi banding, mengundang trainer, memperluas jaringan internet dan kursus bahasa Inggris.

#### **d. Kesiapan Kurikulum**

Semua sekolah yang melaksanakan perluasan SMK menyatakan bahwa kurikulum telah siap dan tersedia. Perumusan tujuan dan standar kompetensi yang terdapat pada kurikulum sudah disesuaikan dengan tuntutan kompetensi dari dunia usaha/industri yang akan menggunakan lulusan. Kesiapan silabus dan RPP dinyatakan belum semua siap atau dengan kata lain baru sebagian guru yang membuat silabus dan RPP.

#### **e. Kesiapan Sarana Prasarana**

Kesiapan sarana dan prasarana sangat tergantung pada kemampuan awal sekolah. Unit sekolah baru menyatakan belum memiliki sarana dan prasarana yang memadai. Sekolah yang memperluas program keahlian menyatakan sudah memiliki sarana dan prasarana tetapi belum semua mencukupi. Sekolah sudah memfasilitasi guru untuk mengembangkan perangkat pembelajaran. Fasilitas perpustakaan belum memadai dari jumlah koleksi buku, jenis koleksi, tenaga pengelola, waktu dan tempat belajar. Hal ini perlu mendapat perhatian karena sekalipun fasilitas perpustakaan sudah terpenuhi, tetapi siswa tidak dapat memanfaatkan secara optimal karena waktu yang disediakan hanya pada saat jam istirahat yang hanya sebentar saja. Sebagian besar sekolah sudah memiliki fasilitas internet, tetapi belum memiliki sarana belajar berbasis internet atau elektronik yang lain.

Kesiapan ruang praktek, bengkel atau laboratorium dilaporkan 30%-40% dinyatakan memadai. Kesiapan peralatan praktek hanya dilaporkan oleh satu sekolah, sekolah lain peralatan praktek masih kurang. Semua sekolah belum memiliki tenaga laboratorium, maka tugas pengelolaan dibebankan guru pengampu. Sekolah sudah menerapkan sistem administrasi ruang praktek/bengkel/laboratorium dan pengontrolannya melalui tata tertib penggunaan ruang, inventarisasi bahan dan alat praktikum, buku catatan sirkulasi bahan dan alat praktikum. Sekolah yang belum melaksanakan kegiatan ini disebabkan karena masih baru. Sebagian sekolah 30 %

menyatakan belum memiliki buku panduan praktikum di laboratorium dan belum memiliki pakaian kerja standar, penerapan K3 di sekolah masih kurang.

#### **f. Kesiapan Industri Pasangan**

Sekolah sebagian 30 % melaporkan belum memiliki industri pasangan. Program studi keahlian Otomotif, Tata Busana dari SMK Muhammadiyah Imogiri, program studi keahlian Kriya Kayu dari SMK 3 Pajangan, dan program studi Desain Komunikasi Visual dari SMKN 3 Kasihan telah memiliki industri pasangan.

#### **g. Dukungan Pemerintah terhadap Kebijakan Perluasan SMK**

Dukungan terhadap perluasan SMK berasal dari pemerintah pusat, dinas pendidikan kabupaten dan masyarakat. Dukungan dari pemerintah pusat sebagian besar diberikan dalam bentuk BOP, beasiswa, guru PNS bagi sekolah swasta dan sarana prasarana bagi USB. Dukungan dari dinas pendidikan kabupaten diberikan dalam bentuk program pelatihan guru, pencarian dana, pembinaan guru, pengarahannya, dan memfasilitasi program sekolah. Bantuan dari masyarakat atau komite sekolah dalam bentuk dana, sosialisasi program sekolah, pengadaan sarana prasarana, dan keamanan sekolah. Dukungan dari pihak swasta diberikan dalam bentuk tempat magang/PI, komputer, beasiswa, dan masukan penyusunan kurikulum

### **D. KESIMPULAN**

1. Untuk melakukan perluasan SMK 73:30 di DIY perlu mempertimbangkan factor
  - a. Kesatuan dengan Visi dan Misi Pemerintah Propivinsi DIY yang mendasarkan pada ikon kota pendidikan yang terkemuka se Asia.
  - b. Persiapan Kabupaten yang didukung oleh sarana dan prasarana, sehingga tidak mengumpul pada pembukaan atau perluassatu atau program studi keahlian favorit agar tidak cepat jenuh.
  - c. Kesiapan perluasan bergantung pada situasi kabupaten.
2. Kualitas sekolah menentukan animo siswa SMP masuk SMK. Bagi SMK favorit dengan keunggulan program keahliayang laku di pasar akan diburu oleh siswa dengan mengenyampingkan program keahlian lain.

3. Jenis keahlian favorit Teknik Otomotif dan Teknologi Informasi dan Komunikasi, Bisnis dan Manajemen, Desain Komunikasi Visual. Program studi keahlian ini masih diminati oleh industry pasangan dan mudah untuk melakukan kerjasama.
4. Perluasan SMK mendapat dukungan moril dari beberapa pihak: masyarakat, pemerintah daerah maupun pusat akan tetapi perlu diberikan tekanan penguatan agar posisi program, sekolah bersifat futuristic dan keterpakaianya tinggi.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Curtish, R Fish, 1979, *Curriculum Development in Vocational Technical Development*, Allyn and Bacon, Inc. London.

Departemen Pendidikan Nasional, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, 2003, *Pendekatan Kontekstual*.

Dewey, John 1964, *Democracy and Education: an introduction to the Philosophy of Education*, The Macmillan Company, New York.

Hajar Pamadhi, 2007, *Kurikulum Keterampilan di Masa Datang* ( Makalah Seminar Nasional), hotel Puncak Raya - Bogor

Microsoft Encarta® *Reference Library* 2004. © 1993-2003.

Neuman, W. L. 2003. *Social Research Methods, Quantitative and qualitative approaches*, 4<sup>th</sup>. Boston: Allyn and Bacon

# PENGARUH KEMIRINGAN PEMECAH GELOMBANG DAN KEDALAMAN AIR TERHADAP *RUN UP* DAN *RUN DOWN* GELOMBANG

**Abdul Haris Setiawan**

Prodi Pendidikan Teknik Sipil/Bangunan Jurusan PTK FKIP UNS

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya 1) Pengaruh kemiringan dinding pemecah gelombang terhadap *run up*, 2) pengaruh kemiringan dinding pemecah gelombang terhadap *run down*, 3) Pengaruh kedalaman air terhadap *run up*, 4) Pengaruh kedalaman air terhadap *run down*, 5) Pengaruh kemiringan dinding pemecah gelombang dan kedalaman air terhadap *run up*, 6) Pengaruh kemiringan dinding pemecah gelombang dan kedalaman air terhadap *run down*.

Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan menggunakan metode eksperimen yang dilakukan di laboratorium hidrolika Fakultas Teknik jurusan sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis regresi. Populasi dalam penelitian ini adalah hasil eksperimen variasi kemiringan dinding pemecah gelombang  $30^0$ ,  $45^0$ ,  $60^0$ , dan  $90^0$ . Tiap variasi kemiringan diteliti dengan 5 jenis gelombang yang berbeda dengan 4 kedalaman yang berbeda pula, seluruhnya berjumlah 80 buah. Sedangkan sampel yang digunakan adalah seluruh jumlah populasi.

Berdasarkan hasil penelitian uji persyaratan analisis dan uji hipotesis dapat disimpulkan (1) Terdapat pengaruh negatif antara kemiringan dinding pemecah gelombang terhadap *run up*, hal ini terbukti dengan diperolehnya koefisien korelasi sebesar  $-0,352$ , dengan taraf signifikansi koefisien korelasi sebesar  $0,001$  yang berarti lebih kecil dari  $0,05$  (taraf signifikansi  $5\%$ ), (2) Terdapat pengaruh negatif antara kemiringan dinding pemecah gelombang terhadap *run down*, hal ini terbukti dengan diperolehnya koefisien korelasi sebesar  $-0,372$ , dengan taraf signifikansi koefisien korelasi sebesar  $0,001$ , (3) Terdapat pengaruh positif antara kedalaman air terhadap *run up*, hal ini terbukti dengan diperolehnya koefisien korelasi sebesar  $0,300$ , dengan taraf signifikansi koefisien korelasi sebesar  $0,007$ , (4) Terdapat pengaruh positif antara kedalaman air terhadap *run down*, hal ini terbukti dengan diperolehnya koefisien korelasi sebesar  $0,255$ , dengan taraf signifikansi koefisien korelasi sebesar  $0,022$ , (5) Terdapat pengaruh bersama antara kemiringan dinding pemecah gelombang dan kedalaman air terhadap *run up*, hal ini terbukti dengan diperolehnya koefisien korelasi sebesar  $0,462$  dan sumbangan efektif sebesar  $21,4\%$ , (6) Terdapat pengaruh bersama antara kemiringan dinding pemecah gelombang dan kedalaman air terhadap *run down*, hal ini terbukti dengan diperolehnya koefisien korelasi sebesar  $0,451$  dan sumbangan efektif sebesar  $20,3\%$ .

## A. PENDAHULUAN

Pemecah gelombang adalah bangunan yang digunakan untuk melindungi daerah perairan pelabuhan dari gangguan gelombang. Bangunan ini memisahkan daerah

perairan dari laut bebas, sehingga perairan pelabuhan tidak banyak dipengaruhi oleh gelombang besar dari laut.

Menurut Per Bruun (1989:376) pemecah gelombang adalah bangunan pelindung pelabuhan, dari gelombang yang mempengaruhi aktifitas bongkar muat barang di pelabuhan.

Karena pemecah gelombang merupakan bangunan yang berhubungan dengan gelombang air maka diperlukan data tentang karakteristik gelombang yang memadai. Karakteristik gelombang yang terjadi tersebut digunakan untuk merencanakan bangunan pemecah gelombang.

Karakteristik gelombang dilihat berdasarkan variabel gelombang yang meliputi tinggi gelombang, panjang gelombang, cepat rambat gelombang serta periode gelombang. Variabel-variabel tersebut merupakan karakter yang menggambarkan gelombang yang terjadi (*wave properties*). Di luar variabel gelombang tersebut terdapat variabel luar yang berpengaruh pada gelombang yang terjadi yaitu kedalaman air, karakter dinding, serta karakter gaya luar yang bekerja, misalnya besar gaya angin dan gempa yang terjadi.

Dalam hal penurunan rumus secara matematis yang menghubungkan antar variabel gelombang seringkali menghasilkan rumusan yang rumit, sehingga untuk menggunakan rumusan tersebut dalam perencanaan masih membutuhkan tabel-tabel dan grafik bantu yang belum tentu tersedia. Penelitian di laboratorium mengenai model gelombang akan sangat berguna dalam perencanaan.

William L. Wood dan Guy A Meadows (1995:75), menyatakan bahwa gelombang adalah deformasi permukaan air yang terjadi akibat gangguan terhadap stabilitas permukaan air oleh gaya luar. Gaya luar yang bekerja pada permukaan air menyebabkan permukaan air yang tidak stabil dan terjadi deformasi yang bergetar menjauhi asal gaya tersebut. Gelombang air yang berjalan dan menghantam suatu permukaan tertentu akan mengalami proses pemantulan (*refleksi*). Refleksi yang terjadi akan berpengaruh pada karakteristik gelombang pantulan. Apabila dinding atau permukaan yang dihantam memiliki sudut tertentu maka akan terjadi proses *run up* dan *run down*. *Run up* dan *run down* adalah jarak permukaan air tertinggi dan terendah

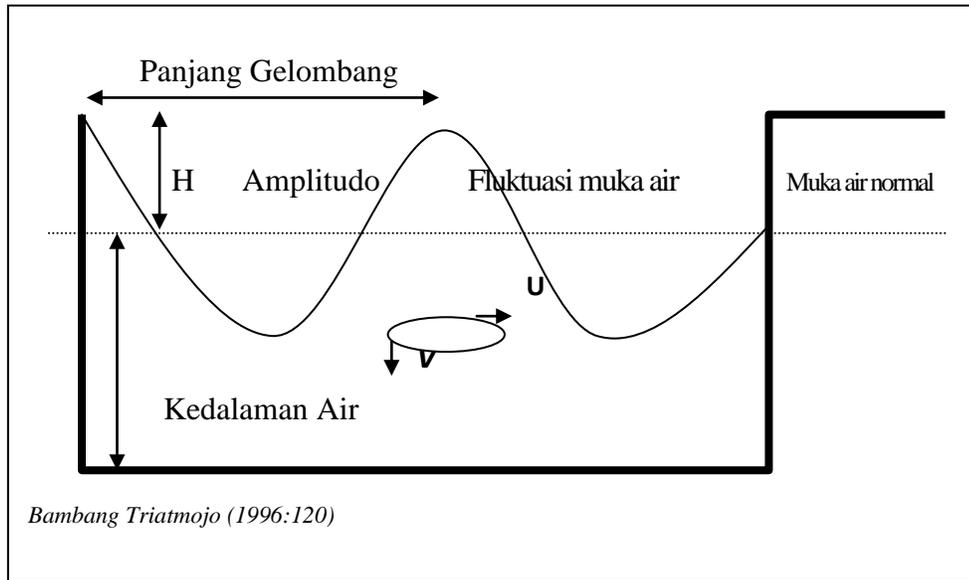
secara vertikal dengan muka air tenang (*still water level*) pada proses melimpahnya air akibat pertemuan gelombang air dengan suatu bangunan penghalang. Tinggi *run up* dan *run down* diukur dari titik kesetimbangan muka air (*still water level*).

Bambang Triatmojo (1996:60), menyatakan bahwa pada umumnya bentuk gelombang di alam adalah sangat kompleks dan sulit digambarkan secara matematis karena ketidak linieran, tiga dimensi dan mempunyai bentuk yang random (suatu deret gelombang mempunyai tinggi dan periode yang berbeda). Sehingga perlu disederhanakan dengan cara menurunkan persamaan kompleks menjadi persamaan yang lebih sederhana.

Menurut Nur Yuwono (1986:120), persamaan gelombang sebenarnya merupakan persamaan kompleks. Gelombang yang paling sederhana adalah gelombang linier dua dimensi. Meskipun sederhana untuk dapat memperoleh persamaan gelombang harus dilakukan linierisasi persamaan gelombang yang kompleks tersebut dengan cara mengambil kondisi batas (*boundary condition*) tertentu.

Persyaratan yang diperlukan dalam teori gelombang ini adalah:

1. Air dianggap zat yang homogen tanpa tegangan muka (*surface tension*) serta tak termampatkan sehingga rapat massa adalah konstan.
2. Gerakan partikel adalah irrotational sehingga potensial kecepatan ( $\phi$ ) memenuhi persamaan kontinuitas Laplace.
3. Dasar air merupakan zat yang diam, impermeabel dan horisontal sehingga kecepatan vertikal di dasar air adalah nol.



Gambar 1. Gelombang Linier (Airy)

Dari beberapa pendapat di atas dapat diberi suatu pengertian bahwa bentuk gelombang di alam adalah sangat kompleks dan sulit digambarkan secara matematis. Teori gelombang yang paling sederhana adalah gelombang linier dua dimensi.

Dengan memberikan batasan di depan, maka persamaan Laplace dapat diturunkan sehingga diperoleh persamaan-persamaan gelombang sederhana. Persamaan Laplace adalah sebagai berikut:

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} = 0 \dots\dots\dots (1)$$

$$u = \frac{\partial \phi}{\partial x} \quad v = \frac{\partial \phi}{\partial y} \dots\dots\dots (2)$$

- dengan  $\phi$  = potensial kecepatan (*velocity potensial*)
- $u$  = kecepatan partikel arah horisontal
- $v$  = kecepatan partikel arah vertikal. Bambang Triatmojo (1996:78)

Kondisi batas di dasar laut adalah kecepatan vertikal di dasar sama dengan nol.

$$v = \frac{\partial \phi}{\partial x} = 0 \text{ di } y = -d \dots\dots\dots(3)$$

Kondisi batas pada permukaan diperoleh dari persamaan Bernoulli untuk *irrotational flow* adalah sebagai berikut :

$$\frac{1}{2} u^2 + v^2 + gy + \frac{P}{\rho} + \frac{\partial \phi}{\partial t} = 0 \dots\dots\dots(4)$$

dengan  $u$  = kecepatan partikel arah horisontal

$v$  = kecepatan partikel arah vertikal

$g$  = percepatan gravitasi (9,8 m / dt<sup>2</sup>)

$y$  = jarak dalam sumbu  $y$

$p$  = tekanan hidrostatis

$\rho$  = rapat massa air

Bambang Triatmojo (1996:79)

Jika persamaan di depan dilinierkan, yaitu dengan mengabaikan  $u^2$  dan  $v^2$  dan pada permukaannya  $y = \eta$ , serta mengambil tekanan di permukaan adalah nol (tekanan atmosfer). Dengan anggapan bahwa amplitudo gelombang adalah kecil terhadap kedalaman, maka kondisi batas di  $y = 0$  adalah kira-kira dengan di  $y = \eta$ .

Dengan kondisi batas ini maka persamaan 1 dapat diselesaikan untuk mendapatkan nilai potensial kecepatan. Berdasarkan harga potensial kecepatan ( $\phi$ ) dapat diturunkan sifat-sifat gelombang seperti fluktuasi permukaan muka air, kecepatan rambat gelombang, kecepatan partikel dan sebagainya. Penyelesaian persamaan diferensial tersebut akan memberikan hasil berikut :

$$\phi = \frac{ag}{\sigma} \frac{\cosh k(d+y)}{\cosh kd} \sin(kx - \sigma t) \dots\dots\dots(4)$$

dengan  $\phi$  = potensial kecepatan

$g$  = percepatan gravitasi (9,8 m / dt<sup>2</sup>)

$\sigma$  = frekuensi gelombang ( $2\pi/T$ )

$k$  = angka gelombang ( $2\pi/L$ )

$d$  = kedalaman air

$y$  = jarak vertikal suatu titik terhadap muka air diam

$x$  = jarak horisontal

$t$  = waktu

Bambang Triatmojo (1996:83)

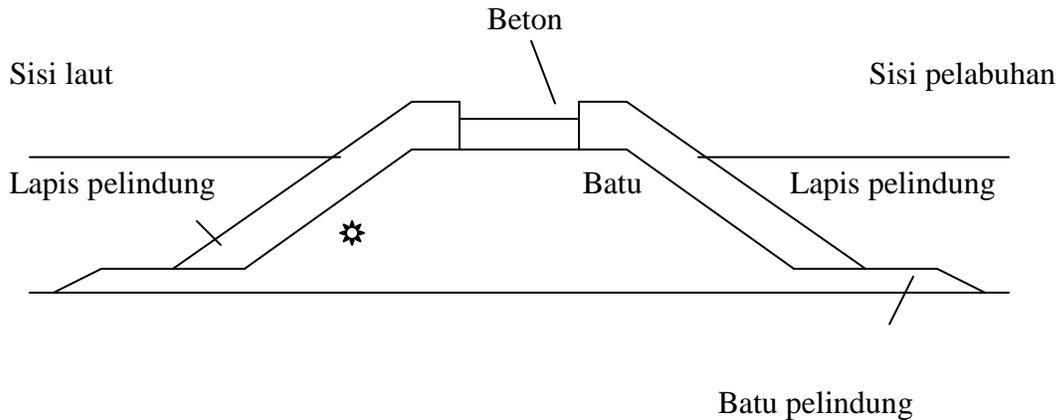
Rumus-rumus tersebut merupakan pembuktian bahwa teori gelombang sederhana dapat digunakan dalam mewakili gelombang kompleks yang ada di alam. Sehingga penelitian model di laboratorium dapat dilaksanakan.

Untuk menentukan *run up* dan *run down* secara analitis menggunakan penurunan persamaan *laplace* seperti yang dilakukan pada persamaan gelombang sederhana sangat sulit. Hal ini karena kondisi batas (*boundary condition*) pada gelombang sederhana yaitu kecepatan vertikal nol di dasar saluran tidak dapat diterapkan pada saat gelombang menghantam suatu permukaan miring, karena pada kondisi ini partikel yang ada pada dasar saluran selalu bergerak mengikuti gelombang yang terjadi.

Menurut Eagelson dan Dean yang dikutip oleh JMK. Dake (1982:321) teori gelombang dengan amplitudo kecil sebagai suatu perkiraan sampai uraian teori yang lengkap mengenai tingkah laku gelombang. Sebagaimana halnya kasus dalam masalah fisik, perkiraan pertama ini sangat bermanfaat bahwa perkiraan tersebut memberikan suatu informasi yang maksimum yang berguna untuk suatu perhitungan secara matematis.

Penelitian mengenai *run up* dan *run down* gelombang dilakukan untuk menghasilkan grafik-grafik yang dapat digunakan untuk menentukan tinggi *run up* dan *run down* gelombang. Penurunan persamaan *laplace* pada permukaan miring sangat sulit hingga perlu dilakukan pendekatan statistik berdasarkan pengujian di laboratorium. Karena kedalaman air berpengaruh pada tinggi dan panjang gelombang dan kemiringan dinding pemecah gelombang berpengaruh pada (*refleksi*) gelombang pantulan, maka kedalaman air dan kemiringan dinding pemecah gelombang sangat berpengaruh pada nilai *run up* dan *run down*.

Menurut Per Bruun (1989:377) pada dasarnya ada dua macam tipe pemecah gelombang yaitu : pemecah gelombang sisi tegak (vertical breakwater) dan pemecah gelombang sisi miring (sloping mound breakwater).



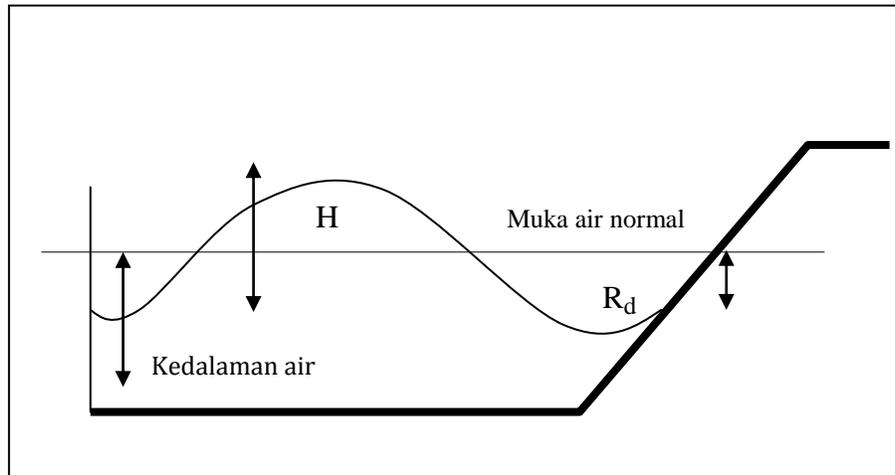
Bambang Triatmojo (1996)

Gambar 2. Pemecah Gelombang Sisi Miring

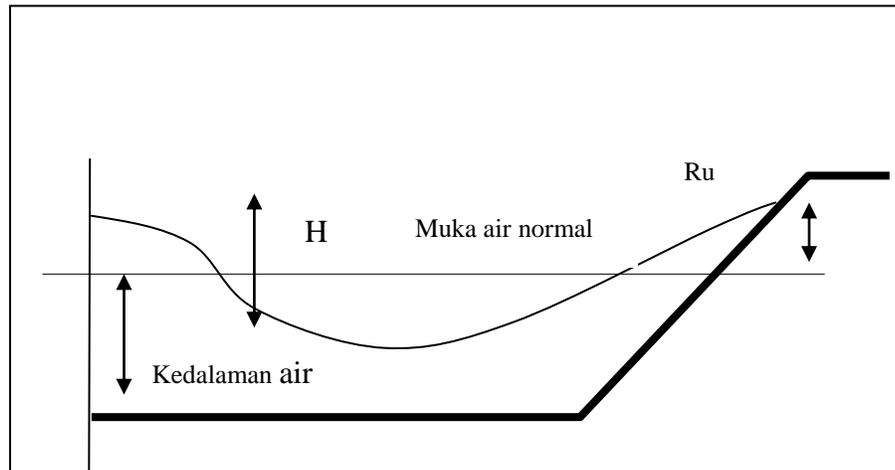
Menurut Bambang Triatmojo (1996:63), kedalaman air merupakan faktor yang berpengaruh pada panjang dan kecepatan gelombang.

*Run up* dan *run down* adalah jarak permukaan air tertinggi dan terendah secara vertikal dengan muka air tenang (*still water level*) pada proses melimpahnya air akibat pertemuan gelombang air dengan suatu bangunan penghalang. Perencanaan *run up* digunakan untuk menentukan elevasi yang sesuai agar bangunan yang direncanakan tidak terjangkau oleh limpasan air tersebut.

Gelombang yang pecah menghantam dinding akan membelokkan energi gelombang ke atas dan ke bawah. Tumbukan tersebut menyebabkan massa air bergerak ke atas dan ke bawah.



Gambar 3. *Run up* gelombang



Gambar 4. *Run down* gelombang

Menurut Irribaren yang dikutip oleh Bambang Triatmojo (1996:75) harga *run up* dan *run down* dipengaruhi oleh variabel panjang gelombang, tinggi gelombang dan tangen sudut kemiringan dinding pemecah gelombang.

Permasalahan yang timbul berkaitan dengan penelitian ini yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Adakah pengaruh kemiringan dinding pemecah gelombang terhadap *run up* ( $R_u$ ) dan *run down* ( $R_d$ ) yang terjadi?

2. Adakah pengaruh antara kedalaman air ( $D$ ) terhadap *run up* ( $R_u$ ) dan *run down* ( $R_d$ )?
- d. Adakah pengaruh antara kemiringan dinding pemecah gelombang ( $\theta$ ) dan kedalaman air ( $D$ ) terhadap *run up* ( $R_u$ ) dan *run down* ( $R_d$ )?

## B. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yang berarti mengadakan suatu percobaan untuk mendapatkan suatu hasil yang menegaskan hubungan antara variabel yang diselidiki

Populasi dalam penelitian ini adalah hasil eksperimen variasi kemiringan dinding pemecah gelombang  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ , dan  $90^\circ$ . Tiap variasi kemiringan diteliti 5 variator yang berbeda dengan 4 kedalaman air yang berbeda.

Dalam penelitian ini jumlah sampel yang digunakan adalah seluruh jumlah populasi yaitu sebanyak 80 buah, dengan perincian sebagai berikut:

1. 20 buah sampel untuk dinding pemecah gelombang kemiringan  $30^\circ$ , dengan 4 kedalaman berbeda dan tiap kedalaman dilakukan 5 kali percobaan dengan 5 variasi gelombang.
2. 20 buah sampel untuk dinding pemecah gelombang kemiringan  $45^\circ$ , dengan 4 kedalaman berbeda dan tiap kedalaman dilakukan 5 kali percobaan dengan 5 variasi gelombang.
3. 20 buah sampel untuk dinding pemecah gelombang kemiringan  $60^\circ$ , dengan 4 kedalaman berbeda dan tiap kedalaman dilakukan 5 kali percobaan dengan 5 variasi gelombang.
4. 20 buah sampel untuk dinding pemecah gelombang kemiringan  $90^\circ$ , dengan 4 kedalaman berbeda dan tiap kedalaman dilakukan 5 kali percobaan dengan 5 variasi gelombang

Dalam penelitian ini data diperoleh secara langsung yaitu dengan melakukan percobaan variasi sampel penelitian di laboratorium hidrolika Fakultas Teknik jurusan sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Adapun prosedur dalam penelitian ini dilakukan dengan eksperimen dan melalui beberapa tahap, yaitu sebagai berikut :

1. Tahap I, persiapan alat dan kalibrasi alat.

Pada tahap ini dilakukan persiapan terhadap semua kebutuhan guna menunjang kelancaran penelitian. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. *Multi purpose teaching flume* dengan tinggi 24 cm, lebar *flume* 7,6 cm
- b. *Wave generator* dengan variator dari 0 sampai 10
- c. Dinding pemecah gelombang dengan 4 buah sudut ekstrim yaitu  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ , dan  $90^\circ$
- d. *Point Gauge*, untuk mengukur ketinggian posisi tertentu seperti muka air normal, kedalaman air, muka air tertinggi dan muka air terendah.

Kalibrasi peralatan digunakan untuk mendapatkan kedalaman air maksimal dimana air tidak melimpah keluar model, serta variator yang layak untuk digunakan dari *wave generator*.

Prosedur pelaksanaan kalibrasi alat adalah sebagai berikut :

- a. Memasang *wave generator* pada *multi purpose teaching flume*.
- b. Mengisi *flume* dengan air  $\frac{3}{4}$  tinggi dinding pemecah gelombang (untuk memberi kesempatan bagi elevasi puncak gelombang yang akan dibangkitkan)
- c. Membangkitkan gelombang dengan variator mulai paling rendah (S1)
- d. Mengamati gelombang yang terjadi, jika gelombang yang dihasilkan tidak pecah maka variator dinaikkan sampai tercapai gelombang pecah.

2. Tahap II, penelitian *run up* dan *run down*.

Penelitian *run up* dan *run down* dilakukan setelah kalibrasi peralatan selesai dilakukan. Prosedur pelaksanaan pengambilan data *run up* dan *run down* pada model adalah sebagai berikut :

- a. Memasang dinding pemecah gelombang sudut  $30^\circ$  pada ujung flume.
- b. Mengisi air pada flume setinggi kurang lebih 14 cm
- c. Menghidupkan *wave generator* untuk stroke 1 dan variator 3.
- d. Meletakkan ujung *point gauge* tepat pada titik tertinggi yang dapat dicapai oleh permukaan air pada dinding pemecah gelombang bersudut. Bacaan skala pada *point gauge* dibaca sebagai variabel M.

- e. Meletakkan ujung *point gauge* tepat pada titik terendah yang dapat dicapai oleh permukaan air pada dinding pemecah gelombang bersudut  $30^\circ$ . Bacaan skala pada *point gauge* dibaca sebagai variabel N.
- f. Menaikkan variator dan mengulangi prosedur d dan c sampai variator 7. Jika sudah tercapai gelombang pecah maka *wave generator* dimatikan. Kemudian dilakukan pengurangan air di flume kira-kira 2,5 cm.
- g. Mengulangi prosedur c dan f sampai 4 kedalaman dengan kedalaman maksimal 14 cm. Kemudian dilakukan penggantian dinding penahan bersudut  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ , dan  $90^\circ$  dan melakukan tahapan b sampai f kembali.

Karena variabel *run up* dan *run down* diukur dari kedalaman air normal, dan kedalaman telah diketahui maka harga *run up* dan *run down* dapat dihitung :

$$Ru = M - D \text{ mm}$$

$$Rd = D - N \text{ mm}$$

### 3. Tahap III, analisa data.

Analisa data dilakukan dengan uji persyaratan analisis dan uji hipotesis.

Untuk menguji hipotesis pertama dan kedua digunakan rumus korelasi *product moment* dari Sutrisno Hadi (2004:4)

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}}$$

Dimana :

$r_{xy}$  = Koefisien korelasi antara x dan y

$\sum xy$  = Jumlah product dari x dan y

$\sum x^2$  = Jumlah kuadrat deviasi x

$\sum y^2$  = Jumlah kuadrat deviasi y

Uji hipotesis ketiga dengan menggunakan analisis Regresi ganda. Persamaan regresi linear berganda yang digunakan sejalan dengan yang dikemukakan Andy Field (2005:157) adalah:

$$Y_i = ( b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n ) + e$$

$Y_i$  is the outcomes variable,  $b_1$  is the coefficient of the first predictor ( $X_1$ ),  $b_2$  is the coefficient of the second predictor ( $X_2$ ),  $b_n$  is the coefficient of the  $n$ -th predictor ( $X_n$ )

Untuk variabel yang sesuai dengan penelitian ini yang mana X berjumlah tiga ( $X_1$ ,  $X_2$  dan  $X_3$ ) persamaan dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$Y_1 = a + b_1X_1 + b_2X_2 + e \qquad Y_2 = a + b_1X_1 + b_2X_2 + e$$

Keterangan:

$Y_1 / Y_2$  = *Run up / Run down*

$a$  = Konstanta

$b_1, b_2, b_3$  = Koefisien regresi

$X_1$  = Kemiringan pemecah gelombang

$X_2$  = Kedalaman air

$e$  = *error*

4. Tahap IV : Tahap penarikan kesimpulan.

### C. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Terdapat pengaruh negatif antara kemiringan dinding pemecah gelombang terhadap *run up*. Hal ini terbukti dengan diperolehnya koefisien korelasi sebesar  $-0,252$ .
2. Terdapat pengaruh negatif antara kemiringan dinding pemecah gelombang terhadap *run down*. Hal ini terbukti dengan diperolehnya koefisien korelasi sebesar  $-0,372$ .
3. Terdapat pengaruh positif antara kedalaman air terhadap *run up*. Hal ini terbukti dengan diperolehnya koefisien korelasi sebesar  $0,300$ .
4. Terdapat pengaruh positif antara kedalaman air terhadap *run down*. Hal ini terbukti dengan diperolehnya koefisien korelasi sebesar  $0,255$ .
5. Terdapat pengaruh bersama antara kemiringan dinding pemecah gelombang dan kedalaman air terhadap *run up*. Hal ini terbukti dengan diperolehnya koefisien korelasi sebesar  $0,462$  dan sumbangan efektif sebesar  $21,4\%$ .

6. Terdapat pengaruh bersama antara kemiringan dinding pemecah gelombang dan kedalaman air terhadap *run down*. Hal ini terbukti dengan diperolehnya koefisien korelasi sebesar 0,451 dan sumbangan efektif sebesar 20,3%.
7. Penggunaan pemecah gelombang yang optimal adalah antara sudut 30 derajat dan 45 derajat..

## DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Triatmojo, 1996. *Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset
- Per Bruun, 1994, *Port Engineering Volume 1*. Houston: Gulf Publishing Company
- Chow, V.T, 1984. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga
- Dake, JMK, 1985. *Hidrolika Teknik*, Jakarta: Erlangga
- Dean, R.G, 1984. *Water Wave Mechanics for Engineers and Scientists*. New Jersey: Prentice Hall
- Denny Mark. 1951. *Air and water*. London: Princeton University Press
- Field, Andy.(2005). *Discovering statistics using SPSS, second edition (and sex, drugs, and rock 'n' roll)*. London: Sage
- Iin Idah Triningsih, 2000. *Pengaruh Difraksi Dan Refleksi Gelombang terhadap tinggi gelombang*. Surakarta : Fakultas Teknik UNS
- Nur Yuwono, 1986. *Teknik Pantai Vol. 1*. Yogyakarta : Biro Penerbit KMTS UGM
- Parwidi, 2000. *Pengaruh Model Pemecah Gelombang Terhadap Reduksi Energi Gelombang Serta Hubungan Tinggi Gelombang Pecah Terhadap Kedalamannya*. Surakarta : Fakultas Teknik UNS
- Peter Soedjo, 1986. *Teknik pantai vol 1*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS UGM .
- Singgih Santoso, 2001. *Mengolah Data Statistik Secara Profesional*. Jakarta : Elex Media Komputindo
- Streeter, L. V, 1988. *Mekanika Fluida*. Jakarta : Erlangga
- Sunardi Widjojo. J. B. 2000. *Hidrolika 2*. Surakarta: UNS Press.
- Sutrisno Hadi.(2004). *Metodologi Research jilid 2*. Yogyakarta: Andi Offset

Wood, W. L and Meadows, G.A, 1995. *Estuary and Coastline Hydrodynamics*. USA :  
Mc Graw–Hill Book Company

# PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH UNTUK MENINGKATKAN KINERJA PEMBELAJARAN FISIKA

**Amat Jaedun**

Universitas Negeri Yogyakarta

## **Abstrak**

Penelitian ini adalah penelitian tindakan kelas, yaitu penerapan model pembelajaran problem based learning (PBL) untuk meningkatkan kinerja pembelajaran Fisika di Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan (PTSP), FT UNY, baik dalam aspek proses maupun produk.

Subyek penelitian ini adalah mahasiswa peserta mata kuliah Fisika di jurusan PTSP, yang diselenggarakan pada semester khusus tahun 2010. Data mengenai dampak tindakan dalam aspek proses, diperoleh melalui observasi non sistematis, sedangkan data mengenai dampak tindakan dalam aspek produk, diperoleh dengan menilai hasil tugas kelompok, tugas-tugas individual, dan tes kompetensi. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal-soal tugas individual, soal-soal tugas kelompok, dan tes kompetensi. Uji validitas instrumen soal-soal tugas dan soal tes dilakukan terhadap validitas isi, yang dilakukan melalui *rational judgment*. Data yang diperoleh dianalisis dengan teknik deskriptif kuantitatif, deskriptif kualitatif dan statistik deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) penerapan model pembelajaran PBL terbukti efektif untuk meningkatkan kinerja pembelajaran, baik aspek proses maupun produk; dan (2) kendala dalam penerapan model pembelajaran PBL adalah: (1) kondisi ruang kuliah dan tempat duduk yang tidak dapat diatur secara bebas; (2) kendala dalam penyediaan soal-soal yang setara sebanyak jumlah kelompok yang ada; dan (3) penerapan model pembelajaran PBL cukup menyita waktu perkuliahan, baik waktu untuk latihan pemecahan soal-soal maupun presentasi hasil kerja kelompoknya di muka kelas.

***Kata Kunci:*** *pembelajaran PBL, kinerja pembelajaran*

## **A. PENDAHULUAN**

Mata kuliah Fisika di jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, hanya memiliki bobot 2 (dua) SKS, artinya hanya dilaksanakan dalam 2 (dua) jam tatap muka dalam setiap minggunya. Padahal mata kuliah Fisika ini memiliki peran yang sangat strategis karena akan menjadi dasar bagi mahasiswa dalam menguasai bidang keahlian keteknikan lainnya, seperti: Mekanika Teknik, Mekanika Fluida, Hidrolika, Struktur Kayu, Struktur baja, Struktur Beton, Praktik Kerja Beton dan lain-lain.

Berdasarkan pengamatan peneliti selama memberikan kuliah Fisika dapat diidentifikasi berbagai permasalahan mendasar berkaitan dengan upaya peningkatan kinerja pembelajaran pada mata kuliah Fisika tersebut, antara lain: (1) secara umum, aktivitas belajar mahasiswa pada hampir semua mata kuliah, termasuk pada mata kuliah Fisika, adalah rendah; (2) sebagian besar mahasiswa memiliki motivasi belajar yang rendah atau malas; (3) mahasiswa umumnya tidak memiliki buku referensi dan catatan kuliah; (4) usaha mencari tahu kurang; dan (5) kemampuan mahasiswa dalam pemahaman materi kuliah dan pemecahan soal-soal umumnya juga rendah. Di sisi lain, nilai rata-rata mata kuliah Fisika di jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan pada beberapa tahun terakhir ini juga belum menggembirakan, yaitu berkisar antara 2,5 sampai 2,75 atau di bawah nilai rata-rata yang dicanangkan oleh Fakultas, yaitu 3,0. Salah satu penyebab rendahnya prestasi mahasiswa peserta mata kuliah Fisika ini adalah rendahnya kemampuan mahasiswa dalam pemahaman, analisis, dan pemecahan terhadap masalah. Adapun indikasinya adalah bahwa sebagian besar mahasiswa tidak mampu memahami, menganalisis, dan memecahkan soal-soal latihan yang berupa soal aplikasi, meskipun telah diberikan contoh-contoh soal yang sejenis.

Berkaitan dengan permasalahan di atas, maka melalui penelitian ini akan diterapkan suatu model pembelajaran berbasis masalah (*problem based learning*) yang diharapkan akan mampu meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam pemahaman, analisis, dan pemecahan terhadap masalah, dan sekaligus juga mampu meningkatkan kualitas interaksi pembelajaran mata kuliah Fisika tersebut.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan penelitiannya sebagai berikut:

1. Bagaimanakah penerapan model pembelajaran berbasis masalah yang mampu meningkatkan kinerja pembelajaran mata kuliah Fisika ?
2. Apa sajakah kendala-kendala dalam penerapan model pembelajaran berbasis masalah yang mampu meningkatkan kinerja pembelajaran mata kuliah Fisika ?

Secara konseptual, pembelajaran berbasis masalah atau *problem-based learning* (PBL) adalah suatu pendekatan pembelajaran dengan membuat konfrontasi kepada

pebelajar dengan masalah-masalah praktis, berbentuk *ill-structured*, atau *open ended* melalui pemberian stimulus dalam belajar (I Wayan Santyasa, 2008). Dalam hal ini, PBL memiliki karakteristik-karakteristik sebagai berikut: (1) belajar dimulai atau didasarkan dengan suatu permasalahan, (2) perlu dipastikan bahwa permasalahan yang diberikan berhubungan dengan dunia nyata pebelajar, (3) mengorganisasikan materi pembelajaran di seputar permasalahan, dan bukan di seputar disiplin ilmu, (4) memberikan tanggung jawab sepenuhnya kepada pebelajar untuk mengalami secara langsung proses belajar mereka sendiri, (5) menggunakan kelompok kecil, yang jumlah anggotanya 4 – 5 orang, dan (6) menuntut pebelajar untuk men-demonstrasikan atau mempresentasikan apa yang telah mereka pelajari dalam bentuk produk atau kinerja (Boud & Felletti, 1997).

Dalam penelitian ini, implementasi PBL dilakukan dengan menghadapkan pebelajar (mahasiswa) pada masalah-masalah praktis yang berkaitan dengan kasus-kasus aplikasi konsep-konsep fisika pada permasalahan analisis struktur bangunan, yang harus dipecahkan. Selain itu, PBL yang diimplementasikan dalam penelitian ini juga memiliki karakteristik yang tidak jauh berbeda dengan konsep aslinya, yaitu: (1) pembelajaran didasarkan pada suatu permasalahan yang riil, yang berupa kasus-kasus aplikasi konsep-konsep fisika dalam analisis struktur bangunan; (2) permasalahan yang diajukan merupakan kasus-kasus aplikasi dalam kondisi yang riil; (3) mengorganisasikan materi pembelajaran sesuai permasalahan yang akan dipecahkan; (4) memberikan tugas kepada pebelajar (mahasiswa) untuk menemukan solusi atas permasalahan yang dihadapi; (5) pemecahan masalah dilakukan dalam kelompok-kelompok kecil, yang terdiri dari 4 – 5 orang mahasiswa; (6) menuntut atau memberikan tugas kepada mahasiswa untuk menunjukkan kinerjanya dalam bentuk kemampuan dalam memecahkan masalah-masalah yang diberikan.

Jonassen seperti dikutip oleh I Wayan Santyasa (2008) telah mendisain model lingkungan belajar konstruktivistik yang dapat diaplikasikan dalam pembelajaran kontekstual dengan pendekatan *problem-based learning*. Model lingkungan belajar konstruktivistik tersebut menjadi landasan yang kuat untuk mendisain pembelajaran dengan pendekatan *problem based learning* (PBL). Proses pembelajaran dengan

pendekatan *problem-based learning* tersebut dilakukan dengan 8 langkah, yaitu: (1) menemukan masalah, (2) mendefinisikan masalah, (3) mengumpulkan fakta-fakta, (4) menyusun dugaan sementara, (5) menyelidiki, (6) menyempurnakan permasalahan yang telah didefinisikan, (7) menyimpulkan alternatif-alternatif pemecahan secara kolaboratif, (8) menguji solusi permasalahan (Fogarty, 1997).

Dalam implementasinya langkah-langkah pembelajaran PBL tersebut dilakukan modifikasi untuk disesuaikan dengan karakteristik permasalahan yang harus dipecahkan, yang bersifat kasus-kasus aplikasi konsep-konsep fisika dalam analisis struktur bangunan, yang meliputi: (1) pemahaman terhadap masalah, yang mencakup: (a) pemahaman terhadap soal-soal bentuk cerita yang mendeskripsikan kasus-kasus aplikasi yang diberikan; (b) menemukan kalimat kunci atau “clue” dari deskripsi kasus tersebut; dan (c) menerjemahkan deskripsi kasus tersebut ke dalam “apa yang diketahui” dan “apa yang ditanyakan”; (2) menuangkan deskripsi kasus tersebut ke dalam bentuk “skema gaya” dan “model matematis” yang sesuai; (3) menentukan alternatif pemecahan masalah secara kolaboratif; dan (4) menguji solusi terhadap permasalahan yang dipilih melalui perhitungan-perhitungan.

Selain itu, dalam implementasi PBL ini dosen membentuk kelompok-kelompok pebelajar yang jumlah anggotanya 4. Masing-masing kelompok tersebut melakukan aktivitas belajar sesuai langkah-langkah pembelajaran PBL, yaitu: memahami masalah, mengumpulkan fakta-fakta dari permasalahan, merepresentasi masalah dalam bentuk skematis atau diagram, merumuskan model-model matematis untuk penyelesaiannya, dan melakukan pengujian dengan perhitungan, dan menyajikan hasilnya di depan kelas.

Dalam melakukan kegiatan belajar secara kelompok ini, mahasiswa yang lebih kompeten akan bertindak sebagai tutor sejawat bagi mahasiswa lainnya yang kurang kompeten, sehingga proses belajar akan menjadi lebih efektif. Model pembelajaran tutor sejawat atau yang sering disebut sebagai model pembelajaran *cooperative learning* (MPCL) beranjak dari dasar pemikiran "*getting better together*", yang menekankan pada pemberian kesempatan belajar yang lebih luas dan suasana yang kondusif kepada peserta didik untuk memperoleh, dan mengembangkan pengetahuan, sikap, nilai, serta keterampilan-keterampilan sosial yang bermanfaat bagi kehidupannya di masyarakat.

Melalui MPCL, mahasiswa bukan hanya belajar dan menerima apa yang disajikan oleh dosen dalam PBM, melainkan juga belajar dari mahasiswa lainnya, dan sekaligus mempunyai kesempatan untuk membelajarkan mahasiswa yang lain (Nurita Putranti, 2007).

Dalam hal yang senada, Stahl seperti dikutip oleh Arief Achmad (2007), menyatakan bahwa proses pembelajaran dengan MPCL ini akan mampu merangsang dan menggugah potensi peserta didik secara optimal dalam suasana belajar pada kelompok-kelompok kecil yang terdiri dari 3 sampai 6 orang mahasiswa. Pada saat mahasiswa belajar dalam kelompok akan berkembang suasana belajar yang terbuka dalam dimensi kesejawatan, karena pada saat itu akan terjadi proses belajar kolaboratif dalam hubungan pribadi yang saling membutuhkan. Pada saat itu juga mahasiswa yang belajar dalam kelompok kecil akan tumbuh dan berkembang pola belajar tutor sebaya (*peer group*) dan belajar secara bekerjasama (*cooperative*).

Berbagai temuan penelitian menunjukkan, bahwa MPCL membantu guru dan peserta didik dalam memahami materi pembelajaran secara lebih baik. Slavin (Arief Achmad, 2007), menemukan bahwa 86 persen dari keseluruhan siswa yang diajar dengan MPCL memiliki prestasi belajar yang lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang diajar dengan model pembelajaran lainnya. Demikian pula, hasil penelitian Amat Jaedun dan Nuryadin (2008), menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran tutor sebaya berbasis internet dapat meningkatkan aktivitas belajar (motivasi, kerjasama dan interaksi antar mahasiswa) serta hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah Fisika di jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, FT UNY.

Penilaian pembelajaran dengan pendekatan *problem-based learning* menurut paradigma konstruktivistik merupakan bagian yang utuh dengan pembelajaran itu sendiri. Bertolak dari pandangan ini, maka penilaian pembelajaran dengan pendekatan *problem-based learning* dilaksanakan secara terintegrasi dengan proses pembelajaran (Marzano et al, 1993). Penilaian pembelajaran dengan *problem-based learning* dilakukan dengan *authentic assesment*. Dalam hal ini, O'Malley dan Pierce (Sax, 1980) mendefinisikan *authentic assesment* sebagai bentuk penilaian di kelas (*classroom based assesment*) yang mencerminkan proses belajar, hasil belajar, motivasi, dan sikap

terhadap kegiatan pembelajaran yang relevan. Sementara itu, Phopam (1995) menyatakan bahwa penilaian kelas (*classroom based assessment*), adalah proses pengumpulan informasi mengenai perkembangan dan pencapaian kompetensi peserta didik dengan menerapkan berbagai teknik/metode (yang tidak terbatas hanya tes) agar dapat menunjukkan secara tepat mengenai perkembangan dan pencapaian kompetensi peserta didik tersebut dalam pembelajaran.

Asesmen pembelajaran pada pembelajaran *problem-based learning* ini dilakukan secara bertahap yang koheren dengan langkah-langkah dalam pemecahan masalah, yang meliputi tahapan-tahapan: memahami masalah, merepresentasi masalah, menentukan model (skematis dan matematis), melakukan kalkulasi/analisis, dan menyimpulkan hasil analisis. Dalam pendekatan pembelajaran ini mahasiswa diberikan prosedur atau langkah-langkah dalam pemecahan masalah, dibimbing melakukan pemecahan masalah melalui kerja kelompok dengan mengikuti prosedur yang telah diberikan, dilatih untuk berpikir secara runtut dan sistematis, sehingga mahasiswa akan terlatih untuk memecahkan masalah dengan bekerjasama secara kelompok dan melatih kemampuan mahasiswa dalam memahami, menganalisis, menentukan cara pemecahan masalah dan memecahkan permasalahan secara tepat.

Dalam implementasi pendekatan PBL ini, penilaian dilakukan baik terhadap proses maupun hasil belajar peserta didik (mahasiswa). Penilaian terhadap proses dilakukan untuk menilai aktivitas belajar serta peran serta tiap-tiap mahasiswa dalam kegiatan belajar kelompok untuk memecahkan masalah. Penilaian terhadap proses ini dilakukan dengan observasi kegiatan belajar mahasiswa di dalam kerja kelompok. Sementara itu, penilaian terhadap hasil belajar dilakukan baik terhadap kinerja mahasiswa secara individual maupun kinerja kelompok. Penilaian kinerja kelompok didasarkan pada hasil tugas kelompok yang dipresentasikan oleh wakil kelompok di depan kelas, sedangkan penilaian mengenai kinerja mahasiswa secara individual dilakukan melalui tugas-tugas perorangan dan tes.

Berdasarkan kajian teori di atas, maka diajukan hipotesis tindakan sebagai berikut:

“Penerapan model pembelajaran berbasis masalah atau PBL dalam mata kuliah Fisika akan meningkatkan kinerja pembelajaran, baik dalam aspek proses maupun hasil pembelajaran”

## **B. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini adalah bentuk penelitian tindakan kelas (PTK), yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja pembelajaran Fisika di Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, FT UNY, melalui penerapan model pembelajaran berbasis masalah (PBL). Subyek penelitian ini adalah mahasiswa peserta mata kuliah Fisika di jurusan PTSP, yang diselenggarakan pada semester khusus (sEemester pendek) tahun 2010. Penerapan model pembelajaran dengan pendekatan PBL ini dilakukan secara berkelompok dengan membagi mahasiswa menjadi kelompok-kelompok kecil yang terdiri dari 4 orang mahasiswa.

Data mengenai hasil/dampak tindakan dalam aspek proses, yaitu mengenai keterlibatan dan peran serta mahasiswa dalam aktivitas belajar kelompok diperoleh melalui observasi non sistematis, sedangkan data mengenai dampak tindakan terhadap hasil belajar, yaitu kemampuan dalam memecahkan masalah, diperoleh dengan menilai hasil dan presentasi tugas kelompok, hasil tugas-tugas individual, dan tes kompetensi. Instrumen pokok yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal-soal tugas individual, soal-soal tugas kelompok, dan tes kompetensi. Uji validitas instrumen soal-soal tugas dan instrumen tes dilakukan terhadap validitas isi, yang dilakukan melalui *rational judgment*.

Indikator pencapaian dari penerapan tindakan tersebut mencakup indikator-indikator proses maupun hasil. Indikator kinerja pembelajaran pada aspek proses adalah bahwa minimal 75 % mahasiswa terlibat dan berperan serta secara aktif dalam aktivitas belajar kelompok. Sementara itu, indikator kinerja pembelajaran pada aspek produk meliputi: (1) minimal 75 % mahasiswa mampu memecahkan masalah yang diberikan. Data ini diperoleh dengan menunjuk mahasiswa secara acak untuk mempresentasikan hasil kerja kelompoknya; dan (2) minimal 75 % mahasiswa memperoleh nilai minimal B dari hasil tugas-tugas individual dan tes yang diberikan.

Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik deskriptif kuantitatif, deskriptif kualitatif dan statistik deskriptif. Analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif digunakan untuk menganalisis data hasil observasi, dan hasil tugas kelompok. Sedangkan data hasil tugas-tugas individual dan hasil tes kompetensi dianalisis dengan statistik deskriptif.

## **C. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Deskripsi Setting Penelitian**

Subyek penelitian ini adalah mahasiswa peserta kuliah Fisika pada semester khusus (semester pendek) yang diselenggarakan tahun 2010, yang berjumlah 40 mahasiswa, terdiri atas 21 mahasiswa S1 dan 19 mahasiswa D3. Mahasiswa peserta kuliah pada semester khusus merupakan mahasiswa yang mengulang kuliah untuk keperluan remedial, baik untuk mencapai kelulusan ataupun perbaikan nilai mata kuliah yang bersangkutan. Mahasiswa peserta kuliah Fisika pada semester khusus ini terdiri atas beberapa angkatan, dengan proporsi: angkatan 2009 sebanyak 30 mahasiswa (75 %); angkatan 2008 sebanyak 5 mahasiswa (12,5 %); angkatan 2007 sebanyak 4 mahasiswa (10 %); dan angkatan 2006 sebanyak 1 orang (2,5 %).

Penelitian ini dilakukan melalui penerapan tindakan model pembelajaran PBL pada materi-materi pokok: besaran dan sistem satuan, penjumlahan, pengurangan dan penguraian gaya, kesetimbangan gaya dan momen, dan elastisitas bahan. Pembatasan materi pembelajaran pada topik-topik tersebut disesuaikan dengan tujuan utama penelitian, yaitu untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam pemecahan permasalahan-permasalahan yang terkait dengan aplikasi konsep-konsep fisika, khususnya mekanika, dalam pemecahan masalah yang berkaitan analisis struktur bangunan.

Secara umum, tingkat kehadiran mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan pada mata kuliah Fisika tersebut adalah cukup tinggi, yaitu semua mahasiswa dapat hadir lebih dari 75 % atau 12 kali pertemuan. Hal ini kemungkinan disebabkan karena pada awal perkuliahan, telah ditetapkan aturan sesuai peraturan akademik UNY, bahwa

persyaratan untuk dapat mengikuti ujian semester minimal harus hadir 75 % dari target pertemuan, yaitu sebanyak 16 kali tatap muka.

Sesuai dengan ruang lingkup materi pokok, maka penerapan tindakan dilaksanakan dalam tiga siklus, yang dilakukan dalam 7 (tujuh) kali tatap muka, @ 2 jam, ditambah satu pertemuan @ 2 jam untuk tes kompetensi, yaitu pada tatap muka yang ke delapan.

## **2. Langkah Penerapan Tindakan**

Pada awal perkuliahan, selain menyampaikan silabus, buku referensi dan sistem penilaian, telah diinformasikan kepada mahasiswa bahwa perkuliahan akan dilaksanakan dengan strategi pembelajaran berbasis masalah.

Ruang lingkup materi perkuliahan pada siklus I, meliputi: besaran dan sistem satuan, serta penjumlahan, pengurangan dan penguraian gaya. Ruang lingkup materi perkuliahan pada siklus II, meliputi: kesetimbangan gaya dan kesetimbangan momen, sedangkan ruang lingkup materi perkuliahan pada siklus III adalah elastisitas, yang meliputi: tegangan (stress), regangan (strain) dan modulus elastisitas bahan.

Langkah-langkah tindakan dalam setiap siklusnya disesuaikan dengan langkah-langkah PBL. Adapun langkah-langkah penerapan tindakan pada setiap siklus adalah sebagai berikut:

- 1) Pemberian orientasi singkat (*preview*) tentang materi perkuliahan, yang mencakup konsep-konsep dasar dan aplikasinya.
- 2) Pembentukan kelompok, yang dilakukan sesuai dengan deretan tempat duduk mahasiswa, yaitu kelompok dibentuk satu deret mahasiswa yang terdiri atas 4 orang mahasiswa.
- 3) Pemberian masalah atau soal-soal, yang berupa aplikasi konsep-konsep Fisika dalam analisis struktur bangunan. Pemberian masalah, yang berupa kasus-kasus aplikasi konsep-konsep fisika dalam analisis struktur bangunan kepada masing-masing kelompok tersebut dibuat tidak sama, tetapi dalam ruang lingkup materi atau kompetensi yang sama.

- 4) Pelaksanaan diskusi kelompok untuk memahami masalah, menemukan "clue", dan menuangkan dalam skema gaya dan atau persamaan matematisnya.
- 5) Menyelesaikan permasalahan secara kelompok dengan menggunakan skema gaya dan atau model atau persamaan matematis yang telah disusun.
- 6) Observasi kegiatan mahasiswa dalam diskusi kelompok oleh peneliti, yaitu dengan mengamati keaktifan setiap mahasiswa dalam kegiatan diskusi dan pemecahan masalah secara kelompok.
- 7) Menunjuk salah satu mahasiswa anggota kelompok secara acak untuk mempresentasikan hasil kerja kelompoknya, yaitu dengan mengerjakan soal-soal yang diberikan di muka kelas.
- 8) Penilaian terhadap kinerja kelompok, yaitu dengan mengevaluasi kompetensi mahasiswa yang ditunjuk untuk mengerjakan soal-soal yang diberikan di muka kelas mewakili kelompoknya.

### **3. Dampak Penerapan Tindakan**

Hasil observasi dampak penerapan tindakan terhadap peningkatan kinerja pembelajaran dalam aspek proses, baik pada siklus I, II maupun III, menunjukkan bahwa lebih dari 90% mahasiswa terlibat dan berperan secara aktif dalam aktivitas belajar kelompok, yaitu untuk memecahkan soal-soal atau permasalahan yang diberikan pada kelompok mereka. Dengan demikian, pencapaian indikator aspek proses yang telah ditetapkan bahwa minimal 75% mahasiswa terlibat dan berperan serta secara aktif dalam aktivitas belajar kelompok telah dapat dicapai. Hasil refleksi menyimpulkan bahwa peningkatan kinerja pembelajaran pada aspek proses, yaitu keterlibatan mahasiswa secara aktif dalam aktivitas belajar kelompok, menurut hemat peneliti, dapat dilakukan melalui pemberian tugas penyelesaian soal-soal yang wajib dikerjakan secara kelompok, dan cara penunjukkan wakil kelompok untuk mengerjakan soal-soal di muka kelas secara acak. Cara penunjukan secara acak seperti ini akan memacu mahasiswa untuk selalu siap, sehingga mereka terpacu untuk terlibat secara aktif dalam kegiatan belajar kelompoknya.

Pada siklus I, salah satu indikator aspek produk, bahwa minimal 75% mahasiswa mampu memecahkan permasalahan yang diberikan, yang diukur berdasarkan kemampuan mahasiswa yang ditunjuk untuk mewakili kelompoknya dalam memecahkan soal-soal di muka kelas, telah dapat dicapai. Hal ini ditunjukkan bahwa hampir semua (>90%) mahasiswa yang ditunjuk untuk mengerjakan soal mewakili kelompoknya dapat mengerjakan soal-soal dengan benar. Namun demikian, untuk kompetensi penguraian gaya dalam arah sembarang untuk menentukan besaran gaya-gaya batang, mahasiswa masih perlu dibantu dengan menunjukkan "clue", yaitu bahwa penggambaran skema gaya harus dimulai dari beban, dan berputar dengan arah searah jarum jam. Setelah diberikan bimbingan seperti itu maka sebagian besar (> 80%) mahasiswa dapat memahami secara baik.

Demikian pula, hasil penilaian tugas I juga menunjukkan bahwa sebanyak 87,5 % mahasiswa mampu menyelesaikan permasalahan-permasalahan aplikasi konsep besaran dan satuan serta penjumlahan, pengurangan dan penguraian gaya dalam analisis struktur bangunan. Berdasarkan deskripsi dampak penerapan tindakan pada siklus I tersebut di atas, dapat disimpulkan bahwa semua indikator penerapan tindakan pada siklus I telah dapat dicapai. Oleh karena itu, hasil refleksi mengisyaratkan bahwa bentuk tindakan yang diimplementasikan pada siklus berikutnya tidak perlu dilakukan perubahan.

Hasil observasi terhadap proses dan hasil penerapan tindakan pada siklus II menunjukkan bahwa pencapaian indikator aspek produk yaitu bahwa minimal 75% mahasiswa mampu memecahkan permasalahan yang diberikan, yang diukur berdasarkan kemampuan mahasiswa yang ditunjuk untuk mewakili kelompoknya dalam memecahkan soal-soal di muka kelas, telah dapat dicapai setelah pemberian latihan yang kedua, yang berfungsi untuk perbaikan. Sedangkan pada latihan I, lebih dari separoh mahasiswa masih mengalami kesulitan. Kesulitan utama yang dialami mahasiswa adalah dalam membuat skema gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi yang tidak sama dengan contoh-contoh yang diberikan. Untuk itu, mahasiswa perlu dibantu dengan menunjukkan "clue", yaitu cara penggambaran skema gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi, baik gaya beban maupun gaya reaksi. Setelah diberikan bimbingan seperti itu terbukti sebagian besar mahasiswa dapat memahami secara baik. Hal ini ditunjukkan bahwa pada

latihan yang kedua lebih dari 80% mahasiswa yang ditunjuk untuk mengerjakan soal mewakili kelompoknya dapat mengerjakan soal-soal dengan benar.

Demikian pula, hasil penilaian tugas II, menunjukkan bahwa sebanyak 80% mahasiswa mampu menyelesaikan permasalahan-permasalahan aplikasi konsep kesetimbangan gaya dan momen dalam analisis struktur bangunan, yaitu untuk menentukan besaran gaya-gaya batang. Berdasarkan deskripsi dampak penerapan tindakan pada siklus II di atas, dapat disimpulkan bahwa semua indikator penerapan tindakan pada siklus II telah dapat dicapai. Oleh karena itu, hasil refleksi mengisyaratkan bahwa bentuk tindakan yang akan diimplementasikan pada siklus berikutnya tidak perlu dilakukan perubahan.

Sementara itu, hasil observasi terhadap proses dan hasil penerapan tindakan pada siklus III menunjukkan bahwa pencapaian indikator aspek produk, yaitu bahwa minimal 75% mahasiswa mampu memecahkan permasalahan yang diberikan, yang diukur berdasarkan kemampuan mahasiswa yang ditunjuk untuk mewakili kelompoknya dalam memecahkan soal-soal di muka kelas, telah dapat dicapai setelah pemberian latihan yang kedua, yang berfungsi untuk perbaikan. Sedangkan pada latihan I, hampir separoh (sekitar 40 %) mahasiswa masih mengalami kesulitan. Kesulitan utama yang dialami mahasiswa adalah berkaitan dengan materi sebelumnya, yaitu untuk menentukan besaran gaya-gaya batang dari suatu konstruksi yang tidak sama dengan contoh-contoh yang telah diberikan. Untuk itu, mahasiswa perlu dibantu dengan menunjukkan "clue", yaitu cara penggambaran skema gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi, baik gaya beban maupun gaya reaksi. Setelah diberikan bimbingan seperti itu terbukti sebagian besar mahasiswa dapat memahami secara baik. Hal ini ditunjukkan bahwa pada latihan yang kedua lebih dari 75% mahasiswa yang ditunjuk untuk mengerjakan soal mewakili kelompoknya dapat mengerjakan soal-soal dengan benar.

Demikian halnya, hasil penilaian tugas III, menunjukkan bahwa sebanyak 80% mahasiswa telah mampu menyelesaikan permasalahan-permasalahan aplikasi konsep elastisitas dalam analisis struktur bangunan, yaitu untuk menentukan besaran gaya-gaya batang beserta dimensi batang. Berdasarkan deskripsi dampak penerapan tindakan pada siklus III di atas, dapat disimpulkan bahwa semua indikator penerapan tindakan pada

siklus III telah dapat dicapai. Dengan demikian, dampak penerapan tindakan secara keseluruhan menunjukkan bahwa bentuk tindakan yang diterapkan yaitu model pembelajaran berbasis masalah (PBL) adalah efektif untuk meningkatkan kinerja pembelajaran, baik dalam aspek proses maupun produk.

Peningkatan kemampuan mahasiswa untuk memahami materi kuliah menurut hemat peneliti disebabkan karena dalam pembelajaran PBL ini mahasiswa dikondisikan untuk melakukan banyak latihan pemecahan soal-soal dengan dibimbing menggunakan langkah-langkah yang runtut dan sistematis. Dengan melakukan banyak latihan dalam pemecahan soal-soal tersebut, mahasiswa terbukti akan lebih mudah dalam memahami atau menguasai materi kuliah yang disampaikan oleh dosen.

Pada pertemuan tatap muka yang ke delapan, telah dilakukan tes kompetensi. Materi tes kompetensi meliputi: (1) aplikasi konsep penguraian gaya dengan arah sembarang untuk menentukan besaran gaya-gaya batang dalam suatu konstruksi; (2) aplikasi konsep kesetimbangan gaya dan momen untuk menentukan besaran gaya-gaya batang dalam suatu konstruksi; dan (3) aplikasi konsep elastisitas untuk menentukan dimensi batang dalam suatu konstruksi.

Soal tes terdiri dari dua butir soal uraian (essay). Butir pertama, mengukur kemampuan aplikasi konsep penguraian gaya dengan arah sembarang untuk menentukan besaran gaya-gaya batang dalam suatu konstruksi. Sedangkan butir kedua, mengukur kemampuan aplikasi konsep kesetimbangan gaya dan momen untuk menentukan besaran gaya-gaya batang dan aplikasi konsep elastisitas untuk menentukan dimensi batang dalam suatu konstruksi.

Soal yang diberikan kepada masing-masing mahasiswa yang duduk bersebelahan dibuat tidak sama, tetapi dalam ruang lingkup materi atau kompetensi yang sama. Hal ini dimaksudkan agar masing-masing mahasiswa tidak saling bekerjasama, sehingga dapat mengukur kompetensi masing-masing mahasiswa yang sebenarnya.

Hasil observasi terhadap proses pelaksanaan tes kompetensi menunjukkan bahwa dengan pemberian soal-soal yang berbeda tetapi setara, maka tiap-tiap mahasiswa akan bekerja secara mandiri, sehingga gambaran mengenai pencapaian kompetensi untuk setiap mahasiswa akan dapat terukur dengan baik.

Sementara itu, distribusi skor nilai akhir mahasiswa yang merupakan gabungan dari nilai tugas I, II dan III serta hasil tes kompetensi, menunjukkan bahwa indikator produk yang kedua yang menyatakan bahwa minimal 75% mahasiswa memperoleh nilai minimal B dari hasil tugas individual dan tes kompetensi yang diberikan telah dapat dicapai. Dalam distribusi skor nilai akhir yang dicapai mahasiswa ditunjukkan bahwa sebesar 80% (lebih dari 75%) mahasiswa memperoleh nilai akhir minimal B dari hasil tugas-tugas individual dan tes kompetensi yang diberikan.

Hasil refleksi terhadap seluruh proses dan dampak penerapan tindakan dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran PBL yang diimplementasikan pada semester khusus tersebut terbukti cukup efektif untuk meningkatkan kinerja pembelajaran, baik dalam aspek proses maupun produk. Menurut hemat peneliti, hal ini disebabkan karena adanya dua faktor pendukung utama. Pertama, adalah dukungan konteks. Pada semester khusus ini, beban belajar mahasiswa adalah tidak banyak. Ketentuan yang ditetapkan di Fakultas Teknik UNY, bahwa pada semester khusus tahun 2010 tersebut mahasiswa hanya diijinkan mengambil mata kuliah maksimal 7 Sks. Dengan beban belajar yang tidak terlalu banyak tersebut, maka mahasiswa akan cenderung lebih fokus dan bersungguh-sungguh dalam mengikuti perkuliahan dibanding dengan kuliah pada semester reguler yang memiliki beban belajar antara 18 – 24 Sks. Selain itu, perkuliahan pada semester khusus tersebut bertujuan untuk memperbaiki nilai yang telah diperoleh melalui perkuliahan pada semester reguler maupun untuk memperoleh kelulusan, sehingga hal ini akan mempengaruhi motivasi mahasiswa untuk berusaha secara sungguh-sungguh dalam mencapai tujuan tersebut.

Sementara itu, dukungan pokok yang kedua adalah cara penunjang mahasiswa yang mewakili kelompoknya yang dilakukan secara acak. Cara penunjang secara acak tersebut akan memacu mahasiswa untuk terlibat secara aktif dalam diskusi atau kerja kelompok, sehingga mereka akan merasa lebih siap jika ditunjuk untuk maju ke depan kelas mewakili kelompoknya.

Temuan penelitian ini adalah sejalan dengan hasil penelitian Slavin (Arief Achmad, 2007), yang menemukan bahwa 86 persen dari keseluruhan siswa yang diajar dengan MPCL memiliki prestasi belajar yang lebih tinggi dibandingkan dengan siswa

yang diajar dengan model pembelajaran lainnya. Demikian pula, hasil penelitian Amat Jaedun dan Nuryadin (2008), juga menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran tutor sebaya berbasis internet dapat meningkatkan aktivitas belajar (motivasi, kerjasama dan interaksi antar mahasiswa) serta hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah Fisika di jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, FT UNY.

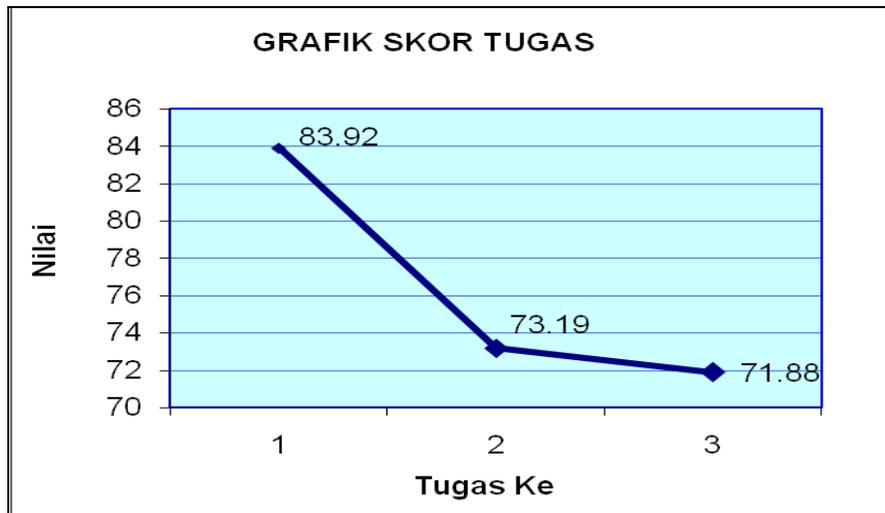
Kendala-kendala yang dialami dalam penerapan model pembelajaran PBL tersebut adalah: (1) kondisi ruang kuliah dan tempat duduk yang tidak dapat diatur secara bebas, sehingga pembentukan kelompok hanya dilakukan untuk mahasiswa yang duduknya sederet. Hal ini akan berakibat bahwa kelompok hanya dapat dibentuk apa adanya, tidak bisa memilih, sehingga karakteristik kelompok tidak dapat diatur sesuai keinginan peneliti; (2) peneliti harus menyiapkan soal-soal yang setara sebanyak jumlah kelompok yang ada, sehingga masing-masing kelompok akan bekerja secara mandiri dan tidak menggantung pada kelompok lainnya; dan (3) penerapan model pembelajaran PBL ini cukup menyita waktu perkuliahan, karena peneliti harus memberikan banyak latihan pemecahan soal-soal dan mewajibkan setiap kelompok untuk mempresentasikan hasil kerja kelompoknya di muka kelas.

Keefektifan model pembelajaran PBL dalam meningkatkan kinerja pembelajaran pada aspek produk, yang ditunjukkan oleh distribusi skor nilai tugas pada setiap siklusnya, dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel Skor Nilai Tugas I, II, III dan Tes Kompetensi**

Capaian Skor Nilai Tugas	TUGAS-1	TUGAS-2	TUGAS-3	TES
SKOR TERTINGGI	100	88	82	80
SKOR TERENDAH	65	60	58	58
SKOR RATA-RATA	83,92	73,19	71,88	69,87

Kecenderungan skor rata-rata nilai tugas I, II dan III dapat disajikan pada diagram berikut.



Berdasarkan rata-rata skor nilai tugas sebagaimana disajikan pada Tabel 1 dan diagram di atas menunjukkan bahwa telah terjadi kecenderungan penurunan kinerja dalam aspek produk pada siklus II dan III dibandingkan hasil pada siklus I. Hal ini bukan berarti bahwa keefektifan model pembelajaran PBL pada siklus II dan III adalah menurun, tetapi hal ini terjadi semata-mata karena tingkat kesulitan (kompleksitas) materi pada siklus II dan III yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan materi pada siklus I. Tugas-tugas yang diberikan pada siklus I adalah untuk mengukur: (1) aplikasi sistem satuan dalam perhitungan kuat tekan beton. Misal: dalam Mega Pascal atau MPa (SNI-91) dan dalam  $\text{kg/cm}^2$  (PBI-71); (2) aplikasi konsep penjumlahan gaya dalam menghitung resultante gaya sebagai efek total dari beberapa gaya yang bekerja; (3) aplikasi konsep penguraian gaya untuk menentukan besaran gaya pada arah vertikal atau pada arah sumbu Y, dan horisontal atau dalam arah sumbu X; dan (4) aplikasi konsep penguraian gaya untuk menentukan besaran gaya pada arah sembarang atau sesuai kebutuhan dalam menentukan gaya-gaya batang. Dalam pengerjaan soal-soal latihan yang mencakup keempat kompetensi tersebut, mahasiswa hanya mengalami kesulitan dalam mengerjakan soal-soal aplikasi konsep penguraian gaya untuk menentukan besaran gaya pada arah sembarang atau sesuai kebutuhan dalam menentukan gaya-gaya

batang. Namun setelah diberikan penjelasan dan bimbingan secukupnya, mahasiswa dengan mudah dapat mengerjakan soal-soal tugas dengan baik.

Sementara itu, tugas II dimaksudkan untuk mengukur kemampuan mahasiswa dalam mengaplikasikan konsep kesetimbangan gaya dan kesetimbangan momen untuk menentukan besaran gaya-gaya batang, sedangkan tugas III dimaksudkan untuk mengukur kemampuan mahasiswa dalam aplikasi konsep elastisitas bahan untuk menentukan dimensi batang. Dalam mengerjakan tugas-tugas latihan pada siklus II dan III ini mahasiswa mengalami kesulitan yang tidak mudah diatasi, yaitu dalam menyusun skema gaya-gaya yang bekerja pada suatu konstruksi untuk menentukan atau menghitung besaran gaya-gaya batang, yang pada latihan soal-soal pada siklus III dilanjutkan dengan menentukan dimensi batang yang dibutuhkan. Kesulitan ini tidak mudah diatasi, karena setiap diberikan bentuk konstruksi yang tidak sama dengan contoh, masih banyak (sekitar 40 %) mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam menyusun skema gayanya.

#### **D. KESIMPULAN**

Berdasarkan deskripsi hasil penelitian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penerapan model pembelajaran PBL terbukti cukup efektif untuk meningkatkan kinerja pembelajaran, baik aspek proses maupun produk. Peningkatan kinerja pembelajaran pada aspek proses, yaitu keterlibatan mahasiswa secara aktif dalam aktivitas belajar kelompok, dapat dilakukan melalui pemberian tugas penyelesaian soal-soal yang wajib dikerjakan secara kelompok, dan cara penunjukkan wakil kelompok untuk mengerjakan soal-soal di muka kelas secara acak. Sementara itu, peningkatan kemampuan aplikasi konsep-konsep fisika dalam analisis struktur bangunan dapat ditempuh melalui: (1) pemberian soal-soal latihan untuk dikerjakan secara kelompok; (2) pemberian soal-soal pada masing-masing kelompok dengan soal yang berbeda tetapi setara; (3) pemberian bimbingan ketika mahasiswa mengalami kesulitan; dan (4) pengulangan latihan.
2. Kendala-kendala yang dihadapi peneliti dalam penerapan model pembelajaran PBL tersebut adalah: (1) kondisi ruang kuliah dan tempat duduk yang tidak dapat diatur

secara bebas, sehingga menyebabkan kelompok hanya dapat dibentuk apa adanya, dan karakteristik kelompok tidak dapat diatur sesuai keinginan peneliti; (2) peneliti harus menyiapkan soal-soal yang setara sebanyak jumlah kelompok yang ada, sehingga masing-masing kelompok akan bekerja secara mandiri; dan (3) penerapan model pembelajaran PBL cukup menyita waktu perkuliahan, baik waktu untuk latihan pemecahan soal-soal maupun untuk presentasi hasil kerja kelompoknya di muka kelas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amat Jaedun dan Nuryadin, E.R. (2008). Penerapan Model Tutor Teman Sejawat Berbasis Internet Untuk Meningkatkan Kompetensi Mahasiswa Pada Mata Kuliah Fisika di Jurusan PTSP, FT UNY. *Laporan Penelitian*. Yogyakarta: FT UNY.
- Arief Achmad (2006). Implementasi Model Cooperative Learning dalam Pendidikan IPS di Tingkat Persekolahan. Diakses tanggal 12 Desember 2008 dari <http://researchengines.com/0805arief6.html>.
- Boud, D. dan Felletti, G. I. (1997). *The challenge of problem-based learning*. London: Kogapage.
- Fogarty, R. (1997). *Problem-based learning and other curriculum models for the multiple intelligences classroom*. Arlington Heights, Illinois: Sky Light.
- I Wayan Santyasa (2008). Pembelajaran Berbasis Masalah dan Pembelajaran Kooperatif. *Makalah Disampaikan dalam Pelatihan Pembelajaran dan Asesmen Inovatif bagi Guru-guru Sekolah Menengah Kecamatan Nusa Penida, Bali, Tanggal 22 - 24 Agustus 2008*.
- Marzano, R. J. et al. (1993). How classroom teachers approach the teaching of thinking. Dalam Donmoyer, R., & Merryfield, M. M (Eds.): *Theory into practice: Teaching for higher order thinking*. 32 (3). 154 – 160.
- Nurita Putranti (2007). Pengajaran Tutor Teman Sebaya. Diakses tanggal 12 Desember 2008 dari <http://nuritaputranti.wordpress.com/2007/08/02/tutor-sebaya/>
- Popham, W.J. (1995). *Classroom assessment: What teachers need to know*. Boston: Allyn and Bacon, Inc.

Sax, G. (1980). *Principles of educational and psychological measurement and evaluation (2<sup>nd</sup> ed.)*. San Francisco, CA: Wadsworth Publishing Co.

# PENGEMBANGAN INSTRUMEN KEMANDIRIAN BELAJAR MAHASISWA (VALIDASI KONSTRUK INSTRUMEN KEMANDIRIAN BELAJAR MAHASISWA)

Kana Hidayati dan Endang Listyani  
Jurusan Pendidikan Matematika F.MIPA UNY

## Abstrak

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menyusun dan mengembangkan instrumen kemandirian belajar mahasiswa yang dapat diandalkan secara konsisten. Adapun secara khusus penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan langkah-langkah penyusunan dan pengembangan instrumen kemandirian belajar mahasiswa serta memperoleh bukti validitas dan reliabilitas dari instrumen kemandirian belajar mahasiswa yang disusun dan dikembangkan tersebut.

Metode penyusunan dan pengembangan instrumen kemandirian belajar mahasiswa dalam penelitian ini menggunakan model pengembangan teoretik. Penelitian dilaksanakan di FMIPA UNY, pada semester gasal tahun akademik 2009/2010. Untuk keperluan ujicoba instrumen, populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika FMIPA UNY. Sampel penelitian adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika FMIPA UNY yang diambil dengan cara *cluster random sampling*, yakni sampel berasal dari kelas yang diambil secara acak, kelas yang terpilih adalah Prodi PMatNR kelas C angkatan 2007, Prodi PMatR angkatan 2007, dan Prodi PMatR angkatan 2008. Ukuran sampel dalam penelitian ini adalah 128.

Penyusunan dan pengembangan instrumen kemandirian belajar mahasiswa dalam penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah: (a) Melakukan kajian teoretik, (b) Menyusun kisi-kisi instrumen, (c) Menyusun butir-butir instrumen, (d) Melakukan *expert judgement*, (e) Melakukan ujicoba, (f) Melakukan analisis, (g) Revisi, dan (h) Merumuskan instrumen akhir hasil penelitian. Berdasarkan kajian teoretik, dirumuskan enam indikator kemandirian belajar mahasiswa yaitu: (1) Ketidaktergantungan terhadap orang lain, (2) Memiliki kepercayaan diri, (3) Berperilaku disiplin, (4) Memiliki rasa tanggung jawab, (5) Berperilaku berdasarkan inisiatif sendiri, dan (6) Melakukan kontrol diri. Instrumen kemandirian belajar mahasiswa yang tersusun memiliki validitas yang baik, ditinjau dari validitas isi oleh *expert judgment*. Berdasarkan hasil analisis faktor dengan metode konfirmatori menunjukkan bahwa komputasi dengan metode *Maximum Likelihood*, pada *goodness of fit test* menghasilkan indeks sebesar 127,398 dengan derajat kebebasan 85 dan p value 0,002 sehingga dapat disimpulkan data pada estimasi model hubungan enam faktor yang telah diungkapkan berdistribusi normal multivariat. Hal ini berarti instrumen kemandirian belajar mahasiswa yang disusun memiliki validitas konstruk yang baik. Adapun besarnya koefisien reliabilitas *Alpha* adalah 0,880.

Hal ini menunjukkan bahwa reliabilitas instrumen kemandirian belajar mahasiswa yang telah disusun dan dikembangkan dalam penelitian ini termasuk kategori tinggi.

**Kata Kunci:** Instrumen, Kemandirian Belajar Mahasiswa

## A. PENDAHULUAN

Mahasiswa merupakan manusia dewasa yang diharapkan dapat menempatkan diri sebagai pembelajar mandiri yang dapat menentukan strategi pembelajaran serta sumber belajar yang relevan yang memungkinkannya untuk dapat mengoptimalkan kemampuan belajarnya. Tuntutan akan kemandirian belajar mahasiswa semakin tinggi dengan hadirnya teknologi informasi dalam pembelajaran, seperti internet yang memberikan sejumlah fasilitas untuk sumber pustaka terkini, dan dapat diakses secara tak terbatas oleh ruang dan waktu.

Kemampuan belajar mandiri menjadi lebih diperlukan oleh mahasiswa yang menghadapi tugas/kajian mandiri, tugas dalam bentuk proyek terbuka, penyusunan skripsi atau tugas akhir, dan sebagainya. Ketika menghadapi tugas-tugas seperti itu, mahasiswa sebenarnya dihadapkan pada berbagai sumber belajar yang melimpah yang mungkin relevan atau tidak relevan dengan kebutuhan dan tujuan mahasiswa bersangkutan. Pada kondisi demikian, mereka harus memiliki inisiatif sendiri dan motivasi intrinsik, menganalisis kebutuhan, dan merumuskan tujuan, memilih dan menerapkan strategi pemecahan masalah, menseleksi sumber yang relevan, serta mengevaluasi diri. Kemandirian belajar mahasiswa menjadi syarat untuk membentuk lulusan yang profesional.

Perlunya kemandirian belajar mahasiswa khususnya pada individu yang belajar matematika dan sains didukung oleh beberapa hasil studi. Temuan itu antara lain adalah bahwa individu yang memiliki kemandirian belajar tinggi cenderung belajar lebih baik, mampu memantau, mengevaluasi, dan mengatur belajarnya secara efektif; menghemat waktu dalam menyelesaikan tugasnya; mengatur belajar dan waktu secara efisien, dan memperoleh skor yang tinggi dalam sains (Hargis, <http://www.jhargis.com>). Studi lain melaporkan bahwa mahasiswa yang memiliki derajat *self-efficacy* yang tinggi menunjukkan derajat kemandirian yang tinggi juga (Wongsri, Cantwell, Archer, 2002).

Lebih lanjut dikemukakan Wongsri, Cantwell, Archer (2002), kemandirian belajar harus dimiliki setiap individu terutama yang mengikuti pendidikan tersier (pendidikan tinggi).

Menurut Robert Ronger (1990: 93), seseorang dikatakan mandiri jika: (1) Dapat bekerja sendiri secara fisik, (2) Dapat berpikir sendiri, (3) Dapat menyusun ekspresi atau gagasan yang dimengerti orang lain, dan (4) Kegiatan yang dilakukan disahkan sendiri secara emosional. Sedangkan menurut Goodman and Smart (1999: 42) menyatakan bahwa kemandirian mencakup tiga aspek yaitu: (1) *Independent* (ketidak tergantungan) yang didefinisikan sebagai perilaku yang aktifitasnya diarahkan pada diri sendiri, tidak mengharapkan pengarahan orang lain, dan bahkan mencoba serta menyelesaikan masalahnya sendiri tanpa minta bantuan orang lain, (2) *Autonomi* (menetapkan hak mengurus sendiri) atau disebut juga kecenderungan berperilaku bebas dan original, dan (3) *Self Reliance* merupakan perilaku yang didasarkan pada kepercayaan diri sendiri.

Istilah yang berkaitan dengan kemandirian belajar diantaranya adalah *self regulated learning*. Menurut Hargis (2000) mendefinisikan kemandirian belajar sebagai *self regulated learning* yakni upaya memperdalam dan memanipulasi jaringan asosiatif dalam suatu bidang tertentu, dan memantau serta meningkatkan proses pendalaman yang bersangkutan (<http://www.jhargis.com>). Hal ini menunjukkan bahwa *self regulated learning* merupakan proses perancangan dan pemantauan diri yang seksama terhadap proses kognitif dan afektif dalam menyelesaikan suatu tugas akademik.

Menurut Bandura (Hargis, 2000) mendefinisikan *self regulated learning* sebagai kemampuan memantau perilaku sendiri, dan merupakan kerja keras perseorangan. Selanjutnya Bandura menyarankan tiga langkah dalam melaksanakan *self regulated learning* yaitu: (1) mengamati dan mengawasi diri sendiri, (2) membandingkan posisi diri dengan standar tertentu, dan (3) memberikan respons sendiri yang meliputi respons positif dan respons negatif (<http://www.jhargis.com>). Senada dengan Bandura, Butler (2002) mengemukakan bahwa *self regulated learning* merupakan siklus kegiatan kognitif yang berulang-ulang yang memuat kegiatan seperti menganalisis tugas, memilih, mengadopsi, atau menemukan pendekatan strategi untuk mencapai tujuan tugas, dan memantau hasil dari strategi yang telah dilaksanakan (<http://articles.findarticles.com>).

*Rochester Institute of Technology* (2000), mengidentifikasi beberapa karakteristik dalam *self regulated learning*, yaitu: memilih tujuan belajar, memandang kesulitan sebagai tantangan, memilih dan menggunakan sumber yang tersedia, bekerjasama dengan individu lain, membangun makna, memahami pencapaian keberhasilan tidak cukup hanya dengan usaha dan kemampuan saja namun harus disertai dengan kontrol diri.

Terkait dengan kegiatan pengukuran terhadap kemandirian belajar mahasiswa, sangat diperlukan suatu instrumen kemandirian belajar yang teruji baik validitas maupun reliabilitasnya. Dalam kegiatan penelitian khususnya dalam bidang pendidikan, terdapat dua bentuk instrumen yang dapat digunakan yakni tes dan non tes. Instrumen yang berbentuk tes biasanya untuk mengukur prestasi, seperti prestasi belajar. Sedangkan instrumen non tes pada umumnya digunakan untuk mengukur sikap. Dalam penelitian pendidikan, salah satu instrumen non tes yang sering digunakan adalah kuisisioner (angket). Secara umum, ada dua jenis kuisisioner yaitu kuisisioner tertutup dan terbuka. Kuisisioner tertutup adalah kuisisioner yang telah disediakan alternatif jawabannya sehingga responden tinggal memilih yang sesuai dengan keadaan dirinya. Sedangkan kuisisioner terbuka adalah kuisisioner yang jawabannya belum disediakan sehingga responden bebas menuliskan apa yang dirasakan. Satu hal yang menjadi ciri utama suatu kuisisioner adalah tidak ada jawaban benar atau salah.

Instrumen yang valid berarti alat ukur yang digunakan untuk mendapatkan data itu valid. Menurut *American Psychological Association* (1999: 7), validitas didefinisikan sebagai seberapa cermat suatu alat ukur melakukan fungsi ukurnya. Jadi, untuk dapat dikatakan valid harus mengukur sesuatu yang diukurnya dan melakukannya dengan cermat. Uji validitas perlu dilakukan guna menentukan valid atau tidaknya suatu instrumen. Instrumen yang mempunyai validitas tinggi akan memiliki kesalahan pengukuran yang kecil, yang berarti skor setiap subyek yang diperoleh instrumen tersebut tidak jauh berbeda dari skor sesungguhnya.

Validasi terhadap instrumen non tes dalam penelitian pendidikan yang bersifat menghimpun data dalam bentuk naratif atau nominal cukup dilakukan dengan validitas isi atau konstruk. Validitas isi dimaksudkan untuk mengetahui isi dari suatu alat ukur

apakah sudah representatif atau belum. Validitas isi secara mendasar merupakan suatu teori, baik pendapat sendiri atau orang lain. Adapun validitas konstruk adalah suatu abstraksi dan generalisasi khusus serta merupakan suatu konsep yang dibuat khusus untuk kebutuhan ilmiah dan mempunyai pengertian terbatas. Konstruk itu diberi definisi sehingga dapat diamati dan diukur. Menurut Suryabrata (2000: 74), validitas konstruk mempersoalkan sejauh mana skor-skor hasil pengukuran dengan instrumen yang dipersoalkan itu merefleksikan konstruk teoretik yang mendasari penyusunan alat ukur tersebut.

Untuk memperoleh validitas konstruk dapat dilakukan dengan analisis faktor. Ada dua pendekatan dalam analisis faktor yakni: (1) Pendekatan eksploratori (*exploratory factor analysis*) melalui metode *principal component analysis* (PCA), dan (2) Pendekatan *konfirmatori* (*confirmatory factor analysis*) melalui metode analisis *maximum likelihood* (ML). Beberapa hal yang harus dipenuhi untuk melakukan analisis faktor adalah: (1) Variabel dependennya berupa data kuantitatif pada skala pengukuran interval atau ratio, dan (2) Data harus berdistribusi normal bivariat untuk tiap pasangan variabel dan (3) Pengamatan harus saling bebas. Selain itu, matriks data harus memiliki korelasi yang cukup agar dapat dilakukan analisis faktor. Untuk menguji apakah terdapat korelasi antar variabel digunakan uji *Barlett test of sphericity*. Jika hasilnya signifikan berarti matriks data memiliki korelasi signifikan dengan sejumlah variabel. Uji lain yang dapat digunakan untuk melihat interkorelasi antar variabel dan dapat tidaknya analisis faktor dilakukan adalah *Measure of Sampling Adequacy* (MSA). Nilai MSA ini bervariasi antara 0 sampai 1, jika nilai  $MSA < 0,50$  maka analisis faktor tidak dapat dilakukan.

Selain valid, instrumen yang baik juga harus diperhatikan reliabilitasnya. Reliabilitas mengandung muatan stabilitas (tidak berubah-ubah) dan konsisten (ajeg/taat azas). Menurut *American Psychological Association* (1999: 25), reliabilitas menunjukkan sejauhmana pengukuran memberikan hasil yang relatif tidak berbeda bila dikakukan pengukuran kembali terhadap subjek yang sama. Jadi, bila suatu instrumen dipakai berulang-ulang untuk mengukur gejala yang sama dan hasil yang diperoleh relatif stabil atau konsisten, maka instrumen tersebut dapat dikatakan terpercaya atau

reliabel. Secara empiris, tinggi rendahnya reliabilitas ditunjukkan oleh suatu angka yang disebut koefisien reliabilitas. Makin tinggi koefisien reliabilitas, makin dekat nilai skor amatan dengan skor yang sesungguhnya, sehingga nilai skor amatan dapat digunakan sebagai pengganti komponen skor yang sesungguhnya. Makin tinggi koefisien reliabilitas sesuatu instrumen, maka kemungkinan kesalahan yang terjadi akan makin kecil ketika orang membuat keputusan berdasar atas skor yang diperoleh.

Menurut Decker (1997) ada tiga kategori pengukuran reliabilitas: (1) Tipe stabilitas (misalnya: tes ulang, *parallel forms*, dan *alternate forms*), (2) Tipe homogenitas atau internal konsistensi (misalnya: *split-half*, Kuder-Richardson, *Cronbach's alpha*, *theta* dan *omega*), dan (3) Tipe ekuivalen (misalnya: reliabilitas antar penilai (*inter-rater reliability*)). Bila koefisien reliabilitas suatu instrumen adalah 0.70 atau lebih biasanya dapat diterima sebagai reliabilitas yang baik (Litwin, 1995). Menurut Naga (1992) bahwa koefisien reliabilitas yang memadai hendaknya terletak di atas 0.75.

Ketersediaan instrumen kemandirian belajar mahasiswa amat diperlukan mengingat banyak peneliti di lingkungan perguruan tinggi khususnya FMIPA UNY yang menggunakannya. Untuk itu, di dalam penelitian ini difokuskan pada penyusunan dan pengembangan instrumen kemandirian belajar mahasiswa. Pengembangan instrumen kemandirian belajar mahasiswa mempunyai fungsi yang penting dalam khazanah pengembangan pembelajaran di perguruan tinggi, maka dari hasil penelitian ini diharapkan dapat dihasilkan instrumen kemandirian belajar mahasiswa yang dapat diandalkan serta konsisten. Hasil ini penting untuk ikut membantu ketersediaan instrumen baku yang dibutuhkan para peneliti khususnya di lingkungan FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.

## **B. METODA PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dalam kegiatan pembakuan instrumen. Metode pengembangan dalam penelitian ini menggunakan model pengembangan teoretik yakni model yang menggambarkan kerangka berfikir yang didasarkan pada teori-teori yang relevan dan didukung oleh data empirik. Adapun langkah-langkah pengembangan dilakukan sebagai berikut: (a) Melakukan kajian

teoretik untuk merumuskan aspek-aspek atau indikator kemandirian belajar mahasiswa, (b) Menyusun kisi-kisi instrumen, (b) Menyusun butir-butir instrumen, (c) Melakukan *expert judgement*, (d) Melakukan uji coba, (e) Melakukan analisis, (f) Revisi, dan (g) Merumuskan instrumen akhir hasil penelitian.

Penelitian dilaksanakan di FMIPA UNY, pada semester gasal tahun akademik 2009/2010. Untuk keperluan uji coba instrumen, populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika FMIPA UNY. Sampel penelitian adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika FMIPA UNY yang diambil dengan cara cluster random sampling, yakni sampel berasal dari kelas yang diambil secara acak. Dalam hal ini, kelas yang terpilih adalah Prodi PMatNR kelas C angkatan 2007, Prodi PMatR angkatan 2007, dan Prodi PMatR angkatan 2008. Ukuran sampel dalam penelitian ini adalah 128.

Variabel operasional dalam penelitian ini adalah kemandirian belajar mahasiswa. Adapun spesifikasi isi instrumen kemandirian belajar mahasiswa dalam penelitian ini dilakukan dengan menjabarkan terlebih dahulu konsep-konsep tentang kemandirian belajar ke dalam indikator yang mengungkap kemandirian belajar mahasiswa. Masing-masing indikator dibuat minimal dalam dua butir pernyataan. Jenis respons dalam penelitian ini adalah kinerja tipikal yang tidak dapat dinyatakan benar atau salah, tetapi dapat dikatakan semua respons benar menurut kondisi tiap responden. Sesuai dengan karakteristik jenis respon, maka format alat ukur yang dipilih untuk menyajikan butir-butir instrumen adalah format pilihan terbatas. Untuk tiap-tiap butir memiliki 5 pilihan jawaban yakni Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Kurang Setuju (KS), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Penskoran pada pernyataan positif dilakukan dengan memberikan skor 5 untuk SS, 4 untuk S, 3 untuk KS, 2 untuk TS, dan 1 untuk STS. Sedangkan untuk pernyataan negatif, penskoran dilakukan dengan memberikan skor 5 untuk STS, 4 untuk TS, 3 untuk KS, 4 untuk TS, dan 5 untuk STS.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kajian terhadap berbagai teori tentang kemandirian belajar mahasiswa, dirumuskan enam indikator kemandirian belajar mahasiswa yaitu: (1) Ketidaktergantungan terhadap orang lain, (2) Memiliki kepercayaan diri, (3) Berperilaku disiplin, (4) Memiliki rasa tanggung jawab, (5) Berperilaku berdasarkan inisiatif sendiri, dan (6) Melakukan kontrol diri. Berikut kisi-kisi instrumen kemandirian belajar mahasiswa.

Tabel 1. Kisi-Kisi Instrumen Kemandirian Belajar Mahasiswa

No	Indikator	Nomor Butir (Jenis Pernyataan)
1	Ketidaktergantungan terhadap orang lain.	1(-), 4(-), 6(+), 16(+)
2	Memiliki kepercayaan diri.	8(+), 10(-), 17 (+)
3	Berperilaku disiplin.	11(+), 12(-), 18(+)
4	Memiliki rasa tanggung jawab.	7(+), 13(-), 14(+)
5	Berperilaku berdasarkan inisiatif sendiri	2(+), 3(+), 5(-), 20(+)
6	Melakukan kontrol diri.	9(+), 15(-), 19(+)

Dari kisi-kisi yang telah disusun sebagaimana disajikan pada Tabel 1, langkah selanjutnya adalah menyusun butir-butir instrumen untuk tiap indikator. Dalam penelitian ini, instrumen kemandirian belajar mahasiswa yang disusun terdiri atas 20 butir pernyataan dengan tiap butir memiliki 5 pilihan jawaban yaitu Sangat Setuju(SS), Setuju(S), Kurang Setuju(KS), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju(STS). Setelah instrumen tersusun, dilakukan *expert judgment* yakni dikonsultasikan kepada pakar untuk mengetahui validitas instrumen ditinjau dari isinya. Hasil *expert judgment* adalah perbaikan beberapa butir pernyataan yang kurang tepat dengan indikator. Selanjutnya dilakukan ujicoba terhadap mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika FMIPA UNY. Dari tiga kelas yang terpilih yaitu Prodi PMatNR kelas C angkatan 2007, Prodi PMatR angkatan 2007, dan Prodi PMatR angkatan 2008, diperoleh hasil isian angket yang berjumlah 128. Jumlah ini sudah memenuhi untuk dianalisis berdasarkan pendapat Gable (1986: 56), yang menyatakan bahwa dalam uji coba suatu instrumen yang berupa kuisioner, ukuran sampel atau responden adalah 5 sampai 10 kali

jumlah butir. Jadi, misalnya dalam satu kuesioner terdapat 20 butir, banyaknya responden yang harus mengisi kuesioner adalah antara 100 orang sampai dengan 200 orang.

Berdasarkan data hasil uji coba, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis untuk mengetahui validitas konstruk dan reliabilitas instrumen kemandirian belajar mahasiswa yang telah disusun. Pengujian validitas konstruk melalui analisis faktor dan penentuan koefisien reliabilitas dilakukan dengan mempergunakan *software SPSS 14 for Windows*. Berdasarkan uji persyaratan analisis dengan Kaiser Meyer Olkin mengenai *measure of sampling adequacy* (KMO MSA) diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Analisis untuk KMO MSA

<b>KMO and Bartlett's Test</b>		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,819
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	978,995
	df	190
	Sig.	,000

Berdasarkan hasil di atas, uji persyaratan analisis dengan Kaiser Meyer Olkin mengenai *measure of sampling adequacy* (KMO MSA) diperoleh nilai sebesar 0,819 sehingga dapat dikatakan hasil sudah baik. Selain itu, untuk tabel *anti image correlation (AIC)*, secara keseluruhan tidak ada harga di bawah 0,50, sehingga proses dapat diteruskan. Pada langkah analisis faktor selanjutnya, pendekatan konfirmatori dilakukan melalui komputasi dengan metode kebolehjadian maksimum atau *Maximum Likelihood* untuk menguji apakah data pada estimasi model hubungan enam faktor yang telah terungkap berdistribusi normal multivariat. Komputasi dengan metode *Maximum Likelihood*, pada *goodness of fit test* diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil *goodness of fit test*

<b>Goodness-of-fit Test</b>		
Chi-Square	df	Sig.
127,398	85	,002

Berdasarkan hasil di atas, menunjukkan bahwa komputasi dengan metode *Maximum Likelihood*, pada *goodness of fit test* menghasilkan indeks sebesar 127,398 dengan derajat kebebasan 85 dan p value 0,002 sehingga dapat disimpulkan data berdistribusi normal multivariat. Hal ini berarti instrumen kemandirian belajar mahasiswa yang telah disusun dan dikembangkan memiliki validitas konstruk yang baik.

Adapun untuk koefisien reliabilitas dalam penelitian ini, dipergunakan koefisien *Cronbach's alpha* dan diperoleh hasil sebagai berikut:

RELIABILITY ANALYSIS - SCALE (ALPHA)

Reliability Coefficients

N of Cases = 128,0                      N of Items = 20

Alpha = ,880

Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa didapat koefisien reliabilitas *Alpha* sebesar 0,880, sehingga dapat dikatakan bahwa butir-butir pernyataan di dalam kuesioner tersebut memiliki konsistensi internal yang tinggi. Hal ini sebagaimana kriteria yang dikemukakan Litwin (1995) yakni bila koefisien reliabilitas adalah 0,70 atau lebih biasanya dapat diterima sebagai reliabilitas yang baik serta menurut Naga (1992) yang menyatakan bahwa koefisien reliabilitas yang memadai hendaknya terletak di atas 0,75.

Berdasarkan hasil di atas, akhirnya instrumen kemandirian belajar mahasiswa dalam penelitian ini dirumuskan dalam enam indikator yang secara keseluruhan terdiri atas 20 butir pernyataan. Berdasarkan hasil penelitian, instrumen kemandirian belajar yang telah dihasilkan dapat dikatakan valid dan reliabel. Berikut butir-butir instrumen kemandirian belajar mahasiswa yang diperoleh dalam penelitian ini.

Tabel 4. Butir-Butir Instrumen Kemandirian Belajar Mahasiswa

No	Pernyataan	SS	S	KS	TS	STS
1	Saya belajar di bawah kendali orang lain.					
2	Saya berpendapat secara sadar atas keinginan saya sendiri.					
3	Saya bertindak secara sadar atas kehendak saya sendiri.					

4	Saya meningkatkan prestasi belajar karena dorongan dari orang lain.					
5	Saya tidak merencanakan sendiri kegiatan belajar saya.					
6	Saya memilih sendiri strategi belajar saya.					
7	Saya memacu diri untuk terus semangat dalam belajar.					
8	Saya memiliki keyakinan dapat mencapai tujuan belajar saya.					
9	Saya yakin bahwa aktifitas belajar saya pada akhirnya berdampak pada diri saya sendiri.					
10	Saya tidak memiliki keyakinan bahwa saya mampu mengatasi masalah atau hambatan yang saya hadapi dalam kegiatan belajar saya.					
11	Saya senantiasa membuat perencanaan atas kegiatan belajar saya.					
12	Saya tidak berusaha hadir kuliah tepat waktu.					
13	Saya tidak berusaha melaksanakan rencana kegiatan belajar saya sebaik mungkin.					
14	Saya mampu memfokuskan perhatian dalam kegiatan perkuliahan.					
15	Saya tidak mengevaluasi hasil belajar saya.					
16	Saya menyelesaikan tugas-tugas perkuliahan saya sesuai dengan kemampuan saya sendiri.					
17	Saya berani menyampaikan pendapat yang berbeda dari pendapat orang lain.					
18	Saya senantiasa mengumpulkan tugas-tugas perkuliahan tepat waktu.					
19	Saya mencermati kenaikan dan penurunan hasil belajar yang saya peroleh.					
20	Saya mengerjakan soal-soal latihan, meskipun bukan sebagai tugas perkuliahan.					

## D. KESIMPULAN

### 1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat diambil simpulan sebagai berikut: (1) Penyusunan dan pengembangan instrumen kemandirian belajar mahasiswa dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan model pengembangan teoretik dengan langkah-langkah sebagai berikut: (a) Melakukan kajian teoretik, (b) Menyusun kisi-kisi instrumen, (c) Menyusun butir-butir instrumen, (d) Melakukan *expert judgment*, (e) Melakukan ujicoba, (f) Melakukan analisis, (g) Revisi, dan (h) Merumuskan

instrumen akhir hasil penelitian. (2) Berdasarkan hasil dari pengujian validitas isi oleh *expert judgement* diperoleh bahwa instrumen kemandirian belajar mahasiswa yang tersusun memiliki validitas yang baik. Berdasarkan hasil analisis faktor dengan metode konfirmatori menunjukkan bahwa komputasi dengan metode *Maximum Likelihood*, pada *goodness of fit test* menghasilkan indeks sebesar 127,398 dengan derajat kebebasan 85 dan p value 0,002 sehingga dapat disimpulkan data pada estimasi model hubungan enam faktor yang telah diungkapkan berdistribusi normal multivariate yang berarti bahwa instrumen kemandirian belajar mahasiswa yang disusun memiliki validitas konstruk yang baik. (3) Reliabilitas instrumen kemandirian belajar mahasiswa yang telah disusun dan dikembangkan dalam penelitian ini termasuk kategori tinggi yang ditunjukkan dengan besarnya koefisien reliabilitas *Alpha* yakni sebesar 0.880.

## 2. Saran dan Diskusi

Berdasarkan hasil penelitian diajukan saran dan diskusi sebagai berikut: (1) Perlu pengujian validitas dan reliabilitas dengan teknik pengukuran lain yang lebih modern dan akurat. (2) Ukuran sampel dalam penelitian ini telah memenuhi kriteria yang ditetapkan, namun akan lebih baik jika ukuran sampelnya lebih besar dan dengan jangkauan wilayah yang lebih luas. (3) Mengingat jenis respons tentang kemandirian belajar mahasiswa termasuk dalam kinerja tipikal yakni terkait tentang kebiasaan responden atau apa yang bisa orang kerjakan atau rasakan bila menghadapi situasi tertentu dalam kegiatan belajarnya maka perlu dipertimbangkan pilihan jawaban yang lain dalam penyusunan instrumen kemandirian belajar mahasiswa seperti Selalu (SS), Sering (S), Kadang-kadang (K), dan Tidak Pernah (TP), dan (4) Kegiatan uji coba instrumen sebaiknya dilakukan lebih dari sekali sehingga benar-benar diperoleh instrumen yang lebih andal.

## DAFTAR PUSTAKA

American Psychological Association (APA). (1999). *Standards for Educational and Psychological Testing*. Washington, D.C.: American Educational Research Association.

- Butler, D.L. (2002). *Individualizing Instruction in Self-Regulated Learning*.  
[http://articles.findarticles.com/p/articles/mi\\_mOQM/is\\_2\\_41/ni\\_90190495](http://articles.findarticles.com/p/articles/mi_mOQM/is_2_41/ni_90190495).
- Decker, I (1997). "Reliability and Validity," <http://jan.ucc.nau.edu/~mezza/nur-390/Mod4/reliability/lesson.html>.
- De Vaus, D. A. (1991). *Surveys in Social Research*, Third edition. Sydney: NSW: Allen & Unwin Pty Ltd.
- Gable, R. K. (1986). *Instrument Development in the Affective Domain*. Boston: Kluwer Nijhoff Publishing.
- Goodman and Smart. (1999). *Emotional Intelligence*. New York: Bantam Books.
- Hargis, J. (<http://www.jhargis.com/>). *The Self-Regulated Learner Advantage: Learning Science on the Internet*.
- Litwin, M. S. (1995). *How to Measure Survey Reliability and Validity*. London: Sage Publications.
- Naga, D. S. (1992). *Teori Sekor*. Jakarta: Gunadarma Press.
- Online Learning, Rochester Institute of Thechonology. (2000). *Effective Teaching Thecniques for Distance Learning*.
- Robert Ronger. (1990). *The 19 Habits of Highky Successful People: Powerful Strategies for Personal Triumphs*. Malaysia: Wynwood Press.
- Suryabrata, S. (2000). *Pengembangan Alat Ukur Psikologis*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Tim Puslitjaknov. (2008). *Metode Penelitian Pengembangan*. Jakarta: Pusat Penelitian Kebijakan Dan Inovasi Pendidikan Badan Penelitian Dan Pengembangan Departemen Pendidikan Nasional
- Wiersma, W. (1986). *Research Methods in Education: An Introduction*. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Wongsri,N., Cantwell, R.H., Archer, J. (2002). *The Validation of Measures of Self-Efficacy, Motivation and self-Regulated Learning among Thai tertiary Students*. Paper presented at the Annual Conference of the Australian Association for Research in Education, Brisbane, December 2002.

**PENINGKATAN KOMPETENSI BELAJAR PRAKTIK KERJA BATU  
MELALUI MODEL PEMBELAJARAN *FORTFOLIO BASED LEARNING* (FBL)  
YANG BERBASIS KONSTRUKTIVISTIK**

**Lilik Hariyanto**  
Fakultas Teknik UNY

**Abstrak**

Tujuan penelitian tindakan ini adalah : (1) secara umum, untuk meningkatkan kualitas pembelajaran Mata Kuliah Praktik Proyek Bangunan di Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta dalam rangka peningkatan kualitas lulusannya, dan (2) Secara khusus, untuk mengetahui efektifitas strategi pembelajaran Mata Kuliah Praktik Proyek Bangunan melalui Model Pembelajaran Portofolio.

Penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas. Langkah-langkah penelitian meliputi: (1) Tahap persiapan mencakup: (a) Dialog awal untuk mengidentifikasi masalah, (b) Merumuskan permasalahan untuk proses pembelajaran praktik bangunan, (c) Mengumpulkan masalah untuk kajian kelas, (d) memilih masalah untuk kegiatan pembelajaran secara individual dan kelompok (e) menetapkan masalah untuk pembelajaran secara kelompok, (2) Tahap Perencanaan mencakup: (a) Penyampaian kompetensi yang harus dikuasai mahasiswa, (b) Diskusi, (c) Praktik kerja individual maupun kelompok, (d) Penilaian, baik proses maupun produk. (3) Tahap pelaksanaan tindakan, (4) Observasi dan monitoring, (5) Refleksi dan (6) Evaluasi dan revisi.

Kesimpulan hasil penelitian: (1) Model Pembelajaran Portofolio yang digunakan dalam pembelajaran Mata Kuliah Praktik Proyek Bangunan mampu membuat mahasiswa aktif berpartisipasi dalam proses pembelajaran serta dapat membentuk mahasiswa untuk berpikir secara komprehensif., serta dapat meningkatkan pencapaian prestasi belajar dalam Mata Kuliah Praktik Proyek Bangunan. (2) Kualifikasi kemampuan mahasiswa dalam membuat benda kerja masih bervariasi, mahasiswa tertentu mempunyai kemampuan sangat baik, sementara mahasiswa yang lainnya masih kurang optimum pencapaian kualifikasinya.

Kata kunci: Model Pembelajaran *FORTFOLIO BASED LEARNING* (FBL)

**A. PENDAHULUAN**

Portofolio sebenarnya dapat diartikan sebagai suatu wujud benda fisik, sebagai suatu proses sosial pedagogis, maupun sebagai *adjective*. Sebagai suatu wujud benda fisik

portofolio itu adalah bundel, yakni kumpulan atau dokumentasi hasil pekerjaan peserta didik yang disimpan pada suatu bundel. Misalnya hasil tes awal (*pre-test*), tugas-tugas, catatan anekdot, piagam penghargaan, keterangan melaksanakan tugas terstruktur, hasil tes akhir (*post-test*), dan sebagainya. Sebagai suatu proses sosial pedagogis, portofolio adalah *collection of learning experience* yang terdapat di dalam pikiran peserta didik baik yang berwujud pengetahuan (*kognitif*), keterampilan (*skill*), maupun nilai atau sikap (*afektif*). Adapun sebagai *adjective* portofolio sering kali disandingkan dengan konsep lain, misalnya dengan konsep pembelajaran, maka dikenal istilah pembelajaran berbasis portofolio (*fortfolio based learning*), sedangkan jika disandingkan dengan konsep penilaian maka dikenal istilah penilaian berbasis portofolio (*fortfolio based assessment*). Kata portofolio dapat juga berarti banyak, mulai dari suatu map kumpulan tulisan siswa sampai dengan klipng dari item-item tertentu. Ada beberapa pendapat para ahli pendidikan tentang apa yang dimaksud dengan portofolio. Dalam Sutopo dkk, (2005), Popham mendefinisikan "portfolio adalah suatu koleksi yang sistematis sari suatu pekerjaan. Dalam bidang pendidikan porlofolio berkenaan dengan kumpulan yang sistematis dari pekerjaan siswa. Menurut Airrasian, Portofolio adalah kumpulan karya siswa, istilah ini diambil dari portofolio seniman, yaitu kumpulan karya seniman yang dirancang untuk dapat memperlihatkan gaya dan kemampuannya. Pada pemakaian dikelas tujuan dasarnya sama, yaitu untuk mengumpulkan serangkaian penampilan atau karya siswa dari waktu ke waktu.

Dalam dunia pendidikan portofolio digunakan untuk menyebut dokumen hasil pekerjaan subyek belajar, yang berisi hasil tes kemampuan awal (*pre test*), tugas, catatan pencapaian keberhasilan dan melaksanakan tugas terstruktur, hasil ujian tengah dan akhir semester semester. Portofolio dapat pula diartikan sebagai kumpulan karya kreatif mahasiswa yang terpilih dan terstruktur sesuai dengan standar kompetensi. Penilaian portofolio dimaksudkan sebagai bentuk penilaian terhadap subyek belajar yang meliputi kemampuan awal dan melaksanakan tugas terstruktur, catatan pencapaian keberhasilan terpilih, hasil ujian tengah dan akhir semester.

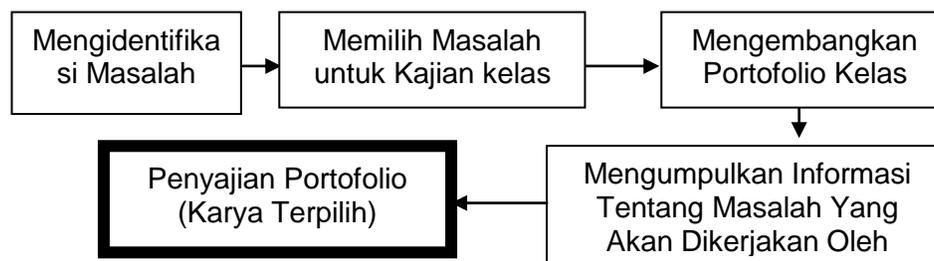
Dalam hal ini portofolio diartikan sebagai kumpulan pekerjaan peserta didik dengan maksud tertentu dan terpadu yang diseleksi menurut panduan-panduan yang ditentukan.

Kumpulan ini juga bisa berujud prestasi belajar atau penguasaan kompetensi dasar. Panduan ini beragam bentuknya tergantung pada sifat mata kuliah itu dan tujuan penilaian portofolio itu sendiri. Portofolio biasanya merupakan karya terpilih dari seorang pebelajar. Tetapi dapat juga berupa karya terpilih dari satu kelas secara keseluruhan yang bekerja secara kooperatif membuat kebijakan untuk memecahkan masalah. Istilah “**karya terpilih**” merupakan kata kunci dari portofolio. Maknanya adalah bahwa yang harus menjadi akumulasi dari segala sesuatu yang ditemukan para mahasiswa dari topik mereka harus memuat bahan-bahan yang menggambarkan usaha terbaik mahasiswa dalam mengerjakan tugas-tugas yang diberikan kepadanya, serta mencakup pertimbangan terbaiknya tentang bahan-bahan mana yang paling penting. Oleh karena itu portofolio bukanlah kumpulan bahan-bahan yang asal comot dari sana sini, tidak ada relevansinya satu sama lain, ataupun bahan yang tidak memperlihatkan signifikansi sama sekali.

Model Pembelajaran Portofolio menurut Dasim Budimansyah (2003) dilandasi oleh beberapa pemikiran sebagai berikut: (1) Empat pilar pendidikan, yaitu *learning to do*, *learning to know*, *learning to be* dan *learning to live together*. Dalam proses pembelajarannya, tidak seharusnya memposisikan mahasiswa sebagai pendengar ceramah dosen. Mahasiswa harus diberdayakan agar mau dan mampu berbuat untuk memperkaya pengalaman belajarnya (*learning to do*) dengan meningkatkan interaksi dengan lingkungannya baik lingkungan fisik, sosial maupun budaya, sehingga mampu membangun pemahaman dan pengetahuannya terhadap dunia disekitarnya (*learning to know*). Diharapkan hasil interaksi dengan lingkungannya itu dapat membangun pengetahuan dan kepercayaan dirinya (*learning to be*). Kesempatan berinteraksi dengan berbagai individu atau kelompok yang bervariasi (*learning to live together*) akan membentuk kepribadian untuk memahami kemajemukan dan melahirkan sikap-sikap positif dan toleran terhadap keanekaragaman dan perbedaan hidup, (2) Pandangan konstruktivisme, sebagai filosofi pendidikan mutakhir menganggap semua peserta didik mulai dari usia taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi memiliki gagasan/pengetahuan tentang lingkungan dan peristiwa/gejala lingkungan di sekitarnya, meskipun gagasan/pengetahuan ini sering kali naif dan miskonsepsi. Mereka

senantiasa mempertahankan gagasan/pengetahuan naif ini secara kokoh. Ini dipertahankan karena gagasan/pengetahuan ini terkait dengan gagasan/pengetahuan awal lainnya yang sudah dibangun dalam wujud struktur kognitif. (3) *Democratic teaching*, adalah suatu bentuk upaya menjadikan sekolah sebagai pusat kehidupan demokrasi melalui proses pembelajaran yang demokratis. Secara singkat *democratic teaching* adalah proses pembelajaran yang dilandasi oleh nilai-nilai demokrasi, yaitu penghargaan terhadap kemampuan, menjunjung keadilan, menerapkan persamaan kesempatan, dan memperhatikan keragaman peserta didik. Dalam praktiknya para pendidik hendaknya memposisikan peserta didik sebagai insan yang harus dihargai kemampuannya dan diberi kesempatan untuk mengembangkan potensinya. Oleh karena itu dalam proses pembelajaran perlu adanya suasana yang terbuka, akrab dan saling menghargai. Sebaliknya perlu menghindari suasana belajar yang kaku, penuh dengan ketegangan dan sarat dengan perintah atau instruksi yang membuat peserta didik menjadi pasif, tidak bergairah, cepat bosan dan mengalami kelelahan.

## B. PENGEMBANGAN DESAIN MODEL PEMBELAJARAN



Gambar 1: Konsep Pengembangan Model Pembelajaran Portofolio

Tahap-tahap implementasi Model Pembelajaran Portofolio adalah: (1) **Tahap Persiapan.** Kegiatan yang dilakukan adalah: (a) Dialog awal untuk mengidentifikasi masalah, (b) Merumuskan permasalahan untuk proses pembelajaran praktik bangunan, (c) Mengumpulkan masalah untuk kajian kelas, (d) memilih masalah untuk kegiatan pembelajaran secara individual dan (e) menetapkan masalah untuk pembelajaran secara kelompok. (2) **Tahap Perencanaan.** Pada tahap ini, rancangan tindakan yang dapat dirumuskan antara lain: (a) Pembelajaran praktik dimulai dengan penyampaian

informasi kepada mahasiswa tentang kompetensi-kompetensi berdasarkan kurikulum yang harus dikuasai mahasiswa dalam mata kuliah praktik kerja bangunan, (b) Mahasiswa dan dosen mendiskusikan materi pembelajaran berikut alat evaluasi dalam pencapaian kompetensi. Tugas mahasiswa dalam perkuliahan dimulai dari perencanaan, menggambar, membuat benda kerja secara individual dan diteruskan secara kelompok dalam suatu kasil karya yang komprehensif dalam bentuk bangunan. Dalam konteks ini dosen berperan sebagai fasilitator yang membantu mahasiswa secara kolaboratif untuk memecahkan masalah yang dihadapi mahasiswa. (c) Setelah mahasiswa mampu merencanakan suatu bentuk bangunan yang komprehensif dari beberapa kompetensi, tahap selanjutnya mahasiswa praktik baik secara individual maupun kelompok. Dalam melakukan praktik ini mahasiswa dibekali dengan *job-sheet* sebagai lembar panduan dalam praktik. (d) Setelah mengerjakan komponen-komponen bangunan secara individual, hasil pekerjaan dikumpulkan menjadi satu dan kemudian dinilai berdasarkan lembar penilaian aspek hasil/produk yang telah disepakati pada awal pembelajaran. Penilaian dilakukan oleh dosen dengan menuangkan pada lembar penilaian yang telah dipersiapkan, selanjutnya hasil penilaian diinformasikan kepada mahasiswa. Dengan pembelajaran ini diharapkan lebih bermakna karena mahasiswa langsung dapat mengetahui hasil pekerjaannya, sekaligus umpan balik dari dosen dapat langsung diberikan sebagai bahan perbaikan untuk praktik selanjutnya. (e) Selain penilaian terhadap produk dengan kriteria penilaian berbasis kompetensi, dilakukan pula penilaian terhadap proses dan sikap kerja. Penilaian ini dilakukan terhadap cara kerja mahasiswa serta aktivitasnya. (f) Dengan pembelajaran seperti ini diharapkan mahasiswa mampu menentukan tujuan belajarnya sendiri, merencanakan, melaksanakan, hingga mengevaluasi ketercapaian tujuan belajarnya sendiri. (3) **Tahap Pelaksanaan.** Pembelajaran ini dimulai dengan penyampaian materi pendukung praktik proyek bangunan. Sebelum mahasiswa melakukan praktik, diasumsikan mahasiswa telah menguasai kompetensi-kompetensi dasar praktik proyek bangunan, seperti penguasaan kompetensi pasangan batu bata, penguasaan kompetensi kerja kayu, penguasaan kompetensi penulangan, penguasaan kompetensi menggambar bangunan kecil dan sebagainya. Dari penguasaan-penguasaan kompetensi tersebut dituangkan menjadi satu

gagasan untuk mewujudkan suatu bentuk proyek bangunan. Beberapa alternatif gagasan-gagasan mahasiswa tersebut setelah disetujui oleh dosen, kemudian digambar secara lengkap dan dikumpulkan. Dari beberapa gambar kemudian dipilih salah satu untuk diimplementasikan sebagai perwujudan pembelajaran Model Portofolio untuk Mata Kuliah Praktik Proyek Bangunan. Umpan balik dan diskusi dari proses interaksi antara mahasiswa dan dosen dalam pembimbingan dimungkinkan akan memberi dampak perbaikan dalam proses pembelajaran selanjutnya.

### **C. HASIL IMPLEMENTASI**

Diawali pada pertemuan tatap muka I dengan kegiatan pembelajaran mengidentifikasi secara bersama-sama antara dosen dan mahasiswa tentang kualifikasi bangunan sederhana yang berkaitan dengan proses pembelajaran praktik proyek bangunan. Hasil identifikasi antara lain: (a) Praktik proyek bangunan hendaknya menghasilkan suatu bangunan yang monumental yang dapat dikerjakan dalam waktu 1 semester, (b) Volume bangunan dibuat kecil maksimum berukuran denah (3x3) m dengan ketinggian 3 m, (c) Hendaknya kegiatan pembelajaran mencakup beberapa kompetensi dasar praktik bangunan, (d) Dapat dikerjakan di luar lingkungan kampus, (e) Tidak terfokus pada bangunan gedung.

Fokus pembelajaran meliputi: (a) Perencanaan individual bangunan sederhana, lengkap dengan gambar kerja. (b) Presentasi, (c) Memilih salah satu karya mahasiswa untuk diimplementasikan dalam pembelajaran selanjutnya, (d) Mengerjakan komponen-komponen bangunan baik secara individual maupun kelompok, (e) Melaksanakan kerja praktik dengan merangkai komponen-komponen bangunan tersebut secara komprehensif sehingga membentuk suatu bangunan.

Macam-macam bangunan hasil survey mahasiswa adalah: Moshola, Pos Ronda, Taman Bacaan, Gazebo, Pos Satpam, Halte Bus, WC Umum, Pendopo Santai, Tempat Pelelangan Ikan dan Pos Polisi. Dari sepuluh macam bangunan tersebut diputuskan bahwa bangunan Tempat Pelelangan Ikan yang tidak dipakai dalam tugas perencanaan bagi mahasiswa. Alasan penetapan ini, bila dilakukan survey mahasiswa keberatan karena bangunan tersebut letaknya sangat jauh sehingga dari sisi transportasi susah

untuk dijangkau. Pembelajaran tatap muka II, III dan IV hanya berisi kegiatan presentasi. Kisi-kisi yang dipresentasikan terfokus pada: (a) Rasional, (b) Fungsi bangunan dan (c) Spesifikasi bangunan, tetapi tidak menutup kemungkinan menjangkau keaspek-aspek lainnya. Pada tatap muka II ini, terdapat tiga topik bangunan yang dipresentasikan yaitu bangunan Pos Polisi, Mushola dan Taman Bacaan.

Tabel 1: Keterlibatan Mahasiswa dalam Mengikuti Presentasi Tatap Muka II  
Topik Bangunan Mushola

No	No Mhs	Aktivitas Mahasiswa					
		Mendengarkan		Memberi masukan (Frek)	Diskusi dengan Teman atau Dosen		Bertanya (Frek)
		Ya	Tidak		Ya	Tidak	
1	04 - 01	√	-	-	√	-	-
2	04 - 02	√	-	1	√	-	1
3	04 - 03	√	-	1	√	-	1
4	04 - 04	√	-	-	√	-	1
5	04 - 05	√	-	1	√	-	-
6	04 - 06	√	-	-	√	-	1
7	04 - 08	√	-	-	√	-	-
8	04 - 14	√	-	-	√	-	-
9	04 - 15	√	-	-	√	-	-
Σ				3			4

Kegiatan presentasi pada topik Bangunan Mushola ini membutuhkan waktu 1 jam 12 menit. Dari delapan mahasiswa sebagai peserta presentasi terdapat 3 mahasiswa (37,50 %) memberikan masukan, dan 4 mahasiswa ( 50,00 %) bertanya mengenai kejelasan materi yang dipresentasikan. Berikut secara berturut-turut kegiatan presentasi selanjutnya adalah: (1) Kegiatan presentasi pada topik Bangunan Pos Polisi ini membutuhkan waktu 1 jam 3 menit. Dari delapan mahasiswa sebagai peserta presentasi terdapat 2 mahasiswa (25,00 %) memberikan masukan, dan 3 mahasiswa ( 37,50 %) bertanya mengenai kejelasan materi yang dipresentasikan, (2) Kegiatan presentasi pada topik Bangunan Taman Bacaan ini membutuhkan waktu 56 menit. Dari delapan mahasiswa sebagai peserta presentasi terdapat 3 mahasiswa (37,50 %) memberikan masukan, dan 3 mahasiswa ( 37,50 %) bertanya mengenai kejelasan materi yang dipresentasikan.

Observasi dilakukan terhadap keterlibatan mahasiswa dalam proses pembelajaran. Keterlibatan mahasiswa dalam partisipasi mengikuti presentasi guna penyempurnaan materi pembelajaran selanjutnya dapat dikatakan belum optimal. Kurangnya partisipasi mahasiswa dalam proses pembelajaran kali ini dimungkinkan karena: (a) Mahasiswa belum siap benar dengan model pembelajaran seperti ini, (b) Waktu survey yang relatif singkat hanya satu minggu dimungkinkan belum memberi bekal sepenuhnya kepada mahasiswa, (c) Mahasiswa kurang memahami konsep dasar dalam membuat suatu proyek bangunan dan (d) Mahasiswa cenderung malas dan bersikap masa bodoh. Oleh karena itu pada pembelajaran tatap muka III berikutnya perlu dicari strategi, agar keterlibatan mahasiswa dalam proses pembelajaran meningkat. Dalam hal ini strategi yang digunakan adalah dengan memberikan perlakuan yang akan diberikan oleh pengajar pada tatap muka berikutnya. Diawal perkuliahan mahasiswa diberi motivasi untuk bertanya dan memberi masukan. Peran serta mahasiswa yang memberikan pertanyaan dan masukan dicatat dan dipertimbangkan serta dihargai dalam penentuan nilai akhir semester yaitu sebagai bonus.

### **1. Refleksi**

Rencana tindakan pada putaran I, adalah kegiatan pembelajaran yang terfokus pada keterlibatan mahasiswa dalam proses pembelajaran. Hasil yang dicapai tampak belum memenuhi harapan. Keterlibatan mahasiswa dalam pembelajaran cenderung rendah. Dengan kenyataan tersebut, maka pada pembelajaran putaran II, konsep dasar membuat suatu proyek bangunan perlu ditanamkan lebih mendalam pada mahasiswa. Rencana tindakan diarahkan untuk mendorong mahasiswa membaca banyak referensi terkait, agar mahasiswa dapat berpikir secara komprehensif serta merangsang mahasiswa untuk berkompetisi meraih prestasi.

Dengan demikian rencana tindakan pada pembelajaran putaran II adalah merupakan ulangan pada tindakan I dengan melaksanakan kegiatan orientasi dengan materi pembelajaran yang telah direncanakan, pendalaman dan perluasan materi pada putaran I serta memberi motivasi pada mahasiswa. Tujuannya agar mahasiswa pada putaran II keterlibatan dalam pembelajaran semakin meningkat. Setelah kegiatan orientasi selesai dilanjutkan dengan kegiatan presentasi lanjutan.

Pembelajaran tatap muka III dan IV didesain merupakan pembelajaran putaran II yang berisikan kegiatan presentasi. Pembelajaran diawali dengan orientasi. Materi presentasi secara acak ditetapkan meliputi: (1) Bangunan Pendopo, (2) Bangunan Kantor Satpam dan (3) Bangunan Gasebo.

Dalam hal ini rencana tindakan tidak jauh berbeda dengan putaran I. Sedangkan hasil pelaksanaan tindakan dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini.

Tabel 2. Keterlibatan Mahasiswa dalam Mengikuti Presentasi Tatap Muka III  
Topik Bangunan Pendopo

No	No Mhs	Aktivitas Mahasiswa					
		Mendengarkan		Memberi masukan (Frek)	Diskusi dengan Teman atau Dosen		Bertanya (Frek)
		Ya	Tidak		Ya	Tidak	
1	04 - 01	√	-	1	√	-	1
2	04 - 02	√	-	1	√	-	-
3	04 - 03	√	-	-	√	-	1
4	04 - 04	√	-	-	√	-	1
5	04 - 05	√	-	1	√	-	1
6	04 - 06	√	-	1	√	-	1
7	04 - 08	√	-	1	√	-	1
8	04 - 14	√	-	1	√	-	1
9	04 - 15	√	-	-	√	-	-
Σ				6			7

Kegiatan presentasi pada topik Bangunan Pendopo ini membutuhkan waktu 57 menit. Dari delapan mahasiswa sebagai peserta presentasi terdapat 6 mahasiswa (75,00 %) memberikan masukan, dan 7 mahasiswa ( 85,50 %) bertanya mengenai kejelasan materi yang dipresentasikan. Kegiatan selanjutnya adalah: (1) Kegiatan presentasi pada topik Bangunan Kantor Satpam ini membutuhkan waktu 1 jam 6 menit. Dari delapan mahasiswa sebagai peserta presentasi terdapat 7 mahasiswa (85,50 %) memberikan masukan, dan 8 mahasiswa ( 100,00 %) bertanya mengenai kejelasan materi yang dipresentasikan, (2) Kegiatan presentasi pada topik Bangunan Gasebo ini membutuhkan waktu 54 menit. Dari delapan mahasiswa sebagai peserta presentasi terdapat 7 mahasiswa (85,50 %) memberikan masukan, dan 7 mahasiswa ( 85,50 %) bertanya mengenai kejelasan materi yang dipresentasikan.

Selanjutnya pada tatap muka IV, kegiatan pembelajaran merupakan pengulangan dari kegiatan pembelajaran sebelumnya.

Tabel 3. Keterlibatan Mahasiswa dalam Mengikuti Presentasi Tatap Muka IV  
Topik Bangunan Halte Bus

No	No Mhs	Aktivitas Mahasiswa					
		Mendengarkan		Memberi masukan (Frek)	Diskusi dengan Teman atau Dosen		Bertanya (Frek)
		Ya	Tidak		Ya	Tidak	
1	04 - 01	√	-	1	√	-	1
2	04 - 02	√	-	1	√	-	1
3	04 - 03	√	-	1	√	-	1
4	04 - 04	√	-	1	√	-	1
5	04 - 05	√	-	-	√	-	-
6	04 - 06	√	-	-	√	-	1
7	04 - 08	√	-	1	√	-	-
8	04 - 14	√	-	1	√	-	1
9	04 - 15	√	-	1	√	-	1
Σ				7			7

Kegiatan presentasi pada topik Bangunan Halte Bus ini membutuhkan waktu 53 menit. Dari delapan mahasiswa sebagai peserta presentasi terdapat 7 mahasiswa (85,50 %) memberikan masukan, dan 7 mahasiswa ( 85,50 %) bertanya mengenai kejelasan materi yang dipresentasikan. Secara berturut dapat dijelaskan bahwa: (1) Kegiatan presentasi pada topik Bangunan WC Umum ini membutuhkan waktu 1 jam 6 menit. Dari delapan mahasiswa sebagai peserta presentasi terdapat 8 mahasiswa (100,00 %) memberikan masukan, dan 8 mahasiswa ( 100,00 %) bertanya mengenai kejelasan materi yang dipresentasikan, (2) Kegiatan presentasi pada topik Bangunan Pos Ronda ini membutuhkan waktu 54 menit. Dari delapan mahasiswa sebagai peserta presentasi terdapat 8 mahasiswa (100,00 %) memberikan masukan, dan 8 mahasiswa ( 100,00 %) bertanya mengenai kejelasan materi yang dipresentasikan.

Observasi dilakukan terhadap keterlibatan mahasiswa dalam proses pembelajaran. Hasilnya dapat digambarkan bahwa keterlibatan mahasiswa dalam partisipasi mengikuti presentasi guna penyempurnaan materi pembelajaran selanjutnya dapat dikatakan sudah baik.

Implementasi tatap muka V dan VI. Pada siklus ini, dari sepuluh alternatif macam bangunan yang telah dipresentasikan, dipilih salah satu macam bangunan secara aklamasi yang akan digunakan untuk pengembangan portofolio dalam kelas (**karya terpilih**). Dari hasil diskusi ditetapkan untuk pengembangan portofolio kelas adalah Bangunan Taman Bacaan. Dasar pertimbangan pemilihan bangunan ini adalah: (1) Terdapat kompetensi dasar pekerjaan bangunan secara komprehensif pada bangunan yang akan dikerjakan, (2) Terdapat unsur-unsur pekerjaan bangunan yang komprehensif (kerja batu dan beton, kerja kayu, kerja plumbing), (3) Terdapat pekerjaan yang sifatnya individual maupun kelompok.

Topik pembelajaran dipilih pekerjaan yang sifatnya individual maupun kelompok. Dalam hal ini ditetapkan pekerjaan pembesian yaitu membuat tulangan kolom praktis. Target pembelajaran adalah terangkainya kolom praktis. Pekerjaan pengukuran untuk bahan benda kerja, proses memotong bahan dan merangkai dikerjakan secara kelompok, sedangkan proses pembengkokan tulangan dikerjakan secara individual.

Pekerjaan individual meliputi pekerjaan membengkok tulangan dan begel. Evaluasi hasil pekerjaan meliputi proses dan produk. Sedangkan pekerjaan merangkai tulangan kolom praktis dikerjakan oleh kelompok. Dari sembilan mahasiswa dibagi menjadi dua group, diharapkan dapat mengerjakan atau membuat kolom praktis sebanyak dua buah, dengan ukuran panjang 3,25 m. Dengan demikian per mahasiswa dibebani tugas membuat satu tulangan pokok diameter 10 mm dengan begel sebanyak lima buah dengan diameter 8 mm.

Pembelajaran diawali dengan kegiatan orientasi yaitu kegiatan memberikan penjelasan tentang teori dan konsep dasar pekerjaan pembesian, khususnya pembuatan kolom praktis yang meliputi pekerjaan membuat tulangan pokok dan begel. Selama berlangsung kegiatan orientasi semua mahasiswa terlibat aktif mendengarkan penjelasan. Dalam kegiatan ini dijelaskan pula rencana kegiatan berikutnya, terutama informasi evaluasi. Indikator-indikator evaluasi dijelaskan kepada mahasiswa sehingga mahasiswa dapat mengantisipasi pekerjaannya untuk mendapatkan nilai yang maksimum.

Demonstrasi oleh pengajar membuat benda kerja, terutama cara menekuk tulangan dilakukan setelah kegiatan orientasi selesai dilakukan. Semua mahasiswa terlihat sangat serius memperhatikan pengajar saat berdemonstrasi membengkok tulangan. Kadang-kadang terlihat mahasiswa berdiskusi dengan temannya. Disamping itu beberapa pertanyaan dilontarkan oleh mahasiswa. Pengajar setelah selesai melakukan demonstrasi, mahasiswa disuruh mencoba menirukan

Tabel 4. Keterlibatan Mahasiswa dalam Orientasi dan Demonstrasi Latihan Menekuk Tulangan.

No	No Mhs	Aktivitas Mahasiswa						
		Mendengarkan Penjelasan		Mengajukan Pertanyaan (Frek)	Menjawab Pertanyaan (Frek)	Diskusi dengan Teman/Dosen		Mencoba Menekuk Tlngan
		Ya	Tidak			Ya	Tidak	
1	04 - 01	√		1	1	√		-
2	04 - 02	√		1	-	√		1
3	04 - 03	√		2	2	√		3
4	04 - 04	√		1	-	√		3
5	04 - 05	√		2	-	√		2
6	04 - 06	√		1	2	√		4
7	04 - 08	√		3	-	√		4
8	04 - 14	√		2	1	√		1
9	04 - 15	√		1	1	√		1

Justifikasi pengajar bahwa hampir semua mahasiswa telah melakukan latihan terbimbing dan tingkat keterampilannya sudah dianggap baik dan benar. Dengan demikian, pelaksanaan tindakan selanjutnya pada tatap muka V dan VI adalah memberikan tugas kepada mahasiswa untuk membuat benda kerja secara individual yaitu berupa satu buah tulangan pokok kolom praktis dan lima buah begel per mahasiswa dan kemudian secara kelompok merangkai benda kerja tersebut hingga membentuk benda kerja kolom praktis

Tabel 5. Kemampuan Mahasiswa Individual dalam Membuat Benda Kerja.

No	No Mhs	Indikator Penilaian										Nilai Akhir	
		Proses				Produk				Waktu			
		Penggunaan Alat	Langkah Kerja	Keselamatan Kerja	Perawatan Alat	Ketepatan Ukuran	Kelurusan	Sudut Bengkok 45 <sup>o</sup>	Sudut bengkok 90 <sup>o</sup>	Lebih Cepat	Tepat Waktu		Lebih Lambat
		10	10	10	5	15	15	10	15	10	8	6	100
1	04 - 01	10	10	10	5	12	15	7,5	15	10	-	-	94,5
2	04 - 02	10	10	10	5	8	12	5	12	-	8	-	80
3	04 - 03	10	10	10	5	8	8	5	12	-	8	-	76
4	04 - 04	10	10	10	5	8	8	5	12	-	8	-	76
5	04 - 05	10	10	10	5	12	8	7,5	15	-	8	-	85,5
6	04 - 06	10	10	10	5	12	12	5	12	-	8	-	84
7	04 - 08	10	10	10	5	12	12	7,5	15	-	8	-	89,5
8	04 - 14	10	10	10	5	8	12	5	12	-	8	-	80
9	04 - 15	10	10	10	5	12	8	5	12	-	8	-	80

Tabel 6. Kemampuan Mahasiswa Kelompok dalam Membuat Benda Kerja.

No	No Mhs	Indikator Penilaian										Nilai Akhir		
		Proses					Produk			Waktu				
		Penggunaan Alat	Langkah kerja Keselamatan Kerja	Perawatan Alat	Kerja Sama	Inisiatif	Ketepatan Ukuran	Kebenaran Ikatan	Kerapian	Lebih Cepat	Tepat Waktu		Lebih Lambat	
		5	5	5	5	10	5	20	20	15	10	8	6	100
1	04 - 01	5	5	5	5	10	5	15	12	15	8	-	-	85 (I)
2	04 - 02	5	5	5	5	8	4	15	12	15	8	-	-	82 (I)
3	04 - 03	5	5	5	5	8	2	15	12	15	8	-	-	80 (I)
4	04 - 04	5	5	5	5	10	3	12	12	12	8	-	-	77 (II)
5	04 - 05	5	5	5	5	8	3	12	12	12	8	-	-	75 (II)
6	04 - 06	5	5	5	5	8	3	15	12	15	8	-	-	81 (I)
7	04 - 08	5	5	5	5	10	4	15	12	15	8	-	-	84 (I)

8	04 - 14	5	5	5	5	8	4	12	12	12	8	-	-	76 (II)
9	04 - 15	5	5	5	5	8	4	12	12	12	8	-	-	76 (II)

Kegiatan pembelajaran yang bersifat individual maupun kelompok prestasi belajar mahasiswa menunjukkan tingkat yang baik. Semua mahasiswa skor prestasi belajar yang diperoleh > 75. Bila dikonversi menurut aturan yang berlaku di Universitas Negeri Yogyakarta, maka dapat dilihat pada table berikut

Tabel 7. Konversi Skor Prestasi Belajar.

No	No Mhs	Prestasi Belajar			
		Individual		Kelompok	
		Nilai	Konversi	Nilai	Konversi
1	04 - 01	94,5	A	85 (I)	A-
2	04 - 02	80	A-	82 (I)	A-
3	04 - 03	76	B+	80 (I)	A-
4	04 - 04	76	B+	77 (II)	B+
5	04 - 05	85,5	A	75 (II)	B+
6	04 - 06	84	A-	81 (I)	A-
7	04 - 08	89,5	A	84 (I)	A-
8	04 - 14	80	A-	76 (II)	B+
9	04 - 15	80	A-	76 (II)	B+

#### D. KESIMPULAN

Pada putaran I, keterlibatan mahasiswa dalam berpartisipasi terhadap proses pembelajaran cenderung rendah. Frekuensi rata-rata terhadap tiga kegiatan presentasi yaitu: memberikan masukan 2,67 (33,33%) dan bertanya 3,33 (41,67%). Pada putaran II tatap muka III, frekuensi rata-rata terhadap tiga kegiatan presentasi yaitu memberikan masukan 6,67 (83,33%) dan bertanya 7,33 (91,67%). Kemudian pada tatap muka IV, frekuensi rata-rata terhadap kegiatan presentasi yaitu memberi masukan 7,67 (95,83% dan bertanya 7,67 (95,83%).

Tampak bahwa dalam hal intensitas interaksi pembelajaran terjadi pergeseran peningkatan partisipasi mahasiswa dalam memberi masukan dan bertanya. Hal ini disebabkan pada putaran II, diawal pembelajaran mahasiswa diberikan motivasi. Ternyata dengan memberi motivasi, mendorong mahasiswa berusaha untuk memahami dengan baik materi pembelajaran. Usaha memahami ini memicu mahasiswa menggali

berbagai informasi dari kegiatan presentasi. Di samping itu mahasiswa memberikan masukan sebagai gagasan demi sempurnanya matri pembelajaran. Jika kebiasaan menggali informasi ini sudah menjadi budaya, maka dalam jangka panjang akan menjadikan mahasiswa lebih mandiri dalam belajar.

Pada penelitian putaran III, keterlibatan mahasiswa dalam orientasi dan demonstrasi latihan membengkok tulangan sudah menunjukkan partisipasi mahasiswa yang sesuai harapan. Hal ini terlihat pada aktivitas mahasiswa dalam mengajukan pertanyaan, dan mencoba berlatih membengkok tulangan. Hampir semua mahasiswa mengajukan pertanyaan lebih dari satu kali. Demikian pula aktivitas mahasiswa dalam mencoba berlatih membengkok tulangan hampir semuanya mencoba berlatih membengkok tulangan, bahkan terdapat dua mahasiswa berlatih membengkok tulangan sebanyak empat kali. Terdapat satu mahasiswa yang tidak mencoba berlatih membengkok tulangan. Mahasiswa ini setelah ditelusuri mengapa tidak mencoba, ternyata ia sudah sering berpraktik membengkok tulangan semasa ia disekolah lanjutan (SMK). Hal ini dilakukan, kemungkinan ia memberikan kesempatan berlatih bagi teman-temannya. Melihat hasil penelitian putaran III ini, nampaknya sudah menjadi satu budaya pada mahasiswa, bahwa aktif dalam pembelajaran dapat menumbuhkan suatu pemikiran yang komprehensif demi pengembangan diri.

Kemampuan mahasiswa dalam membuat produk benda kerja. Skor nilai yang dicapai sudah sesuai dengan yang diharapkan. Pencapaian prestasi belajar tersebut untuk pekerjaan individual mahasiswa yang memperoleh nilai A=2 (22,22%), A-=5 (55,56%) dan B+=2 (22,22%). Sedangkan untuk pekerjaan kelompok A-=5 (55,56%) dan B+=4 (44,44%). Dari hasil prestasi belajar praktik ini, bila digunakan evaluasi model *go-no go* dengan batas skor nilai 70, maka sembilan mahasiswa tersebut dapat dikatakan semuanya lulus (*go*).

## **DAFTAR PUSTAKA**

Badrun Kartowagiran. (2002). Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data Dalam Penelitian Tindakan. *Makalah*. Yogyakarta: Fakultas Teknik UNY.

- Dasim Budimansyah. (2003). *Model Pembelajaran Berbasis Portofolio Biologi*. Bandung: PT Genesindo.
- Kemmis, S. & Taggart, R. (1988). *The Action Research Planner*. Geelong, Victoria: Deakin University.
- Parjono. (2005a). Belajar Tuntas. *Makalah*. Yogyakarta: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Yogyakarta.
- Paulina Pannen, (2001). *Konstruktivisme dalam Pembelajaran*. Jakarta: PAU-PPAI, Universitas Terbuka.
- Satunggalno, (2002). Metode Penelitian Tindakan Kelas (*Classroom Action Research*). *Makalah*. Yogyakarta: Fakultas Teknik UNY.
- Suryati Sidharto. (2005). Belajar Tuntas Di Jenjang Pendidikan Taman Kanak-Kanak. *Makalah*. Yogyakarta: Pusat Studi Pendidikan Anak Usia Dini Lembaga Penelitian Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sutopo, dkk. (2005). Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Matakuliah Proses Pemesinan 3 dengan Penggunaan Standart Operating Procedure (SOP) dan Work Instrctions (WIS) Berdasarkan ISO. *Laporan Penelitian*. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Suwarsih Madya, (1994). *Seri Metodologi Penelitian Panduan Penelitian Tindakan*. Yogyakarta: Lembaga Penelitian IKIP Yogyakarta.

# POTENSI TEMPE KACANG TOLO SEBAGAI SUMBER ISOFLAVON UNTUK DIVERSIFIKASI MAKANAN FUNGSIONAL BERBASIS TEMPE

Nani Ratnaningsih, Mutiara Nugraheni, dan Fitri Rahmawati  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

## ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah mengetahui kandungan zat-zat gizi dan senyawa isoflavon aglikon pada tempe kacang tolo dengan variasi jenis kacang tolo, proses pembuatan tempe, dan jenis jamur.

Penelitian dilakukan secara eksperimen untuk menganalisis kandungan zat-zat gizi dan senyawa isoflavon aglikon pada tempe kacang tolo dengan variasi jenis kacang tolo, proses pembuatan tempe, dan jenis jamur. Analisis yang dilakukan adalah analisis proksimat, protein tercerna, dan kandungan senyawa isoflavon aglikon menggunakan HPLC dengan prosedur Han et al (2007) yang dimodifikasi. Disain penelitian menggunakan rancangan blok lengkap. Analisis data menggunakan analisis varian dan uji lanjut DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf signifikansi 5 %.

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa jenis kacang tolo, proses pembuatan tempe, dan jenis jamur mempengaruhi kandungan gizi tempe kacang tolo. Kandungan gizi terbaik diperoleh dari tempe kacang tolo impor dan lokal yang digiling basah menggunakan usar daun. Usar daun yang didominasi oleh jamur *Rhizopus oligosporus*, *R. oryzae*, *Mucor circinelloides*, *Absidia sp*, dan *Aspergillus sp* mempunyai kemampuan lebih tinggi dalam mendegradasi senyawa kompleks seperti karbohidrat, protein, lemak, dan mineral menjadi senyawa yang lebih sederhana dibandingkan dengan jamur RAPRIMA yang didominasi oleh *R. oligosporus* dan *R. stolonifer*. Kandungan senyawa isoflavon aglikon tertinggi pada tempe kacang tolo tempe kacang tolo lokal dengan proses giling basah menggunakan jamur usar daun.

**Kata kunci :** tempe kacang tolo, isoflavon, makanan fungsional

## A. PENDAHULUAN

Tempe adalah makanan tradisional Indonesia yang dibuat melalui proses fermentasi dengan menumbuhkan jamur *Rhizopus sp.* pada kedelai yang telah dikuliti dan dimasak. Banyak faktor keunggulan yang dimiliki oleh tempe, yaitu rasanya enak; kandungan protein tinggi dan mengandung 8 macam asam amino esensial (Shurtleff & Aoyagi, 1979); mengandung berbagai senyawa yang memiliki sifat antioksidan (misalnya senyawa isoflavon: genistein (5,7,4'-trihidroksi isoflavon), daidzein (7,4'-dihidroksi isoflavon), glisitein (7,4'-dihidroksi-6-metoksi isoflavon) dan faktor-2

(6,7,4'-trihidroksi isoflavon); mengandung zat antibakteri serta antitoksin. Di samping itu kandungan lemak jenuh dan kolesterol tempe rendah, nilai gizi tinggi, dan mudah dicerna dan diserap, serta kandungan vitamin B12 tinggi (Steinkraus, 1961 dalam Murata, 1970).

Produk kedelai dan olahannya termasuk tempe merupakan sumber isoflavon yang bersifat antiestrogenik, antikarsinogenik, antiinflamasi, dan antioksidan (Messina, 1999; Nagata, 2000). Flavonoida dan isoflavonoida adalah salah satu golongan senyawa metabolit sekunder yang banyak terdapat pada tumbuh-tumbuhan, khususnya Leguminoceae (tanaman berbunga kupu-kupu). Kandungan senyawa flavonoida sendiri dalam tanaman sangat rendah, yaitu sekitar 0,25%. Senyawa-senyawa tersebut pada umumnya dalam keadaan terikat/konjugasi dengan senyawa gula (Snyder dan Kwon, 1987). Flavon/isoflavon yang terdiri atas struktur dasar C6-C3-C6, secara alami disintesa oleh tumbuh-tumbuhan dan senyawa asam amino aromatik fenil alanin atau tirosin. Biosintesa ini berlangsung secara bertahap dan melalui sederetan senyawa antara, yaitu asam sinamat, asam kumarat, kalkon, dan flavon serta isoflavon.

Di antara berbagai tanaman, kandungan isoflavon lebih banyak terdapat pada tanaman Leguminoceae, khususnya pada tanaman kedelai. Pada biji kedelai, 99% dari isoflavon merupakan isoflavon glukosida yaitu daidzin, genistin dan glisitin (Naim et al, 1973). Isoflavon glukosida dapat terhidrolisis menjadi isoflavon aglikon (daidzein, genistein, glisitein) dan glukosa. Kehadiran enzim  $\beta$ -glukosidase berhubungan dengan produksi daidzein dan genistein, yang meningkat selama proses perendaman kedelai. Hidrolisis isoflavon glukosida menjadi isoflavon aglikon dapat diinhibisi oleh glukono  $\delta$ -laktone, inhibitor kompetitif bagi enzim  $\beta$ -glukosidase (Matsura dan Obata, 1993).

Salah satu cara diversifikasi bahan baku tempe adalah dengan menggunakan kacang-kacangan selain kedelai, misalnya kacang tolo. Kacang tolo atau kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) merupakan tanaman kacang-kacangan yang sudah dikenal dan dibudidayakan oleh masyarakat. Penelitian Nani Ratnaningsih (2007) menunjukkan kacang tolo atau kacang tunggak dapat digunakan sebagai bahan pembuatan tempe dengan kandungan zat-zat gizi yang tidak kalah dengan tempe kedelai, yaitu kadar air

63,41 %, kadar abu 2,59 %, kadar lemak 1,72 %, kadar serat kasar 3,21 %, kadar protein total 31,57 % dan kadar protein tercerna 26,30 %.

Potensi tempe kacang tolo sebagai sumber isoflavon selain tempe kedelai belum diteliti, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui potensi tempe kacang tolo sebagai sumber isoflavon yang berfungsi sebagai makanan fungsional. Hal ini berdasarkan dugaan bahwa kacang tolo juga mengandung isoflavon yang masih berikatan dengan senyawa gula. Proses fermentasi kacang tolo menjadi tempe diduga dapat menghidrolisa isoflavon tersebut sehingga diperoleh isoflavon bebas atau aglikon. Dengan demikian tempe kacang tolo diharapkan dapat menjadi alternatif sumber isoflavon, selain tempe kedelai, yang berfungsi sebagai antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan zat-zat gizi dan kandungan senyawa isoflavon aglikon pada tempe kacang tolo dengan variasi jenis kacang tolo, proses pembuatan tempe, dan jenis jamur, sehingga dapat diketahui potensi tempe kacang tolo sebagai makanan fungsional. Manfaat penelitian adalah adanya alternatif sumber isoflavon selain kedelai yang lebih murah dan dapat berfungsi sebagai makanan fungsional, misalnya sebagai antioksidan, sehingga dapat mencegah berbagai penyakit degeneratif khususnya sebagai penurun kolesterol.

## **B. METODE PENELITIAN**

Penelitian dilakukan secara eksperimen sejak bulan Mei 2008 sampai dengan Desember 2009. Jenis kacang tolo yang digunakan adalah kacang tolo lokal dan impor yang dibeli dari Pasar Beringharjo, Yogyakarta. Proses pembuatan tempe kacang tolo adalah giling basah dan giling kering. Inokulum yang digunakan adalah jamur RAPRIMA dan usar daun.

Analisis untuk mengetahui perubahan zat-zat gizi pada tempe kacang tolo adalah analisis kadar air dengan metode thermogravimetri (Rangana, 1970 dalam Slamet Sudarmadji dkk, 1984), kadar abu (Slamet Sudarmadji dkk, 1984), kadar lemak dengan metode Soxhlet (Slamet Sudarmadji dkk, 1984), kadar protein total dengan metode mikro Kjeldahl (Slamet Sudarmadji dkk, 1984), kadar serat kasar (Slamet Sudarmadji

dkk, 1984), dan kadar karbohidrat (*by different*). Analisis nilai cerna protein dilakukan dengan metode *in vitro*.

Analisis senyawa isoflavon menggunakan HPLC dengan prosedur Han et al (2007) yang dimodifikasi. Instrumen yang digunakan adalah HPLC DIONEX P680 yang dilengkapi dengan kolom Kromasil C18, pompa HPLC DIONEX P680, kolom termostat, fasilitas injektor sampel otomatis (ASI-100 Automated Sample Injector), detektor dengan panjang gelombang uv-vis (UV6000LP).

Preparasi larutan sampel dimulai dengan membuat tepung tempe kacang tolo, yaitu pengirisan tipis-tipis, pengukusan 10-15 menit untuk mematikan enzim dan jamur tempe, pendinginan, pengeringan dengan cabinet dryer pada suhu 50°C selama 24 jam, penggilingan dengan blender, dan pengayakan 60 mesh. Selanjutnya ditimbang tepung tempe kacang tolo seberat 0,50 g dan ditambah dengan 25 ml metanol pada labu takar 100 ml bertutup dan divorteks, lalu ditimbang lagi dan diletakkan pada ultrasonic bath selama 30 menit pada suhu kamar. Kemudian sampel ditimbang lagi dan ditambah sampai berat sebelum ekstraksi dengan metanol, disaring dan diambil 1 ml untuk dilarutkan dalam metanol sampai 25 ml. Semua solven dan larutan sampel disaring dengan filter Miilipore 0,45 µm sebelum digunakan.

Preparasi larutan standar dan kurva kalibrasi dilakukan dengan cara menimbang 50,0 ppm senyawa standar genistein, daidzin, genistin, dan daidzein kemudian dilarutkan dalam metanol sehingga diperoleh stok larutan standar dengan konsentrasi antara 1,25 ppm sampai dengan 4,70 ppm. Selanjutnya luas puncak diplotkan terhadap konsentrasi senyawa standar sehingga diperoleh grafik kalibrasi dan persamaan regresi linier. Kondisi separasi optimum dengan sistem kromatografi HPLC dilakukan dengan elusi gradien multi tahap pada kecepatan alir 1,2 ml/menit menggunakan solven *double-distilled water* (A) dan metanol (B) dengan perbandingan 60:40. Volume sampel yang diinjeksikan sebesar 20 µL, panjang gelombang detektor adalah 260 nm dan suhu kolom dipertahankan pada 25°C.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Kandungan zat-zat gizi pada tempe kacang tolo dengan variasi jenis kacang tolo, proses pembuatan tempe, dan jenis jamur

Kandungan zat-zat gizi tempe kacang tolo dengan variasi jenis kacang tolo, proses pembuatan tempe dan jenis jamur berdasarkan hasil analisis proksimat dan protein tercerna dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan gizi tempe kacang tolo dipengaruhi oleh jenis kacang tolo (lokal atau impor), proses pembuatan (giling basah atau giling kering), dan jenis jamur yang digunakan (jamur RAPRIMA atau usar daun). Kadar air tempe kacang tolo dengan variasi jenis kacang tolo, proses pembuatan tempe dan jenis jamur mempunyai perbedaan secara signifikan dan berkisar antara 65-75% yang berarti lebih tinggi dibandingkan kadar air tempe kedelai sebesar 62%. Kadar air terendah dijumpai pada tempe kacang tolo dari jenis kacang tolo lokal yang digiling basah dengan jamur RAPRIMA, sedangkan kadar air tertinggi dijumpai pada tempe kacang tolo dari jenis kacang tolo impor yang digiling basah dengan jamur usar daun. Hal ini disebabkan karena aktivitas metabolisme yang disebabkan oleh jamur pada tempe kacang tolo berlangsung lebih cepat dan intensif sehingga lebih banyak menghasilkan uap air.

Dalam metabolisme yang dilakukan oleh jamur tempe, selain menghasilkan energi untuk pertumbuhan juga dilepaskan air ( $H_2O$ ), sehingga kadar airnya mengalami peningkatan (Kasmidjo, 1990). Selama fermentasi tempe terjadi pemecahan senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana disertai dengan pelepasan air terutama air dalam bentuk terikat dengan senyawa kompleks seperti karbohidrat, protein, dan lemak. Pelepasan air selama fermentasi ini dapat mempengaruhi aktivitas air lingkungan sehingga dapat mendukung pertumbuhan jamur tempe.

Tabel 1. Kandungan gizi tempe kacang tolo dengan variasi jenis kacang tolo, proses pembuatan tempe dan jenis jamur

Sampel	Kandungan zat gizi (% db)						
	Air	Abu	Lemak	Serat kasar	Karbohidrat	Protein total	Protein tercerna
TT LBR	65,75±1,14 <sup>e</sup>	2,61±0,48 <sup>b</sup>	2,85±0,23 <sup>c</sup>	12,05±1,48 <sup>c</sup>	46,62±1,92 <sup>a</sup>	36,04±1,00 <sup>d</sup>	34,09±1,51 <sup>c</sup>

TT LKR	69,79±0,42 <sup>c</sup>	2,58±0,31 <sup>b</sup>	3,90±0,69 <sup>b</sup>	14,52±0,59 <sup>a</sup>	41,06±1,24 <sup>b</sup>	39,42±1,28 <sup>b</sup>	35,36±1,06 <sup>b</sup>
TT IBR	66,39±0,85 <sup>e</sup>	4,49±1,37 <sup>a</sup>	2,74±0,29 <sup>c</sup>	10,81±0,66 <sup>d</sup>	42,64±2,68 <sup>b</sup>	39,33±1,28 <sup>b</sup>	35,15±1,42 <sup>b</sup>
TT IKR	69,90±0,78 <sup>c</sup>	2,41±0,24 <sup>b</sup>	3,59±0,33 <sup>b</sup>	12,24±0,81 <sup>b</sup>	42,92±1,95 <sup>b</sup>	38,54±0,76 <sup>b</sup>	36,86±0,61 <sup>b</sup>
TT LBU	71,68±0,37 <sup>b</sup>	1,53±0,05 <sup>c</sup>	5,53±0,15 <sup>a</sup>	12,61±0,99 <sup>b</sup>	41,09±1,09 <sup>b</sup>	39,21±0,81 <sup>b</sup>	36,35±0,62 <sup>b</sup>
TT LKU	68,63±0,12 <sup>d</sup>	2,20±0,30 <sup>b</sup>	3,25±0,21 <sup>c</sup>	12,52±0,44 <sup>b</sup>	46,03±1,02 <sup>a</sup>	36,51±0,61 <sup>d</sup>	33,83±0,99 <sup>d</sup>
TT IBU	74,39±0,99 <sup>a</sup>	1,81±0,16 <sup>c</sup>	5,26±0,75 <sup>a</sup>	13,40±0,44 <sup>a</sup>	29,88±3,71 <sup>c</sup>	50,05±1,42 <sup>a</sup>	44,58±3,28 <sup>a</sup>
TT IKU	69,07±0,60 <sup>c</sup>	1,96±0,19 <sup>b</sup>	3,49±0,19 <sup>b</sup>	13,03±1,61 <sup>b</sup>	44,01±1,52 <sup>b</sup>	37,85±0,59 <sup>c</sup>	34,30±1,20 <sup>c</sup>

Keterangan: huruf yang berbeda pada kolom hasil uji lanjut menunjukkan perbedaan nyata ( $p < 0,05$ )

TT LBR = tempe tolo lokal, basah, Raprima

TT LKR = tempe tolo lokal, kering, Raprima

TT IBR = tempe tolo impor, basah Raprima

TT IKR = tempe tolo impor, kering, Raprima

TT LBU = tempe tolo lokal, basah, usar daun

TT LKU = tempe tolo lokal, kering, usar daun

TT IBU = tempe tolo impor, basah, usar daun

TT IKU = tempe tolo impor, kering, usar daun

Aktivitas metabolisme jamur tempe baik dari jamur RAPRIMA maupun usar daun selama fermentasi tempe kacang tolo lebih intensif dibandingkan dengan fermentasi tempe kedelai. Ini dibuktikan dengan suhu tempe kacang tolo yang lebih hangat daripada tempe kedelai. Fenomena inilah yang menyebabkan tempe kacang tolo lebih cepat mengalami *over fermented*. Di samping itu, tingginya kadar air diduga memberikan kontribusi timbulnya aroma asam seperti tape pada tempe kacang tolo yang kemungkinan disebabkan oleh fermentasi asam laktat.

Kadar abu tempe kacang tolo berkisar antara 1,5-2,6% yang berarti bahwa kandungan mineral pada tempe kacang tolo lebih tinggi daripada kadar abu tempe kedelai sebesar 1,3%. Tingginya kadar abu dapat disebabkan oleh proses fermentasi tempe kacang tolo hanya sedikit mengurangi kandungan mineral pada kacang tolo bila dibandingkan dengan fermentasi tempe kedelai.

Peningkatan kadar mineral selama fermentasi tempe kacang tolo kemungkinan disebabkan oleh jamur tempe baik jamur RAPRIMA dan usar daun yang dapat menghasilkan enzim fitase yang akan menguraikan asam fitat yang mengikat beberapa mineral menjadi [fosfor](#) dan [inositol](#). Usar daun yang digunakan dalam pembuatan tempe kacang tolo kemungkinan menghasilkan enzim fitase yang lebih sedikit dibandingkan dengan jamur RAPRIMA. Asam fitat terutama dalam bentuk garam sangat banyak

terdapat pada kacang-kacangan dan bersifat sangat stabil terhadap berbagai perlakuan dalam pengolahan. Dengan terurainya asam fitat, mineral-mineral tertentu seperti [besi](#), [kalsium](#), [magnesium](#), dan [zink](#) menjadi lebih tersedia untuk dimanfaatkan tubuh. Sebagian besar zat besi pada kacang-kacangan berada dalam keadaan terikat dengan protein atau senyawa organik lain. Proses fermentasi tempe menyebabkan pemecahan protein menjadi asam amino bebas, peptida dan protein sederhana lainnya sehingga ikatan Fe-protein terurai dan zat besi dibebaskan. Hal ini menyebabkan peningkatan kelarutan zat besi pada tempe. Sebaliknya kadar kalsium mengalami penurunan selama fermentasi tempe yang kemungkinan disebabkan oleh terurainya jembatan fitat-protein selama pemecahan senyawa-senyawa kompleks seperti protein dan ikut hilang bersama air terikat (Mary Astuti et al, 2000).

Kadar lemak tempe kacang tolo berkisar antara 2,7-5,5% yang berarti lebih tinggi daripada kadar lemak tempe kedelai sebesar 2,1%. Kadar lemak tempe kacang tolo tertinggi diperoleh dari jenis lokal yang digiling basah dengan usar daun. Secara umum, usar daun menghasilkan tempe kacang tolo dengan kadar lemak yang lebih tinggi dibandingkan dengan jamur RAPRIMA. Ini diduga karena usar daun lebih mampu menghidrolisis senyawa lipida yang berikatan dengan senyawa karbohidrat maupun protein pada kacang tolo dibandingkan dengan jamur RAPRIMA.

Setelah proses fermentasi jamur berlangsung, terjadi peningkatan kadar lemak pada tempe kacang tolo walaupun belum diketahui peningkatan tersebut terjadi pada asam lemak jenuh atau asam lemak tidak jenuh. Fenomena ini hampir sama dengan yang terjadi pada fermentasi tempe kedelai. Selama proses fermentasi tempe kedelai, terdapat tendensi adanya peningkatan derajat ketidakjenuhan terhadap lemak. Dengan demikian, asam lemak tidak jenuh majemuk (*polyunsaturated fatty acids*, PUFA) meningkat jumlahnya. Dalam proses itu [asam palmitat](#) dan [asam linoleat](#) sedikit mengalami penurunan, sedangkan kenaikan terjadi pada [asam oleat](#) dan [linoleat](#) (asam linolenat tidak terdapat pada kedelai). [Asam lemak](#) tidak jenuh mempunyai efek penurunan terhadap kandungan kolesterol [serum](#), sehingga dapat menetralkan efek negatif sterol di dalam tubuh (Mary Astuti et al, 2000). Peningkatan kadar lemak pada fermentasi tempe kacang tolo diduga kuat disebabkan oleh perbedaan jenis jamur yang terdapat pada usar

daun dan RAPRIMA. Jenis jamur yang mendominasi pada ragi RAPRIMA adalah *Rhizopus oligosporus*. Berdasarkan analisis mikrobiologis diketahui bahwa jamur pada usar daun didominasi oleh *Rhizopus oligosporus*, *R. oryzae*, *Mucor circinelloides*, *Absidia sp*, dan *Aspergillus sp*. Jamur ini sedikit berbeda dengan penelitian Yetty Mulyati Iskandar (2002) yang menyimpulkan bahwa usar daun mengandung jamur *Rhizopus oligosporus*, *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus stolonifer*.

Selama fermentasi tempe kacang tolo terjadi peningkatan kadar lemak. Fenomena ini berbeda dengan fermentasi tempe kedelai. Mary Astuti et al (2000) menjelaskan bahwa kadar lemak tempe kedelai lebih rendah dibandingkan dengan produk olahan kedelai yang tidak mengalami fermentasi. Selama fermentasi tempe kedelai, enzim lipase menghidrolisis trigliserida menjadi asam lemak bebas yang selanjutnya digunakan oleh jamur tempe sebagai sumber energi. Penurunan kadar lemak selama fermentasi tempe kedelai dapat mencapai 26%. Penelitian Graham et al dalam Mary Astuti et al (2000) menunjukkan bahwa jamur *Rhizopus oligosporus* dan *R. stolonifer* menggunakan asam linoeat, asam oleat, dan asam palmitat sebagai sumber energi, sehingga selama fermentasi tempe kedelai terjadi penurunan secara cepat asam palmitat, asam stearat dan asam linoleat sebesar 63,4%, 59,25% dan 55,78%.

Kadar serat kasar tempe kacang tolo berkisar antara 10,8-14,5% yang berarti lebih tinggi daripada kadar serat kasar tempe kedelai sebesar 5,6%. Ini disebabkan karena masih adanya kulit ari yang tidak dapat dihilangkan dari biji kacang tolo meskipun sudah dilakukan pengupasan kulit ari dengan giling basah maupun giling kering. Kulit ari pada biji kacang tolo mempunyai ikatan yang lebih kuat dengan kotiledon kacang tolo dibandingkan dengan biji kedelai sehingga kulit ari masih banyak yang menempel pada biji kacang tolo.

Selama proses fermentasi tempe kacang tolo terdapat tendensi peningkatan kadar serat kasar. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh degradasi komponen polisakarida atau karbohidrat kompleks menjadi komponen yang lebih sederhana yang dilakukan oleh enzim yang dihasilkan jamur tempe. Peningkatan kadar serat ini sangat menguntungkan karena dapat meningkatkan potensi tempe kacang tolo sebagai sumber serat seperti halnya tempe kedelai. Kadar serat kasar tempe kacang tolo tertinggi diperoleh dari jenis

lokal yang digiling kering dengan jamur RAPRIMA. Secara umum, kadar serat kasar pada tempe kacang tolo lebih tinggi dibandingkan dengan tempe kedelai. Ini disebabkan oleh adanya kulit ari yang tidak dapat dihilangkan secara sempurna dari biji kacang tolo.

Kadar karbohidrat tempe kacang tolo ditentukan dengan *by different* berkisar antara 29,8-46,6% yang berarti lebih rendah daripada kadar karbohidrat tempe kedelai sebesar 49,6%. Kadar karbohidrat tempe kacang tolo tertinggi diperoleh dari jenis lokal yang digiling basah dengan jamur RAPRIMA dan terendah diperoleh dari jenis impor yang digiling basah dengan usar daun. Tingginya kadar karbohidrat pada tempe kacang tolo diduga disebabkan oleh proses pembuatan tempe kacang tolo yang memudahkan pertumbuhan jamur tempe sehingga dapat lebih mudah didegradasi oleh enzim-enzim yang dihasilkan jamur tempe. Di samping itu banyaknya kulit ari yang masih menempel pada biji kacang tolo diduga memberikan kontribusi pada kadar karbohidrat tempe kacang tolo. Kulit ari pada biji kacang tolo mempunyai ikatan yang lebih kuat dengan kotiledonnya dibandingkan kulit ari kacang kedelai sehingga lebih sulit dilepaskan baik dengan metode giling basah maupun giling kering.

Mary Astuti et al (2000) menjelaskan bahwa kadar pati, rafinosa, stakhiosa, dan sukrosa pada kedelai mengalami penurunan selama fermentasi tempe. Hal ini disebabkan oleh terjadinya pemecahan karbohidrat kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Selama fermentasi tempe juga terjadi peningkatan kadar glukosa secara tajam yang membuktikan adanya pemecahan karbohidrat kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Kadar protein total tempe kacang tolo berkisar antara 36-50% yang berarti menyamai bahkan lebih tinggi daripada kadar protein total tempe kedelai sebesar 40,8%. Selama fermentasi tempe kacang tolo, kadar protein total mengalami peningkatan yang signifikan. Ini menunjukkan bahwa fermentasi menyebabkan kenaikan kadar asam amino. Jamur tempe menghasilkan beberapa enzim antara lain protease yang mampu mendegradasi protein menjadi senyawa yang lebih sederhana termasuk asam amino. Hal ini menyebabkan peningkatan nitrogen terlarut dan asam amino bebas sehingga akan dapat meningkatkan penyerapan protein di dalam tubuh.

Kadar protein total tempe kacang tolo tertinggi diperoleh dari jenis kacang tolo impor yang digiling basah dengan usar daun, sedangkan terendah diperoleh dari jenis kacang tolo lokal yang digiling basah dengan jamur RAPRIMA. Fenomena ini diduga disebabkan oleh enzim protease dari usar daun ternyata lebih mampu mendegradasi protein pada biji kacang tolo impor yang digiling basah sehingga dapat membebaskan asam-asam amino dalam jumlah lebih banyak. Biji kacang tolo impor relatif lebih lunak daripada biji kacang tolo lokal sehingga enzim protease yang dihasilkan dari kedua jenis jamur tempe lebih mudah dalam pemecahan protein kompleks menjadi asam amino. Secara umum, nampak bahwa usar daun dan jamur RAPRIMA mempunyai kemampuan mendegradasi komponen protein yang sedikit berbeda terutama karena adanya jamur *R. oligosporus* yang mendominasi pada usar daun dan jamur RAPRIMA. Proses giling basah ternyata lebih memudahkan enzim protease untuk memecah protein kompleks pada biji kacang tolo dibandingkan dengan proses giling kering. Ini diduga karena proses giling basah menyebabkan biji kacang tolo lebih lunak sehingga memudahkan proses degradasi protein.

Nilai cerna adalah istilah yang digunakan secara subyektif untuk menggambarkan keadaan makanan pada sistem pencernaan (Winarno, 1997). Nilai cerna juga diistilahkan pencernaan yang berarti jumlah makanan yang dapat dicerna oleh tubuh atau kemampuan suatu protein untuk dihidrolisis menjadi asam-asam amino oleh enzim pencernaan (protease). Suatu protein yang mudah dicerna menunjukkan bahwa tingginya jumlah asam-asam amino yang dapat diserap dan digunakan oleh tubuh. Sebaliknya protein yang sukar dicerna berarti rendahnya jumlah asam-asam amino yang dapat diserap dan digunakan oleh tubuh karena sebagian besar akan dibuang oleh tubuh bersama feses. Pencernaan protein dalam saluran pencernaan makanan melibatkan enzim pepsin yang terdapat dalam getah lambung, sekresi pancreas dan mukosa usus halus.

Kadar protein tercerna tempe kacang tolo berkisar antara 33,8-44,6% yang berarti menyamai bahkan lebih tinggi daripada kadar protein tercerna tempe kedelai sebesar 35,3%. Kadar protein tercerna tempe kacang tolo tertinggi diperoleh dari jenis kacang tolo impor yang digiling basah dengan usar daun, sedangkan terendah diperoleh

dari jenis kacang tolo lokal yang digiling kering dengan usar daun. Faktor yang mempengaruhi adalah tingkat kelunakan biji kacang tolo impor yang lebih tinggi dibandingkan dengan biji kacang tolo lokal sehingga enzim protease lebih mudah mendegradasi protein. Ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar protein tercerna pada tempe kacang tolo, maka semakin tinggi kandungan asam amino yang dapat diserap dan digunakan oleh tubuh.

Banyaknya asam amino pada produk fermentasi ditentukan oleh proses fermentasi termasuk juga pada pembuatan tempe kacang tolo. Proses fermentasi kacang tolo dari jenis kacang tolo impor yang digiling basah dengan usar daun diduga menghasilkan enzim-enzim pemecah protein yang lebih banyak sehingga mampu menghasilkan asam-asam amino yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Murata dalam Mary Astuti et al (2000) bahwa kadar total asam amino mengalami penurunan namun asam amino bebas mengalami peningkatan secara tajam. Ini disebabkan karena strain *Rhizopus* mampu menggunakan asam amino sebagai sumber nitrogen untuk pertumbuhannya.

Berdasarkan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa jenis kacang tolo, proses pembuatan tempe, dan jenis jamur mempengaruhi kandungan gizi tempe kacang tolo. Tempe kacang tolo yang mempunyai kandungan gizi yang paling baik adalah tempe dari kacang tolo impor yang digiling basah dengan menggunakan usar daun, diikuti dengan tempe dari kacang tolo lokal yang digiling basah dengan menggunakan usar daun. Jenis kacang tolo dan proses pembuatan tempe mempengaruhi penetrasi dan kemudahan enzim-enzim yang dihasilkan jamur tempe untuk mendegradasi senyawa kompleks pada biji kacang tolo selama proses fermentasi. Jenis jamur mempengaruhi banyaknya enzim yang dihasilkan untuk mendegradasi senyawa kompleks pada biji kacang tolo. Ini menunjukkan bahwa usar daun yang didominasi oleh jamur *Rhizopus oligosporus*, *R. oryzae*, *Mucor circinelloides*, *Absidia sp*, dan *Aspergillus sp* mempunyai kemampuan lebih tinggi dalam mendegradasi senyawa kompleks seperti karbohidrat, protein, lemak, dan mineral menjadi senyawa yang lebih sederhana dibandingkan dengan jamur RAPRIMA yang didominasi oleh *R. oligosporus* dan *R. stolonifer*.

## 2. Kandungan senyawa isoflavon aglikon pada tempe kacang tolo dengan variasi jenis kacang tolo, proses pembuatan tempe, dan jenis jamur

Kandungan senyawa isoflavon dan aglikonnya pada tempe kacang tolo dengan variasi jenis kacang tolo, proses pembuatan, dan jenis jamur dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan kadar isoflavon dan isoflavon aglikon pada tepung tempe kacang tolo lebih tinggi daripada tepung tempe kedelai. Kadar daidzin tertinggi pada tepung tempe kacang tolo lokal dengan proses giling kering menggunakan jamur RAPRIMA dan terendah pada tepung tempe kedelai. Birt et al (2001) menjelaskan bahwa ketersediaan isoflavon dipengaruhi oleh ikatan kimia pada bahan pangan dan kepekaan terhadap degradasi selama pemanasan sehingga diduga kandungan isoflavon pada biji kacang tolo mempunyai ikatan kimia yang lebih peka terhadap proses pengolahan dibandingkan biji kacang kedelai. Ini menyebabkan ketersediaan isoflavon pada tempe kacang tolo lebih tinggi daripada tempe kedelai.

Tabel 2. Kandungan senyawa isoflavon dan aglikonnya pada tepung tempe kacang tolo dengan variasi jenis kacang tolo, proses pembuatan, dan jenis jamur

Sampel	Kadar isoflavon ( $\mu\text{g/g}$ berat kering)			
	Daidzin	Genistin	Daidzein	Genistein
TT KDL	8,77	11,09	27,07	41,84
TT IKU	22,56	28,56	88,54	108,98
TT LKU	56,22	42,82	96,07	117,50
TT IBU	11,84	25,62	101,48	121,18
TT IKR	19,06	16,48	94,90	124,30
TT LBU	23,69	16,00	109,77	130,48
TT LBR	43,53	22,49	65,87	87,74
TT LKR	63,36	28,06	92,36	116,40
TT IBR	16,80	17,95	60,44	80,08

Keterangan: TT KDL = tempe kedelai  
TT LBR = tempe tolo lokal, basah, Raprima  
TT IBR = tempe tolo impor, basah Raprima  
TT LBU = tempe tolo lokal, basah, usar daun  
TT IBU = tempe tolo impor, basah, usar daun

TT LKR = tempe tolo lokal, kering, Raprima  
TT IKR = tempe tolo impor, kering, Raprima  
TT LKU = tempe tolo lokal, kering, usar daun  
TT IKU = tempe tolo impor, kering, usar daun

Kapang golongan *Rhizopus* sp sangat berperan penting dalam proses fermentasi tempe dan memiliki kemampuan dalam menghasilkan enzim  $\beta$ -glukosidase. Selama proses fermentasi kedelai dan kacang tolo menjadi tempe, isoflavon glukosidase

dikonversi menjadi isoflavon aglikon oleh enzim  $\beta$ -glukosidase yang disekresikan oleh mikroorganisme (Wuryani, 1992). Enzim ini selain terdapat di dalam kedelai dan kacang-kacangan lain seperti kacang tolo, juga diproduksi oleh mikroorganisme selama proses fermentasi berlangsung dan mampu memecah komponen glukosida menjadi aglikon dan gugus gula.

Selama fermentasi tempe kacang tolo diduga lebih banyak terdapat enzim  $\beta$ -glukosidase. Kehadiran enzim  $\beta$ -glukosidase berhubungan dengan produksi daidzein dan genistein, yang meningkat selama proses perendaman biji kacang tolo. Semakin banyak enzim  $\beta$ -glukosidase yang dihasilkan oleh jamur tempe, maka kadar daidzein dan genistein juga semakin banyak. Hidrolisis isoflavon glukosida menjadi isoflavon aglikon dapat diinhibisi oleh glukono  $\delta$ -lakton yang merupakan inhibitor kompetitif bagi enzim  $\beta$ -glukosidase (Matsura dan Obata, 1993).

Selama pembuatan tepung tempe baik dari tempe kacang kedelai maupun tempe kacang tolo melibatkan berbagai perlakuan termal seperti proses penggilingan, perendaman, perebusan, pengukusan, pengeringan, dan *defatting*. Shao et al (2009) menjelaskan bahwa proses pengolahan dan varietas dapat mempengaruhi profil dan kadar isoflavon. Dengan demikian diduga berbagai proses selama pembuatan tepung tempe dapat mempengaruhi profil dan kadar isoflavon dan aglikonnya.

Proses fermentasi tempe dan pembuatan tepung tempe dapat menyebabkan senyawa isoflavon mengalami transformasi, terutama melalui proses hidrolisa sehingga dapat diperoleh senyawa isoflavon bebas yang disebut aglikon, yaitu daidzein dan genistein yang lebih tinggi aktivitasnya. Peningkatan kadar isoflavon aglikon ini diduga karena proses pemanasan, penghilangan kulit ari, *defatting*, dan fermentasi secara bersama-sama. Shao et al (2009) juga melaporkan peningkatan kadar isoflavon aglikon pada pembuatan tepung kedelai yang disebabkan oleh proses penghilangan kulit dan *defatting*. Transformasi senyawa isoflavon selama fermentasi tempe dan pembuatan tepung tempe menghasilkan peningkatan kandungan senyawa isoflavon aglikon secara tajam. Transformasi senyawa isoflavon melibatkan enzim  $\beta$ -glukosidase yang secara alami terdapat pada kacang-kacangan maupun hasil sekresi dari jamur tempe. Proses

transformasi ini menyebabkan perubahan struktur kimia dan gugus fungsional sehingga dapat mempengaruhi aktivitas biologis misalnya aktivitas antioksidan. Kandungan senyawa isoflavon aglikon ini dapat mempengaruhi aktivitas antioksidan tempe kacang tolo.

Kadar isoflavon aglikon tertinggi ditemukan pada tempe kacang lokal dengan proses giling basah menggunakan usar daun. Ini mengindikasikan bahwa selama proses perendaman biji kacang tolo dan proses giling basah dihasilkan enzim  $\beta$ -glukosidase yang lebih banyak sehingga kemampuan memecah komponen glukosida menjadi aglikon dan gugus gula jauh lebih tinggi dibandingkan dengan proses giling kering. Di samping itu jamur pada usar daun, khususnya *Rhizopus* sp, kemungkinan juga menghasilkan enzim  $\beta$ -glukosidase yang lebih banyak dibandingkan dengan jamur RAPRIMA.

Penelitian Nakajima et al (2005) melaporkan bahwa kandungan isoflavon dari tempe kedelai kuning sebesar 102,7 mg/100 g dan pada tempe kedelai hitam sebesar 103,2 mg/100 g. Selanjutnya Nakajima et al (2005) membuat tempe kaya isoflavon dari kombinasi kecambah dan kotiledon kedelai kuning tanpa lemak (*defatted-yellow soybean germ* dan *defatted-yellow soybean cotyledon*) dengan perbandingan 20:80 (%) dan ternyata kandungan isoflavon meningkat tiga kali lipat daripada tempe konvensional, yaitu menjadi 276,7 mg/100 g, sedangkan tempe dari kecambah kedelai kuning tanpa lemak (*defatted-yellow soybean germ*) mengandung 877,1 mg total isoflavon tiap 100 g tempe. Sementara itu penelitian Priatni dan Budiwati (2002) melaporkan bahwa kandungan senyawa isoflavon aglikon pada tempe koro benguk tertinggi sebesar 700,8 ug daidzein dan 702,9 ug genistein dalam 100 g tepung tempe bebas lemak.

Berdasarkan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa kandungan senyawa isoflavon aglikon tertinggi terdapat pada tempe kacang tolo tempe kacang tolo lokal dengan proses giling basah menggunakan jamur usar daun. Bila dibandingkan dengan jenis tempe yang lain, maka dapat diketahui bahwa tempe kacang tolo mengandung isoflavon yang lebih tinggi daripada tempe kedelai dan tempe koro benguk.

Dengan demikian tempe kacang tolo mempunyai potensi sebagai sumber isoflavon selain tempe kedelai..

#### **D. KESIMPULAN**

Jenis kacang tolo, proses pembuatan tempe, dan jenis jamur mempengaruhi kandungan gizi dan isoflavon tempe kacang tolo. Kandungan gizi yang paling baik adalah tempe dari kacang tolo impor yang digiling basah dengan menggunakan usar daun, diikuti dengan tempe dari kacang tolo lokal yang digiling basah dengan menggunakan usar daun. Kandungan senyawa isoflavon aglikon tertinggi terdapat pada tempe kacang tolo tempe kacang tolo lokal dengan proses giling basah menggunakan jamur usar daun. Tempe kacang tolo mengandung isoflavon yang lebih tinggi daripada tempe kedelai dan tempe koro bengkok, sehingga berpotensi sebagai sumber isoflavon selain tempe kedelai.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Birt, D.F., S. Hendrich and W.Q. Wang. 2001. Dietary agents in cancer prevention: Flavonoids and isoflavonoids, *Pharmacology and Therapeutics* **90**, pp. 157–177.
- Han, Guang Ming, Zhang Yan-yan, Wang Yong-zhong. 2007. Simultaneous Determination Four Isoflavones in Soybean Extraction. *Journal of US-China Medical Science* Vol 4, No.7. p 53-60.
- Kasmidjo, R.B. 1990. *Tempe : Mikrobiologi dan Biokimia Pengolahan serta Pemanfaatannya*. PAU Pangan dan Gizi, UGM, Yogyakarta.
- Mary Astuti, Andreanyta Melialia, Fabien S.D. Dalais and Mark L. Wahlquist, 2000. Tempe, a Nutritious and healthy food from Indonesia. *Asia Pacific J. Clin Nutr.* 9 (4) : 332-325
- Matsura, M and Obata, A .1993.  $\beta$ -Glucosidase from soybeans Hydrolyse Daidzin and Genistin. *Journal of Food Science*, 38, 105-111
- Messina, M. J. 1999. Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *Am J Clin Nutr*, 70(suppl), 439S-50S.
- Murata, K, 1985. *Formation of antioxidants and nutrient in tempe, Asian Symposium on Non-salted soybean fermentation*, Tsukuba, Japan, July 14-16, 1985.

- Nagata C. 2000. Ecological study of the association between soy product intake and mortality from cancer and heart disease in Japan. *Int J Epidemiol* Vol 29:832 – 6.
- Naim, M., et al .1973. Antioxidative and Antihemolytic of Soybean Isoflavones, *Journal Agri. Food Chem.* 24: 1174
- Nakajima, N., N. Nozaki, K. Ishihara, A. Ishikawa, dan H. Tsuji. 2005. Analysis of isoflavone content in tempeh, a fermented soybean, and preparation of a new isoflavone-enriched tempeh. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, Vol. 100, No. 6, pp 685-687.
- Nani Ratnaningsih. 2007. Pembuatan Tempe Kacang Tolo sebagai Alternatif Sumber Protein Nabati. Prosiding Diseminasi Hasil Penelitian Dosen Muda dan Kajian Wanita Dikti. Lemlit UNY.
- Priatni dan Budiwati. 2002. Pengaruh Inokulum terhadap kandungan Senyawa Isoflavon Tempe Koro Benguk (*Mucuna pruriens*). *Semiloka Hasil Penelitian Makanan Tradisional*. Diakses dari [www.lipi.go.id](http://www.lipi.go.id).
- Shao , S., Alison M. Duncan, Raymond Yang, Massimo F. Marcone, Istvan Rajcan and Rong Tsao. 2009. Tracking isoflavones: From soybean to soy flour, soy protein isolates to functional soy bread. *Journal of Functional Foods*. Volume 1, Issue 1, January 2009, Pages 119-127
- Shurtleff, W., Ayogagi, A., 1979. *The Book of Tempeh*. Harper & Row, New York. p. 56
- Slamet Sudarmadji, Bambang Haryono dan Suhardi. 1984. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty, Yogyakarta.
- Snyder, H.E. dan Kwon, T.W. 1987. *Soybean Utilization*. Van Nostrand Reinhold Co. New York.
- Steinkraus, K.H. 1983. *Handbook of Indigenous Fermented Foods*, Marcel Dekker, New York, 8.
- Winarno, F.G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia, Jakarta.
- Wu, Q. 2003. Purification and antioxidant activities of soybean isoflavones. Thesis Magister of Science. Louisiana State University and Agricultural dan Mechanical College.
- Wuryani,W. 1992. A Study of Isoflavones in Soybeans and Tempe, A Thesis Submitted for The Degree of PhD. Departement of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture and Food, University of Reading UK.

Yetty Mulyati Iskandar. 2002. Isolat usar (*Rhizopus* sp) pada pembuatan inokulum temped an respon terhadap senyawa isoflavonoida. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Kongres Nasional Himpunan Kimia Indonesia tanggal 22 *Februari* 2006. *Jakarta*.

# METODE ALGORITMA GENETIK UNTUK MENENTUKAN BANK KAPASITOR PADA SISTEM TENAGA LISTRIK

Nurhening Yuniarti, Toto Sukisno  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Menentukan ukuran dan lokasi pemasangan kapasitor dengan menggunakan metode Algoritma Genetik, (2) Mengetahui profil tegangan pada sistem tenaga listrik setelah terpasang kapasitor yang penentuan ukuran dan lokasi pemasangannya menggunakan metode Algoritma Genetik.

Penelitian ini dilakukan Laboratorium Mesin dan Simulasi Sistem Tenaga Listrik Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY. Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian Research & Development untuk menghasilkan *listing programming* yang mengimplementasikan metode Algoritma Genetik dalam penentuan ukuran dan lokasi pemasangan kapasitor pada sistem tenaga dengan menggunakan bantuan perangkat lunak Matlab versi 6.5.

Hasil penelitian menunjukkan: (1) Penentuan ukuran dan lokasi pemasangan kapasitor dengan menggunakan algoritma genetik (AG) didasarkan atas nilai profil tegangan dan rugi daya reaktif pada masing-masing bus, (2) Profil tegangan pada sistem tenaga listrik setelah diinjeksi kapasitor bank lebih baik dibandingkan sebelum diinjeksi kapasitor bank.

**Kata kunci:** *kapasitor, algoritma genetik, profil tegangan*

## A. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang Masalah

Pendistribusian energi listrik dari pusat ke titik-titik beban, diharapkan mempunyai kualitas yang baik, handal dan aman. Kualitas yang baik ini ditunjukkan dengan nilai tegangan dan frekuensi yang relatif tetap serta faktor daya yang tinggi, sedangkan handal ditunjukkan oleh kontinuitas atau kesinambungan penyaluran yang tetap terjaga dan yang terakhir aman yakni ditunjukkan melalui kemampuan peralatan pengaman yang mampu bekerja sesuai dengan fungsinya.

Permasalahan untuk menjaga tegangan (salah satu parameter kualitas kelistrikan) pada batasan yang ditentukan merupakan salah satu persoalan yang sangat rumit jika ditinjau dari titik beban yang sangat kompleks serta jumlah unit pembangkit yang cukup banyak dengan lokasi yang berbeda secara geografis. Akibat beban yang bervariasi daya

reaktif juga memerlukan sistem transmisi yang bervariasi. Di sisi lain, daya reaktif tidak dapat ditransmisikan dalam saluran yang panjang, sehingga kontrol tegangan perlu dilakukan dengan menggunakan alat khusus yang dipasang pada sistem. Pemilihan yang tepat dan koordinasi peralatan untuk mengontrol daya reaktif dan tegangan merupakan tantangan besar pada sistem tenaga.

Kapasitor paralel dan reaktor paralel, serta kapasitor seri menyediakan kompensasi pasif yang biasanya terhubung secara permanen pada saluran transmisi maupun distribusi. Komponen ini mendukung kontrol tegangan dengan memodifikasi karakteristik jaring. Kapasitor merupakan komponen ini menjadi salah satu alternatif dalam perbaikan stabilitas sistem dan regulasi tegangan.

Permasalahannya, dimana kapasitor harus dipasang? Penentuan lokasi pemasangan kapasitor menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi perbaikan profil tegangan pada sistem secara optimal. Kompleksitas beban yang semakin meningkat memberikan konsekuensi terhadap kecepatan waktu dalam mengambil keputusan guna menjaga kestabilan dan kontinuitas sistem. Salah satu permasalahan yang membutuhkan kecepatan waktu dan ketepatan pengambilan keputusan adalah penentuan lokasi pemasangan dan ukuran kapasitor yang harus dipasang pada sistem sebagai salah satu komponen yang digunakan untuk menjaga kestabilan dan kontinuitas sistem. Oleh karena itu diperlukan metode yang cepat guna mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu metode yang bisa diterapkan (sekaligus bisa memberikan kecepatan dan ketepatan) dalam mengatasi permasalahan tersebut adalah metode Algoritma Genetik (AG).

## **2. Rumusan Masalah**

- a. Bagaimana penentuan ukuran dan lokasi pemasangan kapasitor dengan menggunakan metode Algoritma Genetik?
- b. Bagaimana profil tegangan pada sistem tenaga setelah terpasang kapasitor yang penentuan ukuran dan lokasi pemasangannya menggunakan metode Algoritma Genetik?

### 3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Menentukan ukuran dan lokasi pemasangan kapasitor dengan menggunakan metode Algoritma Genetik.
- b. Mengetahui profil tegangan pada sistem tenaga setelah terpasang kapasitor yang penentuan ukuran dan lokasi pemasangannya menggunakan metode Algoritma Genetik.

### 4. Manfaat

- a. Bagi dosen, memberikan informasi tambahan tentang pemanfaatan metode Algoritma Genetik dalam bidang sistem tenaga listrik khususnya yang berkaitan dengan persoalan optimasi.
- b. Bagi mahasiswa, memberikan gambaran tentang implementasi teknologi *soft computing* dalam bidang tenaga listrik sebagai acuan dalam penyusunan tugas akhir.
- c. Membantu para pelaku di bidang ketenagalistrikan dalam menyelesaikan persoalan perbaikan drop tegangan, pengurangan rugi-rugi daya, dan meminimalisir penggunaan kapasitor (efisiensi).

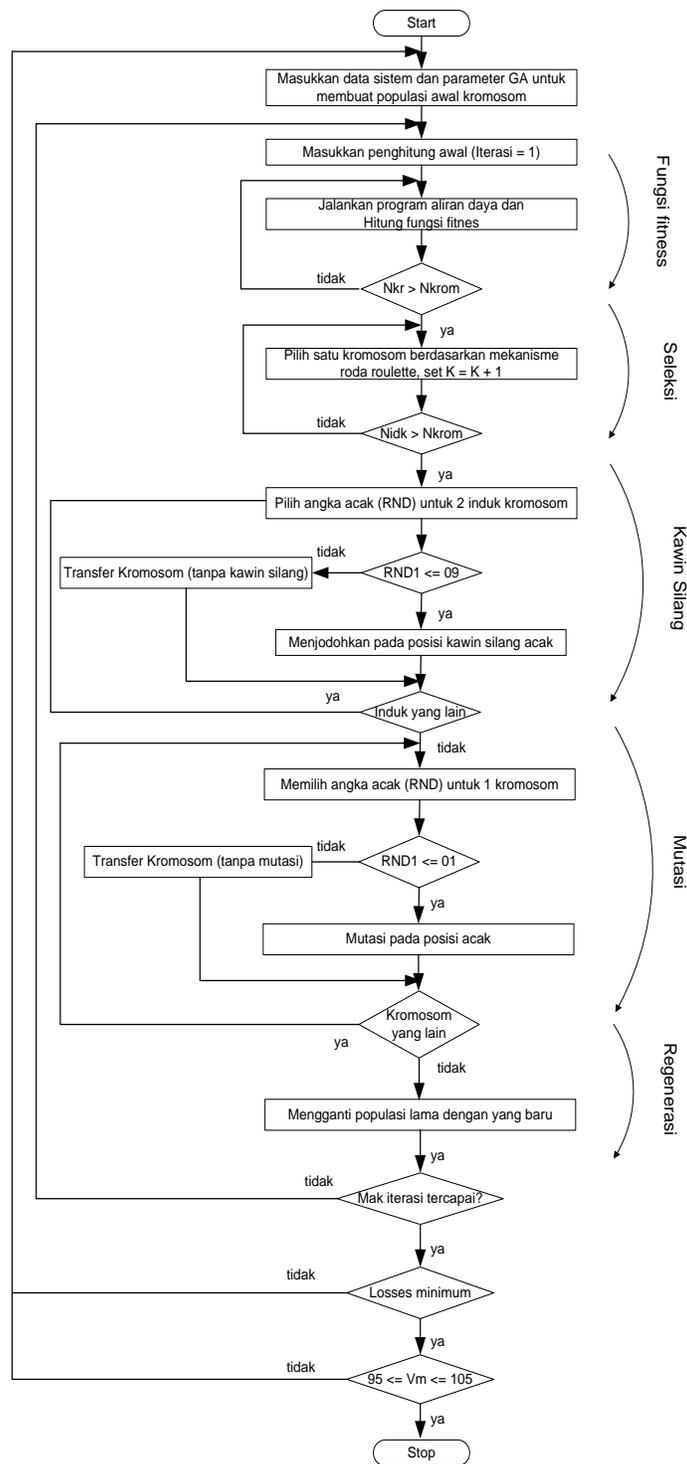
## B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan Laboratorium Mesin dan Simulasi Sistem Tenaga Listrik Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY. Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian Research & Development untuk menghasilkan *listing programming* yang mengimplementasikan metode Algoritma Genetik dalam penentuan ukuran dan pemasangan kapasitor pada sistem tenaga dengan menggunakan bantuan perangkat lunak Matlab versi 6.5.

Tahapan-tahap yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Studi literatur tentang materi yang mendukung tema penelitian
2. Membuat diagram alir (*flowchart*) untuk menentukan ukuran dan lokasi pemasangan kapasitor dengan algoritma genetik.

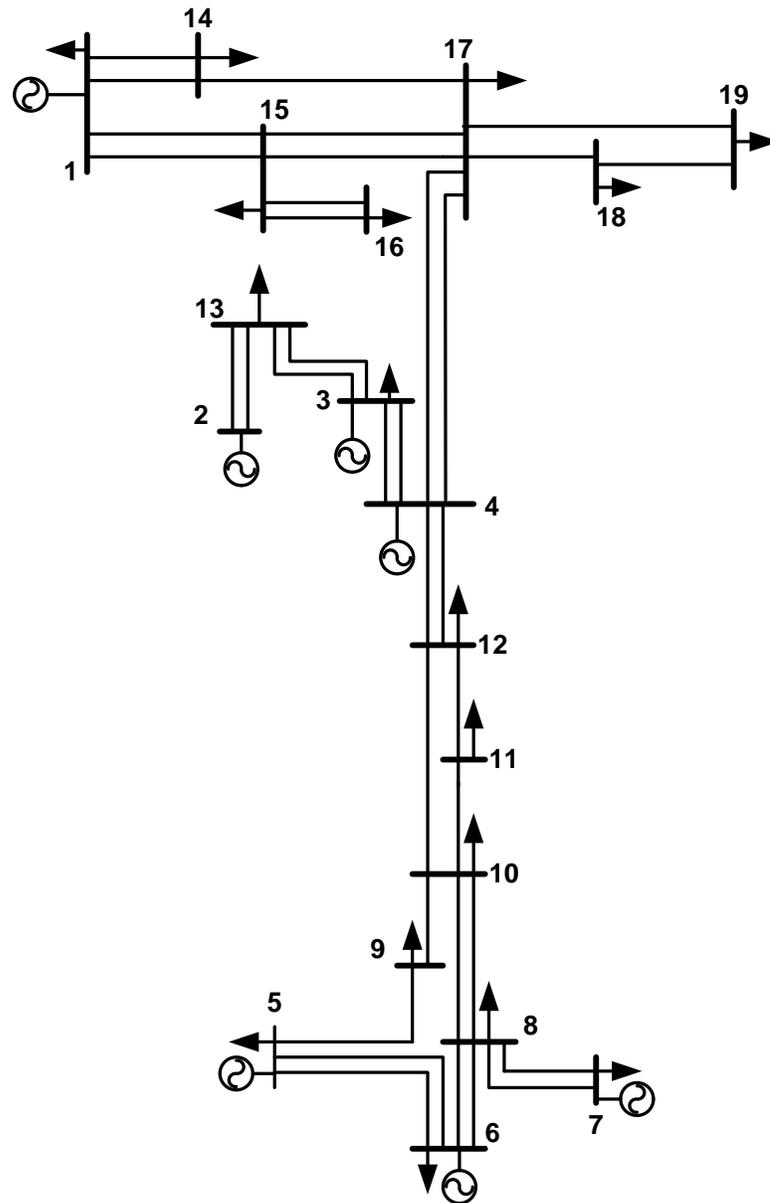
3. Menyusun listing programming untuk menyelesaikan persoalan penentuan ukuran dan lokasi pemasangan kapasitor dengan algoritma genetik.
4. Menguji program yang telah dibuat.
5. Mengevaluasi profil tegangan sistem 19 bus setelah terpasang kapasitor yang ukuran dan lokasi pemasangannya ditentukan dengan menggunakan metode Algoritma Genetik.
6. Membandingkan profil tegangan sistem yang telah terpasang kapasitor yang penentuan lokasi dan ukurannya menggunakan metode algoritma genetik dengan profil tegangan sistem yang pemasangan dan penentuannya menggunakan metode konvensional (*trial and error*).



Gambar 1. Algoritma Program Penentuan Ukuran Dan Lokasi Pemasangan Kapasitor Dengan Metode Algoritma Genetik

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Obyek sistem tenaga yang akan digunakan sebagai ujicoba implementasi program ditunjukkan pada gambar 2 dengan data-data sebagaimana ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.



Gambar 2. Topologi Sistem Tenaga Listrik 19 bus

Sistem tenaga pada gambar 2 menggunakan Base MVA:2800 MVA; Base Tegangan: 500 kV. Penggolongan bus dari topologi tersebut adalah: Swing bus : Bus 1; Bus Generator : Bus 2, 3, 4, 5, 6,7; dan Bus Beban: Bus 8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19. Data sistem di atas ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Data Pembangkit dan Pembebanan

Bus No	Jenis	Pembangkit		Konsumsi	
		P (MW)	Q (MVA <sub>r</sub> )	P (MW)	Q (MVA <sub>r</sub> )
1.	Slack	0	0	13 2	44
2.	Generator	300	0	0	0
3.	Generator	600	0	527	195
4.	Generator	432	0	0	0
5.	Generator	2800	0	609	235
6.	Generator	300	0	104	15
7.	Generator	800	0	187	27
8.	Beban	0	0	787	581
9.	Beban	0	0	424	219
10.	Beban	0	0	213	284
11.	Beban	0	0	406	188
12.	Beban	0	0	718	496
13.	Beban	0	0	513	243
14.	Beban	0	0	551	214
15.	Beban	0	0	497	137
16.	Beban	0	0	569	194
17.	Beban	0	0	419	654
18.	Beban	0	0	427	289
19.	Beban	0	0	477	82

Tabel 2. Data Saluran Transmisi

No	Bus Ke Bus	Panjang (km)	R (Ohm/ km)/ fasa	X (Ohm/ km)/ fasa
1.	1-14	12,48	0,0251	0,2808
2.	1-15	111	0,0293	0,2815
3.	2-13	55	0,0293	0,2788
4.	3-13	44,56	0,0293	0,2815
5.	3-4	25,1	0,0293	0,2815
6.	4-12	37,43	0,0251	0,2808
7.	4-17	80,3	0,0293	0,2815
8.	5-9	410	0,0293	0,2788
9.	5-6	74	0,0251	0,2808
10.	6-8	74	0,0251	0,2808

11.	7-8	22,2	0,0293	0,2788
12.	8-10	251	0,0293	0,2815
13.	9-10	75	0,0293	0,2788
14.	10-11	228,7	0,0293	0,2815
15.	10-12	342,8	0,0293	0,2815
16.	11-12	130	0,0293	0,2815
17.	14-17	116	0,0293	0,2815
18.	15-16	31,9	0,0251	0,2808
19.	15-17	21,3	0,0293	0,2815
20.	17-18	37,92	0,0293	0,2815
21.	17-19	57	0,0293	0,2815
22.	18-19	18	0,0293	0,2815

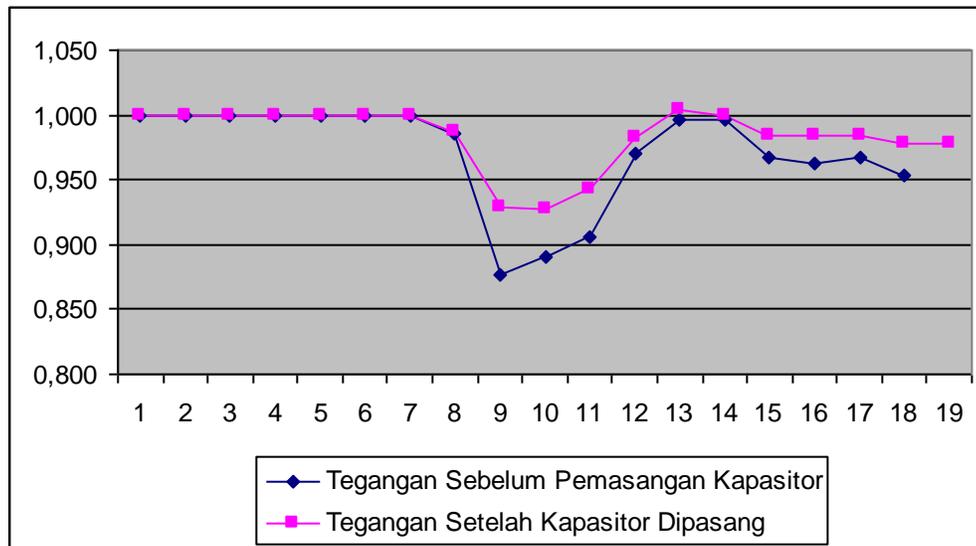
Langkah pertama setelah memperoleh data-data (tabel 1 dan tabel 2) adalah melakukan load flow pada topologi sistem tenaga seperti yang ditunjukkan pada gambar 2. Profil tegangan hasil load flow dari topologi tersebut ditunjukkan pada tabel 3. Selanjutnya, dengan menggunakan Matlab versi 6.5 penempatan kapasitor bank dengan menggunakan algoritma genetik menghasilkan profil tegangan seperti ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Profil Tegangan Berdasarkan Hasil Load Flow

Bus	Sebelum di pasang Kapasitor Bank		Setelah dipasang Kapasitor Bank	
	Tegangan	Sudut	Tegangan	Sudut
1	1,000	0	1,000	0,000
2	1,000	-3,105	1,000	-2,948
3	1,000	-3,329	1,000	-3,171
4	1,000	-3,214	1,000	-3,056
5	1,000	36,99	1,000	35,396
6	1,000	33,364	1,000	31,803
7	1,000	29,661	1,000	28,144
8	0,985	29,306	0,988	27,775
9	0,876	17,345	0,929	16,134
10	0,890	15,849	0,927	14,783
11	0,906	1,193	0,942	1,084
12	0,971	-2,679	0,983	-2,571
13	0,996	-3,615	1,004	-3,483
14	0,996	-0,433	1,000	-0,446
15	0,967	-4,492	0,984	-4,465
16	0,963	-5,099	0,984	-5,075

17	0,967	-4,625	0,984	-4,584
18	0,954	-5,949	0,978	-5,901
19	0,955	-6,089	0,977	-6,016

Secara umum penempatan kapasitor bank dengan menggunakan algoritma genetik menghasilkan profil tegangan yang lebih baik dibandingkan sebelum diinjeksi MVAR oleh kapasitor bank. Selain itu, penempatan kapasitor bank dengan menggunakan algoritma genetik juga dapat mengurangi rugi daya reaktif. Secara grafis profil tegangan bus sebelum dan sesudah diinjeksi kapasitor bank dengan menggunakan algoritma genetik ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Profil Tegangan masing-masing Bus Sebelum dan Sesudah Diinjeksi Kapasitor Bank

#### D. KESIMPULAN

1. Penentuan ukuran dan lokasi pemasangan kapasitor dengan menggunakan algoritma genetik (AG) didasarkan atas nilai profil tegangan dan rugi daya reaktif pada masing-masing bus.
2. Profil tegangan pada sistem tenaga listrik setelah diinjeksi kapasitor bank lebih baik dibandingkan sebelum diinjeksi kapasitor bank.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim. *Genetic Server and Genetic Library, available on line at:*  
[www.neurodimension.com](http://www.neurodimension.com)

D.E. Golberg. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. USA: Addison-Wesley Publishing Company.

Davis, Lawrence. (1991). *Hand Book of GeneticAlgorithm*. New York: Van Nostrand Reinhold.

<http://www.generation5.org>

Mitsuo Gen, Runwei Cheng. (1997). *Genetic Algorithms And Engineering Design*. John Wiley & Sons.

Robandi, Imam. (2006). *Desain Sistem Tenaga Modern*. Yogyakarta: Penerbit Andi

Saadat, Hadi. (1999). *Power System Analysis*. Singapore: McGraw-Hill Co.

# Upaya Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Matematika dengan Menerapkan Model *Contextual Teaching and Learning* (CTL)

Nur Kholis

Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY

## ABSTRAK

Hasil dan proses pelaksanaan pembelajaran Mata Kuliah Matematika selama ini dirasa belum memenuhi hasil seperti yang diharapkan. Motivasi dan partisipasi aktif mahasiswa dalam proses perkuliahan rendah. Mata Kuliah Matematika merupakan mata kuliah yang akan mendasari pada mata kuliah-mata kuliah keteknikan berikutnya. Usaha untuk mengatasi kondisi tersebut dan untuk meningkatkan pencapaian kompetensi mahasiswa perlu diterapkan strategi pembelajaran yang efektif. Dalam kesempatan ini diterapkan model *Contextual teaching and learning* (CTL).

Kegiatan ini dilaksanakan di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY. Mekanismenya menggunakan penelitian tindakan kelas menurut Kurt Lewin, terdiri dari dua siklus –karena terkendala oleh waktu– dengan pendekatan pembelajaran kontekstual. Subyeknya adalah mahasiswa yang mengambil Mata Kuliah Matematika semester ganjil tahun 2009/2010, yaitu sebanyak 41 orang.

Hasil penelitian, pendekatan kontekstual dalam dua siklus dalam pembelajaran Matematika dinyatakan efektif baik dari sisi proses maupun hasil. Hal ini ditunjukkan dengan tingginya motivasi mahasiswa, keterlibatan aktif mahasiswa, meningkatkan suasana belajar yang kondusif, menarik dan menyenangkan, mahasiswa lebih mudah dalam memahami dan menguasai kompetensi yang dituntut. Proses pembelajaran dinyatakan efektif karena tujuh komponen pembelajaran efektif (konstruktivisme, menemukan, bertanya, masyarakat belajar, pemodelan, refleksi, dan penilaian autentik) telah ditunjukkan pada pelaksanaan pembelajaran. Dari sisi hasil, penerapan pembelajaran kontekstual telah berhasil meningkatkan persentase mahasiswa yang mendapatkan nilai baik (B). Hal ini ditunjukkan oleh distribusi perolehan nilai sebagai berikut, A (3 orang; 7,32%), A- (2 orang; 4,88%), B+ (2 orang; 4,88%), B (12 orang, 29,27%), B- (12 orang; 29,27%), C+ (5 orang; 12,20%), C (5 orang; 12,20%).

Kata kunci: *CTL, Efektivitas Pembelajaran, Matematika*

## A. PENDAHULUAN

Mata Kuliah Matematika (TKF 201) merupakan mata kuliah dasar yang harus diambil mahasiswa Fakultas Teknik UNY, termasuk didalamnya mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY dengan bobot 2 SKS Teori. Kompetensi yang dituntut dalam mata kuliah Matematika ini adalah dapat menerapkan konsep-konsep: sistem bilangan, bilangan kompleks, matrik, limit, diferensial dan integral dalam

mempelajari konsep-konsep keteknikan pada mata kuliah-mata kuliah program studi teknik elektro.

Proses pembelajaran Mata Kuliah Matematika selama ini dirasa belum memenuhi hasil seperti yang diharapkan. Motivasi dan partisipasi aktif mahasiswa dalam proses perkuliahan rendah. Mata Kuliah Matematika dianggap mata kuliah yang sulit dan menjadi hal yang menakutkan bagi mahasiswa. Padahal mata kuliah tersebut merupakan mata kuliah yang akan mendasari pada mata kuliah-mata kuliah keteknikan berikutnya. Mahasiswa yang menguasai matematika lebih baik akan lebih mudah untuk memahami mata kuliah-mata kuliah keteknikan berikutnya sehingga indeks prestasi mahasiswa akan lebih baik.

Untuk mengatasi kendala pelaksanaan pembelajaran dan untuk meningkatkan pencapaian kompetensi mahasiswa perlu diterapkan model pembelajaran yang efektif dapat meningkatkan kualitas perkuliahan tersebut. Pada kesempatan ini diterapkan model *Contextual teaching and learning* (CTL). Dengan model CTL ini diharapkan mahasiswa dapat memahami apa yang dipelajarinya dengan lebih baik, mudah dan bermakna konsep-konsep yang berarti materi kuliah dapat diintegrasikan dalam konteks keilmuan. Pada akhirnya, dengan menerapkan CTL ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran yang meliputi kualitas proses pembelajaran dan pencapaian standar kompetensi yang telah ditetapkan pada Mata Kuliah Matematika.

## **B. METODE PELAKSANAAN KEGIATAN**

Kegiatan ini dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro FT UNY. Mekanismenya mengikuti prosedur penelitian tindakan kelas, terdiri dari dua siklus karena disesuaikan dengan kondisi yang ada. Tiap siklus dilakukan perubahan sesuai dengan maksud penelitian yang ingin dicapai. Kegiatan ini dilaksanakan pada bulan September hingga Nopember 2009. Subyek penelitian ini adalah mahasiswa yang mengambil mata kuliah Matematika pada semester ganjil Tahun Akademik 2009/2010. Jumlah mahasiswa pada saat kegiatan ini dilakukan adalah sebanyak 41 orang.

Observasi awal dilakukan untuk mengetahui tindakan yang tepat untuk meminimalkan kelemahan-kelemahan tersebut. Selanjutnya untuk menggambarkan

keseluruhan kegiatan penelitian tindakan ini digunakan Model Kurt Lewin (Sukamto, 1999) seperti tampak pada gambar berikut.



### Model Penelitian Tindakan Kelas menurut Model Kurt Lewin

Berdasarkan refleksi awal tersebut, kemudian dilakukan penelitian kelas dengan prosedur: perencanaan (*planning*), pelaksanaan tindakan (*action*), observasi (*observation*), dan refleksi (*reflection*). Beberapa kegiatan yang dilakukan untuk mendukung penelitian ini, antara lain: 1) mengembangkan model CTL pada Mata Kuliah Matematika, 2) membuat skenario pembelajaran menggunakan model pembelajaran kontekstual, 3) membuat lembar observasi, 4) menyiapkan alat bantu pembelajaran, dan 5) merencanakan alat evaluasi.

Data dalam penelitian ini berupa data kualitatif yang berupa penilaian mahasiswa dan observer dan data kuantitatif berupa pencapaian standar kompetensi mahasiswa yang telah ditetapkan. Teknik pengumpulan datanya menggunakan: 1) angket, 2) observasi, 3) wawancara, dan 4) tes dan pemberian tugas untuk mengukur pencapaian kompetensi. Instrumen penelitian yang dipergunakan untuk mengumpulkan data adalah berupa: (1) daftar pertanyaan/pernyataan (angket); (2) lembar observasi; (3) pedoman wawancara; dan (4) soal tes dan tugas.

Analisis data yang digunakan adalah analisis data deskriptif dan persentase. Setiap siklus akan diperoleh pengaruh dari tindakan yang dijadikan sebagai bahan refleksi pada siklus berikutnya. Berdasarkan hasil data yang diperoleh selanjutnya dilakukan analisis data secara kuantitatif dengan persentase yang kemudian dibandingkan dengan indikator keberhasilan yang telah ditetapkan.

Penelitian tindakan tentang penerapan CTL pada Mata Kuliah Matematika ini dihentikan apabila telah mencapai indikator keberhasilan yang telah ditentukan. Indikator-indikator keberhasilan yang dimaksud meliputi, *pertama*, indikator keberhasilan dalam proses pembelajaran CTL yaitu: (1) mahasiswa berpartisipasi aktif, (2) pembelajaran menyenangkan, tidak membosankan, (3) belajar dengan bergairah (penuh motivasi), (4) menggunakan berbagai sumber dan media, dan (5) mahasiswa mudah memahami materi. *Kedua*, indikator keberhasilan dalam hasil belajar mahasiswa, dicerminkan oleh penguasaan kompetensi yang harus dikuasai, ditunjukkan oleh nilai rerata hasil belajar mahasiswa di atas cukup (C).

## **C. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Hasil Implementasi**

Adapun langkah-langkah yang telah dilakukan dalam penelitian ini untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan adalah sebagaimana diuraikan dalam paparan berikut ini, yaitu mulai dari persiapan, implementasi tindakan, pemantauan, evaluasi, dan refleksi.

#### **1. Persiapan**

Pada awal pelaksanaan perkuliahan dilakukan penjangkaran informasi melalui angket sederhana yang dibagikan kepada mahasiswa. Berdasarkan informasi yang diperoleh menunjukkan bahwa: (1) sebagian besar mahasiswa menyukai mata kuliah Matematika, walaupun ada yang dinyatakan secara tidak tegas, (2) sebagian besar mahasiswa mempunyai pengetahuan awal tentang matematika yang cukup tinggi (memiliki nilai UAN Matematika rata-rata 7,00), (3) sebagian besar mahasiswa mempunyai motivasi yang cukup tinggi dalam mengikuti perkuliahan, (4) sebagian besar mahasiswa setuju dengan rencana penerapan pembelajaran kontekstual. Selain itu, strategi pembelajaran yang diinginkan mahasiswa adalah pembelajaran yang menyenangkan, mahasiswa lebih aktif, terapan dan banyak contoh penyelesaian soal untuk tiap-tiap konsep yang dibahas sehingga mahasiswa mudah mengerti konsep-konsep yang disampaikan. Selanjutnya mahasiswa diberi penjelasan tentang silabi perkuliahan yang akan dilaksanakan beserta buku-buku referensi yang dapat dibaca.

Juga disampaikan sistem evaluasi yang digunakan untuk menilai keberhasilan mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan Matematika.

## **2. Implementasi Tindakan**

### **a. Siklus I**

#### **1) Kegiatan yang dilakukan**

- a) Pada tahap awal setelah pendahuluan disampaikan topik pembahasan yaitu tentang Sistem Bilangan. Kemudian disampaikan kompetensi dan tujuan yang dituntut pada topik tersebut. Hand out tentang topik ini sudah dibagikan pada pertemuan sebelumnya.
- b) Sebelum pembahasan lebih lanjut, dosen melontarkan pertanyaan kepada semua mahasiswa tentang “apakah ada mahasiswa yang sudah pernah mempelajari tentang Sistem Bilangan?” Kemudian mahasiswa diminta menjawab dengan metode curah pendapat (*brainstorming*) dan jawaban mahasiswa dituliskan pada papan tulis. Selanjutnya dosen melengkapi dan memverifikasi pendapat mahasiswa.
- c) Kemudian mahasiswa diminta untuk membuat kelompok yang terdiri dari 3 mahasiswa tiap kelompok. Pembentukan kelompok berdasarkan tempat duduk yang bersebelahan. Tugas kelompok adalah mendiskusikan tentang pengertian, pengelompokan, ciri-ciri dari sistem bilangan, dan dimana dapat ditemukan sistem bilangan. Berdasarkan hasil kerja kelompok dengan metode curah pendapat tersebut kemudian wakil kelompok diminta untuk menyampaikan hasil diskusinya secara lisan. Kemudian dosen melakukan verifikasi terhadap hasil diskusi.
- d) Di samping itu dosen memancing mahasiswa untuk berpikir agar mahasiswa mampu mengkonstruksi pengetahuan sendiri yang dikaitkan dengan pengetahuan awal mahasiswa. Dosen juga memberikan permasalahan yang menuntut penyelesaian dengan cara menemukan (inkuiri).
- e) Dosen memberikan pertanyaan kepada mahasiswa untuk mendorong, membimbing, dan menilai kemampuan berpikir mahasiswa. Mahasiswa diberi kesempatan untuk bertanya yaitu untuk menggali informasi dan

mengkonfirmasi apa yang sudah diketahui dan mengarahkan pada aspek yang belum diketahui, dan sebagai sarana untuk melakukan inkuiri.

- f) Dosen memberikan kuis atau pertanyaan untuk dijawab. Selain itu dosen juga memberikan tugas untuk mengerjakan pertanyaan-pertanyaan latihan pada *handout* untuk dikumpulkan pada pertemuan yang akan datang. Dosen melakukan penilaian dengan penilaian yang sebenarnya yang meliputi, keaktifan mahasiswa, kuis dan tugas-tugas. Selanjutnya dilakukan umpan balik terhadap tugas yang telah diberikan. Diakhir pembahasan topik Sistem Bilangan ini, mahasiswa diminta untuk melakukan refleksi terhadap apa-apa yang telah dipelajari dan diminta untuk mengajukan usulan untuk perbaikan pembelajaran berikutnya.

## **2) Pemantauan, Evaluasi, dan Refleksi**

Dari hasil observasi terhadap proses pelaksanaan pembelajaran menunjukkan bahwa semua komponen pembelajaran efektif telah diterapkan dalam pembelajaran. Hal itu menunjukkan bahwa model pembelajaran kontekstual yang diterapkan dalam pembelajaran mata kuliah Matematika telah menunjukkan keberhasilan. Dengan telah diterapkannya ketujuh komponen pembelajaran efektif tersebut maka hal itu juga menunjukkan bahwa pembelajaran telah berjalan secara kondusif, berjalan dengan menarik dan menyenangkan, mahasiswa aktif dalam perkuliahan.

Evaluasi terhadap hasil pembelajaran dapat dilihat dari perolehan nilai yang diperoleh oleh mahasiswa. Penilaian dilakukan dengan penilaian sebenarnya, yaitu dengan berbagai cara disesuaikan dengan karakteristik kompetensi yang dituntut.

Untuk melakukan refleksi terhadap pembelajaran yang telah berlangsung, mahasiswa diminta untuk mengisi angket dan usulan-usulan untuk lebih mengoptimalkan proses dan hasil pembelajaran. Usulan-usulan mahasiswa untuk memperbaiki pembelajaran berikutnya adalah: (1) perlu banyak contoh soal sehingga mahasiswa mengerti permasalahan yang dihadapi jika bertemu dengan permasalahan yang berbeda-beda, (2) mahasiswa memerlukan banyak latihan dengan berbagai bentuk soal, dan (3) media pembelajaran perlu ditingkatkan.

## **b. Siklus II**

Sesuai dengan hasil pemantauan, evaluasi, dan refleksi dari tindakan yang telah dilakukan pada siklus I maka perlu diintensifkan lagi beberapa tindakan yang telah dilakukan. Tindakan tersebut adalah pemberian banyak contoh soal dan penyelesaiannya secara tertulis, pemberian berbagai variasi soal-soal latihan, dan memberikan penjelasan dimana bisa mendapatkan soal-soal yang lain berkaitan dengan konsep yang telah dibahas.

### **1) Kegiatan yang dilakukan**

- a) Mahasiswa diminta untuk mempelajari materi yang telah dibagikan dengan tenggang waktu yang cukup, karena ada waktu satu minggu sebelum konsep itu dibahas di dalam pembelajaran. Setelah itu mahasiswa diminta untuk mencoba menyelesaikan beberapa soal yang ada di akhir pembahasan topik dalam hand out yang dibagikan. Pengerjaannya diminta untuk dilakukan dalam kelompok kecil. Satu kelompok terdiri dari 3 orang. Dosen memberikan arahan konsep-konsep apa saja yang perlu dipahami terlebih dahulu dengan menunjukkan halaman mana yang perlu dicermati. Hasil penyelesaian tugas rumah kelompok ini akan dibahas pada pertemuan berikutnya.
- b) Dalam Pembelajaran Bilangan Kompleks ini yang akan dibahas adalah asal muasal bilangan kompleks, karakter bilangan kompleks, aljabar bilangan kompleks, bentuk kutub/polar bilangan kompleks, dan teorema De Moivre.
- c) Salah satu kelompok diminta untuk menuliskan hasil pekerjaannya di papan tulis. Kemudian dosen meminta mahasiswa untuk mencermati dan membandingkan hasil yang dituliskan di papan tulis dengan hasil diskusi kelompok masing-masing. Setelah itu dosen melakukan verifikasi hasil diskusi tersebut dan memberikan penjelasan terhadap hasil kerja kelompok yang telah dilakukan.
- d) Dalam menjelaskan konsep “Bilangan Kompleks” ini, dosen memulainya dengan dari mana muncul konsep ini, dilanjutkan prinsip-prinsip bilangan kompleks, dan penerapan bilangan kompleks dalam konsep-konsep teknik elektro.
- e) Kemudian mahasiswa diminta mengerjakan tugas rumah yang berupa tugas individu dan kelompok. Sebagai tugas individu, tiap mahasiswa diwajibkan

mengumpulkan tugas mengenai soal-soal yang berkaitan dengan aljabar bilangan kompleks (penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian) dan bentuk polar/kutub suatu bilangan kompleks. Tugas dikumpulkan pada pertemuan berikutnya. Kegiatan ini dimaksudkan untuk memperkuat pemahaman mahasiswa tentang konsep bilangan kompleks. Sebagai tugas kelompok, mahasiswa diminta untuk diskusi di luar kelas tentang bilangan kompleks dan penerapannya, dengan jumlah dan anggota kelompok yang sama dengan kelompok sebelumnya. Mahasiswa diminta untuk mencari bahan-bahan diskusi yang berasal dari buku-buku di perpustakaan dan *download* melalui internet. Hasil diskusi kelompok dibuat dalam bentuk file *power point* untuk dipresentasikan pada pertemuan berikutnya.

- f) Pada pertemuan berikutnya, mahasiswa diminta untuk mengumpulkan tugas individu. Selanjutnya secara acak dipilih dua kelompok mahasiswa diminta untuk melakukan presentasi hasil diskusi kelompok di depan kelas, hal ini mengingat jumlah kelompok yang cukup banyak sehingga tidak mungkin ditampilkan semua.
- g) Kemudian dosen melakukan verifikasi terhadap presentasi yang telah dilakukan oleh kelompok dan memberikan penjelasan yang benar tentang konsep bilangan kompleks.
- h) Selanjutnya mahasiswa diminta untuk mengerjakan kuiz untuk mengetahui penguasaan kompetensi mahasiswa. Kemudian dosen memberikan umpan balik terhadap tugas individu dan kelompok dengan merangkum kesalahan-kesalahan yang telah dilakukan dalam pengerjaan tugas tersebut.
- i) Diakhir pembahasan topik Bilangan Kompleks ini, mahasiswa diminta untuk melakukan refleksi terhadap apa yang telah dipelajari dan diminta untuk mengajukan usulan untuk perbaikan pembelajaran berikutnya.

## **2) Pemantauan, Evaluasi, dan Refleksi**

Hasil pemantauan, evaluasi dan refleksi dari pelaksanaan tindakan pada siklus II dipaparkan sebagai berikut:

- a) Dari hasil pemantauan oleh observer menunjukkan bahwa proses pelaksanaan pembelajaran telah melibatkan seluruh komponen pembelajaran yang efektif,

yaitu: konstruktivisme, menemukan, bertanya, masyarakat belajar, pemodelan, refleksi, dan penilaian autentik.

- b) Evaluasi terhadap hasil belajar mahasiswa menunjukkan bahwa hasil belajar mahasiswa secara umum sedikit lebih menurun dibandingkan hasil dari pelaksanaan pembelajaran yang terdahulu. Hal ini mengingat tingkat kesulitan dari konsep Bilangan Kompleks ini lebih tinggi dibandingkan dengan konsep Sistem Bilangan. Konsep ini sudah melibatkan berbagai macam konsep lain (diantaranya: Aljabar Dasar, Persamaan Kuadrat, Trigonometri, dan Invers Trigonometri/Siklometri).
- c) Hasil refleksi mahasiswa terhadap proses pembelajaran pada siklus II yang dilakukan melalui angket sederhana. Informasi yang dieproleh menunjukkan bahwa: (1) semua mahasiswa merasa senang, terlibat, berkesan, dan pemahamannya meningkat dalam pembelajaran, (2) sebagian besar mahasiswa puas, motivasinya meningkat, mendapat manfaat, dan menilai bahwa pembelajaran kontekstual cocok diterapkan pada mata kuliah Matematika.
- d) Berdasarkan pantauan, evaluasi dan refleksi terhadap pembelajaran pada siklus II berarti indikator keberhasilan baik indikator proses dan hasil pembelajaran telah tercapai. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran mata kuliah Matematika menggunakan model pembelajaran kontekstual adalah efektif. Dengan demikian pada pembelajaran selanjutnya perlu terus dilanjutkan penerapan model pembelajaran kontekstual tersebut pada mata kuliah Matematika.

## **2. Pembahasan**

Setelah diberikan tindakan yang mendasarkan pada pembelajaran kontekstual dalam dua siklus terbukti bahwa pembelajaran mata kuliah Matematika dinyatakan efektif baik dilihat dari proses dan hasil pembelajaran. Proses pembelajaran dinyatakan efektif karena tujuh komponen pembelajaran efektif (konstruktivisme, menemukan, bertanya, masyarakat belajar, pemodelan, refleksi, dan penilaian autentik) telah ditunjukkan pada pelaksanaan pembelajaran. Dengan menerapkan ketujuh komponen tersebut dalam pembelajaran, maka pembelajaran akan lebih menarik dan menyenangkan, mahasiswa

akan terlibat aktif, motivasinya akan meningkat, pemahaman akan materi kuliah akan lebih mudah dan daya ingat mahasiswa akan lebih lama. Selain itu, pelaksanaan pembelajaran juga mengacu pada kompetensi yang harus dikuasai oleh mahasiswa. Hal demikian dimaksudkan agar hasil pembelajaran terarah pada pencapaian kompetensi yang harus dikuasai mahasiswa. Dengan cara yang demikian tolok ukur keberhasilan dalam pembelajaran baik mengenai tolok ukur proses dan hasil pembelajaran menjadi lebih jelas dan terarah.

Pembelajaran efektif mendasarkan pada landasan konstruktivisme sebagai salah satu komponen pembelajaran efektif. Fahaman konstruktivis menganggap bahwa pengetahuan itu dibangun sedikit demi sedikit yang hasilnya diperluas melalui konteks yang terbatas dan tidak sekonyong-konyong. Pengetahuan bukanlah seperangkat fakta-fakta, konsep, atau kaidah yang siap diambil dan diingat. Mahasiswa harus mengkonstruksi pengetahuan itu dan memberi makna melalui pengalaman nyata. Pembelajaran dikemas menjadi proses mengkonstruksi bukan menerima pengetahuan. Mahasiswa dibiasakan untuk memecahkan masalah, menemukan sesuatu yang berguna bagi diri sendiri, dan bergelut dengan ide-ide. Dengan demikian pembelajaran harus dikemas menjadi proses “mengkonstruksi” bukan “menerima” pengetahuan. Dalam proses pembelajaran, mahasiswa membangun sendiri pengetahuan mereka melalui keterlibatan aktif dalam proses belajar dan mengajar. Mahasiswa diberikan bekal awal yang berupa hand out untuk konsep-konsep yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya. Hal demikian telah ditunjukkan dalam proses pembelajaran, mahasiswa diminta untuk aktif memberikan pendapat melalui diskusi tentang pengertian, pengelompokan, ciri-ciri dari sistem bilangan, dan dimana dapat ditemukan sistem bilangan. Selanjutnya, mahasiswa diminta untuk berdiskusi tentang Bilangan Kompleks dan yang akan dibahas adalah asal muasal bilangan kompleks, karakter bilangan kompleks, aljabar bilangan kompleks, bentuk kutub/polar bilangan kompleks, dan teorema De Moivre.

Komponen kedua pembelajaran kontekstual adalah menemukan (*inquiry*). Pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh mahasiswa diharapkan bukan hasil mengingat seperangkat fakta-fakta, tetapi hasil dari menemukan sendiri. Mahasiswa diminta untuk berpikir dan berdiskusi untuk menyelesaikan sendiri soal-soal yang

berkaitan dengan konsep Sistem Bilangan dan Bilangan Kompleks. Dosen hanya memberikan sedikit pengetahuan tentang konsep-konsep tersebut. Selanjutnya, mahasiswa diminta untuk aktif berpikir dan berdiskusi untuk menemukan sendiri aplikasi konsep yang telah dipelajari berdasarkan pengetahuan awal mahasiswa dan arahan dari dosen.

Komponen pembelajaran kontekstual ketiga adalah bertanya. Pengetahuan yang dimiliki seseorang bermula dari bertanya. Bertanya dalam pembelajaran dipandang sebagai kegiatan dosen untuk mendorong, membimbing, dan menilai kemampuan berpikir mahasiswa. Bagi mahasiswa, kegiatan bertanya merupakan bagian penting dalam melaksanakan pembelajaran yang berbasis *inquiry*, yaitu menggali informasi, mengkonfirmasi apa yang telah diketahui, dan mengarahkan perhatian pada aspek yang belum diketahui. Kegiatan bertanya bisa terjadi baik antara mahasiswa dengan mahasiswa maupun antara mahasiswa dengan dosen. Kegiatan tersebut ditemui baik pada diskusi kelompok, diskusi kelas, demonstrasi, pengamatan, maupun pada saat presentasi. Kegiatan bertanya akan menghidupkan suasana pembelajaran dan mendorong peran aktif mahasiswa.

Komponen pembelajaran kontekstual ketiga adalah masyarakat belajar. Pengertiannya adalah komponen pembelajaran kontekstual yang keempat. Konsep masyarakat belajar menyarankan agar hasil pembelajaran diperoleh dari kerjasama dengan orang lain. Hasil belajar diperoleh dari saling berbagi antar teman, antar kelompok, antara yang tahu ke yang belum tahu. Dengan kegiatan yang demikian akan tercipta masyarakat belajar. Dalam proses pembelajaran, komponen ini telah tercipta melalui diskusi kelompok, diskusi kelas, presentasi, pengamatan, dan demonstrasi.

Komponen pembelajaran selanjutnya adalah pemodelan, maksudnya dalam sebuah pembelajaran pengetahuan atau keterampilan tertentu, ada model yang harus ditiru. Model bisa berupa cara mengoperasikan sesuatu, menunjukkan cara kerja peralatan tertentu, cara melempar bola dalam olah raga, contoh karya tulis, cara melafalkan bahasa Inggris, dosen memberi contoh cara mengerjakan sesuatu dan sebagainya. Dalam pelaksanaan pembelajaran, kegiatan pemodelan terjadi pada saat dosen menjelaskan dan

menyelesaikan soal-soal yang tidak bisa mereka selesaikan sendiri, baik telah dikerjakan secara individu maupun secara kelompok.

Komponen berikutnya dalam pembelajaran kontekstual adalah melakukan refleksi. Refleksi adalah cara berpikir tentang apa yang baru saja dipelajari atau berpikir ke belakang tentang apa-apa yang telah dilakukan pada masa yang lalu. Refleksi merupakan respon terhadap kejadian, aktivitas, atau pengetahuan yang baru diterima. Misalnya, ketika pelajaran berakhir, mahasiswa merenung "Kalau begitu pemahaman saya tentang Sistem Bilangan dan Bilangan Kompleks masih kurang lengkap dan ada yang salah! Seharusnya, seperti yang baru saja didiskusikan bersama tadi."

Komponen terakhir dari pembelajaran kontekstual adalah melakukan penilaian yang sebenarnya atau penilaian autentik. Penilaian autentik adalah proses pengumpulan berbagai data yang bisa menggambarkan perkembangan belajar mahasiswa. Kemajuan belajar dinilai dari proses, bukan hanya hasilnya. Penilaian autentik menggunakan penilaian berbagai cara disesuaikan dengan karakteristik kompetensi yang dituntut. Pada pembelajaran, hal ini telah dilakukan yaitu penilaian mahasiswa didasarkan dari penilaian proses yang berupa keterlibatan aktif mahasiswa, penilaian tugas-tugas, penilaian terhadap kuiz yang dilakukan.

#### **D. KESIMPULAN DAN SARAN**

Penerapan model pembelajaran kontekstual pada mata kuliah Matematika terbukti berhasil meningkatkan efektivitas pembelajaran baik dilihat dari sisi proses maupun dari hasil pembelajaran. Dari sisi proses, penerapan pembelajaran kontekstual telah berhasil meningkatkan motivasi mahasiswa, keterlibatan aktif mahasiswa, meningkatkan suasana belajar yang kondusif, menarik dan menyenangkan, mahasiswa lebih mudah dalam memahami dan menguasai kompetensi yang dituntut sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Dari sisi hasil pembelajaran, walaupun belum secara keseluruhan mengingat waktu penelitian yang terbatas, rerata skor hasil evaluasi mahasiswa mendapatkan nilai di atas kriteria minimal (nilai C). Hal ini ditunjukkan oleh distribusi perolehan nilai sebagai berikut, A (3 orang; 7,32%), A- (2 orang; 4,88%), B+

(2 orang; 4,88%), B (12 orang, 29,27%), B- (12 orang; 29,27%), C+ (5 orang; 12,20%), C (5 orang; 12,20%).

Berdasarkan hasil penelitian yang menunjukkan pembelajaran dengan menerapkan pendekatan kontekstual adalah efektif, maka disarankan agar dalam pelaksanaan perkuliahan mata kuliah teori lainnya dapat menerapkan model yang digunakan dalam penelitian ini. Di samping itu, pembelajaran juga harus mengacu pada pencapaian kompetensi yang dituntut oleh mata kuliah yang sesuai dengan kompetensi yang telah ditetapkan, mengingat mata kuliah Matematika merupakan mata kuliah dasar yang hasil belajarnya akan digunakan untuk mempelajari konsep-konsep keteknik elektroan selanjutnya.

Selain itu, perlu dilakukan penelitian tindakan kelas dengan model pembelajaran yang sama, yaitu model pembelajaran kontekstual untuk mata kuliah yang lain, baik berbeda karakteristik mata kuliahnya maupun karakteristik mahasiswanya, dan dalam kondisi atau *setting* yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- 2002, *Kurikulum 2002 Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta*. Yogyakarta: FT UNY.
- Ary Kristiyani, 2007. *Penerapan Pendekatan Kontekstual untuk Meningkatkan Keterampilan Menulis Laporan Siswa Kelas VIII SMP N 1 Juwana*. Tesis PPS UNY.
- Blanchard, Alan, 2001. *Contextual Teaching and Learning*. Surabaya: Postgraduate Program of State University of Surabaya.
- Bloom, Benjamin S.. “Major Categories in Taxonomy of Education Objective” (<http://faculty.washington.edu/krumme/guides/bloom.html>), pp. 2-3.
- Cecep Rustana, 2004. *Pembelajaran Kontekstual*. Jakarta: Dit. PLP Depdiknas.
- Djoko Santoso, dkk. 2007. *Upaya Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Rangkaian Listrik Melalui Pembelajaran Kooperatif Teknik STAD Mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY*. Yogyakarta: FT UNY.
- Edy Supriyadi, 2007. *Pelatihan dan Pendampingan Pembelajaran Kontekstual bagi Guru SMP di Kabupaten Bantul*. Yogyakarta: Laporan PPM LPM UNY.
- Good, Thomas L. and Jere E. Broophy. 1990. *Educational Psychology: A Realistic Approach*. New York: Longman,

- Hartoyo, dkk. 2008. *Model Pembelajaran Kontekstual Berbasis Kompetensi untuk Meningkatkan Efektivitas pembelajaran Mata Kuliah teknik Pendingin dan Tata Udara*. Yogyakarta: Laporan Penelitian UNY.
- Hergenhahn, B.R. and Matthew H. Olson. 1997. *An Introduction to Theories of Learning*. New Jersey : Prentice-Hall,
- Herlambang Sigit Purnomo. 2005. *Upaya Pencapaian Standar kompetensi Pada Mata Kuliah Teknik Digital Melalui Metode Problem Based Learning Berbantuan Program Simulasi Rangkaian*. Yogyakarta: UNY.
- Nurhadi. 2003. *Pembelajaran Kontekstual*. Jakarta: Dit. PLP Depdiknas.
- Nur Kholis & Hartoyo. 2009. Penerapan Model *Contextual Teaching and Learning* (CTL) untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Matematika. Yogyakarta: Laporan Penelitian FT UNY.
- Ome'ara, David. 2002. *Contextual Teaching and Learning*. Jakarta: Depdiknas.
- Slamet PH., 2006. *MBS, Life Skill, KBK, CTL dan Salingketerkaitannya*. Jakarta: Depdiknas.
- Slavin, Robert E. 1991. *Educational Psychology*. New Jersey: Prentice Hall,
- Sukamto, dkk. 1999. *Kumpulan Materi Penelitian Tindakan (Action Research)*. Yogyakarta: Lembaga Penelitian UNY.
- Anderson, L.W. & D. Krathwohl, (eds.). 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Addison Wesley Longman.
- Krathwohl, D.R., Masia, B.B. with Bloom. B.S. 1990. *Taxonomy of Objectives Book 2; Affective Domain*. New York: Addison Wesley Longman.

# EFEK MINYAK NABATI PADA BIODEGRADASI POLIURETAN HASIL SINTESIS DARI POLIOKSIETILENGLIKOL400 DAN METILEN-4,4'-DIFENILDIISOSIANAT

Eli Rohaeti dan Senam  
Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh minyak nabati terhadap kemudahan biodegradasi poliuretan. Minyak kedelai diperoleh melalui maserasi serbuk kedelai dalam *n*-heksana. Minyak sawit kasar dari industri kilang CPO, dan minyak jarak diperoleh dari pasaran. Biodegradasi dilakukan dengan lumpur aktif dalam media malka padat pada temperatur 37°C serta dilakukan penggantian media setiap 5 hari.

Karakterisasi poliuretan dilakukan melalui penentuan gugus fungsi menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), ikatan silang dengan penggembungan, kehilangan massa, serta kristalinitas menggunakan *X-Ray Diffraction*. Kehilangan massa tertinggi ditunjukkan oleh poliuretan dari asam lemak minyak sawit kasar-PEG400-MDI, diikuti oleh poliuretan dari PEG400-MDI, dan poliuretan dari minyak sawit kasar-PEG400-MDI. Penambahan asam oleat dalam sintesis poliuretan dapat meningkatkan laju kehilangan massa poliuretan.

Hampir semua poliuretan hasil sintesis berbasis minyak nabati dan asam lemak minyak nabati mengalami laju kehilangan massa dalam lumpur aktif semakin menurun seiring meningkatnya waktu biodegradasi, kecuali poliuretan dari minyak jarak meningkat degradabilitasnya mulai biodegradasi hari ke 20, poliuretan dari asam lemak minyak jarak tanpa dan dengan oksidasi, serta dari asam lemak CPO tanpa dan dengan oksidasi degradabilitasnya fluktuatif dengan meningkatnya waktu biodegradasi. Keberhasilan biodegradasi ditandai dengan perubahan intensitas serta menghilangnya beberapa gugus fungsi poliuretan dan perubahan kristalinitas serta terjadi peningkatan kehilangan massa seiring meningkatnya waktu biodegradasi.

**Kata Kunci:** biodegradasi, kehilangan massa, kristalinitas, poliuretan.

## A. PENDAHULUAN

Pemakaian poliuretan akan terus meningkat mengingat keunggulan sifatnya dan pemakaiannya praktis (Nicholson, 1997, Eli Rohaeti dkk, 2005). Masalah yang timbul kemudian akibat peningkatan penggunaan poliuretan adalah makin bertumpuknya limbah poliuretan. Apalagi sejumlah penelitian telah dikembangkan untuk membuat

bahan polimer yang tahan terhadap proses degradasi di lingkungan. Hal ini apabila tidak segera ditanggulangi akan membahayakan kelestarian lingkungan hidup.

Cara penanggulangan yang dianggap paling bersahabat dengan lingkungan dan tidak menimbulkan masalah baru adalah dengan proses biodegradasi, namun kebanyakan polimer yang digunakan secara besar-besaran pada saat ini tidak terbiodegradasi. Oleh karena itu, penanggulangan limbah secara biodegradasi akan terwujud apabila polimer-polimer baru yang digunakan mudah terbiodegradasi. Penelitian untuk mendapatkan poliuretan yang dapat terbiodegradasi telah dilakukan dengan cara mereaksikan selulosa dengan diisosianat tanpa penambahan dan dengan penambahan polipropilen glikol. Namun kopolimer blok yang dihasilkan dapat mengalami pemutusan rantai utama lebih cepat daripada selulosa oleh serangan enzim selulisin pada suhu 50oC dan pH 5. (Schnabel, 1981)

Kemudian Hatakeyama (1995) telah berhasil mensintesis poliuretan yang dapat terbiodegradasi menggunakan komonomer berupa lignoselulosa. Berbagai sumber tumbuhan seperti lignin kraft, kopi, sakarida dapat dibuat poliuretan lewat pencampuran dengan polietilen glikol atau polipropilen glikol dan direaksikan dengan difenilmetan diisosianat. Poliuretan yang dipreparasi dari bahan alam memiliki struktur kimia tergantung pada komponen tumbuhan sumber.

Owen (1995) telah berhasil mensintesis poliuretan yang dapat terbiodegradasi pula dengan cara mereaksikan poli-D,L-asam laktat dengan pMDI (polimetilen polifenil poliisosianat). Kehilangan massa poliuretan terutama disebabkan oleh terurainya bagian PEG dan polioliol asam laktat. Kemudian diungkapkan pula kemungkinan terbiodegradasinya gugus uretan yang ada dalam poliuretan berdasarkan studi bahwa senyawa poliuretan terbiodegradasi melalui pembentukan intermediat berupa senyawa tolilen-2,4-diamin (TDA).

Poliuretan yang dibuat dengan komonomer lignin dan sakarida dapat terbiodegradasi oleh bakteri tanah, yaitu *Flavobacterium sp*, *Pseudomonas sp*, dan *Aeromonas sp* (Hatakeyama, 1998). Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa poliuretan yang merupakan kopolimer hasil reaksi komonomer sakarida dengan

diisosianat yang dicampur dengan polioliol (PEG atau PPG) memiliki kemudahan biodegradasi di antara kayu *beech* (*Fagus sieboldi*) dan kayu *cryptomeria* (*Cryptomeria japonica*) (Hatakeyama, 1995). Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penggunaan minyak nabati dan asam lemak serta asam oleat terhadap sintesis dan kemudahan biodegradasi poliuretan dari PEG400 dan MDI?

## **B. METODE PENELITIAN**

### **1. Sintesis Poliuretan**

Minyak nabati dan PEG 400 dimasukkan ke dalam reaktor dan dilakukan pengadukan sehingga diperoleh campuran homogen. Selanjutnya MDI dimasukkan ke dalam reaktor yang diletakkan di atas penangas pada temperatur kamar. Dilakukan pengadukan terhadap campuran reaksi sehingga diperoleh poliuretan *preure*. Poliuretan *preure* dituang ke cawan petri yang dilapisi aluminium foil dan dilakukan proses *curing* dalam *oven* pada suhu 70°C selama 10 jam, dilanjutkan pada suhu 100 °C selama 3 jam.

### **2. Pembuatan Media Malka Padat**

Medium malka padat dibuat dengan cara menambahkan *Bacto agar* sebanyak 5,6 gram dan  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  sebanyak 0,4 gram ke dalam 200 mL akuades dalam gelas beker. Campuran diaduk dan dipanaskan sampai mendidih, kemudian dituangkan ke labu Erlenmeyer. Menutup campuran dengan kapas bebas lemak dan aluminium foil, dilelehkan dan disterilkan dalam *autoklaf* pada 120°C, selama 15 menit. Mendinginkan campuran sampai 60°C, setelah itu ditambahkan 8 mL larutan A (1 liter larutan yang mengandung 73,4 gram  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  dan 32,4 gram  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  pada pH 7,2), 8 mL larutan B (20,5 gram  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dilarutkan dalam air destilasi dan volum akhir dibuat 1 liter), 4 mL larutan C (1,83 gram  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dilarutkan dalam air destilasi steril kemudian 1 tetes  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ke dalam larutan *Bacto agar* di dalam ruang *laminar flow*, dan campuran dikocok sampai homogen. Setelah itu dipindahkan ke dalam beberapa cawan petri masing-masing 25 mL per cawan. (Eli Rohaeti dkk, 2002)

### **3. Sterilisasi Poliuretan**

Poliuretan dipotong- potong dengan ukuran 1 cm × 1 cm, selanjutnya dicelupkan ke dalam etanol 70% pada ruang *laminar flow*. Kemudian poliuretan dikeringkan dalam *oven* pada temperatur 70°C sampai benar-benar kering. (Eli Rohaeti dkk, 2002)

### **4. Biodegradasi Poliuretan dalam Medium Malka Padat**

Di dalam *laminar flow* dilakukan penuangan cairan kultur lumpur aktif ke dalam gelas kimia steril. Poliuretan yang telah disterilkan terlebih dahulu kemudian dicelupkan ke dalam kultur campuran dan diletakkan dalam cawan petri yang berisi medium malka padat serta dibiarkan dalam ruang 37°C selama 5 hari, 10 hari, 15 hari, 20 hari, 25 hari, dan 30 hari. Penggantian medium dilakukan setiap 5 hari sekali. Proses biodegradasi dihentikan dengan mencelupkan poliuretan ke dalam etanol 70%, kemudian dicuci beberapa kali dengan akuades dan poliuretan siap untuk dikarakterisasi. (Eli Rohaeti dkk, 2003)

### **5. Penentuan Derajat Penggembungan (*Swelling Degree*)**

Sampel poliuretan ukuran 1 cm × 1 cm ditimbang, kemudian direndam dengan 10 mL larutan kanji 6,5 % (m/v) selama 48 jam pada temperatur 80°C. Sampel diangkat dari larutan kanji kemudian ditimbang kembali.

### **6. Karakterisasi Menggunakan Spektrofotometer FTIR**

Metode yang digunakan dalam preparasi sampel adalah melalui pembuatan pellet KBr. Sampel poliuretan hasil sintesis digerus menggunakan mortar. Campuran yang sudah homogen ditekan dan diperoleh pellet KBr. Selanjutnya dianalisis menggunakan FTIR pada daerah 400-4000 cm<sup>-1</sup> sehingga diperoleh spektrum FTIR poliuretan.

### **7. Penentuan Kristalinitas Poliuretan**

Penentuan kristalinitas poliuretan dilakukan dengan menggunakan alat XRD. Difraktogram sampel polimer yang dihasilkan mengandung daerah kristalin dan amorf yang bercampur secara acak. Difraktogram sinar-X polimer kristalin memiliki puncak

tajam, sedangkan polimer amorf memiliki puncak melebar. Rasio antara kedua intensitas menunjukkan derajat kristalinitas poliuretan.

## 8. Penentuan Kehilangan Massa dan Laju Kehilangan Massa Poliuretan

Persentase kehilangan massa dilakukan dengan menimbang polimer sebelum dan setelah dilakukan biodegradasi. Untuk menentukan laju kehilangan massa poliuretan hasil sintesis dilakukan dengan menimbang polimer sebelum dan sesudah dilakukan inkubasi dan selisih keduanya dibagi dengan waktu inkubasi.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan karakterisasi yang dilakukan terhadap poliuretan hasil sintesis berbasis minyak kedelai tanpa dan dengan oksidasi (SBO dan OSBO), asam lemak minyak kedelai tanpa dan dengan oksidasi (ALSBO dan ALOSBO), minyak jarak tanpa dan dengan oksidasi (CO dan OCO), asam lemak minyak jarak tanpa dan dengan oksidasi (ALCO dan ALOCO), minyak sawit kasar tanpa dan dengan oksidasi (CPO dan OCPO), asam lemak CPO tanpa dan dengan oksidasi (ALCPO dan ALOCPO), serta dari asam oleat sebelum dan sesudah biodegradasi diperoleh data kehilangan massa (Tabel 1) untuk 16 produk polimer hasil sintesis.

Tabel 1. Kehilangan massa poliuretan berbasis minyak kedelai, minyak jarak, dan minyak sawit

No	Poliuretan	Kehilangan massa (%)					
		5 hari	10 hari	15 hari	20 hari	25 hari	30 hari
1	PEG400-MDI	3,216	10,609	24,334	33,309	43,309	43,309
2	SBO-PEG400-MDI	1,580	3,290	4,960	6,860	7,640	7,640
3	OSBO-PEG400-MDI(2,4,6)	0,750	1,800	3,040	3,710	3,820	3,820
4	OSBO-PEG400-MDI (4,4,6)	4,518	10,725	14,911	19,002	20,538	20,538
5	OSBO-PEG400-MDI (6,4,6)	3,620	6,682	6,914	6,914	11,881	13,020
6	ALSBO-PEG400-MDI	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300
7	ALOSBO-PEG400-MDI	1,080	6,780	13,450	19,930	24,860	30,420

8	CO-PEG400-MDI	0,000	0,000	0,000	2,273	8,364	17,455
9	OCO-PEG400-MDI	0,000	1,546	1,546	1,546	4,546	4,546
10	ALCO-PEG400-MDI	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000
11	ALOCO-PEG400-MDI	1,556	7,112	9,334	13,001	13,001	13,001
12	CPO-PEG400-MDI	5,290	11,030	15,890	22,260	24,880	24,880
13	OCPO-PEG400-MDI	2,580	6,160	10,380	11,730	12,110	12,110
14	ALCPO-PEG400-MDI	2,703	10,203	21,213	28,553	38,553	43,553
15	ALOCPO-PEG400-MDI	0,000	1,480	5,480	9,960	13,920	13,920
16	Asam oleat-PEG400-MDI	8,136	8,136	12,364	14,110	17,842	17,842

Berdasarkan data kehilangan massa pada Tabel 1 ditunjukkan bahwa kehilangan massa poliuretan semakin meningkat dengan meningkatnya waktu biodegradasi. Hal ini berarti dengan bertambah lama waktu biodegradasi, maka semakin banyak bagian molekul poliuretan diserang oleh enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme dalam lumpur aktif. Kemudahan akses sistem enzim dalam mendegradasi polimer tergantung pada banyak hal diantaranya kristalinitas, ikatan silang, orientasi molekul, dan gugus fungsi yang ada dalam rantai polimer (Howard, 2002). Meningkatnya bagian molekul poliuretan yang dapat didegradasi oleh sistem enzim dapat disebabkan oleh ikatan silang dan kristalinitas yang rendah serta adanya gugus fungsi yang dapat diuraikan oleh sistem enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang ada dalam lumpur aktif.

Poliuretan hasil sintesis dari ALCPO-PEG400-MDI menunjukkan kehilangan massa paling tinggi, sedangkan poliuretan dari ALSBO-PEG400-MDI menunjukkan kehilangan massa paling rendah dalam penelitian ini. Kemudahan biodegradasi dari poliuretan berbasis ALCPO-PEG400-MDI dapat disebabkan oleh derajat pengembangan tinggi (ikatan silang yang rendah) dan kristalinitasnya lebih rendah dibandingkan dengan poliuretan dari ALOCPO-PEG400-MDI. Poliuretan dari asam lemak minyak kedelai (ALSBO-PEG400-MDI) menunjukkan kehilangan massa paling

rendah, padahal kalau ditinjau dari ikatan silangnya bukan yang tertinggi dan kristalinitasnya bukan tertinggi pula (Tabel 3). Hal ini dapat disebabkan faktor lain selain ikatan silang dan kristalinitas, yaitu faktor hambatan sterik (keberadaan gugus gugus fungsi dalam rantai polimer) yang dapat dihidrolisis oleh sistem enzim atau juga karena faktor mekanik serta bagian hidrokarbon yang ada dalam bagian lunak (*soft segment*) poliuretan. Rendahnya kehilangan massa poliuretan dari ALSBO-PEG400-MDI dapat disebabkan oleh hambatan sterik dan keberadaan rantai karbon yang merupakan bagian dari rantai asam lemak dan rantai polioksietilen glikol (polieter). Sebagaimana diungkapkan oleh (Anderson, et. al, 1998) bahwa *stress state* akan menurunkan kemudahan biodegradasi polimer, adanya oksigen dalam segmen lunak akan mempercepat biodegradasi, dan hidrokarbon dalam segmen lunak poliuretan akan menghambat biodegradasi.

Semua poliuretan hasil sintesis dapat dibiodegradasi dengan laju biodegradasi sangat bervariasi (Tabel 2). Bervariasinya laju degradasi poliuretan dalam lumpur aktif mengindikasikan waktu optimum untuk proses biodegradasi poliuretan berbasis minyak kedelai, minyak jarak, dan minyak sawit, serta asam lemaknya sangat bervariasi.

Tabel 2. Laju kehilangan massa poliuretan berbasis minyak kedelai, minyak jarak, dan minyak sawit dalam lumpur aktif

No	Poliuretan	Degradabilitas ( $\mu\text{g/hari}$ )					
		5 hari	10 hari	15 hari	20 hari	25 hari	30 hari
1	PEG400-MDI	154	123	147	84	80	67
2	SBO-PEG400-MDI	114	61	40	33	13	0
3	OSBO-PEG400-MDI(2,4,6)	105	61	45	25	13	0
4	OSBO-PEG400-MDI(4,4,6)	133	90	40	29	9	0
5	OSBO-PEG400-MDI(6,4,6)	105	44	2	0	29	6
6	ALSBO-PEG400-MDI	29	0	0	0	0	0

7	ALOSBO- PEG400-MDI	114	72	40	29	18	17
8	CO-PEG400- MDI	0	0	0	13	27	33
9	OCO- PEG400-MDI	0	17	0	0	13	0
10	ALCO- PEG400-MDI	20	0	0	20	0	0
11	ALOCO- PEG400-MDI	28	100	40	66	0	0
12	CPO- PEG400-MDI	114	61	36	33	13	0
13	OCPO- PEG400-MDI	105	61	45	21	13	0
14	ALCPO- PEG400-MDI	100	280	440	280	400	200
15	ALOCPO- PEG400-MDI	0	60	160	180	160	0
16	Asam oleat- PEG400-MDI	258	134	129	100	89	61

Laju kehilangan massa secara keseluruhan untuk 16 produk polimer seperti dirangkum oleh Tabel 2 memperlihatkan bahwa biodegradasi poliuretan dengan penggantian media tiap 5 hari memiliki laju kehilangan massa paling tinggi yaitu 440 µg/hari pada biodegradasi poliuretan hasil sintesis dari asam lemak minyak sawit kasar (ALCPO). Selanjutnya hampir semua poliuretan hasil sintesis berbasis minyak nabati dan asam lemak minyak nabati mengalami laju kehilangan massa semakin menurun seiring meningkatnya waktu biodegradasi, kecuali poliuretan hasil sintesis dari minyak jarak meningkat degradabilitasnya mulai biodegradasi hari ke 20, poliuretan dari asam lemak minyak jarak tanpa dan dengan oksidasi, serta dari asam lemak CPO tanpa dan dengan oksidasi degradabilitasnya fluktuatif dengan meningkatnya waktu biodegradasi.

Penurunan laju kehilangan massa (biodegradabilitas) seiring meningkatnya waktu biodegradasi dapat disebabkan oleh bagian molekul polimer yang dapat diserang oleh enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme semakin sedikit karena bagian permukaan molekul polimer telah jenuh tertutupi oleh produk biodegradasi. Selain itu, juga dapat disebabkan oleh gugus fungsi yang dapat diserang atau dihidrolisis oleh enzim yang berasal dari mikroorganisme semakin sedikit.

Kebanyakan poliuretan hasil sintesis menunjukkan laju biodegradasi optimum pada hari ke-5 inkubasi. Hal tersebut dapat disebabkan oleh karena pada awal biodegradasi masih banyak terkandung gugus fungsi dalam polimer yang dapat berperan sebagai substrat dan menjadi sumber nutrisi bagi mikroorganisme. Laju kehilangan massa poliuretan hasil sintesis dari minyak jarak, PEG400, dan MDI semakin meningkat seiring bertambahnya waktu biodegradasi, hal ini berarti semakin lama inkubasi maka aktivitas mikroorganisme semakin tinggi. Namun demikian kehilangan massa dan laju kehilangan massa poliuretan dari minyak jarak mulai terlihat pada biodegradasi hari ke-20, hal ini mengindikasikan bahwa mikroorganisme membutuhkan waktu lama dan nutrisi yang cukup untuk memproduksi enzim yang digunakan untuk menyerang gugus-gugus fungsi pada poliuretan. Masing-masing poliuretan hasil sintesis dengan laju kehilangan massa yang fluktuatif seiring meningkatnya waktu biodegradasi, menunjukkan waktu biodegradasi optimum untuk masing-masing poliuretan sangat bervariasi.

Poliuretan dari PEG400 dan MDI menunjukkan laju kehilangan massa cukup tinggi (ke-4) setelah poliuretan dari ALCPO, asam oleat, dan ALOCPO. Kemudahan dibiodegradasi yang cukup tinggi untuk poliuretan dari PEG400-MDI dapat disebabkan oleh adanya gugus oksietilena yang merupakan bagian dari molekul PEG lebih mudah dihidrolisis oleh sistem enzim. Adanya oksigen dalam bagian PEG yang merupakan segmen lunak poliuretan polieter akan mempercepat proses hidrolisis enzim terhadap rantai polimer (Anderson, 1998)

Semua poliuretan hasil sintesis memiliki nilai derajat pengembangan positif, dengan demikian semua poliuretan hasil sintesis (Tabel 3) memiliki ikatan silang. Tingginya ikatan silang yang ada dalam molekul poliuretan hasil sintesis dari minyak jarak teroksidasi dapat menyulitkan mikroorganisme untuk mengakses molekul poliuretan sehingga poliuretan akan sulit dibiodegradasi. Sebagaimana diungkapkan oleh Howard (2002) bahwa biodegradasi poliuretan tergantung pada beberapa sifat polimer antara lain ikatan silang.

Poliuretan hasil sintesis dari asam lemak CPO hasil oksidasi menunjukkan derajat pengembangan tertinggi (ikatan silang terendah). Meskipun poliuretan dari

ALOCPO memiliki ikatan silang terendah pada penelitian ini, namun poliuretan tersebut kemudahan biodegradasinya lebih rendah dibandingkan dengan poliuretan dari asam lemak CPO, hal ini dapat disebabkan oleh kristalinitas atau tingkat keteraturan struktur molekul poliuretan dari ALOCPO paling tinggi sehingga dengan keteraturan molekul yang sangat tinggi akan menyulitkan mikroorganisme untuk membiodegradasi poliuretan dari ALOCPO. Dengan demikian, keberadaan struktur ikatan silang dan tingkat keteraturan (kristalinitas) molekul polimer akan mempengaruhi kemudahan biodegradasi polimer.

Tabel 3. Derajat pengembangan dan kristalinitas poliuretan hasil sintesis berbasis minyak nabati

No	Poliuretan	Derajat pengembangan (%)	Kristalinitas (%)	
			Sebelum biodegradasi	Sesudah biodegradasi
1	PEG400-MDI	21,111	33,799	31,506
2	SBO-PEG400-MDI	2,083	33,730	27,680
3	OSBO-PEG400-MDI(2,4,6)	0,794	35,130	28,090
4	OSBO-PEG400-MDI(4,4,6)	1,600	27,270	20,830
5	OSBO-PEG400-MDI(6,4,6)	1,200	30,160	22,220
6	ALSBO-PEG400-MDI	12,500	40,693	29,306
7	ALOSBO-PEG400-MDI	22,220	33,046	14,481
8	CO-PEG400-MDI	0,273	32,000	36,000
9	OCO-PEG400-MDI	0,091	35,000	26,316
10	ALCO-PEG400-MDI	3,330	34,259	30,000
11	ALOCO-PEG400-MDI	55,560	31,746	19,354
12	CPO-PEG400-	11,340	25,560	18,970

	MDI			
13	OCPO- PEG400-MDI	10,420	26,170	20,840
14	ALCPO- PEG400-MDI	44,175	48,794	48,626
15	ALOCPO- PEG400-MDI	69,701	52,825	48,957
16	Asam oleat- PEG400-MDI	3,333	40,718	28,571

Berdasarkan data kristalinitas (Tabel 3) menunjukkan bahwa hampir semua poliuretan hasil sintesis mengalami penurunan kristalinitas akibat biodegradasi, kecuali poliuretan hasil sintesis dari minyak jarak mengalami peningkatan kristalinitas sesudah biodegradasi. Peningkatan kristalinitas selama biodegradasi mengindikasikan terjadinya penyerangan pada daerah amorf yang tidak teratur sehingga terjadi penurunan intensitas daerah amorf.

Penurunan kristalinitas selama proses biodegradasi mengindikasikan terjadi penyerangan pada daerah kristalin poliuretan oleh mikroorganisme. Hal ini dapat disebabkan keberadaan gugus uretan dan gugus isosianat yang dihidrolisis oleh enzim berada pada daerah kristalin (Eli Rohaeti dkk, 2003). Selanjutnya berdasarkan perhitungan intensitas daerah kristalin dan amorf setelah poliuretan dibiodegradasi menunjukkan bahwa pada kedua daerah tersebut terjadinya penurunan intensitas, dengan demikian dapat diungkapkan bahwa pada daerah kristalin dan amorf terdapat gugus fungsi yang dapat dijadikan sumber nutrisi bagi mikroba, sehingga menyebabkan poliuretan mengalami penurunan intensitas pada kedua daerah tersebut akibat biodegradasi. Keadaan ini dapat menjadi petunjuk bahwa beberapa gugus fungsi, seperti  $-NCO$ ,  $-NHCOO$ , dan  $C=N$  dalam trimer karboimida (hasil analisis FTIR) berada pada daerah kristalin dan amorf. Dengan demikian mikroorganisme akan menyerang polimer poliuretan yang mengandung gugus uretan, isosianat, dan gugus lainnya, walaupun gugus-gugus tersebut menempati bagian kristalin akibatnya kristalinitas poliuretan menurun.

Berdasarkan perhitungan kehilangan intensitas baik daerah kristalin maupun daerah amorf menunjukkan bahwa setelah proses biodegradasi mengalami penurunan

intensitas yang signifikan. Bagian kristalin mengalami penurunan intensitas lebih tinggi daripada bagian amorf. Hal ini menjadi bukti bahwa bagian kristalin dan amorf diserang oleh mikroorganisme dan penyerangan mikroorganisme lebih banyak terhadap bagian kristalin. Hal ini dapat disebabkan pada bagian kristalin lebih banyak terdapat gugus yang mudah diserang oleh mikroorganisme.

Keberhasilan biodegradasi poliuretan ditandai dengan berkurang dan bertambahnya intensitas serta menghilangnya beberapa puncak serapan gugus fungsi pada spektrum FTIR. Berdasarkan spektrum FTIR terjadi penghilangan puncak serapan pada daerah  $1742,95\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan ciri khas suatu poliuretan dalam hal ini gugus uretan ( $-\text{NHCOO}$ ). Selanjutnya terjadi penghilangan serapan pada daerah  $1232,90\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan ciri khas gugus fungsi  $\text{C}=\text{N}$  dalam trimer karboimida, kemudian terjadi penghilangan puncak serapan juga pada daerah  $1310,38\text{ cm}^{-1}$  dan  $1310,70\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan ciri khas gugus fungsi amida sekunder. Gugus  $-\text{NH}$  di daerah  $3000\text{ cm}^{-1}$  -  $3500\text{ cm}^{-1}$  dan  $-\text{C}-\text{O}$  uretan di daerah  $1020,37\text{ cm}^{-1}$  mengalami penurunan intensitas. Gugus  $-\text{N}=\text{C}=\text{N}-$  karboimida di daerah  $2130,14\text{ cm}^{-1}$  dan  $-\text{N}=\text{C}=\text{O}$  di daerah  $2234,63\text{ cm}^{-1}$  juga mengalami penurunan intensitas, namun terjadi  $\text{CO}_2$  di daerah  $2359,95\text{ cm}^{-1}$  setelah biodegradasi. Gugus  $-\text{N}=\text{C}=\text{N}-$  dapat bereaksi dengan air dari udara maupun media melalui reaksi hidrolisis menjadi molekul urea. Adanya gugus urea menambah kerapatan di permukaan poliuretan sehingga gelembung  $\text{CO}_2$  semakin tertahan dalam poliuretan dan hanya sedikit yang lepas ke udara. Selain itu penguraian gugus uretan dalam poliuretan menyebabkan penambahan  $\text{CO}_2$  dalam poliuretan. Kenyataan ini menyebabkan serapan  $\text{CO}_2$  dari poliuretan bertambah. Hilangnya gugus uretan,  $\text{C}=\text{N}$  dalam trimer karboimida dan amida sekunder menjadi petunjuk bahwa gugus fungsi tersebut dihidrolisis. Pada daerah  $2358,48\text{ cm}^{-1}$  muncul serapan dengan intensitas yang lebih lemah daripada sebelum dibiodegradasi. Hal ini berarti hilangnya sebagian gugus isosianat ( $-\text{NCO}$ ) sesudah dibiodegradasi. Begitu juga dengan serapan pada  $1639,69\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan masih adanya gugus fungsi  $\text{C}=\text{C}$  aromatis setelah dibiodegradasi. Bertambahnya intensitas serapan gugus fungsi  $\text{C}=\text{O}$  ester/ uretan dan  $\text{C}=\text{C}$  aromatis sesudah biodegradasi mengindikasikan bahwa telah terjadi pemutusan rantai utama pada poliuretan. Hal ini didukung pula melebar dan bertambahnya intensitas serapan ulur  $\text{N}-\text{H}$

sekunder pada daerah  $3461,60 \text{ cm}^{-1}$  setelah dibiodegradasi. Hal tersebut mengindikasikan terjadinya pemutusan gugus uretan menjadi gugus amina.

Poliuretan hasil sintesis dari ALCPO-PEG400-MDI menunjukkan kemudahan biodegradasi paling tinggi. Hal ini dapat disebabkan dalam lumpur aktif terutama terdapat mikroorganisme yang menghasilkan enzim esterase. Dengan penambahan asam lemak dalam sintesis poliuretan dapat menyebabkan penambahan ikatan ester bukan hanya berasal dari reaksi antara gugus  $\text{-OH}$  dari PEG400 dengan gugus  $\text{-NCO}$  dari MDI tetapi juga dari hasil reaksi antara gugus  $\text{-COOH}$  dari asam lemak dengan gugus  $\text{-NCO}$  dari MDI sehingga gugus ester yang dapat dihidrolisis oleh enzim esterase semakin banyak, sedangkan poliuretan dari PEG400-MDI hanya mengandung gugus ester atau uretan berasal dari reaksi antara gugus  $\text{-OH}$  dari molekul PEG dengan gugus  $\text{-NCO}$  dari MDI. Molekul poliuretan yang di dalamnya terdapat bagian molekul ester dapat dibiodegradasi yang disebabkan oleh aktivitas enzim esterase untuk menghidrolisis ikatan ester dalam rantai poliuretan (Howard, 2002).

#### **D. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut: Semua poliuretan hasil sintesis masih dapat dibiodegradasi dengan kehilangan massa dan degradabilitas (kemudahan biodegradasi) dalam lumpur aktif yang bervariasi. Dengan demikian penggunaan minyak nabati dan minyak nabati hasil oksidasi mempengaruhi kemudahan biodegradasi poliuretan hasil sintesis. Penambahan asam oleat dalam sintesis poliuretan dari PEG400 dan MDI dapat meningkatkan laju kehilangan massa poliuretan. Penambahan asam lemak minyak sawit kasar menghasilkan poliuretan dengan kehilangan massa dan degradabilitas tertinggi dalam penelitian ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Anderson, J. M.; A. Hiltner; M. J. Wiggins; M. A. Schubert; T. O. Colliert; W. J. Kao, A. B. Mathur (1998), Recent advances in biomedical polyurethane biostability and biodegradation, *Polymer International*, **46**, **3**, 163 - 171.

- Eli Rohaeti, N.M.Surdia, C.L.Radiman, E.Ratnaningsih (2002), Biodegradasi poliuretan hasil sintesis dari amilosa - PEG400 - MDI menggunakan lumpur aktif, *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, Bandung, 311-317.
- Eli Rohaeti, N.M.Surdia, C.L.Radiman, E.Ratnaningsih (2002), Sintesis poliuretan dari amilosa - PEG400 - MDI dan biodegradasinya menggunakan *Pseudomonas aeruginosa*, *Prosiding Seminar Kimia Bersama UKM-ITB kelima*, Melaka Malaysia, 329-336.
- Eli Rohaeti, N.M.Surdia, C.L.Radiman, E.Ratnaningsih (2003), Pengaruh variasi komposisi amilosa terhadap kemudahan biodegradasi poliuretan, *Jurnal Matematika & Sains*, **Volume 8 No.4**, 157-161.
- Eli Rohaeti, N.M.Surdia, C.L.Radiman, E.Ratnaningsih (2004), Pengaruh dua macam perlakuan mikroorganisme terhadap kemudahan degradasi poliuretan hasil sintesis dari monomer Polietilen Glikol berat molekul 400 dengan Metilen-4,4'-difenildiisocyanat, *Proc.ITB Sains & Tek.*, **Volume 36A No.1**, 1-
- Hatakeyama, H., S. Hirose, T. Hatakeyama, K. Nakamura, K. Kobashigawa, N. Morohoshi (1995), Biodegradable Polyurethanes from Plant Component, *J. Pure Applied Chemistry*, **A32(4)**, 743 – 750.
- Hatakeyama, H. (1998), *Biodegradable Polyurethanes from Natural Resources*, Fukui Institute, Japan.
- Hepburn, C. (1982). *Polyurethane Elastomers*. London and New York : Applied Science Publisher.
- Howard, G. T. (2002), Biodegradation of Polyurethane : A Review, *International Biodeterioration & Biodegradation*, **49, 4**, 245 – 252.
- Nicholson, J. W. (1997), Polymers and the Environment, dalam *The Chemistry of Polymers*, 2<sup>nd</sup> ed., The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 173.
- Owen, S., M. Masaoka, R. Kawamura, and N. Sakota (1995), Biodegradation of Poly-D,L-Lactic Acid Polyurethanes, dalam *Degradable Polymers, Recycling, and Plastics Waste Management*, editor : Ann-Christine Albertsson and Samuel J. Huang, Marcel Dekker Inc., New York, 81-85.
- Schnabel, W. (1981), Biodegradation, dalam *Polymer Degradation, Principles and Practical Applications*, Macmillan Publishing Co, Inc., New York, 154 – 176.

# REKAYASA ALAT PENGUKUR KUALITAS TENDANGAN DAN PUKULAN MULTI ARAH PEMAIN SENI BELADIRI BERBASIS KOMPUTER

Sukardi, Awan Hariono, Subiyono, Totok Heru Tri Maryadi  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

## A. PENDAHULUAN

Pada setiap penampilan ketrampilan olahraga, khususnya pada cabang beladiri diperlukan kualitas kemampuan komponen biomotor yang baik, yang antara lain kecepatan, kekuatan, tenaga, ketahanan, fleksibilitas, dan koordinasi. (Iskandar dan Kosasih, 1999: 3)

Pengukuran komponen biomotor yang digunakan selama ini dalam cabang beladiri tidak tepat bila diterapkan pada cabang olahraga beladiri..Instrumen yang digunakan selama ini diantaranya *Margaria Kalamen Test, Standing Broad Jump Test dan Vertikal Jump Test*. Ketiga instrumen tersebut dilakukan dengan cara melakukan lompatan dan diukur, baik dengan cara melihat rentang waktu maupun rentang jarak yang diperoleh, sehingga akibatnya pengukuran kemampuan tenaga untuk cabang beladiri masih belum relevan dengan kondisi yang sebenarnya.

Pada cabang olahraga seni beladiri, kemampuan tenaga dilihat berdasarkan hasil dari melakukan teknik pukulan dan tendangan, sehingga instrumen test tenaga yang diperlukan adalah dalam bentuk melakukan gerakan teknik pukulan dan tendangan, atau menyerupai gerakan tersebut. Terkait dengan itu maka diperlukan instrumen kecepatan, kekuatan, dan tenaga yang didesain secara khusus yang dapat melayani macam tendangan dan pukulan multi arah.

Intrument test tersebut sangat didambakan oleh komunitas beladiri, yakni KONI Pusat maupun daerah, Fakultas Ilmu Keolahragaan dan pusat–pusat pelatihan beladiri di seluruh Indonesia, karena instrumen tersebut belum ada di Indonesia ,dengan demikian dengan adanya intrumen tersebut diharapkan proses pembibitan atlit beladiri lebih mantap dan standard penilaian lebih jelas dan lebih terukur secara tepat akurat sesuai tingkat kebutuhan dari tiap komponen biomoto

Sebagai bentuk rekayasa, alat tersebut dapat didaftarkan HAKI nya sehingga menambah kekayaan produk Indonesia. Dampak lain akan memberi peluang pihak industri dalam negeri untuk berinovasi mendesain instrument pengukur komponen biomotor yang lain, dan menjalin kerjasama dengan perguruan tinggi dalam mengembangkan industri olahraga.

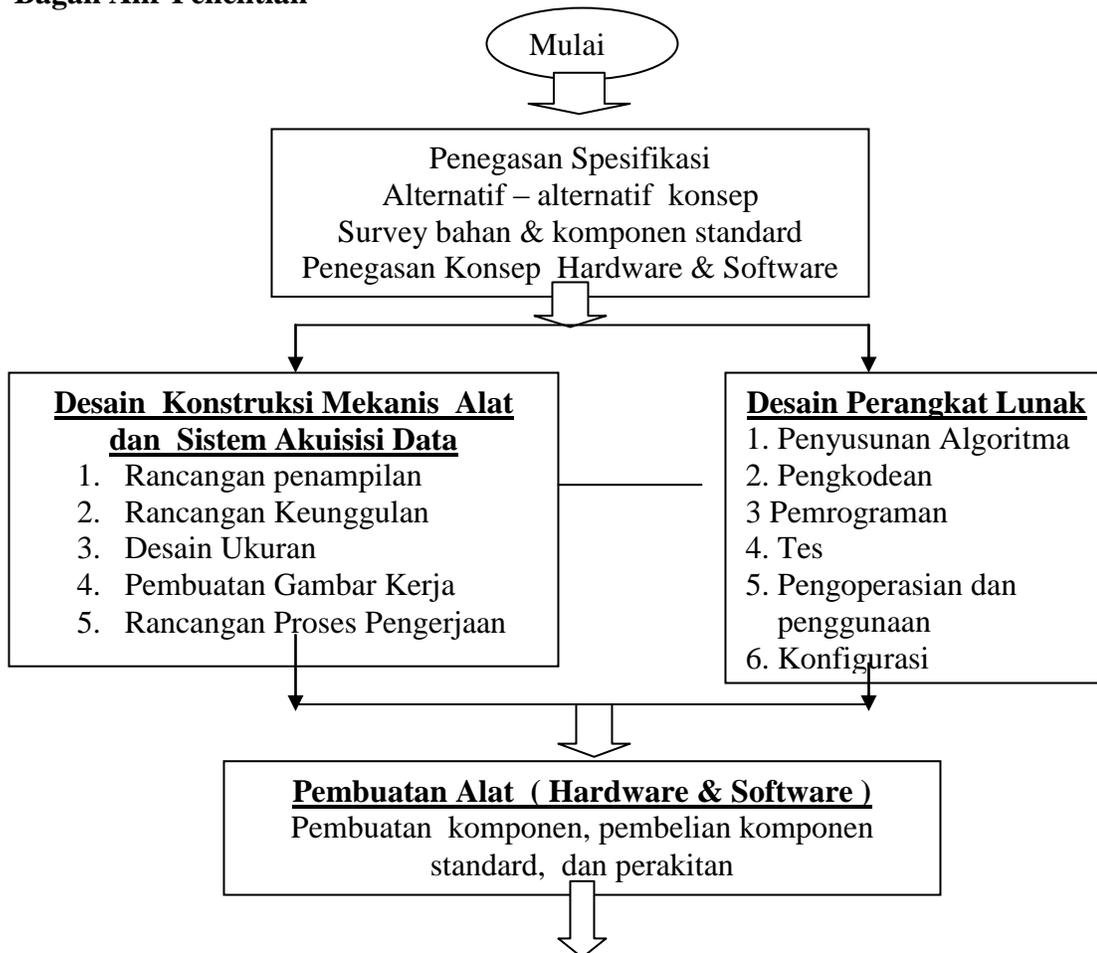
## 2. Tujuan Khusus

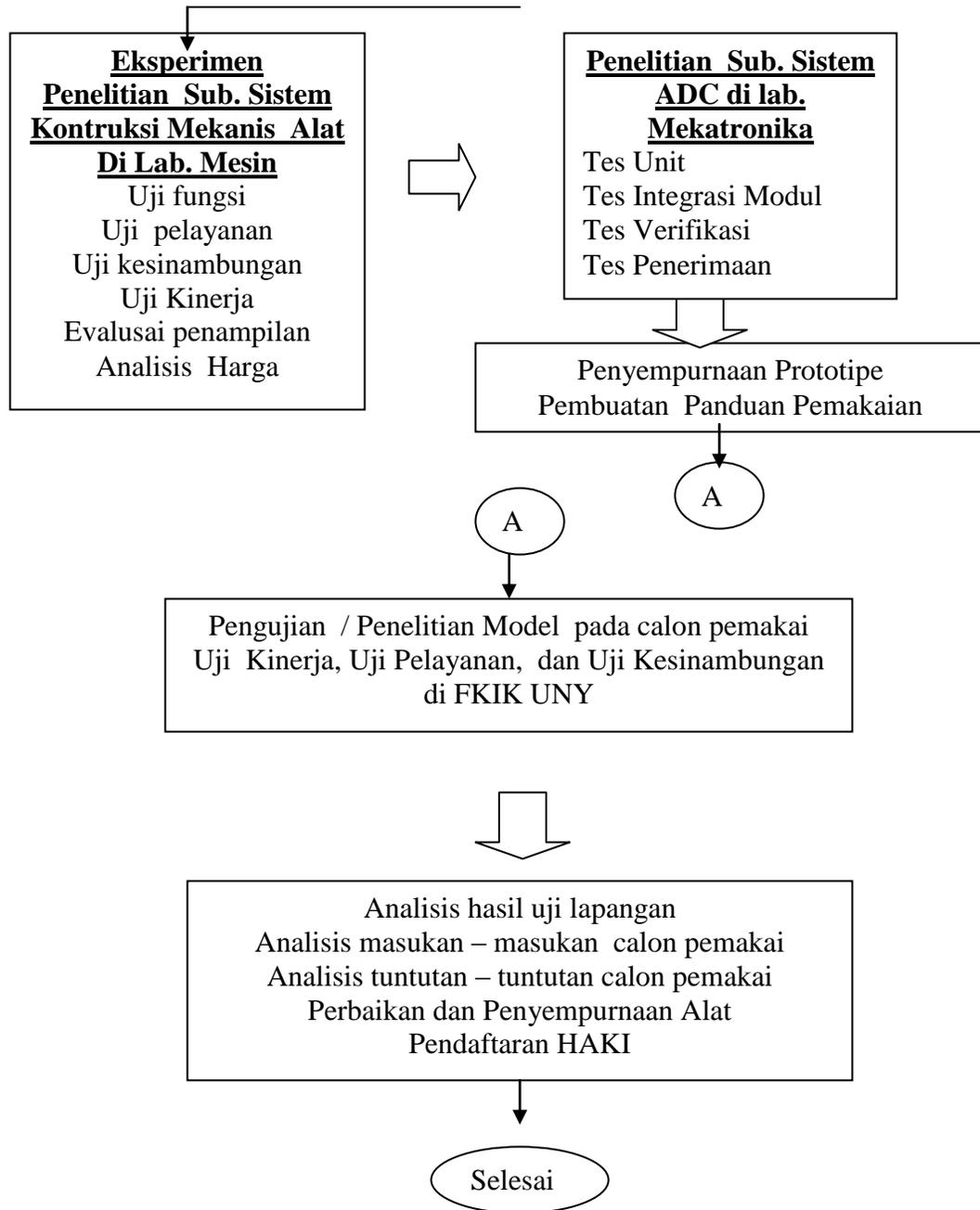
Secara umum penelitian ini bertujuan: pertama, mewujudkan/ menyediakan alat pengukur kualitas tendangan dan pukulan yang meliputi kecepatan kekuatan tenaga tendangan dan pukulan multiarah pemain seni beladiri berbasis komputer, kedua memperoleh HAKI. Proses pencapaian tujuan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Merekayasa alat yang dapat mengukur kecepatan, kekuatan dan tenaga pukulan serta tendangan
2. Merekayasa sistem akuisisi data yang terdiri dari rangkaian sensor tekanan, potensiometer, ADC , *Mikrokontroller* yang dirangkaikan dengan komputer dan *printer*.
3. Merancang Perangkat Lunak (program) yang dapat untuk merekam, menampilkan, dan mencetak data kualitas kecepatan pukulan dan tendangan.
4. Merancang Perangkat Lunak (program) yang dapat untuk merekam, menampilkan, dan mencetak data kualitas kekuatan pukulan dan tendangan.
5. Merancang Perangkat Lunak (program) yang dapat untuk merekam, menampilkan, dan mencetak data kualitas tenaga pukulan dan tendangan.
6. Merancang Perangkat Lunak ( program ) yang dapat untuk merekam, menampilkan, dan mencetak data frekwensi kualitas kecepata , kekuatan, dan tenaga pukulan serta tendangan dalam bentuk tabel ataupun grafik untuk durasi watu tertentu.
7. Melakukan uji laboratorium teknik terhadap prototipe alat tersebut dari sisi fungsi, pelayanan, kesinambungan, kinerja dan penampilan.
8. Mengevaluasi prototipe alat tersebut.
9. Menyempurnakan prototipe alat tersebut.

10. Mensosialisasikan alat tersebut ke KONI dan pusat – pusat pelatihan olahraga beladiri.
11. Melakukan uji pasar/uji pemakai/uji lapangan.
12. Menyempurnakan prototipe berbasis masukan–masukan dan tuntutan calon – calon pemakai alat.
13. Ikut mengembangkan industri olahraga di Indonesia.
14. Memperoleh HAKI atas alat yang direkayasa.

### 3. Bagan Alir Penelitian

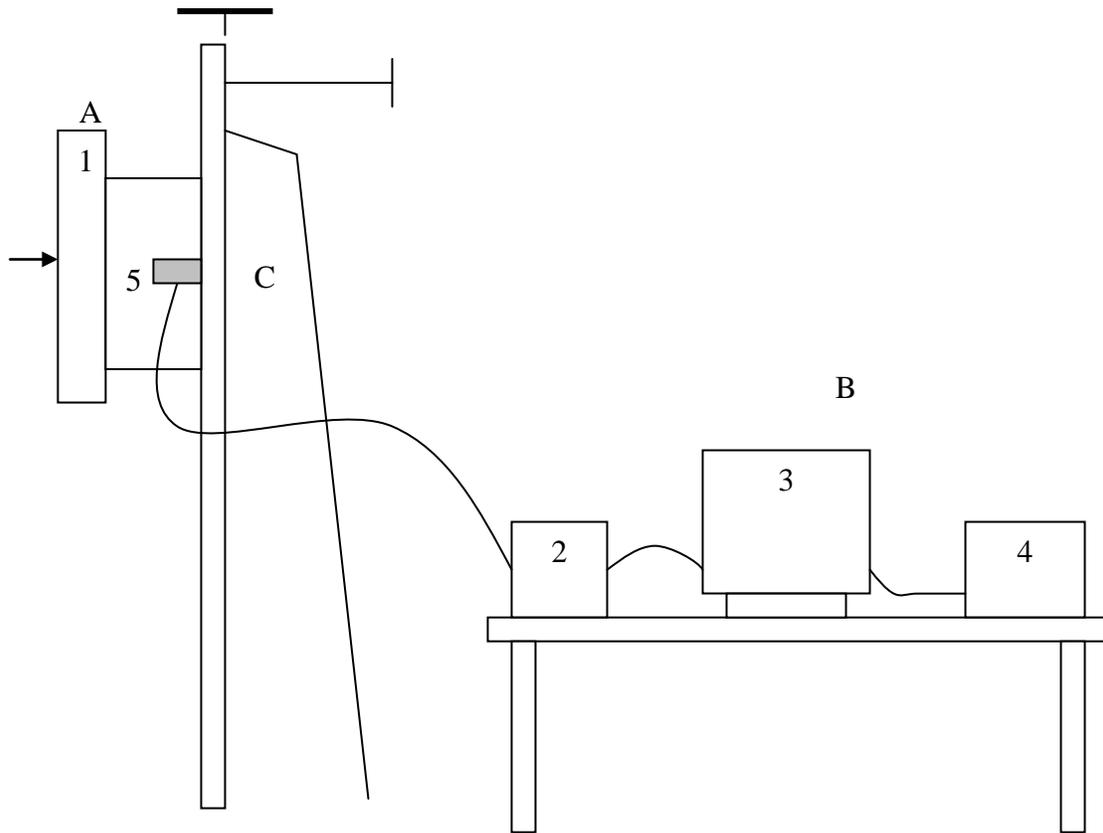




Gambar 1. Bagan alir penelitian

## **B. METODE PENELITIAN**

1. Subyek: Sistem Prototipe Alat Pengukur Kualitas Tendangan dan Pukulan Multi Arah Berbasis Komputer
2. Obyek :
  - a. Pegas, Konstruksi dan Mekanis
  - b. Potensiometer dan Ultrasonic dan Mikrokontroller
  - c. Perangkat Lunak (Program Perekamam, Penampilan, dan Pencetakan Data ).
3. Variabel Penelitian :
  - a. Fungsi : Sistem mekani, knnstruksi, potensiometer dan ultrasonic
  - b. Kinerja :
    - (1). Pegas ( parameter: D, d, L, dan jumlah lilitan, jumlah pegas )
    - (2) Potensiometer
    - (3) Uktrasonic
    - (3) Program
      - (a). Perekaman data ( kecepatan, kekuatan, dan tenaga)
      - (b). Penampilan data ( kecepatan, kekuatan, dan tenaga)
      - (c) Pencetakan data ( kecepatan, kekuatan, dan tenag )
  - c. Kesenambungan (Kemudahan dirangkai)
  - d. Pelayanan (Kemudahan disiapkan, dioperasikan, dipelihara)
4. Sistem Alat



Gambar 2 . Sistem Alat

1. Sasaran Pukul
2. Sub. Sistem Mikrokontroller
3. Layar Kom puter
4. Printer
5. Potensiometer
6. Pengatur ketinggian sasaran pukul
  - A. Sub. Sistem Mekanis
  - B. Sub. Sistem berbasis Mikrokontroller
  - C. Sub. Sistem Bodi dan Kerangka konstruksi

5. Kerangka Konsep Alat yang Direkayasa , Diteliti dan Diproduksi

## 1. Data Teknik (Spesifikasi)

- a. Pukulan maksimal yang diizinkan 300 Kg (3 x berat badan norma orang Indonesia atlet).
- b. Potensiometer dengan Resistansi 100 Kilo Ohm berbahan kawat nikelin
- c. Tipe pegas: Pegas Tekan bentuk Spiral  $D = 21$ ,  $d = 2.5$ ,  $l = 82$ , bahan baja carbon jumlah lilitan 12 buah, jumlah pegas 5 buah.

## 2. Tuntutan –Tuntutan Teknik dan Keunggulan

- a. Dapat merekam data kecepatan, kekuatan, dan tenaga maupun secara bersama – sam
- b. Alat ini dapat pasang permanen dan dapat pula dipasang dipindah–pindah dengan ketinggian.
- c. Ketinggian dapat diatur.
- d. Pemeliharaan dan perawatan mudah karena menggunakan suku cadang standard seperti potensiometer dan pegas mudah didapat dipasaran.
- e. Alat dapat dibongkar pasang.
- f. Harga alat Rp. 6.00.000,- (belum termasuk komputer).

## 6. Peralatan

Alat ukur kualitas tendangan dan pukulan, komputer, *printer*, catudaya, jangka sorong, alat ukur untuk mengukur konstante pegas Merk Banzai, alat ukur kalibrasi kecepatan *Dartfirh Prosuite*, kabel rol, timbangan dan meja.

## 7. Teknik Pengumpulan Data

Uji fungsi pegas, kesinambungan, uji pelayanan, uji program, kalibrasi, uji kinerja sistem, uji pasar.

## 8.. Teknik Analisis data (teknik, ekonomi, sosial)

### 1. Analsis data kekuatan, kecepatan dan tenaga

- (a).  $P = n \cdot k \cdot x$  (pegas dipasang paralel)
- (b)  $N = ( \frac{1}{2} n \cdot k \cdot x^2 ) / ( 1000 \cdot t \cdot 75 ) \text{ Hp}$
- (c)  $V = x / t$

### 2.. Analisis hasil perekaman, penampilan, dan pencetakan data

### 3.. Analsis uji fungsi

4. Analisis deskriptif kemudahan pelayanan pemakaian
5. Analisis deskriptif uji kesinambungan
6. Analisis Spesifikasi Alat

9. Asumsi dan keterbatasan

1. Asumsi
2. Keterbatasan

- 
- a. Alat ini hanya dapat melayani tendangan dan pukulan dari muka, samping, dan belakang
  - b. Pemakai alat ini adalah atlet

10. Keterangan

- 
1. Sasaran yang dipukul harus tepat pada lingkaran outih, dengan dasar pemikiran bahwa serangan harus tepat sasaran
  2. Kecepatan yang diukur adalah kecepatan pada saat pukulan/tendangan mulai mengenai (menyentuh) sasaran.

**C. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil**

1. Pengujian pegas

Pengujian pegas ini menggunakan alat uji konstante pegas Merk Banzai

Tabel 1. Uji Jenis Pegas

Jenis	D Teras Pegas ( mm )	D kawat ( mm )	Pitch ( mm )	Bahan	K pegas ( Kgf/mm)
1	26	2	7.5	Baja Karbon	0.45
2	16.5	2	5	Baja Putih	1.15
3	23	2	6	Baja Spiral	1.2
4	30	2.3	7.5	Baja Spiral	0.454
5	23	3	7.5	Baja Karbon	1.22
6	20	2.5	4.5	Baja Karbon	1.1
7	30	3	6	Stainless Steel	0.44

Kriteria Pegas :

- a. Mampu melayani kekuatan pukul maksima 300 Kg.

- b. Pegas tidak terlalu panjang, sehingga sistem mekanis tidak melentur.
- c. Pegas tidak terlalu kaku sehingga perpendekan pegas akibat kekuatan pukul memberikan range perpindahan yang besar (mudah dibac).
- d. Diameter pegas tidak terlalu besar, karena diameter yang terlalu besar mengakibatkan baut penunjang harus memiliki diameter besar, sehingga bobot sistem mekanis besar karena memerlukan kerangka siku yang besar.
- e. Panjang pegas maksimal 82 mm, sehingga memiliki skala pembacaan yang cukup besar.. tetapi kalau pegas terlalu panjang, sistem mekanis dapat melentur kebawah karena beratnya sendiri.
- f. Ketersediaan dan kemudahan mendapatkan pegas dilapangan.

Berpijak pada kriteria diatas maka pilihan pegas yang tepat adalah pegas dengan nomor urut 6.

## 2. Uji fungsi

Uji fungsi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah elemen, mekanis, konstruksi, program telah berfungsi sesuai tuntutan .

- a. Uji fungsi terhadap pegas untuk mengetahui apakah pegas mampu menjalankan fungsinya yakni memendek dan kembali seperti semula tanpa hambatan. Hasil uji fungsi; pegas menjalankan fungsinya dengan baik.
- b. Uji fungsi terhadap mekanis potensiometer untuk mengetahui apakah gerakan pemendekkan pegas diikuti dengan benar dan lancar oleh gerakan batang potensiometer dalam mekanis sengkang. Hasil uji fungsi , sistem rangkain mekanis dapat menjalankan fungsinya dengan baik dan lancar.
- c. Uji fungsi terhadap konstruksi bodi untuk mengetahui apakah konstruksi bodi kokoh menahan gaya puku/tendang. Hasil uji fungsi menunjukkan bahwa bodi mampu menahan beban pukul/tendangan tanpa bergeser sedikitpun.

- d. Uji fungsi terhadap sistem mikrokontroler bertujuan untuk mengetahui apakah program mikrokontroler telah menampilkan data kekuatan, kecepatan dan power. Hasil uji fungsi menunjukkan bahwa mikrokontroler dapat menampilkan data kecepatan, kekuatan, dan power. Data yang ditampilkan dapat dibaca dengan jelas dengan jarak maksimal 1 meter.
- e. Uji fungsi terhadap program bertujuan untuk mengetahui apakah program telah dapat digunakan untuk merekam, menyimpan, dan menampilkan data.

Hasil uji fungsi menunjukkan program dapat merekam, menyimpan dan menampilkan data.

### 3. Uji kesinambungan

Uji kesinambungan dilakukan untuk mengetahui apakah kerja sistem yang terdiri dari sub sistem konstruksi, elemen, mekanis, mikrokontroler, potensiometer, ultrasonic, mikrokontroler dan program komputer telah berjalan sesuai tuntutan. Hasil uji kesinambungan baik, dengan demikian dapat dilakukan uji pelayanan.

### 4. Uji pelayanan

Uji pelayanan dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah penyiapan, pengoperasian, pengambilan data, dan pengemasan dapat berjalan dengan lancar dalam arti tanpa kesulitan dalam waktu yang relatif singkat. Hasil uji pelayanan :

- a. Penyiapan alat memerlukan waktu 2 menit karena semua susah dalam kondisi terpasang, sehingga sewaktu-waktu hanya tinggal menghubungkan sistem alat dengan sumber energi listrik.
- b. Waktu yang digunakan untuk proses pengambilan data tergantung banyaknya data yang akan diambil.
- c. Waktu yang diperlukan untuk pengemasan 1 menit apabila letak sumber listrik relatif dekat dengan alat.

## 5. Uji program

Sasaran uji program pada mikrokontroller dan program pada komputer meliputi kemampuan mikrokomtroller menampilkan data kecepatan, kekuatan dan data power dalam kurun waktu singkat untuk dapat dibaca dengan cepat. Dan yang berikutnya adalah kemampuan program pada komputer untuk merekam, menyimpan dan menampilkan data baik di layar maipun dalam bentuk cetak. Program pada mikrokontroller telah dapat menunjukkan data kekuatan, kecepatan dan *power* muncul setelah pukulan / tendangan dilakukan. Data ini kecuali muncul dalam watu yang rrelatif singkat juga masuk dalam program rekam di komputer.

## 6. Uji Efisiensi

Uji Efisiensi dilakukan pakai timbangan digital, denganh prosedur :

- a. Timbangan ditekankan pada sasaran pukul sampai mencapai batas gaya tekan tertentu.
- b. Hentikan dan ukur pemendekan pegas.
- c. Hitung pemendekkan pegas. berdasarkan teori

Tabel 2. Efisiensi Alat

No.	Gaya tekan (kgf)	X terukur ( mm )	x hasil hitung ( mm)
1	10	1.7	1.8
3	20	3.3	3.6
5	30	49	5.4
7	40	65	7.2

Efisiensi sistem rata – rata :  $( 94 + 91 + 90 + 90 ) / (4) = 91 \%$

## 7. Kalibrasi

- a. Kalibrasi kecepatan.

Kalibrasi ini mengguanakan alat *Dartfirh Prosuite*, dengan prosedur :

- (1). Siapkan sistem alat ukur power yang telah dibuat .
- (2) Lakukan tendangan sebanyak 5 kali , dan proses ini dibidik dengan kamera

- (3) Masukkan hasil bidikan kamera ke komputer .
- (4) Lakukan analisis dengan Dartfirh prosuite.

Tabel 3 Kalibrasi kecepatan

No.	Kekuatan (Kgf)	Kecepatan pada sisten alat (m/detik )	Hasil analisis pada alat ukur kecepatan Dartfirh prosuite. (m/detik )
1	205	0.14	0.138
2	190	0.13	0.130
3	205	0.11	0.110
4	230	0.16	0.165
5	135	0.19	0.185

Dari 5 percobaan , penyimpangan berkisar  $\pm 0.05$  .

#### b. Kalibrasi Kekuatan

Tabel 4. Kalibrasi kekuatan

No.	Kekuatan Dilihat dengan sistem mikrokontroller	Kekuatan dihitung dengan analisis hitungan berbasis pemendekkan pegas
1	90	91
2	140	142.5
3	120	122.5
4	65	66.5
5	135	137

Dari hasil percobaan, peyimpangannya + 2.5

#### 8. Uji kinerja sistem

Tabel 5. Data Kekuatan, Kecepatan, dan Tenaga

No.	Potesiometer			Ultrasonic	Hitung
	Kecepatan ( m/detik)	Kekuatan (Kgf)	Daya (Hp)	Daya ( Hp )	Daya ( Hp )
1	0.06	90	0.04	0.080*	0.036
2	0.05	135	0.09*	0.080*	0.045
3	0.09	135	0.09	0.080	0.081
4	0.09	135	0.09	0.080	0.081
5	0.11	205	0.21?*	0.310*	0.15 0
6	0.11	160	0.19	0.310*	0.117

7*	0.29	135	0.09*	0.086*	0.261
8	0.12	180	0.16	0.140	0.140
9	0.07	140	0.10	0.106	0.065
10	0.11	160	0.13	0.310*	0.117
11	0.09	140	0.10	0.310*	0.084
12	0.11	160	0.18	0.140	0.117
13	0.14	205	0.21	0.310*	0.190
14	0.13	190	0,18?	0.310*	0.164
15	0.09	135	0.09	0.090	0.081
16	0.11	160	0.13	0.140	0.117
17	0.14	205	0.21	0.040*	0.190
18	0.14	205	0.21	0.020	0.190
19	0.14	205	0.21	0.310*	0.190
20	0.11	160	0.13	0.110	0.117
21	0.08	135	0.08	0.110	0.171?
22	0.12	180	0.16	0.310*	0.140
23	0.12	180	0.16	0.310*	0.140
24	0.14	205	0.21	0.310*	0.190
25	0.16	230	0.26	0.310	0.245
26	0.15	200	0.26	0.210	0.200
27	0.15	200	0.26	0.310*	0.200
28	0.15	200	0.26	0.320*	0.200
29	0.03	40	0.01	0.020*	0.008?
30	0.04	65	0.02	0.100*	0.0173
31	0.12	150	0.16	0.140	0.12
32	0.14	205	0.21	0.310*	0.190
33.	0.08	100	0.08	0.06	0.053
34	0.12	160	0.16	0.16	0.128

Analisis :

Dengan masukan yang konstant :

- a. Data yang diperoleh Ultrasonic no. urut 12 dan 16 konstant
- b. Data yang diperoleh potensiometer no. urut 12 & 16 tidak konstant, tetapi hasilnya mendekati analisis hitung.
- c. Data yang diperoleh Ultrasonic no. urut 9 dan 11 hasil power tidak konstant, dan hanya no. 9 hasilnya mendekati hasil hitung, sedang pada potensiometer hasil powernya mendekati hasil hitung

- d. Data yang diperoleh Ultrasonic no. urut 17, 18 dan 19 tidak konstant dan hanya data power no. urut 18 mendekati hasil hitung, sedangkan untuk potensiometer menunjukkan hasil data power yang konstant dan mendekati power hasil hitung.
- e. Untuk no. 3 dan 4 , baik data dari potensiometer maupun ultrasonic konstant dan hasilnya mendekati hasil hitung.

Penyimpangan:

- a. Untuk potensiometer, dari 34 percobaan yang errornya besar 3 percobaan sedang yang lainnya hanya menunjukkan penyimpangan maksimal  $\pm 0.06$
- b. Untuk ultrasonic data yang memiliki error besar 19 percobaan dari 34 percobaan.

## 9. Uji pemakaian

Uji pemakaian diserahkan pada FIK dalam jangka waktu garansi 1 tahun, Permasalahan–permasalahan yang terjadi wajib dilaporkan pada tim peneliti sebagai masukan dan sekaligus untuk memberi tindak lanjut penyelesaian masalah, sehingga diharapkan permasalahan–permasalahan lapangan yang nyata dapat memberi masukan untuk kepentingan penyempurnaan alat. Namun demikian kritik dan saran selama masa garansi dianggap juga sebagai masukan.

## Pembahasan

### 1. Ujipegas

Pegas yang dipilih telah memenuhi tuntutan sistem. Pegas tersebut memiliki panjang 82 mm, jumlah lilitan 12, diameter luar pegas 22 mm, diameter kawat pegas 2.5 mm. Dengan pegas yang relatif panjang, ultrasonic maupun potensiometer mikrokontroller lebih leluasa dalam membaca karena memiliki skala yang relatif besar. Jumlah baut dapat dibuat 5 buah sehingga tidak terlalu berat bagi unit sasaran pukul. Dengan besarnya konstante pegas tersebut, tebal unit mekanis kecil, lenturan unit sasaran pukul relatif kecil. Selain itu jenis pegas tersebut mudah didapat dipasar.

### 2. Uji fungsi

Uji fungsi tidak hanya dilakukan 1 kali namun dilakukan 3 -4 kali, sampai fungsi yang diuji dapat berfungsi sesuai tuntutan. Dengan demikian setiap melakukan uji fungsi, diikuti diskusi dan penyempurnaan/perbaikan bila ada masalah.

3. Uji kesinambungan

Uji kesinambungan dilakukan sampai 3 kali karena pada uji kesinambungan pertama dan kedua masih ditemukan masalah sehingga perlu perbaikan dan penyempurnaan.

4. Uji pelayanan

Uji pelayanan dilakukan dengan melibatkan peneliti, teknisi, dan calon pemakai. Dalam proses ini calon pemakai diminta mencoba, memberi masukan, saran dan kritik sebagai dasar penyempurnaan kemudahan pelayanan dalam persiapan, pengoperasian maupun dalam pengemasan.

5. Uji Efisiensi

Uji efisiensi dilakukan untuk mengetahui besarnya kerugian – kerugian dalam sistem atau kekuatan yang hilang dalam sistem akibat bobot unit mekanis dan gesekan – gesekan yang terjadi dalam unit mekanis. Dalam pengujian tersebut ditemukan efisiensi alat sekitar 91%. Namun perlu diketahui, mengingat bahwa beban pukulan/tendangan yang dilakukan adalah beban kejut yang dibarengi dengan kecepatan yang tinggi yang dalam rumus energinya dihitung dengan kecepatan kuadrat, maka kerugian–kerugian tersebut sudah tidak berarti lagi dalam arti relatif sangat kecil.

6. Uji program

Uji program kecuali uji fungsi juga kemudahan dioperasikan, kualitas penampilan data, keindahan dan kemudahan dipahami.

7. Kalibrasi

Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa penyimpangan relatif kecil. < 5% Penyimpangan ini secara khusus dipengaruhi pula oleh spesifikasi sensor, mikrokontroller, spesifikasi alat uji, dan secara umum dipengaruhi oleh spesifikasi sistem alat.

#### 8. Uji kinerja sistem

Pada pengujian kinerja sistem, data yang dihasilkan oleh potensiometer sementara lebih baik dibanding dengan data yang ditunjukkan oleh ultrasonic. Penyimpangan data < 5 % untuk potensiometer, sementara penyimpangan untuk ultrasonic akan diperbaiki.

#### 9. Uji pemakaian

Uji pemakaian dilakukan di FIK dalam durasi waktu 1 tahun dengan garansi.. Cara ini dilakukan agar penyempurnaan alat benar – benar berdasarkan masukan, saran, kritik dari lapangan dalam jangka waktu tertentu. Saran, kritik dan masukan tersebut juga termasuk bentuk penampilan alat. Dengan demikian alat produksi kedua akan lebih sempurna.

### **D. KESIMPULAN**

#### **Kesimpulan**

Alat ukur kualitas pukulan dan tendangan atlet seni beladiri yang diproduksi memiliki spesifikasi :

1. Beban pukulan / tendangan maksimal 450 kg.
2. Ukuran pegas D luar 22 mm, d kawat 2.5 mm, panjang pegas 68 mm, jumlah lilitan 12 buah, pitch 4.5 mm. Jumlah pegas 7 dan 9 buah.
3. Spesifikasi Mikrokontroler AT89C51
4. Pemrograman memakai program Delphi .
5. Jenis Potensiometer : potensiometer putar 100 KiloOhm
6. Keunggulan alat :
  - a. Pengoperasian mudah.
  - b. Pemeliharaan dan perawatan mudah, karena konstruksi dapat dibongkar pasang dan suku cadang mudah diperoleh.
  - c. Alat dapat dipindah- pindah atau dipadang yeyap pada lantai.
  - d. Unit mekanis sasaran pukul/tendang dapat dipisah dan ditempelkan ditembok yang disiapkan khusus tanpa harus menggunakan bodi.

- e. Sasaran pukul dapat diatur tinggi rendahnya
- f. Sasaran pukul dapat melayani pukulan / tendangan dari arah muka, samping dan belakang.
- g. Sistem alat dapat merekam, menyimpan dan menampilkan data baik di layar komputer ataupun dalam bentuk cetakan.
- h. Kualitas pukulan dan tendangan yang dapat diukur meliputi kekuatan, kecepatan dan *power*.
- i. Harga alat relatif murah.
- j. Alat dapat dioperasikan tanpa menggunakan komputer

### **Saran**

Alat perlu dimodifikasi dengan menggunakan sensor lain, sehingga terwujud variasi produk, harga dan daya saing .

### **Implikasi**

Untuk pengembangan selanjutnya perlu dukungan, bantuan, pemberian peluang dan kesempatan oleh FT,FIK, dan UNY

## **DAFTAR PUSTAKA**

Anonim, 2003, *Katalog 04*, Los Angeles : Mc Matercar.Pres.

Atmojo.M.B., 2007, *Tes Pengukuran Pendidikan Jasmani / Olahraga*, Surakarta : UNS Pres

Beam. W R.,1999, *System Engineering Architecture and design*, New York : MC. Graw Hill,Inc

Bomba and Tudor.O., 1999, *Theory and Methodologi of Training*, Iowa : kendal Hunt Publishing Company

Eko.A.P., 2002, *Belajar Mikrokontroller AT89C51/52/55*, Yogyakarta : Gaya Media Pres.

Espito and Thrower.R.J., 2001, *Machine Design*, New York Delmar Publisher, Inc.

Gupta.,V.,and Murthy., P.N., tanpa tahun, *An Introduction to Engineering Design Method*, New Delhi : Tata Mc. Graw Hill Publishing Company Limited.

- Gabbar.C., Leblanc.E., and lowy .S., 1999, *Physical Education For Sports* , London : Prentice Hall, Inc.
- Hurst.K., 2006, *Prinsip – Prinsip Perancangan Teknik*, Jakarta : Penerbit Erlangga
- Iskandar dan Kosasih, 1999, *Latihan Peregangan*, Jakarta : Akademika Pressindo.Pres..
- Krutz, 2000, *Design of Agricultural Machinery*, New York : John Wiley and Sons
- Khurmi dan Gupta, 2001, *Machine Design*, New Delhi : Tata Mc Graw Hill company
- Phillip.B., dan Pederson.S.M., 1999, *The Soft Ware development Project*, new York John Wiley and Son
- Rangon dan Sarma, 2005, *Instrumentation ( Deviced and Systems )*, New Delhi ; Tata Mc Graw Hill Publishing Company Limited.
- Mas’ud.M. dan Mahmud. M, 2004, *Kewirausahaan*, Yogyakarta : AMP YKPN Pres.
- Nossek.Y, 2002, *General Theory of Training*, Lgos : Pan African Pres.
- Sutedjo.dkk., 2000, *Algoritma dan Teknik Pemrograman Konsep , Implementasi dan Aplikasi*, Yogyakarta : andi Pres.
- Sutanto, 2000, *Teknik Instrumentasi*, Jakarta : UI Pres
- Suharto, 2002, *Teknik getaran*, Yogyakarta : Kanisius Pres.
- Subiyono, 2004 , *Proses Pengeringan Berbasis Komputer dengan Sensor LM 205*, Yogyakarta : UGM Pres.
- ....., 2005, *Analisis Kualitas Proyek Akhir Mahasiswa Mesin FT UNY*, Yogyakarta : Lemlit UNY Pres
- ....., 2007, *Pengembangan Model Pembelajaran Perancangan Alat Mesin, Dengan Pendekatan Kolaboratif untuk Meningkatkan Kometensi Mahasisw*, Yogyakarta : Lemlit UNY Pres.
- Tsai., dkk., Tth , *Modern Control Techniques For The processing Industries*, New York : Marcel Dekker.Inc
- Utoyo.A.K , Sukardi.Th., dan Subiyono, 2005., *Alat Pengukur Pukulan Dilengkapi dengan Mekanis Pencatatan Hasil Sistem Grafis* , Yogyakarta : UNY Pres.

**PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN BIOLOGI  
BERBASIS POTENSI LOKAL DALAM KERANGKA  
IMPLEMENTASI KTSP SMA DI  
YOGYAKARTA**

**Suratsih, Budiwati, Suhandoyo, Yuni Wibowo**  
Jurusan Pendidikan Biologi, FMIPA, UNY

**ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui: 1. Kebutuhan sumber belajar biologi yang diperlukan guru-guru biologi dalam kerangka implementasi KTSP SMA di DIY. 2. Potensi lokal (sekolah atau wilayah) dan karakteristiknya di DIY yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar biologi sebagai implementasi KTSP SMA.

Subyek penelitian ini adalah 15 orang guru. Pengambilan subyek penelitian dilakukan dengan teknik *cluster* yaitu dengan memperhatikan karakteristik sekolah dan wilayah kabupaten-kabupaten di DIY. Objek penelitian ini adalah : a. Potensi sekolah atau wilayah di tiap kabupaten di DIY yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar biologi yang khas, representatif, dan fisibel. b. Bentuk-bentuk sumber belajar biologi yang diharapkan para guru biologi di DIY dalam kerangka implementasi KTSP Biologi SMA di sekolah. Hasil penelitian dianalisis secara deskriptif kualitatif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa : 1 Potensi lokal dari masing-masing kabupaten yang dipilih sebagai sumber belajar biologi adalah : a. Kawasan Karst Dunia (Gunungkidul), b. Kawasan Gumuk Pasir Pantai Selatan (Bantul), c. Kawasan Hutan Lindung Merapi (Sleman), d. Kawasan Waduk Sermo (Kulonprogo), dan e. Kawasan Kebun Binatang Gembira Loka (Kota Yogyakarta). 3. Bentuk-bentuk sumber belajar biologi yang diharapkan para guru biologi mencakup sumber belajar biologi dalam bentuk modul pembelajaran, LKS, media, realia, CD pembelajaran, WEB, dan sebagainya mencakup hampir semua topik pembelajaran.

**Kata kunci :** Sumber belajar, potensi lokal, KTSP.

**A. PENDAHULUAN**

Hasil penelitian terdahulu berkaitan dengan keterlaksanaan pembelajaran biologi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) atau Kurikulum 2006, menunjukkan bahwa:

1. Potensi lokal yang dimiliki sekolah belum dimanfaatkan secara optimal dalam kegiatan pembelajaran biologi, sedang pemanfaatan potensi sekolah merupakan

salah satu karakteristik Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan atau Kurikulum 2006 (Suratsih, 2007).

2. Penyelenggaraan pembelajaran biologi belum mencerminkan karakteristik satuan pendidikan di tiap sekolah. Pembelajaran biologi masih menggunakan acuan yang dikembangkan bersama dalam forum MGMP.
3. Belum banyak perubahan dalam pola pembelajaran biologi menggunakan kurikulum 2006 dibandingkan dengan pola pembelajaran biologi menggunakan kurikulum 1994. Artinya, pembelajaran biologi masih didominasi dengan metode ceramah, interaksi antara subyek belajar dengan objek belajar biologi masih minim, sedang hakekat pembelajaran biologi adalah terjadinya interaksi yang sesungguhnya antara subyek belajar dengan objek belajar biologi. Objek belajar biologi berupa makhluk hidup dan segala aspek kehidupannya. Produk maupun proses interaksi ini dapat menyebabkan pada diri siswa terjadi proses mental dan psikomotorik yang optimal.
4. Guru-guru biologi belum banyak berkarya untuk mengembangkan modul pembelajaran maupun LKS biologi yang berbasis potensi lokal maupun berbasis karakteristik siswa. Guru masih banyak menggunakan sumber belajar maupun LKS yang tersedia di pasaran yang tidak cocok dengan kondisi/potensi sekolah maupun karakteristik siswa, sehingga masih harus dilakukan penyesuaian-penyesuaian.
5. Hampir di semua sekolah tidak tersedia/ tidak ada modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal, modul yang tersedia umumnya berisi materi umum yang sebenarnya telah banyak dikembangkan dalam buku-buku pelajaran.

Hasil penelitian lain yang berkaitan dengan pengembangan sumber belajar genetika berbasis potensi lokal dalam bentuk modul pembelajaran, setelah dicobakan secara terbatas di sekolah menunjukkan bahwa :

1. Guru memberikan tanggapan yang sangat bagus terhadap modul yang disusun. Hal seperti itulah yang sangat ditunggu-tunggu guru, yaitu adanya contoh modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal, seperti modul pembelajaran biologi

mengenai pewarisan rambut gembel di Wonosobo, tunagrahita di Gunungkidul, Kembar di Yogyakarta, obesitas, dll. (Suratsih dkk.,2006).

2. Siswa sangat antusias mempelajari modul tersebut, karena berkaitan langsung dengan pengalaman sehari-hari siswa, yang ternyata sangat bagus digunakan sebagai bahan belajar, sehingga siswa lebih mudah mengaplikasikan pengetahuan yang dimiliki dalam situasi dan kondisi yang lain.

Kedua hasil penelitian tersebut di atas melatarbelakangi peneliti untuk melakukan penelitian lebih lanjut. Penelitian lanjutan ini diarahkan pada permasalahan :

1. Kebutuhan sumber belajar biologi seperti apakah yang diharapkan para guru sebagai konsekuensi implementasi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan atau Kurikulum 2006 untuk SMA.
2. Adakah potensi lokal (sekolah maupun wilayah) di DIY ini yang relevan dengan kebutuhan sumber belajar biologi yang diharapkan para guru dalam kerangka implementasi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan atau Kurikulum 2006 untuk SMA.

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui kebutuhan sumber belajar biologi yang diperlukan guru-guru biologi dalam kerangka implementasi KTSP atau Kurikulum 2006 SMA di DIY.
- e. Untuk mengetahui potensi lokal (sekolah atau wilayah) dan karakteristiknya di DIY yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar dalam menyusun modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal sebagai implementasi KTSP atau Kurikulum 2006 SMA di DIY.

## **B. METODE PENELITIAN**

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksploratif, yang akan mengungkap bentuk-bentuk sumber belajar biologi yang diharapkan para guru dan potensi lokal di DIY yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar biologi yang khas, representatif, dan fisibel dalam kerangka implementasi KTSP SMA. Subyek penelitian ini adalah semua guru biologi SMA di DIY. Pengambilan subyek penelitian dilakukan dengan teknik *cluster*

yaitu dengan memperhatikan karakteristik sekolah dan wilayah kabupaten-kabupaten di DIY. Penelitian tahun pertama ini menggunakan 3 sekolah di tiap kabupaten di DIY dengan perincian 1 sekolah dengan rangking baik, 1 sekolah dengan rangking sedang dan 1 sekolah dengan rangking kurang. Propinsi DIY memiliki 5 kabupaten/kota. Setiap sekolah dipilih satu guru biologi untuk memperoleh data mengenai bentuk-bentuk sumber belajar biologi yang diharapkan para guru. Total sampel (guru) yang digunakan sebagai subyek penelitian pada tahun pertama sebanyak 15 orang. Objek penelitian ini adalah : a. Potensi sekolah atau wilayah di tiap kabupaten di DIY yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar biologi yang khas, representatif, dan fisibel. b. Bentuk-bentuk sumber belajar biologi yang diharapkan para guru biologi di DIY dalam kerangka implementasi KTSP Biologi SMA di sekolah. Langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut. 1. Analisis kurikulum KTSP Biologi SMA. 2. Identifikasi kebutuhan bentuk-bentuk sumber belajar biologi yang diharapkan para guru. 3. Analisis potensi sekolah atau wilayah yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar biologi. 4. Investigasi karakteristik potensi sekolah dan luar sekolah di setiap kabupaten di DIY yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar biologi dalam kerangka implementasi KTSP Biologi SMA. 5. Menentukan satu potensi lokal yang khas, representatif dan fisibel sebagai sumber belajar biologi di tiap kabupaten di DIY. Hasil penelitian dianalisis secara deskriptif kualitatif.

## **C. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

### **1. Hasil Penelitian**

#### **a. Potensi Lokal DIY yang dapat Dimanfaatkan sebagai Sumber Belajar Biologi**

Hasil investigasi potensi lokal yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar biologi yang khas, representatif dan fisibel dalam kerangka implementasi KTSP SMA di DIY tertuang dalam tabel berikut ini.

Tabel 1. Potensi lokal DIY yang dapat Dimanfaatkan sebagai Sumber Belajar Biologi yang Khas, Representatif dan Fisibel dalam Kerangka Implementasi KTSP Biologi SMA

No	Kabupaten	Potensi Unggulan	Topik Pembelajaran
1	Gunungkidul	Kawasan Karst Dunia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keanekaragaman hewan di pegunungan karst</li> <li>• Keanekaragaman hewan di gua-gua.</li> <li>• Keanekaragaman hewan di sungai bawah tanah.</li> <li>• Keanekaragaman tumbuhan khas pegunungan karst</li> <li>• Adaptasi tumbuhan pegunungan karst</li> </ul>
2	Kulonprogo	Kawasan Waduk Sermo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keanekaragaman ganggang/lumut</li> <li>• Keanekaragaman hewan air tawar</li> <li>• Keanekaragaman plankton</li> <li>• Ekosistem danau/air tawar</li> <li>• Keanekaragaman burung</li> </ul>
3	Sleman	Kawasan Hutan Lindung Merapi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vegetasi hutan tropis</li> <li>• Keanekaragaman paku-pakuan</li> <li>• Keanekaragaman lumut</li> <li>• Habitat Planaria</li> </ul>
4	Kota Yogyakarta	Kawasan Kebun Binatang Gembira Loka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keanekaragaman Mammalia</li> <li>• Keanekaragaman Aves</li> <li>• Keanekaragaman Reptil</li> <li>• Keanekaragaman Amphibia</li> <li>• Keanekaragaman Pisces</li> <li>• Keanekaragaman Tumbuhan</li> </ul>
5	Bantul	Kawasan Gumuk Pasir Pantai Selatan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keanekaragaman tanaman khas gumuk pasir</li> <li>• Adaptasi</li> <li>• Suksesi</li> <li>• Pertanian lahan pantai</li> <li>• Ekologi</li> <li>• Konservasi pantai</li> </ul>

Potensi terpilih pada masing-masing kabupaten pada tabel tersebut di atas merupakan potensi khas yang tidak dimiliki kabupaten lain di DIY.

**b. Bentuk-Bentuk Sumber Belajar Biologi yang Diharapkan Guru-Guru Biologi untuk Mendukung Implementasi KTSP SMA di DIY**

Hasil investigasi terhadap guru-guru yang tergabung dalam MGMP Biologi SMA di DIY menunjukkan bahwa terdapat banyak variasi kebutuhan sumber belajar biologi dalam mendukung implementasi KTSP Biologi SMA. Hasil identifikasi tercantum dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2. Sumber Belajar Biologi dalam Bentuk Modul yang Diharapkan Guru dalam Mendukung Implementasi KTSP SMA di DIY

No	Jenis Modul	Topik Pembelajaran
1	Modul khas potensi lokal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanaman langka di hutan Wanasadi</li> <li>• Hampir semua topik</li> </ul>
2	Modul lain	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekosistem</li> <li>• Keanekaragaman Hayati</li> <li>• Avertebrata, Alga</li> <li>• Keanekaragaman tanaman</li> <li>• Anatomi dan Fisiologi Manusia</li> <li>• Evolusi, mitosis, meiosis</li> <li>• Sintesis protein</li> <li>• Genetika, enzim, metabolisme</li> <li>• Determinasi/Identifikasi</li> <li>• Klasifikasi makhluk hidup</li> <li>• Genetika</li> <li>• Plantae dan Animalia</li> <li>• Hampir semua topik</li> </ul>

Tabel 3. Bentuk-Bentuk Sumber Belajar Biologi Selain Modul yang Diharapkan Guru dalam Mendukung Implementasi KTSP SMA di DIY

No	Bentuk Sumber Belajar	Topik Pembelajaran
1	LKS	Hampir semua topik
2	Realia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanaman paku-pakuan, klasifikasi</li> <li>• Hampir semua topik</li> </ul>
3	Foto-foto objek biologi lokal	Hampir semua topik
4	Leaflet biologi lokal	Hampir semua topik
5	Web	Hampir semua topik

6	Media pembelajaran berbasis ICT	Hampir semua topik
7	Gambar/Foto-foto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekosistem</li> <li>• Hampir semua topik</li> <li>• Keanekaragaman</li> <li>• Daur ulang limbah</li> <li>• Hampir semua topik</li> </ul>
8	Video	Hampir semua topik
9	Katalog	Hampir semua topik
10	Slide	Hampir semua topik
11	Power point	Hampir semua topik
12	Buku panduan	Hampir semua topik
13	Buku acuan/referensi	Hampir semua topik
14	CD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keanekaragaman hayati/ekosistem</li> <li>• Metabolisme</li> <li>• Pertumbuhan Perkembangan</li> <li>• Struktur sel</li> <li>• Genetika</li> <li>• Mikroorganisme</li> <li>• Semua topik</li> </ul>

## 2. Pembahasan

### a. Potensi Sekolah/wilayah di masing-masing kabupaten di DIY sebagai sumber belajar biologi.

Setelah dianalisis dan melalui diskusi yang mendalam dengan para guru biologi yang tergabung dalam MGMP, dengan mempertimbangkan SK dan KD yang tertuang dalam KTSP Biologi SMA, potensi wilayah di masing-masing kabupaten, fisibilitas implementasi dalam pembelajaran, maka telah ditentukan satu potensi khas/unggulan sebagai sumber belajar biologi di tiap kabupaten yang ada di DIY. Adapun rincian potensi unggulan sebagai sumber belajar biologi di masing-masing kabupaten adalah sebagai berikut.

- a) Potensi unggulan sebagai sumber belajar biologi dari kabupaten Gunungkidul adalah Kawasan Karst Dunia. Karakteristik kawasan karst dunia tersebut adalah :

- 1) Dalam satu kawasan terdapat beberapa gua, sungai bawah tanah, dan pegunungan karst. Keadaan seperti ini hanya ada di Gunungkidul dan satu-satunya di dunia.
  - 2) Kawasan karst mencakup wilayah yang sangat luas, hampir seluruh kabupaten Gunungkidul terdiri dari pegunungan karst.
  - 3) Keanekaragaman vegetasi dan hewannya tidak terlalu bervariasi, tetapi khas.
  - 4) Banyak topik pembelajaran biologi di SMA yang bisa dipelajari melalui pemanfaatan sumber belajar kawasan karst dunia ini, diantaranya adalah topik keanekaragaman organisme, ekosistem gunung karst, ekologi, adaptasi, konservasi lingkungan, dan lain-lain.
  - 5) Terdapat museum karst, yang didalamnya dikoleksi berbagai jenis organisme khas pegunungan karst, jenis-jenis karst, diorama, dan lain-lain.
- b) Potensi unggulan sebagai sumber belajar biologi dari kabupaten Bantul adalah Kawasan Gumuk Pasir Pantai Selatan, mencakup pantai Depok, Samas, Parangkusumo, dan Parangtritis. Karakteristik kawasan gumuk pasir pantai selatan ini adalah :
- 1) Terdapatnya gumuk pasir akibat terjadinya angin laut dan angin darat yang terjadi setiap saat.
  - 2) Adanya zonasi-zonasi wilayah gumuk pasir yang memiliki jenis vegetasi khas.
  - 3) Memiliki keanekaragaman tanaman khas pantai yang sangat tinggi.
  - 4) Mencakup wilayah yang sangat luas.
  - 5) Banyak topik pembelajaran biologi yang dapat dipelajari dengan memanfaatkan kawasan gumuk pasir pantai selatan ini, diantaranya adalah keanekaragaman organisme hewan maupun tumbuhan kawasan gumuk pasir, adaptasi, ekologi, ekosistem pantai, struktur fungsi, konservasi pantai, suksesi, dan sebagainya.
- c) Potensi unggulan sebagai sumber belajar biologi dari kabupaten Sleman adalah Kawasan Hutan Lindung Merapi. Karakteristik kawasan hutan lindung merapi ini adalah :

- 1) Merupakan hutan tropis yang memiliki keanekaragaman vegetasi yang sangat tinggi.
  - 2) Memiliki sungai-sungai kecil yang sangat cocok sebagai habitat Planaria.
  - 3) Memiliki zona-zona ketinggian tempat yang memiliki keanekaragaman vegetasi yang berbeda-beda.
  - 4) Mencakup kawasan yang sangat luas.
  - 5) Hampir semua topik pembelajaran biologi yang terkait dengan keanekaragaman, ekologi, konservasi, struktur fungsi, ekosistem, dan sebagainya dapat dipelajari di kawasan hutan lindung merapi ini.
- d) Potensi unggulan sebagai sumber belajar biologi dari Kota Yogyakarta adalah Kebun Binatang Gembira Loka. Karakteristik Kebun Binatang Gembira Loka Yogyakarta sebagai sumber belajar biologi adalah :
- 1) Memiliki banyak koleksi hewan yang termasuk dalam subfilum Vertebrata, kelas Mamalia, Aves, Reptil, Amphibi dan Pisces.
  - 2) Memiliki berbagai koleksi tumbuhan yang dikemas dalam bentuk hutan buatan.
  - 3) Mencakup wilayah yang terbatas.
  - 4) Banyak topik-topik pembelajaran biologi yang terkait dengan keanekaragaman hewan Vertebrata, klasifikasi, struktur fungsi, dan sebagainya dapat dipelajari dari Kebun Binatang Gembira Loka ini.
  - 5) Banyak topik-topik pembelajaran biologi yang terkait dengan keanekaragaman tumbuhan, klasifikasi, struktur fungsi, taksonomi, sistematika, dan sebagainya dapat dipelajari dari Kebun Binatang Gembira Loka ini.
- e) Potensi unggulan sebagai sumber belajar biologi dari Kabupaten Kulonprogo adalah Kawasan Waduk Sermo. Karakteristik Kawasan Waduk Sermo adalah :
- 1) Waduk Sermo memiliki lahan waduk yang sangat luas.
  - 2) Waduk Sermo memiliki variasi kedalaman yang sangat beragam.
  - 3) Memiliki banyak sungai yang masuk ke dalam waduk.
  - 4) Tersedia perahu yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan penelitian

- 5) Terdapat kawasan hutan yang mengelilingi waduk
- 6) Waduk Sermo memiliki berbagai variasi pencahayaan, naungan, kedalaman, yang sangat bagus untuk variabel pengamatan hewan-hewan avertebrata maupun plankton.
- 7) Berbagai persoalan biologi yang terkait dengan lingkungan, biologi air tawar/danau, ekologi, ekosistem air tawar, plankton, ganggang, lumut, dan sebagainya dapat dipelajari dengan memanfaatkan kawasan waduk Sermo tersebut.

## **2. Kebutuhan Bentuk-Bentuk Sumber Belajar Biologi yang diharapkan di masing-masing kabupaten di DIY dalam kerangka implementasi KTSP SMA**

Hasil analisis kebutuhan bentuk-bentuk sumber belajar biologi yang diharapkan guru-guru biologi di masing-masing kabupaten di DIY, menunjukkan variasi kebutuhan yang sangat luas. Hampir semua bentuk sumber belajar biologi diharapkan mulai dari realia, modul, LKS, media, CD, Buku Panduan, gambar/foto, WEB, dan sebagainya. Harapan seperti tersebut di atas didukung oleh :

- a. Minimya sumber belajar yang tersedia di sekolah.
- b. Modul yang ada tidak berisi persoalan yang terkait dengan potensi lokal.
- c. Belum dimanfaatkannya secara baik sumber belajar biologi yang tersedia di dekat sekolah atau di luar sekolah (dalam satu kabupaten).
- d. Masih banyaknya kendala yang dihadapi para guru untuk menggunakan sumber belajar biologi yang tersedia, diantaranya adalah beban mengajar guru yang sangat banyak, belum adanya model yang dapat diadaptasi, fasilitas, pendanaan, waktu, dan sebagainya.

## **D. KESIMPULAN**

Setelah dilakukan pengkajian secara mendalam terhadap hasil-hasil penelitian yang ada, maka dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Masing-masing kabupaten di DIY memiliki banyak potensi yang tersedia di sekolah, lokasi dekat sekolah, maupun di luar sekolah (dalam satu kabupaten) yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar biologi dalam kerangka implementasi KTSP SMA di DIY.
2. Potensi khas unggulan dari masing-masing kabupaten yang dipilih sebagai sumber belajar biologi yang akan dikembangkan dalam bentuk modul pembelajaran biologi adalah Kawasan Karst Dunia (Gunungkidul), Kawasan Gumuk Pasir Pantai Selatan (Bantul), Kawasan Hutan Lindung Merapi (Sleman), Kawasan Waduk Sermo (Kulonprogo), dan Kebun Binatang Gembira Loka (Kota Yogyakarta).
3. Bentuk-bentuk sumber belajar biologi yang diharapkan para guru biologi di DIY memiliki variasi yang sangat luas, mencakup sumber belajar biologi dalam bentuk modul pembelajaran, LKS, media, realia, CD pembelajaran, WEB, dan sebagainya mencakup hampir semua topik pembelajaran.

## DAFTAR PUSTAKA

- BSNP. (2006). *Model Silabus dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran: Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: Depdiknas.
- Djohar (1987).” Peningkatan Proses Belajar Sain melalui Pemanfaatan Sumber Belajar.” *Makalah sidang senat terbuka*. Yogyakarta: IKIP Yogyakarta. Hal 1-5. 101.
- \_\_\_\_\_. (1984).” Usaha Peningkatan Daya Guna dan Hasil Guna Pemanfaatan Sumber Belajar.” *Makalah Lokakarya*. Yogyakarta: LPM PPM IKIP Yogyakarta. Hal.7.
- \_\_\_\_\_. (1974). “Peningkatan Proses Belajar Mengajar Sains Melalui Pemanfaatan Sumber Belajar”. *Jurnal Kependidikan* (No.2 Vol 17). Yogyakarta: IKIP Yogyakarta Hal.14.
- Wuryadi. (1971). *Dasar Pengertian: Pendidikan Biologi*. Jurnal Forum Pendidikan Biologi. (No 2 tahun 4). Hlm 88.
- Mulyasa. (2005). *Menjadi Guru Profesional: Menciptakan Pembelajaran Aktif, Kreatif, dan Menyenangkan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Mulyasa. (2006). *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.

Nana Sudjana & Ahmad Rivai. (1989). *Teknologi Pengajaran*. Bandung : Sinar Baru.  
Prawoto. (1989). *Media Instruksional Biologi*, Jakarta: Dirjen DIKTI.  
Sugiyono. (2007). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan Research and Development*. Bandung: Alfabeta.

Suratsih. 2007. *Pelaksanaan Pembelajaran IPA Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan SMP Di Kabupaten Sleman Yogyakarta*. Yogyakarta : Jurusan Pendidikan Biologi, FMIPA UNY.

Suratsih, Victoria Henuhili dan Tutiek Rahayu. 2006. *Pengembangan Sumber Belajar Genetika Berbasis Potensi Lokal dalam Bentuk Modul Pembelajaran*. Yogyakarta : Jurusan Pendidikan Biologi, FMIPA UNY.

# SINTESIS ELASTOMER POLIURETAN DENGAN BAHAN DASAR MINYAK JELANTAH DAN METILEN-4,4-DIFENILDIISOSIANAT

Isana SYL & Eli Rohaeti  
Jurusan Pendidikan Kimia  
FMIPA UNY

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis elastomer poliuretan dengan bahan dasar minyak jelantah dan hasil modifikasinya. Minyak jelantah merupakan minyak sisa penggorengan. Pemanasan minyak goreng secara berulang kali dapat merusak minyak tersebut, yang sangat berbahaya apabila masih digunakan untuk menggoreng karena bersifat karsinogenik. Dengan demikian perlu diupayakan suatu cara untuk memanfaatkan minyak jelantah yang tidak memiliki nilai jual menjadi suatu produk yang bermanfaat dan memiliki nilai jual relatif tinggi. Dalam penelitian ini digunakan karbon aktif sebagai adsorben, setelah minyak jelantah diadsorpsi kemudian dilakukan proses hidroksilasi, yakni dengan cara hidrasi dan oksidasi. Minyak jelantah dan hasil modifikasinya digunakan sebagai sumber hidroksil (-OH), sedangkan metilen-4,4-difenildiisocyanat (MDI) digunakan sebagai sumber isocyanat (-NCO).

Reaksi polimerisasi dilakukan pada temperatur kamar pada berbagai komposisi polioliol (minyak jelantah dan modifikasinya), PEG400 dan MDI. PEG400 (*polyetenglycol400*) merupakan bahan aditif (zat pemlastis atau *plactisizer*) yang sengaja ditambahkan untuk memperbaiki sifat-sifat fisika-kimia produk poliureta, terutama untuk meningkatkan sifat elastisitas produk poliuretan. Proses *curing* dilakukan pada temperatur 70 dan 120<sup>o</sup> C. Karakterisasi produk poliuretan meliputi penentuan gugus fungsi dengan menggunakan *GCMS* dan *FTIR*, sifat mekanik melalui uji tarik dan kekerasan, uji *swelling* dalam larutan kanji dan sifat termal dengan menggunakan DTA.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak jelantah dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan poliuretan, ditunjukkan dengan terbentuknya gugus fungsi uretan pada spektrum inframerah produk poliuretan. Komposisi minyak jelantah makin besar menunjukkan kualitas produk poliuretan yang makin menurun, sebaliknya komposisi MDI makin besar menunjukkan kualitas poliuretan yang makin bagus. Proses adsorpsi minyak jelantah dengan menggunakan karbon aktif cukup efektif untuk mengadsorpsi pengotor dalam minyak jelantah sehingga kualitas produk poliuretan menjadi lebih baik. Proses hidroksilasi dengan cara hidrasi maupun oksidasi mampu menurunkan bilangan iodin dan meningkatkan gugus hidroksil minyak jelantah sehingga kualitas produk poliuretan menjadi lebih baik. Proses adsorpsi dan hidroksilasi pada minyak jelantah menyebabkan proses *curing* dapat berlangsung pada temperatur lebih rendah, yakni 70<sup>o</sup>C. Penggunaan asam lemak hasil isolasi minyak jelantah mampu menurunkan derajat pengembangan dan menaikkan tingkat kekerasan produk poliuretan bila dibandingkan produk poliuretan berbasis minyak jelantah tanpa adsorpsi

dan tanpa hidroksilasi. Proses hidroksilasi asam lemak hasil isolasi minyak jelantah mampu meningkatkan kualitas produk poliuretan. Proses hidroksilasi dengan cara oksidasi menggunakan larutan  $\text{KMnO}_4$  dengan kadar 35% menunjukkan produk poliuretan yang relatif lebih bagus. Penambahan bahan aditif, yakni PEG400 sebagai zat pemlastis dapat meningkatkan kualitas produk poliuretan, yakni meningkatkan sifat elastisitas dan memperbaiki kerapuhan produk poliuretan. Penambahan PEG400 menyebabkan terjadinya penurunan tingkat kekerasan dan peningkatan derajat pengembangan produk poliuretan. Penggunaan gliserol hasil isolasi minyak jelantah ternyata menghasilkan produk poliuretan berupa cairan kental/agak encer, rapuh, permukaan kasar, memiliki harga derajat pengembangan negatif dan kestabilan termal yang rendah sehingga tidak memungkinkan untuk diaplikasikan pada temperatur tinggi. Minyak jelantah oksidasi dapat dimanfaatkan sebagai monomer pada sintesis poliuretan dengan kualitas relatif cukup baik, yakni diperoleh produk dengan derajat pengembangan bernilai positif, tingkat kekerasan relatif tinggi dan kestabilan termal relatif cukup tinggi sehingga memungkinkan diaplikasikan pada temperatur tinggi, misalnya sebagai bahan pelapis permukaan rol pada industri kertas..

**Kata kunci:** minyak jelantah dan hasil modifikasinya, MDI, PEG400, produk poliuretan

## A. Pendahuluan

Penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan bahan limbah rumah tangga dan industri, dalam hal ini minyak jelantah sebagai bahan baku pembuatan poliuretan, dengan menggunakan karbon aktif sebagai adsorben, sehingga diharapkan mampu membantu mengurangi pencemaran lingkungan dan menjadikan limbah yang semula tidak memiliki nilai jual dan bahkan berbahaya bila dikonsumsi, menjadi suatu produk olahan yang memiliki nilai jual relatif tinggi. Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan minyak jelantah sebagai monomer dalam sintesis elastomer poliuretan dengan penambahan MDI dan bahan aditif sehingga produk polimer memiliki sifat-sifat fisika-kimia yang lebih baik, yang selanjutnya memungkinkan untuk digunakan sebagai pelapis permukaan rol pada proses pengkunjian dalam industri kertas. Pada penelitian ini tidak hanya digunakan minyak jelantah (sebelum dan sesudah mengalami adsorpsi dengan karbon aktif) sebagai monomer, tetapi juga hasil hidrolisisnya, yakni asam lemak dan gliserol sebagai monomer.

Penelitian ini memiliki arti penting karena dapat memberikan informasi mengenai pemanfaatan bahan limbah, dalam hal ini minyak jelantah (yang tidak

memiliki nilai jual dan berbahaya bila dikonsumsi) sebagai bahan dasar dalam sintesis poliuretan yang bermanfaat dan memiliki nilai jual relatif tinggi. Penelitian ini juga sebagai upaya pengembangan teknologi berbagai produk poliuretan yang belum banyak dikenal dan dikembangkan di Indonesia.

## B. Metoda Penelitian

Tahap penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan sampel berupa minyak jelantah dari limbah rumah tangga.
2. Adsorpsi minyak jelantah dengan menggunakan karbon aktif.
3. Karakterisasi sifat fisika dan kimia minyak jelantah dengan dan tanpa adsorpsi menggunakan karbon aktif, yang meliputi: penentuan gugus fungsi dengan *FTIR* dan *GCMS*, massa jenis dengan piknometer, indeks bias dengan refraktometer, bilangan hidroksil dan bilangan iodin.
4. Isolasi asam lemak dari gliserol dengan cara hidrolisis basa.
5. Karakterisasi sifat fisika dan kimia asam lemak, meliputi: penentuan gugus fungsi dengan *FTIR*, bilangan hidroksil dan bilangan iodin.
6. Proteksi gugus -OH dalam minyak jelantah dan asam lemak dengan cara asetilasi.
7. Proses hidroksilasi, yakni hidrasi dan oksidasi, menggunakan asam sulfat pada proses hidrasi dan kalium permanganat untuk proses oksidasi.
8. Proses deproteksi, yaitu pelepasan kembali gugus -OH.
9. Karakterisasi minyak jelantah dan asam lemak sesudah hidroksilasi dan deproteksi, meliputi penentuan gugus fungsi dengan *FTIR*, bilangan hidroksil dan bilangan iodin.
10. Sintesis poliuretan dengan berbasis minyak jelantah dan hasil modifikasinya, yang direaksikan dengan MDI dan penambahan zat pemlastis (PEG400).
11. Reaksi polimerisasi dilakukan pada temperatur kamar, dengan variasi komposisi dapat dilihat pada Tabel 1, 2 dan 3 sedangkan *curing* dilakukan pada temperatur 70, 100 dan 120 °C.
12. Karakterisasi produk poliuretan, meliputi penentuan gugus fungsi dengan *FTIR*, sifat mekanik dengan cara uji tarik dan uji kekerasan serta uji pengembangan dalam larutan kanji dan sifat termal dengan *DTA*.

Tabel 1. Variasi Komposisi Minyak Jelantah dan MDI

No	Minyak jelantah (%)	MDI (%)
1	20	80
2	40	60

3	60	40
4	80	20

Tabel 2. Variasi Komposisi Asam Lemak, PEG400 dan MDI

No	Komposisi (gram)			
	Asam lemak	Asam lemak oksidasi	PEG400	MDI
1	0,26	-	-	1,03
2	0,25	-	-	1,01
3	0,25	-	-	1,01
4	-	0,25	-	1,01
5	-	0,26	-	1,02
6	-	0,26	-	1,01
7	0,26	-	0,76	1,02
8	0,26	-	0,75	1,01
9	0,26	-	0,77	1,04
10	-	0,26	0,75	1,03
11	-	0,26	0,76	1,01
12	-	0,26	0,76	1,02

Tabel 3. Variasi Komposisi Gliserol dan MDI

No	Gliserol (%)	MDI (%)
1	20	80
2	40	60
3	60	40

### C. Hasil dan Pembahasan

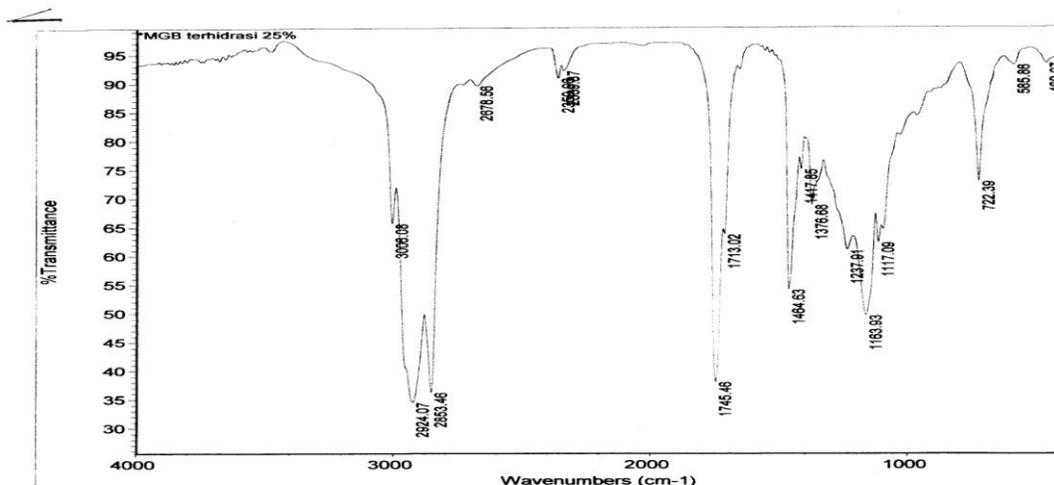
Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak jelantah dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan poliuretan, ditunjukkan dengan terbentuknya gugus fungsi uretan pada spektrum inframerah produk poliuretan. Komposisi minyak jelantah makin besar menunjukkan kualitas produk poliuretan yang makin menurun, sebaliknya komposisi MDI makin besar menunjukkan kualitas poliuretan yang makin bagus. Meningkatnya perbandingan konsentrasi MDI terhadap minyak jelantah mampu meningkatkan ikatan silang dan kekerasan produk poliuretan. Proses adsorpsi minyak jelantah dengan menggunakan karbon aktif cukup efektif untuk mengadsorpsi pengotor

dalam minyak jelantah sehingga kualitas produk poliuretan menjadi lebih baik. Proses hidroksilasi dengan cara hidrasi maupun oksidasi mampu menurunkan bilangan iodin dan meningkatkan gugus hidroksil minyak jelantah sehingga kualitas produk poliuretan menjadi lebih baik, bahkan lebih baik bila dibandingkan dengan produk poliuretan yang berbasis asam lemak minyak jelantah. Hal ini ditunjukkan makin menurunnya derajat pengembangan dan meningkatnya tingkat kekerasan produk poliuretan. Proses adsorpsi dan hidroksilasi pada minyak jelantah juga dapat menyebabkan proses *curing* dapat berlangsung pada temperatur lebih rendah, yakni 70 °C. Penggunaan asam lemak hasil isolasi minyak jelantah pada sintesis poliuretan mampu menurunkan derajat pengembangan dan menaikkan tingkat kekerasan produk poliuretan bila dibandingkan produk poliuretan berbasis minyak jelantah tanpa adsorpsi dan tanpa hidroksilasi. Proses hidroksilasi asam lemak hasil isolasi minyak jelantah mampu meningkatkan kualitas produk poliuretan.

Hasil karakterisasi sifat fisika-kimia minyak jelantah sebelum dan sesudah proses adsorpsi dan proses hidroksilasi dapat dilihat pada Tabel 4. Spektrum inframerah minyak jelantah yang telah diadsorpsi ditunjukkan oleh Gambar 1.

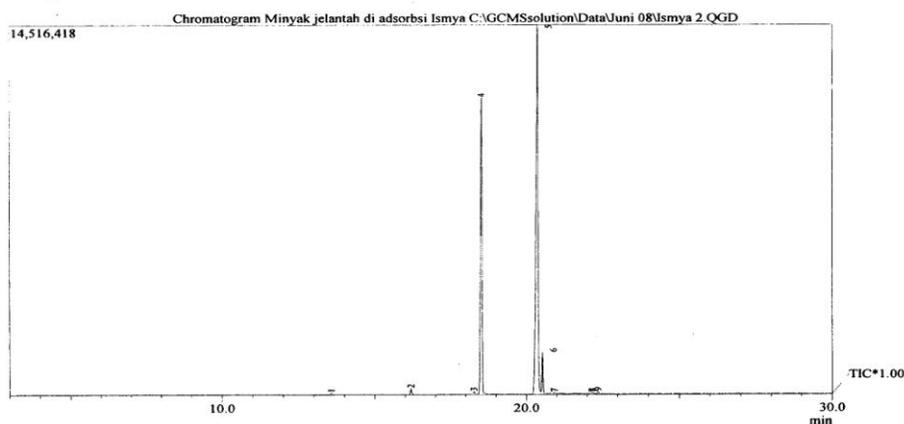
Tabel 4. Sifat Fisika-Kimia Minyak Jelantah Sebelum dan Sesudah proses Adsorpsi dan Hidroksilasi

<b>Sifat fisika-kimia</b>	<b>Minyak jelantah</b>	<b>Minyak jelantah adsorpsi</b>	<b>Minyak jelantah adsorpsi dan hidrasi</b>	<b>Minyak jelantah oksidasi</b>	<b>Minyak jelantah adsorpsi dan oksidasi</b>
Bilangan iodin (mg/g)	62,3968	60,7593	39,4300	-	-
Bilangan hidroksil (mg/g)	31,8100	-	43,0000	64,9838	-
Massa jenis (g/mL)	0,9000	0,9018	-	-	-
Indeks bias	1,4620	1,4000	-	1,4650	1,464



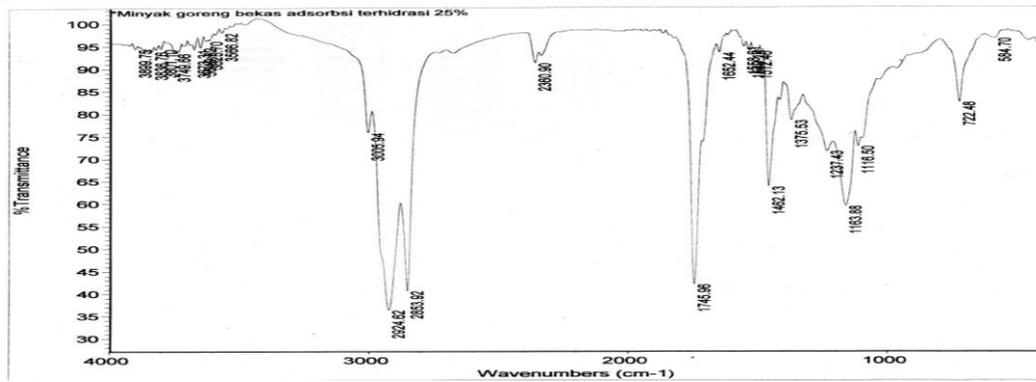
Gambar 1. Spektrum Inframerah Minyak Jelantah Adsorbsi

Analisis gugus fungsi terhadap minyak jelantah dilakukan dengan menggunakan teknik spektrofotometri *FTIR* dan *GCMS*. Kromatogram *GCMS* minyak jelantah dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan analisis spektrum inframerah dan kromatogram *GCMS* menunjukkan bahwa dalam minyak jelantah masih terkandung ikatan rangkap, gugus  $-OH$  dan  $-COO-$  sehingga memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan dasar dalam sintesis poliuretan.



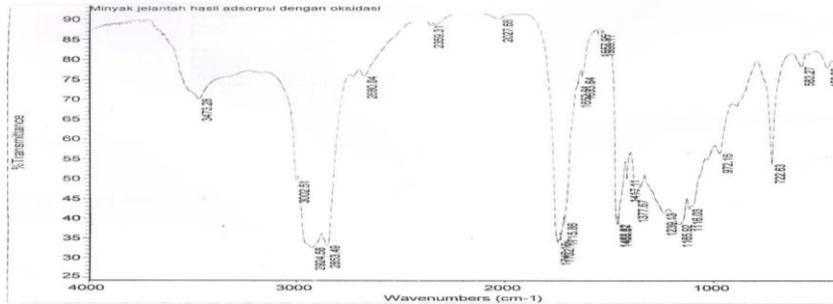
Gambar 2. Kromatogram Minyak Jelantah

Setelah dilakukan proses adsorpsi dan hidroksilasi terhadap minyak jelantah, selanjutnya diuji gugus fungsi dengan menggunakan *FTIR*, hasilnya dapat diperiksa pada Gambar 3.



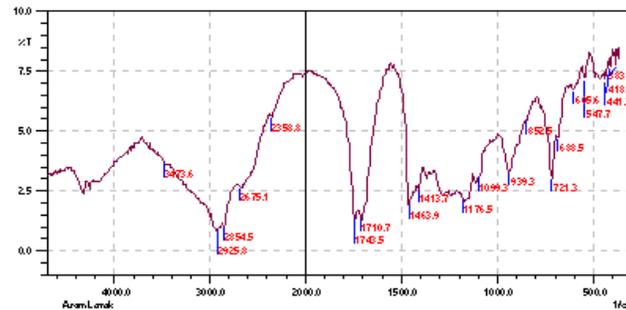
Gambar 3. Spektrum Inframerah Minyak Jelantah Adsorpsi dan Hidrasi Asam Sulfat 25%

Spektrum inframerah minyak jelantah adsorpsi dan oksidasi  $\text{KMnO}_4$  35% dapat dilihat pada Gambar 4.



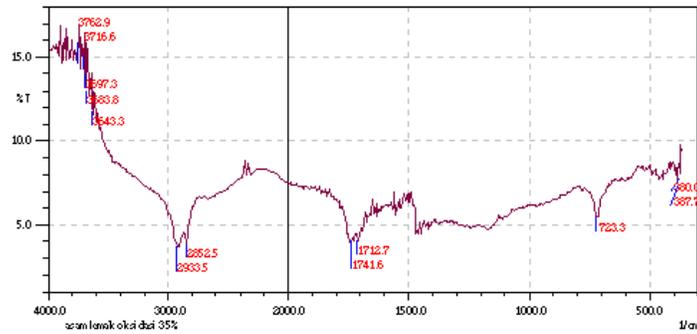
Gambar 4. Spektrum Inframerah Minyak Jelantah Adsorpsi dan Oksidasi  $\text{KMnO}_4$  35%

Asam lemak hasil isolasi berupa cairan berwarna coklat, yang dapat memadat pada temperatur kamar, spektrum inframerah asam lemak dapat dilihat pada Gambar 5.



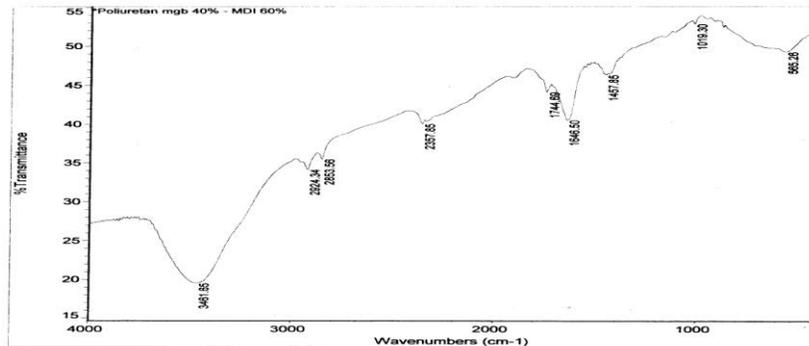
Gambar 5. Spektrum Inframerah Asam Lemak Minyak Jelantah Tanpa Proses Oksidasi

Proses hidroksilasi terhadap asam lemak minyak jelantah dilakukan secara oksidasi dengan menggunakan oksidator kalium permanganat pada berbagai variasi konsentrasi dalam suasana basa dan pada kondisi dingin. Asam lemak hasil oksidasi yang dihasilkan berupa padatan lunak berwarna kuning pucat pada temperatur kamar. Adapun spektrum inframerah asam lemak setelah proses oksidasi dapat diperiksa Gambar 6.



Gambar 6. Spektrum Inframerah Asam Lemak Minyak Jelantah Oksidasi dengan  $\text{KMnO}_4$  35%

Spektrum inframerah produk poliuretan dapat dilihat pada Gambar 7, sedangkan hasil uji derajat pengembangan produk poliuretan dapat dilihat pada Tabel 5.



Gambar 7. Spektrum Inframerah Produk Poliuretan dengan Berbasis Minyak Jelantah-MDI

Tabel 5. Derajat Pengembangan Produk Poliuretan

Produk poliuretan berbasis minyak jelantah – MDI		
No	Produk poliuretan dengan komposisi minyak jelantah : MDI	Derajat pengembangan
1	1 : 4	0,4464
2	2 : 3	2,8567
Produk poliuretan berbasis minyak jelantah hidrasi – MDI		
No	Produk poliuretan dengan komposisi minyak jelantah hidrasi : MDI	Derajat pengembangan
1	1 : 4	0,328
2	2 : 3	5,290

<b>Produk poliuretan berbasis minyak jelantah oksidasi – MDI</b>				
<b>No</b>	<b>Produk poliuretan dengan komposisi minyak jelantah oksidasi : MDI</b>			<b>Derajat pengembangan</b>
1	1 : 4			0,4301
2	2 : 3			0,6320
<b>Produk poliuretan berbasis asam lemak - MDI</b>				
<b>Percobaan ke</b>	<b>Massa PU sebelum direndam (g)</b>	<b>Massa PU sesudah direndam (g)</b>	<b>Derajat pengembangan</b>	<b>Rerata derajat pengembangan</b>
1	0,0184	0,0187	1,63	1,75
2	0,0164	0,0167	1,83	
3	0,0169	0,0172	1,78	
<b>Produk poliuretan berbasis asam lemak oksidasi - MDI</b>				
<b>Percobaan ke</b>	<b>Massa PU sebelum direndam (g)</b>	<b>Massa PU sesudah direndam (g)</b>	<b>Derajat pengembangan</b>	<b>Rerata derajat pengembangan</b>
1	0,0131	0,0135	3,05	3,12
2	0,0127	0,0131	3,15	
3	0,0127	0,0131	3,15	
<b>Produk poliuretan berbasis asam lemak – PEG 400 – MDI</b>				
<b>Percobaan ke</b>	<b>Massa PU sebelum direndam (g)</b>	<b>Massa PU sesudah direndam (g)</b>	<b>Derajat pengembangan</b>	<b>Rerata derajat pengembangan</b>
1	0,0137	0,0142	3,65	4,02
2	0,0128	0,0133	3,91	
3	0,0133	0,0139	4,51	
<b>Produk poliuretan berbasis asam lemak oksidasi – PEG 400 – MDI</b>				
<b>Percobaan ke</b>	<b>Massa PU sebelum direndam (g)</b>	<b>Massa PU sesudah direndam (g)</b>	<b>Derajat pengembangan</b>	<b>Rerata derajat pengembangan</b>
1	0,0137	0,0142	5,30	5,42
2	0,0128	0,0133	5,22	
3	0,0133	0,0139	5,75	
<b>Produk poliuretan berbasis gliserol kasar hasil isolasi – MDI</b>				
<b>No</b>	<b>Produk poliuretan dengan komposisi gliserol : MDI</b>			<b>Derajat pengembangan</b>
1	20% : 80%			- 20,20
2	40% : 60%			-26,97
3	60% : 40%			-6,81

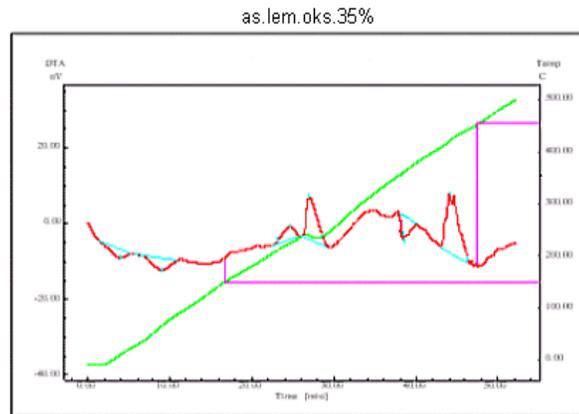
Proses hidroksilasi minyak jelantah mampu meningkatkan kualitas produk poliuretan, lihat Tabel 6 dan 7. Termogram *DTA* produk poliuretan dapat dilihat pada Gambar 8.

Tabel 6. Uji Kekerasan Produk Poliuretan

No	Produk poliuretan berbasis	Nilai kekerasan ( <i>Shore A</i> )
1	Minyak jelantah – MDI (1 : 4)	90,80
2	Minyak jelantah – MDI (2 : 3)	83,60
3	Minyak jelantah hidrasi – MDI (1 : 4)	86,4
4	Minyak jelantah hidrasi – MDI (2 : 3)	84,6
5	Minyak jelantah oksidasi – MDI (1 : 4)	91,60
6	Minyak jelantah oksidasi – MDI (2 : 3)	86,40
7	Asam lemak - MDI	92,80
8	Asam lemak oksidasi - MDI	90,80
9	Asam lemak – PEG400 - MDI	86,00
10	Asam lemak oksidasi – PEG400 - MDI	85,20
1	Gliserol – MDI (20% : 80%)	89,20
12	Gliserol – MDI (40% : 60%)	85,60
13	Gliserol – MDI (60% : 40%)	42,40

Tabel 7. Sifat Fisika Produk Poliuretan Berbasis Minyak Jelantah dan MDI

No	Komposisi minyak jelantah : MDI	Sifat fisika
1	1 : 4	Warna kuning tua, keras, tidak rapuh, halus dan mengkilap
2	2 : 3	Warna kuning tua, keras, agak rapuh, halus dan mengkilap
3	3 : 2	Warna kuning muda, agak lunak, rapuh dan kasar
4	4 : 1	Warna kuning muda, lunak, rapuh dan kasar



Gambar 8. Termogram *DTA* Produk Poliuretan Berbasis Asam Lemak Oksidasi  $\text{KMnO}_4$  35%–MDI

#### D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Minyak jelantah dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar dalam pembuatan poliuretan.
2. Komposisi minyak jelantah makin besar menunjukkan kualitas produk poliuretan yang makin menurun, sebaliknya komposisi MDI makin besar menunjukkan kualitas produk poliuretan yang makin bagus.
3. Proses adsorpsi minyak jelantah dengan menggunakan karbon aktif cukup efektif untuk mengadsorpsi pengotor dalam minyak jelantah sehingga kualitas produk poliuretan menjadi lebih baik.
4. Proses hidrosilasi mampu menurunkan bilangan iodin dan meningkatkan gugus hidroksil minyak jelantah sehingga kualitas produk poliuretan menjadi lebih baik.
5. Penggunaan asam lemak hasil isolasi mampu menurunkan derajat pengembangan dan menaikkan tingkat kekerasan produk poliuretan bila dibandingkan produk poliuretan berbasis minyak jelantah tanpa adsorpsi dan tanpa hidrosilasi.
6. Proses oksidasi asam lemak menyebabkan bilangan hidroksil dan massa jenis asam lemak meningkat, serta indeks bias dan bilangan iodin menurun sehingga dapat dimanfaatkan sebagai monomer pada sintesis poliuretan dengan kualitas relatif cukup baik.

7. Penggunaan gliserol ternyata menghasilkan produk poliuretan berupa cairan kental/agak encer, dengan warna coklat tua/muda, rapuh, permukaan kasar, terlihat homogen, lunak/keras dan agak elastis. Produk poliuretan memiliki harga derajat pengembangan yang negatif atau memiliki struktur linear/bercabang dan tidak memiliki ikatan silang sehingga mudah larut; serta memiliki kestabilan termal yang rendah sehingga tidak memungkinkan untuk diaplikasikan pada temperatur tinggi.
8. Penggunaan zat aditif, seperti PEG400 sebagai zat pemlastis dapat meningkatkan kualitas produk poliuretan, yakni meningkatkan sifat elastisitas dan memperbaiki kerapuhan produk poliuretan.

### Daftar Pustaka

- Annual Book of ASTM Standards. (1980). *ASTM D 2849-69. Standards Methods of Testing Urethane Foam Polyol Raw Materials*. Washington D.C., USA.
- De Man, J.M. (1997). *Kimia Makanan*, Jilid 2. Bandung: Penerbit ITB.
- Eli Rohaeti, N.M. Surdia, C.L. Radiman, E. Ratnaningsih. (2000). Pengaruh Pati Tapioka terhadap Pembentukan Poliuretan. *Prosiding Seminar MIPA II*, Bandung, 488 – 494.
- Eli Rohaeti, N.M. Surdia, C.L. Radiman, E. Ratnaningsih. (2001). Pengaruh Maltosa terhadap Pembentukan Poliuretan. *Prosiding Simposium Nasional Polimer III*, Bandung, 197 – 202.
- Eli Rohaeti, N.M. Surdia, C.L. Radiman, E. Ratnaningsih. (2003). Pengaruh Variasi Berat Molekul PEG terhadap Sifat Mekanik Poliuretan. *Jurnal Matematika & Sains*, **Volume 8 No. 2**, 63 - 66.
- Eli Rohaeti dkk. (2003). “Pengaruh Jenis Polioliol terhadap Pembentukan Poliuretan dari Monomer PEG-400 dan MDI”. *Jurnal MIPA* (Vol. 35 A. No.2). Hlm. 97-109.
- Eli Rohaeti. (2004). “Pengaruh Amilosa dari Pati Tapioka pada Sintesis Poliuretan yang dapat Dibiodegradasi”. Bandung. *Disertasi*. Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Bandung.
- Eli Rohaeti (2005). Kajian tentang Sintesis Poliuretan dan Karakterisasinya. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*, FMIPA UNY, Yogyakarta, K1 – K9.

- Ernawati Sinaga. (2005). *Jarak*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tumbuhan Obat UNAS.
- Fessenden & Fessenden. (1989). *Organic Chemistry*. California: Wadsworth, Inc.
- Hardjono Sastrohamidjojo. (1992). *Spektroskopi Inframerah*. Yogyakarta: Liberty.
- Hardjono Sastrohamidjojo. (2001). *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty.
- Hardjono S. dan Harno Dwi P. (2001). *Sintesis Senyawa Organik*. Yogyakarta: FMIPA-UGM.
- Harry H. Nazarudin. (2005). *Poliuretan Polimer Serba Bisa*. <http://www.chemistry.org/sect=artikel&ext=65> (diakses pada tanggal 5 November 2005).
- Hepburn C. (1969). *Polyurethane Elastomer*. London: Applied Science Publishers.
- H. Hardianto dan V.I. Mayorga. (2003). Pengaruh Larutan Kanji terhadap Pembengkakan dan Degradasi Poliuretan. *Prosiding Seminar Sehari 70 Tahun Noermansjoeriah Surdia*, ITB, Bandung, 4-19 – 4-23.
- Hong-Quan, X & J.S. Guo. (2000). Room Temperature Synthesis and Mechanical Properties Two Kinds of Elastomeric Interpenetrating Polymer Networks Based on Castor Oil, *European Plyner Journal*, **36**, 2271 – 2277.
- Karim, Th. (1994). Pengaruh Sinar Matahari terhadap Kerusakan Minyak Goreng. *Jurnal Kependidikan*. Lembaga Penelitian IKIP Yogyakarta.
- Kirk & Othmer. (1979). *Encyclopedia of Chemical Technology: Urethane Foam*. Vol 5. 23<sup>rd</sup>.ed. USA: John Wiley & Sons.
- Kroschwitz J. I. (1990). *Concise Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*. New York: John Wiley & Sons.
- Marlina. (2003). Studi Awal Pembuatan Film Poliuretan dari Minyak Biji Jarak (*Castor Oil*) dan 4,4-Difenilmetandiisosianat (MDI). *Prosiding Seminar Sehari 70 Tahun Noermansjoeriah Surdia*, ITB, Bandung, 4-57 – 4-62.
- Marlina, N.M Surdia. C.L Radiman dan S Achmad. (2004). Pengaruh Konsentrasi pada Proses Hidroksilasi Minyak jarak (Castor Oil) dengan/tanpa Proteksi Gugus Hidroksil. *Jurnal MIPA*, Vol. 36A, No.1, Hal. 33-43.

- Marlina. (2005). "Pemanfaatan Minyak Jarak (*Castor Oil*) Untuk Pembuatan Membran Poliuretan". *Disertasi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Institut Teknologi Bandung.
- Mashburn, L. E. et al. (2002), *Patent No. 20020192456*, <http://www.iisc.ernet.in>.
- Mayur Patel dan Bhikhu Suthar. (1987). "Interpenetrating Polymer Networks Based on Castor Oil". *Polymer Journal* (Vol. 20 No. 1). Hlm. 1-8.
- Patel, M and B. Suthar. (1988). Interpenetrating Polymer Networks Based on Castor Oil IX, *Polymer Journal*, **Volume 20 Number 1**, 1 -8.
- Richard, P. Wool. (2002). Composites from Soybean. *Tenth European Conference on Composite Material* (ECCM-10), Brugge, Belgium.
- Sandler, Stanley R. (1998). *Polymer Synthesis and Characterization A Laboratory Manual*. San Diego California: Academic Press.
- Sekizawa J. dan Greenberg M.M. (2000). "Diphenylmethane Diisocyanate". *Concise International Chemical Assessment Document 27*. Geneva: WHO.
- Silverstein, R.M, Bassler, G.C, dan Morrill, T.C. (1986). *Penyidikan Spektrometri Senyawa Organik*. Jakarta : Erlangga.
- S. Ketaren. (1986). *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: Penerbit UI, 247 – 268.
- Smook, Gary A.(1999). *Handbook for Pulp & Paper Technologists*, second edition, Angus Wilde Publications, Vancouver.
- Sri Handayani. (2005). "Penggunaan Asam Oleat Terhidroksilasi Sebagai Bahan Dasar Dalam Sintesis Poliuretan". *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta.
- Stevens, Malcolm S. (2001). *Kimia Polimer*. (Iis Sopyan Terjemahan). Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sudjadi. (1988). *Metode Pemisahan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Susinggih Wijana. (2005). *Mengolah Minyak Goreng Bekas*. Surabaya: Trubus Agrisarana.
- Tamami, B, S. Sohn, G.L. Wilkes. (2004). Incorporation of Carbondioxide into Soybean Oil and Subsequent Preparation and Studies of Nonisocyanate Polyurethane Networks. *Journal of Applied Polymer Science*, **Volume 92**, 883 – 891.

- Trost, B.T., Ian F and Steven, V.L. (1994). Comprehensive Organic Synthesis, Selective, Strategy, and Efficiency in *Modern Organic Chemistry*, **Volume 7**, Oxidation, Pergamon Press, USA.
- Ulrich, Henrie. (1982). Polyurethane. *Introduction to Industrial Polymer*, Hanser Publisher, New York, 83 – 88.
- V.S Praptowidodo. (2000). *Teknologi Pemrosesan Polimer*. Bandung: Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung.
- Wade Jr, L.G. (1987). *Organic Chemistry*. 4<sup>th</sup>.ed. USA: Prentice Hall International Inc.
- Warren, Stuart. (1992). *Sintesis Organik Pendekatan Diskoneksi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Woods, George. (1987). The Chemistry and Materials of Polyurethane Manufacture, *The ICI Polyurethanes Book*, John Wiley and Sons, New York, 27 – 39.
- Wood, George. (1987). Making Polyurethanes. *The ICI Polyurethanes Book*, John Wiley and Sons, New York, 7 – 16.

# PEWARISAN OBESITAS DALAM KELUARGA SEBAGAI BAHAN AJAR GENETIKA DASAR

Victoria Henuhili, Msi, dr. Tutiek Rahayu, Mkes, Yuliati, MKes  
Jurusan Pendidikan Biologi  
FMIPA UNY

## Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pewarisan obesitas dalam keluarga, sebagai salah satu kompetensi yang dikembangkan dalam mata kuliah Genetika Dasar, agar mahasiswa mampu menganalisis persoalan-persoalan pewarisan sifat makhluk hidup, khususnya pada manusia.

Penelitian bersifat deskriptif dengan rancangan *cross sectional*. Dilaksanakan pada keluarga yang mengalami obesitas dengan  $IMT \geq 25$ . Tahap berikut penelitian adalah penyusunan hand out tentang pewarisan sifat obesitas berbasis hasil penelitian. Populasi adalah keluarga penderita obesitas dengan  $IMT \geq 25$  yang bersedia menjadi responden penelitian, dengan syarat memiliki keluarga yang obesitas pada tiga generasi P, F1 dan F2. Teknik Sampling menggunakan *teknik purposive sampling*. Data yang dikumpulkan meliputi ; umur, jenis kelamin, berat badan dan tinggi badan. Tahap evaluasi hand out dilakukan uji kelayakan produk hand out yang dilakukan oleh mahasiswa pengguna produk hand out yang memberi masukan, meliputi tiga aspek : materi, penyajian materi dan bahasa & keterbacaan. Revisi produk hand out setelah mendapatkan masukan melalui angket semantik pada tahap uji kelayakan terbatas.

Hasil penelitian dari observasi dengan anggota keluarga obesitas menyimpulkan bahwa sifat gen obesitas adalah autosom dominan yang ekspresinya juga ada peranan faktor lingkungan. Dari hasil penelitian pewarisan obesitas telah dapat tersusun hand out yang dari hasil uji coba rata-rata dinyatakan dalam dalam katagori baik, untuk aspek Materi, Penyajian dan Bahasa & Keterbacaan.

**Kata Kunci :** faktor resiko dan pewarisan obesitas, bahan ajar

## A. Pendahuluan

Matakuliah Genetika Dasar pada umumnya merupakan matakuliah wajib pada fakultas atau jurusan . Salah satu kompetisi yang dikembangkan dalam perkuliahan ini adalah mahasiswa mampu menganalisis persoalan-persoalan pewarisan sifat pada makhluk hidup. Obyek yang dipelajari meliputi tumbuhan, hewan dan manusia. Hingga

saat ini untuk membahas persoalan pewarisan sifat pada manusia masih terkendala oleh terbatasnya buku sumber maupun journal hasil penelitian lokal yang mengangkat persoalan pewarisan penyakit degeneratif metabolik pada manusia. Hal ini mungkin terkait dengan sulitnya dan mahalnya biaya untuk menggunakan manusia sebagai obyek belajar genetika dibandingkan dengan obyek mikroorganisme, tumbuhan dan hewan.

Hakekat penyiapan bahan ajar selain memperhatikan karakteristik materi dan subyek belajar, juga diupayakan dapat mencakup semua obyek serta menyesuaikan dengan lingkup persoalan terkini yang ada tersedia di dekat atau di lingkungan sekitar. Perlu pengalaman empirik bagi mahasiswa agar konsep-konsep genetika yang mengedepankan proses sains dapat meningkatkan kualitas pembelajaran. Untuk mendapatkan bahan ajar dengan persoalan terkini dan berasal dari lingkungan setempat maka diperlukan dukungan hasil penelitian. Hasil identifikasi dari beberapa jenis penyakit degeneratif metabolik ternyata obesitas sangat potensial untuk diangkat dalam suatu penelitian dikaji dari aspek genetika dan selanjutnya hasilnya disusun menjadi bahan ajar. Bahan ajar berbentuk hand-out memberi kontribusi nyata dalam hal penghematan waktu dan memposisikan dosen sebagai fasilitator sehingga diharapkan proses pembelajaran atau perkuliahan lebih efisien dan efektif.

Obesitas merupakan keadaan tubuh yang ditandai dengan adanya kelebihan berat badan seseorang dan keadaan ini bisa sebagai ancaman bagi kesehatan, karena dapat memicu munculnya berbagai gangguan kesehatan yang ke depan dapat mengganggu produktifitas kerja serta menurunkan kualitas sumber daya manusia. Hasil survey kesehatan rumah tangga di Indonesia tahun 2001 menunjukkan hasil prevalensi obesitas atau gemuk sekali dengan Indeks Masa Tubuh (IMT)  $\geq 30$  mencapai 3,7% wanita dan 1,1% laki-laki untuk kelompok umur 15 – 65 tahun. (Misnadiarly, 2007)

Beberapa penelitian obesitas lebih memfokuskan kejadian tersebut dengan potensi gangguan penyakit yang ditimbulkannya. Adapun kejadian obesitas ditinjau dari faktor resiko dan pewarisan sifat / genetik belum banyak diteliti. Padahal konsep tersebut sangat diperlukan untuk membahas salah satu pokok bahasan pada perkuliahan Genetika Dasar. Melalui persoalan-persoalan yang langsung dapat diobservasi pada masyarakat sekeliling subyek belajar, maka diharapkan mahasiswa subyek belajar akan

memperoleh pengalaman empirik yang sangat berharga untuk memecahkan persoalan sehari-hari menggunakan konsep pewarisan sifat pada manusia. Dengan disusunnya hand-out dapat membuat perkuliahan efektif dan efisien, lebih berkualitas proses perkuliahannya, serta lebih bermakna bagi mahasiswa.

Bertitik tolak dari fenomena tersebut di atas dan untuk dapat mengatasi kendala tersebut, maka sangat diperlukan penelitian penyusunan bahan ajar berbasis penelitian tentang faktor resiko dan pewarisan sifat pada manusia melalui kasus obesitas. Pemanfaatan bahan ajar berbasis hasil penelitian tentang faktor resiko dan pewarisan sifat pada manusia karena adanya kendala belum tersedianya hasil penelitian yang dibutuhkan, maka perlu segera dicarikan alternatif jalan keluarnya. Dari berbagai sumber pustaka dan journal hasil penelitian saat ini kebanyakan masih mengedepankan contoh-contoh persoalan yang obyeknya tumbuhan dan hewan. Selain terbatasnya obyek manusia dalam pewarisan sifat, juga sumber-sumber tersebut banyak menyajikan contoh persoalan dari lingkungan luar Indonesia dan belum memfokuskan pada obyek dan persoalan-persoalan aktual yang kesehariannya ada di dekat atau di sekeliling mahasiswa. Pola pewarisan penyakit degeneratif metabolik seperti obesitas belum banyak dibahas di berbagai buku dan journal hasil penelitian sebagai contoh persoalan dalam pokok bahasan tersebut. Terbatasnya bahan ajar tersebut dapat menyulitkan mahasiswa karena konsep yang ditemukan kurang komprehensif.

Obesitas merupakan salah satu kelainan metabolik di dalam tubuh berupa akumulasi lemak tubuh yang berlebihan, yang ditandai dengan adanya kelebihan berat badan seseorang. Kegemukan atau obesitas merupakan masalah kesehatan yang banyak ditemui di seluruh dunia. Seseorang dikatakan obesitas bila batas ambang IMT sebagai berikut :

<b>Kategori</b>		<b>IMT</b>
Kurus	Kekurangan berat badan tingkat berat	< 17,0
	Kekurangan berat badan tingkat ringan	17,0 – 18,4
N o r m a l		18,5 – 25,0
Gemuk	Kelebihan berat badan tingkat ringan	25,1 – 27,0

	Kelebihan berat badan tingkat berat	> 27,0
--	-------------------------------------	--------

Menurut Misnadiarly (2007) ada beberapa faktor yang diketahui merupakan penyebab timbulnya obesitas pada seseorang, yaitu : umur, jenis kelamin, tingkat sosial, aktifitas fisik, kebiasaan makan, faktor psikologis dan faktor genetis. Secara garis besar obesitas dapat disebabkan oleh faktor eksternal maupun internal (<http://id.wikipedia.org/wiki/Diet>, <http://id.wikipedia.org/wiki/Obesitas>).

Obesitas yang disebabkan oleh faktor-faktor di luar tubuh, misalnya keinginan makan yang berlebihan dan faktor emosi. Beberapa ahli menilai bahwa kebiasaan hidup dan pola makan merupakan faktor yang penting dalam mempengaruhi berat badan. Seseorang dapat dengan mudah menurunkan berat badannya tanpa perlu mengkonsumsi obat-obatan pembakar lemak dan semacamnya dengan meningkatkan aktivitas fisik serta mengurangi asupan makanan ke dalam tubuhnya. Jika kalori masuk lebih besar dari kalori keluar, maka sisa kalori akan disimpan di dalam tubuh. Jika kalori masuk lebih sedikit dari kalori yang keluar, maka simpanan kalori yang berupa lemak akan digunakan untuk menutupi defisit energi.

Faktor Internal yang bertanggung jawab terhadap massa tubuh adalah suatu faktor yang tidak dapat dikendalikan secara sadar oleh orang-orang yang bersangkutan, yaitu diantaranya faktor genetik. Ada beberapa gen yang berperan sebagai penyebab obesitas, yaitu gen *INSIG2*, bertanggung jawab dalam menghambat sintesis [asam lemak](#) dan [kolesterol](#), gen *FTO* yang terdapat pada [kromosom 16](#) manusia, aktif di hypothalamus, satu bagian otak yang penting dalam pengendalian rasa lapar, dan gen lain yang juga penting adalah gen Obesitas, menyandi protein leptin, yaitu hormon yang diproduksi oleh adiposit (sel lemak), gen ini terdapat pada kromosom ke 7. Hormon ini mengontrol nafsu makan serta mengatur proses pembakaran lemak dalam tubuh. Leptin dikeluarkan ke dalam peredaran darah. Saat leptin mengikat reseptor leptin yang berada di otak, terjadi proses penghambatan pengeluaran *neuropeptida Y*, yang berpengaruh pada peningkatan nafsu makan. Bila tidak ada leptin nafsu makan menjadi tidak terkontrol.

Gangguan metabolisme lemak dan karbohidrat berhubungan dengan terjadinya kegemukan diperkirakan karena aktifitas Lipoprotein lipase (LPL), yaitu enzim yang terdapat pada dinding sel lemak yang ikut menentukan kecepatan peningkatan cadangan lemak dalam sel-sel lemak. Pada orang obesitas diduga aktifitas LPL jaringan lemak meningkat (Laurentia, 2004).

*Glycemic Index* (GI) berhubungan dengan makanan yang mengandung karbohidrat yang nantinya akan diurai menjadi glukosa sebagai sumber energi. Penyerapan glukosa ke dalam darah menyebabkan kadar gula di dalam darah meningkat (*hiperglycemia*), dapat menyebabkan daya tahan pankreas menurun dan tidak berfungsi normal. Akibatnya, pada saat tubuh mengkonsumsi makanan *glycemia* tinggi, pankreas memproduksi insulin dalam jumlah yang sangat berlebihan (*hyperinsulinism*) dan kadar glukosa di dalam darah jatuh dibawah kadar normal. Tubuh akan cepat merasa lapar dan ada kecenderungan untuk mengkonsumsi makanan kembali. Apabila hal ini terulang terus menerus, timbunan lemak akan semakin menumpuk, menjadi abnormal dan menyebabkan obesitas. (<http://www.tropicanaslim.com/health-info-obesitas2.html>).

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan pewarisan sifat gen obesitas dalam keluarga dan menyusun hand-out untuk perkuliahan Genetika Dasar pokok bahasan pewarisan sifat obesitas dalam keluarga yang berbasis hasil penelitian dari muatan lokal.

## **B. Metode Penelitian**

Penelitian ini bersifat deskriptif dengan rancangan *cross sectional* (Watik Pratiknya, 1993). Penelitian dilaksanakan pada keluarga yang mengalami obesitas dengan  $IMT \geq 25$ . Untuk tahap berikutnya penyusunan hand out tentang pewarisan sifat obesitas berbasis hasil penelitian tersebut di atas.

Populasi adalah keluarga dari penderita obesitas dengan  $IMT \geq 25$  yang bersedia menjadi responden penelitian. Sampel adalah keluarga dari penderita obesitas dengan  $IMT \geq 25$  yang bersedia menjadi responden penelitian dengan syarat memiliki keluarga yang obesitas pada tiga generasi P, F1 dan F2. Sampel sejumlah lima keluarga masing-masing tiga generasi. Teknik Sampling menggunakan *teknik purposive sampling*.

Data karakteristik responden dari P, F1 dan F2 yang dikumpulkan meliputi : umur, jenis kelamin, berat badan dan tinggi badan. Seleksi materi berdasarkan fakta dan konsep yang diperoleh dari hasil penelitian pewarisan obesitas untuk penyusunan hand out perkuliahan Genetika Dasar.

Tahap evaluasi hand out yaitu dengan melakukan uji kelayakan produk hand out yang dilakukan oleh mahasiswa pengguna produk hand out yang memberi masukan kepada hand out yang telah tersusun, meliputi tiga aspek, materi, penyajian materi, bahasa dan keterbacaan. Revisi produk hand out dilakukan setelah mendapatkan masukan melalui angket semantik pada tahap uji kelayakan terbatas seperti tersebut di atas.

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Instrumen untuk mengungkap faktor resiko obesitas dan pewarisannya pada tiga generasi menggunakan angket
- b. Instrumen batas ambang IMT untuk menentukan katagori obesitas menurut DepKes RI 1998

Untuk uji coba penyusunan hand out perkuliahan genetika dasar menggunakan instrumen uji kelayakan yang berupa angket meliputi empat aspek yang dimodifikasi dari Standard Penelitian Buku Pelajaran Sains (Depdiknas, 2003)

Analisis data menggunakan analisis deskriptif yang dihitung secara kuantitatif dengan prosentase. Analisis data skor bahan ajar menggunakan langkah sebagai berikut :

- a. Pengubahan nilai kualitatif menjadi kuantitatif dengan ketentuan, SK (sangat kurang) = 1, K (kurang) = 2, B (baik) = 3, SB (sangat baik) = 4
- b. Rekapitulasi penilaian dari mahasiswa pengguna hand out Genetika Dasar
- c. Pengubahan nilai setiap kriteria keseluruhan soal latihan menjadi nilai kualitatif yang dihitung dari harga *Mean ideal* dan standard deviasi

### **C. Hasil Penelitian dan Pembahasan**

Hasil antropometri BB dan TB dan Indeks Masa Tubuh (IMT) dari individu obesitas dalam keluarga dapat dilihat pada tabel 1 sampai dengan tabel 5

Tabel 1. Hasil Pengukuran TB dan BB pada Individu Obesitas di Keluarga 1

Urutan dalam keluarga	Jenis Kelamin	Kode Pedigri *)	TB (m)	BB (kg)	IMT
Nenek	Perempuan	I.1	1,56	68	27,9
Kakek	Laki-laki	I.2	1,67	80	28,7
Anak 1	Perempuan	II.2	1,56	68	27,9
Anak 2	Laki-laki	II.3	1,62	72	27,4
Anak 3	Perempuan	II.6	1,59	69	27,3
Anak 4	Perempuan	II.7	1,58	69	27,6
Anak 5	Perempuan	II.9	1,59	70	27,7
Cucu1	Perempuan	III.1	1,55	65	27,1
Cucu2	Laki-laki	III.2	1,48	61	27,8
Cucu 3	Perempuan	III.3	1,40	54	27,6
Cucu 5	Perempuan	III.5	1,56	66	27,1
Cucu 6	Perempuan	III.6	1,40	56	28,6

\*) Keterangan : Kode pedigri lihat pada gambar Analisis Pedigri

Tabel 2. Hasil Pengukuran TB dan BB pada Individu Obesitas di Keluarga 2

Urutan dalam keluarga	Jenis Kelamin	Kode Pedigri *)	TB (m)	BB (kg)	IMT
Nenek	Perempuan	I.1	1,52	64	27,7
Anak 1	Perempuan	II.1	1,60	70	27,3
Anak 3	Perempuan	II.5	1,55	65	27,1
Cucu	Perempuan	III.3	1,56	66	27,1

\*) Keterangan : Kode pedigri lihat pada gambar Analisis Pedigri

Tabel 3. Hasil Pengukuran TB dan BB pada Individu Obesitas di Keluarga 3

Urutan dalam keluarga	Jenis Kelamin	Kode Pedigri *)	TB (m)	BB (kg)	IMT
Nenek	Perempuan	I.1	1,56	78	32,1
Menantu 1	Perempuan	II.1	1,62	72	27,4
Anak 4	Perempuan	II.7	1,58	70	28,0

Anak 5	Laki-laki	II.9	1,80	90	27,8
Anak 6	Perempuan	II.11	1,64	90	33,5
Cucu 2	Perempuan	III.2	1,52	64	27,7
Cucu 8	Laki-laki	III.8	1,12	34	27,1

\*) Keterangan : Kode pedigri lihat pada gambar Analisis Pedigri

Tabel 4. Hasil Pengukuran TB dan BB pada Individu Obesitas di Keluarga 4

Urutan dalam keluarga	Jenis Kelamin	Kode Pedigri *)	TB (m)	BB (kg)	IMT
Nenek	Perempuan	I.1	1,54	70	29,5
Anak 2	Perempuan	II.3	1,50	70	31,1
Anak 4	Perempuan	II.7	1,49	68	30,6
Anak 5	Perempuan	II.9	1,50	68	30,2
Cucu 11	Laki-laki	III.11	1,70	83	28,7

\*) Keterangan : Kode pedigri lihat pada gambar Analisis Pedigri

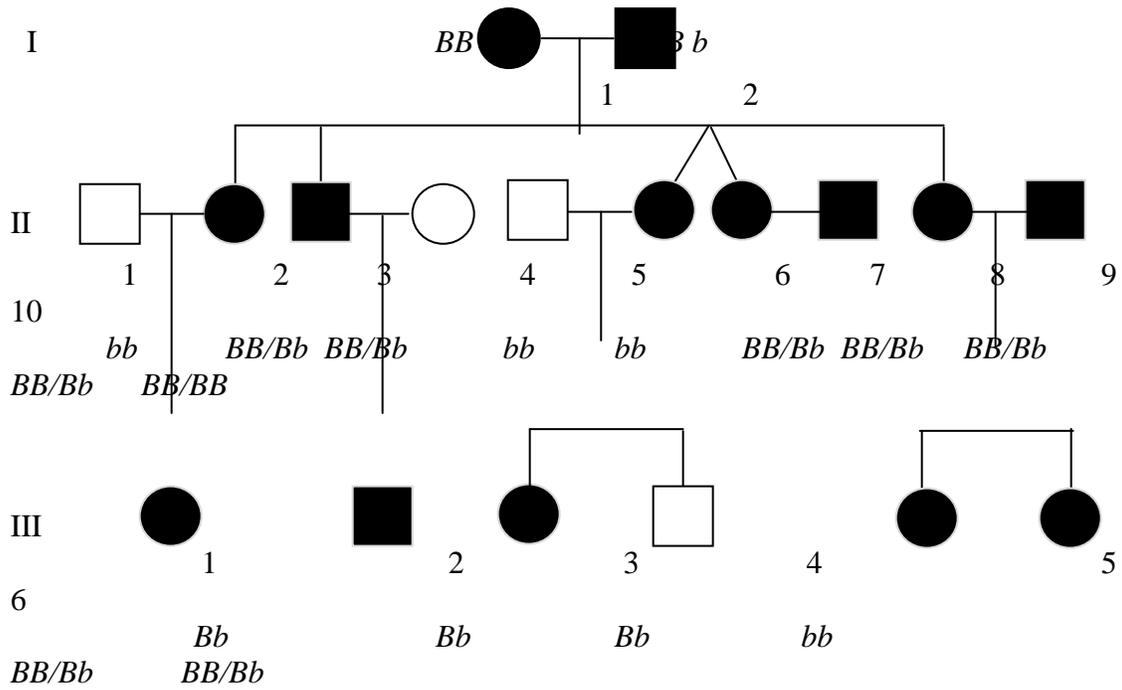
Tabel 5. Hasil Pengukuran TB dan BB pada Individu Obesitas di Keluarga 5

Urutan dalam keluarga	Jenis Kelamin	Kode Pedigri *)	TB (m)	BB (kg)	IMT
Kakek	Laki-laki	I.2	1,68	85	30,1

\*) Keterangan : Kode pedigri lihat pada gambar Analisis Pedigri

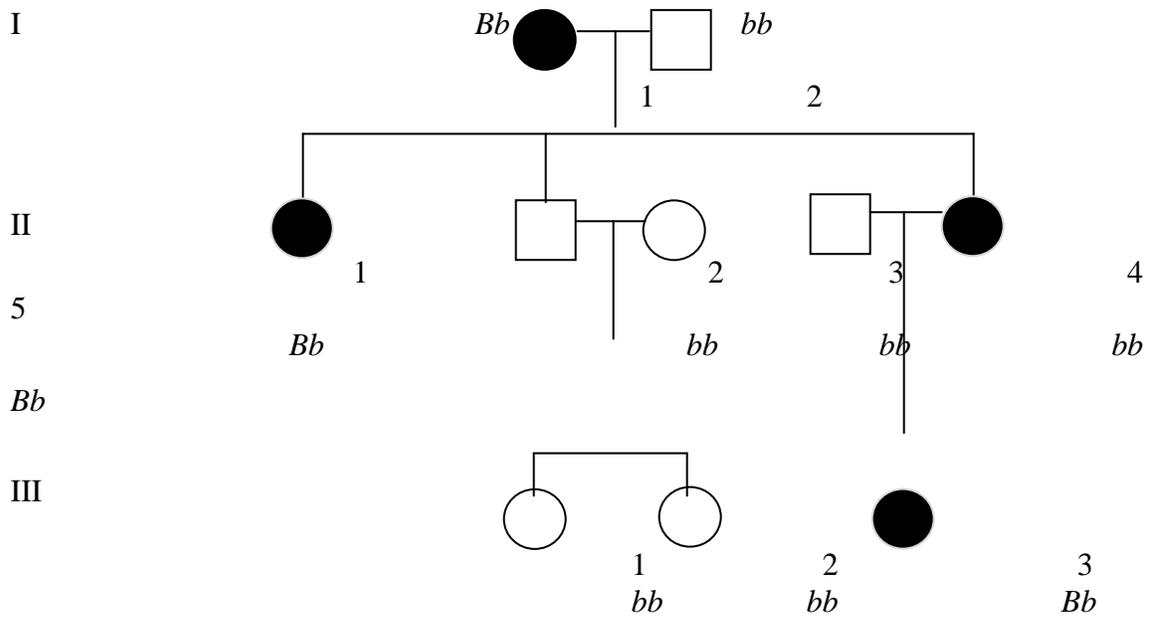
Analisis pewarisan sifat obesitas dalam keluarga dapat dilihat pada pedigri gambar 1 sampai dengan gambar 5.

### 1. Keluarga 1



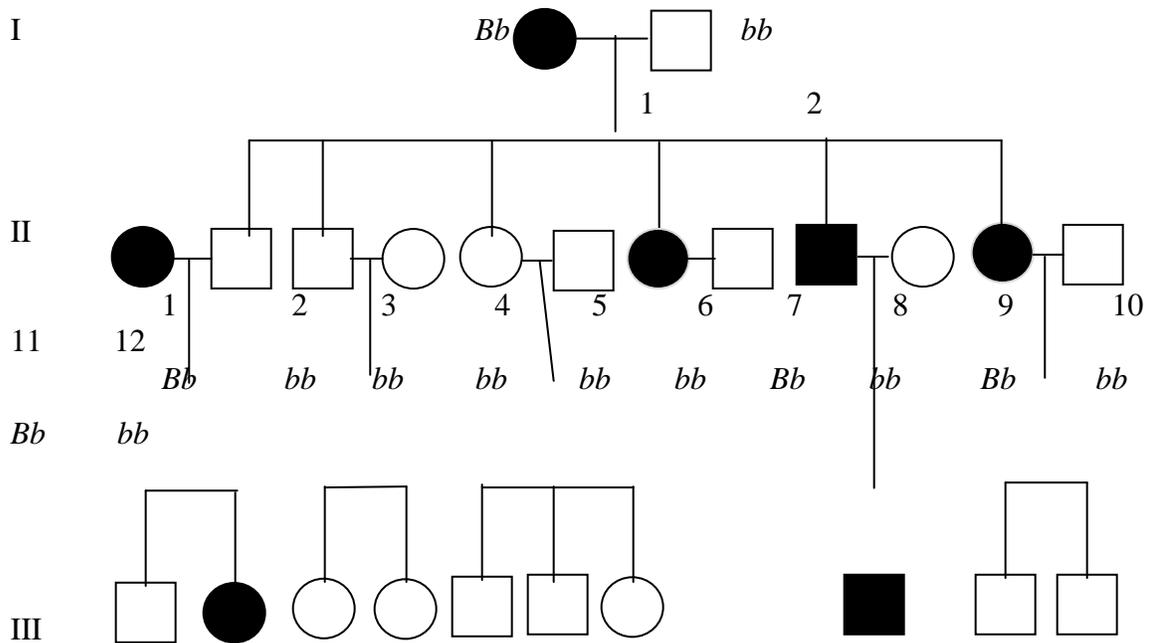
Gambar 1. Peta Silsilah Keluarga 1

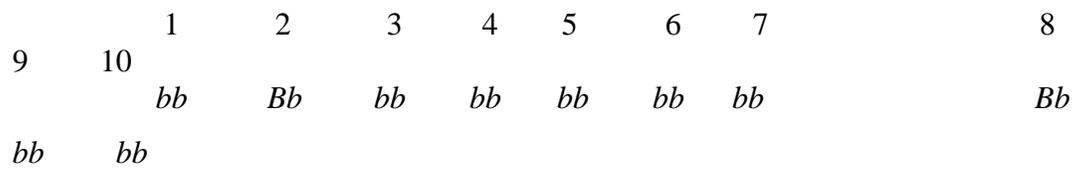
## 2. Keluarga 2



Gambar 2. Peta Silsilah Keluarga 2

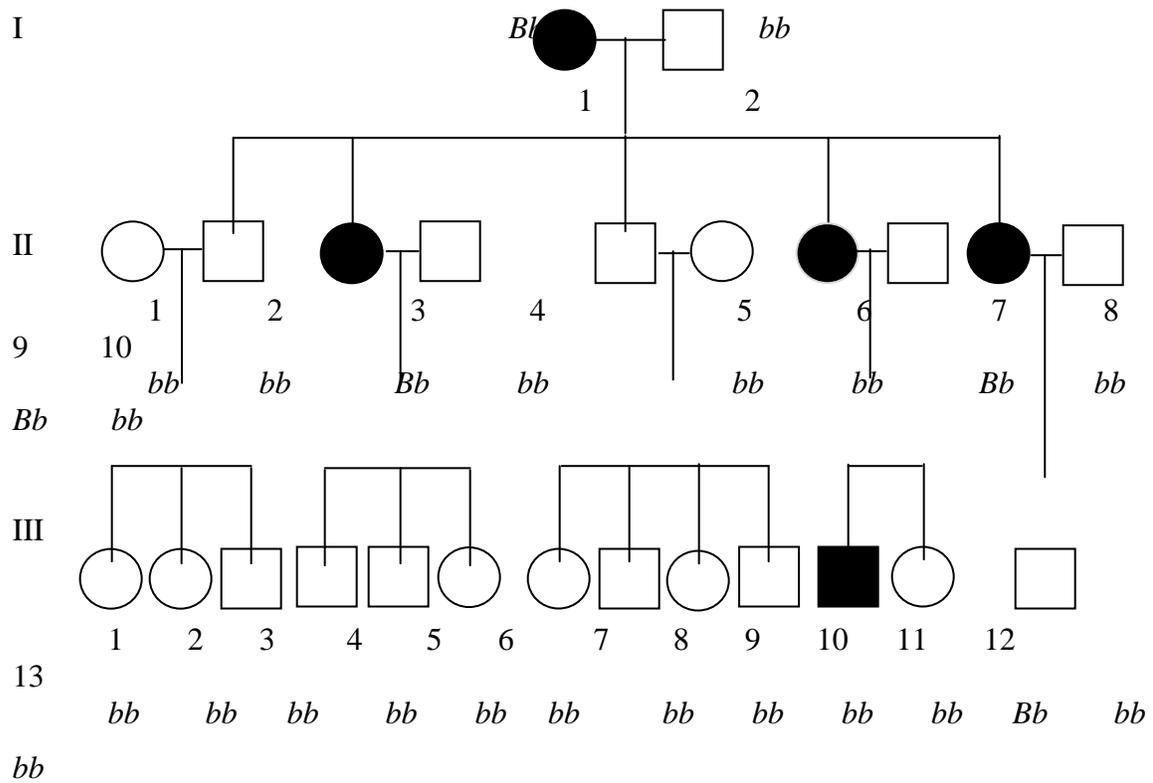
## 3. Keluarga 3





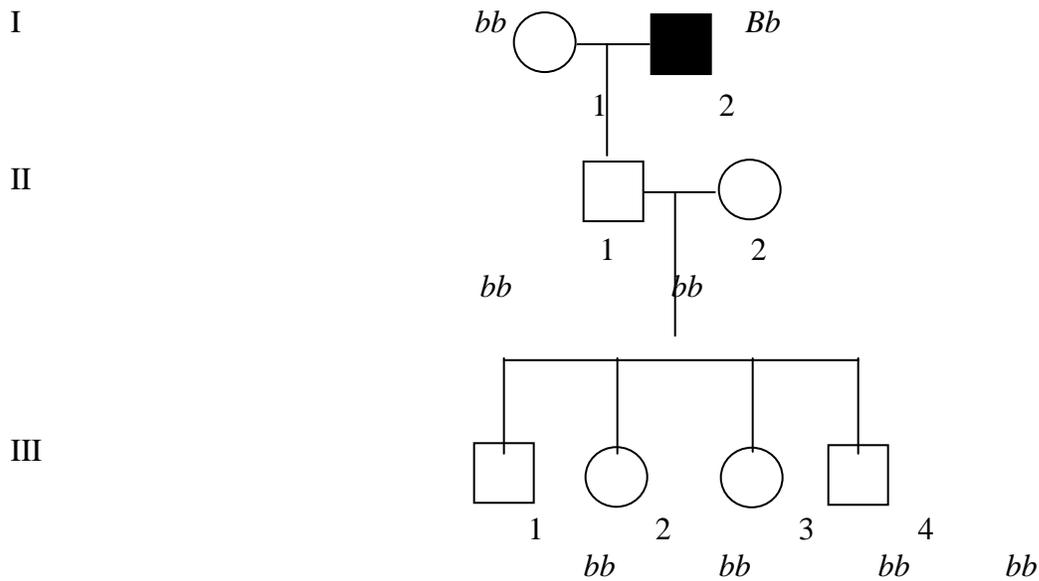
Gambar 3. Peta Silsilah Keluarga 3

**4. Keluarga 4**



Gambar 4. Peta Silsilah Keluarga 4

## 5. Keluarga 5



Gambar 5. Peta Silsilah Keluarga 5

Keterangan untuk simbol-simbol pada gambar pedigree adalah sebagai berikut :

Keterangan :

■ = Laki-laki

● = Wanita obesitas

●● = kembar wanita obesitas

□ = Laki-laki normal

○ = Wanita normal

Hasil uji coba hand out dari hasil penelitian pewarisan obesitas dalam keluarga sebagai bahan ajar mata kuliah Genetika Dasar dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Ujicoba Handout Pada 10 mhsw Jurdik Biologi FMIPA UNY

No	Aspek	Jumlah skor pilihan					Katagori	Keterangan (jmlh kriteria)
		SK	K	C	B	SB		
1	Materi	0	2	135	456	200	Baik	20
2	Penyajian	0	12	66	276	115	Baik	12
3	Bahasa & Keterbacaan	0	12	54	212	15	Baik	8

Mencermati tabel 6 di atas ke 3 aspek dari handout Pewarisan MK Genetika Dasar pada 10 mhsw Jurdik Biologi FMIPA UNY yang mencakup aspek Materi, Penyajian dan Bahasa dan Keterbacaan, ketiga-tiganya berada secara keseluruhan adalah pada katagori baik. Namun ada saran-saran dari para mahasiswa tentang tampilan handout yaitu perlu ditambah gambar-gambar yang mendukung agar lebih menarik. Bahasa asing perlu diperjelas khususnya kalimat-kalimat yang susah dipahami . Informasi yang disajikan dan contoh-contoh kurang banyak. Tampilan eksternal buku, yaitu cover dan penjiilidan kurang menarik. Diagram pedigree perlu diberi penjelasan ringkas, namun secara keseluruhan para mahasiswa menyatakan bahwa handout tersebut sangat jelas konsep-konsep tentang pewarisan sifat obesitas pada 3 generasi

Hasil analisis tanggapan 10 mahasiswa tentang materi kualitas hand out hasil penelitian pewarisan obesitas dalam keluarga sebagai bahan ajar mata kuliah Genetika Dasar, ada 18 dari 20 item (90%) pada umumnya dalam katagori baik. . Adapun 2 item dari 20 item (10%) untuk kriteria keakuratan materi yaitu kebenaran konsep yang disajikan dan criteria sifat materi yang dapat mengembangkan ketrampilan dan kemampuan berfikir khususnya pengembangan kreatifitas berada pada katagori sangat baik. Hal itu sesuai dengan karakteristik untuk syarat bahan ajar antara lain menimbulkan minat baca dan struktur berdasarkan kebutuhan mahasiswa dan kompetensi akhir yang akan dicapai, serta memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk berlatih (Ismaniati, 2006)

Dari aspek penyajian hand out, ada 3 item dari 12 Item (25%) yaitu, Penjelasan Materi, Upaya menarik minat membaca dan Gambar sesuai konsep dinyatakan dalam katagori sangat baik . Adapun 1 item (8,33%), yaitu saduran, cuplikan dan kutipan mencantumkan sumbernya dengan jelas untuk kriteria memperhatikan kode etik dan hak cipta dinyatakan dalam katagori cukup, artinya item tersebut perlu menjadi perhatian untuk diperbaiki. Kriteria lainnya untuk aspek penyajian handout dinyatakan dalam katagori baik.

Dari aspek kualitas hand out, hasil analisis tanggapan dari 10 mahasiswa ternyata untuk aspek bahasa dan keterbacaan hand out pewarisan sifat semua item pada semua kriteria dari 8 item (100%) dinyatakan katagori baik

Berdasarkan data hasil observasi pada keluarga-keluarga dengan anggota keluarga obesitas dapat disimpulkan bahwa, sifat gen obesitas tersebut autosom dominan karena menunjukkan ciri-ciri sifat gen tersebut, yaitu :

1. Fenotip gen tersebut terekspresi pada individu-individu yang ada di setiap generasi
2. Pewarisan gen tersebut dari orang tua, ayah atau ibu, dapat diwariskan pada anaknya baik perempuan maupun laki-laki, dilihat dari ekspresi gen tersebut pada obesitas anak-anaknya. Dengan kata lain, sifat gen tersebut bukan gen terpaut Kromosom X.
3. Keturunan normal dari orang tua obesitas, baik dari ayah atau ibu atau keduanya, yang kawin dengan pasangan normal, mempunyai keturunan yang normal juga. Kemungkinan mempunyai keturunan obesitas dapat terjadi apabila kawin dengan pasangan yang obesitas.

Berdasarkan data analisis pedigri keluarga 1-4 terlihat bahwa orang tua yang keduanya obesitas ada kecenderungan punya anak yang obesitas juga. Hal ini terlihat pada keluarga 1 generasi I dimana kedua orang tua obesitas mempunyai 5 anak semua obesitas. Fakta di atas sesuai dengan penelitian Misnadiarly (2007) yang menyatakan bahwa hasil perkawinan dari dua orang tua yang obesitas semua menghasilkan keturunan 80 % obesitas. Sedangkan kalau hanya salah satu orang tuanya yang obesitas, maka anak-anaknya kira-kira 40-50 % akan menjadi obesitas. Hasil penelitian ini mendukung pendapat tersebut . Hal itu terbukti pada fakta keluarga 1 generasi II , keluarga 2 generasi I dan II ; keluarga 3 generasi I dan II serta keluarga 4 generasi I dan II.

Fakta pada keluarga 4 generasi II dan keluarga 5 generasi I menunjukkan ada perkawinan antara individu obesitas dengan individu normal mendapatkan anak yang

normal semua. Keadaan ini mungkin individu-individu tersebut membawa gen obesitas yang tak terekspresi karena tidak didukung lingkungan, atau kemungkinan dalam keadaan heterozigot, sehingga yang diturunkan bukan gen obesitas, atau individu-individu tersebut memang betul-betul normal karena memang tidak membawa gen obesitas.

Gen obesitas yang tidak terekspresi kemungkinan karena adanya aktifitas fisik dan pengaturan kebiasaan makan berlebihan . Berdasarkan angket aktifitas fisik yang mereka lakukan untuk menurunkan berat badan adalah melakukan olah raga kebugaran tubuh. Pencegahan asupan nutrisi berlebih juga mereka lakukan dengan makan makanan yang tidak manis (*GI* rendah dan tidak terlalu banyak mengandung lemak).

Hasil uji coba hand out kepada 10 mahasiswa yang pernah mengikuti mata kuliah Genetika Dasar menunjukkan bahwa hand out dengan pokok bahasan Pewarisan Sifat dapat digunakan sebagai bahan ajar, karena mempunyai karakteristik di dalamnya, antara lain : menimbulkan minat baca, disusun berdasarkan pola belajar yang fleksibel, struktur berdasarkan kebutuhan siswa dan kompetensi akhir yang akan dicapai, memberikan kesempatan mahasiswa untuk berlatih dsb (<http://akhmadsudrajat.wordpress.com-bahan-ajar/>).

#### **D. Kesimpulan**

Berdasarkan data hasil observasi pada keluarga-keluarga dengan anggota keluarga obesitas dapat disimpulkan :

1. Sifat gen obesitas adalah autosom dominan dan ekspresi gen tersebut dapat juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan fisik ataupun asupan nutrisi
2. Hand out pokok bahasan Pewarisan Sifat Obesitas untuk perkuliahan Genetika Dasar telah tersusun dan hasil uji coba dinyatakan rata-rata dalam katagori baik untuk aspek Materi, Penyajian dan Bahasa & Keterbacaan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 1998, *Panduan Recall Diet*, Jakarta DepKes RI
2. Diana Elizabeth Waturangi, 2004, *Kegemukan Yang Membahayakan*, diakses dari <http://www.atmajaya.ac.id/contentasp>. 7 Oktober 2008 jam 13,00
3. Hartl, L. Daniel, 1991, *Basic Genetics*. 2<sup>nd</sup>. Ed. United State of America Boston: Jones and Bartlett Publishers.
4. Ismaniati, 2006, *Pengembangan Program Pembelajaran*, Yogyakarta, FIP UNY
5. Jenny Hidayat dan Mohammad Kartono Ichwani, 2006, *Peranan Leptin dan Obesitas*, Majalah Kedokteran Damianus. Volume 5 No : 1
6. Laurentia, 2004, *Obesitas dan Pelaksanaan Diet*. *Media Litbang Kesehatan* (Vol. XIV No. 1 Tahun 2004). Hlm. 60-65.
7. Misnadiarly, 2007, *Obesitas Sebagai Faktor resiko Beberapa Penyakit*, Jakarta, Pustaka Obor Popular
8. Nuryani Y. Rustaman, 2003, *Strategi Belajar Mengajar Biologi*, Bandung, Jurdik Biologi FMIPA, UPI

**APLIKASI SOFTWARE COURSE LAB V.2.4  
UNTUK IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN  
INTERACTIVE PROBLEM SOLVING  
PADA MATA KULIAH MATEMATIKA**

Nuryadin Eko Raharjo, M.Pd  
Dosen Fakultas Teknik UNY

**Abstrak**

Rendahnya akselerasi pemahaman mahasiswa pada mata kuliah Matematika di Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY diindikasikan akibat rendahnya daya tangkap dan rendahnya frekuensi belajar mahasiswa. Oleh karena itu pembelajaran *interactive problem solving* dengan *software CourseLab V.2.4* yang dapat dipergunakan oleh mahasiswa secara mandiri merupakan solusi yang perlu diuji melalui penelitian. Tujuan penelitian ini adalah : (1) untuk memperoleh desain media pembelajaran Interaktif yang cocok dalam implementasi model pembelajaran *Interactive Problem Solving* pada mata kuliah matematika, (2) menganalisa kendala dan solusinya pada implementasi dipembelajaran, (3) menganalisa implementasi model pembelajaran *Interactive Problem Solving* pada mata kuliah matematika dalam kaitannya dengan peningkatan prestasi belajar mahasiswa.

Kegiatan penelitian ini akan dilakukan dengan tindakan kelas melalui tahapan-tahapan sebagai berikut: (1) Desain permasalahan yang akan diberikan kepada mahasiswa, (2) rancang bangun media interactive, (3) Validasi tim ahli, (4) implementasi pembelajaran interactive problem solving dengan CourseLab V.2.4, (5) monitoring dan evaluasi, (6) refleksi dan revisi (7) implementasi pembelajaran pada siklus berikutnya. Penelitian ini dilaksanakan selama empat bulan sejak Agustus 2009 sampai November 2009 dengan mengambil lokasi di Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY. Subyek penelitian ini adalah mahasiswa mata kuliah Matematika yang diampu oleh peneliti. Analisa data yang digunakan adalah dengan statistik deskriptif.

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa: (1) Desain Media Pembelajaran dengan software courselab versi 2.4 berupa quis yang sesuai untuk implementasi model pembelajaran *Interaktif Problem Solving* adalah: tingkat kesulitan dibuat dalam tataran cukup, alokasi waktu diterapkan untuk pertanyaan secara keseluruhan tanpa diperinci dengan alokasi waktu untuk tiap-tiap soal, kunci jawaban tidak perlu ditampilkan, bentuk soal dibuat bervariasi,(2) untuk mengatasi kendala dalam implementasi media interaktif maka : software dipublish terlebih dahulu menjadi bentuk html, aplikasi browser yang digunakan untuk menjalankan media pembelajaran ini diatur tingkat keamanannya (security setting) pada tingkat rendah, (3) Penggunaan media courselab V

2.4 pada model pembelajaran *interaktif problem solving* terbukti dapat meningkatkan prestasi belajar mahasiswa.

**Kata kunci :** *Interactive problem Solving*, Course Lab, Matematika.

## **A. Pendahuluan**

Sumber daya manusia (SDM) yang berkualitas tinggi sangat dibutuhkan dalam peran pembangunan bangsa Indonesia. Banyak faktor yang berpengaruh dalam menciptakan SDM tersebut, dimana salah satu faktor yang kontribusinya dinilai strategis pada proses pembelajaran. Perkembangan ilmu, teknologi dan seni (IPTEKS) menuntut peningkatan proses pembelajaran yang berkelanjutan serta pemuktahiran pilihan keterampilan yang relevan dengan kebutuhan peserta didik di masa mendatang. Dalam bidang psikologi belajar sangat ditekankan usaha untuk mengaktifkan struktur kognitif peserta didik agar dapat membangun makna dari apa yang dipelajari. Dengan usaha tersebut diharapkan dapat meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar.

Fakultas Teknik UNY sebagai bagian dari LPTK senantiasa berusaha menciptakan SDM yang berkualitas tinggi melalui berbagai upaya. Salah satunya adalah dengan meningkatkan inovasi-inovasi dalam pembelajaran. Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan sebagai sub sistem dari FT senantiasa juga melakukan inovasi pada pembelajarannya. Salah satu mata kuliah yang mendasari dan mendukung semua perkuliahan di bidang Teknik Sipil adalah Mata Kuliah Matematika yang berisi tentang dasar-dasar matematika yang dipakai dalam aplikasi Teknik Sipil. Dari observasi awal diketahui bahwa Indeks Prestasi mahasiswa pada mata kuliah Matematika masih di bawah standar minimal yaitu baru mencapai 2,8.

Selama ini pelaksanaan perkuliahan Matematika di Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan masih cenderung bersifat teoritik, kurang aplikatif. Dosen memberikan ceramah yang berisi teori kemudian dilanjutkan dengan contoh soal yang diselesaikan di papan tulis. Guna meningkatkan pencapaian kompetensi mahasiswa di bidang matematika tersebut perlu dicoba implementasi model pembelajaran yang tidak hanya menitik beratkan pada penyampaian teori, tetapi lebih kepada aplikasi pemecahan masalah. Salah satu model pembelajaran yang diduga cocok untuk diterapkan pada mata

kuliah matematika yang menitik beratkan pada pemecahan masalah adalah model pembelajaran *Problem Solving*. Agar mahasiswa dapat mengerjakan soal sekaligus mengetahui hasil pengerjaannya apakah benar atau salah maka perlu dirancang model *Interactive Problem Solving*. Dalam model ini mahasiswa dapat memanfaatkan media interaktif untuk memecahkan masalah yang diberikan oleh dosen. Media interaktif yang dimaksud dibuat dengan *software* komputer. Dengan demikian mahasiswa dapat belajar dengan memanfaatkan *software* interaktif tersebut yang dapat dijalankan dikomputer mahasiswa sesuai dengan kecepatan pemahaman masing-masing mahasiswa yang cenderung heterogen.

Permasalahan-permasalahan yang muncul dalam implementasi model pembelajaran *Interactive Problem Solving* pada mata kuliah matematika dengan menggunakan *software course lab* antara lain: (1) bagaimana desain media pembelajaran dengan *software* komputer untuk implementasi model pembelajaran *Interaktif Problem Solving*? (2) apa kendala dalam implementasi model pembelajaran *Interactive Problem Solving* pada mata kuliah matematika serta bagaimana solusinya? (3) apakah dengan menerapkan model pembelajaran *Interactive Problem Solving* akan dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam mencapai kompetensi Mata Kuliah Matematika?

Pembelajaran interkatif adalah pembelajaran yang melibatkan interaksi-interaksi baik antar mahasiswa, mahasiswa dengan dosen, mahasiswa dengan lingkungan atau bahan pembelajaran lainnya. Interaksi adalah elemen substansial dari suatu aktivitas pembelajaran. Interaksi, khususnya bagi mahasiswa, harus diciptakan dan diberi peluang seluas-luasnya sehingga tujuan pembelajaran yang dikehendaki (khususnya oleh mahasiswa) dapat tercapai melalui suatu proses interaksi tertentu (Soegeng Toekio, 2006). Dalam hal ini media yang dipergunakan untuk menjembatani pembelajaran interaktif adalah *software CourseLab v2.4*.

### **1. Pembelajaran *problem solving***

Munurut Polya terdapat dua jenis permasalahan yaitu masalah untuk menemukan dan masalah untuk membuktikan. Masalah untuk menemukan, dapat teoritis atau praktis, abstrak atau konkret, termasuk teka-teki. Masalah untuk membuktikan adalah untuk

menunjukkan bahwa suatu pertanyaan itu benar atau salah atau tidak kedua-duanya (Hudojo, 2003:150).

Sukoriyanto (2001:103) menjelaskan bahwa penyelesaian masalah merupakan proses dari menerima tantangan dan usaha-usaha untuk menyelesaikannya sampai memperoleh penyelesaian. Sedangkan pengajaran penyelesaian masalah merupakan tindakan pengajar dalam mendorong peserta didik agar menerima tantangan dari pertanyaan bersifat menantang, dan mengarahkan siswa agar dapat menyelesaikan pertanyaan tersebut.

Pembelajaran pemecahan masalah adalah suatu kegiatan yang didesain oleh pengajar dalam rangka memberi tantangan kepada peserta didik melalui penugasan atau pertanyaan matematika (Tim PPPG Matematika, 2005:93). Fungsi pengajar dalam kegiatan itu adalah memotivasi peserta didik agar mau menerima tantangan dan membimbing siswa dalam proses pemecahannya. Masalah yang diberikan harus masalah yang pemecahannya terjangkau oleh kemampuan peserta didik. Masalah yang diluar jangkauan kemampuan peserta didik dapat menurunkan motivasi mereka.

Aria Gusti (2009) menjelaskan bahwa Problem Solving merupakan gabungan dari alat, keterampilan dan proses. Disebut alat karena dapat membantu kita memecahkan masalah mendesak atau untuk mencapai tujuan. Disebut skills karena sekali kita mempelajarinya maka kita dapat menggunakannya berulang kali, seperti kemampuan mengendarai sepeda, berhitung dan berbicara. Disebut proses, karena melibatkan sejumlah langkah.

Berhasil tidaknya suatu pengajaran bergantung kepada suatu tujuan yang hendak dicapai. Tujuan dari pembelajaran problem solving menurut Hudojo (2003:155) adalah : (1) peserta didik menjadi terampil menyeleksi informasi yang relevan kemudian menganalisisnya dan akhirnya meneliti kembali hasilnya, (2) kepuasan intelektual akan timbul dari dalam sebagai hadiah intrinsik bagi peserta didik, (3) potensi intelektual peserta didik meningkat, (4) peserta didik belajar bagaimana melakukan penemuan dengan melalui proses melakukan penemuan.

Aria Gusti (2009) mengemukakan bahwa langkah-langkah pemecahan masalah dalam problem solving meliputi: (1) mengenali adanya masalah, (2) eksplorasi masalah,

(3) temukan berbagai alternatif solusi, (4) pemilihan salah satu diantara alternatif solusi, (5) pelaksanaan solusi terpilih, (6) evaluasi solusi yang dilaksanakan

## **2. *Interactive learning* dengan Course Lab V 2.4**

Pembelajaran interkatif adalah pembelajaran yang melibatkan interaksi-interaksi baik antar mahasiswa, mahasiswa dengan dosen, mahasiswa dengan lingkungan atau bahan pembelajaran lainnya. Interaksi adalah elemen substansial dari suatu aktivitas pembelajaran. Interaksi, khususnya bagi mahasiswa, harus diciptakan dan diberi peluang seluas-luasnya sehingga tujuan pembelajaran yang dikehendaki (khususnya oleh mahasiswa) dapat tercapai melalui suatu proses interaksi tertentu (Soegeng Toekio, 2006).

Adams (1996) menjelaskan bahwa kemampuan interaktif adalah fitur utama dari sebuah sarana belajar multimedia. Sebuah media pembelajaran interaktif mampu memberikan respon dari masukan pengguna yang dapat diintegrasikan menjadi sebuah proses belajar yang dapat dikontrol sendiri oleh sang pengguna tersebut. media pembelajaran interaktif yang baik haruslah menonjolkan sisi interaktif ini yang menuntut pengguna untuk membangun pengetahuan mereka sendiri melalui partisipasi aktif.

Pembuatan media pembelajaran interaktif dalam penelitian ini dirancang dengan menggunakan program aplikasi komputer yang bernama *course lab*. CourseLab merupakan aplikasi penyusun bahan ajar multimedia yang disiapkan untuk materi presentasi maupun e-Learning yang powerful, lengkap dan mudah digunakan. CourseLab menawarkan lingkungan WYSIWYG (what you see what you get) yang bebas dari pemrograman untuk menghasilkan bahan ajar interaktif berkualitas tinggi yang dapat dipublikasikan di Internet, Learning Management Systems (LMS), CD-ROM maupun perangkat lainnya (Panggih, 2008 :2).

Keunggulan software CourseLab sebagai pembuat media interaktif dibandingkan dengan software yang sejenis adalah : (1) bersifat freeware, (2) dapat digunakan untuk membuat soal evaluasi, (3) *compatible* dengan software LMS yang dipakai untuk mendesain web pembelajaran, (4) penggunaannya relatif praktis, tidak terlalu banyak menggunakan script pemrograman.

## **B. Metode Penelitian**

Penelitian dalam rangka pengembangan model pembelajaran Interaktif problem solving dengan software CourseLab V.2.4 ini merupakan penelitian action research. Penelitian ini direncanakan akan dilakukan dalam tahun akademik 2009/2010 selama 4 (empat) bulan.

Penelitian direncanakan akan dilakukan pada tahun 2009, dengan mengambil subyek sebanyak satu kelas, yang meliputi langkah-langkah sebagai berikut: (1) Desain permasalahan yang akan diberikan kepada mahasiswa, (2) rancang bangun media interactive, (3) Validasi tim ahli, (4) implementasi pembelajaran interactive problem solving dengan CourseLab V.2.4, (5) monitoring dan evaluasi, (6) refleksi dan revisi (7) implementasi pembelajaran pada siklus berikutnya

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk melakukan analisis data hasil observasi kelas, terutama yang menyangkut interaksi pembelajaran. Sementara itu, analisis deskriptif kualitatif digunakan untuk menganalisis data mengenai keterlaksanaan pembelajaran interaktif problem solving, dan kendala-kendala dalam implementasi model pembelajaran.

## **C. Hasil Penelitian**

Model pembelajaran yang menggunakan pendekatan Interaktif Problem Solving adalah model pembelajaran yang menekankan pada pemecahan masalah secara interaktif. Penelitian tindakan kelas ini berlangsung dalam tiga putaran penelitian. Secara garis besar kegiatan penelitian diawali dari perencanaan tindakan dilanjutkan dengan pelaksanaan tindakan, monitoring dan evaluasi dan diakhiri dengan refleksi yaitu : mengkaji, mengamati, membuat pertimbangan-pertimbangan atas hasil atau dampak dari tindakan-tindakan yang telah dilakukan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya. Hasil refleksi ini selanjutnya digunakan untuk revisi atau perbaikan rencana tindakan pada putaran selanjutnya.

## 1. Siklus I

Siklus 1 diawali mulai pertemuan tatap muka pertama kegiatan pembelajaran dengan sub kompetensi Vektor sampai persamaan linier. Dalam siklus 1 materi perkuliahan direncanakan dilakukan secara klasikal dikelas dan dilanjutkan dengan contoh soal beserta jawabannya yang dikerjakan oleh dosen. Untuk lebih memahami materi kuliah, diberikan latihan soal-jawab dengan menggunakan software komputer yang diberikan kepada seluruh mahasiswa. Mahasiswa diberi kebebasan kapan saat menggunakan program tersebut.

Perencanaan program soal jawab interaktif dirancang menggunakan program courselab versi 2.4 dengan kriteria: (1) banyaknya soal-jawab adalah 20 soal untuk masing-masing kompetensi, (2) soal berupa single choice, (2) soal-jawab dapat dikerjakan tanpa batasan waktu, (3) kunci jawaban diberikan setelah mahasiswa menjawab masing-masing soal, (4) software berupa file html yang dapat dibuka dengan browser seperti mozilla firefox, opera, internet explorer atau yang lain.

Dari angket terbuka yang diberikan kepada mahasiswa selama penelitian, setelah dirangkum didapat data-data sebagai berikut: (1) tingkat kesulitan dipandang cukup oleh mahasiswa, (2) quiz dirasa kurang "menantang" mahasiswa untuk mengerjakannya, (3) jika program dijalankan di browser mozilla fire fox akan muncul beberapa pesan error, (4) mahasiswa tidak mengetahui atas jawaban yang telah diberikannya, jawaban mana yang salah dan jawaban mana yang benar. Mahasiswa hanya mengetahui skor akhirnya saja. Setelah dilakukan test maka didapat rerata prestasi mahasiswa pada kompetensi vektor dan persamaan linier adalah sebesar 65,57.

Berdasarkan permasalahan dalam implementasi siklus 1 maka supaya media pembelajaran tersebut lebih baik perlu didesain ulang dengan mempertimbangkan beberapa hal, antara lain : (1) tingkat kesulitan perlu dinaikkan supaya mahasiswa lebih tertantang untuk mengerjakannya, (2) perlu diberi komentar atas jawabab yang diberikan oleh mahasiswa pada setiap soal, apakah jawabannya tersebut benar atau salah, (3) perlu diketahui penyebab program yang kadang-kadang error.

## 2. Siklus 2

Siklus 2 dilaksanakan pada kompetensi yang mencakup tentang persamaan linier dan matriks. Setiap pertanyaan diberi batas waktu untuk menjawabnya yaitu selama 15 detik. Selain itu juga diberikan komentar atas jawaban yang telah diberikan oleh mahasiswa untuk tiap-tiap soal. Adapun tampilan skor akhir tetap seperti semula.

Rangkuman hasil angket terbuka yang diberikan kepada mahasiswa, sebagai berikut: (1) tingkat kesulitan dipandang sudah cukup sulit oleh mahasiswa, (2) soal sangat menantang mahasiswa untuk mengerjakannya. Bahkan mahasiswa merasa waktu yang diberikan untuk menjawab yaitu selama 15 detik/soal dirasa terlalu pendek, (3) mahasiswa sudah mengetahui respon atas jawaban yang telah diberikannya, jawaban mana yang salah dan jawaban mana yang benar. Selain itu mahasiswa juga dapat mengetahui skor akhir. Setelah dilakukan test maka didapat rerata prestasi mahasiswa pada kompetensi vektor dan persamaan linier adalah sebesar 68,71.

Berdasarkan permasalahan dalam implementasi siklus 2 dan siklus 1 maka supaya media pembelajaran tersebut lebih baik perlu didesain dengan mempertimbangkan beberapa hal, antara lain: (1) tingkat kesulitan sudah tidak perlu dinaikkan, tetapi alokasi waktu selama 15 detik/soal ternyata dirasa kurang lama oleh mahasiswa dan justru menambah kepanikan mahasiswa dalam menjawab, (2) untuk mempermudah mahasiswa dalam menemukan jawabannya, maka perlu dicoba memberikan kunci jawaban setelah mahasiswa selesai menjawab, (3) berhubung dalam Windows sudah tersedia kalkulator, maka menu kalkulator dalam courselab dirasa tidak terlalu penting.

## 3. Siklus 3

Siklus 3 dilaksanakan pada kompetensi berikutnya yang mencakup tentang trigonometri. Alokasi waktu 15 detik/soal dirasa selain terlalu cepat juga kurang tepat. Oleh karena itu alokasi waktu tidak dibuat untuk masing-masing soal tetapi untuk semua pertanyaan. Dengan demikian mahasiswa yang mempunyai kelemahan disuatu sub pokok bahasan diharapkan dapat terbantu dengan kelebihannya pada sub pokok bahasan

yang lain. Bentuk soal selain single choice perlu dilengkapi dengan multiple choice supaya tidak menimbulkan kejenuhan.

Instrumen angket terbuka yang diberikan kepada mahasiswa memberikan data-data sebagai berikut: (1) tingkat kesulitan dipandang sudah cukup oleh mahasiswa, (2) dengan durasi menjawab soal yang dibuat total untuk 15 soal tetap menantang mahasiswa untuk mengerjakannya, (3) penambahan bentuk soal multiple choice terbukti membuat mahasiswa lebih tertarik, (4) mahasiswa sudah mengetahui atas jawaban yang telah diberikannya, jawaban mana yang salah dan jawaban mana yang benar. Selain itu mahasiswa juga dapat mengetahui skor akhirnya saja, (5) pemberian kunci jawaban dengan tujuan mempercepat mahasiswa dalam belajar ternyata justru menurunkan tingkat ketertarikan mahasiswa untuk mencobanya. Dengan mengetahui jawaban yang benar setelah kunci jawaban muncul membuat mahasiswa tidak ingin mencoba lagi quiz tersebut.

Setelah dilakukan test maka didapat rerata prestasi mahasiswa pada kompetensi vektor dan persamaan linier adalah sebesar 70,43. Dari siklus 3 diperoleh refleksi sebagai berikut: (1) kombinasi bentuk soal single choice dengan multiple choice ternyata dapat menambah motivasi mahasiswa untuk menggunakan media, (2) kunci jawaban yang ditampilkan ternyata justru membuat mahasiswa tidak ingin menggunakan media secara berulang-ulang. Tampilnya kunci jawaban setelah mahasiswa menjawab justru menurunkan motivasi untuk mencoba quiz sampai menemukan jawaban yang benar seperti pada siklus 2.

Berdasarkan implementasi siklus 3, siklus 2 dan siklus 1 maka sudah didapat bentuk media pembelajaran yang sesuai untuk menerapkan model pembelajaran *interaktif problem solving* yang tunjukkan dengan tercapainya indikator keberhasilan penelitian.

#### **D. Pembahasan**

Terciptanya media belajar berbentuk quiz yang sesuai untuk implementasi model pembelajaran *interaktif problem solving* sebagai indikator ketercapaian penelitian telah

terlaksana hingga siklus 3 dalam penelitian ini. Dari siklus 1 terdapat banyak kelemahan media pembelajaran yang diperbaiki dalam siklus 2. Setelah pelaksanaan siklus 2 selesai ternyata masih terdapat beberapa hal yang perlu diperbaiki. Dari kesimpulan siklus 3 ternyata indikator keberhasilan penelitian telah tercapai. Dari skor angket yang diberikan kepada mahasiswa diketahui bahwa bentuk media yang dihasilkan dari siklus 3 memiliki angka tertinggi. Meskipun demikian untuk implementasi media pembelajaran tersebut perlu mengkombinasikan hasil dari siklus 2 dengan siklus 3. Secara lengkap, kriteria media pembelajaran yang sesuai untuk implementasi model pembelajaran *interaktif problem solving* antara lain : (1) tingkat kesulitan dibuat dalam tataran cukup, (2) alokasi waktu sebaiknya diterapkan untuk total soal bukan untuk masing-masing soal, (3) sebaiknya kunci jawaban tidak perlu ditampilkan, sebab justru akan menurunkan motivasi mahasiswa untuk menggunakan media secara berulang-ulang. Apabila tanpa kunci jawaban (disembunyikan) akan membuat mahasiswa penasaran sehingga mencoba mengulang-ulang quiz hingga menemukan jawaban yang benar. Penggunaan media secara berulang akan menguntungkan sebab dapat memperkuat pemahaman dan daya ingat mahasiswa terhadap materi yang dipelajarinya, (4) bentuk soal sebaiknya dibuat bervariasi, antara lain dengan single choice maupun multiple choice, (5) apabila dikehendaki dibuat bentuk soal esai, sebaiknya mempertimbangkan segala kemungkinan jawaban benar yang mungkin disampaikan oleh mahasiswa. Hal ini tentunya sangat merepotkan pembuat media.

Dalam implementasi model pembelajaran *interaktif problem solving* menggunakan quiz interaktif menggunakan software courselab versi 2.4 ini mengalami beberapa kendala yang bisa diantisipasi seminimal mungkin dalam penelitian ini, antara lain: (1) hasil dari aplikasi courselab yang belum dipublish hanya bisa dijalankan pada komputer yang sudah terinstall program course lab. Oleh karena itu supaya tidak merepotkan mahasiswa yang akan menggunakan program tersebut, maka harus dipublish terlebih dahulu menjadi bentuk lain yang mudah dijalankan di komputer yang belum terinstall courselab. Salah satu bentuk yang mudah dijalankan adalah dalam format html. Dengan format html maka media pembelajaran dapat dijalankan di semua komputer yang sudah ada *operating systemnya* seperti windows, linux, macOS, apple,

dll. Hampir disemua *operating system* sudah terdapat aplikasi browser yang dapat digunakan untuk menjalankan media interaktif ini, (2) pada proses loading media pembelajaran ini yang sudah dipublish dalam bentuk html, biasanya akan menemui beberapa peringatan (error) ataupun program yang diblok. Untuk mengatasinya, aplikasi browser yang digunakan untuk menjalankan media pembelajaran ini harus diatur tingkat keamanannya (security setting) pada tingkat rendah, (3) pemakaian program courselab harus dilakukan dengan hati-hati mengingat sifat aplikasi ini yang lain dari aplikasi pada umumnya. Setiap perubahan yang dilakukan dalam desain media pembelajaran dengan courselab akan tersimpan secara otomatis. Apabila melakukan perubahan yang tidak disengaja disarankan segera membatalkannya sebelum tersimpan dalam data, (5) distribusi file kepada mahasiswa dalam format html akan memakan waktu yang cukup lama mengingat jumlah file yang banyak meskipun hanya dalam ukuran yang kecil. Oleh karena itu sebelum didistribusikan sebaiknya dikompres dulu dalam bentuk zip, rar atau yang lain.

Dari ketiga siklus dalam penelitian ini diketahui bahwa terdapat kenaikan rerata prestasi belajar mahasiswa walaupun dalam jumlah yang sedikit. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa implementasi model pembelajaran *interactive problem solving* dengan bantuan aplikasi software courselab versi 2.4 dapat meningkatkan prestasi belajar mahasiswa. Rendahnya peningkatan prestasi belajar tersebut disebabkan banyaknya faktor lain yang mempengaruhi proses belajar mengajar mahasiswa. Salah satunya adalah waktu proses belajar mengajar yang diletakkan pada siang hari (pukul 13.00-14.40) dimana pada jam itu konsentrasi belajar mahasiswa sudah menurun.

## **E. Kesimpulan**

1. Desain Media Pembelajaran dengan software courselab versi 2.4 yang sesuai untuk implementasi model pembelajaran *Interaktif Problem Solving* adalah seperti yang ditemukan dalam penelitian ini, yaitu: tingkat kesulitan dibuat dalam tataran cukup, alokasi waktu diterapkan untuk pertanyaan secara keseluruhan tanpa diperinci dengan alokasi waktu untuk tiap-tiap soal, kunci jawaban tidak perlu ditampilkan, dan bentuk soal dibuat bervariasi

2. Kendala yang dihadapi dalam implementasi model pembelajaran *Interactive Problem Solving* pada mata kuliah matematika hanya pada format file, tingkat keamanan aplikasi browser, auto saving Course Lab, dan pendistribusian file. Semua hambatan tersebut telah dapat diatasi dalam penelitian ini.
3. Dengan menerapkan model pembelajaran *Interactive Problem Solving* menggunakan software courselab versi 2.4 terbukti dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam mencapai kompetensi Mata Kuliah Matematika.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aria Gusti. 2009. *Langkah-langkah dalam pemecahan Masalah*. Diakses tanggal 20 April 2009 dari [http://ariagusti.files.wordpress.com/2008/12/023\\_langkah-langkah-pemecahan-masalah11.pdf](http://ariagusti.files.wordpress.com/2008/12/023_langkah-langkah-pemecahan-masalah11.pdf)
- Arief Achmad. 2006. *Implementasi Model Cooperative Learning dalam Pendidikan IPS di Tingkat Persekolahan*. Diakses tanggal 12 Desember 2008 dari <http://re-searchengines.com/0805arief6.html>.
- Harsono. 2004. *Pengalaman inovasi pendidikan di Fakultas Kedokteran UGM*. Makalah Seminar "Penumbuhan Inovasi Sistem Pembelajaran: Pendekatan Problem-Based Learning berbasis ICT (Information and Communication Technology)", 15/5/2004, Yogyakarta.
- Harsono. 2008. *Kearifan dalam transformasi pembelajaran: dari teacher-centered ke student-centered learning*. Makalah. Tidak diterbitkan
- Hudojo, H. 2003. *Pengembangan Kurikulum dan pembelajaran Matematika*. Malang : JICA.
- Nugroho, LE. 2004. *Teknologi informasi dalam PBL untuk bidang keteknikan*. Makalah Seminar "Penumbuhan Inovasi Sistem Pembelajaran: Pendekatan Problem-Based Learning berbasis ICT (Information and Communication Technology)", 15/5/2004, Yogyakarta.
- Nurita Putranti (2007). *Pengajaran Tutor Teman Sebaya*. Diakses tanggal 12 Desember 2008 dari <http://nuritaputranti.wordpress.com/2007/08/02/tutor-sebaya/>
- Nuryadin Eko Raharjo. 2007. *Peningkatan Kompetensi Mahasiswa Bidang Matematika Teknik Sipil Melalui Pembelajaran Realistic Mathematics*

**Education.** Laporan Penelitian. Yogyakarta : Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Nuryadin Eko Raharjo. 2008. *Uji Kemanfaatan Web Based Learning Untuk Meningkatkan Efektivitas Perkuliahan Matematika Dan Fisika.* Laporan Penelitian. Yogyakarta : Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Panggih Priyanto Dwi Atmojo. 2008. *Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif dengan Course Lab.* Bahan Pelatihan. Tidak diterbitkan.

Sukoriyanto. 2001. *Langkah-langkah dalam Pengajaran Matematika dengan Menggunakan Penyelesaian Masalah.* Dalam Jurnal Matematika atau Pembelajarannya. Malang : JICA.

Suradijono, SHR. 2004. *Problem-based learning: Apa dan bagaimana?* Makalah Seminar "Penumbuhan Inovasi Sistem Pembelajaran: Pendekatan Problem-Based Learning berbasis ICT (Information and Communication Technology)", 15/5/2004, Yogyakarta.

Tim PPPG Matematika. 2005. *Materi Pembinaan Matematika.* Yogyakarta : Depdikbud.

Tridoyo Kusumastanto. 2007. *Etika Akademik Menuju World Class University.* Bogor : Institut Pertanian Bogor.

# PEMBELAJARAN SOAL MATEMATIKA BENTUK CERITA DENGAN PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH PADA SISWA SD

P. Sarjiman

UPP 1 PGSD FIP UNY

## Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk : (1) meningkatkan pemahaman siswa dalam menyelesaikan soal matematika bentuk cerita, (2) meningkatkan prestasi siswa melalui strategi penyelesaian, sesuai dengan jenis soalnya, (3) mengetahui bagaimana proses pembelajaran penyelesaian bentuk cerita dengan pendekatan pemecahan masalah serta respon siswa terhadap model pembelajaran tersebut.

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian tindakan (action research). Tahapan penelitian tersebut meliputi perencanaan (planning) tindakan (action), observasi (observation), dan refleksi (reflection). Instrumen penelitian yang digunakan adalah soal tes awal dan akhir tindakan. serta ditambah pula instrumen untuk mengamati pelaksanaan pembelajaran dan respon siswa terhadap pembelajaran. Analisis data dengan menggunakan kualitatif interpretatif untuk data kualitatif dan statistik deskriptif untuk data kuantitatif. Subjek penelitian adalah seluruh siswa kelas V SDN Kota Gede V Yogyakarta, yang banyaknya 32 siswa.

Penelitian Ini berlangsung dua siklus; siklus pertama berlangsung dua pertemuan, sedangkan siklus ke dua cukup satu pertemuan. Pada siklus 1, hasilnya masih relatif mengecewakan, rata-rata hasil tes akhir tindakan belum sesuai dengan harapan; yaitu 61, 25 dari kondisi awal sebelum diadakan tindakan rata-rata 41; sedangkan pada siklus ke dua sudah mencapai rata-rata 73,8 dari criteria yang ditetapkan 70 pada rentang skor antara 0 -100. Demikian pula, pada siklus ke satu, respon siswa dan pengelolaan kelas belum sesuai harapan dan kriteria yang diharapkan. Proses pembelajaran juga belum sesuai dengan perencanaan dan harapan peneliti. Siklus ke dua sudah berjalan dengan baik sesuai dengan harapan. Proses pembelajaran sudah sesuai dengan perencanaan dan harapan peneliti; yaitu diskusi kelompok yang hidup dalam mengerjakan LKS dan ditutup dengan evaluasi individual. Variasi pembelajaran dan permasalahan dalam soal cerita dapat diselesaikan siswa sesuai dengan strategi penyelesaiannya. Keberhasilan pembelajaran soal matematika dengan pendekatan pemecahan masalah ini, dapat dijadikan sebagai alternatif pembelajaran.

**Kata kunci :** *Soal matematika bentuk cerita, pemecahan masalah dan prestasi siswa.*

## A. Pendahuluan

Soal matematika bentuk cerita merupakan aplikasi konsep-konsep matematika dalam kehidupan nyata sehari-hari. Banyak siswa SD yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal matematika SD bentuk cerita. Informasi dan data yang dapat diperoleh antara lain prestasi belajar siswa dalam pelajaran matematika baik di tingkat SD, SLTP maupun SLTA pada umumnya rendah, lebih-lebih prestasi mereka dalam menyelesaikan soal bentuk uraian atau esei yang dalam bentuk matematika berupa soal cerita (Wakiman, 1995: 1). Pernyataan senada yang lain mengemukakan bahwa pada waktu mengerjakan soal pada umumnya siswa mengeluh ketika dihadapkan pada soal cerita (Sardjono : 1986: 22). Demikian pula hasil penelitian Wakiman (1995 : 28) terhadap mahasiswa PGSD D-II Penyetaraan Tatap Muka FIP IKIP Yogyakarta angkatan tahun 1993 menunjukkan bahwa pemahaman terhadap soal-soal matematika bentuk cerita masih rendah. Endang Retno Winarti (1998:3) yang meneliti jenis-jenis kesalahan mahasiswa PGSD dalam menyelesaikan soal matematika menemukan bahwa kesalahan yang terbesar adalah dalam mengerjakan soal-soal yang berbentuk uraian (cerita), khususnya pada soal-soal penerapan yang kebanyakan tentang pemecahan masalah. Dia menyebutkan bahwa kesalahan menerjemahkan, memahami dan memecahkan permasalahan masih dominan.

Demikian pula yang terjadi di lapangan, dari pengalaman peneliti sewaktu membimbing mahasiswa PGSD menjalani PPL di SD, khususnya di SDN Kota Gede 5 Yogyakarta, materi matematika yang sebagian besar kurang dikuasai siswa SD adalah soal matematika bentuk cerita. Menurutnya, materi seperti pecahan dan geometri juga menjadi masalah bagi anak SD, selain soal bentuk cerita. Namun demikian, peneliti lebih mengkonsentrasikan pada soal bentuk cerita sebagai fokus penelitian sebab soal bentuk cerita merupakan aplikasi ilmu dalam kehidupan nyata. Siswa akan merasakan manfaatnya belajar matematika jika mampu menerapkan konsep dan pengetahuan matematika dalam kehidupan. Hampir tidak ada pembelajaran yang secara terencana dilaksanakan untuk meningkatkan penguasaan siswa terhadap strategi pemecahan masalah. (Yuwono, 2001:5). Padahal, di negara maju seperti Amerika

serikat, Jepang dan Singapura, kegiatan tersebut merupakan inti dari kegiatan pembelajaran matematika sekolah.

Pentingnya kemampuan pemecahan masalah pada pembelajaran matematika tertera pada pernyataan As'ari (1992:22) bahwa pemecahan masalah merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam pengajaran matematika. Kennedy dan Tipps (1994: 137), juga menyatakan bahwa matematika bukan hanya dilihat sebagai kumpulan konsep-konsep dan fakta, akan tetapi merupakan proses yang dipelajari dan kemudian diterapkan untuk mencari selesaian suatu permasalahan. Menurut Abdullah (2000: 37), salah satu tujuan utama belajar matematika adalah agar siswa mampu memecahkan masalah. Lebih lanjut Branca (dalam Alam & Pathuddin, 2002: 60) menegaskan bahwa: (1) kemampuan pemecahan masalah adalah merupakan tujuan umum dan kemampuan dasar dalam pembelajaran matematika. Dengan demikian, pemecahan masalah memiliki peran penting dan inti dalam pembelajaran matematika.

Terdapat beberapa bukti empirik yang menunjukkan bahwa pembelajaran matematika melalui pemecahan masalah menunjukkan hasil yang positif. Penelitian Guernon dan Wooten (dalam Sudjimat, 2000:7) mengemukakan bahwa kelompok siswa yang diajar melalui pemecahan masalah memiliki skor kemampuan memecahkan masalah yang lebih tinggi dari pada kelompok yang tidak diajar melalui pemecahan masalah. Penelitian serupa dilakukan oleh Priatna (2000:45) menunjukkan bahwa pendekatan melalui pemecahan masalah secara signifikan lebih baik dari pada pendekatan konvensional.

Berdasarkan pentingnya pemecahan masalah dalam pembelajaran matematika, dan permasalahan yang terjadi di SDN Kota Gede 5, maka peneliti terpanggil untuk mengadakan pembelajaran soal matematika bentuk cerita dengan pendekatan pemecahan masalah.

Dari latar belakang dan persoalan terurai di depan, maka permasalahan penelitian dapat dirumuskan seperti berikut ini.

1. Apakah pembelajaran melalui pendekatan pemecahan masalah dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang bagaimana menyelesaikan soal matematika bentuk cerita ?
2. Apakah pembelajaran soal matematika bentuk cerita dengan pendekatan pemecahan masalah mampu meningkatkan prestasi siswa dalam menyelesaikan soal-soal matematika bentuk cerita?
3. Bagaimana respon siswa terhadap pembelajaran dengan pendekatan pemecahan masalah ?

## **B. Metode Penelitian**

### **1. Pendekatan dan Jenis Penelitian**

Penelitian ini berusaha mendeskripsikan proses pembelajaran soal bentuk cerita yang dapat memudahkan dan sekaligus meningkatkan pemahaman dan strategi siswa dalam memecahkan masalah yang terdapat dalam soal matematika bentuk cerita. Untuk mengungkapkan proses pembelajaran tersebut peneliti mengumpulkan dan menangkap data yang berupa fenomena dan bahasa verbal ( kata-kata, kalimat, ungkapan ) serta sekedar data kuantitatif yang merupakan hasil tes guna mendukung data kualitatif yang berupa bahasa verbal. . Data yang terkumpul ini dianalisis secara induktif dan kualitatif interpretatif. Peneliti terlibat langsung dan bekerja secara kolaboratif dengan guru kelas sebagai pelaksana pembelajaran. Peneliti bersama-sama guru kelas merencanakan dan menyiapkan media pembelajaran. Pada waktu pelajaran berlangsung , peneliti bersama-sama dengan kepala sekolah mengobservasi proses pembelajaran. Peneliti berperan sebagai instrumen utama, dan sekaligus menganalisis data serta pembuat keputusan, apakah proses pembelajaran yang telah berlangsung sudah berhasil atau belum. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif. Jenis penelitian yang dilaksanakan adalah penelitian tindakan (*action research*).

Sekolah Dasar Negeri Kota Gede 5 Yogyakarta adalah sebagai tempat dilaksanakannya penelitian tindakan . Peneliti memilih lokasi tersebut, karena memang

SD tersebut yang mengalami permasalahan pembelajaran soal matematika bentuk cerita terutama di kelas V.

Jenis data yang dikumpulkan adalah data kualitatif yang berupa hasil observasi tentang jalannya proses pembelajaran: metode pembelajaran guru, respon siswa terhadap metode pembelajaran; aktivitas siswa terhadap metode pembelajaran dan kerja siswa terhadap LKS yang disediakan. Di samping itu, dilengkapi pula dengan interview dengan siswa, dan guru dan sebagai pendukung diambil data kuantitatif dari hasil tes sebelum dan sesudah dilaksanakannya tindakan..

## **2. Teknik Pengumpulan Data.**

Peneliti bersama kepala sekolah melakukan observasi terhadap guru dan siswa selama pembelajaran berlangsung. Pengamatan dilaksanakan terhadap guru yaitu bagaimana guru menyampaikan dan mengelola pembelajaran serta terhadap siswa; yaitu bagaimana reaksi dan respon siswa terhadap pelaksanaan pembelajaran. Pelaksanaan observasi akan digunakan pedoman observasi yang bersifat fleksibel baik pedoman untuk guru maupun. Interview dilaksanakan agar memperoleh gambaran yang mendalam tentang pemahaman siswa, kesulitan-kesulitan yang dialami siswa baik pada tingkat pemahaman maupun dalam menyelesaikan soal-soal serta respon dan tanggapan siswa tentang pembelajaran dengan pemecahan masalah. Demikian pula guru sebagai pelaksana pembelajaran selain diamati bagaimana mengelola dan menyampaikan pembelajaran, juga dimintai kesan dan pendapatnya tentang pembelajaran soal cerita dengan pemecahan masalah.

Untuk mendapatkan data kuantitatif tentang kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal-soal bentuk cerita, maka diadakan tes. Tes dilaksanakan sebelum dan sesudah diadakan tindakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang signifikan antara sebelum dan sesudah diadakan tindakan.

### 3. Analisis Data

Data yang berhasil dikumpulkan melalui observasi, interview dan field note dianalisis dengan menggunakan metode alir (Miles dan Huberman, 1992: 17). Pada hakikatnya metode analisis ini terdiri dari tiga komponen kegiatan yaitu: (1) pereduksian data, (2) penyajian data dan (3) penyimpulan. Data kualitatif dianalisis dengan deskriptif kualitatif dan data kuantitatif dianalisis dengan deskriptif kualitatif. Pengecekan keabsahan data berkaitan dengan kualitas penarikan kesimpulan yang akan dilakukan. Pengecekan antara pengamat dan teknik triangulasi dilaksanakan dalam penelitian ini.. Diskusi, tukar pikiran, dan musyawarah dilaksanakan antara peneliti, guru, dan kepala sekolah, untuk menarik kesimpulan yang tepat terhadap data dari hasil penelitian yang telah diperoleh.

### 4. Desain dan Prosedur Penelitian

Langkah-langkah dan desain penelitian mengikuti prinsip dasar yang dikemukakan oleh Kemmis dan Taggart (1998: 13). Prosedur dan langkah-langkah penelitian mengikuti prinsip dasar yang berlaku dalam penelitian tindakan. Desain penelitian tindakan terdiri dari empat tahap yang merupakan proses daur ulang (siklus) mulai dari tahap perencanaan (*planning*), pelaksanaan tindakan (*action*), observasi (*observation*) dan refleksi (*reflection*)serta diikuti dengan perencanaan ulang jika diperlukan.

Refleksi awal dimulai dengan mengadakan perbincangan dengan kepala sekolah dan guru kelas guna mengadakan kesepakatan waktu serta peralatan yang perlu dipersiapkan untuk pelaksanaan penelitian tindakan. Guru sebagai pelaksana tindakan perlu mengerti langkah-langkah pembelajaran soal matematika bentuk cerita dengan pemecahan masalah.

Rancangan tindakan disusun agar pada waktunya guru dapat melaksanakan tindakan dengan runtut, tepat dan sesuai dengan tujuan penelitian yaitu meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa dalam pemecahan masalah. Penjelasan strategi pemecahan masalahnya antara lain dengan penggambaran, tabel, bekerja mundur trial

and error/ menebak. Kemudian, masalah tersebut dipecahkan dengan menggunakan tahap-tahap: (a) memahami masalah, (b) menyusun rencana, (c) melaksanakan rencana dan (d) melihat/mengecek kembali. Tentu saja siswa harus sudah memahami soal cerita tersebut; yaitu mengetahui apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan.

Pelaksanaan tindakan yang dimaksud di sini adalah pelaksanaan pembelajaran, bagaimana guru menyajikan langkah-langkah pemecahan masalah, bagaimana guru mengelola kelas dan bagaimana guru merespon reaksi atau pun pertanyaan siswa. Jika siswa sudah benar-benar memahami tentang langkah-langkah pemecahan masalah, guru lebih berperan sebagai fasilitator.

Kegiatan monitoring dan observasi dilaksanakan oleh peneliti dan kepala sekolah, selama pembelajaran berlangsung. Monitoring memiliki dua fungsi pokok, yakni: (a) untuk mengetahui kesesuaian pelaksanaan tindakan dengan rencana tindakan; (b) untuk mengetahui seberapa pelaksanaan tindakan yang sedang berlangsung dengan harapan akan menghasilkan perubahan yang diinginkan.

Di samping itu, pelaksanaan, monitoring dan observasi digunakan pula untuk menjaring/menangkap data kualitatif tentang pelaksanaan tindakan, sehingga diketahui kendala dan peluang untuk perbaikan tindakan selanjutnya. Teknik tersebut dilengkapi dengan pencatatan lapangan, wawancara terstruktur dan dokumentasi.

Dari data kualitatif yang diperoleh selama monitoring, diadakan interpretasi dan diskusi untuk mendapatkan kesepakatan dan kesimpulan, sebagai bahan perencanaan tindakan selanjutnya. Materi-materi tersebut antara lain apresiasi siswa, reaksi dan sikap siswa terhadap pembelajaran dengan pemecahan masalah. Materi tentang kemampuan mengajar guru, penguasaan bahan ajar, dan manajemen kelas juga didiskusikan sesuai pembelajaran berlangsung. Data kuantitatif yaitu data tentang hasil belajar siswa ditangkap dengan instrumen tes setelah dilaksanakannya pembelajaran sebagai pelengkap dan pemerkuat data kualitatif.

Refleksi dilaksanakan mulai dari tahap penemuan masalah, perencanaan tindakan dan pelaksanaan tindakan. Daftar permasalahan yang muncul di lapangan

selanjutnya dipakai sebagai dasar untuk melaksanakan perencanaan ulang, penyempurnaan dan merevisi rancangan untuk tindakan selanjutnya. Perlu tidaknya tindakan lanjutan dilaksanakan didasarkan pada data kualitatif dari hasil refleksi. Jika data sudah menunjukkan baik, dan data kuantitatif yang merupakan tes hasil belajar sesudah diadakannya tindakan mencapai skor rata-rata 7,00 maka tindakan dihentikan.

## **C. Hasil Penelitian Dan Pembahasan**

### **1. Hasil Penelitian**

Pada tahap awal, peneliti mengadakan tes awal dengan materi soal-soal matematika bentuk cerita yang pada umumnya cukup untuk mengetahui apa yang diketahui, apa yang ditanyakan, bagaimana kalimat matematikanya dan bagaimana algoritma serta menyelesaikan kalimat matematika tersebut. Namun demikian, ada pula soal-soal yang khusus cara penyelesaiannya dengan bekerja mundur, menebak, dengan penggambaran dan pembuatan tabel. Dari 32 orang banyak siswa yang tercatat, seluruhnya hadir mengikuti tes awal dan hasil tes yang diperoleh adalah mean- skor : 12,9 , atau 41 pada rentang skor antara 0- 100. Sedangkan *minimum score* 5 dan *maximum score* adalah 27, pada rentang skor antara 0 -27.

Berdasarkan hasil skor tes awal, dapat diketahui bahwa penguasaan cara penyelesaian soal matematika bentuk cerita masih lemah: Sebagian besar siswa masih salah dalam memecahkan dan sekaligus mengerjakan soal tentang bekerja mundur, penggunaan tabel, dan perbandingan/skala. .

Selanjutnya, langkah pertama yang dilakukan adalah melaksanakan perundingan dengan guru kelas tentang bagaimana merancang implementasi tindakan dan sekaligus mengadakan kesepakatan waktu, kapan dimulainya penelitian. Pada awalnya, guru pelaksana pembelajaran diajak berdiskusi tentang penyelesaian masalah soal matematika bentuk cerita. Karena sebelum siswa mengerjakan atau mulai menyelesaikan masalahnya, dia harus memahami soal ceritanya; yaitu paling tidak mengetahui apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan, menyusun kalimat matematikanya serta menyelesaikan kalimat matematika yang telah disusun berupa

algoritma pengerjaan dan akhirnya menemukan jawaban yang benar. Jika masalahnya cukup rumit (*complicated*), maka perlu langkah-langkah seperti yang telah diajarkan Polya, yaitu memahami masalahnya, mengadakan perencanaan, melaksanakan perencanaan dan pengecekan hasil. Dan ada pula teknik-teknik pemecahan masalah dengan jenis-jenis soal tertentu; selain dengan cara yang rutin juga dengan cara penggambaran, teknik menebak, ada pula dengan tabel serta ada lagi dengan bekerja mundur. Pada akhir diskusi diadakan kesepakatan dan diadakan penentuan, tentu saja penentu akhir adalah guru; bagaimana dan kapan penelitian dilaksanakan.

Pada siklus 1 ini, tindakan pembelajaran diharapkan dapat memahami siswa tentang soal matematika bentuk cerita; yaitu apa yang diketahui, apa yang ditanyakan, menyusun kalimat matematika dan menyelesaikannya dengan algoritma dan jawaban yang benar. Di samping itu, pada pertemuan lanjutan disarankan tercakup soal-soal matematika yang dapat diselesaikan dengan mudah dengan cara menebak, membuat tabel dan bekerja mundur (*working backward*).

Selama Pelaksanaan tindakan berlangsung, monitoring dilaksanakan oleh mahasiswa PPL; dan peneliti. Siklus pertama ini terdiri dari 2 pertemuan. Pada pertemuan pertama, ternyata baru mampu membahas materi soal matematika bentuk cerita yang sederhana; yaitu tentang apa yang diketahui, apa yang ditanyakan, dan bagaimana menyusun kalimat matematikanya serta algoritma menjawabnya secara benar.

Pertemuan pertama waktu itu tidak dapat mencakup seluruh materi yang sudah dipersiapkan, sehingga dilanjutkan pertemuan berikutnya. Pada pertemuan ke dua sudah mencakup materi tentang soal matematika bentuk cerita yang cara penyelesaiannya dengan penggambaran, dengan tabel, dengan menebak dan dengan bekerja mundur (*working backwards*). Setelah guru memandang siswa mampu mengerjakan soal matematika bentuk cerita seperti terurai di depan, ia langsung memberikan soal-soal tes akhir tindakan, yang mencakup seluruh materi seperti yang telah dibahas.

Hasil tes akhir tindakan setelah dilaksanakan tindakan pertama ini, rata-rata skor 61,25 pada rentang skor antara 0-100 atau rata-rata skor adalah 16,55, dengan skor minimum adalah 9 dan maximum 27 pada rentang skor 0 - 27. Dilihat dari hasil tes

akhir tindakan, kelihatan bahwa belum ada perbedaan yang signifikan antara hasil tes awal sebelum dilaksanakan tindakan dibanding dengan hasil tes akhir setelah dilaksanakannya tindakan. Hasil capaian pada siklus 1 masih rendah. Soal-soal yang belum mampu dikerjakan anak dengan baik biasanya soal yang cara penyelesaiannya dengan bekerja mundur, soal dengan menggunakan variabel; dalam hal ini variabel linear; dan soal dengan penyelesaian menebak serta soal dengan penyelesaian memanfaatkan tabel. Di samping itu, pembelajaran yang dilaksanakan belum kelihatan efektif. Pengelolaan kelas belum maksimal; pemberian motivasi pada awal pembelajaran dan penyampaian tujuan juga belum muncul; serta respon siswa belum positif, mereka belum tahu benar maksud dan tujuan pembelajaran, karena sepertinya berbeda dengan biasanya.

Berdasarkan fakta tersebut, guru, peneliti dan mahasiswa pembantu memutuskan untuk dilaksanakan tindakan lanjutan; atau dilaksanakan siklus yang ke dua. Siklus yang ke dua ini ditekankan pada soal-soal yang dianggap sukar.

Pada hari dan jam yang sama minggu berikutnya, pelaksanaan siklus II dimulai; pada hakikatnya pelaksanaan pembelajaran masih relatif sama dengan pada waktu siklus 1, hanya pada siklus II ini menekankan pada materi yang belum berhasil diselesaikan siswa dengan benar dan dengan strategi yang berbeda; yaitu langkah-langkah Polya dalam penyelesaian masalah mulai diterapkan. Selain siswa perlu mengerti apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan pada setiap soal, sebagai langkah awal dalam memahami soal cerita, mereka juga mulai diberi tuntunan bagaimana merencanakan penyelesaian, melaksanakan penyelesaian dan pengecekan hasil.

Tindakan pada siklus II ini merupakan usaha untuk menampilkan masalah-masalah matematika yang memiliki strategi khusus dalam metode penyelesaiannya. Karena langkah-langkah pembelajaran relatif sama dengan pelaksanaan pada siklus 1 dan pelaksanaan dalam siklus ini relatif lancar; walaupun kelihatan bahwa di antara para siswa masih banyak yang mengalami kesulitan untuk soal-soal tertentu.

Sehubungan seluruh materi relatif sudah diberikan kepada siswa, maka pelaksanaan pembelajaran pada siklus II ini dihentikan. Dengan demikian siklus 2 ini terjadi dalam satu pertemuan saja. Soal matematika lain yang masih dianggap sulit bagi

anak, dinyatakan sudah tidak diulang lagi. Guru langsung memberi soal tes akhir tindakan siklus II. Soal-soal tersebut masih sama dengan soal yang dikerjakan mula-mula sebab soal tersebut memang dianggap sulit bagi siswa. Dari hasil tes tersebut dapat dilihat bahwa rata-ratanya adalah 19,81 dengan skor terendah adalah 10 dan skor tertinggi adalah 26 pada rentang skor antara 0 – 27. Jika dalam rentang skor antara 0 – 100; skor tersebut adalah 73,8. Banyak anak sudah mampu mengerjakan soal dengan cara bekerja mundur dan atau dengan tabel.

Hasil observasi tentang pelaksanaan pembelajaran yang dilaksanakan oleh observer, yaitu peneliti, dan mahasiswa adalah seperti berikut ini.

- 1) Hampir seluruh siswa telah berdiskusi secara serius dan materi diskusi tetap tentang soal-soal matematika bentuk cerita yang diberikan guru untuk diselesaikan.
- 2) Setiap anggota kelompok kelihatan antusias dalam mengikuti jalannya diskusi.
- 3) Siswa saling tukar pengalaman dan gagasan, secara kreatif dalam menyelesaikan masalah yang diberikan guru.
- 4) Guru kelihatan sudah menguasai materi soal-soal yang dibahas serta contoh-contoh yang relevan.
- 5) Guru telah benar-benar menerapkan pembelajaran problem solving yang kontekstual.
- 6) Penampilan guru benar-benar kelihatan lebih profesional dan memberi kesempatan siswa untuk mengemukakan ide tersendiri.
- 7) Evaluasi secara komprehensif yang meliputi proses juga terlaksana. .

Dari hasil tes akhir, dan hasil observasi terhadap proses pembelajaran, serta hasil interview , setelah diadakan diskusi, serta kesepakatan di antara peneliti, maka disimpulkan hal-hal seperti berikut ini.

- 1). Siswa sudah sepenuhnya memahami metode penyelesaian soal matematika bentuk

cerita baik yang menggunakan cara penggambaran, tabel, menebak, dan bekerja mundur.

- 2). Hampir seluruh siswa yang merasakan manfaatnya dalam diskusi, penyelesaian masalah yang ada dalam soal matematika bentuk cerita.
- 3). Langkah-langkah pembelajaran dengan pendekatan pemecahan masalah sudah sepenuhnya dapat diaplikasikan dalam bentuk pembelajaran.
- 4). Hasil tes akhir tindakan sudah menunjukkan capaian prestasi sesuai dengan kriteria yang ditetapkan.

Dari kenyataan yang dapat ditangkap, dan kesepakatan hasil diskusi di antara peneliti, guru kelas dan mahasiswa sebagai pembantu, dapat disimpulkan bahwa sudah tidak perlu lagi diadakan perencanaan, siklus lanjutan. .

## **2. Pembahasan**

Dari hasil tes awal diperoleh informasi bahwa sebagian besar siswa belum memahami metode pemecahan masalah walaupun dalam tingkat yang sederhana yaitu pemahaman soal. Di samping itu, soal-soal yang memerlukan strategi khusus dalam penyelesaiannya seperti bekerja mundur, dengan penggambaran, dengan tabel sama sekali belum dikuasai siswa. Kurangnya pemahaman siswa terhadap strategi pemecahan masalah, diduga kuat disebabkan proses pembelajaran yang mereka alami sampai waktu penelitian dilaksanakan, hanya menerima informasi, tetapi kurang dihubungkan dengan kontekstual yang realistik; bahwa persoalan itu bermacam-macam dan memerlukan strategi khusus pula dalam penyelesaiannya. Hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Ausubel ( Bell, 1978: 13 ) belajar dengan hanya menerima informasi tidak akan melibatkan mental siswa dalam berpikir dan tidak akan melahirkan penemuan.

Pada Siklus I ini langkah-langkah pembelajaran belum sesuai dengan perencanaan karena selain siswa belum memahami tentang strategi khusus dalam

menyelesaikan masalah tertentu , pemahaman tentang soal cerita (apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan) juga belum dikuasai dengan baik.

Pelaksanaan diskusi masih didominasi oleh mereka yang merasa mampu dan sepertinya sebagian dari mereka belum termotivasi dengan baik; dalam menyelesaikan masalah dalam soal matematika bentuk cerita. Tentu saja jika siswa termotivasi dengan baik, mereka akan memusatkan perhatiannya terhadap aspek yang relevan dengan pembelajaran ( Dahar, 1996: 174) Sebagian besar siswa belum memahami strategi khusus dalam menyelesaikan permasalahan sesuai dengan jenisnya. Lain halnya dengan pemahaman soal, sebagian besar dari mereka sudah mampu memahami dan bahkan sudah sampai penyusunan kalimat matematikanya. Hal itu mungkin disebabkan mereka sudah terbiasa dalam menyelesaikan soal-soal bentuk cerita pada tahun-tahun sebelumnya ; sesuai dengan yang dikemukakan Scheerer ( Orton, 1992: 90 ), bahwa jika seseorang telah terbiasa menyelesaikan soal bentuk cerita, mereka akan secara otomatis mengetahui apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan pada setiap soal , sesuai dengan kebiasaannya.

Dari hasil tes akhir tindakan dapat diketahui bahwa sebagian besar siswa belum mampu menyelesaikan soal matematika bentuk cerita yang menggunakan strategi bekerja mundur , dengan penggambaran, dengan tabel dan bahkan dengan menebak (trial and error).

Pada siklus II ini, pelaksanaan kegiatan pembelajaran sudah sesuai dengan perencanaan dan relatif sesuai dengan harapan. Hal ini disebabkan selain sebagian materi, proses dan prosedur merupakan pengulangan pembelajaran, siswa juga sudah memahami soal cerita dan strategi penyelesaiannya. Di samping itu, materi soal matematika bentuk cerita yang dianggap sulit bagi siswa, terutama soal yang strategi penyelesaiannya dengan bekerja mundur, dengan penggambaran dan juga dengan tabel, sudah dikuasai oleh sebagian besar siswa; karena mereka memang sadar bahwa materi itu masalah yang terkait dengan kehidupan sehari-hari.

Diskusi kelompok sebagai salah satu ciri pembelajaran pemecahan masalah sudah dapat terwujud, dan tampak hidup. Hal ini sesuai dengan apa yang dinyatakan oleh Vigotsky (Nur , 1998: 7), bahwa unsur perubahan kognitif yang menuju

pemahaman adalah dipengaruhi oleh hakikat sosial dalam belajar dan penggunaan kelompok sejawat untuk memodelkan cara berpikir yang sesuai dan saling mengemukakan serta menantang miskonsepsi di antara mereka sendiri.

Untuk pembelajaran soal matematika bentuk cerita dengan pemecahan masalah ini, dimulai dari pemahaman yang realistik dan melalui semi konkret ( dengan gambar) dan akhirnya dengan abstrak formal. Hal ini sesuai dengan pendapat Bruner (Orton, 1992: 49), bahwa pemahaman suatu konsep bagi usia anak SD melalui tahap inaktif, ikonik dan simbolik. Pada siklus 2 ini suasana diskusi benar-benar sudah hidup dan saling *take and give knowledge and eksperience*. Hal ini senada dengan pendapat Saxe dan Post T.R. (1992: 81), yang mengemukakan bahwa formalisasi konsep matematika merupakan proses perkembangan yang secara bersamaan dari aktivitas individu dan sosial.

#### **D. Kesimpulan**

Dari paparan data dan penemuan penelitian yang telah diuraikan di depan, maka dapat disimpulkan hal-hal seperti berikut ini.

1. Pembelajaran soal matematika bentuk cerita dengan pendekatan pemecahan masalah dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang masalah yang ada di dalam soal cerita apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan, sehingga dapat menyelesaikannya dengan tepat.
2. Soal matematika yang penyelesaiannya dengan strategi khusus dapat diselesaikannya dengan baik, sebab dengan bimbingan guru mereka dapat menyelesaikannya dalam kelompok diskusi.
3. Respon siswa terhadap pembelajaran baik dan positif. Mereka antusias untuk merespon

permasalahan dan menyelesaikannya dalam diskusi kelompok. Mereka merasa senang

dan terlibat aktif dalam proses diskusi serta *take and give knowledge* serta *eksperience*.

### Daftar Pustaka

1. Abdullah, S. 2000. *Memecahkan Masalah dalam Matematika*. Jurnal Gentengkali, 3(1): 36-39.
2. Alam, N & Pathuddin. 2002. Pemecahan Masalah dalam Matematika. *Kreatif, Jurnal Pendidikan dan Seni*. 5 (3) : 59 –72).
3. As'ari, A.R. 1992. *Kegiatan Pemecahan Masalah dalam Pembelajaran Matematika*. Majalah Eksakta, 21 (60): 13 –22.
4. Bell, F.H. 1978. *Teaching and Learning Mathematics in Secondary School*. New York: Wm. C. Brown Company Publisher.
5. Endang, Retno Winarti. 1998. *Jenis-jenis kesalahan mahasiswa PGSD dalam menyelesaikan soal matematika dan faktor yang berkaitan*. Tesis. Program Pascasarjana IKIP Yogyakarta.
6. Kemmis, Stephen & Mc. Taggart, Robin. 1998. *The Action Research Planner*. Victoria:
  - a. Deakin University.
7. Kennedy, L.M. & Tipp, S. 1994. *Guiding Children's of Learning of Mathematics*.
  - a. Belmont, California: Wadworth Publishing Company..
8. Miles, M.B. & Huberman, A.M. 1992. *Analisis Data Kualitatif*. Terjemahan oleh Cecep Rohendi, Rohidi 1992. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
9. Orton, A. 1992. *Learning Mathematics: Issues, Theory and Classroom Practice*. Second Edition. New York : Cassel.
10. Priatna, N. 2000. *Pengaruh Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan Pemecahan Masalah Pada siswa SLTP*. Prosiding Seminar Nasional. Surabaya: FMIPA ITS.
11. Post, T. R. & Saxe. 1992. *Teaching Mathematics in Grades K- 8: Research based methods*: Second Edition . Boston: Allyn and Bacon.
12. Sardjono, A. 1986. *Hubungan Antara Prestasi Alih Bahasa dan Komputasi dengan*
  - a. *Prestasi Belajar Matematika di kelas V Sekolah Dasar di Daerah Tingkat II Bantul*
  - b. . Tesis. Fakultas Pascasarjana IKIP Malang.

13. Sudjimat, D. A. 2000. *Pembelajaran Pemecahan Masalah dalam Mata Pelajaran Matematika Sekolah Dasar. Suatu Studi Eksplorasi*. Desertasi tidak diterbitkan. Malang: PPS Universitas Negeri Malang.
14. Wakiman, T. 1995. *Kesulitan-kesulitan memahami soal cerita matematika pada*
  - a. *mahasiswa PGSD D-II Penyetaraan Tatap Muka FIP IKIP Yogyakarta Angkatan Tahun 1993*. Laporan penelitian. IKIP Yogyakarta.
15. Yuwono, I. 2001. *Pembelajaran Matematika Secara Membumi*. Malang FMIPA. Universitas Negeri Malang.

# IMPLEMENTASI TEORI BELAJAR SIBERNETIK UNTUK MENINGKATKAN PEMBELAJARAN MATEMATIKA TEKNIK

Pradoto

Jurusan Pendidikan Teknik Mesin

FT-UNY

## Abstraks

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui (1) tahap-tahap penyelesaian aplikasi integral tertentu dalam matakuliah matematika teknik yang dibangun dari teori belajar siberetik, (2) divergensi dari soal-soal aplikasi integral tertentu dalam matakuliah matematika teknik dan (3) peningkatan prestasi belajar matakuliah matematika teknik menggunakan teori belajar siberetika.

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Populasi penelitian ini adalah mahasiswa kelas B sebanyak 32 orang (perlakuan) dan D sebanyak 49 orang (kontrol). Semua mahasiswa dalam populasi dijadikan sampel penelitian. Data diambil dari hasil penyelesaian soal-soal aplikasi integral tertentu. Data dianalisis dengan cara kualitatif yaitu melihat rerata skor yang diperoleh kedua kelompok tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) ada 7 tahap dalam penyelesaian soal aplikasi integral tertentu, (2) divergensi dalam soal matematika teknik dapat dilakukan dengan mengubah konstanta, fungsi integrand, posisi benda dan variabel yang digunakan dan (3) bahwa pembelajaran dengan teori belajar siberetika dapat meningkatkan hasil prestasi belajar mahasiswa. Rerata skor yang diperoleh kelompok perlakuan 186,875 lebih baik jika dibanding dengan rerata skor yang diperoleh kelompok control adalah 152,857.

**Kata kunci :** Teori belajar siberetik, matematika teknik, prestasi belajar

## A. Pendahuluan

Pokok bahasan dalam bidang teknik banyak yang berkaitan erat dengan materi matematika. Hampir semua persoalan yang timbul dalam bidang teknik dapat diselesaikan dengan cara matematika. Di dalam bidang permesinan, fabrikasi, dan

perancangan bidang teknik mesin seringkali dijumpai penyelesaian persoalan teknis menggunakan matematika, terutama materi matematika teknik.

Pada jurusan pendidikan teknik materi matematika diberikan sebagai bekal dasar bagi para mahasiswa untuk mempelajari bidang teknik. Dengan bekal pengetahuan matematika yang cukup maka akan memudahkan para mahasiswa untuk mempelajari materi di dalam bidang teknik. Dalam bidang teknik banyak dijumpai rumus-rumus yang cara penyelesaiannya menggunakan materi matematika. Sehingga dengan bekal materi matematika para mahasiswa akan mudah belajar dan dapat meningkatkan prestasi belajarnya baik dalam matakuliah matematika maupun matakuliah bidang teknik lainnya. Dapat dimengerti betapa pentingnya pembelajaran matematika di Fakultas Teknik karena keberhasilan dalam pembelajaran matematika akan membawa mahasiswa lebih mudah dan berhasil dalam mendalami ilmu pengetahuan dan teknologi atau ilmu keteknikan.

Materi matematika merupakan bahan pelajaran yang sulit untuk dimengerti. Banyak para mahasiswa yang mengeluh jika berhadapan dengan materi matakuliah matematika. Mahasiswa mengeluh karena belum mengerti sama sekali tentang materi matakuliah matematika yang telah diterima. Menurut Cockcroft (1982:6) memang “*Mathematics is a difficult subject both to teach and to learn*”. Materi matematika itu sulit diajarkan dan juga sulit untuk dipelajari.

Keberhasilan mahasiswa dalam belajar materi matematika ditinjau dari teori belajar yang digunakan akan memberikan hasil belajar yang diduga berbeda. Dengan menggunakan pendekatan teori belajar yang lebih tepat akan menghasilkan prestasi belajar yang diinginkan. Sedangkan teori belajar yang berkembang sampai saat ini sudah banyak ragamnya dengan kelebihan dan kekurangan. Oleh sebab itu harus dipilih teori belajar yang diduga dapat meningkatkan pemahaman terhadap materi matematika yang diajarkan. Peningkatan pemahaman oleh mahasiswa terhadap materi matematika secara otomatis akan meningkatkan prestasi hasil belajar pada matakuliah matematika.

Pengajar matematika baik di sekolah menengah umum maupun di perguruan tinggi harus memperhatikan teori belajar yang digunakan, karena akan mempengaruhi keberhasilan pembelajaran matematika yang dilakukan. Penggunaan teori belajar yang

lebih tepat akan meningkatkan hasil belajar matematika bagi siswanya. Teori belajar yang baru dan cukup populer adalah teori belajar siberetik. Pada dasarnya teori siberetik ini menitik beratkan pada system informasi dan mengembangkan dengan pemikiran divergen kepada masalah-masalah yang terkait. Pada proses pemecahan masalah digunakan cara berfikir linier dengan suatu algoritma tertentu. Teori ini diduga dapat meningkatkan proses pembelajaran matematika teknik karena sesuai dengan pola piker orang teknik yang selalu konvergen.

Sampai sekarang ini belum banyak penelitian yang dilakukan dalam bidang penggunaan teori belajar siberetik yang diterapkan pada pembelajaran matematika teknik. Padahal penggunaan teori belajar siberetik dalam pembelajaran matakuliah matematika teknik agar pembelajaran meningkat dan hasil prestasi belajar mahasiswanya juga dapat meningkat merupakan masalah yang penting. Melihat sepintas peserta kuliah matakuliah matematika teknik yang cukup banyak maka perlu segera diadakan penelitian untuk menerapkan teori belajar siberetik dalam pembelajaran matakuliah matematika teknik. Dengan menerapkan teori tersebut diharapkan prestasi hasil belajar matematika teknik yang dicapai menjadi lebih baik. Dari uraian pada pendahuluan di atas dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut

1. Bagaimanakah membuat algoritma pembelajaran materi aplikasi integral tertentu dalam matakuliah matematika teknik dengan teori belajar siberetik ?.
2. Bagaimanakah membuat soal divergensi pada materi aplikasi integral tertentu dalam matakuliah matematika teknik dengan teori belajar siberetik ?.
3. Bagaimanakah implementasi teori belajar siberetik dalam pembelajaran matematika teknik agar prestasi belajar mahasiswa dapat meningkat?.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui hasil implementasi teori belajar siberetika pada penyelesaian soal-soal dalam aplikasi integral. Sedangkan manfaat yang dapat diambil adalah dapat mengenal metoda pembelajaran yang baru dalam proses belajar dan mengajar matakuliah matematika teknik terutama dalam penyelesaian soal aplikasi integral tertentu dengan langkah-langkah yang sistematis.

Teori belajar siberetik merupakan teori belajar yang relatif baru seiring dengan kemajuan dan perkembangan informasi. Dalam teori belajar siberetik belajar

adalah mengolah berbagai macam informasi untuk memecahkan masalah yang sedang dihadapi. Proses bagaimana seseorang belajar adalah suatu hal yang cukup penting tetapi yang lebih penting adalah bagaimana mengolah sebuah sistem informasi sebagai alat untuk menyelesaikan suatu masalah. Dalam teori belajar sibermetik mempunyai asumsi bahwa tidak adanya satu proses belajar yang ideal untuk segala macam situasi yang cocok untuk semua karakter mahasiswa. Suatu informasi mungkin akan dipelajari oleh seorang mahasiswa dengan proses tertentu, tetapi akan lain prosesnya jika dipelajari oleh mahasiswa yang lain. Sehingga sebuah informasi akan dipelajari dengan proses yang berbeda bagi seorang mahasiswa satu dengan mahasiswa lainnya. Teori belajar sibermetik secara praktis dikembangkan oleh Landa dalam pendekatan algoritmik dan heuristic. Pask dan Scott mengembangkan teori sibermetik dengan membagi mahasiswa dalam tipe menyeluruh atau wholist dan tipe serial atau serialist. Pendekatan lain berorientasi pada pengolahan sistem informasi.

Menurut Landa dalam bukunya Suciati dan Prasetyo Irawan (2005 : 23) ada dua macam proses berfikir seseorang. Proses berfikir yang pertama adalah proses berfikir algoritmik yaitu seseorang yang memiliki cara berfikir linier, konvergen dan menuju kepada satu target tertentu. Proses berfikir yang kedua adalah proses berpikir heuristik yaitu cara berpikir divergen atau menyebar menuju kepada beberapa target sekaligus. Proses belajar akan berjalan dengan baik apabila materi yang dipelajari dapat diketahui ciri-cirinya. Pada suatu permasalahan akan dapat diselesaikan jika informasi tentang ciri-ciri masalah tersebut dapat diketahui dan diperinci lebih jelas. Suatu permasalahan dapat disajikan dalam bentuk urutan yang teratur, linier, sekuensial dan terbuka sehingga mahasiswa dapat leluasa dalam berpikir dan berimajinasi.

Menurut Pask dan Scott dalam bukunya Suciati dan Prasetyo Irawan (2005:24) , dalam teori belajar sibermetik seseorang yang berpikir wholist adalah seseorang yang berpikir jauh melompat ke depan dan langsung kepada gambaran yang lebih lengkap dari sebuah sistem informasi. Seseorang melihat sesuatu dari seluruhnya terlebih dahulu lalu melihat perincian yang lebih kecil dari keseluruhan tersebut. Pengolahan informasi menekankan pada sistem memori baik jangka pendek maupun jangka panjang. Hasil belajar akan lebih baik dan optimal apabila tidak hanya mengetahui kerja otak saja tetapi

juga lingkungan yang mempengaruhi kerja otak itu juga harus diketahui. Teori belajar sibermetik ini lebih dekat kepada pengetahuan tentang psikologi dan sistem informasi.

Menurut Suciati dan Prasetyo Irawan (2005:45) teori belajar sibermetik merupakan pembelajaran yang menitik beratkan pada pengolahan informasi. Sistem informasi dari masalah yang dipecahkan semakin jelas maka proses pemecahannya akan semakin mudah. Dalam teori belajar sibermetik ada dua cara berpikir yaitu berpikir algoritmik dan heuristik. Cara berpikir algoritmik adalah proses berpikir linier, konvergen dan lurus menuju suatu target pemecahan masalah tertentu. Sedangkan cara berpikir heuristik adalah proses berpikir divergen, menyebar mengarah kepada beberapa target pemecahan masalah. Menurut teori belajar sibermetik pembelajaran akan berjalan dengan baik jika apa yang dipelajari atau masalah yang akan diselesaikan dapat diketahui cirri-cirinya. Dalam mempelajari sesuatu, menurut teori sibermetik ini dapat dimulai dari ciri yang paling umum terlebih dahulu kemudian bergerak kepada yang lebih khusus atau dikenal dengan tipe wholist. Sedangkan untuk tipe serialist cenderung untuk berpikir secara algoritmik atau tahap demi tahap. Teori belajar sibermetik ini akan dijadikan dasar untuk melakukan proses belajar mengajar matematika teknik.

Beberapa langkah yang umum diambil dalam implementasi teori belajar sibermetik untuk kegiatan belajar mengajar adalah : menentukan tujuan-tujuan instruksional, menentukan materi pelajaran, mengkaji sistem informasi yang terkandung dalam materi pelajaran tersebut, menentukan pendekatan belajar yang sesuai dengan sistem informasi yang diperoleh, menyusun materi pelajaran dalam urutan yang sesuai dengan informasinya dan menyajikan materi dan membimbing pada para mahasiswa berdasarkan pola dan urutan materi pelajarannya.

Pada umumnya orang teknik akan selalu berpikir secara divergen. Cara berpikir divergen digunakan untuk membuat produk-produk yang baru sehingga bidang teknik berkembang dengan pesat. Tetapi cara berpikir divergen tersebut tidak terlepas dari cara berpikir konvergen, karena gagasan-gagasan yang bersifat divergen pada akhirnya harus diselesaikan secara konvergen. Tanpa berpikir konvergen gagasan tersebut hanya merupakan teori belaka yang tidak dapat dijadikan benda konkrit.

Sedangkan dalam bidang teknik justru perkembangan bidang teknik ditandai dengan adanya benda konkrit yang selalu berkembang.

Secara operasional teori belajar siberetik dapat dipraktikkan dengan mendalami lebih dahulu materi matematika teknik. Misalnya pada materi aplikasi integral, harus dicari dan digali informasi-informasi yang berkaitan dengan materi tersebut. Informasi dapat berupa rumus, symbol integral, integrand, batas integral, operasi dari gerak deferensial  $x$  atau  $y$  dan cara pengintegralan serta perhitungan aritmetik. Informasi-informasi tersebut harus diketahui dan dipelajari terlebih dahulu. Langkah selanjutnya adalah menyusun informasi-informasi tersebut menjadi tahap atau langkah-langkah baku dalam menyelesaikan problem-problem aplikasi integral.

## **B. Metode Penelitian**

Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa yang mengikuti kuliah matematika teknik Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta tahun 2009. Sampel berjumlah 81 mahasiswa yang terdiri dari mahasiswa di kelas B sebanyak 32 orang dan dari kelas D sebanyak 49. Kelompok yang diberi perlakuan adalah mahasiswa yang tergabung pada grup B Sedangkan kelompok control adalah mahasiswa yang tergabung pada grup D.

Data dalam penelitian ini diambil dengan instrumen tes atau ujian. Tes berupa 5 butir soal matematika dengan komposisi tingkat kesulitan yang berbeda. Dua butir soal dibuat mudah agar setiap mahasiswa dapat menyelesaikan dengan benar tanpa kesulitan. Dua butir soal dibuat agak sukar agar hanya sebagian kecil mahasiswa saja yang dapat menyelesaikan soal dengan benar. Sedangkan satu butir soal dibuat sukar agar hanya mahasiswa yang cerdas saja yang dapat menyelesaikan soal dengan benar. Waktu mengerjakan soal 100 menit Validitas alat ukur dalam penelitian ini adalah validitas isi saja, karena hanya melihat materi matematika teknik yang telah ada di dalam kurikulum dan silabus.

Data dalam penelitian ini akan dianalisis secara kuantitatif untuk menentukan apakah terjadi perbedaan rerata skor diantara dua kelompok.

X1	PBM biasa	Nx1
X2	PBM siberetik	Nx2

X1 adalah mahasiswa yang masuk dalam kelompok control

X2 adalah mahasiswa yang masuk dalam kelompok eksperimen

Nx1 adalah rerata skor prestasi belajar aplikasi integral kelompok control

Nx2 adalah rerata skor prestasi belajar aplikasi integral kelompok perlakuan

Jika  $Nx2 > Nx1$  berarti pembelajaran matakuliah matematika teknk dengan teori belajar siberetik lebih baik.

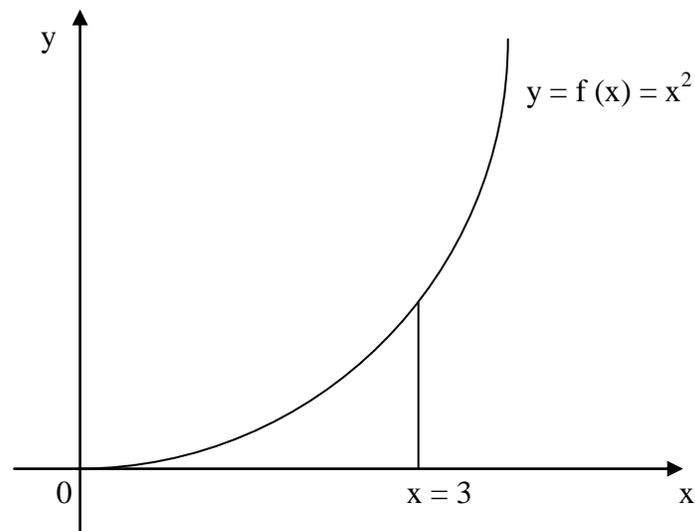
### C. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

#### 1. Algoritma Materi Matematika Teknik

Pokok bahasan dalam materi matetika teknik adalah aplikasi integral tertentu terdiri dari rumus mencari luas bidang, panjang busur, isi benda putar, luas permukaan benda putar, pusat berat garis, pusat berat bidang dan tekanan zat cair.

Contoh penyelesaian integral tertentu menggunakan 7 tahap adalah :

Hitunglah luas bidang yang dibatasi oleh fungsi  $y=f(x) = x^2$  dan harga  $x = 0$  dan  $x = 3$  seperti gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Luas bidang yang dibatasi fungsi dan garis x

Tahap 1. Menulis rumus yang digunakan

$$\text{Luas } L = \int_a^b f(x) dx$$

Tahap 2. Menentukan fungsi integrand

Dalam hal ini fungsi integrand adalah  $y = f(x) = x^2$

Fungsi ini berada diantara tanda  $\int$  dan  $dx$

Tahap 3. Menentukan batas integral

Batas integral adalah gerakan  $dx$ , atau gerakan  $x$  pada **sumbu x**. Batas integral dalam soal ini adalah  $x_1 = 0$  dan  $x_2 = 3$  sehingga harga  $a = x_1 = 0$  dan harga  $b = x_2 = 3$

Tahap 4. Menulis rumus dalam bentuk integral tertentu

Menulis kembali rumus umum dengan fungsi integrand dan batas integral yang telah ditentukan pada tahap 2 dan 3.

$$L = \int_a^b f(x) dx = \int_0^3 x^2 dx$$

Karena  $a = 0$ ,  $b = 3$  dan  $f(x) = x^2$

Tahap 5. Pengintegralan menggunakan tabel

Dengan tabel integral atau pengintegralan langsung bagi yang sudah hafal dihasilkan :

$$\int_0^3 x^2 dx = \left[ \frac{1}{3} x^3 \right]_0^3$$

Tahap 6. Perhitungan aritmetika

Pengerjaan lebih lanjut dari tahap 5 memerlukan ketelitian dalam berhitung aritmetika sebagai berikut :

$$\left[ \frac{1}{3} x^3 \right]_0^3 = \frac{1}{3} \cdot 3^3 - \frac{1}{3} \cdot 0^3 = \frac{1}{3} \cdot 27 - \frac{1}{3} \cdot 0 = 9 - 0 = 9$$

Tahap 7. Menentukan hasil akhir dengan satuan

Penghitung soal harus mengetahui satuan apa yang digunakan pada soal tersebut Jadi luas daerah tersebut adalah 9 unit luas (misalnya  $\text{cm}^2$  )

Algoritma atau tahapan dalam penyelesaian aplikasi integral tertentu merupakan usaha sistematis untuk mendapatkan langkah-langkah yang baku. Setelah melalui kajian yang mendalam dan informasi-informasi terkait diperoleh 7 langkah dalam penyelesaian aplikasi integral tertentu. Ke 7 langkah tersebut mengandung pengertian yang baku dalam menyelesaikan masalah atau soal aplikasi integral tertentu. Dengan 7 langkah para mahasiswa diajak untuk berpikir secara sistematis dalam menyelesaikan suatu masalah aplikasi integral tertentu. Ke 7 langkah tersebut tidak terlalu banyak sehingga mudah diingat dan dilakukan , sehingga persoalan aplikasi integral tertentu lebih mudah untuk diselesaikan. Hasil implementasi teori belajar sibernetika dalam pembelajaran matakuliah matematika teknik ini dapat meningkatkan prestasi belajar bagi mahasiswa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rerata skor kelompok perlakuan lebih tinggi dari pada rerata skor kelompok kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pola pikir belajar materi aplikasi integral tertentu lebih mudah dengan pola bertahap. Dengan materi yang bertahap akan memudahkan mahasiswa untuk menghafal, memahami maupun untuk mendalami materi matematika teknik lebih lanjut. Dibandingkan dengan kelompok kontrol yang hanya diberi pelajaran biasa tanpa pola bertahap mahasiswa cenderung mengalami kesulitan pada waktu penyelesaian soal. Mahasiswa diduga masih bingung untuk melangkah tahap selanjutnya dalam menyelesaikan soal aplikasi integral tertentu. Pada akhirnya prestasi belajar yang dicapai kurang maksimal dan rerata skor pada kelas D ini menjadi lebih rendah.

## 2. Divergensi Dalam Masalah Matematika Teknik

Soal –soal atau masalah dalam materi matematika teknik dapat diurai menjadi divergensi dalam beberapa cara. Divergensi dalam soal matematika teknik adalah mengubah dimensi atau ukuran atau konstanta-konstanta, koordinat atau posisi, fungsi pada integrand dan variabel yang terlibat. Perubahan pada ukuran paling mudah dilakukan karena hanya mengganti angka dari ukuran benda yang sudah diberikan dalam contoh. Perubahan pada koordinat atau posisi dapat dilakukan dengan menggeser fungsi

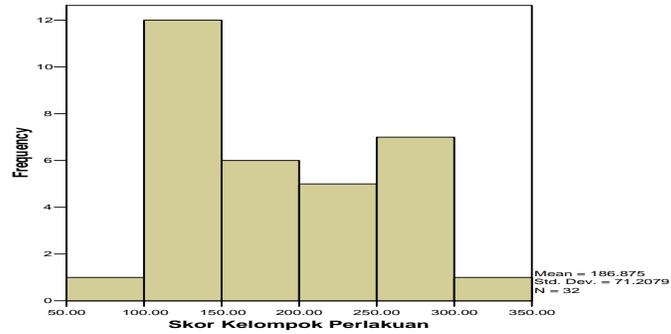
integrand atau bentuk geometrik dalam bidang kartesian. Misalkan mengubah posisi empat persegi panjang pada kuadran pertama, diubah posisinya digeser sehingga menempati posisi pada kuadran kedua atau kuadran ketiga. Perubahan fungsi pada integrand dapat dilakukan dengan cara mengganti fungsi tersebut dengan jenis fungsi lainnya. Misalkan fungsi pada integrand semula adalah linier kemudian diganti dengan kuadratik, logaritmik atau trigonometrik. Perubahan fungsi pada integrand dapat juga dilakukan dengan menambahkan fungsi lain atau dalam bentuk kombinasi dengan fungsi lain. Misalkan yang semula hanya menggunakan satu fungsi linier dalam integrand, digunakan dua fungsi linier dalam integrand. Dapat juga menggunakan dua fungsi untuk kombinasi, misalkan dalam integrand digunakan fungsi linier dan kuadratik. Perubahan variabel pada rumus integral tertentu dapat dirubah misalkan semula memakai deferensi  $x$ , diganti dengan deferensi  $y$  atau deferensi  $t$ .

Soal-soal pada aplikasi integral tertentu yang dibuat divergen atau meluas telah membantu mahasiswa dalam memahami materi matematika teknik lebih mendalam. Dengan demikian pengertian materi matematika teknik akan menjadi pengalaman yang berharga bagi mahasiswa. Dalam divergensi soal aplikasi integral tertentu mahasiswa diajak untuk berfikir divergen, mahasiswa diajak untuk berfikir segala kemungkinan yang terjadi dari soal yang diberikan. Sehingga mahasiswa dapat memprediksi berbagai macam kemungkinan bentuk soal. Tidak hanya berfikir divergen saja tetapi mahasiswa harus bisa juga menyelesaikan soal-soal yang telah dibentuk dengan berfikir divergen. Berarti mahasiswa juga dilatih untuk berfikir konvergen. Berfikir konvergen dalam menyelesaikan soal aplikasi integral tertentu telah diberikan yaitu dengan 7 langkah. Dalam pembelajaran matematika teknik dengan teori belajar siberetik ini membantu mahasiswa untuk berfikir divergen sekaligus konvergen. Pola divergen digunakan untuk memprediksi kemungkinan lain dari bentuk soal yang telah diberikan, sedangkan pola konvergen dengan 7 langkah digunakan untuk menyelesaikan soal yang diberikan.

### 3. Hasil Implementasi

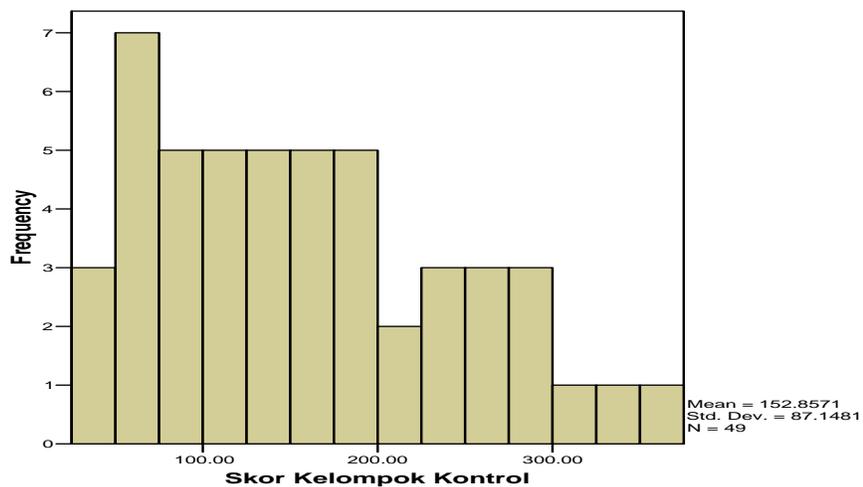
Histogram hasil penelitian kelompok perlakuan dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini. Kelompok perlakuan tergabung pada kelas B dengan jumlah mahasiswa 32 orang. Kelompok ini diberi pembelajaran matakuliah matematika teknik berdasar teori

belajar sibernetik. Materi matematika dibuat bertahap dimulai dari rumus hingga hasil penyelesaian akhir.



Gambar 2. Histogram sebaran data dari Skor Kelompok Perlakuan

Data hasil penelitian untuk kelompok kontrol dalam bentuk histogram dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini. Kelompok kontrol ini tergabung pada kelas D dengan jumlah mahasiswa 49 orang.



Gambar 3. Histogram sebaran data dari SkoKelompok Kontrol

Hasil rerata skor pada kelompok yang diberi perlakuan adalah 186,875 sedangkan hasil rerata skor pada kelompok kontrol adalah 152,857. Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran matakuliah matematika teknik menggunakan teori belajar sibernetika menghasilkan prestasi belajar yang lebih baik.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mahasiswa yang melatih dirinya untuk berfikir divergen dan konvergen dapat memperoleh hasil prestasi belajar yang maksimal. Rerata skor yang dihasilkan pada kelas B ini lebih baik dari pada rerata skor yang dihasilkan oleh kelompok kontrol yang tergabung pada kelas D. Mahasiswa yang telah melatih dirinya untuk berfikir divergen dan konvergen dalam pembelajaran matakuliah matematika teknik dapat lebih mendalami dan mengerti terhadap materi yang diberikan. Sehingga mahasiswa yang tergabung dalam kelompok atau kelas B dapat meningkatkan prestasi hasil belajarnya.

Dilihat dari rerata skor yang dicapai oleh dua kelompok dalam penelitian ini ada bedanya. Kelompok yang diberi perlakuan dapat mencapai hasil rerata skor 186,875. Sedangkan pada kelompok kontrol dapat mencapai hasil rerata skor 152.857. Dari rerata skor tersebut, kelompok perlakuan mendapatkan hasil yang lebih baik dari pada kelompok kontrol. Jadi pembelajaran matakuliah matematika teknik dengan teori belajar sibernetik dapat menghasilkan hasil prestasi belajar yang lebih baik. Sehingga teori belajar sibernetik cocok untuk dasar pembelajaran dalam matakuliah matematika teknik.

Dalam pembelajaran matematika teknik telah digunakan pendekatan pembelajaran berdasarkan teori belajar sibernetik. Sistem pembelajaran materi matematika teknik telah dibuat tahap-tahap secara sistematis sehingga mudah untuk diajarkan dan dipelajari. Mahasiswa diharapkan akan dapat mengetahui materi apa yang belum difahami pada waktu melalui tahap-tahap yang telah dibuat. Misalkan mahasiswa menemui kesulitan dalam menapak suatu tahap dengan sendirinya akan belajar dan mengusahakan mendalami tahap tersebut lebih lanjut. Dengan demikian akan terbina pengertian yang lebih mendalam karena mahasiswa secara sadar diri melakukan pembelajaran. Hasil dari kesadaran dari mahasiswa tersebut pada akhirnya akan menumbuhkan pengertian dan pemahaman yang lebih baik bagi para mahasiswa

sehingga prestasi belajarnya akan meningkat. Mahasiswa yang tergabung dalam kelompok perlakuan ini telah menunjukkan hasil rerata skor yang lebih tinggi dari pada rerata skor kelompok kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran materi matakuliah matematika teknik dengan teori belajar sibernetika telah mampu meningkatkan prestasi belajar bagi mahasiswanya. Pembelajaran matematika teknik dengan berdasar pada teori belajar sibernetika adalah salah satu metoda pembelajaran yang cocok untuk diberikan kepada para mahasiswa.

#### **D. Kesimpulan**

Berdasarkan uraian hasil penelitian dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa :

1. Dalam penyelesaian soal aplikasi integral tertentu dapat menggunakan 7 tahap pengerjaan dan 7 tahap tersebut adalah hal-hal berikut: Rumus, fungsi integrand, batas integral, bentuk umum integral tertentu, pengintegralan, perhitungan aritmetik dan hasil akhir dengan satuan yang digunakan.
2. Soal atau masalah dalam aplikasi integral tertentu dapat dibuat divergen dengan cara merubah ukuran atau dimensi, menggeser posisi bentuk fungsi integrand pada kuadran yang lain dan menambah atau mengubah variabel dalam integral tertentu. Konvergensi pola pikir mahasiswa akan terlihat pada penggunaan 7 langkah dalam menyelesaikan soal divergensi tersebut.
3. Pembelajaran matakuliah matematika teknik menggunakan teori sibernetik mampu meningkatkan hasil belajar bagi para mahasiswa, sehingga kelompok perlakuan dapat memperoleh rerata skor yang lebih baik dibanding rerata skor yang diperoleh kelompok kontrol.

#### **Daftar Pustaka**

1. Cockcroft, W.H ,1982, Mathematics Counts. Her Majesty's Stationery Office, London.
2. Jambulingam.,A.P, 1977, Mathematics for Technicians, Sehgal, Educational Counsultants & publisher, Faridabat, India.

3. Suciati dan Prasetyo Irawan, 2005, Teori Belajar dan Motivasi, PAU, PPAI, Dirjen Dikti DepDikNas.
4. Sugihartono dkk, 2007, Psikologi Pendidikan, UNY Press, Yogyakarta
5. Tidjan, dkk, 2007, Bimbingan dan Konseling Sekolah Menengah, UPP UNY, Yogyakarta.

**PEMETAAN SUMBERDAYA PADA PROGRAM STUDI TATA BOGA  
DALAM MENINGKATKAN “*FULL TIME EQUIVALENT*”**

Rina Febriana, M.Pd  
Universitas Negeri Jakarta

**Abstrak**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi Full Time Equivalent proporsi jumlah dosen, kegiatan penelitian, kegiatan pengabdian kepada masyarakat, peralatan laboratorium dan bahan pustaka yang terdapat di PS Tata Boga berdasarkan Kelompok Bidang Ilmu (KBI) . Penelitian ini dilakukan di Program Studi Tata Boga, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta selama empat bulan, yaitu bulan Juni sampai September 2008.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Variabel-variabel yang diteliti diukur dengan menggunakan formulir untuk mengidentifikasi jumlah dosen, judul penelitian, judul kegiatan P2M, nama peralatan laboratorium serta judul bahan pustaka. Semua data yang telah dikumpulkan dianalisis menghitung proporsi jumlah dosen judul penelitian, judul kegiatan P2M, nama peralatan laboratorium serta judul bahan pustaka berdasarkan KBI. Selain itu data tersebut juga dihitung nilai FTE-nya. Untuk mengetahui kekuatan dan kelemahan dari PS Tata Boga, data juga dianalisis menggunakan Analisis SWOT.

Ditinjau dari tingkat pendidikannya staf akademik PS Tata Boga terdiri dari 7 orang (35%) berjenjang S1, 9 orang (45%) berjenjang S2 dan 4 orang (20%) berjenjang S3. Semua dosen yang bergelar Doktor termasuk dalam KBI Teknologi Pangan dan Gizi. Sebagian besar (90%) staf akademik berusia di bawah 50 tahun. Beban kerja masing-masing dosen tidak merata dengan rata-rata *Full Time Equivalent* (FTE) antara 9 sampai 10 sks per semester. Beban kerja pendidikan dan pengajaran merupakan beban kerja tertinggi (antara 8 hingga 9 sks per semester) dibandingkan dengan penelitian (antara 0,6 hingga 0,75 sks per semester) dan pengabdian kepada

masyarakat (antara 0,2 hingga 0,45 sks per semester). Kelemahan dalam implementasi kurikulum di PS Tata Boga adalah belum dilakukannya pengukuran kompetensi lulusan melalui program sertifikasi di bidang boga serta masih rendahnya kemampuan berbahasa Inggris, seperti yang dituntut oleh dunia usaha dan dunia industri (DUDI). Hal ini mengakibatkan lulusan belum optimal dalam bersaing dengan lulusan sejenis dari perguruan tinggi lain.

Penggunaan ruang kuliah PS Tata Boga yang berjumlah 9 kelas tersebut bervariasi dari 2 hingga 8 jam per hari. Secara rata-rata total waktu penggunaan ruang kuliah adalah 5,3 jam per hari. Jumlah layanan yang diberikan oleh seluruh laboratorium adalah 2960 jam/semester sedangkan yang seharusnya adalah 4736 jam/semester. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan laboratorium yang ada di PS Tata Boga baru mencapai 62,5%. Jumlah laboratorium yang termasuk dalam KBI Pengolahan dan Manajemen Boga sebanyak 6 laboratorium dan 2 laboratorium KBI Teknologi Pangan dan Gizi. Sedangkan untuk KBI Pendidikan Boga belum mempunyai laboratorium secara khusus. Jumlah peralatan yang dimiliki oleh KBI Pendidikan Boga baru sebanyak 8 jenis. Sedangkan KBI Teknologi Pangan dan Gizi sebanyak 20 jenis. Koleksi peralatan yang dimiliki oleh KBI Pengolahan dan Manajemen Boga sebanyak 632 jenis yang merupakan koleksi terbanyak apabila dibandingkan dengan KBI Pendidikan Boga dan Teknologi Pangan dan Gizi. Koleksi bahan pustaka yang dimiliki oleh PS Tata Boga adalah terdapat 652 judul buku teks, 39 diktat, 37 jurnal, 232 skripsi, 19 tesis dan 37 majalah. Selain itu, PS Tata Boga juga mempunyai 11 buah CD-ROM interaktif.

**Kata Kunci :** Sumberdaya, PS Tata Boga, *Full Time Equivalent*.

## **A. Pendahuluan**

Pada tahun 2001 hingga 2005, Jurusan IKK termasuk Program Studi Tata Boga telah berhasil mendapatkan hibah Due-like. Kemudian pada tahun 2006, Program Studi Tata Boga kembali mendapatkan hibah dari Dirjen Perguruan Tinggi yaitu Program Hibah Kompetisi A3 (PHK-A3) yang akan berakhir pada tahun 2008 ini. Prestasi lain

yang diperoleh Program Studi Tata Boga adalah Hibah Pengembangan Laboratorium yang didanai oleh Fakultas Teknik, UNJ. Prestasi yang membanggakan ini telah berhasil melaksanakan berbagai kegiatan yang secara nyata berhasil meningkatkan efisiensi internal. Salah satu tanda keberhasilan tersebut adalah naiknya peringkat akreditasi dari B pada tahun 2002 menjadi A pada tahun 2005.

Dampak positif lain dengan adanya hibah adalah jumlah dosen yang melanjutkan studi menjadi bertambah, yaitu sebanyak 50% dosen sudah berpendidikan S2 dan 15% sudah berpendidikan S3. Selain itu sebanyak 85% dosen telah mengikuti berbagai kegiatan pelatihan, kursus dan magang sesuai dengan bidang keahlian masing-masing.

Hibah yang diperoleh Program Studi Tata Boga juga turut mendukung terbentuk suasana akademik yang baik seperti semakin meningkatnya jumlah penelitian dosen yang melibatkan mahasiswa. Jumlah peralatan laboratorium dan sarana pendukung pembelajaran seperti komputer, LCD dan laptop semakin banyak. Saat ini Program Studi Tata Boga telah memiliki sekitar 911 judul buku teks, 54 bahan ajar dan 18 judul jurnal ilmiah cetak. Program Studi Tata Boga tidak saja menyediakan buku dan jurnal cetak, tetapi juga dalam bentuk CD interaktif sebanyak 5 buah, 3 judul e-book dan 12 judul e-journal.

Bertambahnya sumberdaya pada Program Studi Tata Boga, baik fisik maupun non fisik harus diikuti dengan pemanfaatan sumberdaya tersebut secara optimal. Pemanfaatan sumberdaya ini dapat dinyatakan antara lain dalam *Full Time Equivalent* (FTE) staff yang termanfaatkan, pemanfaatan fasilitas dan sebagainya. Namun sampai saat ini belum dilaksanakan penelusuran pemetaan sumberdaya tersebut berdasarkan kelompok bidang ilmu (KBI) dan besarnya pemanfaatan sumberdaya yang dinyatakan dalam FTE. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk penelusuran sumberdaya yang terdapat di Program Studi Tata Boga.

Sejak tahun 2000, PS Tata Boga memperoleh hibah Due-like yang ditujukan untuk perbaikan efisiensi internal. Program yang berakhir pada tahun 2005 ini telah memberikan banyak perubahan kinerja bagi PS Tata Boga. Kinerja PS Tata Boga

semakin meningkat dengan diperolehnya PHK-A3 dari Dirjen Dikti pada tahun 2006 dan hibah laboratorium yang didanai oleh Fakultas Teknik-UNJ pada tahun 2007.

a) *Full Time Equivalent*

Secara umum *Full Time Equivalent* adalah cara untuk mengukur keterlibatan seseorang pekerja dalam sebuah kegiatan. Nilai *Full Time Equivalent* 1 artinya bahwa seseorang bekerja secara penuh waktu, sedangkan nilai *Full Time Equivalent* 0,5 mengindikasikan bahwa seseorang bekerja paruh waktu. Nilai atau skala ini berbeda tergantung dari jenis institusi (seperti sekolah, industri atau lembaga penelitian dll) dan ruang lingkup laporan (seperti biaya atau produktivitas seseorang).

*Full Time Equivalent* menurut pemerintahan Federal Amerika Serikat adalah jumlah total jam bekerja dibagi dengan jumlah maksimum jam dalam satu tahun. Sedangkan *Full Time Equivalent* dalam dunia pendidikan adalah salah satu alat untuk mengukur sumbangan dari kegiatan akademik pada level universitas. Di beberapa universitas diharapkan nilai *Full Time Equivalent* dari akademisi adalah 20 dalam satu tahun yang dicapai melalui kegiatan pendidikan dan penelitian. *Full Time Equivalent* dapat digunakan sebagai strategi untuk peningkatan sumberdaya.

b) *Kompetensi Lulusan*

- 1) Mampu merancang program pendidikan formal (SLTP, SMU dan SMK)
- 2) Mampu merancang program pendidikan non formal untuk kursus-kursus, pelatihan dan *training*
- 3) Mampu menyusun program penyelenggaraan makanan bergizi pada institusi (Rumah Sakit, Asrama, Panti Werda, dan lain-lain)
- 4) Mampu menyelenggarakan program konsultasi dietetik bagi masyarakat berkebutuhan khusus (hipertensi, diabetes, jantung, diit, gout, autis, atlet, dan lain-lain)
- 5) Mampu melakukan penyuluhan di bidang dietetik pada masyarakat.
- 6) Mampu mengaplikasikan sistem komputerisasi paket program boga dan dietetik

- 7) Mampu mengolah dan memodifikasi resep serta mengangkat citra makanan tradisional
- 8) Mampu menyelenggarakan (merencanakan, mengolah dan menyajikan) makanan oriental
- 9) Mampu menyelenggarakan (merencanakan, mengolah dan menyajikan) makanan continental
- 10) Mampu mengembangkan inovasi pengolahan dan pengawetan pangan
- 11) Mampu mendisain dan menata hidangan untuk buku dan iklan di berbagai media dengan kemampuan kulineri yang dimiliki
- 12) Mampu mendemonstrasikan berbagai jenis makanan di berbagai tempat
- 13) Mampu menulis artikel bidang boga pada media cetak
- 14) Mampu mengelola restoran, katering dan toko kue/roti
- 15) Mampu memimpin organisasi pada bidang pelayanan makanan dan minuman di hotel
- 16) Mampu menerapkan SSOP (*Standard Sanitation Operating Procedures*) pada bidang usaha boga dan industri pangan
- 17) Mampu membuka lapangan kerja bidang boga

## **B. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Data dikumpulkan dengan menggunakan instrumen berupa formulir untuk mengetahui jumlah dosen, judul penelitian, judul kegiatan P2M, nama peralatan laboratorium serta judul bahan pustaka yang terdapat di PS Tata Boga. Kegiatan ini dilakukan dengan teknik wawancara dan pendataan atau pencatatan judul penelitian, judul kegiatan P2M, nama peralatan laboratorium serta judul bahan pustaka.

Semua data yang telah dikumpulkan dianalisis menghitung proporsi jumlah dosen judul penelitian, judul kegiatan P2M, nama peralatan laboratorium serta judul bahan pustaka berdasarkan KBI. Selain itu data tersebut juga dihitung nilai FTE-nya. Untuk mengetahui kekuatan dan kelemahan dari PS Tata Boga, data juga dianalisis menggunakan Analisis SWOT.

## **C. Hasil dan Pembahasan**

### **1. Proporsi Jumlah Dosen**

Ditinjau dari tingkat pendidikannya staf akademik PS Tata Boga terdiri dari 7 orang (35%) berjenjang S1, 9 orang (45%) berjenjang S2 dan 4 orang (20%) berjenjang S3. Semua dosen yang bergelar Doktor termasuk dalam KBI Teknologi Pangan dan Gizi. Sampai saat ini staf akademik yang sedang melanjutkan studi S2 berjumlah 4 orang dan 2 orang program S3 (Tabel 1). Staf yang sedang melanjutkan studi program S2 dan S3 diharapkan selesai pada tahun 2008 dan 2009. Staf tetap yang aktif dalam kegiatan perkuliahan adalah sebanyak 20 orang. Dengan jumlah mahasiswa sebanyak 317 orang maka rasio total mahasiswa terhadap staf akademik untuk adalah 1:15. Apabila rasio kecukupan ini dibandingkan dengan standar ideal yang ditetapkan Departemen Pendidikan Nasional maka program studi masih belum memenuhi standar ideal kecukupan dosen.

Peningkatan jumlah dosen yang bergelar doktor sebanyak 4 orang (20%), master sebanyak 9 orang (45%) dan sarjana sebanyak 7 orang (35%). Dari 9 orang master, yang melanjutkan studi S3 sebanyak 2 orang serta dari 7 orang sarjana, yang melanjutkan studi S2 sebanyak 4 orang. Selain itu, semua dosen telah mengikuti berbagai kegiatan pelatihan, kursus dan magang sesuai dengan bidang keahlian masing-masing. Demikian pula dengan tenaga non akademik (laboran dan administrasi).

### **2. Full Time Equivalent (FTE) Staf Akademik**

Beban kerja masing-masing dosen tidak merata dengan rata-rata *Full Time Equivalent* (FTE) antara 9 sampai 10 sks per semester. Beban kerja pendidikan dan pengajaran merupakan beban kerja tertinggi (antara 8 hingga 9 sks per semester) dibandingkan dengan penelitian (antara 0,6 hingga 0,75 sks per semester) dan pengabdian kepada masyarakat (antara 0,2 hingga 0,45 sks per semester). Secara lebih lengkap data *Full Time Equivalent* (FTE) staf akademik dapat dilihat pada Tabel.1.

Tabel 1. *Full Time Equivalent* (FTE) Staf Akademik

No	Kegiatan	2003/2004	2004/2005	2005/2006	2006/2007
1	Pendidikan dan Pengajaran	8,2	9,6	8,9	8,9
2	Penelitian	0,6	0,7	0,75	0,7
3	P2M	0,45	0,2	0,45	0,3
	Jumlah 1+2+3	9,25	10,5	10,1	9,9

Pengembangan staf akademik dilakukan dengan cara pembimbingan oleh dosen senior, studi lanjut, pelatihan, kursus dan magang bidang di industri boga. Semua kegiatan ini berlangsung dengan dana dari hibah Due-like dan PHK-A3. Setiap dosen junior dibimbing oleh dosen senior yang sebidang. Pelatihan dan magang bidang studi dilakukan minimal setiap semester, dilakukan di industri terkait misalnya Hotel Sahid Jaya Jakarta, Hotel Hilton, Bogasari *Baking School* Jakarta, *Holland Bakery* dan *Rossy Cake Bakery*. Selain itu dosen juga mengikuti seminar internasional, seminar nasional atau seminar regional di lembaga riset dan perguruan tinggi lain.

Pengembangan dosen juga dilakukan dengan mengirimkan dosen untuk meneruskan sekolah S2 atau S3 baik di dalam ataupun luar negeri. Sampai saat ini, ada satu staf dosen yang meneruskan studi ke luar negeri di Universiti Kebangsaan Malaysia, terdapat dua staf dosen yang sedang meneruskan studi di dalam negeri yaitu Institut Pertanian Bogor dan satu staf dosen akan meneruskan studi di Universitas Negeri Jakarta. Untuk meningkatkan kemampuan berbahasa Inggris bagi staf dosen yang akan melanjutkan studi ke luar negeri, maka diadakannya pelatihan bahasa Inggris yang diadakan oleh unit pusat bahasa UNJ.

Dana untuk melanjutkan studi di dalam negeri berasal dari BPPS dan UNJ. Biaya pendidikan tinggi dalam beberapa tahun terakhir ini cenderung semakin meningkat. Peningkatan biaya pendidikan ini tidak dapat diakomodasi oleh beasiswa BPPS. Hal ini mengakibatkan beberapa staf akademik enggan untuk meneruskan studi di dalam negeri karena kekurangan dana pendidikan harus dicukupi dari dana UNJ, sehingga mampu mengakomodasi semua biaya yang diperlukan untuk

menyelesaikan pendidikan lanjut.

Sponsor untuk studi di luar negeri diusahakan dari berbagai yayasan yang bekerjasama dengan pihak kedutaan besar luar negeri. Biaya studi ini berasal dari beasiswa yang masih harus diperebutkan oleh pelamar lain, baik dari kalangan staf akademik, peneliti maupun industri. Beasiswa ini berasal dari ADS, STUNED, Mombusho, ADB, IDB, World Bank, dan lain-lain.

Upaya peningkatan kualitas staf akademik juga dilakukan dengan mengirimkan staf akademik untuk mengikuti magang. Kegiatan magang/pelatihan yang diikuti oleh staf akademik dilaksanakan di dalam dan di luar negeri. Namun jumlah staf penbgajar yang melakukan magang di luar negeri belum terlalu banyak, sampai saat ini baru 2 orang dosen. Fenomena ini tidak hanya terjadi pada program studi tetapi juga terjadi pada tingkat universitas. Untuk mengatasi masalah ini, pihak universitas selalu mengakomodasi dan memberikan dorongan kepada staf akademik untuk melakukan pelatihan di luar negeri. Dana kegiatan ini berasal dari berbagai beasiswa *training* dan *short courses* yang biasanya memerlukan waktu 1 -12 bulan. *Training* di luar negeri sebenarnya dapat dimanfaatkan untuk menjalin *network* yang kuat dengan staf akademik dan dunia industri di luar negeri. Beberapa staf akademik Indonesia dapat meneruskan studi di luar negeri dengan cara menjalin *network* yang kuat dengan staf akademik berbagai universitas di luar negeri. Beasiswa studi lanjut dengan cara ini biasanya berasal dari *research studentship*. Pada saat ini, terdapat dua orang staf akademik di Program Studi Tata Boga yang meneruskan studi ke luar negeri melalui jalur akademik. Diharapkan studi ini akan segera selesai pada tahun 2007. Dengan analisis SWOT diperoleh temuan bahwa:

Tabel 2. Analisis SWOT Staf Akademik dan Tenaga Pendukung

INTERNAL		KEKUATAN	KELEMAHAN
EKSTERNAL		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dosen yang bergelar doktor 20% dan bergelar master 45%</li> <li>2. 90% dosen berusia &lt; 50 tahun</li> <li>3. Tingkat kehadiran dosen rata-rata 95%</li> <li>4. Semua dosen telah mengikuti kegiatan pelatihan dan kursus</li> <li>5. Semua dosen telah menulis buku ajar</li> <li>6. Sudah terbentuk kelompok bidang ilmu</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. FTE belum ideal (9,92%)</li> <li>2. Produktivitas dosen dalam kegiatan penelitian dan P2M</li> <li>3. Publikasi hasil penelitian belum banyak</li> <li>4. Paket pelatihan belum diikuti semua karena kendala dana</li> <li>5. Hanya sedikit dosen yang telah mengikuti kegiatan magang</li> <li>6. Tenaga administrasi dan laboran belum banyak mengikuti kegiatan pelatihan atau magang</li> </ol>
	<p>K E S E M P A T A N</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Banyak tawaran pelatihan, kursus dan magang</li> <li>2. Banyak jurnal nasional dan internasional yang dapat dimanfaatkan</li> </ol>	Strategi Pemecahan Masalah, Perbaikan, dan Pengembangan	
<p>A N C A M A N</p>	Tuntutan kompetensi dari stakeholder selalu berubah dan berkembang	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengadakan pelatihan, kursus atau magang bersertifikasi bagi dosen, laboran, dan staf administrasi</li> <li>2. Hibah penulisan buku dan publikasi dalam jurnal nasional maupun internasional</li> <li>3. Hibah penelitian dan pengajaran</li> </ol>	

### 3. Peralatan Laboratorium

Program Studi Tata Boga memiliki 9 ruang laboratorium yang terdiri dari Lab. Kimia, Lab. Pengolahan Makanan, Lab. Pastry Bakery, Lab. Pengelolaan Usaha Boga (PUB), Lab. Tata Hidang, *Chocolate* Room, Lab. Komputer, Lab. Terpadu

Roti, serta Lab. Pangan dan Gizi. Total luas laboratorium tersebut adalah 788 m<sup>2</sup>.

Agar tidak terjadi penumpukan atau kekosongan mahasiswa di laboratorium, maka dilakukan sistem regulasi penggunaan laboratorium dengan menetapkan jadwal tetap untuk mata kuliah pengguna dan mahasiswa serta dosen yang sedang melakukan penelitian. Satu orang dosen ditunjuk sebagai penanggung jawab laboratorium. Namun, manajemen pengelolaan laboratorium ini dirasakan masih belum optimal, karena belum ada inventarisasi jumlah dan jenis penelitian yang dilakukan di laboratorium, belum ada teknisi untuk setiap laboratorium, belum ada pengecekan rutin alat laboratorium untuk periode waktu tertentu, dan belum terdapat rencana pengembangan laboratorium secara terpadu untuk masa datang.

Sebagian besar laboratorium yang dimiliki PS Tata Boga digunakan sendiri oleh mahasiswa PS Tata Boga. Hanya 1 laboratorium yang digunakan bersama oleh mahasiswa program studi lain yang ada di Jurusan IKK, yaitu Laboratorium Kimia. Karena itu, perencanaan penggunaan ruang laboratorium, khususnya Laboratorium Kimia, dilakukan bersama oleh 3 program studi (Tata Boga, Tata Busana dan Tata Rias) yang mengasuh mata kuliah terkait dengan Laboratorium Kimia, seperti Kimia Makanan, Kimia Tekstil, Kimia Kosmetika dan Kimia Dasar.

Selama pelaksanaan hibah Due-like, PHK-A3 dan hibah pengembangan laboratorium, telah banyak alat laboratorium yang diperoleh melalui alokasi dana yang berasal dari hibah tersebut. Selain dari dana hibah, pengadaan peralatan laboratorium juga diperoleh dari alokasi DPPS, dan usaha komersial yang dilakukan Lab, seperti Lab. PUB. Hal yang sama juga dilakukan terhadap proses pemeliharaan dan perbaikan laboratorium. Perbaikan skala kecil dilaksanakan sebulan sekali, sedangkan perbaikan skala besar dilaksanakan setiap semester.

Peralatan yang tersedia di laboratorium belum mencukupi untuk keperluan praktikum, terutama untuk peralatan penunjang praktikum di kelompok bidang ilmu pendidikan Boga dan kelompok bidang ilmu pangan dan gizi. Penambahan peralatan juga perlu dilakukan untuk menunjang kegiatan di Lab. Kimia dan Lab. Komputer. Beberapa alat sudah diperbaharui, tetapi sebagian besar alat telah berumur di atas 10 tahun.

Kapasitas laboratorium yang ada bervariasi untuk setiap lab. Laboratorium Kimia dengan luas 120 m<sup>2</sup> mempunyai kapasitas paling besar, yaitu 40 orang per shift, sedangkan Lab. Terpadu Roti yang mempunyai luas 18 m<sup>2</sup> mempunyai kapasitas paling kecil, yaitu 5 orang per shift. Meskipun Lab. PUB mempunyai luas paling besar (200 m<sup>2</sup>), kapasitas lab ini terlihat kecil, yaitu 5 orang mahasiswa per shift. Hal ini disebabkan oleh sifat aktivitas yang dilaksanakan di Lab. PUB adalah melatih mahasiswa mengelola suatu usaha boga, mulai dari perencanaan, survei pasar, produksi produk boga, hingga penjualan produk boga yang dihasilkan. Melalui aktivitas ini mahasiswa mampu menghasilkan *revenue* untuk membiayai kegiatan praktikum, perbaikan dan pemeliharaan lab, serta pembelian dan penambahan alat baru.

Tingkat penggunaan lab yang dihitung menurut jumlah shift per hari relatif sedang, berkisar antara 1 – 2 shift per hari. Jika dihitung jumlah jam layanan yang diberikan, Lab. Pengolahan Makanan mempunyai jumlah layanan paling tinggi, yaitu 544 jam/semester. Jumlah jam layanan ini ternyata masih rendah dibandingkan dengan yang seharusnya, yaitu 640 jam per semester. Sementara itu, layanan yang diberikan di Lab. Kimia jauh lebih rendah (128 jam/semester) daripada yang seharusnya (256 jam/semester), demikian pula dengan Lab. Tata Hidang. Jumlah layanan yang diberikan oleh seluruh laboratorium adalah 2960 jam/semester sedangkan yang seharusnya adalah 4736 jam/semester (Tabel 7). Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan laboratorium yang ada di PS Tata Boga baru mencapai 62,5%.

Masih rendahnya layanan yang diberikan oleh laboratorium di PS Tata Boga disebabkan oleh masih sedikitnya kelas paralel dan jumlah mahasiswa yang mengikuti praktikum mata kuliah terkait. Total mahasiswa yang mengikuti praktikum di setiap kelas praktikum paling sedikit adalah 5 orang untuk mata kuliah Pastry Bakery, sedangkan mata kuliah Dasar Boga dan Kimia Dasar diikuti oleh 90 orang mahasiswa per minggu. Keterbatasan ruang dan jumlah alat di Lab. Terpadu Roti menyebabkan sedikitnya jumlah mahasiswa yang mengikuti praktikum Pastry Bakery setiap minggu. Kegiatan praktikum mahasiswa di PS Tata Boga dibantu

oleh dua orang tenaga teknis laboratorium dalam bidang pengelolaan makanan. Jumlah teknis ini masih sedikit, karena itu perlu ditambah dengan teknis yang sesuai dengan jenis laboratorium yang ada. Apabila ditinjau menurut KBI, maka diketahui bahwa jumlah laboratorium yang termasuk dalam KBI Pengolahan dan Manajemen Boga sebanyak 6 laboratorium dan 2 laboratorium KBI Teknologi Pangan dan Gizi. Sedangkan untuk KBI Pendidikan Boga belum mempunyai laboratorium secara khusus.

Tabel 3. Profil Laboratorium PS.Tata Boga dan Pemanfaatannya

Nama Lab.	Total Luas Lab. (m <sup>2</sup> )	Kapasitas Lab./Shift	Jumlah Penggunaan		Jumlah Percobaan/Semester	
			Shift / hari	Hari/ Minggu	Yang dapat dilayani	Yang seharusnya
1	3	4	5	6	8	9
Kimia	120	40	1	4	128 jam/smt	256 jam/smt
Pengolahan Makanan	120	30	2	5	544 jam/smt	640 jam/smt
Pastry Bakery	110	15	2	4	512 jam/smt	640 jam/smt
PUB (Cafe)	200	5	1	5	480 jam/smt	640 jam/smt
Tata Hidang	120	20	1	2	128 jam/smt	320 jam/smt
<i>Chocolate room</i>	24	22	2	2	256 jam/smt	640 jam/smt
Komputer	16	20	2	4	256 jam/smt	320 jam/smt
Terpadu	18	5	1	5	256 jam/smt	640 jam/smt
Teknologi Pangan dan Gizi	60	20	2	2	256	640
			2960			4736

Pembiayaan kegiatan praktikum diperoleh dari dana DIKS dan DPPS. Dalam hal ini, PS Tata Boga hanya menerima pembiayaan dalam bentuk bahan

praktikum yang sebelumnya diusulkan ke PR II. Bahan praktikum selama ini disediakan oleh bagian proyek UNJ. Jadi, PS Tata Boga tidak menerima pembiayaan kegiatan praktikum dalam bentuk uang.

Problem yang teridentifikasi adalah kurangnya peralatan yang up-to-date untuk mendukung pencapaian kualitas lulusan dalam praktek. Pencapaian kualitas tersebut adalah tuntutan yang harus dipenuhi dalam pembentukan kompetensi praktek. Alternatif solusinya adalah perbaikan peralatan, penambahan peralatan baru, serta penambahan komponen pendukungnya.

Dalam Tabel 8 terlihat bahwa jumlah peralatan yang dimiliki oleh KBI Pendidikan Boga baru sebanyak 8 jenis. Sedangkan KBI Teknologi Pangan dan Gizi sebanyak 20 jenis. Koleksi peralatan yang dimiliki oleh KBI Pengolahan dan Manajemen Boga sebanyak 632 jenis yang merupakan koleksi terbanyak apabila dibandingkan dengan KBI Pendidikan Boga dan Teknologi Pangan dan Gizi.

#### 4. Judul Bahan Pustaka

Perpustakaan yang digunakan oleh mahasiswa PS Tata Boga adalah perpustakaan pusat UNJ dan perpustakaan Jurusan IKK. Koleksi perpustakaan terdiri dari buku teks, jurnal ilmiah, diktat, skripsi, dan makalah komprehensif. Jumlah koleksi perpustakaan yang dimiliki PS Tata Boga dapat dilihat pada Tabel 9. Dalam hal ini, terdapat 652 judul buku teks, 39 diktat, 37 jurnal, 232 skripsi, 19 tesis dan 37 majalah. Selain itu, PS Tata Boga juga mempunyai 11 buah CD-ROM interaktif. Koleksi ini telah dimanfaatkan oleh mahasiswa dalam proses pembuatan dan penyelesaian skripsi, laporan, dan tugas kuliah/praktikum.

Tabel 4. Profil Koleksi Bahan Pustaka

Jenis Bahan Pustaka	JUMLAH KOLEKSI PERPUSTAKAAN				TOTAL
	< 2000	2000-2002	2002-2004	2005-2007	
	Judul	Judul	Judul	Judul	Judul
Buku Test	33	15		604	652
Diktat	15	16	8		39
Jurnal	8	17	12		37
Skripsi	60	18	97	57	232
Thesis		19			19
Majalah	5	20	12		37

Petugas perpustakaan yang ada di Perpustakaan Jurusan IKK hanya 1 orang. Petugas ini membantu mahasiswa dalam proses peminjaman dan pengembalian buku. Karena ketersediaan buku masih terbatas, maka mahasiswa tidak diperkenankan membawa pulang buku. Karena ketersediaan dana juga sedikit, jaringan internet belum dapat disediakan untuk pelayanan perpustakaan. Namun, PS Tata Boga mulai mengadakan penyediaan CD-ROM interaktif, *e-book* dan *e-journal*, meskipun jumlahnya masih terbatas.

Penambahan koleksi di perpustakaan Jurusan IKK dalam jumlah besar terjadi berkat dukungan dana hibah Due-like dan PHK-A3. Jurusan IKK melakukan beberapa upaya untuk menambah koleksinya, antara lain dengan menyediakan dana khusus dari DPPS untuk membeli buku, jurnal atau koleksi lain, serta melalui bantuan/sumbangan dari mahasiswa yang baru menyelesaikan pendidikan di Jurusan IKK, termasuk PS Tata Boga. Koleksi perpustakaan juga diperbanyak melalui sumbangan buku oleh dosen Jurusan IKK.

#### **D. Kesimpulan**

Kesimpulan dari hasil penelitian ini sebagai berikut :

1. Ditinjau dari tingkat pendidikannya staf akademik PS Tata Boga terdiri dari 7 orang (35%) berjenjang S1, 9 orang (45%) berjenjang S2 dan 4 orang (20%) berjenjang S3. Semua dosen yang bergelar Doktor termasuk dalam KBI Teknologi Pangan dan Gizi.
2. Sebagian besar (90%) staf akademik berusia di bawah 50 tahun.
3. Beban kerja masing-masing dosen tidak merata dengan rata-rata *Full Time Equivalent* (FTE) antara 9 sampai 10 sks per semester. Beban kerja pendidikan dan pengajaran merupakan beban kerja tertinggi (antara 8 hingga 9 sks per semester) dibandingkan dengan penelitian (antara 0,6 hingga 0,75 sks per semester) dan pengabdian kepada masyarakat (antara 0,2 hingga 0,45 sks per semester).
4. Kelemahan dalam implementasi kurikulum di PS Tata Boga adalah belum dilakukannya pengukuran kompetensi lulusan melalui program sertifikasi di bidang boga serta masih rendahnya kemampuan berbahasa Inggris, seperti yang dituntut oleh dunia usaha dan

dunia industri (DUDI). Hal ini mengakibatkan lulusan belum optimal dalam bersaing dengan lulusan sejenis dari perguruan tinggi lain.

5. Penggunaan ruang kuliah PS Tata Boga yang berjumlah 9 kelas tersebut bervariasi dari 2 hingga 8 jam per hari. Secara rata-rata total waktu penggunaan ruang kuliah adalah 5,3 jam per hari.
6. Jumlah layanan yang diberikan oleh seluruh laboratorium adalah 2960 jam/semester sedangkan yang seharusnya adalah 4736 jam/semester. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan laboratorium yang ada di PS Tata Boga baru mencapai 62,5%.
7. Jumlah laboratorium yang termasuk dalam KBI Pengolahan dan Manajemen Boga sebanyak 6 laboratorium dan 2 laboratorium KBI Teknologi Pangan dan Gizi. Sedangkan untuk KBI Pendidikan Boga belum mempunyai laboratorium secara khusus.
8. Jumlah peralatan yang dimiliki oleh KBI Pendidikan Boga baru sebanyak 8 jenis. Sedangkan KBI Teknologi Pangan dan Gizi sebanyak 20 jenis. Koleksi peralatan yang dimiliki oleh KBI Pengolahan dan Manajemen Boga sebanyak 632 jenis yang merupakan koleksi terbanyak apabila dibandingkan dengan KBI Pendidikan Boga dan Teknologi Pangan dan Gizi.
9. Koleksi bahan pustaka yang dimiliki oleh PS Tata Boga adalah terdapat 652 judul buku teks, 39 diktat, 37 jurnal, 232 skripsi, 19 tesis dan 37 majalah. Selain itu, PS Tata Boga juga mempunyai 11 buah CD-ROM interaktif.

### **Daftar Pustaka**

- Arikunto, Suharsini. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta. 1998.
- BAN-PT, 2001, *Pedoman Evaluasi Diri Program Studi*, Jakarta : BAN-PT
- BAN-PT, 2001, *Sistem Akreditasi Program Studi S1*, Jakarta, BAN-PT
- BAPSI Universitas Negeri Jakarta
- *Buku Pedoman Kegiatan Akademik* , Universitas Ngeri Jakarta ,tahun 2007
- *Badan Administrasi & Akademik Kemahasiswaan ( BAAK )*
- *Buku Pedoman Akademik S1 Tata Boga 2008*
- *Lembaga Penelitian, Universitas Negeri Jakarta*

- Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat
- Pusat Pengembangan Teknologi Informasi ( PPTI ) Universitas Negeri Jakarta
- Regi Desliana, Hasil Penelitian, Survey Pendapat Tentang Kesesuaian Kurikulum Dengan Bidang Pekerjaan Alumni Program Studi tata Boga Jurusan IKK-Fakultas Teknik UNJ, tahun 1998 – 2002. Jakarta
- Sachriani., Yati S., Nur Riska, Studi Penelusuran Pelacakan Alumni S1 Tata Boga Pada Lapangan Pekerjaan, Tahun 2006. Jakarta
- Tim PS Tata Boga. Proposal Program Hibah Kompetisi Institusi. 2008.

# EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN BERDASARKAN HASIL INQUIRY PRAKTIK LAS ASITILIN JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

Riswan Dwi Djatmiko & Pradoto  
(Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT-UNY)

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) Prestasi belajar Praktik Las Asitilin atau Oxy Acetylene Welding (OAW) mahasiswa yang menggunakan proses pembelajaran dengan metode Inquiry; 2) Perbedaan prestasi belajar Praktik OAW antara mahasiswa yang proses pembelajarannya menggunakan metode Inquiry dengan yang tidak; dan 3) Peningkatan prestasi belajar Praktik OAW mahasiswa yang proses pembelajarannya menggunakan metode Inquiry.

Jenis penelitian adalah penelitian Quasi Experiment dengan populasi seluruh mahasiswa yang mengikuti mata kuliah Praktik Las Asitilin. Sampel yang diambil sebanyak 68 orang. Sampel tersebut dikelompokkan menjadi dua, satu kelompok diberi perlakuan yaitu kelompok eksperimen dan satu kelompok tidak diberi perlakuan yaitu kelompok kontrol. Efektivitas diukur berdasarkan prestasi belajar Praktek Las Asitilin mahasiswa. Prestasi tersebut dianalisis dengan analisis deskriptif dan untuk mengetahui perbedaan prestasi belajar digunakan Uji-t sampel independen, sedangkan untuk mengetahui peningkatan prestasi belajar dianalisis dengan Uji-t sampel berkorelasi. Sebelum dianalisis dilakukan uji persyaratan analisis yaitu Homogenitas dan Normalitas.

Hasil penelitian menunjukkan: 1) Rerata prestasi belajar kelompok eksperimen pada awal adalah 75,13, dan setelah perlakuan sebesar 84,67. Rerata Kelompok Kontrol: awal sebesar 73,91 dan akhir sebesar 77,66; 2) Ada perbedaan prestasi belajar Praktik OAW secara signifikan antara mahasiswa yang belajar dengan metode Inquiry dengan yang tidak; dan 3) Ada peningkatan prestasi belajar Praktik OAW setelah mahasiswa menjalani proses pembelajaran dengan metode Inquiry.

**Kata Kunci:** efektivitas, pembelajaran, inquiry

## A. Pendahuluan

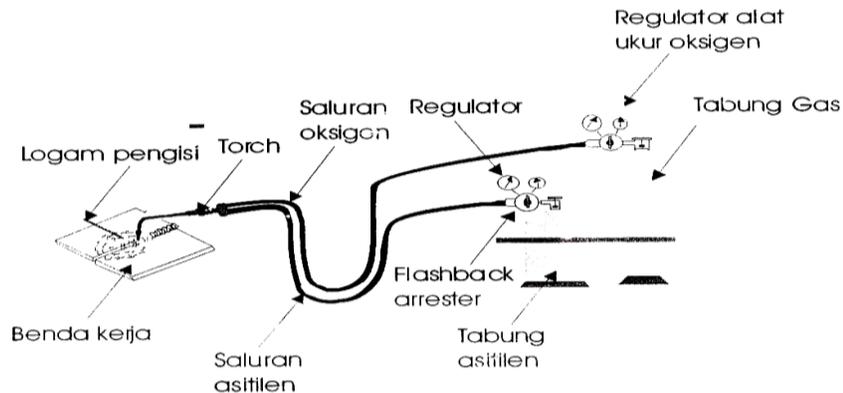
Praktik las asitilin merupakan mata kuliah yang mengajarkan ketrampilan yang sangat kompleks. Keberhasilan proses pembentukan ketrampilan Praktik Las Asitilin (Praktik *Oxy Acetylene Welding/OAW*) disamping tergantung kemampuan psikomotorik juga tergantung pada kemampuan kognitif mahasiswa. Kedua kemampuan tersebut dimiliki mahasiswa secara unik, masing-masing memiliki kemampuan yang berbeda

tergantung dari kondisi fisik dan psikis mereka. Kemampuan psikomotorik berkaitan dengan gaya yang dimiliki mahasiswa dalam melakukan pengelasan. Pola gerakan dan kecepatan melakukan pengelasan antara mahasiswa satu dengan lainnya berbeda. Kemampuan kognitif meliputi bagaimana mahasiswa memformulasikan parameter las yang tepat bagi dirinya sendiri, karena setiap mahasiswa memiliki kondisi psikis dan fisik yang unik.

Untuk menghasilkan sambungan las yang berkualitas, mahasiswa harus menyesuaikan parameter las dengan pola gerakan dan kecepatan pengelasan tersebut. Sehubungan dengan hal itu diperlukan suatu metode pembelajaran yang memberikan pengalaman pada mahasiswa agar mahasiswa dapat mengenali pola gerakan dan kecepatan las mereka dan menyesuaikannya dengan parameter las yang mereka tentukan sendiri sehingga proses pembelajaran berjalan dengan efektif.

Prestasi belajar Praktik OAW tergantung pada beberapa factor, diantaranya adalah parameter dan kecepatan las serta pola gerakan yang dilakukan mahasiswa. Faktor kecepatan las dan pola gerakan ini tergantung dari kondisi fisik dan psikis mahasiswa, jadi bersifat unik. Prestasi belajar Praktik Las OAW akan meningkat jika mahasiswa dapat menyesuaikan parameter yang ditentukannya dengan kecepatan pengelasan dan pola gerakan yang mereka miliki, untuk itu diperlukan metode belajar inquiry yang dapat menemukan kesesuaian antara ketiga factor tersebut.

Las *Oxy-Acetylene* (OAW) yang biasa disebut Las Asitilin adalah proses pengelasan secara manual, dimana permukaan yang akan disambung mengalami pemanasan sampai mencair oleh nyala (*flame*) gas asetilin (yaitu pembakaran  $C_2H_2$  dengan  $O_2$ ), dengan atau tanpa logam pengisi, dimana proses penyambungan tanpa penekanan (Sutrimo, 2007: 1), lihat Gambar 1. Proses las OAW yang dilakukan secara manual tersebut sangat membutuhkan keahlian orang yang melakukan pengelasan. Juru las sebagai orang yang melakukan pengelasan harus memiliki pengetahuan tentang proses pengelasan yang meliputi teknik pengelasan, persiapan bahan, parameter las, kualitas hasil las dan ketrampilan pengelasan.



**Gambar 1. Las oksasi asetilin.**

Beberapa aspek dalam teknik las yang harus dikuasai oleh mahasiswa meliputi: 1) posisi pengelasan; 2) pengaturan nyala; 3) *weaving*/teknik ayun; dan 4) *travel angle & work angle*.

Posisi Pengelasan salah satu aspek yang sangat penting adalah posisi pengelasan. Posisi ini mempengaruhi cara dan parameter pengelasan. Menurut International Institute of Welding (IIW), ada tujuh posisi las yaitu pa, pb, pc, pd, pe, pf, dan pg.

Pengaturan Nyala digunakan untuk memilih bentuk nyala api las OAW yang disesuaikan dengan jenis bahan yang dilas. Bentuk nyala tergantung dari komposisi campuran gas Acetylene dengan Oksigen. Ada tiga bentuk nyala las OAW yaitu: Karburasi, Netral, dan Oksidasi.

Parameter las sangat menentukan hasil las, sambungan las akan berkualitas jika parameter ditentukan dengan tepat. Di Industri yang menentukan parameter las ini adalah seorang yang mempunyai sertifikat *Welding Engineer*. Dalam Kurikulum Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, mahasiswa dituntut dapat menentukan parameter las dengan

benar. Parameter las meliputi: 1) tekanan Oksigen; 2) tekanan Acetylene; 3) ukuran Brander; dan 4) Kecepatan las.

**Tabel 1. Hubungan antara Tebal Bahan, Nomer Tip, dan Tekanan Gas. (Kennedy, 1982: 129)**

Nomor Tip	Tebal Bahan (in)	Tekanan Gas (psi)	Laju Acetylene (cfh)	Laju Oxygen (cfh)
00	1/64	1	0.1	0.1
0	1/32	1	0.4	0.4
1	1/16	1	1	1.1
2	3/32	2	2	2.2
3	1/8	3	3	8.8
4	3/16	4	17	18
5	1/4	5	25	27
6	5/16	6	34	37
7	3/8	7	43	47
8	1/2	8	52	57
9	5/8	9	59	64
10	3/4 up	10	67	73

Tabel 1 menunjukkan hubungan antara ukuran brander, tebal bahan, dan tekanan gas. Bahan yang digunakan praktik mahasiswa mempunyai ketebalan antara 1 mm sampai 1,5 mm, sehingga dalam penelitian ini tip yang digunakan nomor 1 dan tekanan gas 1 psi.

Kognitif merupakan salah satu aspek yang dikembangkan dalam proses pembelajaran. Menurut Cunia (2007: 2), *Cognitive processes are the focus of study, Cognitive processes influence learning*. Proses kognitif sangat berpengaruh pada keberhasilan belajar. Dalam proses pembelajaran ketrampilan seperti Praktik OAW, aspek kognitif yang berupa pemahaman parameter las menentukan keberhasilan belajar. Aspek kognitif yang terpenting adalah pemahaman terhadap parameter las, analisis volume deposit logam lasan, pola gerakan, dan kecepatan pengelasan.

Menurut Nolker (1983: 28), metode tradisional yang lebih dikenal dengan sebutan metode Empat tahap dilakukan dengan persiapan, peragaan, peniruan, dan praktek. Persiapan, instruktur menjelaskan tujuan pelajaran, memberikan motivasi, dan

menyelidiki sejauh mana tingkat pengetahuan dan ketrampilan mahasiswa yang sudah dimiliki. Peragaan, instruktur memberikan contoh (peragaan) sesuai sasaran belajar. Peniruan, mahasiswa menirukan bagaimana instruktur memberikan contoh pekerjaan, sementara itu instruktur membetulkan dan memberikan komentar aktivitas kerja yang dilakukan mahasiswa. Praktek, mahasiswa mengulang aktivitas kerja yang sudah sepenuhnya dikuasai

Pembelajaran konvensional di atas jika diterapkan dalam pembelajaran praktik las OAW memiliki kelebihan diantaranya adalah bagi mahasiswa yang mempunyai kemampuan psikomotorik yang baik akan cepat mempelajari ketrampilan las OAW dan hasilnya pun cukup baik. Namun kenyataan di lapangan mahasiswa mempunyai kemampuan yang bervariasi, berbeda satu sama lainnya.

Menurut Keiner (2009: 3), ada lima langkah dalam pembelajaran inquiry meliputi: 1) *engage*; 2) *explore*; 3) *explain*; 4) *elaborate*; dan 5) *evaluate*. Langkah-langkah tersebut telah diadopsi dalam penelitian Riswan dkk (2008: 10) sebagai berikut: 1) Mahasiswa melakukan pengelasan dengan OAW; 2) Mahasiswa yang hasil lasnya tidak baik secara bersama melakukan analisis terhadap hasil las yang terbaik diantara mereka; dan 3) Mahasiswa yang hasil lasnya tidak baik secara bersama mengamati teknik yang dilakukan teman mereka yang memiliki hasil las terbaik. Analisis yang dilakukan pada tahap 2 adalah mengukur volume deposit logam lasan dan menghitung panjang bahan tambah yang digunakan untuk membentuk deposit logam las tersebut.

Efektifitas pembelajaran inquiry praktik OAW mengandung makna bahwa apakah proses pembelajaran inquiry tepat jika diterapkan pada mata kuliah Praktik OAW. Ukuran tepat dapat dilihat dari adanya peningkatan prestasi belajar mahasiswa pada mata kuliah tersebut.

Prestasi belajar Praktik OAW tergantung dari parameter las, kecepatan pengelasan, dan pola gerakan mahasiswa. Ketiga factor tersebut bersifat unik karena tergantung dari kondisi fisik dan psikis mahasiswa, sehingga mahasiswa harus menemukan sendiri kesesuaian antara ketiga factor tersebut. Untuk menemukan kesesuaian antara ketiga factor tersebut diperlukan suatu metode pembelajaran yang

tepat agar efektifitas proses pembelajaran dapat berjalan dengan efektif. Berdasarkan kajian teoritik, metode yang efektif untuk menemukan kesesuaian ketiga factor tersebut adalah Inquiry, sehingga diduga metode Inquiry tersebut dapat meningkatkan prestasi belajar mahasiswa mata kuliah Praktik OAW. Oleh karenanya dalam penelitian ini ada dua rumusan masalah, sebagai berikut:

1. Apakah ada perbedaan prestasi belajar Praktik OAW antara mahasiswa yang proses pembelajarannya menggunakan metode Inquiry dengan yang tidak ?
2. Apakah ada peningkatan prestasi belajar Praktik OAW mahasiswa yang proses pembelajarannya menggunakan metode Inquiry?

## **B. Metode Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian *Quasi Experiment* yang menggunakan *Non Equivalent Control Group Design* (NECGD) dengan teknik *pretest-posttest*. Populasi penelitian ini adalah semua mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Mesin yang mengikuti mata kuliah Praktik OAW. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *random*.

Penelitian dilakukan dengan membuat langkah-langkah perlakuan sebagai berikut:

1. Pemberian teori kerja OAW
2. Mahasiswa melakukan pengelasan dengan OAW
3. Mahasiswa menganalisis hasil las yang dilakukan dan membandingkannya dengan hasil yang dicapai oleh teman sejawat.
4. Mahasiswa yang hasil lasnya tidak baik secara bersama melakukan analisis terhadap hasil las yang terbaik di antara mereka
5. Mahasiswa menerapkan hasil analisis dan pengamatannya pada benda kerja las yang dibuatnya untuk perbaikan

Instrumen penelitian berupa *checklist* yang berisi indikator-indikator penilaian hasil las yang dilakukan mahasiswa sebagai dipaparkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Indikator Instrumen Penelitian**

NO	Variabel penelitian	Indikator
1	Hasil las OAW	Tinggi las
2		Lebar las
3		Kerapian jalur las
4		Penetrasi
5		Overlapp
6		Undercutting

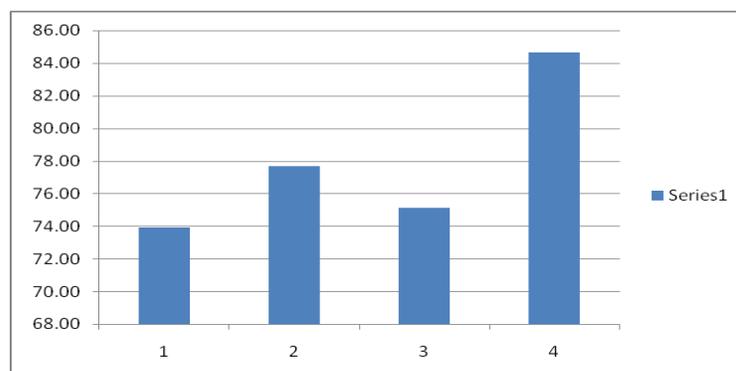
Untuk menjawab permasalahan pertama digunakan uji-t sampel independen, dan untuk menjawab permasalahan kedua digunakan uji-t sampel berkorelasi. Sebelum dianalisis dilakukan uji persyaratan analisis, yaitu: normalitas dan homogenitas populasi.

### **C. Hasil Penelitian dan Pembahasan**

#### **1. Prestasi Belajar Praktik OAW**

Prestasi belajar Praktik OAW dinilai dari kualitas sambungan las yang dihasilkan oleh mahasiswa yang pengukurannya dengan menggunakan instrument penilaian yang dipakai di bengkel Fabrikasi Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY. Dalam penelitian ini ada dua kelompok penelitian, yaitu kelompok Eksperimen dan kelompok Kontrol.

Gambar 4 mendeskripsikan perbedaan dan peningkatan prestasi belajar kondisi awal dan setelah diberi perlakuan pada kelompok eksperimen. Angka 1 dan 3 masing-masing adalah pretes kelompok control dan eksperimen, sedangkan 2 dan 4 adalah posttest kelompok control dan eksperimen.



**Gambar 4 Diagram Batang Hasil Penelitian.**

Kondisi setelah posttest prestasi belajar antara kelompok control dengan eksperimen terjadi perbedaan yang cukup besar. Kelompok kontrol mengalami kenaikan sebesar 3,75, sedangkan kelompok eksperimen 9,54. Kenaikan prestasi belajar Praktik OAW pada kelompok eksperimen lebih besar jika dibandingkan dengan kelompok kontrol, sehingga metode Inquiry ini mempunyai peran yang sangat penting dalam meningkatkan prestasi belajar Praktk OAW.

## **2. Perbedaan Prestasi Belajar Praktik OAW**

Tabel 3 mendeskripsikan bahwa harga uji-t untuk varian yang sama sebesar 8.387 dan signifikansi untuk uji dua ekor lebih kecil dai 0.1, hal ini berarti prestasi belajar Praktik OAW antara kelompok kontrol dengan kelompok eksperimen ada perbedaan secara signifikan. Perbedaan ini terjadi karena efek perlakuan inquiry pada kelompok eksperimen dan juga menunjukkan pada kita bahwa prestasi belajar yang dicapai mahasiswa yang diberi perlakuan metode inquiry lebih baik jika dibandingkan dengan mereka yang melaksanakan proses pembelajaran konvensional.

Hal ini wajar terjadi karena dalam proses pembelajaran inquiry mahasiswa diberi pengalaman untuk menganalisis hasil praktik dan membandingkannya dengan teman sejawat dan menerapkannya pada pekerjaan mereka, sehingga mereka tahu betul kekurangan-kekurangan pada hasil praktik mereka dan mereka berusaha memperbaikinya.

Proses pembelajaran di atas tidak terjadi pada kelompok control yang dalam proses pembelajarannya menerapkan metode konvensional, di mana metode ini hanya mengajarkan proses pengelasan logam sesuai standar operasional pengelasan, sehingga mereka tidak berpengalaman untuk menganalisis kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi dalam proses pengelasan.

**Tabel 3. Perbedaan Prestasi Belajar Praktik OAW antara Kelompok Kontrol dengan Eksperimen**

	Levene's Test for quality of Variance		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Skor equal variance assumed	5.951	.017	-8.387	66	.000	-7.01042	.83588
Scor equal variance not assumed			-8.671	54.665	.000	-7.01042	.80853

### 3. Peningkatan Prestasi Belajar Praktik OAW

Peningkatan prestasi belajar Praktik OAW akibat perlakuan metode Inquiry adalah sebesar 9,54 lihat Tabel 4. Peningkatan tersebut cukup signifikan jika dilihat dari hasil uji-t sampel berkorelasi pada kelompok eksperimen. Signifikansi tersebut dapat dilihat dari tingkat signifikansi hasil perhitungan yang lebih kecil dari 1 %.

**Tabel 4. Hasil Uji-t Sampel Berkorelasi Kalompok Eksperimen**

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pre eks- post eks	- 9.66667	3.48056	.58009	- 10.84432	- 8.48902	- 16.664	35	.000

Peningkatan prestasi yang terjadi ini disebabkan oleh pengetahuan kognisi mahasiswa yang bertambah karena adanya perlakuan yang berujud analisis perhitungan volume bahan tambah yang digunakan untuk membentuk jalur las yang standar dan dipadukan dengan pengamatan pekerjaan teman sejawat serta pengalaman penerapan hasil analisis dan pengamatan tersebut pada pekerjaannya. Kendati demikian pelaksanaan penelitian ini masih mengalami beberapa kelemahan, diantaranya adalah proses inquiry membutuhkan waktu yang cukup lama pada awal proses pembelajaran, sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk meningkatkan kecepatan proses inquiry tersebut.

#### **D. Kesimpulan**

Beberapa simpulan yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah:

1. Rerata prestasi belajar kelompok eksperimen pada awal adalah 75,13, dan setelah perlakuan sebesar 84,67. Rerata Kelompok Kontrol: awal sebesar 73,91 dan akhir sebesar 77,66.
2. Ada perbedaan prestasi belajar Praktik OAW secara signifikan antara mahasiswa yang belajar dengan metode Inquiry dengan yang tidak.
3. Ada peningkatan prestasi belajar Praktik OAW setelah mahasiswa menjalani proses pembelajaran dengan metode Inquiry.

## Daftar Pustaka

1. Cunia, Barrett, (2006). *Cognitive Learning Theory*, <http://web.cocc.edu/cbuell/theories/cognitivism.htm>. diambil pada 6 desember 2007
2. Kennedy, GA., (2004). *Welding Technologi*, Indianapolis: The Bobbs-Merrill Company, Inc.
3. Keiner, Louis, (2009). *What is Inquiry Learning*, Makalah Workshop .
4. Nolker, H. (1983). *Pendidikan kejuruan: Pengajaran, kurikulum, perencanaan*. Jakarta: Gramedia.
5. Riswan, DD, & Pradoto, (2008) Pembelajaran Inquiry pada Las Asitilin dalam Mata Kuliah Praktik Fabrikasi2 untuk Meningkatkan Aspek Kognitif, Yogyakarta: FT UNY.
6. Sutrimo, (2007). *Teknologi Pengelasan*, Bandung: WTC

# DISAIN DAN IMPLEMENTASI MODUL DIGITAL SEBAGAI MODUL PEMBELAJARAN PRAKTEK ELEKTRONIKA DIGITAL

Umi Rochayati  
Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika  
FT-UNY

## Abstrak

Penelitian ini termasuk *Research and Development (R&D)* yang bertujuan untuk (1) Mendapatkan rancangan modul digital agar sesuai dengan tuntutan kompetensi mata kuliah elektronika digital (2) Menghasilkan produk modul digital (3) Mengetahui kelayakan modul.

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Pendidikan Teknik Elektronika. Modul digital yang dikembangkan melalui tahapan : analisis kebutuhan, desain, implementasi dan pengujian.. Validasi dilakukan oleh ahli materi dan ahli media. Obyek yang diteliti dalam penelitian ini adalah modul digital. Subyek penelitian adalah mahasiswa Pendidikan Teknik Elektronika sejumlah 54. Analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif.. Untuk menentukan kategori kelayakan dipakai "Skala Likert", data yang diperoleh berupa angka kemudian ditafsirkan dalam pengertian kualitatif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul digital telah dapat diwujudkan dan sesuai dengan tuntutan kompetensi mata kuliah elektronika digital, modul ini terdiri dari unit masukan, unit tampilan, papan percobaan, unit pembangkit clock, unit meter, unit potensiometer, ADC/DAC dan unit power supply, Uji kelayakan ditinjau dari aspek materi.diperoleh nilai akhir sebesar 71.44%, dapat diinterpretasikan layak digunakan. Uji kelayakan ditinjau dari aspek teknis diperoleh nilai sebesar 70.96 %, dapat diinterpretasikan layak digunakan. Hasil uji kelayakan modul digital secara keseluruhan yaitu gabungan antara aspek materi dan teknis diperoleh nilai akhir sebesar 71.20 % .dapat diinterpretasikan layak digunakan.

**Kata Kunci :** Modul digital

## A. Pendahuluan

Semakin tingginya tuntutan relevansi pendidikan dan kebutuhan tenaga industri mengakibatkan berbagai konsep pengembangan yang berhubungan dengan kurikulum, materi, media, metoda, dan strategi pembelajaran. Kurikulum didefinisikan sebagai satu rencana yang dikembangkan untuk mendukung proses mengajar/belajar. Salah satu diantaranya yang sekarang menjadi kebijakan adalah kurikulum berbasis kompetensi.

Kompetensi dirumuskan secara jelas dengan tolok ukur jelas. Mengacu pada elemen kompetensi inilah maka pembelajaran praktek elektronika digital dituntut untuk memberikan ketrampilan berkarya bagi setiap mahasiswa.

Berdasarkan hasil diskusi dengan beberapa dosen pengampu mata kuliah praktikum berkaitan dengan tuntutan kompetensi, terdapat beberapa masalah yang harus segera dicari jalan keluarnya. Masalah tersebut antara lain: (1) lemahnya kemampuan mahasiswa dalam mengenal jenis-jenis serta phisik IC digital, (2) lemahnya kemampuan mahasiswa menterjemahkan gambar rangkaian ke dalam rangkaian kerja, (3) lemahnya kemampuan mahasiswa dalam menterjemahkan hasil praktikum kedalam penguasaan konsep.

Upaya untuk meningkatkan kualitas pembelajaran praktek elektronika digital dapat ditempuh dengan pembelajaran yang bervariasi yaitu pembelajaran praktek dengan menggunakan progam simulasi dan pembelajaran praktek dengan menggunakan modul praktikum. Sehingga diharapkan dapat meningkatkan pengalaman, pengetahuan dan ketrampilan mahasiswa dalam pengembangan aplikasi elektronika digital yang pada akhirnya akan menimbulkan minat dan motivasi untuk mengembangkan kreasi-kreasi baru.

Penelitian bertujuan untuk mendapatkan rancangan modul digital agar sesuai dengan tuntutan kompetensi mata kuliah elektronika digita, menghasilkan produk modul digital agar dapat digunakan untuk modul praktikum elektronika digital dan mengetahui kelayakan modul digital.

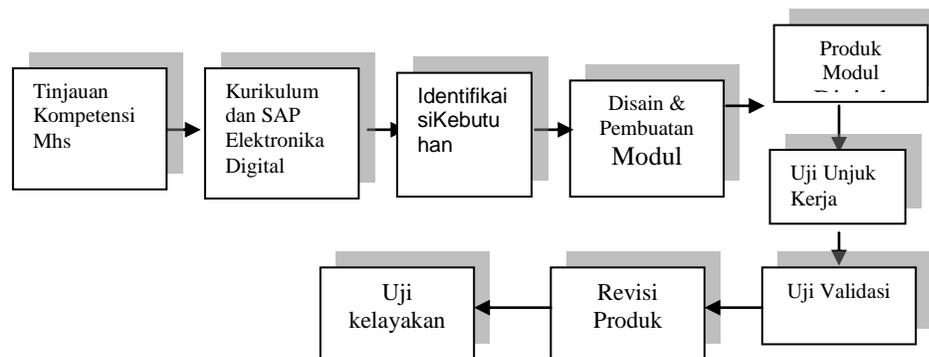
## **B. Metodologi Penelitian**

### **1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik UNY. Waktu pelaksanaan penelitian ini ditentukan pada perkuliahan semester gasal tahun akademik 2008/2009.

### **2. Desain Penelitian**

Secara rinci desain pembuatan modul digital dapat digambarkan seperti pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Desain Pembuatan Modul Digital

### 3. Pembuatan Produk Modul Elektronika Digital

Modul yang dikembangkan melalui tahapan : analisis kebutuhan, desain, implementasi dan pengujian.

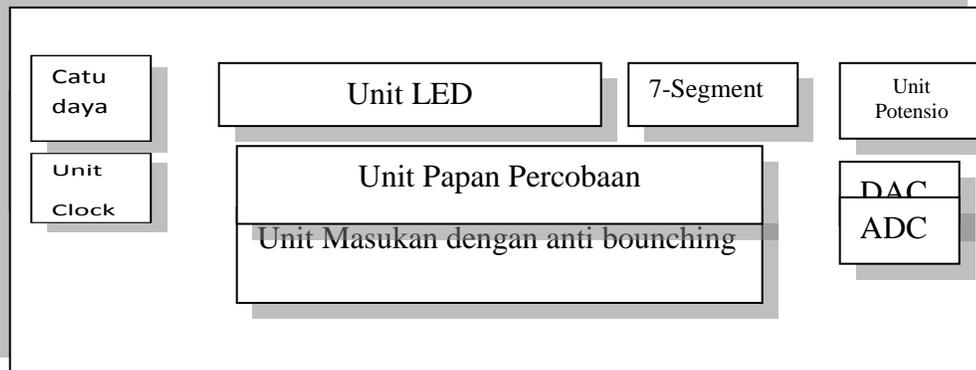
#### 1. Analisis kebutuhan Sistem

Dalam tahapan ini dilakukan proses identifikasi kebutuhan yang disesuaikan dengan kebutuhan praktek untuk menunjang ketercapaian kompetensi mahasiswa. Berdasarkan kompetensi inilah, maka kebutuhan yang diperlukan dalam pembuatan modul digital adalah :

- Diperlukan suatu unit rangkaian yang digunakan untuk memberikan input logika pada rangkaian digital.
- Diperlukan suatu indikator yang dapat menunjukkan logika "0" dan "1", untuk itu diperlukan LED sejumlah 8 buah sebagai indikator logik.
- Diperlukan suatu display yang dapat menampilkan data-data berbentuk angka desimal, untuk itu diperlukan display 7-segment sebanyak 2 buah.
- Memerlukan power supply +5 volt, + 12 volt, - 12 volt dan ground.
- Memerlukan pembangkit clock sebagai pulsa clock pada rankaian counter
- Memerlukan meter sebagai pengukur tegangan DC
- Memerlukan IC Opamp 741 dan resistor untuk rangkaian DAC
- Memerlukan IC ADC 0804 sebagai converter dari analog ke digital

## 2. Desain/Perancangan

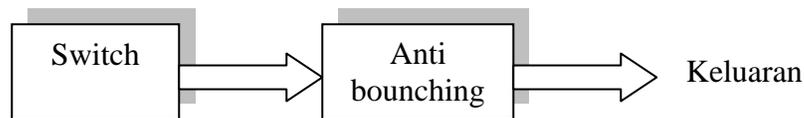
Unit-unit yang tersedia dalam modul disusun seperti tampak pada gambar 2, dengan tujuan untuk memudahkan mahasiswa menggunakan modul digital.



Berdasarkan blok-blok unit modul digital, maka dapat dijelaskan masing-masing bagian sebagai berikut

### 1) Unit masukan

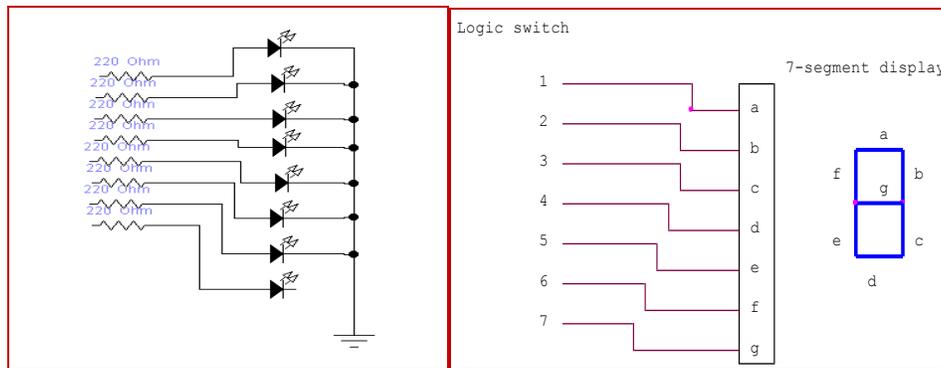
Unit masukan berupa switch-switch yang digunakan untuk pengaturan logika “0” atau “1”, agar logika tersebut tidak ada getarannya diperlukan suatu rangkaian anti *bouncing* .



Gambar 3. Diagram Unit masukan dengan anti bouncing

### 2) Unit tampilan,

berfungsi untuk menampilkan logika keluaran dari rangkaian logic yang memiliki nilai logika ‘1’ atau ‘0’. Logika yang bernilai “1” akan ditampilkan dengan LED yang menyala, sedangkan logika “0” akan ditampilkan dengan LED yang padam. Selain dengan LED, unit keluaran juga dilengkapi dengan display 7-segment untuk menampilkan keluaran angka-angka desimal.

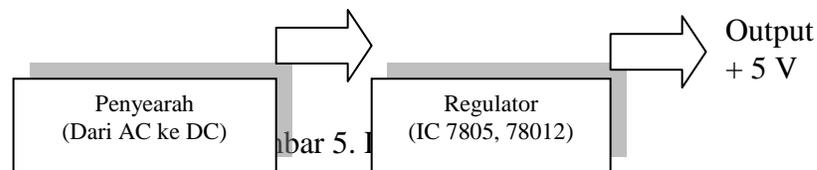


Gambar 4. a. Unit LED

b. Unit 7 Segment

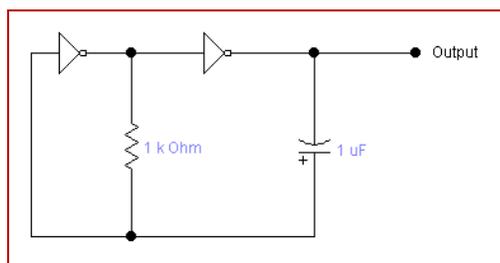
### 3) Unit power supply/catu daya

Catu daya yang dirancang mempunyai tegangan output sebesar +5 Volt, yang digunakan untuk mencatu tegangan unit-unit rangkaian yang ada pada *modul*



### 4) Unit Pembangkit Clock

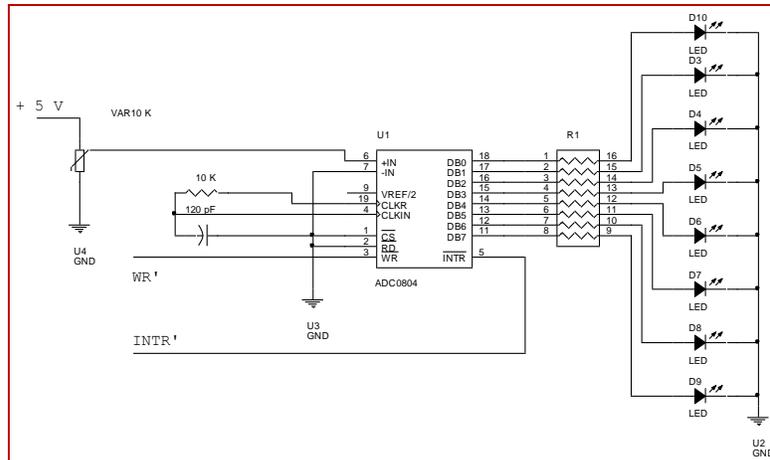
Unit clock dirancang untuk memberikan masukan berupa sinyal kotak yang kontinu dengan frekuensi 2 Hz, 4 Hz, dan 40 Hz. Sinyal-sinyal ini berfungsi untuk memberikan pulsa clock untuk percobaan rangkaian sekuensial.



Gambar 6. Pembangkit clock

## 5) Unit Analog to Digital Converter (ADC)

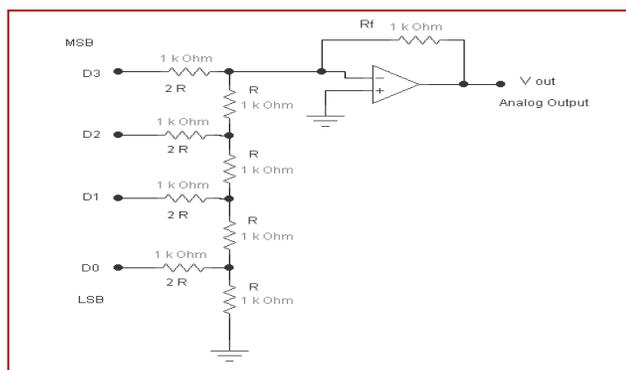
ADC difungsikan untuk merubah atau mengkonversi data-data masukan yang berupa analog menjadi data digital. Rancangan ADC yang dipergunakan dalam media pembelajaran menggunakan IC ADC 0804 yang hubungan externalnya ditunjukkan pada gambar 7



Gambar 7. Rangkaian ADC

## 7) Unit Digital to Analog Converter (DAC)

DAC difungsikan untuk merubah atau mengkonversi data-data masukan yang berupa digital menjadi data analog. Rancangan DAC dengan metode tangga R-2R secara lengkap rangkaiannya ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian DAC

8) Unit Meter, berfungsi untuk menampilkan nilai tegangan DC dengan range tegangan antara 0 V – 15 V.

- 9) Unit Potensiometer, berfungsi untuk mendapatkan nilai resistansi yang dapat dirubah dengan range 0 – 10 K $\Omega$ .

### **3. Pengujian**

#### **a. Pengujian Unjuk Kerja Media Pembelajaran**

Untuk mengetahui kinerja dari keseluruhan media pembelajaran maka diperlukan suatu pengujian.

#### **b. Pengujian Kelayakan Media Pembelajaran**

Sebelum melakukan pengujian kelayakan terlebih dahulu dilakukan uji validasi oleh tim ahli yaitu dosen jurusan pendidikan teknik elektronika yang memiliki kompetensi di bidang digital. Uji validasi yang dilakukan meliputi uji validasi isi dari modul dan validasi kontrak.

Setelah dilakukan uji validasi dan melengkapi kekurangan yang ada, barulah dilakukan uji kelayakan dengan memberikan instrumen penelitian berupa angket kepada mahasiswa pemakai modul digital.

### **C. Teknik Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan dengan melalui dua tahapan yaitu :

#### **a. Pengujian dan Pengamatan**

Pengujian dan pengamatan ini dimaksudkan untuk memperoleh hasil unjuk kerja dari modul digital sebagai modul praktikum elektronika digital.

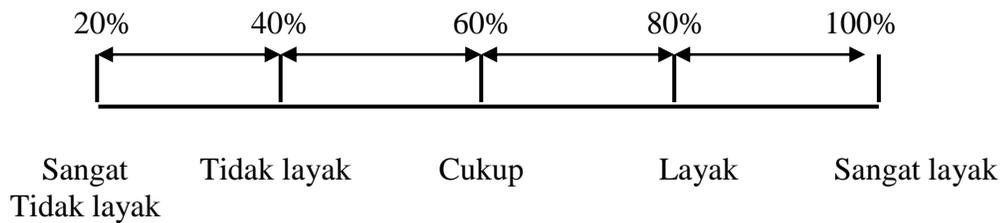
#### **b. Angket**

Dalam penelitian ini angket digunakan untuk menilai kelayakan yang digunakan untuk pembelajaran pada mata kuliah praktek elektronika digital.

### **D. Teknik Analisis Data**

Data tentang unjuk kerja modul praktikum ditulis apa adanya untuk dijadikan spesifikasi dari modul praktikum.

Untuk menentukan kategori kelayakan dari media pembelajaran digital , dipakai skala pengukuran "Skala Likert". Dengan skala pengukuran "Skala Likert", data yang diperoleh berupa angka kemudian ditafsirkan dalam pengertian kualitatif (Sugiyono, 2006:135). Selanjutnya kelayakan media pembelajaran dalam penelitian ini digolongkan dalam lima kategori kelayakan dengan menggunakan skala. Skala yang digunakan menurut Suharsimi Arikunto (2004:18) termasuk kriteria kuantitatif tanpa pertimbangan. Kriteria tersebut disusun hanya dengan memperhatikan rentangan bilangan tanpa mempertimbangkan apa-apa, pembagian dilakukan dengan membagi rentangan bilangan. Skala kelayakan tersebut adalah sebagai berikut :

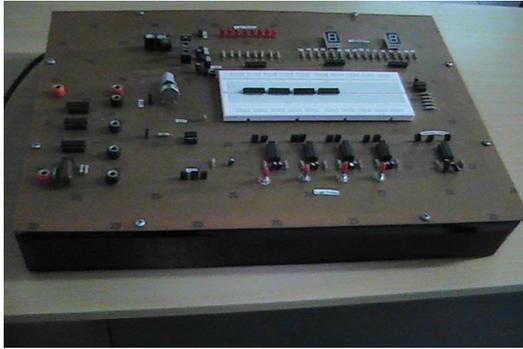


Gambar 9. Skala Pengukuran

## Hasil Penelitian Dan Pembahasan

### A. Hasil Penelitian

Penelitian menghasilkan rancangan modul digital yang kemudian diimplementasikan dalam suatu rangkaian elektronik yang dikemas dalam suatu modul terpadu beserta spesifikasinya. Gambar 10 berikut menunjukkan produk penelitian berupa modul digital sebagai modul pembelajaran praktik elektronika digital.



Gambar 10. Photo Tampak Atas dari Modul Elektronika Digital

Gambar 11. Pembelajaran praktek digital

Spesifikasi Alat :

1. Tegangan kerja + 5 V dan + 12 V
2. Dilengkapi 4 buah saklar masukan, 8 buah LED indikator dan 2 buah seven segment untuk indikator output
3. Sumber clock 2 Hz, 4 Hz dan 40 Hz
4. Dilengkapi dengan ADC dan DAC
5. Papan rangkaian untuk tempat merangkai rangkaian logika
6. Jumper penghubung

### Data Hasil Pengujian Kelayakan

Tahap pengujian kelayakan terhadap modul praktek elektronika digital dilakukan dengan cara menggunakan modul praktek tersebut untuk praktek elektronika digital bagi mahasiswa yang mengambil mata kuliah digital di jurusan pendidikan teknik elektronika. Jumlah mahasiswa sebagai responden penelitian sejumlah 54 mahasiswa.

Tabel 1. Skor Akhir Uji Kelayakan Modul Praktek Elektronika Digital

No	Aspek	Nilai Akhir (%)
1	Materi	71.44
2	Teknis	70.96
Rata-rata		<b>71.20</b>

## **B. Pembahasan**

Tingkat kelayakan modul yang diinginkan menggunakan penilaian/skor 1 sampai 5. Hasil penilaian dari para responden kemudian dihitung nilai akhirnya. Sesuai dengan kategori yang telah ditetapkan sebelumnya, yaitu 0-20% berarti sangat tidak layak, 21-40% berarti kurang layak, 41-60% berarti cukup layak, 61-80% berarti layak dan 81-100% berarti sangat layak.

### **1. Uji Kelayakan ditinjau dari Aspek Materi**

Uji kelayakan ditinjau dari aspek materi meliputi kesesuaian materi, keruntutan materi, kedalaman materi, tingkat kesulitan, sistematika penyajian serta kejelasan materi. diperoleh nilai sebesar 71.44 %. Berdasarkan kategori yang telah ditentukan maka dapat dikatakan bahwa modul praktek elektronika digital apabila ditinjau dari aspek materi dapat diinterpretasikan layak digunakan.

### **2. Uji Kelayakan ditinjau dari Aspek Teknis**

Hasil uji kelayakan ditinjau dari aspek teknis meliputi kelengkapan modul, komposisi penempatan, kemudahan penggunaan, kesesuaian ukuran, daya tarik, kemudahan penyimpanan diperoleh nilai sebesar 70.96 %. Berdasarkan kategori yang telah ditentukan maka dapat dikatakan bahwa modul praktek elektronika digital apabila ditinjau dari aspek teknis dapat diinterpretasikan layak digunakan.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Modul praktek elektronika digital telah dapat dirancang dan sesuai dengan tuntutan kompetensi mata diklat elektronika digital. Modul praktek yang dirancang mempunyai spesifikasi ukuran :  
Panjang : lebar: tinggi = 40 cm : 30 cm : 10 cm dengan bobot sebesar 2 Kg.
2. Modul praktek elektronika digital telah dapat diwujudkan yang terdiri dari unit masukan, unit tampilan, papan percobaan, unit pembangkit clock, unit meter, unit potensiometer, ADC/DAC dan unit power supply, sekaligus juga dilengkapi dengan modul pembelajaran praktek.

3. Uji kelayakan ditinjau dari aspek materi diperoleh nilai sebesar 71.44 %. Berdasarkan kategori yang telah ditentukan maka dapat dikatakan bahwa modul praktek elektronika digital apabila ditinjau dari aspek materi dapat diinterpretasikan layak digunakan.
4. Uji kelayakan ditinjau dari aspek teknis diperoleh nilai sebesar 70.96 %. Berdasarkan kategori yang telah ditentukan maka dapat dikatakan bahwa modul praktek elektronika digital apabila ditinjau dari aspek teknis dapat diinterpretasikan layak digunakan.
5. Hasil uji kelayakan modul praktek secara keseluruhan yaitu gabungan antara aspek materi dan teknis diperoleh nilai akhir sebesar 71.20 % . Berdasarkan kategori yang telah ditentukan maka dapat dikatakan bahwa modul praktek elektronika digital dapat diinterpretasikan layak digunakan.

#### **Daftar Pustaka**

1. Depdiknas. 2004. *Peningkatan Kualitas Pembelajaran*.
2. Mulyasa.2003. *Kurikulum Berbasis Kompetensi, konsep, karakteristik dan implementasi*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya.
3. Oemar Hamalik. (2003). *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta : Bumi Aksara.
4. Ronald J. Tocci, 1999, *Digital Systems Principles and Applications*, Prentice-Hall International, Inc.
5. Suharsimi Arikunto, (2004), *Prosedur Penelitian*, Jakarta:Rineka Cipta
6. Sugiyono, (2006). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta
7. ...., 2002. Kurikulum Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika
8. [http://teknologi\\_pendidikan.wordpress.com/2006/03/21/prinsip-pengembangan-media- pendidikan-sebuah-pengantar/](http://teknologi_pendidikan.wordpress.com/2006/03/21/prinsip-pengembangan-media- pendidikan-sebuah-pengantar/)

# **PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN MODEL PROBLEM BASED LEARNING DENGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBANTUAN KOMPUTER DALAM MATADIKLAT MEASURING BAGI SISWA SMK**

Wagiran  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
[wa\\_giran@yahoo.com](mailto:wa_giran@yahoo.com)

## **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan model pembelajaran PBL-PBK dalam Matadiklat Measuring yang teruji secara teoritik dan empirik.

Penelitian dirancang dalam tiga tahap dalam kurun waktu 3 tahun. Pada tahun pertama penelitian bertujuan untuk merancang, membuat dan mengembangkan media pembelajaran berbantuan komputer berikut perangkatnya dalam mendukung model pembelajaran PBL-PBK. Pada tahun kedua, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan dan menguji model pembelajaran PBL-PBK dalam lingkup luas sekaligus melihat efektivitasnya. Pada tahun ketiga, penelitian ini memfokuskan pada tahap sosialisasi model pembelajaran PBL-PBK dalam lingkup yang lebih luas. Penelitian dirancang menggunakan pendekatan Research and Development Sumber data dalam penelitian ini meliputi kalangan industri permesinan, perumus kebijakan, kepala sekolah, guru, siswa, dan ahli pendidikan. Penerapan model direncanakan di 5 SMK dengan metode eksperimen. Data dikumpulkan dengan teknik observasi, wawancara mendalam, dan dokumentasi. Analisis data dilakukan secara kuantitatif yaitu deskriptif, dan komparatif.

Hasil yang diperoleh pada penelitian tahun pertama adalah diperolehnya kompetensi Measuring dan diperolehnya media pembelajaran berbantuan komputer dalam mendukung pembelajaran PBL-PBK yang teruji. Hasil evaluasi ahli tentang kualitas media dilihat dari sisi materi menunjukkan skor 3,38 (dalam kategori baik), dari kualitas tampilan menunjukkan skor 3,04 (dalam kategori baik), sedangkan dari sisi pengorganisasian materi penunjukan skornya adalah: konsistensi sebesar 2,92 (cukup baik), format sebesar 3,13 (baik), pengorganisasian sebesar 3,25 (baik), bentuk dan ukuran huruf sebesar 2,63 (cukup baik) Hasil uji kelayakan(ujicoba) kepada siswa menunjukkan bahwa kualitas media dilihat dari sisi materi menunjukkan skor 3,28 (dalam kategori baik), dari kualitas tampilan dan daya tarik menunjukkan skor 3,30 (dalam kategori baik), sedangkan dari sisi pengorganisasian materi penunjukan skornya adalah: sebesar 3,22 (baik) Dengan demikian media berbantuan komputer dalam matadiklat measuring layak untuk diterapkan.

**Kata kunci:** problem-based learning, media pembelajaran, measuring

## A. Pendahuluan

Mengukur dengan dengan alat ukur presisi yang terwadahi dalam Matadiklat *Measuring* merupakan kompetensi yang mutlak harus dikuasai oleh lulusan SMK untuk dapat bekerja dalam bidangnya. Kompetensi ini merupakan dasar bagi pencapaian kompetensi lainnya seperti melakukan pekerjaan dengan mesin perkakas, perawatan dan kontrol kualitas. Tanpa menguasai kompetensi *Measuring* mustahil siswa atau lulusan dapat bekerja dalam bidang teknik mesin. Disamping itu cepatnya perkembangan teknologi menuntut lulusan untuk mampu menyesuaikan terhadap berbagai perubahan tersebut..

Pembelajaran di SMK merupakan salah satu faktor penting dan bahkan utama dalam menentukan keberhasilan siswa. Oleh karenanya diperlukan suatu proses pembelajaran yang efektif yaitu pembelajaran yang mampu memfasilitasi siswa untuk mencapai kompetensi yang ditentukan didukung oleh fasilitas yang memadai, alat praktek yang lengkap, media yang beragam serta metode pembelajaran yang sesuai.

Namun demikian, pengamatan yang pengusul lakukan dalam proses pembelajaran di SMK Kelompok Teknologi Industri di Daerah Istimewa Yogyakarta menunjukkan hal yang sangat memprihatinkan. Hampir semua SMK tidak memiliki peralatan yang memadai untuk melakukan kegiatan praktek. Standar minimal laboratorium metrologi (pengukuran) menyebutkan bahwa suatu laboratorium minimal mampu melakukan pengukuran: linier, sudut, radius, profil, kekasaran, dan ulir. Diantara persyaratan minimal tersebut sebagian besar SMK hanya mampu memenuhi untuk pengukuran linier dan sebagian untuk pengukuran sudut dengan kondisi minimal. Keprihatinan ini masih ditambah dengan pola pembelajaran teori yang umumnya didominasi ceramah dan tidak memberdayakan siswa. Minimnya media yang dipakai mengakibatkan siswa sulit mencerna konsep-konsep abstrak untuk diterjemahkan menjadi kemampuan dalam *Measuring*.

Berbagai permasalahan di atas menuntut penyelesaian segera sehingga kualitas lulusan yang dihasilkan dapat terjaga. *Problem-Based Learning* merupakan salah satu alternatif pembelajaran yang paling cocok diterapkan sesuai dengan karakteristik permasalahan yang terjadi. Dilihat dari keterbatasan fasilitas serta mempertimbangkan

karakteristik matadiklat bersangkutan, media pembelajaran berbantuan komputer merupakan media yang paling efektif. Hal ini didasari pada kondisi bahwa sebagian besar SMK telah memiliki fasilitas komputer berikut sarana presentasinya. Dengan demikian model pembelajaran PBL-PBK merupakan solusi efektif bagi permasalahan di atas.

Berdasarkan latarbelakang masalah tersebut, rumusan masalah penelitian ini adalah:

(1) Bagaimana rumusan kompetensi matadiklat measuring ?, (2) Bagaimana mengembangkan pembelajaran model PBL-PBK berdasarkan kompetensi yang telah dirumuskan dan teruji secara teoritis maupun empiris khususnya pada matadiklat *Measuring*, dan (3) Bagaiman kelayakan pembelajaran PBL-PBK pada matadiklat *Measuring*?

## **B. Metode Penelitian**

Penelitian ini direncanakan dalam tiga tahap dalam waktu tiga tahun. Pada tahun pertama penelitian bertujuan untuk merancang, membuat dan mengembangkan media pembelajaran berbantuan komputer berikut perangkatnya dalam mendukung model pembelajaran PBL-PBK. Pada tahun kedua, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan dan menguji model pembelajaran PBL-PBK dalam lingkup luas sekaligus melihat efektivitasnya. Pada tahun ketiga, penelitian ini memfokuskan pada tahap sosialisasi model pembelajaran PBL-PBK dalam lingkup yang lebih luas.

Penelitian dirancang menggunakan pendekatan Research and Development dengan tahap-tahap: (1) seleksi model pembelajaran melalui literature review, dan survey di lapangan (industri pemesinan, SMK); (2) perencanaan; (3) Seminar untuk menentukan bentuk dan model pembelajaran; (4) work shop untuk merancang dan membuat model pembelajaran berikut perangkatnya; (5) validasi; (6) ujicoba dan monitoring; (7) refleksi dan rencana tindak lanjut; (8) penerapan model pembelajaran, (9) pengujian di lapangan; (10) revisi dan validasi; (11) produk akhir, dan (12) Deseminasi dan publikasi. Sumber data dalam penelitian ini meliputi kalangan industri permesinan, perumus kebijakan, kepala sekolah, guru, siswa, dan ahli pendidikan. Penerapan model direncanakan di 5 SMK dengan metode eksperimen. Data

dikumpulkan dengan teknik observasi, wawancara mendalam, dan dokumentasi. Analisis data dilakukan secara kuantitatif yaitu deskriptif, dan komparatif.

### C. Hasil Penelitian

#### 1. Rumusan Kompetensi Matadiklat Measuring

Matadiklat measuring merupakan matadiklat yang bertujuan memberikan pengalaman kepada siswa dalam memahami prinsip-prinsip pengukuran, serta penggunaan alat-alat ukur di industri permesinan. Materi yang layak ditayangkan dalam media berbantuan komputer dalam mendukung penerapan PBL-PBK matadiklat measuring berdasarkan observasi di 13 SMK, tidak dapat dilepaskan dari kompetensi yang ditetapkan dalam kurikulum KTSP tahun 2006 maupun Kurikulum KTSP berdasarkan spektrum yang baru (2008).

Dari berbagai sumber dan kajian, standar kompetensi dan kompetensi dasar matadiklat measuring yang layak ditayangkan dalam media berbantuan komputer dapat ditampilkan pada Tabel 1:

Tabel 1.  
Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar Teknik Pemesinan

STANDAR KOMPETENSI	KOMPETENSI DASAR
1. Menggunakan peralatan perbandingan dan/atau alat ukur dasar	2.1 Menjelaskan cara penggunaan peralatan perbandingan dan/atau alat ukur dasar 2.2 Menggunakan peralatan perbandingan dan/atau alat ukur dasar 2.3 Memelihara peralatan perbandingan dan/ atau alat ukur dasar.
2. Mengukur dengan alat ukur mekanik presisi	3.1 Menjelaskan cara penggunaan alat ukur mekanik presisi 3.2 Menggunakan alat ukur mekanik presisi 3.3 Memelihara alat ukur mekanik presisi.

## 2. Proses dan Hasil Pembuatan Media

Pengembangan media pembelajaran berbantuan komputer dalam mendukung penerapan pembelajaran model PBL-PBK diawali dari identifikasi kompetensi yang harus dikuasai siswa dalam matadiklat measuring hingga terbentuk media berbantuan komputer. Tahap-tahap tersebut secara rinci adalah:

a. Identifikasi kompetensi.

Tahap pertama dari pembuatan media berbantuan komputer adalah identifikasi kompetensi dan perumusan program yang akan dibuat, hasil-hasil yang akan dicapai, skenario pembuatan dan jadwal kerja.

b. Penulisan naskah

Dalam penulisan naskah langkah yang dilakukan adalah menuangkan materi ke dalam naskah berbentuk framing atau *storyboard*. *Storyboard* adalah pemikiran yang divisualisasikan dan dideskripsikan melalui tulisan, direncanakan dalam narasi, musik dan *sound effect*. Hasil penulisan *storyboard* digunakan dalam proses produksi media pembelajaran berbantuan komputer, sehingga proses produksi lebih terstruktur dan teratur

c. Pemrograman dasar

Pemrograman dasar dalam pengembangan media berbantuan komputer dalam matadiklat measuring meliputi tahap-tahap:

1) Analisis perancangan

Hasil analisis tahap perancangan media pembelajaran ini dibagi dalam dua tahap, yaitu tahap analisis spesifikasi teknis dan tahap analisis kerja program. Tahap analisis spesifikasi teknis untuk mengetahui persyaratan minimal sebuah *personal computer* (PC) untuk dapat menjalankan media pembelajaran berbantuan komputer untuk matadiklat measuring. Media pembelajaran matadiklat measuring ini dapat bekerja dalam sistem operasi *windows* 98, ME atau XP dengan processor minimal 128 Mhz.

Perangkat lunak juga diperlukan dalam pembuatan media pembelajaran berbantuan komputer. Perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan animasi meliputi: *Macromedia Flash MX 2004 v7.0.1 Profesional* sebagai program utama, *Swish MX* sebagai program pendukung, proses pengeditan film menggunakan *windows movie*

*maker* sebagai *software* bawaan *windows XP*, dokumentasi menggunakan *Ahead Nero 6.6* dan pengeditan gambar menggunakan *CorelDraw* dan *Adobe photoshop 7.0*.

Perangkat keras untuk menjalankan media pembelajaran berbantuan komputer ini adalah sebuah unit komputer yang dilengkapi dengan CD Room untuk keperluan membaca media pembelajaran dalam format CD, monitor SVGA untuk menampilkan program, *keyboard* dan *mouse* standar *windows* untuk keperluan interaksi dengan program.

Tahap analisis kerja program untuk mengetahui kerja media pembelajaran berbantuan komputer yang telah dibuat. media pembelajaran berbantuan komputer di desain seperti web, dimana pengguna dapat berinteraksi memberi masukan melalui *mouse* atau *keyboard* untuk mendapatkan respon dari komputer berupa animasi, teks, gambar, dan narasi.

## 2) Desain program

Setelah materi disusun, tahap selanjutnya adalah desain program. Desain program adalah langkah pertama dalam fase pengembangan media pembelajaran berbantuan komputer. Tahap-tahap desain media pembelajaran berbantuan komputer meliputi:

### a) Desain data

Desain data adalah proses transformasi informasi yang telah dibuat dalam tahap perancangan materi metrologi industri ke dalam struktur data yang akan diperlukan untuk mengimplementasikan media pembelajaran berbantuan komputer. Desain *data flow diagram sistem* menggambarkan jalannya data melalui beberapa item modul yang akan diimplementasikan menjadi program atau bagian dari sistem sebenarnya.

### b) Desain arsitektur

Desain arsitektur adalah tahap setelah desain data dibuat. Dari DFD level 0 kemudian ditransformasikan ke dalam diagram alir program. Diagram alir program berupa bagan dengan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses dan hubungan antar proses secara mendetail dalam suatu program.

### c) Desain interface

Tahap desain interface adalah penggambaran mengenai struktur program. Desain interface atau tampilan dibuat untuk memudahkan *programmer* menterjemahkan ke dalam bentuk bahasa pemrograman. Desain interface dibuat berdasarkan flowchart yang telah dibuat pada tahap desain arsitektur.

d) Desain prosedural

Setelah tahap desain data, desain arsitektur dan desain interface dilalui, tahap selanjutnya adalah desain prosedural. Desain prosedural digunakan untuk menetapkan detail *algoritma* yang dinyatakan dalam suatu bahasa pemrograman. Pembuatan media pembelajaran berbantuan komputer matadiklat measuring ini menggunakan *Actionscript* yang ada dalam *Macromedia Flash MX 2004*. *Actionscript* yang digunakan sebagai berikut :

*Actionscript* yang digunakan untuk menghubungkan antara movie satu dengan *movie* yang lain. Pada *movie* halaman Utama.SWF akan memanggil *movie* lain yakni Menu.SWF.

3) Implementasi program

Implementasi program adalah tahap menterjemahkan desain ke tampilan sebenarnya. Program yang diimplementasi menggunakan program *Macromedia Flash MX 2004 7.0.1 Profesional*. Tampilan pada layar berupa animasi, gambar, narasi dan teks. Pembuatan animasi dilakukan dengan teknik *masking*, *alpha*, *rotasi*, *scale*, dan *motion tween*. Animasi yang ditampilkan sebagian hasil *import* dari program *Swish MX* yang berupa animasi tulisan/teks. Pembuatan gambar atau obyek dapat dilakukan langsung dalam *Macromedia Flash MX 2004 v7.0.1 profesional* dengan memanfaatkan fasilitas pada panel tool. Pengaturan warna dapat dilakukan dengan menggunakan fasilitas *color mixer*, sehingga dapat dibentuk warna *solid*, *linear*, *radial* dan *bitmap*. Sedang pembuatan teks juga dapat langsung dilakukan dalam *Macromedia Flash MX 2004 v7.0.1 profesional*. Warna, jenis huruf dan ukuran huruf dapat diatur dalam panel *properties*.

4) Teknik pengujian program

Tahap pertama pengujian adalah menjalankan media pembelajaran berbantuan komputer yang sudah ada dalam format CD. Setelah muncul halaman *pembuka*, pengujian kerja media pembelajaran berbantuan komputer dimulai dari: (1)

pengujian tombol masuk, (2) pengujian tombol pengetahuan umum, (3) pengujian tombol pengukuran, (4) pengujian tombol toleransi, (5) pengujian tombol alat ukur dan pemakaiannya, (6) pengujian tombol alat ukur linier, (7) pengujian tombol alat ukur sudut, (8) pengujian tombol alat ukur radius, (5) pengujian tombol alat ukur ulir, (6) pengujian tombol alat ukur roda gigi, (7) pengujian tombol jenis alat ukur, (8) pengujian tombol konstruksi alat ukur, (9) pengujian tombol skala dan cara membaca, (10) pengujian tombol penggunaan alat ukur, (11) pengujian tombol pemeliharaan alat ukur, (12) pengujian tombol latihan, (13) pengujian tombol keluar window, (14) pengujian tombol navigasi selanjutnya dan kembali, dan (15) pengujian tombol-tombol sub-sub menu. Semua pengujian yang dilakukan semua tombol dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan desain yang dibuat.

d. Pembuatan grafis

Kegiatan ini dilakukan parallel dengan kegiatan pemrograman. Desain grafis merancang tampilan grafis secara keseluruhan program mulai dari layar utama sampai ke layar-layar berikutnya. Tampilan ini dapat diambil dari gambar-gambar maupun foto-foto yang diambil dan direkam dengan kamera digital.

e. Pembuatan animasi

Animasi dibuat dengan memperhatikan pokok materi, kesesuaian dengan tema serta kemudahan untuk dipahami.

f. Pembuatan Audio

Programmer tim yang bertugas sebagai digitizer mulai merancang musik pendukung serta mengisi suara untuk narasi. Suara-suara yang digunakan diusahakan mampu mendukung suasana belajar sehingga harus dihindari kesan berisik, gaduh dan mengagetkan. Dengan suara-suara pengiring diharapkan dapat menimbulkan suasana menyenangkan dalam belajar.

g. Pemrograman lengkap

Setelah semua unsur lengkap maka semua komponen dipadukan sesuai dengan rancangan program. Dari tahapan ini terbentuklah protipe 1.

### 3. Kelayakan Media (Validasi Model dan Ujicoba)

Kelayakan media pembelajaran berbantuan komputer dalam matadiklat measuring dalam mendukung implementasi PBL-PBK dapat dilihat dari hasil validasi ahli maupun hasil uji empirik terbatas. Validasi dilakukan terhadap substansi materi dan format media.

#### a. Validasi Model

Setelah pembuatan media pembelajaran selesai, langkah lanjutan yang ditempuh adalah validasi ahli. Dalam hal ini media pembelajaran berbantuan komputer divalidasi oleh ahli media, ahli pembelajaran, dan ahli dalam hal measuring. Kepada ahli tersebut diberikan instrumen untuk menilai kelayakan media yang dibuat menurut bidang dan pandangan keahliannya. Hasil evaluasi dan validasi ahli tersebut dapat disajikan dalam Tabel 2. berikut:

Tabel 2.  
Hasil Validasi Ahli tentang Media Pembelajaran dalam hal Materi

No	ASPEK EVALUASI	SKOR
1.	Terdapat rumusan tujuan kompetensi yang jelas	3.25
2.	Menekankan pada pencapaian kompetensi yang sesuai dengan kebutuhan dunia usaha/industri	3.50
3.	Panduan belajar mudah digunakan	3.50
4.	Memuat pengetahuan sesuai dengan unit kompetensi	3.50
5.	Memuat keterampilan sesuai dengan unit kompetensi	3.00
6.	Memuat sikap yang jelas untuk diperagakan	3.25
7.	Bahasa mudah dimengerti	3.75
8.	Tugas dan latihan cukup untuk membantu mencapai kompetensi	3.50
9.	Tugas dan latihan sesuai dengan unit kompetensi	3.50
10	Materi pembelajaran sesuai dengan tingkat peserta didik	3.00
11	Memungkinkan peserta diklat melakukan inisiatif sendiri dalam belajarnya	3.50
12	Memungkinkan peserta diklat belajar secara mandiri	3.50
13	Materi diorganisasikan dengan susunan yang sistematis	3.25
14	Terdapat bagian assessment (pengujian)	3.50
15	Instrumen assessment mudah dimengerti	3.25
16	Instruksi pada assessment mudah dimengerti	3.25

17	Memungkinkan peserta melakukan assessment sendiri	3.50
<b>Rerata</b>		<b>3.38</b>

Berdasarkan tabel diatas dapat diperoleh gambaran bahwa secara keseluruhan dari sisi materi telah mencapai skor 3,38 dalam kategori baik. Dilihat dari butir-butir yang menyusunnya tampak bahwa semua memiliki skor di atas 3 dengan kategori baik.

Selain dari sisi materi, tampilan program secara umum termasuk dalam kategori cukup baik. Hasil lengkap dapat dilihat pada Tabel 3:

Tabel 3.  
Hasil Validasi Ahli tentang Media Pembelajaran dalam hal Kualitas Tampilan

No	ASPEK EVALUASI	SKOR
1.	Kejelasan petunjuk penggunaan program	3.50
2.	Teks atau tulisan mudah dibaca	2.75
3.	Tampilan gambar jelas dan menarik	2.75
4.	Sajian animasi menarik	3.50
5.	Komposisi warna menarik	3.00
6.	Narasi dituliskan dengan jelas	3.25
7.	Iringan musik mendukung suasana belajar	2.50
<b>Rerata</b>		<b>3,04</b>

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa kualitas tampilan program mempunyai skor 3,04 yang termasuk kategori baik. Dilihat dari butir-butir yang menyusunnya tampak terdapat beberapa tampilan yang masih perlu diperbaiki secara serius antarlain pada butir: teks atau tulisan mudah dibaca, tampilan gambar jelas dan menarik, dan iringan musik mendukung suasana belajar. Sedangkan pada aspek yang lain dirasa sudah baik. Oleh karena itu perlu perbaikan dalam hal teks atau tulisan agar mudah dibaca, kejelasan tampilan gambar, dan iringan musik. Sedangkan faktor lain memerlukan perbaikan yang lebih ringan.

Dari sisi daya tarik program, masih terdapat banyak hal yang harus diperbaiki. Hal ini terlihat dari data yang disajikan dalam Tabel 4:

Tabel 4.

Hasil Validasi Ahli tentang Media Pembelajaran dalam hal Daya Tarik Tampilan

No	ASPEK EVALUASI	SKOR
1.	Warna layar depan (gambar dan huruf) menarik	2.75
2.	Huruf dan kalimat judul menarik perhatian	3.50
3.	Warna, gambar dan ilustrasi menarik perhatian	3.00
4.	Warna, besar huruf menarik perhatian	2.25
5.	Tata letak atau pola penyetikan menarik perhatian	2.75
<b>Rerata</b>		<b>2.85</b>

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa rerata skor dalam hal daya tarik adalah 2,85 yang termasuk kategori cukup baik. Hal ini membutuhkan cukup banyak pembenahan khususnya pada butir-butir: warna layar depan menarik; warna, gambar dan ilustrasi menarik perhatian; dan tata letak atau pola penyetikan menarik perhatian. Oleh karena itu masih perlu perbaikan-perbaikan dalam hal warna, ilustrasi dan tata letak.

Dari sisi pengorganisasian materi, hasil evaluasi ahli terhadap media pembelajaran berbasis kompetensi dapat disajikan dalam Tabel 5:

Tabel 5.

Hasil Validasi Ahli tentang Media Pembelajaran dalam hal Pengorganisasian Materi

No	ASPEK	SKOR
<b>KONSISTENSI</b>		
1	Menggunakan kata, istilah dan kalimat yang konsisten	3.25
2	Menggunakan bentuk dan ukuran huruf yang konsisten	2.75
3	Menggunakan pola penyetikan dan tata letak yang konsisten	2.75
<b>Rerata</b>		<b>2.92</b>
<b>FORMAT</b>		
1	Format halaman (vertikal atau horizontal) mudah untuk digunakan pembaca	3.50
2	Kolom (tunggal atau multi) pada halaman proporsional dan sebanding dengan ukuran kertas yang digunakan	2.75

3	Lebar kolom memudahkan pembaca untuk membaca	3.25
4	Tata letak dan pengetikan mudah diikuti	3.00
<b>Rerata</b>		<b>3.13</b>
<b>ORGANISASI</b>		
1	Pengorganisasian materi sistematis	3.00
2	Pengorganisasian antar bab/sub bab logis dan sistematis	3.00
3	Pengorganisasian latihan dan tugas sistematis	3.75
<b>Rerata</b>		<b>3.25</b>
<b>BENTUK DAN UKURAN HURUF</b>		
1	Bentuk dan ukuran huruf mudah dibaca	2.75
2	Ukuran huruf yang digunakan proporsional	2.50
<b>Rerata</b>		<b>2,63</b>

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa dari sisi konsistensi materi mendapatkan skor 2,92 yang termasuk kategori cukup baik. Hal-hal yang masih memerlukan perbaikan adalah konsistensi bentuk dan ukuran huruf, dan tataletaknya sedangkan dari sisi penggunaan kata-kata dirasa memenuhi atau sudah baik. Dalam hal format, skor yang ditunjukkan sebesar 3,13 menunjukkan bahwa format penulisan yang digunakan sudah baik. Hal yang perlu diperbaiki adalah kolom (tunggal atau multi) pada halaman proporsional dan sebanding dengan ukuran kertas yang digunakan. Dalam hal pengorganisasian materi terlihat skor yang dicapai sebesar 3.25 dalam kategori baik. Apabila dilihat dari butir-butir penyusunnya semua mempunyai skor lebih besar dari 3. Dengan demikian secara keseluruhan pengorganisasian materi termasuk dalam kategori baik. Dalam hal bentuk dan ukuran huruf, skor keseluruhan mencapai 2,63 menunjukkan kategori cukup baik. Perbaikan perlu dilakukan dalam hal proporsionalitas huruf serta bentuk dan ukuran huruf.

Secara keseluruhan dari angket terbuka yang diberikan beberapa saran perbaikan yang disampaikan antara lain: (1) Warna kurang cerah dan berkesan membosankan, (2) Ukuran huruf masih belum proporsional dan gambar masih kurang jelas, (3) Perlu tambahan musik pengiring

Pada bagian akhir dari instrumen evaluasi, para ahli diminta untuk memberikan rekomendasi akhir dari media yang dinilai. Hasil rekomendasi tersebut dapat ditampilkan dalam Tabel 6:

Tabel 6.  
Rekomendasi Ahli tentang Media Pembelajaran PBL-PBK

No	ASPEK EVALUASI	%
1.	Dapat digunakan sebagai bahan ajar utama tanpa perbaikan	25
2.	Dapat digunakan sebagai bahan ajar utama dengan perbaikan	75
3.	Dapat digunakan sebagai referensi tanpa perbaikan	25
4.	Dapat digunakan sebagai referensi dengan perbaikan	75
5.	Tidak dapat digunakan baik sebagai bahan ajar maupun referensi	0

Berdasarkan tabel di atas pada dasarnya media pembelajaran berbantuan komputer dalam mendukung implementasi PBL-PBK masih perlu diperbaiki. Selain itu terdapat 1 ahli yang menyatakan bahwa media ini dapat digunakan sebagai bahan ajar utama dan fungsinya adalah sebagai referensi.

#### **b. Hasil ujicoba**

Berdasarkan hasil validasi dari ahli dan setelah dilakukan perbaikan sesuai saran yang diberikan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan ujicoba penggunaan terhadap siswa SMK. Ujicoba dilakukan terhadap 15 siswa dari dua kelas II SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta Jurusan Teknik Pemesinan. Ujicoba dilakukan di Laboratorium Komputer SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta. Siswa diminta menjalankan program kemudian diberi angket untuk menilai kelayakan media yang dicobanya. Hasil penilaian siswa-siswa tersebut dapat disajikan dalam Tabel 7:

Tabel 7.  
Hasil Ujicoba Media Pembelajaran dalam hal Isi Materi

No	ASPEK EVALUASI	SKOR
1	Terdapat tujuan belajar jelas	3,27
2	Materi disajikan secara berurutan dan runtut	3,20
3	Uraian materi mudah diikuti	3,40

4	Bahasa mudah dipahami	3,33
5	Panduan belajar mudah digunakan	3,13
6	Memuat pengetahuan sesuai dengan unit kompetensi	3,13
7	Memuat sikap dan ketrampilamn yang jelas untuk diperagakan	3,07
8	Tugas dan latihan cukup untuk membantu mencapai kompetensi	3,27
9	Tugas dan latihan sesuai dengan unit kompetensi	3,53
10	Materi pembelajaran sesuai dengan tingkat kemampuan siswa	3,27
11	Memungkinkan siswa melakukan inisiatif sendiri dalam belajarnya	3,20
12	Memungkinkan siswa belajar secara mandiri	3,53
13	Soal-soal latihan mudah dimengerti	3,27
<b>Rerata</b>		<b>3,28</b>

Berdasarkan tabel diatas dapat diperoleh gambaran bahwa secara keseluruhan dari sisi materi telah mencapai skor 3,28 dalam kategori baik. Dengan demikian menurut siswa, isi materi telah sesuai dengan yang diharapkan.

Selain dari sisi materi, pengorganisasian media secara umum termasuk dalam kategori baik. Hasil lengkap dapat dilihat pada Tabel 8:

Tabel 8.  
Hasil Ujicoba Media Pembelajaran dalam hal Pengorganisasian

No	ASPEK EVALUASI	SKOR
1.	Tata letak dan pengetikan mudah diikuti	3,27
2.	Pengorganisasian materi sistematis	3,13
3.	Pengorganisasian antar bab/subbab logis dan sistematis	3,20
4.	Pengorganisdasian latihan dan tugas sistematis	3,07
5.	Menggunakan kata, istilah dan kalimat konsisiten	3,20
6.	Ketepatan urutan penyajian	3,47

7.	Kecukupan latihan soal	3,20
8.	Kejelasan umpan balik	3,20
9.	Kualitas interaksi dengan pengguna	2,93
10.	Materi dan contoh yang diberikan mudah dipahami	3,53
<b>Rerata</b>		<b>3,22</b>

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa kualitas pengorganisasian program mempunyai skor 3,22 yang termasuk kategori baik. Dilihat dari butir-butir yang menyusunnya terdapat satu butir dengan skor kurang dari 3 yaitu dalam aspek kualitas interaksi dengan pengguna. Oleh karenanya diperlukan perbaikan dalam hal interaktivitas media. Sedangkan pada aspek yang lain dirasa sudah baik dan relatif memerlukan perbaikan yang lebih ringan.

Dari sisi kualitas dan daya tarik program, sudah termasuk kategori baik. Hal ini terlihat dari data yang disajikan dalam Tabel 9:

Tabel 9.

Hasil Ujicoba Media Pembelajaran dalam hal Kualitas Tampilan dan Daya Tarik

No	ASPEK EVALUASI	SKOR
1.	Petunjuk penggunaan program mudah diikuti	3,67
2.	Teks/tulisan mudah dibaca	3,33
3.	Tampilan gambar jelas dan menarik	3,27
4.	Sajian animasi menarik	3,13
5.	Komposisi warna menarik	2,93
6.	Narasi dituliskan dengan jelas	3,33
7.	Navigasi/tombol-tombol mudah digunakan	3,53
8.	Media dapat dioperasikan dengan lancar	3,33
9.	Tata letak pengetikan menarik	3,00
10.	Bentuk dan ukuran huruf mudah dibaca	3,47
11.	Ukuran huruf yang digunakan seimbang	3,27
<b>Rerata</b>		<b>3,30</b>

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa rerata skor dalam hal kualitas tampilan dan daya tarik adalah 3,30 yang termasuk kategori baik. Hal ini didukung oleh pencapaian skor masing-masing butir yang kesemuanya masuk dalam kategori baik. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dari sisi kualitas tampilan dan daya tarik tampilan sudah termasuk baik.

Tanggapan siswa terhadap implementasi pembelajaran menggunakan media berbantuan komputer dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Sebanyak 93,33 % siswa menyatakan bahwa belajar dengan media berbantuan komputer bisa memahami materi dengan baik, dan 6,67 % menyatakan sama saja dengan belajar sendiri.
- b. Sebanyak 66,67 % orang siswa menyatakan bahwa pemahaman materi lebih banyak diperoleh dari media, 13,33 % menyatakan dari guru, dan 20 % menyatakan dari teman
- c. Sebanyak 53,33 % siswa menyatakan bahwa belajar dengan media berbantuan komputer membuat lebih mudah dalam memahami materi, 13,33 % siswa menyatakan sama saja dan 33,33 % siswa menyatakan lebih susah memahami materi
- d. Sebanyak 60 % siswa menyatakan bahwa yang menarik dari belajar dengan media berbantuan komputer adalah dapat belajar dengan kecepatan sendiri, 6,67 % menyatakan dapat berdiskusi dengan teman, dan 33,33 % siswa menyatakan mengasyikkan
- e. Sebanyak 73,33 % orang siswa menyatakan sangat senang dengan model pembelajaran dengan media berbantuan komputer, 26,67 % menyatakan kurang senang dan tidak ada yang menyatakan tidak senang.
- f. Sebanyak 66,67 % siswa menyatakan bahwa ketrampilan yang didapat dari pembelajaran berbantuan komputer adalah mengoperasikan komputer, dan 33,33 % menyatakan mencari data
- g. Sebanyak 46,67 % siswa menyatakan kesulitan dalam pembelajaran berbantuan komputer adalah mengoperasikan komputer, dan 53,33 % menyatakan dalam mencari bahan belajar.

- h. Seluruh siswa (100 %) menyatakan pembelajaran dengan media berbantuan komputer perlu diterapkan pada pokok bahasan selanjutnya.
- i. Sebanyak 86,67 % siswa menyatakan bahwa pembelajaran dengan media berbantuan komputer sangat bermanfaat, sedangkan 13,33 % lainnya menyatakan kurang bermanfaat.

Berdasarkan hasil ujicoba media yang telah dilakukan, secara umum dapat diketahui bahwa media pembelajaran dapat digunakan oleh siswa SMK atau layak digunakan sebagai bahan pembelajaran siswa SMK. Dari sisi materi, pengorganisasian materi maupun tampilan termasuk kategori cukup baik hingga baik. Perbaikan-perbaikan kecil masih harus dilakukan sebelum diterapkan secara luas. Dengan demikian langkah lanjutan yang perlu dilakukan adalah mengintegrasikan media dalam pembelajaran PBL.

#### **D. Kesimpulan**

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan model pembelajaran PBL-PBK. Yang teruji secara teoritis. Hasil validasi dari para ahli menunjukkan bahwa semuanya sepakat kelayakan media pembelajaran termasuk dalam kategori baik. Hal ini dilihat dari sisi materi, kualitas tampilan maupun pengorganisasian. Meskipun demikian masih terdapat beberapa hal yang harus diperbaiki. Sedangkan hasil ujicoba pada siswa kesemuanya menunjukkan kategori baik.

Berdasarkan hasil yang diperoleh berupa media pembelajaran berbantuan komputer dalam mendukung pembelajaran PBL-PBK yang teruji secara empiris, maka perlu dilakukan perancangan lebih lanjut implementasi PBL-PBK dalam praktek pembelajaran di SMK sebagai suatu inovasi pembelajaran sesuai karakteristik siswa.

#### **Daftar Pustaka:**

1. Hanafin dan Peck (1988) *The Design, Development, and Evaluation of Instructional Media*. Cambridge: Harper & Row Publishers.
2. Kaput, JJ. Dan Thomson, P.W. (1994) *Technology in Mathematics Education Research. The First 25 Year in Journal For Research in Mathematics Education 676 – 684*
3. Marsh, Colin (1996) *Handbook for Beginning Teacher*. Australia: Longman.

4. Wagiran (2002) Pembelajaran Konstruktivisme, Alternatif Pembelajaran Menuju Penerapan Kurikulum Berbasis Kompetensi, (refleksi hasil penelitian). *Jurnal PTK Vol 10, Nomor 19 Oktober 2002*.
5. Wagiran (2003). Meningkatkan kualitas pembelajaran melalui penerapan pembelajaran cooperative learning dalam matakuliah Teori Proses Pemesinan III pada siswa jurusan Teknik Mesin FT. Universitas Negeri Yogyakarta. *Jurnal Dinamika Volume I, Nomor 1, Mei 2003. Hal: 12-17*
6. Wagiran dan Didik Nurhadiyanto (2003) *Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Melalui Pendekatan Problem Based Learning Berbasis Kemandirian dan Reduksi Miskonsepsi dalam Mata Diklat Perhitungan Dasar Konstruksi Mesin Siswa Kelas I SMK Swasta Piri I Yogyakarta. Laporan Penelitian: Lemlit UNY*
7. Wagiran dan Didik Nurhadiyanto (2003) *Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Melalui Problem Based Learning Berbasis Kemandirian dan Reduksi Miskonsepsi dalam Mata Kuliah Matematika Teknik. Laporan Penelitian: Lemlit UNY*

# PEMBUATAN MODUL MIKROKONTROLER(AVR) SEBAGAI MODEL PEMBELAJARAN BERORIENTASI PROYEK UNTUK PENGEMBANGAN MATAKULIAH PRAKTIKUM

Kadarisman Tejo Yuwono  
(Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika F.T. UNY)

## Abstrak

Perkembangan teknologi elektronika saat ini sangat didominasi pemakaian mikrokontroler untuk pengembangan sistemnya. Hal ini disebabkan sistem dapat diprogram ulang tanpa mengubah desain secara keseluruhan. Mikrokontroler merupakan matakuliah pokok pembangun kompetensi jurusan elektronika. Namun dari pengalaman selama menangani proyek akhir yang menggunakan mikrokontroler, penguasaan mahasiswa dalam bidang ini masih lemah. Upaya mengatasi dengan membuat modul mikrokontroler sendiri sebagai model pembelajaran berorientasi proyek.

Modul mikrokontroler dibuat sebagai proyek yang harus dikerjakan untuk pengembangan pemahaman konsep melalui praktek. Penelitian ini merupakan penelitian rancang bangun (research and development) sehingga perlu tahapan analisis kebutuhan, desain, implementasi dan pengujian. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian unjuk kerja modul dan pengujian kemanfaatan modul. Teknik analisis data dengan analisis deskriptif, hasil uji kemanfaatan kemudian dideskripsikan dalam pengertian secara kualitatif.

Hasil penelitian unjuk kerja alat telah menunjukkan kehandalan baik dari pengujian perangkat keras yaitu tegangan sudah sesuai dengan yang diharapkan 4.75 Volt, maupun pengujian perangkat lunak yang terdiri dari pengujian downloader, driver, serta input-output semuanya berjalan tanpa kesalahan. Hasil uji kelayakan ahli materi dari 10 item 6 item dinilai 5 dan 4 item dinilai 4, dengan rentang nilai 1 - 5 modul ini dinilai sangat layak. Sedangkan uji kemanfaatan dari angket mahasiswa untuk 17 item menunjukkan prosentase 70% bahkan ada yang 80%, hanya 3 item yang 65%. Hal ini menunjukkan bahwa modul ini bermanfaat.

**Kata kunci:** mikrokontroler(AVR), pembelajaran berbasis proyek

## A. Pendahuluan

Pemakaian elektronika di segala bidang kehidupan terutama dunia industri saat ini sangat luas. Hampir semua peralatan baik skala rumahtangga maupun industri memanfaatkan piranti elektronika terutama penggunaan mikrokontroler sebagai prosesor sistem. Untuk mempersiapkan hal itu maka Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian Teknologi, MIPA dan Pendidikan Vokasi

harus mempersiapkan kurikulum yang berisi kompetensi yang sesuai dengan kebutuhan tuntutan pasar seperti di atas. Dalam hal ini dari 5 (lima) komponen kompetensi yang dikembangkan di UNY tuntutan di atas masuk dalam komponen matakuliah Keahlian Berkarya (MKB).

Matakuliah yang berhubungan dengan masalah di atas yang telah dikembangkan dalam kurikulum Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika adalah matakuliah mikrokontroler. Matakuliah ini diaplikasikan secara luas dalam sistem elektronika. Hal ini disebabkan pemakaian mikrokontroler dalam sistem elektronika menjadikan sistem tersebut dapat diprogram ulang (*programmable*), sehingga pengembangannya menjadi lebih mudah tidak perlu desain ulang secara keseluruhan, cukup bagian tertentu yang diperlukan saja. Karakteristik matakuliah yang demikian tersebut membutuhkan pengalaman yang banyak dalam aplikasinya. Mahasiswa tidak cukup hanya dengan belajar konsep-konsep dasarnya saja, seperti yang selama ini dilakukan di Program Studi Teknik Elektronika. Pengalaman dalam menguji Ujian Proyek Akhir yang mengaplikasikan mikrokontroler tersebut dalam berbagai bidang, nampak kalau mahasiswa kurang memahami bahwa pemakaian mikrokontroler tersebut dapat diaplikasikan secara lebih luas lagi. Bahkan hampir rata-rata tidak memahami aplikasi sistem mikrokontroler secara mendalam. Kenyataan ini juga didukung oleh teman-teman dosen penguji yang lainnya yang merasakan hal yang sama, padahal apabila ditinjau dari silabus yang dikembangkan dalam kurikulum ini sangatlah memadai secara konsep.

Mengingat pentingnya matakuliah ini maka dilakukan upaya meningkat-kan pemahaman aplikasi mikrokontroler dengan metode proyek dalam setiap topik praktikum. Dengan pengembangan ini diharapkan dapat menambah pemahaman dan ketrampilan secara luas aplikasi mikrokontroler dalam banyak bidang. Untuk itu perlu kiranya dibuat modul yang diharapkan akan memperluas pengetahuan dan ketrampilan seperti yang diharapkan di atas, sehingga peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul : Pembuatan Modul Mikrokontroler (AVR) Sebagai Model Pembelajaran Berorientasi Proyek Untuk Pengembangan Matakuliah Praktikum

Tujuan penelitian yang hendak dicapai adalah:

1. Menghasilkan modul mikrokontroler yang sesuai dengan kompetensi matakuliah praktikum mikrokontroler.

---

Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian Teknologi, MIPA dan Pendidikan Vokasi

2. Mengetahui kelayakan modul mikrokontroler ini sebagai modul praktikum mikrokontroler.

### **1. Proses Belajar Mengajar Beorientasi Proyek**

Pada prinsipnya pembelajaran itu dapat membawa peserta didik dari tidak tahu menjadi tahu. Untuk itu maka tugas seorang pengajar harus melakukan beberapa hal seperti mengkondisikan lingkungan belajar sehingga pembelajaran menjadi menyenangkan, membawa peserta didik aktif mengikuti pembelajaran, memanfaatkan komponen-komponen pembelajaran dengan baik, mendesain strategi dan metode mengajar sehingga sesuai dengan karakteristik peserta didik, serta menggunakan media yang tepat. Dalam hal ini menggunakan modul pembelajaran dengan menambahkan proyek merupakan salah satu pilihan model pembelajaran dalam praktikum dengan memper-timbangkan hal-hal di atas.

Kualitas pembelajaran dapat dilihat dari segi proses dan hasil. Dari segi proses, pembelajaran dikatakan berhasil dan berkualitas apabila seluruhnya atau setidaknya sebagian besar peserta didik terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran, disamping menunjukkan kegairahan belajar yang tinggi, semangat belajar yang besar, dan rasa percaya pada diri sendiri. Sedangkan dari segi hasil, proses pembelajaran dikatakan berhasil apabila terjadi perubahan tingkah laku yang positif pada diri peserta didik seluruhnya atau setidaknya sebagian besar. Umar Hamalik (2003) menyatakan pengajaran yang efektif adalah pengajaran yang menyediakan kesempatan belajar sendiri atau melakukan aktivitas sendiri. Dipihak lain pendidikan dan pengajaran dikatakan berhasil apabila perubahan-perubahan yang tampak pada peserta didik harus merupakan akibat dari proses belajar-mengajar yang dialaminya.

### **2. Matakuliah Mikrokontroler**

Dalam kurikulum Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY, matakuliah mikrokontroler mempunyai bobot 4 SKS yang terdiri dari 2 SKS teori dan 2 SKS praktek. Dengan demikian pelaksanaan riil tatap muka adalah 2 x 50 menit teori dan 4 x 50 menit praktikum. Jam tatap muka seperti di atas sesungguhnya tidak begitu leluasa untuk mencapai kompetensi/sub kompetensi matakuliah mikrokontroler karena matakuliah ini terdiri dari pemahaman hardware yaitu berupa arsitektur mikroprosesor dan segala

register maupun memori yang dipakai, bagaimana transfer data antar register maupun memori yang ada juga interfacing, serta pemahaman software yang merupakan inti dari programmable system, yang akan melibatkan algoritma dan struktur data pada pemrograman yang digunakan.

Untuk itu diperlukan strategi dan metode pembelajaran yang tepat mengingat bobot yang harus dicapai sesuai dengan kompetensi yang telah ditetapkan. Antara lain dipilih materi yang merupakan pokok atau inti mikrokontroler hal ini untuk menyingkat waktu karena waktu yang tersedia sangatlah tidak mencukupi. Lalu ditambahkan proyek setiap materi pokok tertentu, hal ini dimaksudkan untuk memperdalam pemahamannya, sehingga dengan strategi tersebut maka kompetensi dan sub kompetensi yang ditetapkan dapat dicapai.

### **3. Modul Mikrokontroler**

Modul mikrokontroler ini dirancang secara terpadu agar supaya dapat digunakan untuk berbagai aplikasi sehingga dapat membentuk suatu sistem tertentu sesuai dengan yang dikehendaki. Modul ini dilengkapi dengan :

- a. Unit sistim minimum mikrokontroler
- b. Unit keypad
- c. Unit tampilan LCD
- d. Unit LED display
- e. Unit motor DC / motor Stepper
- f. Unit masukan ADC
- g. Unit downloader USB

Unit-unit ini dipilih untuk mewakili materi pokok dalam rangka mencapai kompetensi /sub kompetensi yang telah ditetapkan. Modul ini disertai labsheet untuk masing-masing percobaan. Setiap topik akan disertakan proyek untuk memperdalam pengetahuan yang telah dipraktekkan. Untuk beberapa satuan bahasan diberikan suatu proyek besar yang akan mengintegrasikan apa yang telah dipelajari menjadi satu sistem yang lebih kompleks.

---

Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian Teknologi, MIPA dan Pendidikan Vokasi

## Kerangka Berfikir

Berdasarkan uraian kajian teori di atas modul mikrokontroler akan sangat berperan dalam pembelajaran praktikum mikrokontroler, karena dengan modul ini mahasiswa dapat membuktikan teori dan mencoba membangun sistem aplikasi. Dengan demikian diharapkan penggunaan modul ini dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam memahami sistem mikrokontroler serta aplikasinya secara luas dalam segala bidang.

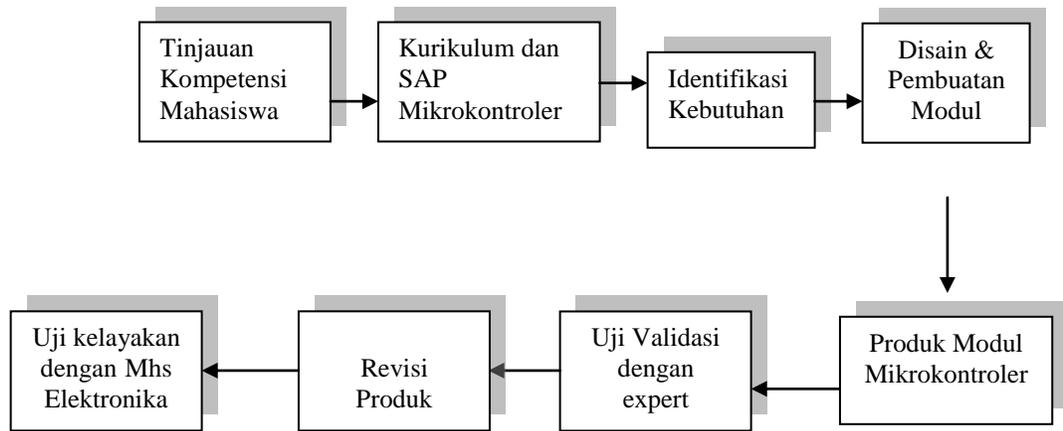
## **B. Metodologi Penelitian**

### **1. Desain Penelitian**

Penelitian ini merupakan jenis penelitian rancang bangun yang bertujuan untuk mendapatkan rancangan atau produk modul mikrokontroler serta mengetahui tingkat kelayakan modul mikrokontroler ini jika digunakan untuk modul praktikum mikrokontroler di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika UNY. Modul mikrokontroler ini dikembangkan melalui tahapan : analisis kebutuhan, desain, implementasi dan pengujian. Pengujian dalam hal ini terdiri dari dua macam. Pertama yaitu pengujian dan pengamatan terhadap unjuk kerja modul itu sendiri. Kedua yaitu pengujian kelayakan yang dilakukan dengan memberikan angket penelitian kepada dosen sesama pengampu matakuliah praktek mikrokontroler serta kepada mahasiswa elektronika pemakai modul ini. Secara rinci desain pembuatan modul mikrokontroler dapat digambarkan seperti pada gambar 1 dibawah ini.

## 2. Desain Pembuatan Modul Mikrokontroler

Pembuatan Modul Mikrokontroler dari tingkat persiapan hingga pengujian dilakukan dengan blok diagram sebagai berikut :



Gambar 1. Desain Pembuatan Modul Mikrokontroler

Desain pembuatan modul mikrokontroler pertama ditinjau kompetensi mahasiswa dan dilanjutkan telaah kurikulum dan SAP matakuliah Mikrokontroler. Hasilnya akan didapatkan identifikasi kebutuhan yang meliputi ragam praktikum beserta kebutuhan rangkaian komponen-komponennya. Dari kebutuhan yang telah diidentifikasi kemudian dibuatlah rancangan modul dan proses pembuatannya. Selanjutnya dilakukan uji validitas isi dan konstruksi oleh tim ahli yang merupakan rekan sejawat dalam mengampu matakuliah mikrokontroler. Hasil uji validitas digunakan untuk revisi produk . Produk yang sudah direvisi diuji cobakan kepada sasaran program yaitu mahasiswa yang mengambil matakuliah mikrokontroler untuk dilihat sejauh mana modul tersebut dapat digunakan. Hasil akhir berupa produk dengan spesifikasi yang jelas dengan segala kelebihan dan kekurangannya.

## 3. Obyek Penelitian

Obyek yang diteliti dalam penelitian ini adalah modul mikrokontroler yang dilengkapi dengan labsheet sebagai modul praktikum matakuliah praktek mikrokontroler.

## 4. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan melalui dua tahapan yaitu :

a. Pengujian dan Pengamatan

Pengujian dan pengamatan ini dimaksudkan untuk mengetahui unjuk kerja modul mikrokontroler sebagai modul praktikum mikrokontroler dengan validasi dari ahli materi.

b. Angket

Angket merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya (Sugiyono, 2006: 199). Dalam penelitian ini angket digunakan untuk menilai kelayakan yang digunakan untuk pembelajaran pada matakuliah praktek mikrokontroler.

Responden yang dilibatkan dalam pengambilan data adalah ahli dalam materi pembelajaran dan mahasiswa yang mengambil matakuliah mikrokontroler. Hasil penelitian kemudian diuji dan dianalisis.

5. Instrumen Penelitian

Menurut Sugiyono (2006: 148) instrumen penelitian adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur fenomena alam maupun untuk mengukur fenomena sosial yang diamati secara spesifik. Semua fenomena tersebut disebut variabel penelitian. Jadi instrumen penelitian merupakan alat bantu yang digunakan pada waktu meneliti.

Untuk memperoleh data tentang pengujian dan pengamatan maka instrumen yang digunakan adalah alat ukur berupa multimeter dan panel indikator. Sedangkan untuk mengetahui kelayakan digunakan instrumen berupa angket.

## **Hasil Penelitian Dan Pembahasan**

### Hasil Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu pembuatan modul sendiri oleh mahasiswa kemudian diamati unjuk kerjanya, dan uji kelayakan dengan meminta pendapat setelah menggunakan. Selain itu juga meminta pendapat ahli materi dan pengampu matakuliah yang kompeten dalam bidangnya.

## 1. Hasil Unjuk Kerja Alat

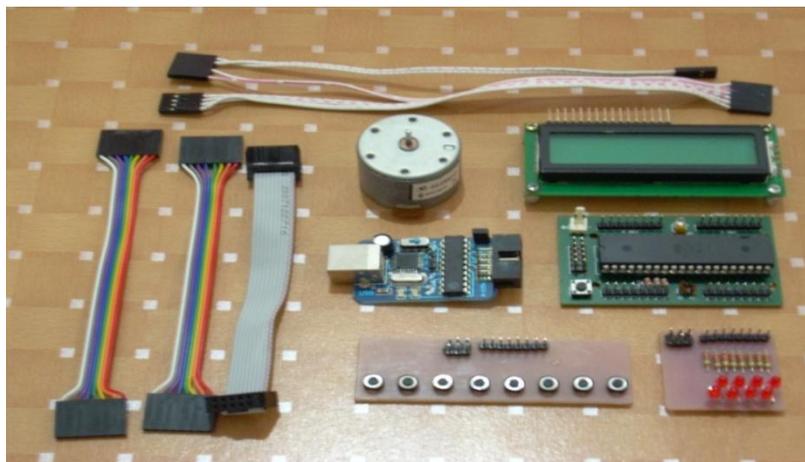
Sistem minimum mikrokontroler secara perangkat keras dilakukan pengujian tegangan dan hasilnya:

No.	Point pengukuran	Hasil pengukuran
1	Tegangan Utama Power Supply	4.75 volt
2	Tegangan masuk mikrokontroler (Vcc)	4.75 volt

Selain itu juga dilakukan uji sambungan pada PCB dengan pengukuran koneksitas pada titik persambungan. Sedangkan untuk downloader juga dilakukan pengujian yang sama dan hasilnya:

No.	Point pengukuran	Hasil pengukuran
1	Tegangan Utama Power Supply	4.75 volt
2	Tegangan masuk mikrokontroler (ATmega8)	4.75 volt

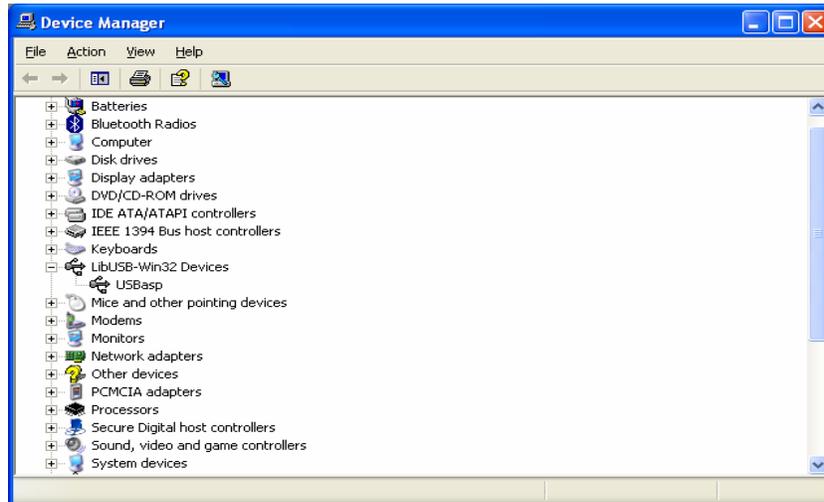
Komponen perangkat keras secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Modul Mikrokontroler (AVR)

Pengujian yang lain dilakukan dengan perangkat lunak sebagai berikut:

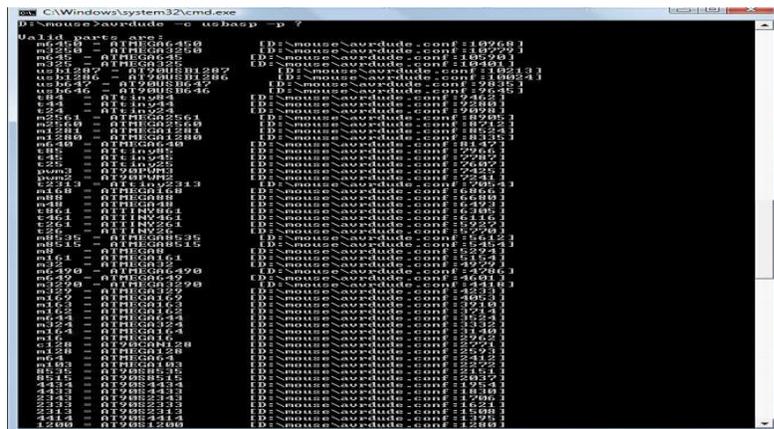
- a) Pengujian driver usb pada downloader dengan instalasi driver usb dan kemudian dicek pada device manager. Apabila namanya (USBasp) sudah muncul berarti usb downloader sudah dikenali dan siap untuk dipergunakan, akan tetapi apabila belum muncul maka instalasi driver belum berhasil dan harus diulang.



Gambar 3. Seting Driver USBASP

- b) Pengujian unjuk kerja downloader dengan menghubungkannya ke sistem minimum (kabel tidak boleh terbalik), setelah itu cek dengan perintah: `avrdude -c usbasp -p ?`

Jika muncul daftar nama-nama ic yang bisa didownload berarti benar, kalau belum muncul nama-nama tersebut maka masih salah.



Gambar 4. Testing Downloader USBASP

- c) Pengujian selanjutnya unjuk kerja mikrokontroler dengan cek I/O (input-output). Apabila semua I/O sudah bekerja sebagaimana mestinya maka mikrokontroler siap untuk diaplikasikan. Cara pengetesannya dengan program sebagai berikut:

```
// program cek output
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>
#define PORTLED PORTD
#define DDRLED DDRD
void Delay_ms(int ms) {
    for(int i=0; i<=ms; i++) {
        _delay_ms(1);}; }
int main (void) {
    Unsigned char temp=0x01; DDRLED=0xFF;
    While(1) {
        PORTLED=temp;
        Delay_ms(500);
        temp=(temp<<1) | (temp>>7) }
    return(0); }
```

sedangkan untuk cek input program sebagai berikut:

```
// program cek input
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>
#define PORTLED PORTB
#define DDRLED DDRB
#define DDRPAD DDRC
#define PORTPAD PORTC
#define PINPAD PINC
#define P_1ROL 0
#define P_2ROL 1
#define P_1ROR 2
#define P_2ROR 3
void Delay_ms(int ms) {
    for(int i=0; i<=ms; i++) {
        _delay_ms(1);}; }
int main (void) {
    Unsigned char temp=0x01;
```

```

DDRLED=0xFF;
DDRPAD=0x00;
PORTPAD=0xFF;
While(1) {
    If(bit_is_clear (PINPAD,P_1ROL)) {
        Delay_ms(200);
        temp=(temp<<1) | (temp>>7);
        PORTLED=temp; };
    If(bit_is_clear (PINPAD,P_2ROL)) {
        Delay_ms(200);
        temp=(temp<<2) | (temp>>7);
        PORTLED=temp; };
    If(bit_is_clear (PINPAD,P_1ROR)) {
        Delay_ms(200);
        temp=(temp>>1) | (temp<<7);
        PORTLED=temp; };
    If(bit_is_clear (PINPAD,P_2ROR)) {
        Delay_ms(200);
        temp=(temp>>2) | (temp<<7);
        PORTLED=temp; };
}; return (0); }

```

## 2. Hasil Angket

Angket ada 2 buah yaitu untuk ahli materi yang digunakan untuk uji validasi isi, untuk mahasiswa untuk uji kemanfaatan modul.

Angket tersebut diskor dengan skala *Likert* sebagai berikut:

Jawaban	Skor	Prosentase (%)
Sangat layak	5	81% - 100%
Layak	4	61%-80%
Cukup layak	3	41%-60%
Kurang layak	2	21%-40%
Sangat tidak layak	1	< 20%

### a) Hasil uji validasi isi

Pengujian ini ada 10 butir indikator seperti berikut:

No.	Indikator
1	Kesesuaian materi dengan tuntutan kompetensi

2	Kesesuaian materi dengan pokok bahasan
3	Keruntutan materi
4	Kedalaman materi
5	Tingkat kesulitan pemahaman materi
6	Pemberian latihan untuk pemahaman konsep
7	Sistematika penyajian materi
8	Kejelasan petunjuk percobaan
9	Kesesuaian materi dengan kompetensi pengujian aspek kognitif
10	Kesesuaian materi dengan kompetensi pengujian aspek psikomotorik

Hasil pengujian seperti berikut:

No. Indikator	$\Sigma$ Skor1	$\Sigma$ Skor2	$\Sigma$ Skor3	$\Sigma$ Skor4	$\Sigma$ Skor5
1					1
2					1
3					1
4				1	
5				1	
6					1
7				1	
8				1	
9					1
10					1

Dari tabel di atas terlihat bahwa secara keseluruhan uji validasi materi layak untuk dipakai dalam praktek mikrokontroler.

b) Hasil uji kelayakan modul dari mahasiswa

Butir-butir indikator penilaian untuk uji kelayakan dari mahasiswa sebagai berikut:

No.	Indikator
1	Kesesuaian materi dengan tuntutan kompetensi
2	Kesesuaian materi dengan pokok bahasan yang disajikan
3	Keruntutan materi yang disajikan
4	Kedalaman materi yang disajikan
5	Tingkat kesulitan pemahaman materi
6	Pemberian latihan untuk pemahaman konsep
7	Sistematika penyajian materi

8	Kejelasan petunjuk percobaan
9	Kelengkapan fasilitas modul untuk praktikum mikrokontroler
10	Komposisi penempatan komponen yang digunakan
11	Kemudahan penggunaan modul untuk praktikum
12	Relevansi dengan matakuliah praktek mikrokontroler
13	Daya tarik dari tampilan fisik modul praktek mikrokontroler
14	Mempermudah pemahaman mahasiswa dalam aspek kognitif
15	Mempermudah pemahaman mahasiswa dalam aspek psikomotorik
16	Menumbuhkan motivasi praktek
17	Kemudahan penyimpanan modul praktek

Tabulasi prosentasi untuk uji kelayakan/kemanfaatan :

No. Indikator	$\Sigma$ Skor1 (%)	$\Sigma$ Skor2 (%)	$\Sigma$ Skor3 (%)	$\Sigma$ Skor4 (%)	$\Sigma$ Skor5 (%)	cukup layak(>61%)
1	10	25	15	35	15	65
2	5	25	35	25	10	70
3	0	30	35	25	10	70
4	5	25	30	30	10	70
5	5	20	30	30	15	75
6	15	15	20	40	10	70
7	0	30	50	15	5	70
8	10	25	30	30	5	65
9	10	20	45	15	10	70
10	20	15	40	25	0	65
11	10	20	40	20	10	70
12	10	20	25	25	20	70
13	15	20	35	25	5	65
14	10	20	40	15	15	70
15	10	10	40	25	15	80
16	10	20	25	15	30	70
17	10	10	40	25	15	80

Hasil dari tabulasi prosentase nampak hasil akumulasi untuk kategori > cukup layak sangat memenuhi syarat untuk uji kelayakan, walaupun ada beberapa indikator yang hanya 65% tetapi sudah cukup memenuhi.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Unjuk kerja secara perangkat keras hasilnya sangat handal karena didua point pengukuran menunjukkan tegangan yang stabil yaitu 4.75 Volt, baik untuk Sistem Minimum Mikrokontroler maupun Downloader.

Secara perangkat lunak diuji dengan program, dan hasilnya untuk driver USBASP telah terinstalasi secara sempurna dapat dilihat pada gambar 3. Program Downloader dapat bekerja dengan sempurna, dites dengan perintah `avrdude -c usbasp -p ?` sukses jika mengeluarkan daftar jenis-jenis mikrokontroler yang dapat didownload (gambar 4.). Uji perangkat lunak yang lain yaitu tes input dan output dengan program seperti dalam pembahasan, hasilnya semua input dan output mengeluarkan data secara sempurna.

2. Modul Mikrokontroler (AVR) ini dapat dipergunakan untuk matakuliah praktikum karena secara materi memenuhi persyaratan kompetensi. Penilaian dengan rentang nilai 1-5 didapatkan 6 dari 10 item dinilai 5 (nilai tertinggi), dan 4 item dinilai 4 oleh validator isi. Jadi dari hasil validasi menggambarkan bahwa modul ini sangat layak untuk digunakan.

Sedangkan secara kemanfaatan divalidasi oleh mahasiswa menunjukkan bahwa rata-rata hampir semua item prosentasinya 70% dan 75%, bahkan ada yang 80%, walaupun ada 3 item yang prosentasinya 65%. Hasil ini menunjukkan bahwa kemanfaatan Modul ini sangat layak untuk dipakai sebagai modul praktikum

## **Implikasi**

Modul ini sangat sederhana dan murah, dengan melihat uji kelayakan dan kemanfaatan di atas maka dapatlah kiranya dikembangkan sebagai Modul Praktikum Mikrokontoler (AVR). Bahkan dimungkinkan mahasiswa dapat mengembangkan sendiri modul tersebut untuk pemakaian yang lebih luas atau lebih kompleks dalam aplikasinya. Sebagai contoh tahapan terakhir dari penelitian ini mahasiswa diberikan proyek untuk membuat Line Follower Robot (Robot Penjejak Garis), dengan mudah mahasiswa dapat merakitnya dan mengembangkannya. Melihat hasil yang demikian besar harapan peneliti

bahwa Mikrokontroler sebagai matakuliah pokok pembangun kompetensi jurusan elektronika dapat dikuasai sepenuhnya dan dikembangkan seluas-luasnya.

## DAFTAR PUSTAKA

Budiharto Widodo, 2008, *Panduan Praktikum Mikrokontroler AVR ATmega 16*, Elex Media Komputindo: Jakarta.

Depdiknas. 2004. *Peningkatan Kualitas Pembelajaran*.

James C. Adam. *Project Oriented Learning Experience*.

<http://www.chibardun.com/~jcadams/htmlout/more2.html>. 16/04/2009

John Catsoulis, 2005, *Designing Embedded Hardware*, O'Reilly Media, Inc.

Lukito Edi. *Teknologi Informasi dalam PBL untuk Bidang Keteknikan*. Workshop TI

M. Ary Heryanto, dkk., 2008, *Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler Atmega 8535*, Andi Offset: Yogyakarta.

M. Mitescu I. Susnea, 2005, *Microcontroller in Practice*, Springer Berlin Heidelberg.

Michael Barr, 2006, Anthony Massa, *Programming Embedded Systems*, O'Reilly Media, Inc.

Mulyasa. 2003. *Kurikulum Berbasis Kompetensi, konsep, karakteristik dan implementasi*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya.

Oemar Hamalik. 2003. *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta : Bumi Aksara.

Sarwono, Jonathan, 2006, *Metode Penelitian Kuantitatif & Kualitatif*, Graha Ilmu: Yogyakarta.

Sugiyono, 2006, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Alfabeta: Bandung.

Umi Rochayati. 2008. *Modul Digital Buatan Sendiri Sebagai Modul Praktikum Untuk Pembelajaran Praktek Elektronika Digital*. Penelitian

....., 2002. *Kurikulum Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika*

# **SISTEM PEMICU OPTIS IC 555-MOC 3021**

## **SEBAGAI PENGENDALI DAYA LISTRIK**

**Herlambang Sigit Pramono**

Staf Pengajar Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
[herlambangpramono@yahoo.com](mailto:herlambangpramono@yahoo.com)

### Abstrak

Pada rangkaian pengendali daya listrik, penggunaan TCA 785 dan trafo pulsa keluaran Siemens sebagai komponen pemacu SCR/TRIAC ditemui masih mengandung kelemahan diantaranya harganya yang mahal dan juga sulitnya mencari komponen pengganti jika terjadi kerusakan. Hal ini yang mendorong peneliti untuk mencoba IC 555-MOC 3021 sebagai pengganti TCA 785. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sistem pemacuan dengan pemacu optis dengan sudut pemacuan sekecil mungkin atau mendekati sudut nol. Metode penelitian yang dilakukan adalah eksperimen laboratorium, dengan pembuatan unit eksperimen sedangkan pengamatan kinerjanya didukung dengan beberapa peralatan bantu dan instrument ukur. Rancang bangun rangkaian dilakukan dengan memajukan rangkaian sinkronasi pemacu dari IC 555 sebesar  $36^\circ$  sebelum sudut  $0^\circ$ , baik untuk rangkaian picu SCR maupun TRIAC. Hasil penelitian didapatkan perbaikan kinerja seperti yang diharapkan yaitu pemacuan pada sudut  $0^\circ$  menghasilkan sudut  $9^\circ$  pada rangkaian SCR dan  $27^\circ$  untuk rangkaian TRIAC. Sedang pada sudut selain  $0^\circ$ , menghasilkan kinerja yang sama dengan rangkaian yang menggunakan IC TCA 785 dan trafo pulsa.

**Kata kunci: IC 555-MOC 3021, pemacu optis, pengendali daya**

### **Pendahuluan**

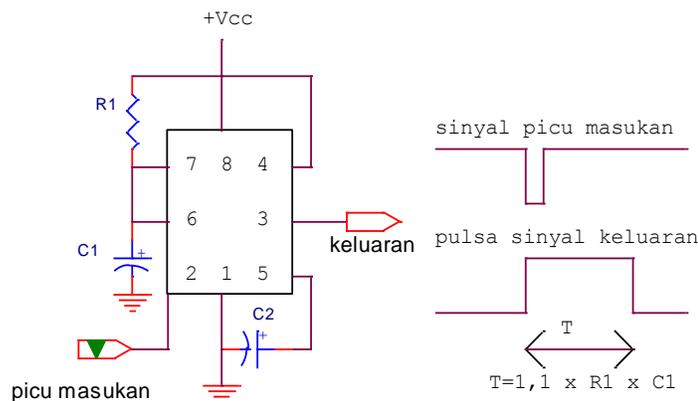
Penggunaan IC TCA 785 dan trafo pulsa dari Siemens sebagai pemacu SCR/Triac mengandung banyak kelemahan, yaitu selain harganya yang mahal juga sulitnya komponen tersebut diperoleh di pasaran. Hasil penelitian Haryanto (2005) yang memanfaatkan IC 555 dan kopling optis dengan MOC 3021 dari Motorola sebagai pengganti TCA dan trafo arus, kinerjanya belum memuaskan, khususnya pada pemacuan sudut  $0^\circ$ , yang menghasilkan sudut yang masih cukup besar.

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang sistem pemacu SCR/Triac dengan IC 555-MOC 3021 dengan metode memajukan sudut picu tersinkron pada masukan IC 555

untuk memperbaiki kinerjanya, sehingga bisa mengatasi kelemahan pada sudut yang kecil. Upaya ini perlu dilakukan karena sistem pemacu merupakan rangkaian yang sangat penting pada bidang listrik khususnya untuk pengendalian daya listrik.

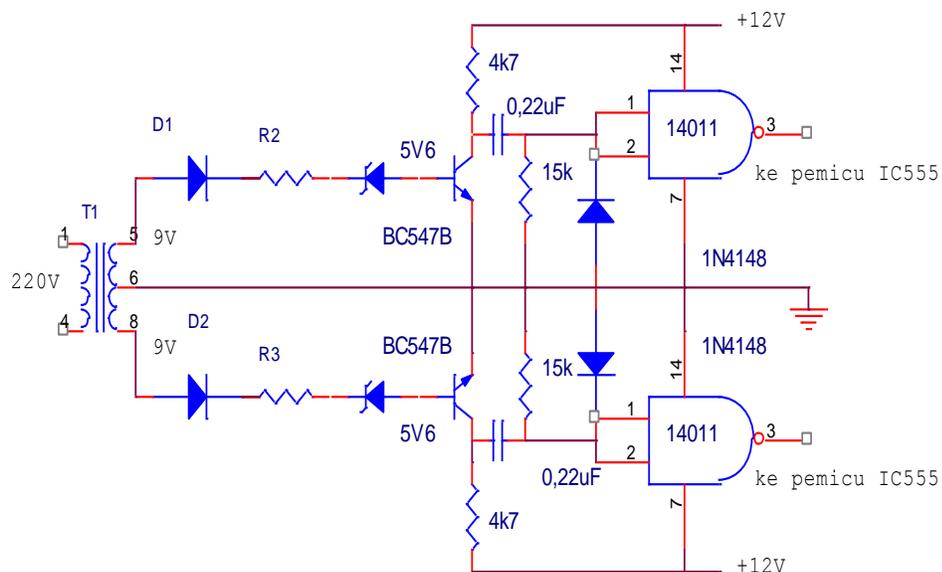
### Pemacu Optik IC 555

IC 555 merupakan IC serbaguna yang diciptakan sebagai untai multivibrator tak stabil maupun multivibrator monostabil yang harganya cukup murah (Savant, Roden, Carpenter.,1987.,Boylestad,Nashelsky 1992). Dengan menyinkronkan pulsa pemacu IC 555 dengan fasa jaringan listrik, maka fungsinya sebagai multivibrator monostabil dapat dimanfaatkan bagi sistem pemacu SCR dan Triac untuk mengatur daya listrik yang akan diberikan ke beban . Gambar 1 memperlihatkan diagram blok IC 555 sebagai multivibrator monostabil disertai dengan bentuk geombang masukan pemacu dan keluarannya. Dari gambar tersebut dapat diamati bahwa jika pulsa pemacu diambil dari jaringan listrik dan munculnya pulsa sinkron dengan lintasan nol, maka akan dihasilkan pulsa-pulsa keluaran yang pewaktuannya juga sinkron dengan jaringan listrik Dengan dasar pemikiran seperti ini, pulsa keluaran IC 555 dapat digunakan untuk memacu SCR/Triac pada sudut pemucuan yang tetap, sesuai dengan pewaktuan yang diinginkan. Permasalahan yang timbul adalah bahwa permulaan pulsa (tebing depan ) keluaran selalu tetap mulainya, yakni tergantung saat mulainya pulsa pemacu masukan. Dikarenakan pulsa pemacu masukan akan disinkronkan dengan jaringan, maka pulsa pemacu akan selalu muncul pada sudut fasa jaringan yang besarnya tetap.



Gambar 1. Diagram Blok IC 555 sebagai Multivibrator Monostabil.

Untuk mengatur daya beban melalui SCR maupun Triac, kedua peranti ini harus dipicu pada sudut fasa jaringan yang dapat diatur dari  $0^\circ$  sampai  $180^\circ$  agar beban memperoleh daya listrik sesuai dengan pengaturan yang diinginkan, maka pemanfaatan IC 555 sebagai pemacu haruslah menggunakan tebing belakang pulsa keluaran yang dapat diatur-atur kedudukannya dari  $0^\circ$  sampai  $180^\circ$  sesuai dengan formula  $1,1 R1C1$  seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Dengan mengacu pada frekuensi jaringan listrik PLN sebesar 50 Hertz, maka waktu periode penuhnya adalah  $1/50$  detik atau 20 milidetik. Dikarenakan pemucuan SCR hanya merentang dari  $0^\circ$  sampai  $180^\circ$ , maka lebar pulsa keluaran IC 555 haruslah dapat diatur merentang sampai setengah periode gelombang yakni 20 milidetik. Dengan memilih R1 sebesar 50 kilo Ohm dan berupa potensiometer untuk mengatur lebar pulsa keluaran, maka berdasar formula diatas diperoleh C1 sebesar 0,360 uF, atau dengan nilai standar pasar, merupakan bentuk paralel antara 0,33 uF dan 0,033 uF.



Gambar 2 Sistem Penyinkron Jaringan dan Pemacu bagi IC 555

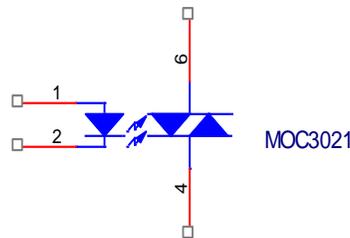
Untuk keperluan pemucuan IC 555 dengan adanya diode zener pada basis ketika siklus tegangan jaringan masih bernilai tinggi akan menyebabkan transistor menghantar. Dengan cara ini dapat dihasilkan pulsa penyinkron yang lebih dulu muncul sebelum tegangan jaringan melintasi titik nol-nya. Dengan kata lain, IC 555 akan dipicu mendahului sudut nol tegangan jaringan. Hal ini juga akan memberikan kesempatan tebing

Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian Teknologi, MIPA dan Pendidikan Vokasi

belakang pulsa keluaran IC555 terjadi sebelum sudut nol. Pemasangan gerbang logika 14011 diperlukan untuk menghasilkan bentuk pulsa penyinkron yang akan diumpankan ke IC 555.

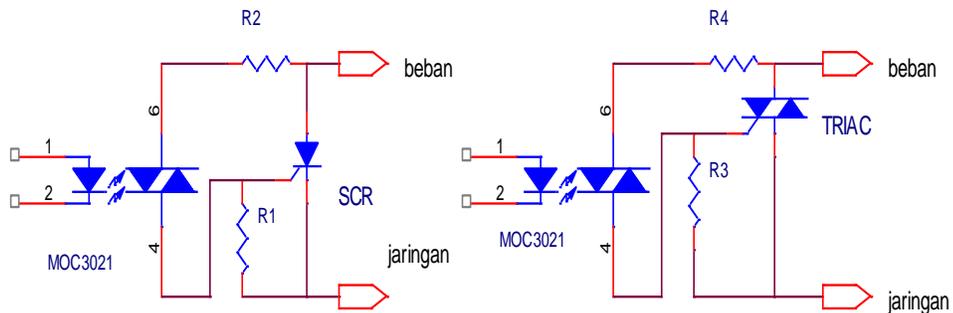
### Pemicu Optik MOC 3021

MOC 3021 merupakan diac optokopler, yang memiliki diode inframerah pada masukannya dan sebuah diac (diode ac thyristor) pada keluarannya. Dengan demikian, diac akan mengantarkan arus listrik jika menerima cahaya dari diode inframerah, sedangkan diode infra merahnya akan memancarkan cahaya inframerah jika ia mendapat tegangan pada masukannya. Rangkaian MOC 3021 diperlihatkan pada Gambar 3 .



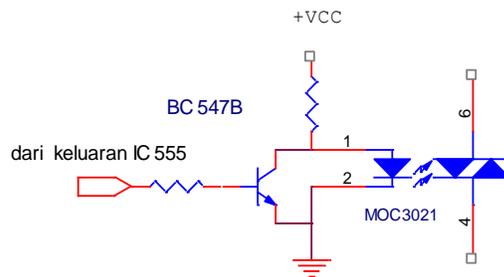
Gambar 3 Diagram Listrik MOC 3021

Pada hubungannya dengan cara kerja IC 555, maka diode inframerah pada MOC harus dapat dinyalakan dengan tebing belakang pulsa keluaran IC, yakni transisi dari tinggi ke rendah. Sementara itu, keluaran MOC 3021 yang berupa diac dihubung deret dengan dengan resistor pemicu SCR/Triac. Rangkaian MOC sebagai pemicu SCR/Triac diilustrasikan dalam Gambar 4.



Gambar 4 Hubungan MOC 3021 dengan SCR

Pada rangkaian Gambar 5, saat keluaran IC 555 tinggi maka transistor NPN BC 547 akan menghantar penuh sehingga diode infra merah pada MOC 3021 dihubung singkat. Sebaliknya jika tegangan keluaran IC 555 rendah maka transistor akan mati (*off*) sehingga diode infra merah pada MOC 3021 dialiri arus dari tegangan sumber. Dengan cara ini, maka MOC akan mulai memicu SCR/Triac pada saat tegangan keluaran IC 555 berubah dari tinggi menuju rendah. Dengan demikian SCR/Triac akan dipicu oleh tebing belakang pulsa keluaran IC 555.



Gambar 5 Hubungan IC 555 dengan MOC 3021 melalui Transistor NPN

## Metode Penelitian

Metode penelitian adalah eksperimen rancang bangun. melalui pembuatan alat sebagai modul eksperimen, yang pengamatan kinerja alat tersebut didukung dengan beberapa peralatan bantu dan instrument ukur.

### 1. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan penelitian adalah benda-benda yang membantu pengambilan data penelitian yang dalam penelitian ini terdiri dari modul eksperimen, instrument ukur, dan komputer .

### 2. Lokasi Penelitian

Penelitian eksperimen rancang bangun an pengambilan data dilakukan di Laboratorium Sistem Kendali Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakulats teknik Uniersitas Negeri Yogyakarta.

### 3. Teknik Analisis Data

Data diambil dengan observasi sedangkan analsis data dilakukan secara deskriptif. Data pengukuran modul eksperimen dibandingkan degan peralatan standar, kemudian

perbedaan hasil dianalisis. Fungsi dari setiap bagian alat diamati fungsinya dan dianalisis unjuk kerjanya

#### 4. Langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan berbagai tahapan mengikuti model *Linier Sequential Model (LSM)* yang terdiri dari 4 tahapan yang berulang yaitu tahap analisis dan studi literatur, desain/perancangan, perakitan (*assembly-hardware*), dan pengujian. Keempat tahapan ini akan berulang hingga dipenuhinya kondisi ideal yaitu sistem berfungsi dengan baik sesuai yang direncanakan.

Analisis data dilakukan secara deskriptif. Bentuk-bentuk gelombang hasil pengaturan sudut fasa pemicuan SCR/Triac antara modul IC555 MOC 3021 dan TCA 785 diperbandingkan secara visual. Jika ada perbedaan bentuk, maka dilakukan analisis perhitungan selisih fasanya antara hasil pengaturan secara fisik dengan pengaturan secara teoritik.

#### Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian untuk berbagai sudut penyulutan, baik pada rangkaian TRIAC, SCR jembatan dan SCR anti paralel disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian

Seting sudut picu (derajat)	Jenis Pengendali	Sudut Picu (derajat)	
		TCA 785 (VEDC)	Hasil penelitian
0	TRIAC	0	27
	SCR Jembatan	0	9
	SCR Anti Paralel	0	18
45	TRIAC	45	45
	SCR jembatan	45	45
	SCR Anti Paralel	45	45
90	TRIAC	90	90
	SCR Jembatan	90	90
	SCR Anti Paralel	90	90

135	TRIAC	135	135
	SCR Jembatan	135	135
	SCR Anti Paralel	135	135

Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan perbandingan kinerja hasil pemucuan antara IC 555-MOC 3021 dan TCA 785-trafo pulsa pada sudut  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  dan  $135^\circ$  baik untuk hasil pengendalian daya beban melalui dua SCR yang dihubung anti-paralel, hasil pengendalian beban melalui dua SCR dalam untai sistem penyearah gelombang penuh, dan hasil pengendalian beban melalui Triac. Perhitungan besar sudut picu pada pemucuan sudut nol yang dilakukan oleh IC555, untuk dua SCR yang dihubung anti parallel menghasilkan tundaan penyalaan SCR sebesar:

$$\frac{0,2divisi}{2divisi} \times 180^\circ = 18^\circ$$

Untuk dua SCR yang dihubung dalam untai sistem penyearah jembatan menghasilkan tundaan sebesar:

$$\frac{0,1divisi}{2divisi} \times 180^\circ = 9^\circ$$

Untuk Triac, pemucuan yang dilakukan oleh IC 555 menghasilkan tundaan sebesar:

$$\frac{0,3divisi}{2divisi} \times 180^\circ = 27^\circ$$

Apabila dibandingkan dengan hasil pemucuan sudut  $0^\circ$  yang dilakukan oleh IC TCA 785, baik untuk dua SCR yang dihubung anti-paralel, dua SCR yang dihubung dalam sistem penyearah jembatan, maupun Triac, tidak ada tundaan sama sekali. Untuk pemucuan sudut  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ , dan  $135^\circ$  tidak ada perbedaan hasil antara IC 555 dengan TCA 785.

Dari hasil tersebut diperoleh bahwa meskipun pemucuan tersinkron jaringan yang dimasukkan ke IC555 telah dimajukan dan menghasilkan tebing belakang pulsa keluaran sebesar 27 derajat di depan lintasan nol jaringan, namun hasil pemucuan pada sudut nol tidak dapat menghasilkan pengendalian daya penuh. Artinya SCR/Triac belum dapat dipicu atau dinyalakan tepat pada sudut nol. Tetapi jika dibandingkan dengan hasil penelitian Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian Teknologi, MIPA dan Pendidikan Vokasi

Haryanto(2005), penelitian ini memberikan hasil lebih baik, karena pemucuan sudut nol teoritik semakin dapat didekati.

Penyebab utamanya adalah disebabkan oleh penggunaan kopling optis yang energi picu bagi SCR/Triac-nya menggunakan jaringan PLN (*main voltage*). Hal ini karena SCR/Triac merupakan diode empat lapis(PNPN) dan menurut Savant, Roden, da Carpenter (1987:149) maupun Boylestad, Nashelsky (1992:831) strukturnya setara dengan dua buah transistor dwikutub (*bipolar*), sedangkan transistor merupakan peranti elektronik yang dikendalikan dengan arus listrik, maka saat tegangan jaringan listrik PLN berada pada titik nol, tidak ada arus listrik. Hal ini dapat dimengerti, karena pengertian bahwa arus listrik tercipta karena adanya perbedaan tegangan.

Dari alasan tersebut di atas, dalam pemucuan SCR/Triac pada sudut nol pada beban tertentu, terpotongnya titik nol beberapa derajat tidak mempengaruhi kinerja sistem secara signifikan, misalnya pada peredup lampu (*lamp dimmer system*) maka hasil penelitian ini dapat digunakan untuk menggantikan rangkaian TCA785-trafo picu yang yang berharga jauh lebih mahal. Pada sisi lain, jika diinginkan pemotongan tegangan jaringan pada sudut nol yang lebih kecil dapat dipilih peranti SCR/Triac dengan arus gate yang lebih kecil, ini dapat diperoleh dengan menggunakan SCR/Triac generasi baru misalnya SCR generasi baru dari NEC Jepang (<http://www.datasheetarchive.com>), yakni 2P4M, 2P5M dan 2P6M (2 ampere 400volt-600 volt) dapat dipicu dengan arus gate yang kecil yaitu sebesar 200 uA (microampere) pada tegangan jaringan serendah 6 volt.

## **Kesimpulan**

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa dengan memajukan sudut penyinkronnya sebelum  $0^\circ$  sudut terkecil yang dapat dicapai pada pemucuan dua SCR dalam hubungan antiparalel oleh sistem pemucu IC 555-MOC 3021 yang diset pada pemucuan sudut  $0^\circ$  adalah  $18^\circ$ , sudut terkecil yang dapat dicapai pada pemucuan dua SCR dalam untai sistem penyearah jembatan adalah  $9^\circ$ , sudut terkecil yang dapat dicapai pada pemucuan Triac oleh sistem pemucu IC 555-MOC 3021 adalah  $27^\circ$ .

Untuk pengaturan pemucuan pada sudut  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  dan  $135^\circ$  untuk SCR maupun Triac yang dilakukan oleh IC 555-MOC 3021, hasilnya sama dengan sudut setingnya yang berarti sama dengan hasil pemucuan TCA785-trafo pulsa.

---

Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian Teknologi, MIPA dan Pendidikan Vokasi

## Daftar Pustaka

Boylestad Robert, Louis Nashelsky.(1992). *Electronic Devices and Circuits Theory 5<sup>ed</sup>*.

Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ.

Haryanto. (2005). *Modifikasi Sistem Pemicu pada Kendali Daya Tiga Fasa Buatan VEDC*

*Malang*. Laporan penelitian dosen muda Universitas Negeri Yogyakarta.

Hioki, Waren. (1998), *Telecommunication*. Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ.

Malvino.(1976). *Prinsip prinsip penerapan digital*, Penerbit Erlangga, Surabaya

Mowle,J,Frederic. (1976). *A systematic Approach to Digital Logic Design*, Addison Wesley

Savant, Roden, Carpenter.(1987). *Electronic Circuit Design, an Engineering Approach*,

The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.

# Algoritma Sistem Cerdas untuk Inovasi *Traffic Light Control System*

Oleh :

**Masduki Zakaria, M.T.**  
**Ratna Wardani, M.T.**

Staf Pengajar Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
*E-mail: masduki\_zakaria@uny.ac.id*  
*ratna@uny.ac.id*

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan dan membuat prototipe sistem pengatur lampu lalu lintas yang mampu merespon panjang antrian pada masing-masing ruas jalan, dengan menggunakan sensor sebagai deteksi panjang antrian dalam skala laboratorium.

Penelitian dimulai dari mengidentifikasi Analisis kebutuhan, desain sistem yang akan menghasilkan cetak biru penelitian, simulasi, dan implementasi sampai menghasilkan prototipe, serta uji mutu dari sistem yang dihasilkan melalui serangkaian pengujian pada skala laboratorium. Integrasi dan sinkronisasi sistem pengatur lampu lalu lintas cerdas diupayakan dengan mempertimbangkan panjang antrian pada masing-masing ruas jalan. Metode penelitian yang digunakan menggunakan metode Research and Development, dimana setiap tahapan sub sistem akan diuji coba untuk evaluasi dan perbaikan sistem sampai didapatkan sistem yang sesuai dengan cetak biru disain penelitian.

Hasil penelitian didapatkan disain sistem lampu lalu lintas dengan mempertimbangkan panjang antrian yang meliputi : (1) *wiring diagram* sistem, (2) sistem input dan output pada *Programmable Logic Controller*, (3) algoritma pemrograman, (4) diagram alir, (5) penyusunan *ladder diagram* dan *statement list*.

**Kata Kunci** : Algoritma Sistem Cerdas, *Traffic Light*,

### A. Pendahuluan

Efek kemacetan lalu lintas di persimpangan jalan, terutama di jalan di kota-kota besar, mengakibatkan terjadinya inefisiensi dalam penggunaan kendaraan bermotor. Bentuk inefisiensi tersebut antara lain berupa : waktu tempuh semakin lama, penggunaan bahan bakar yang berlebih untuk jarak tempuh yang relatif sama, sampai dengan semakin

---

Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian Teknologi, MIPA dan Pendidikan Vokasi

cepatnya tingkat keausan suku cadang mesin kendaraan bermotor. Oleh karena itu penanggulangan kemacetan di persimpangan jalan merupakan salah satu ikhtiar penting dalam rangka meminimalisir inefisiensi dalam berkendara.

Salah satu penyebab terjadinya kemacetan di jalan-jalan perkotaan antara lain disebabkan faktor lampu pengendali lalu lintas di persimpangan jalan yang telah ada belum mampu mendeteksi panjang antrian pada masing-masing ruas jalan dalam satu titik simpul persimpangan. Sehingga hal ini mengakibatkan ketidaksesuaian antara panjang antrian pada masing-masing ruas jalan dengan lama waktu menyala lampu hijau pada lampu lalu lintas

Beberapa hal yang berkaitan dengan batasan penelitian yang diajukan sehubungan dengan penelitian ini antara lain : (a) analisis kebutuhan lama waktu pengaturan penyalan lampu lintas pada suatu titik simpul persimpangan jalan, (b) pola pengaturan lampu lalu lintas yang dapat mengantisipasi panjang antrian pada masing-masing ruas jalan, (c) teknologi yang digunakan sebagai bagian utama dalam perancangan dan implementasi sistem kendali lampu lalu lintas cerdas, dan (d) manajemen operasi, perawatan, dan perbaikan sistem.

Asumsi penelitian sehubungan dengan penelitian ini dapat dikategorikan menjadi dua hal, yaitu : (a) aspek teknologi, dimana sistem yang akan diimplementasikan dapat mengantisipasi tingkat kemacetan di persimpangan jalan pada masing-masing ruas jalan dengan cara memberi masukan terhadap panjang antrian pada ruas jalan yang berupa sinyal masukan dari sensor yang akan diteruskan ke dalam prosesor, yang selanjutnya prosesor akan memerintahkan lama waktu penyalan lampu lalu lintas, dan (b) aspek sosial dan ekonomi, aspek yang kedua ini akan sangat berpengaruh dengan tingkat kepadatan lalu lintas pada masing-masing ruas jalan, dengan demikian jika hambatan kemacetan lalu lintas pada persimpangan jalan dapat diatasi, maka hal ini menghemat waktu tempuh para pengguna jalan yang pada gilirannya akan mengurangi *unit cost* pada masing-masing pengguna jalan.

Salah satu solusi alternatif dalam meminimalisir kemacetan di persimpangan jalan adalah dengan menerapkan pola pengatur lampu lalu lintas secara cerdas yang dapat mengantisipasi tingkat kepadatan kendaraan pada sisi masing-masing ruas jalan dengan mempertimbangkan panjang antrian pada masing-masing ruas jalan. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa pola pengatur lampu lalu lintas konvensional hanya

---

Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian Teknologi, MIPA dan Pendidikan Vokasi

mengandalkan durasi pada masing-masing lampu pada persimpangan, tanpa melihat tingkat kepadatan lalu lintas di titik simpul persimpangan jalan pada kondisi saat itu.

Tujuan penelitian yang dicapai dalam penelitian ini adalah : (a) menganalisis kebutuhan yang diperlukan untuk membangun Sistem Cerdas untuk Inovasi *Traffic Light Control System* yang mampu mendeteksi panjang antrian kendaraan pada masing-masing persimpangan jalan, dan (b) merencanakan Sistem Cerdas untuk Inovasi *Traffic Light Control System* yang akan dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan prototipe sistem yang berpedoman pada *blue print* yang dibuat.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sehubungan dengan relevansi penelitian ini antara lain :

1. Sistem Kendali Adaptif Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (Masduki Zakaria, 2004) yang menghasilkan model sistem kendali adaptif terhadap variasi masukan.
2. Disain dan Implementasi Processor Sel Syaraf Tiruan Berbasis *Fields Programmable Gate Arrays* (FPGA) (Masduki Zakaria, 2005) yang menghasilkan prosesor yang adaptif terhadap perubahan variasi masukan.
3. Perancangan sistem kendali lampu lalu lintas menggunakan *Programmable Logic Controller* (Nityawanti dan Masduki Zakaria, 2006) yang menghasilkan pemrograman lampu lalu lintas menggunakan *Programmable Logic Controller* yang didahului dengan membuat *ladder diagram* dan *statement list*.
4. Perancangan Palang Pintu Kereta Api Secara Otomatis menggunakan *Programmable Logic Controller* (Lina Apriyani dan Masduki Zakaria, 2006) yang menghasilkan prototipe otomasi palang pintu kereta api, jika ada kereta api yang akan lewat, palang pintu kereta api secara otomatis akan menutup.
5. Prototipe otomatisasi palang pintu parkir dan indikator penuh pada area parkir mobil berbasis *Programmable Logic Controller* (Dita Sandi Harindra dan Masduki Zakaria, 2007) yang menghasilkan prototipe deteksi kapasitas parkir dan indikator jumlah kendaraan yang parkir.
6. *Fuzzy logic based traffic light controller* (Ms. Girija H Kulkarni dan Ms Poorva G Waingankar, 2007) menghasilkan simulasi *traffic light* berbasis logika fuzzy dengan menggunakan Matlab sebagai *tool*-nya.

7. *A Hardware based approach in designing infrared Traffic Light System* ( Mohd Azwan Azim Rosli, dkk., 2008) menghasilkan perangkat keras traffic light berbasis PIC Mikrokontroler.
8. *Research A New Type of City Intelligent Traffic Light* (Haihong Fan', dkk., 2006) menghasilkan perangkat keras traffic light cerdas berbasis mikrokontroler AT89C52.
9. *Hardware Implementation of Traffic Controller using Fuzzy Expert System* (Islam M.S., Bhuyan M.S., Azim M.A., Teng L.K., Othman M. : 2006) menghasilkan perangkat traffic light berbasis FPGA (*Field Programmable Gate Arrays*) dengan menggunakan bahasa pemrograman VHDL (*Very High Speed Description Language*).

Penelitian ini menitikberatkan pada proses pengolahan sinyal pada masukan sebagai *entry point* dalam deteksi panjang antrian dan penggunaan *Programmable Logic Controller* sebagai prosesor dari sistem yang dibangun.

Beberapa komponen yang mendukung bekerjanya suatu sistem cerdas meliputi : (1) antar muka pemakai, (2) basis pengetahuan, dan (3) metode inferensi. Akan tetapi jika sistem yang dikembangkan dapat lebih menyerupai seorang pakar yang dapat berinteraksi dengan lingkungan yang menyertai, maka hal ini dapat diikuti dengan fasilitasi *explanation* (penjelasan), akuisisi pengetahuan, dan *self training*.

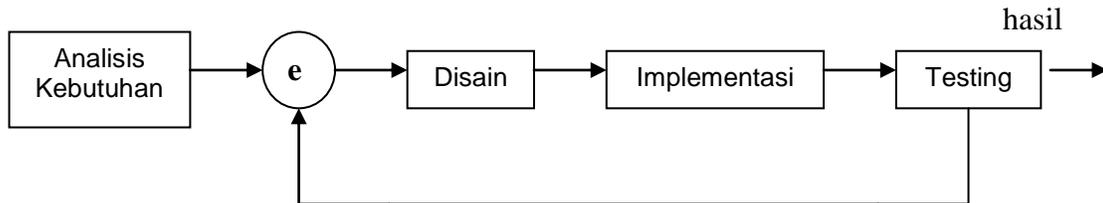
Antar muka pemakai berkaitan dengan system yang dibangun dengan lingkungan yang menyertai system. Basis pengetahuan merupakan sekumpulan pernyataan dari system yang hendak diaktualisasikan dalam mesin penarik kesimpulan. Sedangkan Komponen inferensi mengandung mekanisme pola pikir dan penalaran yang digunakan oleh pakar dalam menyelesaikan suatu masalah.

Metode inferensi akan memberikan kontribusi terhadap model penalaran informasi yang ada dalam basis pengetahuan, hal ini pada gilirannya akan memformulasikan kesimpulan.

Aturan inferensi menggunakan pendekatan modus ponens, dimana formulasi yang diajukan adalah : Jika A maka B, jika diketahui A benar maka B juga benar, yang dituliskan dalam  $A \rightarrow B$ . A dan B merupakan proposisi dalam basis pengetahuan. A merupakan premis dan B adalah konklusi.

## B. Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian menggunakan metode *Research and Development*. Secara simultan jalannya penelitian ini menggunakan tahapan dan tata urutan sebagai berikut :

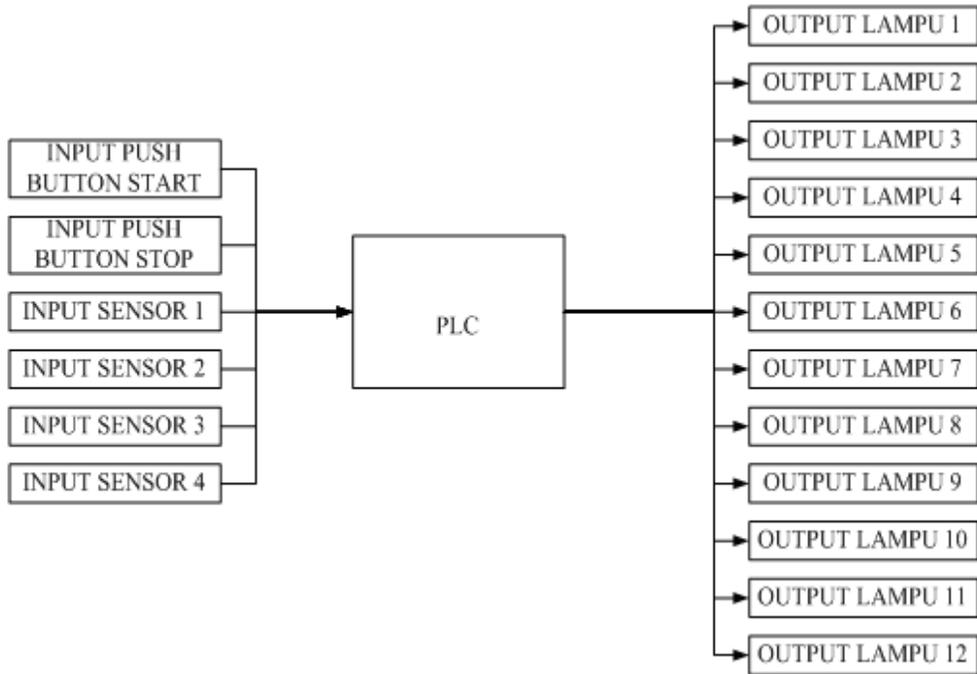


Gambar 1. Tata Urutan Perancangan dan Implementasi Sistem

Analisis kebutuhan melakukan aktivitas antara lain persyaratan yang diperlukan pada sistem kendali lampu lalu lintas, algoritma yang digunakan, serta keterpaduan antara sistem dengan algoritma; produk dari aktivitas analisis kebutuhan adalah spesifikasi sistem yang hendak direalisasikan. Sedangkan disain melakukan aktivitas yang membuat cetak biru sistem berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan, produk yang dihasilkan adalah berupa algoritma perangkat lunak dan perangkat keras sistem dengan menggunakan diagram alir proses perancangan. Pada tahapan implementasi aktivitas yang dikerjakan adalah merealisasikan cetak biru kedalam *ladder diagram* dan *statement list*, sehingga produk yang dihasilkan adalah perangkat lunak dan perangkat keras sistem yang sesuai dengan analisis kebutuhan. Tahapan akhir dari serangkaian proses pada gambar di atas adalah testing, dalam mana perangkat lunak dan perangkat keras sistem yang diimplementasikan dicocokkan dengan spesifikasi yang dikehendaki, keluaran dari langkah ini merupakan koreksi dari perangkat sistem yang telah dibuat.

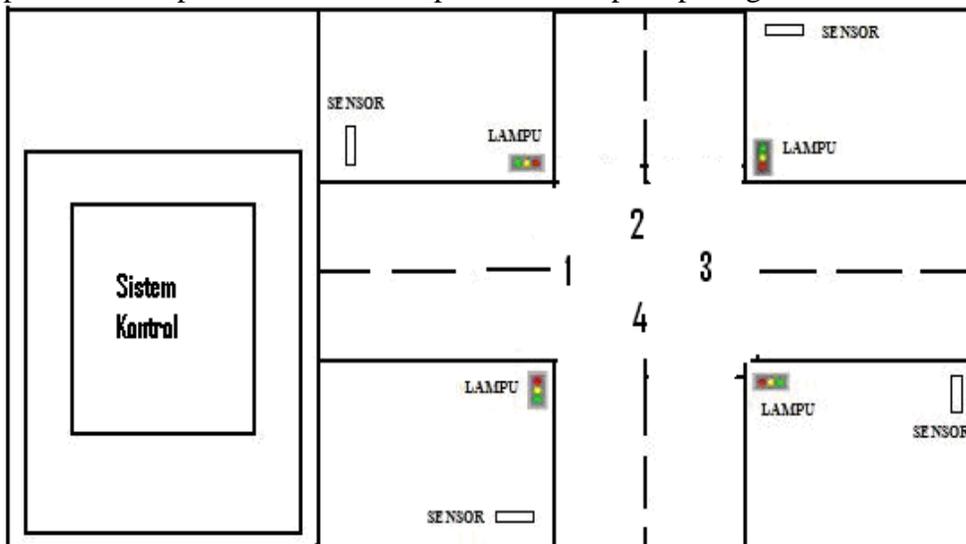
## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian didapatkan Blok diagram rangkaian kontrol Sistem Kendali Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Kepadatan Jalan ditunjukkan pada gambar 2



**Gambar 2.** Blok Diagram Hubungan I/O

Sedangkan prototipe disain sistem lampu lalu lintas dengan unit sensor sebagai pendeteksi kepadatan lalulintas diperlihatkan seperti pada gambar 3.



**Gambar 3** Model Perempatan Jalan dengan Sensor Kepadatan

Sistem perangkat lunak dirancang untuk memberikan arahan yang harus dilakukan unit pemroses pada PLC, oleh karena itu diperlukan beberapa tahapan dalam penyusunan pemrograman PLC. Untuk keperluan rancangan tersebut, diperlukan :

Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian Teknologi, MIPA dan Pendidikan Vokasi

algoritma pemrograman, diagram alir, *ladder diagram*, *statemen list*. Algoritma pemrograman dari sistem yang dimaksud diuraikan sebagai berikut :

Langkah 01. Tekan Tombol Start untuk memulainya.

Langkah 02. Semua lampu dalam kondisi menyala Merah bebarapa saat.

Langkah 03. Jalur 1 menyala Hijau sesuai dengan tingkat kepadatan jalur 1 dan jalur yang lain menyala Merah.

Langkah 04. Cek apakah ada kendaraan berhenti didepan sensor jalur 2. Jika ada kendaraan yang berhenti didepan sensor jalur 2 selama waktu tertentu Maka lampu Hijau jalur 2 akan menyala lebih lama dari keadaan normal. Jika tidak ada kendaraan yang berhenti di depan sensor jalur 2 maka lampu Hijau akan menyala sesuai dengan kondisi "normal".

Langkah 05. Ketika jalur 1 lampu Hijau mati maka jalur 1 lampu Kuning menyala, hal ini sebagai peringatan pada jalur 1 sebelum lampu Merah jalur 1 menyala.

Langkah 06. Jalur 1 lampu Kuning mati. Semua lampu dalam kondisi menyala Merah bebarapa saat.

Langkah 07. Jalur 2 menyala Hijau sesuai dengan tingkat kepadatan jalur 2 dan jalur yang lain menyala Merah.

Langkah 08. Cek apakah ada kendaraan berhenti didepan sensor jalur 3. Jika ada kendaraan yang berhenti didepan sensor jalur 3 selama waktu tertentu Maka lampu Hijau jalur 3 akan menyala lebih lama dari keadaan "normal". Jika tidak ada kendaraan yang berhenti di depan sensor jalur 3 maka lampu Hijau jalur 3 akan menyala sesuai dengan kondisi "normal".

Langkah 09. Ketika jalur 2 lampu Hijau mati maka jalur 2 lampu Kuning menyala, hal ini sebagai peringatan pada jalur 2 sebelum lampu Merah jalur 2 menyala.

Langkah 10. Jalur 2 lampu Kuning mati. Semua lampu dalam kondisi menyala Merah bebarapa saat.

Langkah 11. Jalur 3 menyala Hijau sesuai dengan tingkat kepadatan jalur 3 dan jalur yang lain menyala Merah.

Langkah 12. Cek apakah ada kendaraan berhenti didepan sensor jalur 4. Jika ada kendaraan yang berhenti didepan sensor jalur 4 selama waktu tertentu

Maka lampu Hijau jalur 4 akan menyala lebih lama dari keadaan "normal". Jika tidak ada kendaraan yang berhenti di depan sensor jalur 4 maka lampu Hijau jalur 4 akan menyala sesuai dengan kondisi "normal".

Langkah 13. Ketika jalur 3 lampu Hijau mati maka jalur 3 lampu Kuning menyala, hal ini sebagai peringatan pada jalur 3 sebelum lampu Merah jalur 3 menyala.

Langkah 14. Jalur 3 lampu Kuning mati. Semua lampu dalam kondisi menyala Merah beberapa saat.

Langkah 15. Jalur 4 menyala Hijau sesuai dengan tingkat kepadatan jalur 3 dan jalur yang lain menyala Merah.

Langkah 16. Cek apakah ada kendaraan berhenti di depan sensor jalur 1. Jika ada kendaraan yang berhenti di depan sensor jalur 1 selama waktu tertentu Maka lampu Hijau jalur 1 akan menyala lebih lama dari keadaan "normal". Jika tidak ada kendaraan yang berhenti di depan sensor jalur 1 maka lampu Hijau jalur 1 akan menyala sesuai dengan kondisi "normal".

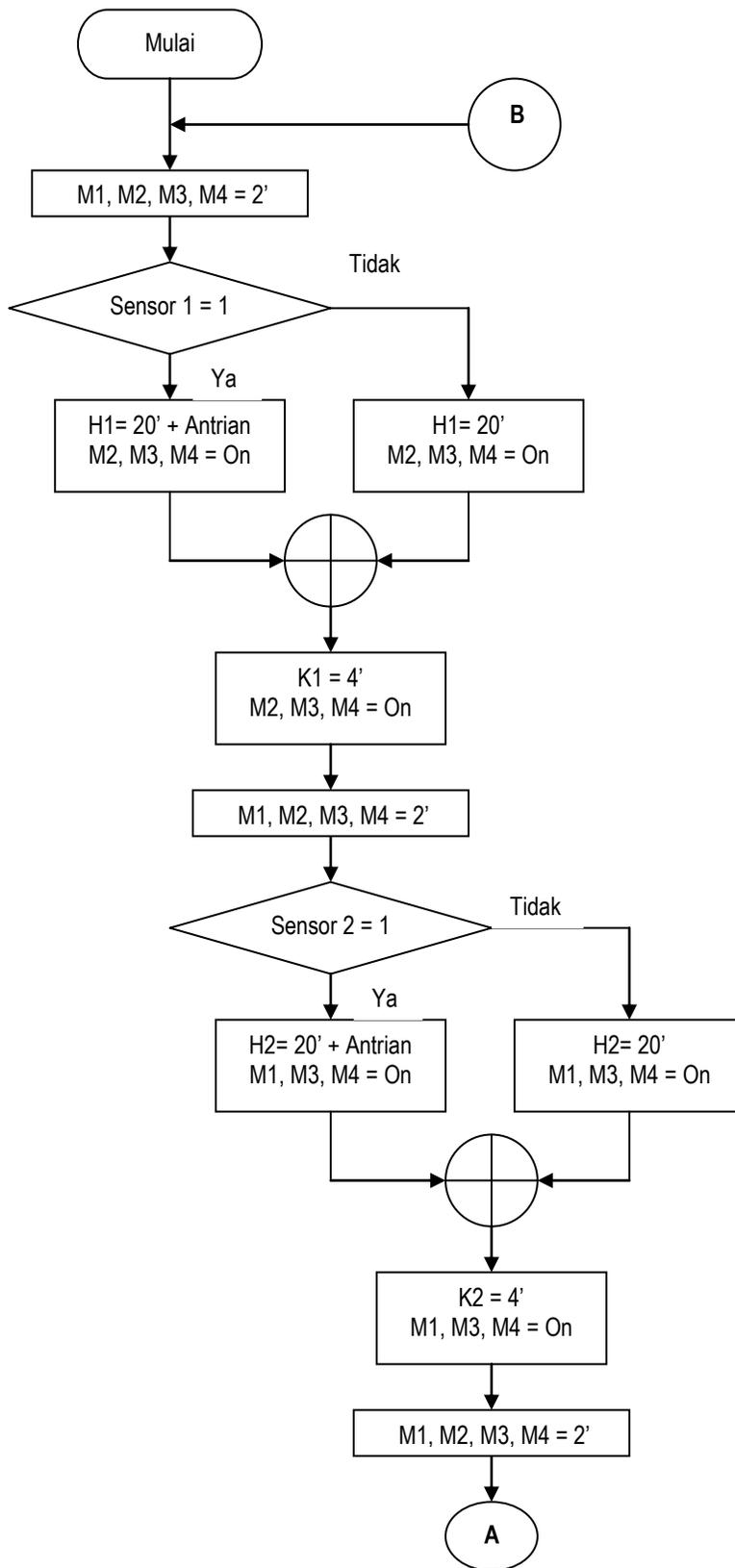
Langkah 17. Ketika jalur 4 lampu Hijau mati maka jalur 4 lampu Kuning menyala, hal ini sebagai peringatan pada jalur 4 sebelum lampu Merah jalur 4 menyala.

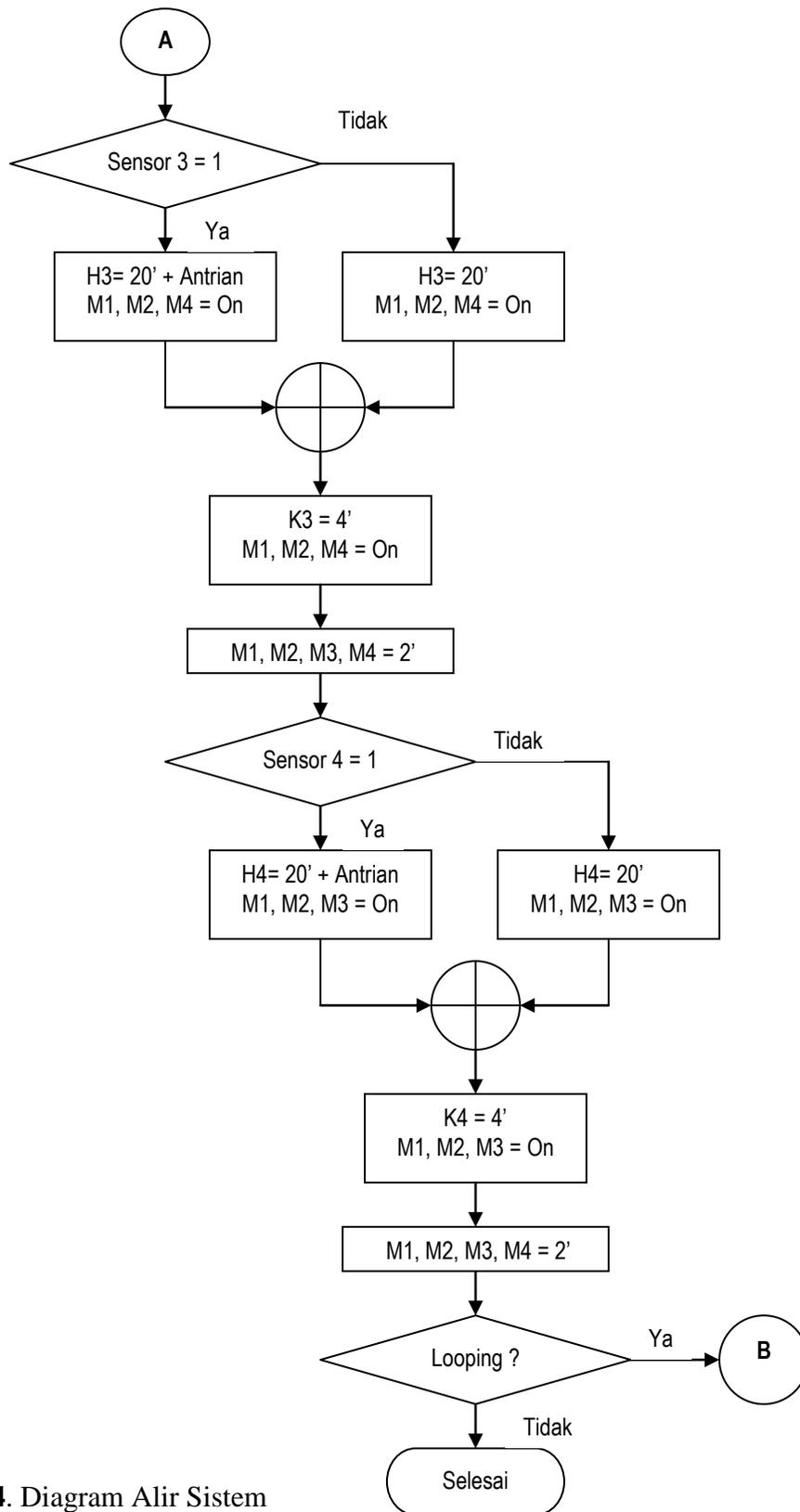
Langkah 18. Jalur 4 lampu Kuning mati. Semua lampu dalam kondisi menyala Merah beberapa saat.

Langkah 19. Kembali ke Langkah 02

Langkah 20. Tekan Tombol Stop mengakhiri siklus penyalan lampu.

Diagram alir sistem ditunjukkan seperti pada gambar 4.





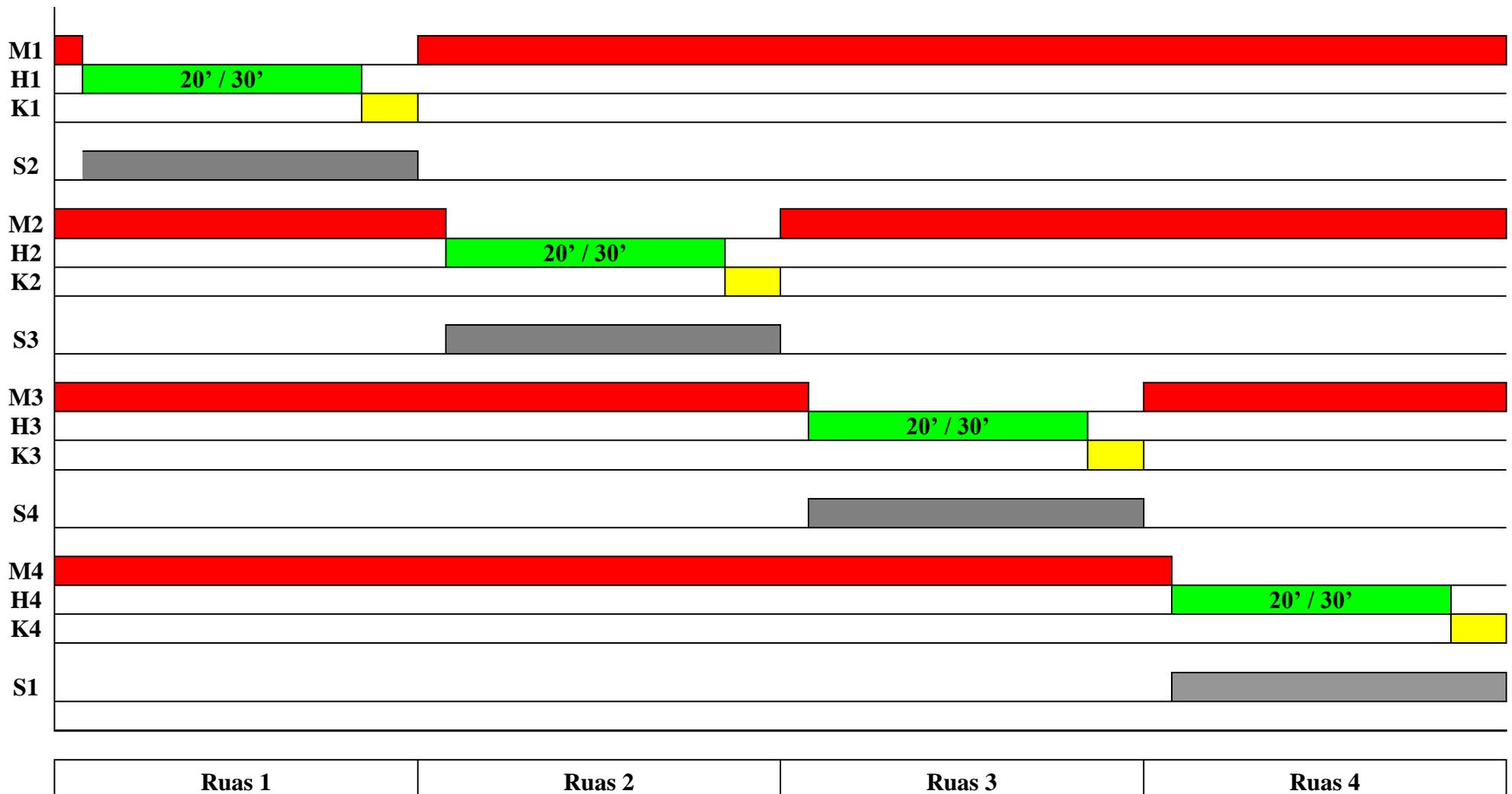
**Gambar 4.** Diagram Alir Sistem

Terdapat dua keadaan model penyalaaan lampu lalulintas cerdas yang telah dibuat. Pertama suatu kondisi semua persimpangan empat jalur sama padat, akan tetapi tingkat kepadatannya tidak sampai melebihi batas antrian pada masing-masing ruas jalan, sehingga sensor belum mendeteksi adanya antrian kendaraan pada masing-masing ruas jalan, kalau hal ini terjadi, maka lama waktu penyalaaan lampu hijau masing-masing H1, H2, H3, dan H4 mempunyai lama waktu hidup selama 20 detik.

Kondisi kedua merupakan suatu kondisi dimana sebagian dan atau seluruh ruas jalan pada empat jalur berkategori padat, kategori padat merupakan kategori dimana terdapat kendaraan yang berhenti di depan sensor setidaknya-tidaknnya selama 10 detik. Jika kondisi ini terjadi, maka sebagian dan atau seluruh ruas jalan dikategorikan padat, sehingga konsekuensinya lampu hijau akan menyala lebih lama, yaitu selama 30 detik. Penyalaaan lampu hijau diperlihatkan seperti pada tabel

**Tabel 1.** Tata Urutan Penyalaaan Lampu Lalu Lintas Jika Sensor Mendeteksi Adanya Antrian pada Masing-masing ruas jalan

Langkah	Durasi	Ruas 1			Ruas 2			Ruas 3			Ruas 4		
		M1	K1	H1	M2	K2	H2	M3	K3	H3	M4	K4	H3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	2'	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
2	20'/30'	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
3	4'	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
4	2'	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
5	20/30'	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
6	4'	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
7	2'	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
8	20'/30'	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
9	4'	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
10	2'	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
11	20'/30'	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
12	4'	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
Kembali ke Langkah 1													



**Gambar 5.** Timing Diagram Lampu Lalulintas yang Mampu Mendeteksi Panjang Antrian pada Masing-masing Ruas Jalan

Timing diagram dari sistem kendali lalu lintas cerdas ditunjukkan seperti pada gambar 5, H1, H2, H3, dan H4 akan menyala lebih lama dari waktu “minimal” pada saat Sensor pada masing-masing jalur mendapatkan masukan logika 1. Hal ini berarti bahwa PLC akan menambahkan secara otomatis lama waktu hijau pada jalur tersebut. Dengan demikian lama waktu hijau pada masing-masing jalur tergantung seberapa panjang antrian pada ruas jalan yang mengenai sensor pada masing-masing ruas jalan. Demikian seterusnya akan berlanjut untuk masing-masing jalur.

## **KESIMPULAN**

Perancangan sistem cerdas untuk inovasi *traffic light control system* berdasarkan kepadatan jalur pada masing-masing ruas jalan dengan menggunakan PLC sebagai kendali utama dapat diimplementasikan, dengan merumuskan algoritma pemrograman dan diagram alir sistem sesuai dengan analisis kebutuhan.

Unjuk kerja sistem simulasi kontrol lampu lalu lintas berdasarkan kepadatan jalur pada masing-masing ruas jalan, telah bekerja sesuai dengan model penyalaaan yang telah dirancang dengan pola urutan mulai jalur 1 sampai dengan jalur 4 secara kontinyu.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Almaini A.E.A.**, 1994, *Electronic Logic Systems*, Prentice-Hall International (UK)
- Fausett L.**, 1994, *Fundamentals of Neural Networks, Architectures, algorithms, and application*, Prentice-Hall Englewood Cliff, New Jersey
- Gajski D. D.**, 1997, *Principle of Digital Design*, Prentice-Hall Englewood Cliff, New Jersey.
- Gopal M.**, 2003, *Control System, Principle and Design 2<sup>nd</sup> Edition*, Singapore : Mc.Graw-Hill
- Haihong Fan', Jiang Peng', Shuijin Shen, Anke Xue**, 2006, *Research on a New Type of City Intelligent Traffic Lights*, IEEE Conference Proceeding : Control Conference, 2006. CCC 2006. Chinese 7-11 Aug. 2006 Page(s):1733 – 1736
- Horn L.W.**, 1995, *Stuctured Programming in Turbo Pascal 2<sup>nd</sup>*, Prentice Hall Englewood Cliff, New Jersey.
- Islam M.S., Bhuyan M.S., Azim M.A., Teng L.K., Othman M.**, 2006, *Hardware Implementation of Traffic Controller using Fuzzy Expert System*, IEEE

Conference Proceeding : International Symposium on Evolving Fuzzy Systems,  
2006 7-9 Sept. 2006 Page(s):325 - 330

**Lin C.T., Lee C.S.G.**, 1996, *Neural Fuzzy System A Neuro Fuzzy Synergism to Intelligent Systems*, Prentice-Hall Inc, Singapore

**Mohd Azwan Azim Ros H, Mohd Helmy Abd Wahab, Rahmat Sanudin, Mohd Zainizan Sahdan**, 2008, *A Hardware based approach in designing Infrared Traffic Light System*, IEEE Conference Proceeding : International Symposium on Information Technology, 2008. ITSIm 2008. Volume 4, 26-28 Aug. 2008 Page(s):1 – 5

**Ms. Girija H Kulkarni, Ms. , Poorva G Waingankar**, 2007, *Fuzzy Logic Based Traffic Light Controller*, IEEE Conference Proceeding : Second International Conference on Industrial and Information Systems, ICIIS 2007, 8 – 11 August 2007, Sri Lanka.

**Simpson P.K.**, 1996, *Foundation of Neural Networks*, IEEE Technology Update Series.

**Tuazon et. all.**, 1996, *A Digital Neural Network and Its Application*, IEEE Update Series.

## REKAYASA BIOKOMPOSIT DARI SEKRESI KUTU LAK DAN SERAT RAMI

Mujiyono<sup>1)</sup> Prof. Ir. Jamasri, Ph.D<sup>2)</sup> Ir. Heru Santoso B.R., M.Eng., Ph.D<sup>2)</sup>

Ir. J.P. Gentur Sutapa, M.Sc, Ph.D<sup>3)</sup>

### Abstract

Penelitian ini bertujuan merekayasa sekresi kutu lak (SKL) menjadi matriks alam untuk membuat biokomposit. SKL dipisahkan dari ranting pohon induk, dicampur spiritus dengan perbandingan berat 1:1 sehingga SKL berubah fase padat menjadi cair. Cairan SKL ini kemudian dipanaskan 100 °C selama 10 menit hingga berubah fase dari cair menjadi jel dan berfungsi sebagai matriks alam yang selanjutnya disebut Matlac.

Karakterisasi matriks ini dilakukan dengan FTIR. Kalayakan matriks ini dievaluasi dengan pengujian tarik biokomposit yang diperkuat serat rami menggunakan standard ASTM D 638-03. Serat rami yang dianyam *plain weave* digunakan sebagai *reinforcement* matlac menjadi biokomposit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SKL dapat digunakan sebagai matriks. Spiritus berfungsi sebagai “alat transport” yang membantu SKL mencapai persyaratan matriks yaitu dapat membungkus serat dengan sempurna. Metode pemadatan matlac digunakan sebagai dasar pembuatan biokomposit, yakni pemanasan 180°C selama 15 menit dan dilanjutkan pengepresan cetakan dengan tekanan 40 MPa.

Setelah 6 jam biokomposit dapat diambil dari cetakan. Kekuatan tarik biokomposit yang diperkuat anyaman serat rami 0/90/0 adalah 87 MPa yang setara dengan biokomposit sejenis dan biokomposit ini mempunyai sifat adesi yang baik dengan indikator sudut kontak serat-matriks 30°.

**Keyword :** *sekresi kutu lak, matriks alam matlac, serat rami, biokomposit*

### A. Pendahuluan

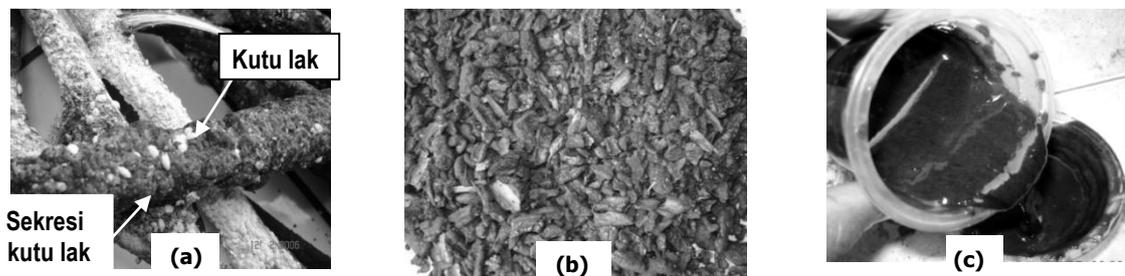
Limbah plastik yang tidak terurai oleh lingkungan, berkurangnya lokasi pembuangan sampah, penipisan sumber daya minyak, dan dampak emisi selama insinerasi mendorong upaya pengembangan plastik biobased, yaitu suatu material yang diperoleh dari sumber terbarukan [1]. Oleh karena itu pengembangan produk dari *biobased material* sangat diperlukan.

Komposit terdiri dari dua penyusun utama yaitu *reinforcement* dan matriks. Biokomposit adalah material komposit dengan salah satu penyusunnya bersifat natural, misalnya menggunakan *reinforcement* serat alam atau matriks alam [1]. Dibidang otomotif, biokomposit sudah digunakan untuk 50 komponen pada mobil seri mercedes benz [2] dengan pertimbangan lebih ramah lingkungan dan *renewable*. Keberhasilan ini

memacu pengembangan biokomposit yang lebih ramah lingkungan yaitu dengan penggunaan matriks alam. Salah satu bahan alam yang berpotensi sebagai matriks adalah sekresi kutu lak yang bersifat natural, *biodegradable* dan tidak beracun [3]. Sekresi ini berbentuk resin yang dihasilkan oleh soft body kutu lak untuk melindungi dari lingkungan yang tidak menguntungkan dan menempel pada ranting pohon induk. SKL merupakan bahan dasar pembuatan shellac yang memiliki daya rekat yang baik, konduktivitas rendah dan koefisien ekspansi kecil [4]. Penyusun utama shellac adalah *aleuritic acid* yang bersifat adesif [5]. Jadi SKL merupakan *biobased material* dengan penyusun utama asam aleuretik. SKL yang melimpah dan dapat dibudidayakan belum dimanfaatkan sebagai bahan dasar matriks alam. Paper ini melaporkan rekayasa SKL menjadi matriks alam untuk biokomposit dengan metode yang relatif sederhana tanpa melalui proses shellac.

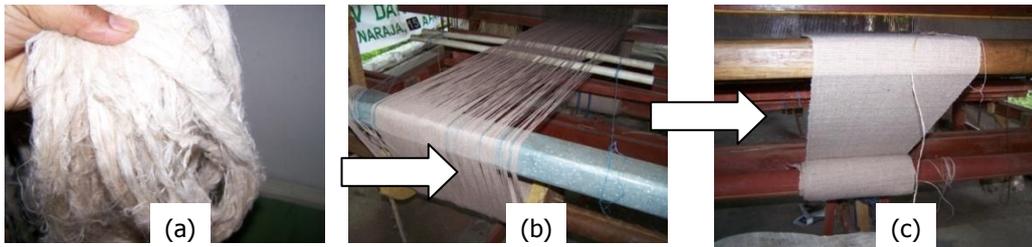
## METODE PENELITIAN

### Bahan Penelitian



Gambar 1. Bahan dasar matriks alam (a) Kutu lak (putih) dan sekresinya menempel pada ranting (b) SKL dipisahkan dari ranting (c) Matlac adalah matriks alam dari SKL

Bahan dasar matriks alam untuk biokomposit adalah Sekresi kutu lak (SKL) seperti terlihat pada gambar 1 (a). SKL ini dipisahkan dari ranting pohon induk dengan bentuk tidak teratur seperti terlihat pada gambar 1 (b). Bahan pelarut untuk mencairkan SKL adalah spiritus dengan kandungan 95% ethanol yang di peroleh dari PT. Madukismo, Yogyakarta. Serat rami yang dianyam seperti terlihat pada gambar 2 digunakan sebagai *reinforcement* bikomposit.



Gambar 2. Proses persiapan serat rami sebagai penguat biokomposit  
 (a) serat rami (b) proses tenun serat rami (c) anyaman *plain weave* serat rami

### **Rekayasa SKL Menjadi Matriks Alam**

Dalam rangka memenuhi persyaratan matriks, metode pencairan SKL dilakukan dengan mencampurkan spiritus melalui perbandingan berat 1:1 atau 100%. Metode pemadatan kembali dilakukan dengan pemanasan cairan SKL pada temperatur 40 °C selama periode waktu 30 menit dan ditimbang. Sample 21 botol berisi cairan SKL yang sudah ditimbang beratnya dimasukkan ke dalam oven. Setiap 30 menit, dikeluarkan 3 botol dari oven kemudian ditimbang dan diperiksa fasenya sehingga diperoleh 3 data pada setiap periode waktu. Hal yang sama juga dilakukan untuk temperatur 50°C, 70°C 90°C, 110°C, 150°C dan 180°C tetapi dengan periode waktu pemanasan berbeda.

### **Pengujian Fourier Transform Infrared (FTIR)**

Pengujian FTIR untuk mengetahui gugus fungsi sampel dilakukan dengan menggunakan mesin FTIR Shimadzu seri 8400S dengan *beam splitter plat* Germanium yang dibungkus KBr pada kondisi ruang 20°C dan kelembaban 60%.

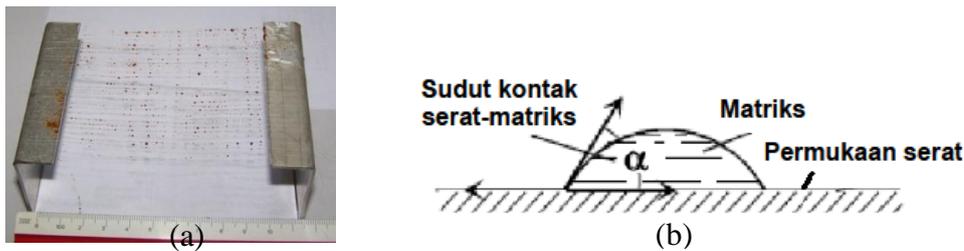
### **Pengujian Tarik Biokomposit**

Jumlah sampel biokomposit yang digunakan pada pengujian tarik adalah 6 spesimen dengan ukuran sesuai standar ASTM D638-02 tipe IV dan mesin uji tarik Servo Pulser Shimadzu seri EFH-EB20-40L pada temperatur 25°C.

### **Pengukuran *Wettability***

Tiga puluh helai serat rami direntangkan pada plat aluminium berbentuk U, kemudian matriks matlac dijatuhkan pada setiap serat seperti terlihat pada Gambar 3 (a). Foto matriks alam yang menempel pada serat rami diambil dengan mikroskop Nikon seri HFX-2 dengan pembesaran 50 kali. Sudut kontak kemudian diukur dengan Image

Proplus Analyser pada foto-foto tersebut dengan pengaturan pengambilan seperti terlihat pada Gambar 3 (b).



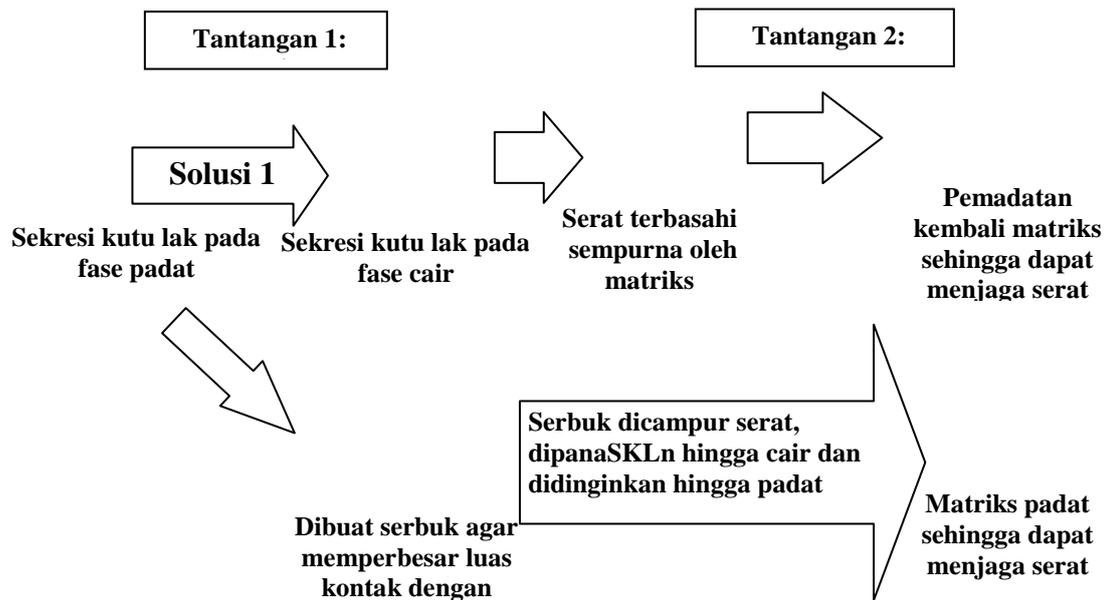
Gambar 3. Matriks dijatuhkan pada serat rami dan pengukuran sudut kontak

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rekayasa SKL Menjadi Matriks Alam

Persyaratan matriks komposit dari beberapa referensi diantaranya Schwarz [6], Feldman [7], Vasiliev dan Morozov [8] dapat dirangkum sebagai berikut, pertama bahwa matriks harus dapat menahan dan melindungi serat. Berarti matriks harus dapat membungkus serat dengan baik dan tidak menimbulkan *internal strain* berlebihan antara serat dan matriks, kedua bahwa matriks harus dapat menjaga serat selalu pada tempatnya sehingga tidak tercerai berai. Berarti matriks harus dapat berbentuk solid dan ketiga bahwa matriks harus dapat mendistribusikan beban ke serat. Berarti matriks harus mempunyai ikatan yang baik terhadap serat.

SKL dalam fase padat perlu direkayasa agar memenuhi persyaratan sebagai matriks sehingga dapat membungkus serat secara sempurna. Dua metode berhasil diidentifikasi sebagai solusi masalah ini seperti terlihat pada Gambar 4. Metode pertama adalah merubah SKL menjadi fase cair sehingga dapat membasahi serat dengan sempurna, sedangkan metode kedua adalah merubah bentuk SKL menjadi butiran kecil yang seragam agar terjadi peningkatan permukaan kontak dengan serat. Artikel ini hanya melaporkan metode pertama.



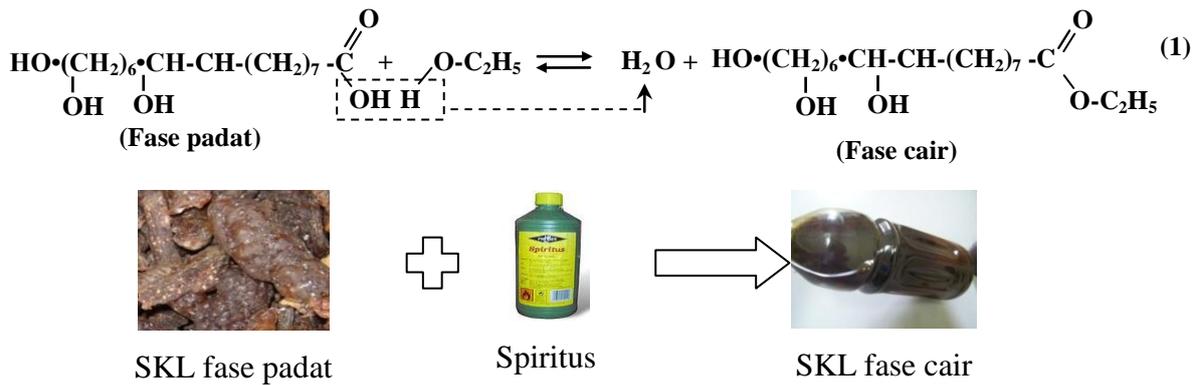
Gambar 4. Identifikasi metode untuk rekayasa SKL menjadi matriks alam

Metode pencairan SKL sebagai solusi pertama mempunyai dua tantangan yaitu bagaimana menemukan **proses pencairan SKL** yang tidak merubah sifat kimianya dan proses pemadatan setelah menjadi matriks. Keberhasilan pembasahan hingga dapat membungkus serat secara sempurna belum memenuhi persyaratan matriks karena tidak bisa menjaga serat pada tempatnya atau masih mudah tercerai berai. Oleh karena itu tantangan kedua yang dihadapi adalah bagaimana cara pemadatan kembali cairan SKL ini agar mampu menjaga serat pada tempatnya dan mempunyai ikatan yang kuat terhadap serat. Keberhasilan menghadapi dua tantangan tersebut, yaitu metode pencairan hingga dapat membasahi serat dengan sempurna dan metode pemadatan setelah serat terbasahi, akan memenuhi syarat sebagai matriks komposit apabila juga didukung oleh ikatan yang kuat terhadap serat sehingga dapat mendistribusikan beban ke serat.

### **Metode Perubahan SKL Fase Padat Menjadi Cair**

Metode untuk merubah SKL dari fase padat menjadi cair dengan mencampurkan spiritus atau ethanol 95% melalui perbandingan berat 1:1 atau 100%. SKL yang tersusun oleh asam aleuretik dalam fase padat ini akan berubah menjadi fase cair bila

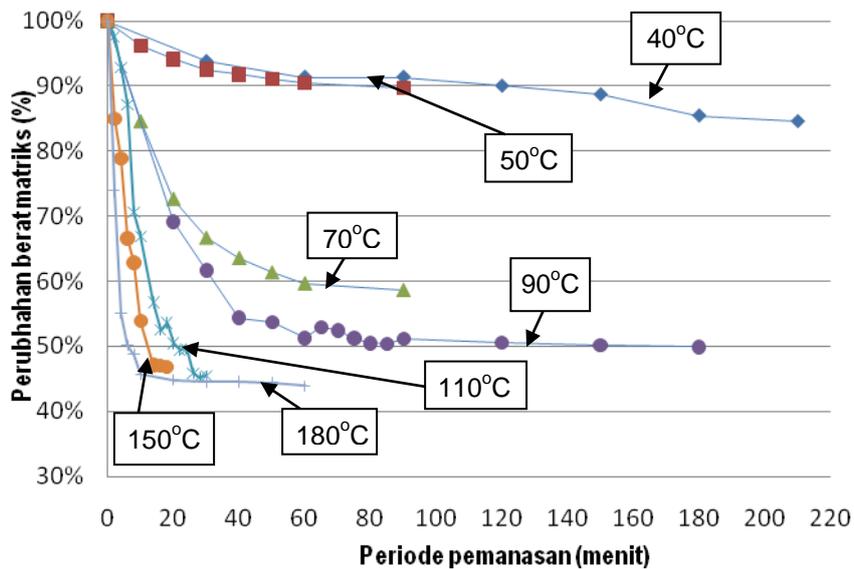
campurkan ethanol. Reaksi ini akan menghasilkan cairan SKL dan air sesuai persamaan (1). Perubahan fase campuran ini secara skematik terlihat pada gambar 5.



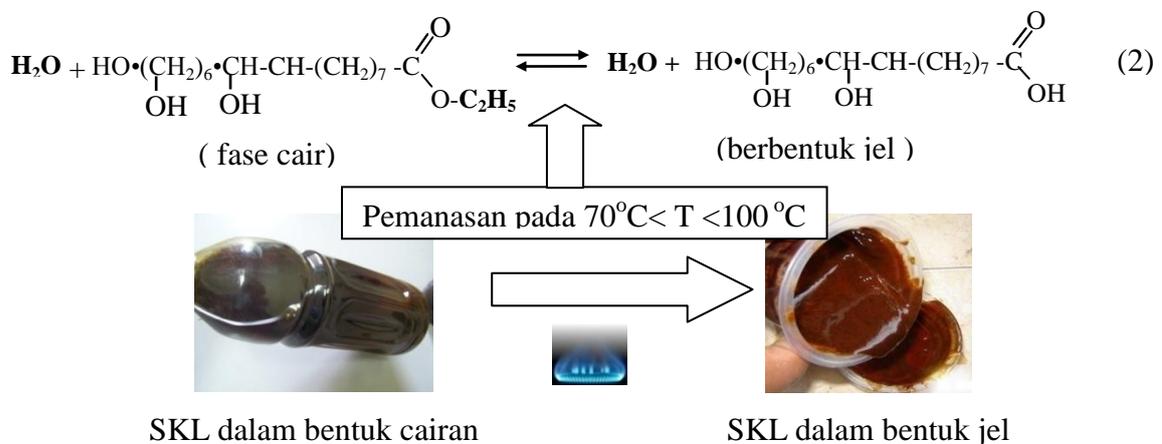
Gambar 5. Skematik pencairan SKL dengan spiritus atau ethaol 95%

#### 4.2.1. Metode Pemadatan Cairan SKL

Pemanasan pada temperatur 40 °C dan 50 °C tidak terjadi perubahan secara signifikan dan bentuk fase matriks tetap cair walaupun dipanaskan hingga lebih dari 3 jam. Hal ini terjadi karena temperatur 40 °C dan 50 °C dibawah temperatur didih ethanol yaitu 70°C, sehingga tidak terjadi penguapan ethanol yang signifikan dan terdeteksi dengan perubahan berat yang relatif kecil seperti terlihat pada Gambar 5. Pemanasan pada temperatur 70 °C dan 90 °C terjadi perubahan bentuk SKL dari fase cair ke jel karena temperatur 70 °C dan 90 °C diatas titik didih ethanol, sehingga dapat menguapkan ethanol melalui persamaan reaksi (2) dan terdeteksi dengan perubahan berat yang signifikan seperti terlihat pada Gambar 6. Tetapi kedua temperatur ini tidak dapat menguapkan air hasil reaksi persamaan (2) sehingga SKL tidak berubah ke fase padat tetapi hanya berbentuk jel seperti terlihat pada Gambar 7. Jadi pemanasan cairan SKL pada temperatur di bawah 100°C belum dapat merubah ke fase padat karena air yang terbentuk dalam reaksi tidak dapat menguap.



Gambar 6. Pengaruh pemanasan terhadap perubahan berat cairan SKL



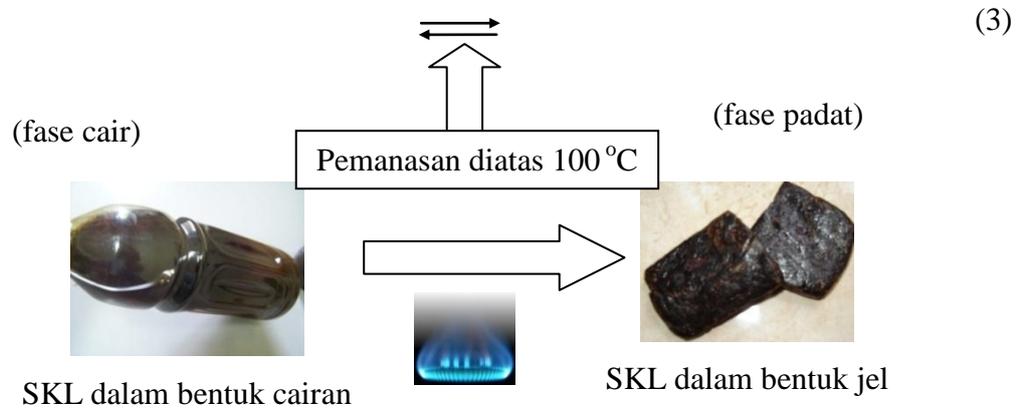
SKL dalam bentuk cairan

SKL dalam bentuk jel

Gambar 7. Skematik perubahan bentuk SKL dari cair ke jel

Pemanasan pada  $110^\circ\text{C}$ ,  $150^\circ\text{C}$  dan  $180^\circ\text{C}$  mampu merubah bentuk fase cair SKL menjadi padat karena di atas temperatur didih air. Reaksi pelarutan spiritus terhadap SKL menyebabkan pelepasan ikatan karbonil dalam gugus fungsi karboksilat sehingga menjadi molekul bebas dengan fase cair dan menghasilkan air. Pemanasan pada temperatur di atas  $100^\circ\text{C}$  akan mengakibatkan penguapan air yang dihasilkan dari reaksi pelarutan tersebut. Penguapan air ini akan mengembalikan gugus karboksilat dalam struktur kimia *aleuretic acid* pada keadaan normal yaitu berbentuk padat seperti terlihat pada Gambar 8. Hal ini dapat diamati dari hasil FTIR antara sampel SKL dan matriks Matlac seperti terlihat pada Gambar 9 yang menunjukkan tidak ada perubahan gugus fungsi dan ikatan kimia. Oleh karena itu, ketiga temperatur ini dapat dijadikan dasar

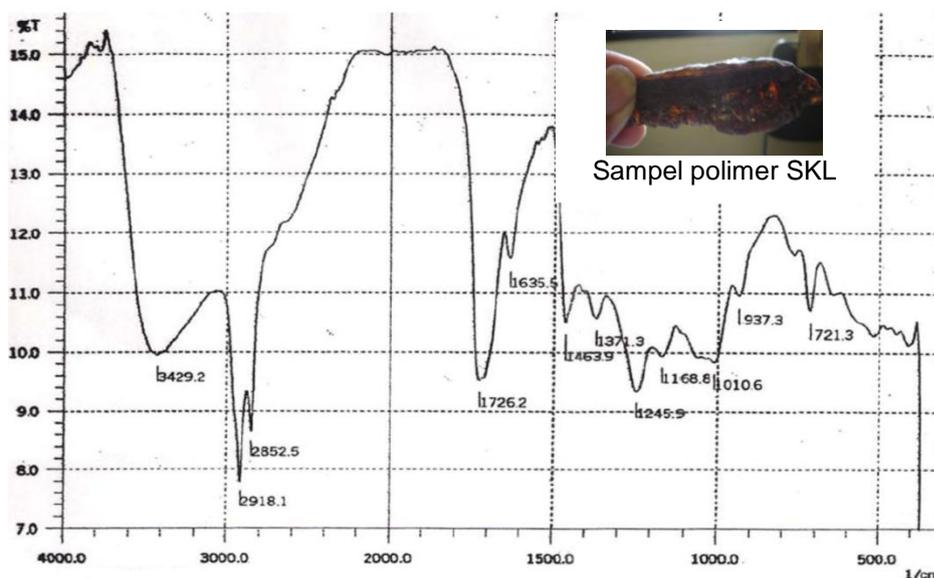
pembuatan biokomposit dan mesin cetaknya. Perubahan matriks alam ke bentuk padatan memerlukan waktu yang berbeda antara ketiga temperatur tersebut. Pada temperatur 110 °C memerlukan waktu 26 menit untuk merubah bentuk matriks alam menjadi padat, sedangkan temperatur 150 °C dan 180 °C masing-masing 16 menit dan 10 menit seperti terlihat pada Gambar 6.

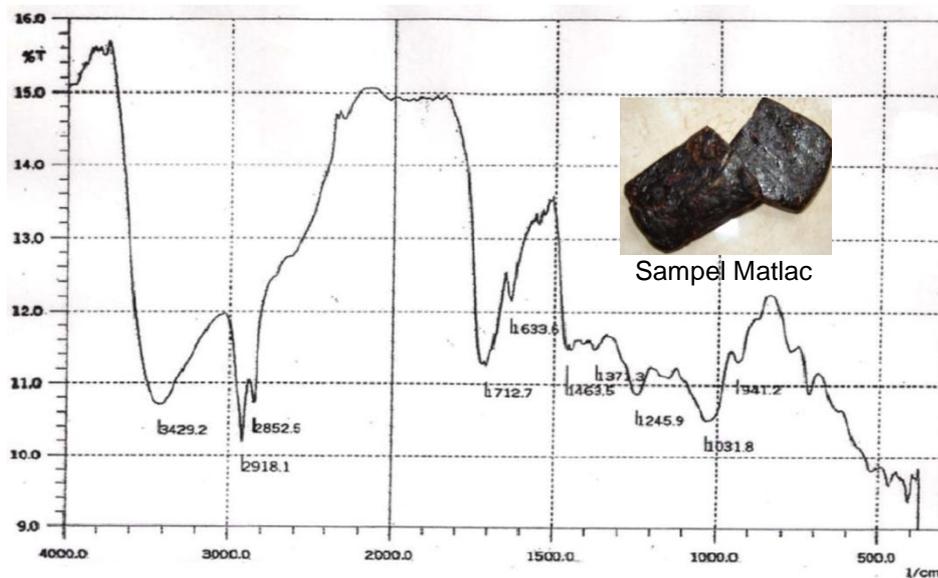


Gambar 8. Skematik perubahan bentuk SKL dari cair ke padat

### Karakterisasi SKL dengan FTIR

Karakterisasi ini digunakan untuk membandingkan struktur kimia antara sampel SKL dan Matlac dengan mempelajari gugus fungsi yang terdeteksi dengan metode FTIR seperti terlihat pada Gambar 9.





Gambar 9. Puncak-puncak serapan berkas *infrared* untuk (a) sampel SKL dan (b) matriks MATLAC

Ikatan atom O-H dalam sampel merupakan gugus fungsi hidroksil dengan rumus (-OH). Ikatan C-H yang muncul pada daerah gelombang  $3100\text{-}2800\text{ cm}^{-1}$  adalah  $2918$  dan  $2852\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan C-H *stretching*, sedangkan ikatan C-H yang terdeteksi pada daerah gelombang  $1480\text{-}1300\text{ cm}^{-1}$  merupakan C-H *bending*. Oleh karena itu, sampel memiliki gugus fungsi methylene dengan rumus (-CH<sub>2</sub>). Hal ini sesuai dengan keterangan yang diungkapkan Derrick (1999) bahwa gugus fungsi methylene mempunyai vibrasi ikatan C-H *stretching* pada daerah gelombang sekitar  $2925$  (*asymmetric*) dan  $2850$  (*symmetric*)  $\text{cm}^{-1}$  serta vibrasi ikatan C-H *bending* pada daerah sekitar  $1465\text{ cm}^{-1}$ . menurut Derrick [9] bahwa ikatan karbonil dengan rumus (C=O) yang bersifat sangat polar akan menghasilkan penyerapan energi pada gelombang  $1850\text{-}1650\text{ cm}^{-1}$ . Sampel ini memiliki ikatan karbonil karena terjadi penyerapan energi pada gelombang  $1726\text{ cm}^{-1}$ . Apabila ini dikaitkan dengan adanya ikatan (C-O) yang terdeteksi dari munculnya serapan berkas pada gelombang  $1300\text{-}900\text{ cm}^{-1}$ , maka sampel ini memiliki gugus fungsi karboksilat dengan rumus RCOOH yang menyusun asam aleuretik dan sesuai dengan Brydson [5] bahwa penyusun utama *shellac* dengan bahan dasar SKL adalah asam aleuretik.

Komparasi gugus fungsi hasil analisis dari FTIR matriks Malac dengan sampel SKL sebagai bahan dasarnya disajikan dalam tabel 1. Hasil FTIR ini menunjukkan kesamaan gugus fungsi antara MATLAC dan sampel SKL. Kedua sampel mempunyai

puncak serapan  $3429\text{ cm}^{-1}$  yang mengindikasikan gugus hidroksil O-H *stretching*,  $2918\text{ cm}^{-1}$  dan  $2852\text{ cm}^{-1}$  mengindikasikan gugus hidrokarbon C-H *stretching*,  $1713\text{ cm}^{-1}$  dan  $1726\text{ cm}^{-1}$  mengindikasikan gugus karbonil C=O *stretching*,  $1633\text{ cm}^{-1}$  dan  $1635\text{ cm}^{-1}$  mengindikasikan rantai karbon C-C *stretching*. Kesamaan ini juga didukung oleh daerah serapan puncak gelombang  $1480\text{-}1300\text{ cm}^{-1}$  dengan nilai yang sama yaitu  $1463$  dan  $1371\text{ cm}^{-1}$ , serta daerah  $1300\text{-}900\text{ cm}^{-1}$  dengan nilai yang sangat mirip yaitu  $1245, 1165, 1031, 941\text{ cm}^{-1}$ . Jadi dapat disimpulkan bahwa metode pencairan yang dipilih untuk membuat matriks alam ini tidak merubah struktur kimia dari bahan dasarnya yaitu polimer SKL. Hal ini juga didukung oleh persamaan reaksi (3) dan Gambar 8 yang menunjukkan bahwa penguapan ethanol dan air akan menyebabkan SKL ke bentuk semula yaitu fase padat.

Tabel 1. Identifikasi puncak-puncak serapan *infrared* dari matriks Matlac dan SKL

Gelombang puncak serapan sampel ( $\text{cm}^{-1}$ )		Range gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	Ikatan atom	Jenis berkas
	MATLAC		SKL	
3429		3600-3200	O-H	<i>Stretching band</i>
2918 dan 2852	2918 dan 2852	3100-2800	C-H	<i>Stretching bands</i>
1713	1726	1740-1640	C=O	<i>Stretching band</i>
1633	1635	1650-1600	C-C	<i>Stretching band</i>
1463 dan 1371	1463 dan 1371	1480-1300	C-H	<i>Bending bands</i>
1245, 1165, 1031, 941	1245, 1168, 1010, 937	1300-900	C-O	<i>Stretching bands</i>

### Pembuatan Biokomposit dari Matlac dengan Reinforcement Serat Rami

Berdasarkan analisis data metode pencairan dan pemadatan SKL, maka dapat dirumuskan langkah-langkah pembuatan biokomposit dari matriks Matlac dengan penguat serat alam sebagai berikut:

- 1). Matriks alam Matlac dilaburkan dalam permukaan anyaman serat rami hingga merata, kemudian dimasukkan kedalam cetakan  $200 \times 200 \times 15\text{ mm}^3$ . Hal yang sama dilakukan untuk lamina kedua hingga ke tiga dengan arah 0/90/0
- 2). Cetakan ditutup dan dipanaskan pada temperatur  $180^\circ\text{C}$
- 3). Setelah 15 menit, cetakan biokomposit ditekan pada 40 MPa dengan mesin cetak dan didinginkan pada temperatur kamar ( $\pm 30^\circ\text{C}$ ).

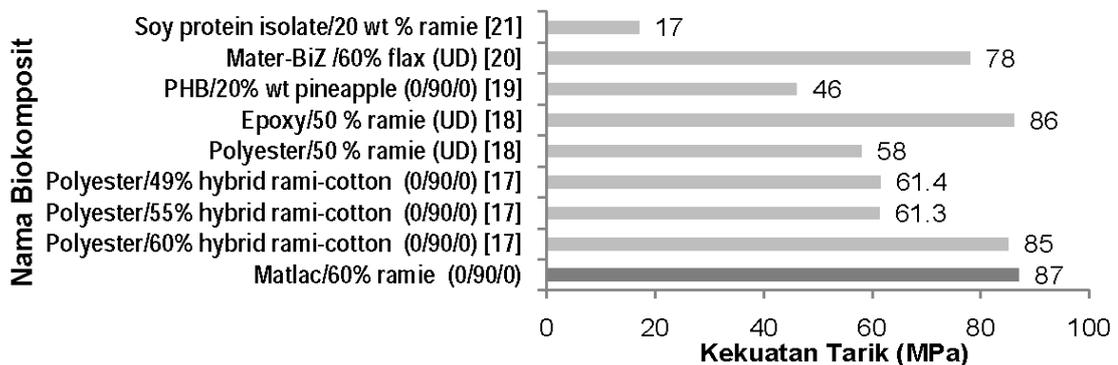
4). Setelah 6 jam, cetakan dibuka dan biokomposit diambil dari cetakan.

Formula pembuatan biokomposit dari matriks Matlac dengan penguat serat rami dapat dibuktikan dengan produk panel biokomposit datar dan lengkung seperti terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Biokomposit dari matriks Matlac dengan *reinforcement* serat rami

Komparasi terhadap biokomposit sejenis bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan dari biokomposit yang dibuat dari Matlac dengan penguat serat rami. Hasil komparasi menunjukkan bahwa biokomposit Matlac 60 % *plain weave* 0/90/0 memiliki kekuatan tarik  $87 \pm 6,9$  MPa yang relatif sama dengan biokomposit sejenis yaitu 46-86 MPa seperti terlihat pada Gambar 11. Oleh karena itu Matlac mempunyai tingkat kelayakan yang cukup baik bila digunakan sebagai matriks untuk membuat biokomposit, tetapi pengembangan dan modifikasi lebih lanjut masih diperlukan agar menghasilkan biokomposit yang optimal.

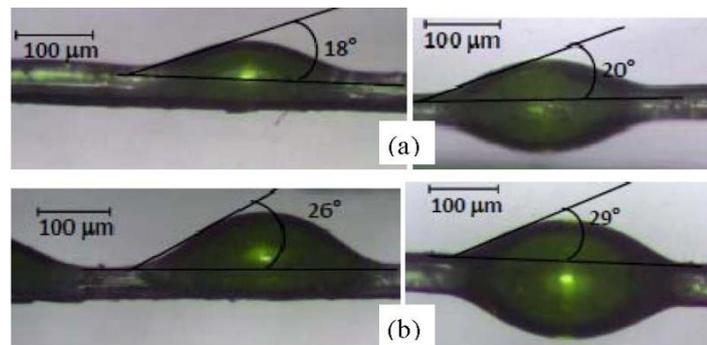


Gambar 11. Komparasi beberapa biokomposit

### Pengukuran *Wettability*

Menurut Vick [11] bahwa *Wettability* merupakan kondisi suatu permukaan yang menentukan kecepatan cairan akan membasahi dan menyebar pada permukaan itu, atau terusir dan tidak menyebar ke permukaan. *Wettability* antara serat rami dengan matriks

alam dipelajari dengan pengukuran sudut kontak antara keduanya. Semakin kecil sudut kontak berarti *Wettability* semakin tinggi karena matriks sebagai media adesif mempunyai kemampuan untuk mengatur pembasahan secara optimal pada permukaan substrat. Menurut Franco dan González [12] bahwa pembasahan baik akan terjadi apabila energi permukaan benda yang dibasahi lebih rendah dari cairan. Menurut Dorn [13], sudut kontak optimal adalah kurang dari  $30^\circ$ . Perilaku matriks pada serat akan menyebar bila sudut kontak  $0^\circ$ , baik bila kurang dari  $90^\circ$ , rendah bila sama dengan  $90^\circ$  dan tidak mampu membasahi bila  $180^\circ$ .



Gambar 12. Sudut kontak antara matriks alam dan serat rami

Pengukuran sudut kontak ( $\theta$ ) seperti terlihat pada Gambar 12 menunjukkan hasil bahwa 90% sudut kontak bernilai  $20^\circ < \theta \leq 30^\circ$  dan 10% bernilai  $10^\circ < \theta \leq 20^\circ$  dan tidak ditemukan sudut kontak dibawah  $10^\circ$ . Hal yang sama juga terjadi antara rami-epoksi dan rami-polipropilen yang tidak ditemukan sudut kontak dibawah  $10^\circ$  tetapi antara  $20^\circ$  hingga  $55^\circ$  [14]. Apabila dibandingkan dengan rami-epoksi dan rami-polipropilen, sudut kontak rami-matlac memiliki nilai relatif lebih kecil yaitu antara  $20^\circ$ - $30^\circ$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa terjadi pembasahan yang sempurna antara matriks Matlac dengan serat rami dan hal ini mengindikasikan kekuatan adesi yang baik.

## KESIMPULAN

Sekresi kutu lak (SKL) dapat direkayasa menjadi matriks alam (Matlac) untuk biokomposit. Spiritus berfungsi sebagai “alat transport” untuk mencapai persyaratan matriks komposit yaitu dengan membantu pencairan SKL sehingga dapat membungkus serat dengan sempurna dan daya adesi baik dengan indikator sudut kontak matlac-rami  $30^\circ$ . Kekuatan tarik biokomposit yang diperkuat 60% anyaman serat rami 0/90/0 adalah 87 MPa yang setara dengan biokomposit sejenis. Jadi matriks Matlac ini mempunyai potensi menjadi biokomposit dengan bahan dasar 100% natural atau “*green composite*”

## ACKNOWLEDGEMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DP2M DIKTI, Perhutani Unit II Indonesia untuk penyediaan sekresi kutu lak, PT. Madukismo, Yogyakarta Indonesia untuk penyediaan spiritus. Dan terima kasih juga kami sampaikan kepada ibu Hj Mien Aminah Musaddad, Garut, Jawa Barat atas penyediaan serat rami untuk penelitian.

## REFERENCES

1. Mohanty, A.K.; Misra, M.; Dzal, L.T.; Selke, S.E.; Harte, B.R. and Hinrichsen, G. (2005). *Natural Fibers, Biopolymers, and biocomposite: An Introduction. Natural Fibers, Biopolymers And Biocomposite*, CRC Press, Taylor and Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway NW, 300 suite 300 Boca Raton.
2. Mueller, D.H., Krobjilowski, A. 2003. *New Discovery in the Properties of Composites Reinforced with Natural Fibers*. JOURNAL OF INDUSTRIAL TEXTILES, Vol. 33, No. 2 October 2003 1111528-0837/03/02 0111-20 \$10.00/0 DOI: 10.1177/152808303039248 Sage Publications.
3. Sharma, K. K., Jaiswal, A. K., and Kumar, K. K. 2006. *Role of lac culture in biodiversity conservation: issues at stake and conservation strategy*. Review article, CURRENT SCIENCE, 894 VOL. 91, NO. 7, 10 OCTOBER 2006. Pp. 894-898.
4. Singh, R. 2006. *Applied Zoology Lac Culture*. National Science Digital Library at NISCAIR, India. Httppsdl. Niscair.res.inbitstream 1234567891 access date 12/21/2006 4:07:18.
5. Brydason, J.A. 2003. *Miscellaneous Plastics Materials*. Chapter 30 in Plastic Materials, Brydason, J.A., Seventh Edition, Butterworth-Heinemann Publisher, Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, 225 Wildwood Avenue, Wobum, MA 01801-2041 A division of Reed Educational and Professional Publishing Ltd, pp. 853-873.
6. Schwartz, M.M. 1984. *Composite Materials Handbook*, McGraw-Hill Book Company, New York, USA.
7. Feldman, D. 1989. *Polymeric Building Materials*, Published: Routledge; 1<sup>st</sup> edition, Taylor & Francis Group.
8. Vasiliev, V.V, Morozov, E.V. 2001. *Mechanic and Analysis of Composite Materials*, Elsevier Science Ltd, Langford Lane, Oxford OX5 1GB, UK
9. Derrick, M.R., Stulik, D., James, M. 1999. *Scientific Tools for Conservation. Infrared Spectroscopy in Conservation Science*. J. Paul Getty Trust All rights reserved, ISBN 0-89236-469-6. The Getty Conservation Institute, LA, USA.
10. ASTM D 638. 2003. *Standart Test Methode for Tensile Properties of Plastic. American Sositety for Testing Materials*, Philadelphia, PA, USA.
11. Vick, C.B. 1999. *Adhesive Bonding of Wood Materials*, Wood Handbooks-Wood as Engineering matrials, Forest Product laboratory, Madison, ch.9, pp.9.1-9.24.
12. Franco, P.J.H., and González. A.V. 2005. *Fiber-Matrix Adhesion in Natural Fiber Composites, Natural Fibers, Biopolymers And Biocomposite Book*, CRC Press, Taylor and Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway NW, 300 suite 300 Boca Raton
13. Dorn, L. 1994. *Adhesive Bonding-Terms and Definitions*, TALAT Lecture 4701, European Aluminium Association, Berlin

14. Marsyahyo, E. 2009. *Perlakuan Permukaan Serat Rami (Boehmeria nivea) dan Kompatibilitas Serat–Matrik pada Komposit Matrik Polimer*. Disertasi program Doktor, Pascasarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
17. C.Z. Paiva Ju'nior, L.H. de Carvalho, V.M. Fonseca, S.N. Monteiro, J.R.M. d'Almeida. 2004. *Analysis of the tensile strength of polyester/hybrid ramie-cotton fabric composites*. Polymer Testing (23), pp. 131–135.
18. Luo, S. and Netravali, A.N. 1999. *Interfacial and mechanical properties of environment friendly 'green' composites made from pineapple fibers and poly(hydroxybutyratecovalerate) resin*. J. Mater. Sci., 34 (15), 3709–19.
19. Marsyahyo, E., Soekrisno, R., Heru, S.B.R., Jamasri, Sutapa, G., 2005. *Preliminary Study of The Tensile Porperties Tropical Plant Fiber Reinforced-Termoseting Composites: Part I*. The 8th International Conferences on Quality in Research, Indonesia University, Depok Indonesia
20. Luo, S. and Netravali, A.N. 1999. *Interfacial and mechanical properties of environment friendly 'green' composites made from pineapple fibers and poly(hydroxybutyratecovalerate) resin*. J. Mater. Sci., 34 (15), 3709–19.
21. Romhány, G., Karger-Kocsis, J., Czigány, T. 2003. *Tensile fracture and failure behavior of thermoplastic starch with unidirectional and cross-ply flax fiber reinforcements*. Macromol Mater Eng, 288(9):699-707

**STUDI REKAYASA TEKNOLOGI BETON *ORASA*  
(*O-RING ARTIFICIAL STONE AGGREGATE*)  
PADA MODE *EOP***

**Ir. Setijadi Harianto MN., M.T.**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik,  
Universitas Janabadra, Yogyakarta  
E-mail: hari\_setiadi@yahoo.com; HP: 08156860099

**ABSTRAK**

Sejumlah embrio penelitian “beton substitusi agregat” telah banyak digelar, diantaranya beton AKB, beton SPG, beton *Slags*, beton *ALWA*, dan lain sebagainya. Juga diteliti beton *ORASA* yaitu “beton substitusi agregat buatan”, menggunakan modul *OR* pada mode *EOP* atau mode *OOP*. Penelitian ini adalah rekayasa teknologi beton *ORASA* dimana beton *ORAS*Anya terdiri dari *duo grade LoG*, disebut beton *ORASA LoG–2G* atau disebut juga sebagai beton *ORASA LoG 205+259*.

Penelitian dilakukan dengan cara eksperimental dengan pengujian pada sejumlah beton normal dan beton *ORASA* grade 205 kombo grade 259. Dibuat satu kelompok benda uji beton normal dan 4 kelompok lainnya dibuat dengan teknologi rekayasa beton *ORASA* masing-masing dengan RPA-0,4.V; RPA-0,6.V; RPA-0,8.V dan RPA-1,0.V. Rasio dua fraksi butir yang digunakan adalah RFAB = 1:2,33 sedangkan modul *OR* yang dipilih adalah *OR 205* dan *OR 259*.

Dari hasil penelitian diketahui bahwa kuat tekan beton *ORASA LoG–2G* lebih baik dari pada beton *ORASA LoG 205* yang dilaporkan sebelumnya. Beton *ORASA LoG 205+259* tersebut dinyatakan masuk kelompok beton normal, dan termasuk pada kelompok beton semi ringan. Dengan hasil tersebut disimpulkan bahwa teknologi rekayasa yang diusulkan cukup baik dan dapat digunakan.

**Kata kunci:** *ORASA LoG, ORASA LoG–2G, mode EOP, mode OOP*

**A. PENDAHULUAN**

Dalam laporan penelitian tugas akhirnya, Khanapi pada tahun 2002 menyatakan perlunya peningkatan penggunaan material lokal dan pemanfaatan bahan bekas atau limbah, sebagai bahan dasar atau bahan struktur guna memperoleh penghematan biaya (Khanapi, 2002).

Dalam konteks pembangunan gedung beton, maka usulan Khanapi tersebut muncul menjadi usulan untuk memperoleh atau membuat suatu beton dengan memanfaatkan material lokal atau limbah industri, bahkan menggunakan bahan bekas sekalipun. Dalam teknologi bangunan beton, suatu rekayasa untuk memperoleh beton dengan barang

bekas, limbah, atau material lokal seperti diusulkan Khanapi tersebut dikenal sebagai rekayasa teknologi beton substitusi.

Pada daerah-daerah langka agregat alami beton, upaya-upaya memperoleh dan atau membuat beton substitusi sebagaimana diusulkan Khanapi tersebut di atas perlu digalakkan. Upaya-upaya tersebut meliputi pembuatan beton substitusi, termasuk inovasi pembuatan beton substitusi yang belum populer atau bahkan merupakan suatu hal yang baru. Beton substitusi yang pernah dibuat antara lain adalah: beton *ALWA*, beton *slag*, beton *AKB* (agregat kasar buatan), beton *SPG* (substitusi pecahan genteng), beton *ORASA* (*O-Ring Artificial Stone Aggregate*), beton *pumice* (*red pyroclastic rock*), beton *zeolit* dan beton *voided cell*.

*ORASA* adalah agregat batu buatan berbasis modul *OR*. Beton substitusi *ORASA* merupakan beton dimana agregatnya sebagian atau seluruhnya digantikan dengan agregat *ORASA*. Pada modul *OR* terdapat *dimensi* dan *syarat* khusus. Ke dalam lubang cincin dimasukkan ‘bahan dapat keras’ atau disebut *ASF* (*Artificial Stone Filler*).

Beton substitusi *ORASA LoG 205* (Subagiyo, 2010) termasuk dalam kelompok beton normal dan dapat digunakan sebagai beton struktural. Hasil penelitian Pringgodigdo (2010) juga menunjukkan bahwa beton *ORASA HiG BM* masuk dalam kelompok beton normal dan beton struktural. Demikian pula hasil penelitian Ariyanto (2010), menunjukkan hal yang sama.

Riset perbaikan kepadatan beton, menggunakan multi-fraksi agregat dilakukan untuk memendekkan garis-<sup>2</sup> retakan sehingga terjadi peningkatan kuat tekan betonnya. Pada rekayasa teknologi beton ini diharapkan akan terjadi penurunan berat satuan beton karena penggunaan modul *OR*. Multi-fraksi agregat yang dalam hal ini diwakili *duo grade materials* diperoleh dari *duo grade* modul *OR* yang direkayasa menjadi *duo grade ORASA* (Harianto, 2007; Harianto dkk, 2008; Harianto dkk, 2009; Harianto dkk, 2010). Jadi modul *OR Duo Grade* adalah modul *OR* dengan 2 macam ukuran gradasi (Harianto, 2007). Dengan demikian maka beton *ORASA LoG Class Duo Grade* adalah beton yang dibuat melalui rekayasa teknologi beton substitusi agregat buatan, memiliki dua macam gradasi yang terpilih dan berasal dari klas *LoG* (Harianto dkk, 2010).

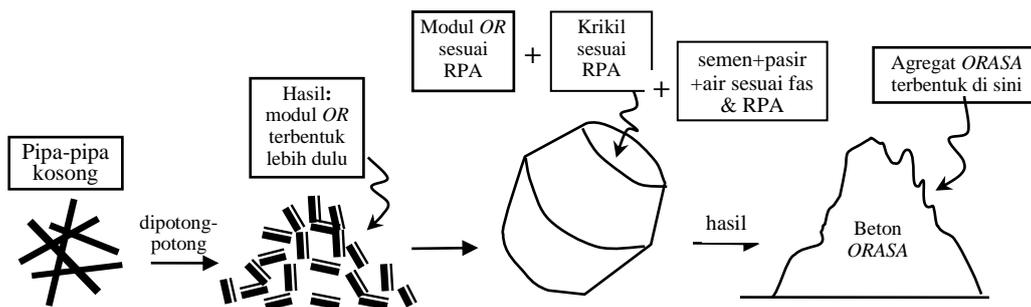
## **B. Modul *OR*, *ASF*, Mode *EOP* dan *OOP*, *LoG-HiG Class*,**

Modul *OR* adalah obyek berbentuk cincin dengan *dimensi* dan *syarat* khusus. Ke

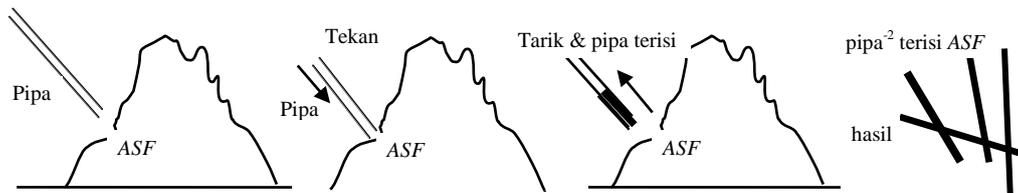
dalam lubang cincin diisikan bahan *ASF* atau ‘bahan dapat keras’ lainnya. Apabila modul *OR* terisi dengan *ASF*, maka terbentuklah agregat *ORASA*. Sejauh ini terdapat dua macam teknologi pengisian modul *OR* yang disebut Mode (Harianto, 2007), yaitu:

- 1). Mode *EOP*, ialah metoda dan prosedur pengisian modul *OR* dimana modul *OR* terbentuk lebih dulu dari pada terbentuknya agregat *ORASA*.
- 2). Mode *OOP*, ialah metoda dan prosedur pengisian modul *OR* dimana modul *OR* terbentuk bersamaan dengan terbentuknya agregat *ORASA*.

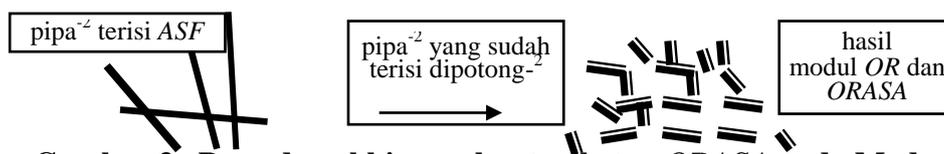
Prosedur dan perbedaan antara Mode *EOP* dan Mode *OOP*, ditunjukkan pada Gambar 1. dan Gambar 2. serta Gambar 3. berikut ini.



**Gambar 1. Prosedur pembuatan Beton *ORASA* pada Mode *EOP***



**Gambar 2. Prosedur awal pembuatan beton *ORASA* pada Mode *OOP***



**Gambar 3. Prosedur akhir pembuatan beton *ORASA* pada Mode *OOP***

Selain tentang pengisian lubang cincin, modul *OR* memiliki 2 macam klas (Harianto, 2010) yaitu:

- 1). Klas *LoGrade (LowGrade Class)* atau ditulis klas *LoG*

Yaitu modul *OR* yang dimensinya memenuhi kriteria sebagai berikut.

- a).  $3 \text{ mm} \leq d < 10 \text{ mm}$
- b).  $3 \text{ mm} \leq \ell \leq 35 \text{ mm}$
- c).  $0,30 \leq \ell/d \leq 12$
- d).  $t > 0,05 \text{ mm}$

- 2). Klas *HiGrade (HighGrade Class)* atau ditulis klas *HiG*

Yaitu modul *OR* yang dimensinya memenuhi kriteria sebagai berikut.

- a).  $10 \text{ mm} \leq d < 35 \text{ mm}$
- b).  $10 \text{ mm} \leq \ell \leq 40 \text{ mm}$
- c).  $0,30 \leq \ell/d \leq 4$
- d).  $t > 0,05 \text{ mm}$

$d$ ,  $\ell$  dan  $t$  masing<sup>-2</sup> adalah diameter, tinggi dan tebal dari modul *O-Ring*

### C. TiAB, BF dan RFAB

Dalam konteks Beton Substitusi *ORASA*, terdapat modul *OR* yang terdiri dari 2 tipe yaitu tipe *LoG* dan tipe *HiG*. Untuk memanggil atau menyatakan tipe yang dipilih maka digunakan notasi TiAB. Dalam hal ini  $TiAB = LoG$  atau  $TiAB = HiG$ .

BF adalah jumlah fraksi agregat buatan pada campuran beton yang ditinjau. Jjika digunakan *OR LoG 205* dan *OR LoG 259*, maka dapat dinyatakan  $BF = 2$ .

RFAB adalah Rasio Fraksi Agregat Buatan, yang didefinisikan sebagai rasio fraksi agregat buatan butir kecil dibanding fraksi agregat buatan butir lebih besar. Sebagai contoh: suatu jumlah agregat kasar akan di-rupakan agregat fraksi butir kecil dan fraksi butir lebih besar, maka dapat dikatakan  $RFAB = (\text{jumlah fraksi butir kecil}) : (\text{jumlah fraksi butir lebih besar})$ .

### D. PCA dan RPA

Perbandingan Campuran Adukan atau ditulis PCA, adalah perbandingan jumlah masing-masing komponen dalam suatu adukan dinyatakan dalam berat atau volume (Harianto, 2007).

Rasio Penggantian Agregat atau ditulis RPA adalah rasio jumlah agregat (kasar) pengganti terhadap jumlah total agregat kasar (Harianto, 2007).

Terdapat dua macam RPA yaitu:

- 1). RPA berbasis berat, ialah rasio jumlah berat agregat pengganti terhadap jumlah

berat total agregat kasar. Untuk menyatakan RPA berbasis berat, digunakan notasi RPA-x.G. Notasi G adalah jumlah berat total agregat kasar, sedangkan x adalah rasio jumlah berat dari agregat pengganti terhadap jumlah berat total agregat kasar.

- 2). RPA berbasis volume, ialah rasio jumlah volume agregat pengganti terhadap jumlah volume total agregat kasar. Untuk menyatakan RPA berbasis volume, digunakan notasi RPA-p.V. Adapun notasi V adalah jumlah volume total agregat kasar, sedangkan notasi p adalah rasio volume agregat pengganti terhadap volume total agregat kasar.

### **E. Klasifikasi Beton Ditinjau dari Berat Satuan dan Kuat Tekan**

Beton dapat diklasifikasi sebagai beton struktural atau beton non struktural. Selain itu terdapat klasifikasi beton berdasarkan kebutuhan pemakaiannya, yang ditolak dari kuat tekan betonnya. Menurut Neville dalam Adinor (2003), klasifikasi beton tersebut adalah sebagai berikut.

- 1). Beton Sederhana, dengan kuat tekan kurang dari 10 MPa.
- 2). Beton Normal, dengan kuat tekan 10 MPa sampai 30 MPa.
- 3). Beton Prategang, dengan kuat tekan 30 MPa sampai 40 MPa.
- 4). Beton Mutu Tinggi, dengan kuat tekan 40 MPa sampai dengan 80 MPa.
- 5). Beton Mutu Sangat Tinggi, dengan kuat tekan > 80 MPa

Beton normal tidak hanya dilihat dari penggunaan agregat normal, tetapi juga harus dilihat berat satuan betonnya dari kelas berikut ini.

- 1). Beton Normal ialah beton dengan BS = 2160–2560 kg/m<sup>3</sup> (Imran, 2003),
- 2). Beton Semi Ringan dengan BS = 1840–2160 kg/m<sup>3</sup> (Harianto, 2007),
- 3). Beton Ringan ialah beton dengan BS = 1360–1840 kg/m<sup>3</sup> (Imran, 2003)

### **F. Ringkasan Status dan Parameter Penelitian**

Untuk memudahkan pembaca memperoleh gambaran tentang penelitian yang dilakukan, maka berikut ini disajikan Ringkasan Status dan Parameter Penelitian.

- 1). Nama Beton Percobaan = Beton *ORASA LoG-2G*
- 2). KB-SKB = Beton Substitusi – Agregat Buatan
- 3). Jenis Agregat Buatan = *ORASA*; Mode yang dipakai = *EOP*

- 4). PCA yang digunakan = 1(pc)-1,3(psr)-2,3(ag-ksr)-0,5(air)
- 5). RPA yang digunakan = RPA-0,4.V; RPA-0,6.V; RPA-0,8.V; RPA-1,0.V
- 6). TiAB = *LoG*; BF = 2; . RFAB = 1 : 2,33
- 7). Komponen Agregat Kasar (tinggi modul, diameter modul) :  
*LoG* 205 [h = 20 mm; d = 5 mm] dan *LoG* 259 [h = 25 mm; d = 9 mm]

## G. Rekayasa Teknologi Beton *ORASA*

Adapun Rekayasa Teknologi Beton *ORASA* seperti yang diusulkan dalam penelitian ini meliputi (Harianto, 2007; Harianto dkk, 2010):

- 1). keputusan menggunakan modul *OR*, memilih klas *ORASA*; TiAB, & BF,
- 2). keputusan memilih RFAB; bahan, tinggi, diameter; tebal dari modul *OR*,
- 3). keputusan memilih mode *OOP* atau *EOP*,
- 4). pengambilan nilai PCA, dan RPA-x.G ataukah RPA-p.V, dan hitungan<sup>-2</sup>
- 5). realisasi pengadukan masinal, perawatan benda uji dan menerima hasil.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian meliputi 5 kelompok beton coba, yaitu 1 kelompok beton normal dan 4 kelompok lainnya dengan RFAB = 1:2,33. masing<sup>-2</sup> adalah beton *ORASA* RPA-0,4.V; *ORASA* RPA-0,6.V; *ORASA* RPA-0,8.V; dan *ORASA* RPA-1,0.V .

Dengan mengetahui BSS (*ORASA*) dan BS (krikil), maka berdasar RPA dan PCA, dapat dihitung proporsi masing<sup>-2</sup> elemen beton *ORASA*. Hasil hitungan kemudian dikoreksi karena sejumlah bahan mengisi lubang modul *OR* dan disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Komponen-komponen adukan beton setelah dikoreksi**

No .	Nama beton percobaan	Komponen-komponen beton (gram)					Kode benda uji	Jumlah BU (bj)	
		semen	pasir	krikil	<i>LoG</i> 205	<i>LoG</i> 259			Air (ml)
1	B. NORMAL	2800	3640	6440	—	—	1400	BN <sub>1-3</sub>	3
2	B. <i>ORASA</i> RPA-0,4.V	2878	3742	3864,1 6	350,07	815,66	1439	BL <sub>04V</sub> <sub>1-5</sub>	5
3	B. <i>ORASA</i> RPA-0,6.V	2918	3793	2575,9 2	525,16	1223,63	1459	BL <sub>06V</sub> <sub>1-5</sub>	5
4	B. <i>ORASA</i> RPA-0,8.V	2956	3843	1287,9 6	700,22	1631,50	1478	BL <sub>08V</sub> <sub>1-5</sub>	5
5	B. <i>ORASA</i> RPA-1,0.V	2995	3895	0	875,27	2039,38	1498	BL <sub>10V</sub> <sub>1-5</sub>	5
TOTAL JUMLAH BENDA UJI									23

Catatan:  
beton *LoG*

BU = benda uji  
bj = biji

B = beton

BL =

## B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1). Semen *PC* tipe I merk Gresik, Air, dan Pasir Kali Progo,
- 2). Krikil Clereng Ø 5 – 40 mm, Modul *OR LoG* 205, Modul *OR LoG* 259,

Adapun peralatan penelitian yang digunakan berupa:

- 1). Alat-alat pemeriksaan agregat, berupa saringan agregat, timbangan, piknometer, oven, gelas ukur, mesin *Los Angeles* dan alat bantu lainnya.
- 2). Alat pembuatan dan perawatan beton berupa mesin aduk beton, kerucut *Abram's*, cetakan beton, serta alat-alat pertukangan, bak rendam.
- 3). Mesin pembuat modul *OR* dan alat-alat pendukungnya,
- 4). Mesin uji kuat tekan beton dan alat penunjang lainnya

## C. Analisis Hasil

Setelah diperoleh data, maka data dianalisis dengan rumus berikut ini.

### 1. Analisis Kuat Tekan (KT) dan Berat Satuan (BS) beton

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad \text{dengan:} \quad f_c' = \text{Kuat Tekan}$$

(MPa);  $P = \text{beban maks(N)}$ ;

$$\text{tekan (mm}^2\text{)} \quad B = \text{berat BU (N);} \quad A = \text{luas bidang}$$
$$BS = \frac{B}{V} \quad \text{BS} = \text{berat}$$

satuan (kg/m<sup>3</sup>);  $V = \text{volume BU beton (mm}^3\text{)},$

### 2. Berat Satuan Spesifik (BSS) *ORASA* dengan *RFAB* = 1: 2,33

*BSS* adalah Berat Satuan Spesifik pada suatu *RFAB* tertentu.

$$\text{RFAB} = 1:2,33 \quad \text{Fraksi 1} = \text{OR LoG 205} \quad \text{Fraksi 2} = \text{OR LoG 259}$$

$$\text{BSS campuran} = \frac{BA_1 + BA_2}{VW} = \frac{BA_1 + BA_2}{VW_1 + VW_2}$$

$$BA_1 + BA_2 = \text{berat fraksi 1 saja pada volume } VW_1 + \text{berat fraksi 2 saja pada } VW_2$$
$$= \text{berat fraksi campuran 1:2,33 pada volume } VW$$

VW = volume wadah fraksi campuran = volume wadah fraksi 1+  
volume wadah fraksi 2



Gambar 4. Wadah I dan II dengan dimensi masing-masing

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pemeriksaan dan Hitungan BSS (Berat Satuan Spesifik)

Pada mode *EOP*, modul *OR* terbentuk pada awal sedangkan *ORASA* terbentuk bercampur dengan adukan yang sedang berproses mengeras. Jadi tidak diperoleh *ORASA*. Oleh sebab itu dilakukan pembuatan *ORASA* dengan mode *OOP* khusus untuk pengukuran BSS. Sedangkan untuk modul *OR LoG 205* tidak dapat dilakukan pembuatan *ORASA LoG 205* pada mode *OOP*, Jadi dianggap BSS untuk *ORASA LoG 205* sama dengan BSS modul *OR*-nya.

$$\begin{aligned} VW_1 &= 10 \times 30 \times 20 && = 6000 \text{ cm}^3 \\ \text{Berat modul } OR \text{ LoG 205 saja} &= BA_1 = 1530 \text{ gram} \\ VW_2 &= 23,3 \times 30 \times 20 && = 13980 \text{ cm}^3 \\ \text{Berat } ORASA \text{ LoG 259 saja} &= BA_2 = 23691 \text{ gram} \\ \text{Maka BSS campuran} &= \frac{BA_1 + BA_2}{VW_1 + VW_2} = \frac{1530 + 23691}{6000 + 13980} = 1,2623 \end{aligned}$$

#### B. Hitungan Berat Adukan Beton SNI T-15-1990-03

Hasil Perencanaan berdasar SNI T-15-1990-03 ini digunakan sebagai dasar berpijak yakni menggunakan berat yang diperoleh untuk menghitung PCA adukan dalam penelitian berikut koreksi PCA-nya.

Dari hitungan cara SNI T-15-1990-03 diperoleh campuran untuk setiap  $\text{m}^3$ :

- 1). Semen *Portland* =  $420 \text{ kg/m}^3$
- 2). Pasir =  $680,2 \text{ kg/m}^3$
- 3). Krikil =  $1109,8 \text{ kg/m}^3$
- 4). Air seluruhnya =  $210 \text{ kg/m}^3$

$$\text{Volume Silinder : } \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t = \frac{1}{4} \pi \times 15^2 \times 30 = 5298,75 \text{ cm}^3 = 5,29875 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Kebutuhan semen, pasir, kerikil dan air pada setiap 1 BU berdasar PCA menggunakan SNI T-15-1990-03:

- 1). Semen :  $420 \times 5,29875 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 2,225 \text{ kg}$
- 2). Pasir :  $680,2 \times 5,29875 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 3,604 \text{ kg}$

$$3). \quad \text{Krikil} \quad : 1109,8 \times 5,29875 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \quad = 5,880 \text{ kg}$$

$$\text{Berat 1 BU tanpa air} = 1) + 2) + 3) = 2,225 + 3,604 + 5,880 = 11,709 \text{ kg.}$$

### C. Hitungan Komponen Beton Substitusi *ORASA*

Digunakan PCA (PCA BN) = 1(pc): 1,3(psr): 2,3(krikil dan atau *ORASA*): 0,5(air)

$$\text{Total bagian tanpa air} = 1(\text{bg pc}) + 1,3(\text{bg psr}) + 2,3(\text{bg krkl}) = 4,6 (\text{bg}).$$

Faktor koreksi kehilangan (saat

$$= 1,10$$

proses pembuatan beton)

$$\text{Berat 1 BU tanpa air} = 1) + 2) + 3) = 2,225 + 3,604 + 5,880 = 11,709 \text{ kg.}$$

$$\text{Satuan rasio campuran} = 1,10 \times$$

$$(11,709 / 4,6)$$

$$= 2,8$$

Jadi kebutuhan semen, pasir, kerikil dan air pada setiap 1 BU berdasar PCA BN adalah sebagai berikut.

$$1). \text{ semen} = 1 \times 2,8 = 2,8 \text{ kg} \quad 2).$$

$$\text{Pasir} = 1,3 \times 2,8 = 3,64 \text{ kg}$$

$$3). \text{ Krikil} = 2,3 \times 2,8 = 6,44 \text{ kg} \quad 4). \text{ Air} = 0,5 \times 2,8 = 1,4$$

kg

Untuk beton substitusi *ORASA*, maka sebagian krikil diganti dengan *ORASA* menurut PCA RPA-p.V. (berdasar volume krikil), sebagai berikut.

Jumlah krikil semuanya disebut  $K_0$ , sedangkan beratnya disebut  $BK_0$ .

Jumlah *ORASA* pengganti 0,4.V disebut  $K_1$ , serta beratnya disebut  $BK_1$ .

Jumlah *ORASA* pengganti 0,6.V disebut  $K_2$ , serta beratnya disebut  $BK_2$ .

1). Untuk PCA *ORASA* pada RPA-0,4.V :

$$\text{Jumlah berat total krikil} = BK_0 = 6,44 \text{ kg.}$$

$$\text{BJ (Berat Jenis Krikil)} = 2,789 \text{ (lihat hasil pemeriksaan).}$$

$$VK_0 = \text{Volume dari } K_0 = 6,44 \times 1000 / 2,789 = 2309 \text{ cm}^3$$

$$VK_1 = \text{Volume } ORASA \text{ pengganti } K_1 = 0,4.V = 0,4 \times 2309 = 923,6 \text{ cm}^3$$

$$\text{Jadi volume } ORASA \text{ pengganti } K_1 = 923,5 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume krikil sisa} = VK_0 - VK_1 = 2309 - 923,5 = 1385,5 \text{ cm}^3$$

$$\text{Berat krikil sisa} = 1385,5 \times 2,789 = 3864,16 \text{ gram}$$

$$\text{BSS } ORASA \text{ campuran} = 1,2623; \quad VK_1 = 923,6 \text{ cm}^3$$

$$\text{Berat } ORASA \text{ campuran} = 923,5 \times 1,2623 = 1165,7341 \text{ gram;}$$

$$\text{Berat modul } OR \text{ LoG } 205 = \frac{1}{(1+2,33)} \times 1165,7341 = 350,07 \text{ gram}$$

$$\text{Berat modul } OR \text{ LoG } 259 = 1165,7341 - 350,07 = 815,66 \text{ gram}$$

2). Analog PCA pada *ORASA* RPA-0,6.V dan RPA lainnya,.

Hasil hitungan bersama hasil setelah dikoreksi ditampilkan pada Tabel 2.

#### D. Hitungan Koreksi PCA

Pada mode *EOP*, ada sejumlah bahan yang masuk lubang pipa modul *OR* sehingga PCA berubah dari rencana semula. Oleh sebab itu dilakukan koreksi jumlah komponen<sup>2</sup> adukan. Hitungan setelah koreksi, ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Komponen-komponen adukan beton setelah dikoreksi**

No	Nama beton percobaan	Komponen-komponen beton (gram)						Kode benda uji	Jumlah BU (bj)
		semen	pasir	krikil	LoG 205	LoG 259	Air (ml)		
1	B. NORMAL	2800	3640	6440	–	–	1400	BN <sub>1-3</sub>	3
2	B. ORASA RPA-0,4.V	2878	3742	3864,16	350,07	815,66	1439	BL-04V <sub>1-5</sub>	5
3	B. ORASA RPA-0,6.V	2918	3793	2575,92	525,16	1223,63	1459	BL-06V <sub>1-5</sub>	5
4	B. ORASA RPA-0,8.V	2956	3843	1287,96	700,22	1631,50	1478	BL-08V <sub>1-5</sub>	5
5	B. ORASA RPA-1,0.V	2995	3895	–	875,27	2039,38	1498	BL-10V <sub>1-5</sub>	5
<b>TOTAL JUMLAH BENDA UJI</b>									23

Catatan:

BU = benda uji  
Beton Normal

B = beton  
bj = biji

BL = Beton LoG

BN =

#### E. Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan agregat meliputi pemeriksaan agregat halus, pemeriksaan agregat kasar (krikil), dan pemeriksaan agregat kasar pengganti (*ORASA*). Hasil pemeriksaan tersebut dapat diperiksa pada Tabel 3.

**Tabel 3. Hasil pemeriksaan krikil dan ORASA**

No	Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan			
		Pasir K. Progo	Krikil K. Clereng	ORASA 205	ORASA 259
1	Nama dan asal bahan				
2	Kadar air (%)	2,580	2,620	1,750	1,850
3	Berat jenis kering muka (SSD)	2,664	2,789	2,789	2,789
4	Penyerapan (%)	1,989	1,276	1,499	1,499
5	Berat isi (gr/cm <sup>3</sup> )	1,328	1,316	1,353	1,361
6	Modulus halus butir (mhb)	2,995			
7	Kandungan lumpur (%)	1,430			

#### F. Pengujian Beton ORASA LoG-2G

Pengujian beton *ORASA LoG-2G* meliputi pengujian berat satuan (BS) betonnya dan kuat tekan (KT). Hasil pengujian tersebut ditabelkan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Hasil Pengujian Beton ORASA LoG – 2G dan Beton Normal**

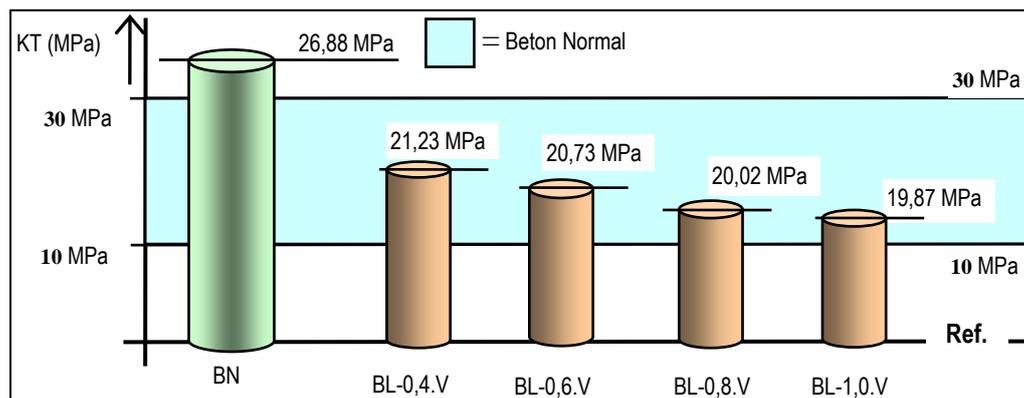
Nama Beton Eksperimen	Kode Benda Uji	A (cm <sup>2</sup> )	V (cm <sup>3</sup> )	Berat (gram)	BS (gr/cm <sup>3</sup> )	BS Rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )	KT (kg/cm <sup>2</sup> )	KT Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )
BETON NORMAL	BN <sub>1</sub>	176,72	5301,45	12480	2,3541	2,3253	260,6230	268,7632
	BN <sub>2</sub>	178,84	5347,37	12350	2,3095		267,7224	
	BN <sub>3</sub>	177,19	5297,88	12250	2,3122		277,9443	
BETON	BL-0,4.V <sub>1</sub>	176,72	5303,22	12100	2,2816	2,2824	212,8852	212,3364

<b>ORASA LoG-2G RPA-0,4.V</b>	BL-0,4.V <sub>2</sub>	175,5 4	5239,8 4	11990	2,2882		210,414 9	
	BL-0,4.V <sub>3</sub>	176,4 8	5297,9 1	11980	2,2613		210,585 4	
	BL-0,4.V <sub>4</sub>	177,6 6	5347,5 3	12080	2,2590		211,754 3	
	BL-0,4.V <sub>5</sub>	174,1 3	5232,6 9	12150	2,3219		216,042 2	
	<b>BETON ORASA LoG-2G RPA-0,6.V</b>	BL-0,6.V <sub>1</sub>	176,0 1	5283,7 9	11100	2,1008	<b>2,1339</b>	208,557 7
BL-0,6.V <sub>2</sub>	176,4 8	5304,9 7	11350	2,1395	209,293 5			
BL-0,6.V <sub>3</sub>	176,9 5	5358,0 7	11120	2,0754	211,313 1			
BL-0,6.V <sub>4</sub>	179,3 2	5397,4 2	11780	2,1825	204,710 9			
BL-0,6.V <sub>5</sub>	178,8 4	5374,2 0	11670	2,1715	202,704 1			
<b>BETON ORASA LoG-2G RPA-0,8.V</b>	BL-0,8.V <sub>1</sub>	176,9 5	5306,7 5	10560	1,9899	<b>1,9845</b>	201,005 1	<b>200,1552</b>
	BL-0,8.V <sub>2</sub>	177,4 2	5333,3 2	10700	2,0063		200,470 6	
	BL-0,8.V <sub>3</sub>	176,9 5	5329,7 6	10180	1,9100		201,005 1	
	BL-0,8.V <sub>4</sub>	177,6 6	5336,8 7	10940	2,0499		200,204 1	
	BL-0,8.V <sub>5</sub>	179,5 5	5406,3 6	10630	1,9662		198,091 1	
<b>BETON ORASA LoG-2G RPA-1,0.V</b>	BL-1,0.V <sub>1</sub>	177,1 9	5333,3 2	10410	1,9519	<b>1,9288</b>	194,303 7	<b>198,6375</b>
	BL-1,0.V <sub>2</sub>	177,6 6	5343,9 7	10280	1,9237		197,637 3	
	BL-1,0.V <sub>3</sub>	176,7 2	5310,2 9	10200	1,9208		201,273 2	
	BL-1,0.V <sub>4</sub>	176,9 5	5326,2 2	10340	1,9413		197,139 7	
	BL-1,0.V <sub>5</sub>	176,4 8	5292,6 2	10090	1,9064		202,833 8	

Catatan:

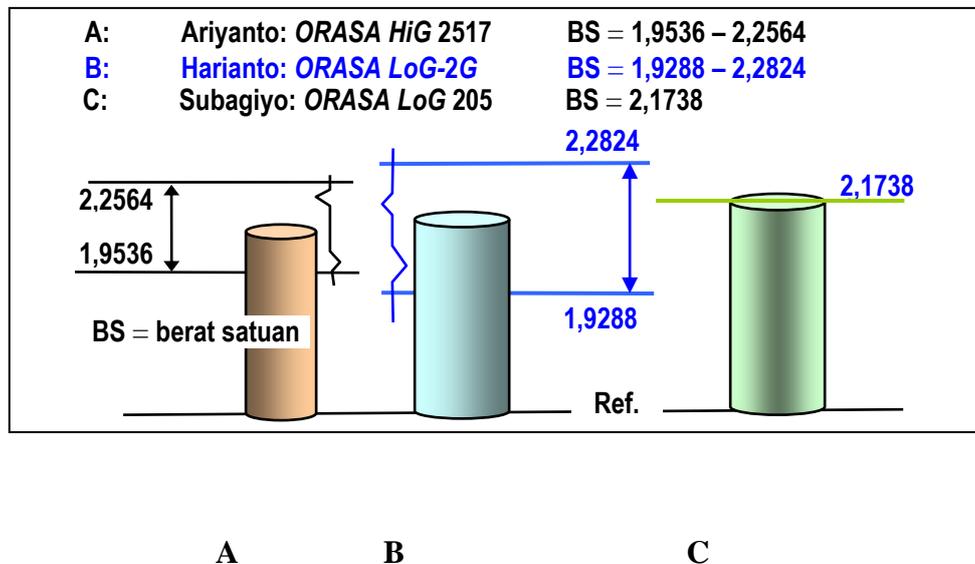
A = luas tampang bu (cm<sup>2</sup>)      V = volume BU (cm<sup>3</sup>)      BS = Berat Satuan      KT = Kuat Tekan

Dari Tabel 4. dapat dilaporkan bahwa berdasarkan BS yang diperoleh, maka beton *ORASA LoG-2G* mempunyai BS antara 2,2824–1,9288 (gram/cm<sup>3</sup>) pada berbagai RPA, dibanding beton normal dengan BS = 2,3253 (gram/cm<sup>3</sup>). Sedangkan KT antara 212,3364 – 198,6375 (kg/cm<sup>2</sup>). Hasil ini menunjukkan bahwa beton *ORASA LoG-2G* dapat dikelompokkan ke dalam beton semi ringan (Harianto, 2007). Sedangkan ditinjau dari KT-nya, maka beton *ORASA LoG-2G* ini masuk kelompok beton normal (Neville dalam Adinor, 2003). Hasil tersebut bersama letaknya pada zona Neville, ditampilkan pada Gambar 5. di bawah ini.



### Gambar 5. Nilai KT beton percobaan dan letaknya pada zona Neville

Dibandingkan dengan hasil penelitian dari Subagiyo (Subagiyo, 2010) dan Ariyanto (Ariyanto, 2010) dengan status dan parameter penelitian yang hampir sama, diperoleh hasil BS seperti ditunjukkan pada Gambar 6. berikut ini



Gambar 6. Nilai BS beton *ORASA* pada beberapa laporan

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan sebagaimana tersebut di muka, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut.

1. Beton *ORASA LoG-2G* memiliki kuat tekan yang masih cukup baik dan tergolong beton normal serta dapat digunakan sebagai beton struktural.
2. Berat Satuan beton *ORASA LoG-2G* lebih rendah dari pada beton normal, dan termasuk kategori beton semi ringan.
3. Kuat Tekan (KT) beton *ORASA LoG-2G* lebih tinggi dibanding KT beton *ORASA LoG 205*.
4. Teknologi Rekayasa beton *ORASA* dapat diterima dan digunakan.

#### DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1990, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SK SNI T-15-1990-03)*, Departemen Pekerjaan Umum Bandung, Bandung.

Adinor, Yohanes, Kristiono, 2003, *Beton Mutu Tinggi Dengan Substitusi Fly Ash-PPC Ditinjau Kuat Tekan Pasca Kebakaran*, Tugas Akhir S1, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Yogyakarta.

Ariyanto, Iwan, 2010. *Kajian Penggunaan Campuran Bubuk Batu Apung-Semen Sebagai ASF (Artificial Stone Filler) pada Beton HiG 2517 Dengan Mode OOP*. Tugas Akhir S1, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra,

Yogyakarta.

- Harianto, Setijadi, 2007, *Peneguhan Metoda Pembuatan Agregat OR-PVC (O-Ring Poly Vinyl Chloride) Untuk Beton OR-ASA (O-Ring PVC Artificial Stone Aggregate)*, LP3M UJB, Yogyakarta.
- Harianto, Setijadi; Suhardiman, Mudji, 2008, *Studi Eksperimental Beton Substitusi Menggunakan Agregat O-Ring PVC-ASA (O-Ring PVC-Artificial Stone Aggregate)*, KOP. V, Yogyakarta.
- Harianto, Setijadi, 2009, *Studi Embrio Agregat Cocoon (Cocoon-Artificial Stone Aggregate) Berbasis Modul OR-PVC*, KOP. V, Yogyakarta.
- Harianto, Setijadi; Suhardiman, Mudji, 2010, *Klas dan Spesifikasi Modul O-Ring pada Substitusi Agregat Halus dan Kasar Beton ORASA*, LP3M UJB, Yogyakarta.
- Imran, Iswandi, 2003, *Pengenalan Rekayasa & Bahan Konstruksi. Catatan Kuliah*, Penerbit ITB, Bandung.
- Khanapi, 2002, *Pecahan Genteng Dari Kebumen Sebagai Pengganti Agregat Kasar Beton Dengan Variasi Penambahan Plastocrete-N Ditinjau Permeabilitas dan Kuat Tekan*, Tugas Akhir S1, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Yogyakarta.
- Pringgodigdo P, Akbar, 2010. *Studi Eksperimental Beton Substitusi Menggunakan Modul HiGrade O-Ring dari Bambu Mini dengan Mode EOP*, Tugas Akhir S-1, Klas Paralel, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Yogyakarta.
- Subagiyo, Untung, 2010, *Studi Eksperimental Beton Voided Cell Menggunakan Modul LoGrade O-Ring*, Tugas Akhir S-1, Klas Paralel, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono, 1996, *Teknologi Beton*, Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

# **KENDALI FASA THYRISTOR DAN TRIAC TANPA TEGANGAN EKSTERNAL UNTUK PRAKTIKUM ELEKTRONIKA DAYA**

Drs. S u n o m o, M.T.  
Jurusan Pendidikan Teknik Elektro  
FT UNY

## **Abstrak**

Penggunaan IC TCA 785 dan trafo pulsa dari Siemens sebagai kendali fasa thyristor dan triac dalam praktikum Elektronika Daya di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY selain mahal, juga sulit diperbaiki jika terjadi kerusakan pada trafo pulsanya. Penelitian ini bertujuan merancang untai sistem kendali fasa thyristor (SCR)/Triac tanpa trafo penurun tegangan dan tanpa tegangan apa pun dari luar (eksternal), serta dibangun dari komponen elektronika yang murah dan mudah diperoleh di pasaran sebagai alternatifnya, mangacu pada keterbatasan hasil penelitian Haryanto (2005) maupun Herlambang Sigit (2007) yang menggunakan IC 555 dan kopleng optis MOC 3021.

Modul dari penelitian dengan metode eksperimen ini digunakan untuk memicu dua thyristor/SCR dalam hubungan antiparalel, SCR dalam untai sistem penyearah jembatan berkendali setengah dan triac pada tegangan jaringan 45 volt bolak balik seperti halnya pada untai TCA 785 yang digunakan dalam praktikum Elektronika Daya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul yang dibuat ini mampu: melakukan kendali fasa gelombang tegangan satu fasa dengan sudut picu 0o-180o dan 180o-360o pada TRIAC, dengan hasil picu 9° untuk pengaturan picu sudut 0° , 0°-180° dan 180°-360° pada SCR dalam hubungan antiparalel, dengan hasil picu 9° untuk pengaturan picu sudut 0°, 0°-180° pada SCR dalam hubungan jembatan berkendali setengah, dengan hasil picu 0° untuk pengaturan picu sudut 0°

**Kata kunci:** Kendali fasa, thyristor (SCR), triac

## **B. Pendahuluan**

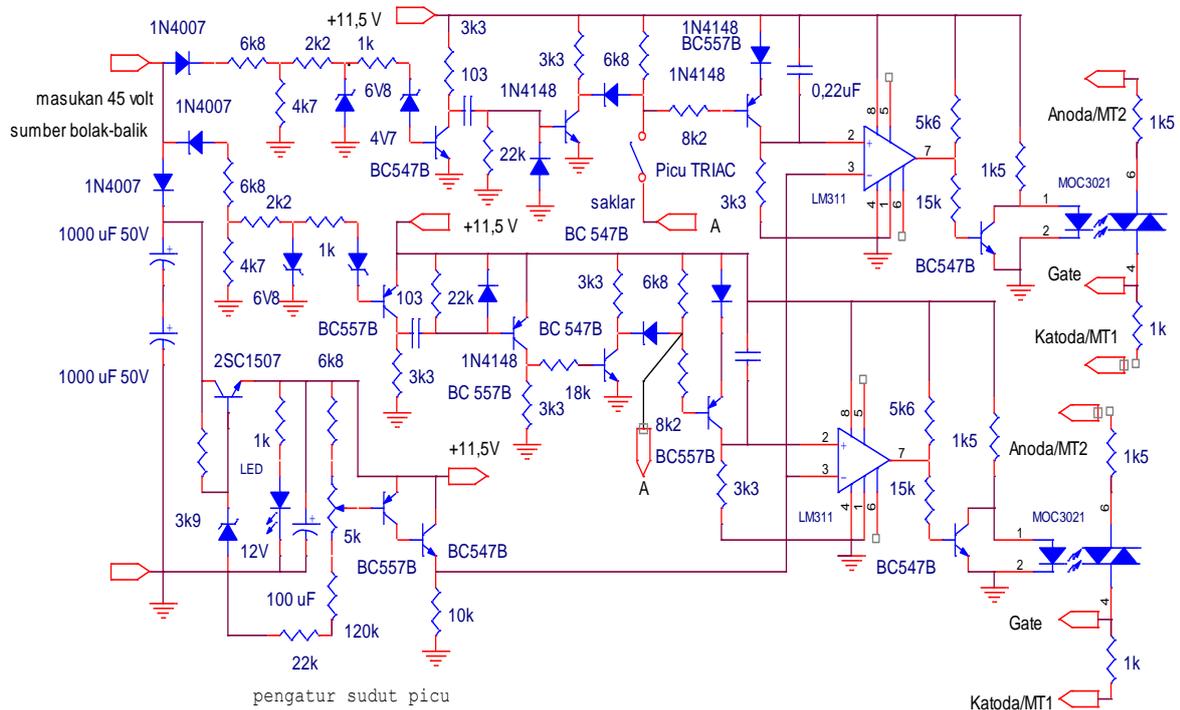
Penelitian ini berangkat dari keinginan untuk memperbaiki kinerja sistem pemacu optis untuk kendali fasa thyristor (SCR) dan Triac yang dibangun dari pasangan IC 555-MOC 3021 hasil penelitian Haryanto (2005) maupun Herlambang Sigit (2007), serta modul TCA 785 produksi VEDC Malang (2000) yang saat ini digunakan di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY, juga dari Philips semiconductors (tth.) yang menggunakan gabungan IC TDA1023-NE555. Dari segi ekonomi, modul hasil penelitian ini dibuat dari komponen elektronik yang banyak tersedia di Yogyakarta dan murah dibandingkan IC TCA 785 dan TDA 1023. Dari segi kepraktisan, memiliki

keunggulan dalam pengoperasiannya, karena tidak membutuhkan hubungan ke catu daya searah dan tanpa transformator catu, tetapi langsung dihubungkan ke tegangan jaringan sesuai dengan nilai yang disediakan untuk praktikum kendali elektronis dengan modul TCA, yakni  $45V_{rms}$ , sementara modul TCA buatan VEDC Malang masih membutuhkan koneksi ke tegangan 15 volt searah. Dengan performa yang telah dikemukakan, modul praktikum ini dapat disebut tanpa tegangan eksternal, yakni pasang (hubungkan masukan ke tegangan jaringan dan keluaran ke SCR/ TRIAC) dan langsung dioperasikan melalui potensiometer untuk mengendalikan sudut fasa penyalan SCR/TRIAC (*plug and play*). Kemungkinan bagi perkembangan penelitian ini adalah penggunaannya dalam sistem tiga fasa. Karena sistem pengaturan sudut fasa seperti halnya pada IC TCA 785 dari *Siemens semiconductor* (Jerman), maka untuk mengatur sudut picu kendali tiga fasa, cukup dilakukan melalui sebuah potensiometer saja.

Hasil penelitian Haryanto (2005) menunjukkan bahwa; tanpa adanya untai kompensasi di sistem penyinkron jaringan pada pemacu IC 555. Pengendalian daya beban melalui SCR untuk pengaturan pemicuan sudut  $0^\circ$ , diperoleh sudut terkecil  $13,5^\circ$ , sementara pada TCA 785, dapat diperoleh sudut terkecil  $0^\circ$ . Herlambang Sigit (2007) memperbaikinya dengan mendorong sinkronisasi pada kedudukan sebelum gelombang penyinkron mencapai  $0^\circ$  sehingga hasil pemicuan sudut nol bisa benar-benar didekati. Jika ada pergeseran pemicuan (jika masih ada) hanya mungkin disebabkan oleh waktu 'on' minimal bagi SCR dan TRIAC-nya. Masalahnya di sini, Herlambang Sigit masih menggunakan trafo penurun tegangan dari 220 volt untuk mentenagai sistem pemicunya sehingga tidak efisien dan boros biaya jika sistem digunakan untuk modul praktikum yang menggunakan tegangan sumber bolak balik 45 volt.

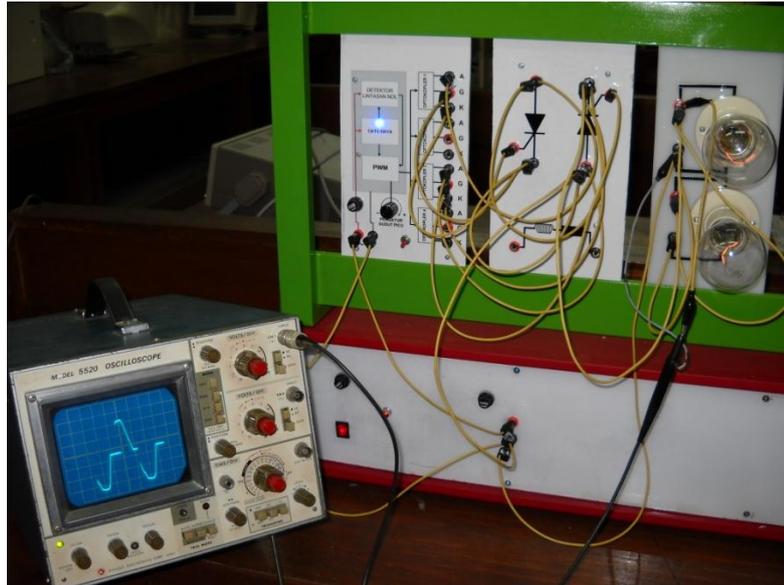
### C. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah eksperimen laboratorium. melalui pembuatan tiga unit eksperimen yang disebut modul eksperimen, yang pengamatan kinerjanya didukung dengan beberapa peralatan bantu dan instrumen ukur. Untai (*circuit*)

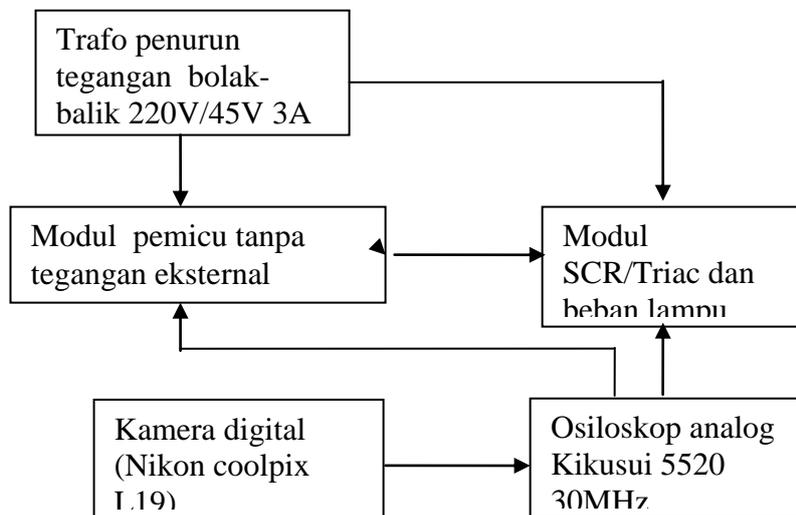


Gambar 1. Untai yang didesain dan diteliti

eksperimen dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2 menyatakan bentuk fisiknya. Tegangan sumber uji berupa transformator penurun tegangan 220 volt bolak-balik ke 45 volt bolak-balik, sesuai dengan kondisi praktikum dan tegangan operasional modul praktikum buatan VEDC Malang. Beban uji berupa



Gambar 2. Untai yang yang sudah dirakit dan dalam proses pengujian kinerja



Gambar 3 Diagram blok pengamatan

lampu pijar 60 watt 220 volt. Instrumen ukur pokok adalah Osiloskop analog Kikusui dua kanal model 5520, 30MHz (osiloskop digital dua kanal merk Tektronik TDS 212; 1 Gs/s yang memiliki kinerja jauh lebih bagus dan digunakan dalam penelitian Herlambang Sigit saat ini dalam kondisi rusak), pengambilan gambar dilakukan dengan kamera digital 8,1 megapixel Nikon tipe coolpix 19.

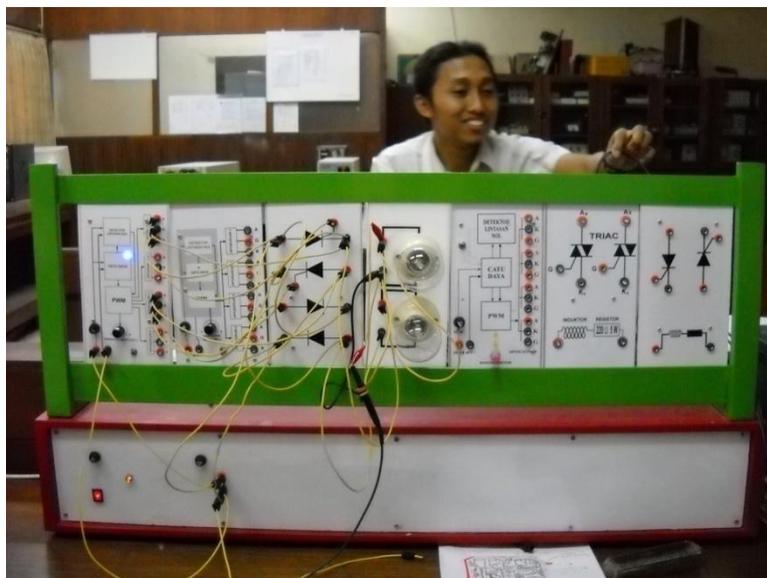
Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Kendali Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakulats teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Diagram blok pengamatannya

diilustrasikan di Gambar 3. Proses pengujian mengacu pada topik praktikum elektronika daya, yakni: melakukan kendali fasa gelombang tegangan satu fasa dengan sudut picu  $0^{\circ}$ - $180^{\circ}$  dan  $180^{\circ}$ - $360^{\circ}$  pada TRIAC, dengan sudut picu  $0^{\circ}$ - $180^{\circ}$  dan  $180^{\circ}$ - $360^{\circ}$  pada SCR dalam hubungan antiparalel dan dengan sudut picu  $0^{\circ}$ - $180^{\circ}$  pada SCR dalam hubungan jembatan berkendali setengah.

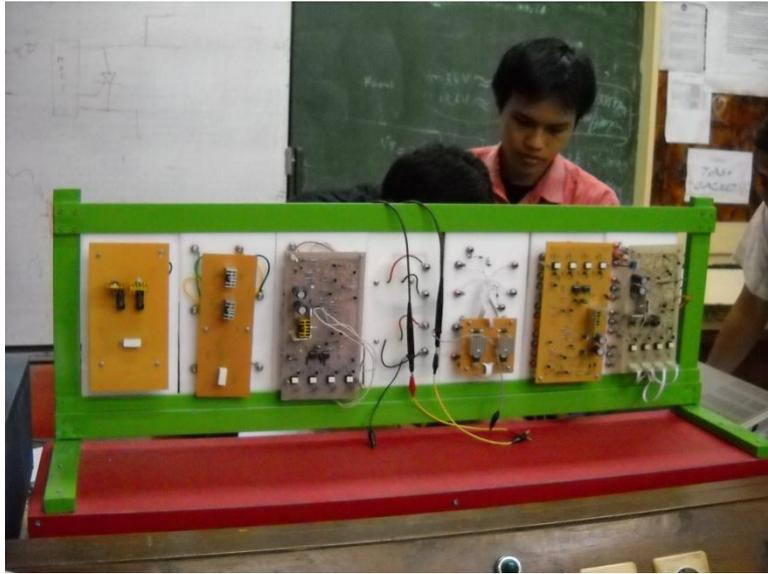
Modul lengkap untuk memenuhi seluruh proses pengujian tertuang pada Gambar 4 (tampak depan) dan Gambar 5 (tampak belakang).

#### D. Hasil Dan Pembahasan

Hasil penelitian disajikan dalam gambar foto-foto gelombang listrik seperti diilustrasikan dari Gambar 6a sampai dengan Gambar 20. Sebagai pembanding, diberikan pula hasil kinerja sistem pemicu dengan IC TCA 785. Jika dicermati, perbedaannya memang hanya terjadi pada pemicuan sudut nol karena konsekuensi penggunaan *diac optokopler*. Hasil pemicuan pada pemicuan sudut  $180^{\circ}$  dimunculkan untuk membuktikan bahwa pengaturan sudut picunya bekerja baik, artinya tidak ada sudut picu tersisa yang tidak bisa dijangkau oleh sistem pengatur picunya



Gambar 4. Modul Lengkap hasil penelitian tampak depan

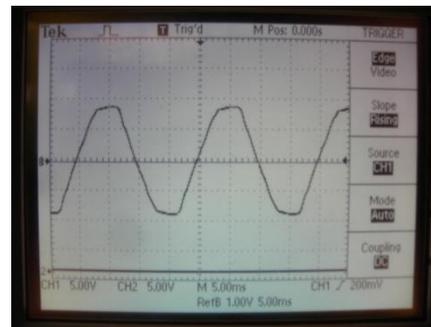


Gambar 5. Modul Lengkap hasil penelitian tampak belakang  
1. Kendali fasa pada TRIAC

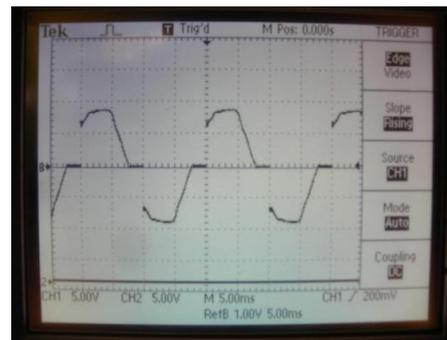
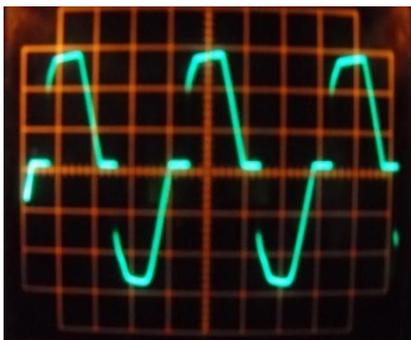


(a)

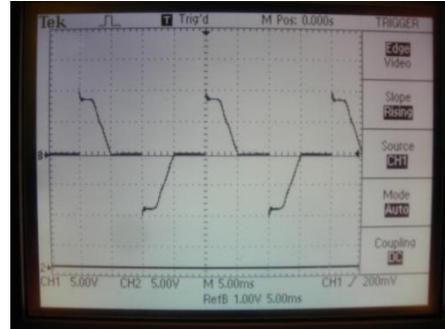
(b)



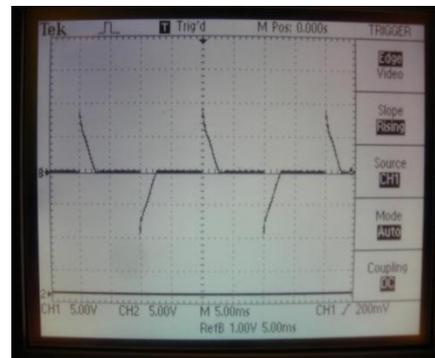
Gambar 6. Tegangan beban hasil pengendalian daya pada sudut picu  $0^\circ$  (a), oleh modul sistem hasil penelitian, (b) oleh modul TCA 785



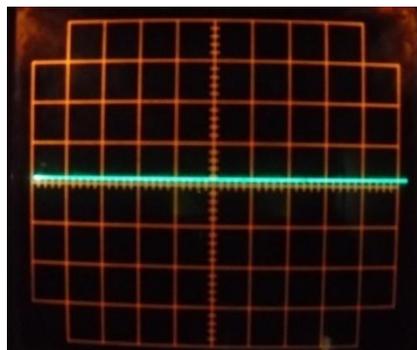
(a) (b)  
 Gambar 7. Tegangan beban hasil pengendalian daya pada sudut picu  $45^\circ$  (a), oleh modul sistem hasil penelitian, (b) oleh modul TCA 785



(a) (b)  
 Gambar 8. Tegangan beban hasil pengendalian daya pada sudut picu  $90^\circ$  (a), oleh modul sistem hasil penelitian, (b) oleh modul TCA 785

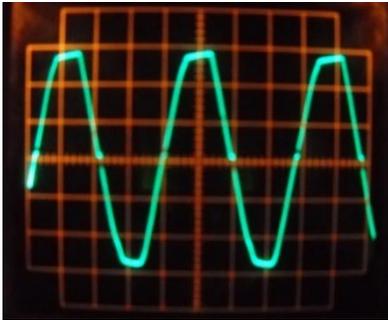


(a) (b) sudut  
 Gambar 9. Tegangan beban hasil pengendalian daya melalui Triac pada sudut picu  $135^\circ$  (a), oleh modul sistem hasil penelitian, (b) oleh modul TCA 785

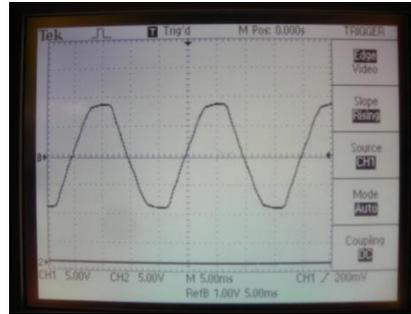


Gambar 10. Tegangan beban hasil pengendalian daya melalui Triac pada sudut picu  $180^\circ$  oleh modul sistem hasil penelitian,

**2. Pada SCR dalam hubungan antiparalel**



(a)

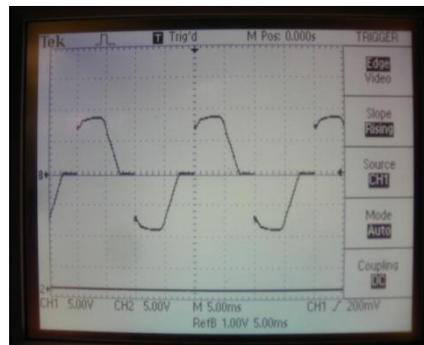


(b)

Gambar 11. Tegangan beban hasil pengendalian daya pada sudut picu  $0^\circ$  (a), oleh modul sistem hasil penelitian,



(a)

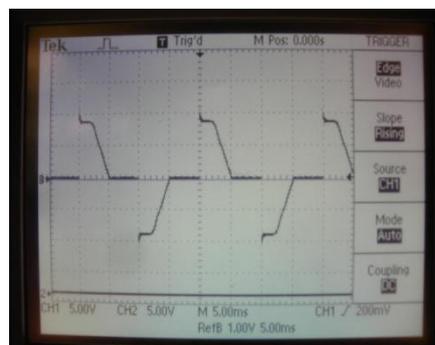


(b)

Gambar 12. Tegangan beban hasil pengendalian daya pada sudut picu  $45^\circ$  (a), oleh modul sistem hasil penelitian, (b) oleh modul TCA 785

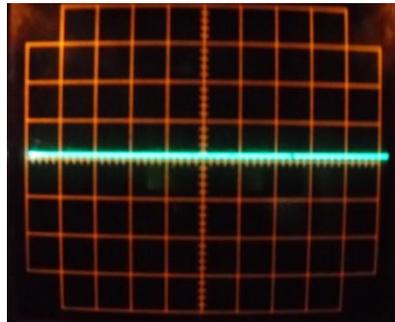


(a)



(b)

Gambar 13. Tegangan beban hasil pengendalian daya pada sudut picu  $90^\circ$  (a), oleh modul sistem hasil penelitian, (b) oleh modul TCA 785



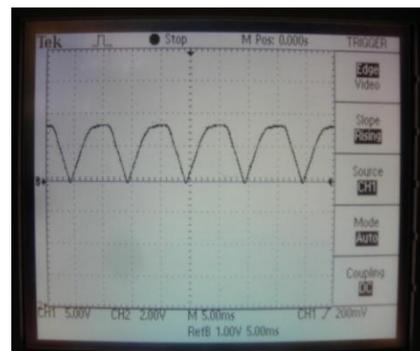
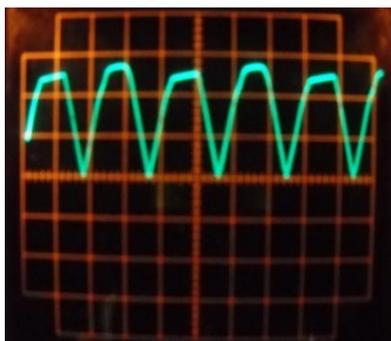
(a)

(b)

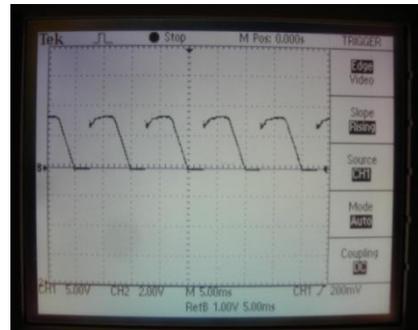
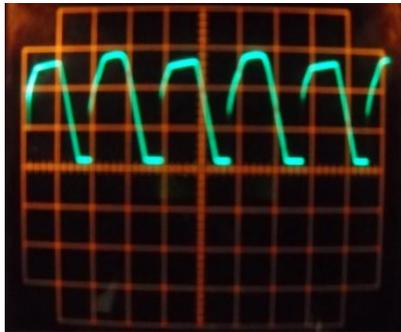
Gambar 14. Tegangan beban hasil pengendalian daya pada sudut picu  $135^\circ$  (a), oleh modul sistem hasil penelitian, (b) oleh modul TCA 785

Gambar 15. Tegangan beban hasil pengendalian daya melalui SCR dalam hubungan ant paralel sudut picu  $180^\circ$  oleh modul sistem hasil penelitian,

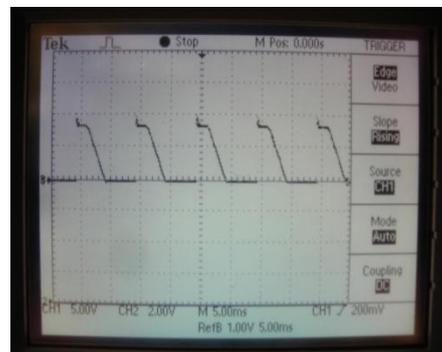
### 3. Pada SCR dalam hubungan jembatan berkendali setengah



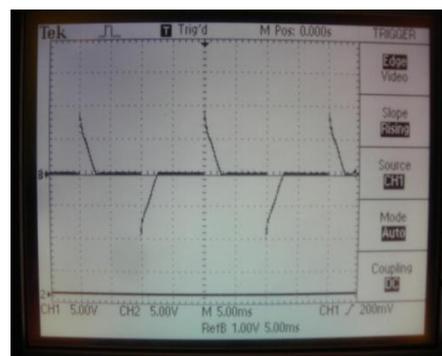
(a) (b)  
Gambar 16. Tegangan beban hasil pengendalian daya pada sudut picu  $0^\circ$  (a), oleh modul sistem hasil penelitian, (b) oleh modul TCA 785



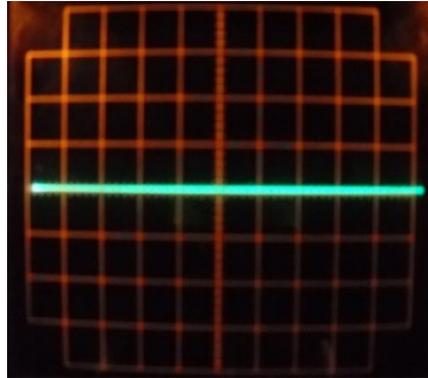
(a) (b)  
Gambar 17. Tegangan beban hasil pengendalian daya pada sudut picu  $45^\circ$  (a), oleh modul sistem hasil penelitian, (b) oleh modul TCA 785



(a) (b)  
Gambar 18. Tegangan beban hasil pengendalian daya pada sudut picu  $90^\circ$  (a), oleh modul sistem hasil penelitian, (b) oleh modul TCA 785



(a) (b)  
 Gambar 19. Tegangan beban hasil pengendalian daya pada sudut picu 135° (a), oleh modul sistem hasil penelitian, (b) oleh modul TCA 785



Gambar 20. Tegangan beban hasil pengendalian daya Pada SCR dalam hubungan jembatan berkendali setengah oleh modul sistem hasil penelitian,

### Pembahasan

Dari hasil penelitian diperoleh fakta konsekuensi penggunaan diac optokopler, pada pemucuan sudut 0° untuk ketiga gambar (Gambar 6a, dan 11a) diperoleh tundaan sebesar 9° yang bisa dihitung dari:

$$\frac{0,1divisi}{2divisi} \times 180^{\circ} = 9^{\circ}$$

Divisi yang dimaksud di sini adalah garis-garis skala pada layar osiloskop, yang tampak bahwa setengah siklus gelombang tegangan bolak-balik (setengah periode = 180°) terskala selebar dua divisi.

Mekanisme terjadinya penundaan sudut picu pada 0° akibat penggunaan kopling optis karena energi picu bagi SCR/Triac-nya menggunakan jaringan PLN (*main voltage*). Karena SCR/Triac merupakan diode empat lapis (PNPN) dan menurut Savant, Roden, dan Carpenter (1987:149) maupun Boylestad, Nashelsky (1992:831) strukturnya setara dengan dua buah transistor dwikutub (*bipolar*), sedangkan transistor merupakan peranti elektronk yang dikendalikan dengan arus listrik, maka jelas bahwa saat tegangan jaringan listrik PLN berada berada di titik nol, tidak akan ada arus listrik. Logika ini dapat dimengerti, arus listrik tercipta karena adanya perbedaan tegangan. Air mengalir karena adanya perbedaan tinggi tempat, di samping itu, optokopler- diac juga membutuhkan tegangan kerja untuk bisa menghantar (*breakdown*).

Dari argumentasi di atas, dalam pemucuan SCR/Triac pada sudut nol, terpotongnya titik nol beberapa derajat tidak memengaruhi kinerja sistem secara signifikan, hal ini dikemukakan oleh tim ahli dari Littelfuse.Inc. ( 2004) bahwa dalam untai gelombang penuh, sudut picu  $150^\circ$  akan memberikan daya listrik sebesar 97% dari energi penuhnya ke beban, sedangkan sudut picu sebesar  $30^\circ$  hanya memberikan 3% dari energi penuhnya, dari sini tidaklah bermanfaat untuk memberikan pengaturan sudut picu kurang dari  $30^\circ$  atau lebih besar dari  $150^\circ$ .

Dibandingkan dengan hasil penelitian Herlambang Sigit, hasil pemucuan sudut sudut  $0^\circ$  dari penelitian ini bisa lebih kecil.

Tabel 1 Perbandingan tundaan sudut picu pada pemucuan  $0^\circ$  hasil penelitian Herlambang Sigit dan S u n o m o.

Penelitian Herlambang Sigit		Penelitian S u n o m o	
Pemicuan TRIAC	$27^\circ$	Pemicuan TRIAC	$9^\circ$
Pemicuan SCR dalam antiparalel	$18^\circ$	Pemicuan SCR dalam antiparalel	$9^\circ$
Pemicuan SCR pada penyearah jembatan	$9^\circ$	Pemicuan SCR pada penyearah jembatan	$0^\circ$

## Kesimpulan

Dari temuan penelitian dapat dikemukakan kesimpulan sebagai berikut:

Kendali fasa thyristor (SCR) dan TRIAC tanpa tegangan eksternal mampu:

1. melakukan kendali fasa gelombang tegangan satu fasa dengan sudut picu  $0^\circ$ - $180^\circ$  dan  $180^\circ$ - $360^\circ$  pada TRIAC, dengan hasil picu  $9^\circ$  untuk pemucuan sudut  $0^\circ$  akibat penggunaan kopling optik.
2. melakukan kendali fasa gelombang tegangan satu fasa dengan sudut picu  $0^\circ$ - $180^\circ$  dan  $180^\circ$ - $360^\circ$  pada SCR dalam hubungan antiparalel, dengan hasil picu  $9^\circ$  untuk pemucuan sudut  $0^\circ$  akibat penggunaan kopling optik.
3. melakukan kendali fasa gelombang tegangan satu fasa dengan sudut picu  $0^\circ$ - $180^\circ$  pada SCR dalam hubungan jembatan berkendali setengah, dengan hasil picu  $0^\circ$  untuk pemucuan sudut  $0^\circ$  (ketertinggalan tidak terbaca).

Untuk memperkecil selisih sudut picu nyata dengan titik nol lintasan jaringan listrik pada pemecuan sudut  $0^\circ$ , kopling optik dapat diganti dengan kopling trafo, tetapi dengan resiko, jika keluaran trafo pemacu sampai terhubung dengan anoda karena kekurangcermatan perakitan, maka sistem pemacu akan rusak terkena tegangan bolak-balik yang seharusnya hanya dihubungkan ke ujung anoda, katoda dan bebannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Boylestad Robert, Louis Nashelsky, 1992, *Electronic Devices and Circuits Theory 5<sup>ed</sup>*. Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ.
- Haryanto, Sunomo. 2005, “Modifikasi Sistem Pemacu pada kendali Daya Tiga Fasa Buatan VEDC Malang”,(penelitian dosen muda 2004-2005), Ditjen Dikti; Jakarta.
- Herlambang Sigit, 2007, “Perbaikan Kinerja Sistem Optis IC 555-MOC 3021 Sebagai Pengendali Daya Listrik.” (Penelitian Dosen Muda 2006-2007), Ditjen Dikti; Jakarta.
- Philips Semiconductors, tth, *Chapter 6: Power Control with Thyristors and Triacs*, <http://www.st.com/stonline/product/literature/an/3575.pdf>, [16 Maret 2008].
- Siemens Semiconductor Group, tth, *TCA 785, Phase Control IC* <http://www.ti.ac.th/~maolee/TCA785.pdf>, [16 Maret 2008].
- VEDC Malang, 2000, “Sistem kendali Daya 3 Fasa Gelombang Penuh” (Modul).

**SISTEM PENSINYALAN TRANSPORTASI KERETA API  
DENGAN VISUALISASI POSISI  
MENGUNAKAN TEKNOLOGI GPS (*GLOBAL POSITIONING SYSTEM*)**

**Sunomo, Herlambang Sigit Pramono, Didik Haryanto**

Dosen Pendidikan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

**Abstrak**

Kereta api merupakan alat transportasi utama karena kemampuannya mengangkut penumpang dalam jumlah besar. Di Indonesia, kecelakaan kereta api masih sering terjadi, gangguan alat persinyalan merupakan salah satu penyebabnya. Penelitian ini bermaksud membuat sistem pensinyalan untuk transportasi kereta api dengan memvisualisasikan posisi kereta api di layar komputer dengan *Global Positioning system* (GPS) melalui SMS.

Penelitian diujicobakan pada jalur kereta api Solo – Yogyakarta pada kereta api *NewPrameks*. Dengan membawa GPS di kereta api yang sedang berjalan, pada koordinat geografi setiap stasiun yang dilewati, sistem berhasil mengirimkan informasi melalui sms ke sistem yang ada di stasiun, dan sistem di stasiun berhasil memvisualisasikan posisi kereta api. Koordinat stasiun sepanjang Solo – Yogyakarta teridentifikasi antara 0733.7271 sampai 0747.3756 lintang selatan dan antara 11050.3561 – 11021.8182 bujur barat.

Dengan kondisi ini, posisi kereta api dapat divisualisasikan di layar komputer, dan mengaktifkan sistem pensinyalan dengan menyalakan lampu sinyal kereta api sesuai dengan kondisi lalu lintas yang ada. Hasil penelitian ini dapat diintegrasikan dengan sistem pensinyalan relay yang sekarang dipergunakan.

**Kata kunci:** pensinyalan kereta api, *gps system*

**A. Pendahuluan**

Sejak jaman penjajah Belanda sampai sekarang ini, kereta api merupakan alat transportasi darat yang sangat dominan di Indonesia, hal ini karena sifat massalnya yaitu satu rangkaian kereta api dengan satu lokomotif dapat menarik sekitar 10 gerbong dengan kemampuan angkut kurang lebih 800 penumpang sekali jalan. Hal ini menjadikan kereta api sebagai sarana angkutan dengan biaya murah dan terjangkau oleh masyarakat luas, mulai dari kalangan atas, menengah maupun bawah, dengan beberapa variasi tipe pelayanan mulai dari kelas ekonomi, eksekutif dan bisnis. Berdasarkan data

yang ada penumpang kereta api di Indonesia selalu mengalami kenaikan dari tahun ke tahun tetapi belum diiringi dengan peningkatan pelayanan dan keselamatan bagi pengguna transportasi ini, kecelakaan demi kecelakaan masih sering terjadi pada transportasi kereta api.

Penyebab terjadinya kecelakaan yang paling sering dikemukakan oleh PT. KAI sebagai pengelola perkeretaapian di Indonesia atau Departemen Perhubungan adalah adanya kesalahan operator dan kerusakan pada sistem pensinyalan yang merupakan alat bantu pengaturan lalulintas kereta api. Sistem pensinyalan yang dipergunakan sekarang ini adalah peninggalan penjajah Belanda yang menggunakan sistem kabel di samping rel, yang karena panjangnya jalur kereta menyulitkan dalam pengawasan maupun perawatannya. Selain umurnya yang sudah tua, sistem ini juga rentan terhadap gangguan alam seperti hujan, angin, dan pohon tumbang maupun ulah jahil tangan manusia.

Yang dimaksud dengan pensinyalan di PT. KAI adalah yang terkait dengan tenaga listrik dalam sistem perkeretaapian yang berupa tanda atau indikator yang berupa tanda lampu . Sinyal yang dipasang di emplasemen sebuah stasiun dapat dikategorikan menjadi sinyal utama, sinyal langsir , sinyal berangkat dan sinyal berangkat yang dirangkai dengan sinyal langsir. Sinyal juga dipasang menjelang masuk setasiun sebagai indikator apakah kereta api boleh masuk ke setasiun. Persinyalan kereta api yang ada sekarang ini menggunakan track relay. Persinyalan dengan track relay digunakan untuk mengetahui ada tidaknya kereta api di jalur yang dipasangi track relay melalui roda yang menginjak potongan rel yang dialiri arus listrik. Jika di atas pasangan rel yang memiliki track relay tidak ada roda kereta api, maka relai akan menarik tuas sehingga lampu berwarna hijau menyala. Jika di atas rtel ada roda kereta api, maka pasangan rel akan dihubung singkat melalui roda kereta api tersebut sehingga relay terhubung singkat dan menyalakan lampu warna merah.

GPS (Global Positioning System) adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat. Sistem ini didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi serta informasi mengenai waktu, secara kontinyu di seluruh dunia tanpa bergantung waktu dan cuaca, bagi banyak orang secara simultan. GPS sudah banyak digunakan orang di seluruh dunia dalam berbagai bidang aplikasi yang menuntut informasi tentang posisi, kecepatan, percepatan ataupun waktu

yang teliti. GPS dapat memberikan informasi posisi dengan ketelitian bervariasi dari beberapa millimeter (orde nol) sampai dengan puluhan meter. Sampai saat ini GPS merupakan sistem satelit navigasi yang paling populer dan paling banyak diaplikasikan di dunia, baik di darat, laut, udara, maupun angkasa, meliputi survei pemetaan, geodinamika, geodesi, geologi, geofisik, transportasi dan navigasi, pemantauan deformasi, pertanian, kehutanan, dan bahkan juga bidang olahraga dan rekreasi.

### **A. Modul Receiver Global Positioning System (GPS)**

*Global Positioning System (GPS)* adalah sistem radio navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit, dengan nama resminya NAVSTAR GPS (*Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System*), dan dikembangkan pertama kali oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat pada tahun 1978 (operasional secara resmi pada tahun 1994). Pada awalnya GPS digunakan hanya untuk kepentingan militer Amerika Serikat, tetapi kemudian dapat dimanfaatkan juga untuk kepentingan sipil.

Ada beberapa karakteristik yang menjadikan GPS menarik untuk digunakan yaitu tanpa tergantung waktu dan cuaca, posisi yang dihasilkan mengacu pada suatu datum global, pengoperasian alat *receiver* relatif mudah, relatif tidak terpengaruh dengan kondisi topografis, dan ketelitian yang dihasilkan dapat diandalkan (Abidin, H.Z, 2007).

#### **1. Segmen GPS**

GPS terdiri atas 3 segmen utama yaitu segmen sistem kontrol, segmen satelit dan segmen pengguna. Segmen sistem kontrol adalah otak dari GPS, yang bertugas mengatur semua satelit GPS yang ada agar berfungsi sebagaimana mestinya. Pihak Amerika Serikat mengoperasikan sistem ini dari Sistem Kontrol Utama di *Falcon Air Force Base* di Colorado Springs. Segmen sistem kontrol ini juga termasuk 4 stasiun monitor yang berlokasi menyebar di seluruh dunia.

Segmen satelit adalah satelit GPS yang mengorbit di angkasa sebagai stasiun radio. yang dilengkapi antena untuk mengirim dan menerima sinyal gelombang, yang selanjutnya dipancarkan ke bumi dan diterima oleh *receiver – receiver* GPS yang ada di bumi. Konstelasi standar dari satelit GPS terdiri dari 24 satelit yang menempati 6 bidang orbit. Satelit GPS mengelilingi bumi/mengorbit 2 kali dalam sehari pada ketinggian  $\pm$

20.000 km di atas permukaan bumi. Pada setiap waktu paling sedikit 4 satelit dapat diamati di setiap lokasi di permukaan bumi. Segmen pengguna adalah para pengguna satelit GPS dalam hal ini *receiver* GPS yang dapat menerima dan memproses sinyal yang dipancarkan oleh satelit GPS. *Receiver* GPS yang dijual di pasaran saat ini cukup bervariasi baik dari segi jenis, merk, harga ketelitian yang diberikan, berat, ukuran maupun bentuknya. Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk mengelompokkan *receiver* GPS, yaitu antara lain berdasar fungsi, data yang direkam, jumlah kanal ataupun penggunaannya (Seeber, 1993). *Receiver* GPS untuk penentuan posisi dapat dibedakan menjadi tipe navigasi, tipe pemetaan, dan tipe *geodetic*. Tingkat ketelitian *Receiver* GPS sampai orde 10 m – 100 m, ada juga yang 1 m – 5 m. Tipe tipe *geodetic* adalah tipe yang paling dapat memberikan ketelitian posisi yang lebih tinggi hingga orde mm.

## 2. Penentuan Posisi dengan Sinyal GPS

Pada dasarnya sinyal GPS dapat dibagi atas 3 komponen yaitu penginformasian jarak (kode) yang berupa kode P dan kode C/A, penginformasian posisi satelit (*navigation message*), dan gelombang pembawa (*carrier beat phase*) (Abidin, H.Z, 2007)

Ada dua besaran dasar yang dapat diperoleh dalam pengamatan menggunakan satelit GPS yaitu *pseudorange* dan *carrier beat phase*. Besaran dasar tersebut digunakan untuk menghitung jarak dari *receiver* ke satelit GPS. Jarak yang diperoleh dapat digunakan untuk menghitung posisi *receiver*. *Pseudorange* adalah jarak hasil hitungan oleh *receiver* GPS dari data ukuran waktu rambat sinyal satelit ke *receiver*. Pengukurannya dilakukan *receiver* dengan membandingkan kode yang diterima dari satelit dengan replika kode yang diformulasikan dalam *receiver*. Waktu yang digunakan untuk mengimpitkan kedua kode tersebut adalah waktu yang diperlukan oleh kode tersebut untuk menempuh jarak dari satelit ke pengamat (Abidin,H.Z, 2007).

## 3. Cara Kerja Pesawat Penerima GPS

Satelit GPS secara umum memancarkan dua macam sinyal gelombang micro yaitu:

- L1 dengan frekuensi 1575.42 Mhz yang membawa pesan navigasi dan sinyal kode SPS (*Standard Positioning Service*).
- L2 dengan frekuensi 1227.60 Mhz yang digunakan untuk mengukur keterlambatan pada lapisan ionosfir dengan menggunakan penerima PPS (*Precise Positioning Service*).

Tiga kode binari digunakan untuk menggeser fase sinyal L1 dan L2 yang ditransmit oleh sebuah satelit GPS. Ketiga macam kode binari itu adalah sebagai berikut:

- Modulasi kode C/A (*Coarse Acquisition*) pada fase L1. Kode C/A ini dikirim secara berulang setiap 1 Mhz PRN (*Pseudo Random Noise*). Kode C/A PRN ini berbeda untuk setiap satelit GPS yang merupakan identifikasi untuk satelit tersebut. Modulasi kode C/A ini yang digunakan sebagai dasar untuk penggunaan GPS pada masyarakat sipil.
- Modulasi kode P (*Precise*) pada kedua sinyal L1 dan L2. Kode P ini sangat panjang sampai 7 hari pada 10 Mhz PRN. Pada penggunaan *Anti-Spoofing* (AS), kode P ini dienkripsi kedalam kode Y untuk setiap channel penerima dan digunakan untuk keperluan pemakai tertentu saja dengan *cryptographic-key*. Kode P(Y) ini menjadi dasar penggunaan pada PPS (*Precise Positioning Service*).
- Modulasi kode L1- C/A setiap 50 Mhz termasuk mengenai orbit satelit, koreksi waktu dan sistem parameter lainnya.

Pesawat penerima GPS menggunakan sinyal satelit untuk melakukan triangulasi posisi yang hendak ditentukan dengan cara mengukur lama perjalanan waktu sinyal dikirimkan dari satelit, kemudian mengalikannya dengan kecepatan cahaya untuk menentukan secara tepat berapa jauh pesawat penerima GPS dari setiap satelit. Dengan mengunci sinyal yang ditransmit oleh satelit minimum 3 sinyal dari satelit yang berbeda, pesawat penerima GPS dapat menghitung posisi tetap sebuah titik yaitu posisi Lintang dan Bujur bumi (*Latitude & Longitude*) atau sering disebut dengan 2D fix. Penguncian sinyal satelit yang keempat membuat pesawat penerima GPS dapat menghitung posisi ketinggian titik tersebut terhadap muka laut rata-rata (*Mean Sea Level*) atau disebut 3D fix dan keadaan ini yang ideal untuk melakukan navigasi.

#### 4. GPS Receiver A1037 Tyco Electronics

Modul GPS A1037 dari Tyco Electronics adalah salah satu GPS receiver yang mampu menerima sinyal dari lebih 12 satelit dan mengubahnya menjadi informasi posisi dan waktu yang dapat dibaca dari port serial. Modul ini mempunyai beberapa karakteristik antara lain tegangan operasi 3.3 V/50 mA, berbentuk kecil dengan ukuran 19 x 16.2 mm, dan dilengkapi dengan masukan antenna. GPS Tyco A1037 mempunyai 15 kaki, yang berfungsi memberikan sumber tegangan, untuk keluaran data serial dan indikator satelit.

#### B. Global System for Mobile Phone Communication (GSM)

GSM (*Global System for Mobile Communication*) adalah sebuah sistem telekomunikasi terbuka, tidak ada pemilikan (*non-proprietary*) yang berkembang secara pesat dan konstan. Keunggulan utamanya adalah kemampuannya untuk *internasional roaming*. Ini memberikan sebuah sistem yang standart tanpa batasan hubungan pada lebih dari 159 negara. Dengan GSM satelit roaming, pelayanan juga dapat mencapai daerah-daerah yang terpencil. SMS diciptakan sebagai bagian dari standar GSM. Seluruh operator GSM network mempunyai *Message Centre* (MS), yang bertanggung jawab terhadap pengoperasian atau manajemen dari berita-berita yang ada.

#### SMS (*Short Message Service*)

*Short Message Service* adalah salah satu jasa layanan dari perusahaan operator telepon selular GSM. Dengan sarana ini maka ponsel dapat menerima dan mengirimkan pesan-pesan pendek dengan bentuk teks dengan panjang maksimal sebanyak 160 karakter untuk alfabet latin dan 70 karakter untuk alfabet non latin, seperti : alfabet Arab atau Cina.

#### C. Mikrokontroler AVR ATMEGA 8535

Mikrokontroller adalah suatu komponen semikonduktor yang didalamnya sudah terdapat suatu sistem mikroprocessor seperti ALU, ROM, RAM dan port I/O dan dibedakan menjadi dua jenis /tipe, yaitu tipe CISC atau *Complex Instruction Set Computing*, yakni tipe yang mempunyai banyak instruksi namun fasilitas internal secukupnya saja, dan tipe RISC atau *Reduced Instruction Set Computing* yaitu tipe yang mempunyai banyak fasilitas internal namun jumlah instruksi lebih sedikit

Mikrokontroler AVR ATMEGA 8535 yang digunakan dalam penelitian ini dibuat oleh perusahaan ATMEL memiliki arsitektur tipe RISC yang mempunyai instruksi hanya sekitar 118 dan sebagian instruksi dieksekusi dalam satu detak sehingga prosesnya cepat

## **METODE PENELITIAN**

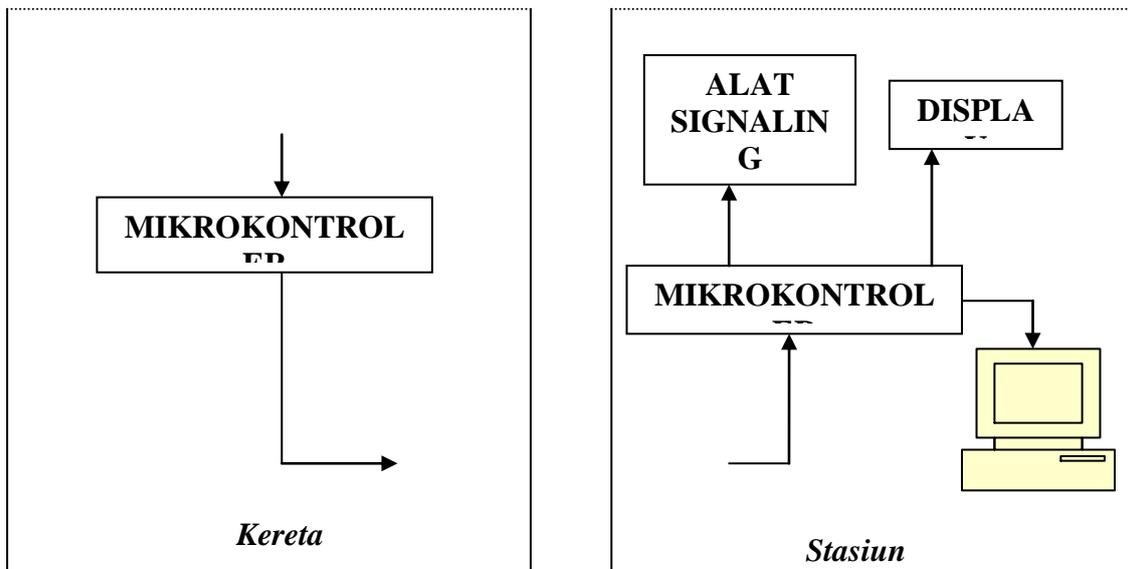
Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen rancang bangun, melalui pembuatan alat sebagai modul eksperimen, yang pengamatan kinerja alat tersebut didukung dengan beberapa peralatan bantu dan instrument ukur. Penelitian dilakukan di Laboratorium Sistem Kendali Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas teknik Universitas Negeri Yogyakarta, sedangkan pengambilan data serta pengujiannya selain dilakukan di laboratorium, juga dilakukan di jalur kereta api Solo – Yogyakarta, Data diambil dengan observasi, sedangkan teknik analisis data dilakukan secara deskriptif. Data pengukuran GPS dibandingkan dengan kondisi yang ada di lapangan, jika ada perbedaan, maka dilakukan analisis. Fungsi dari setiap bagian alat diamati fungsinya dan dianalisis unjuk kerjanya

Langkah penelitian ini dilakukan dengan tahapan mengikuti model *Linier Sequential Model* (LSM) yang terdiri dari 4 tahap yang berulang yaitu tahap analisis dan studi literatur, desain/perancangan, perakitan (*assembly-hardware*), pengkodean (*coding-software*), dan pengujian. Keempat tahapan akan berulang hingga dipenuhinya kondisi ideal yaitu sistem berfungsi dengan baik sesuai yang direncanakan.

## **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

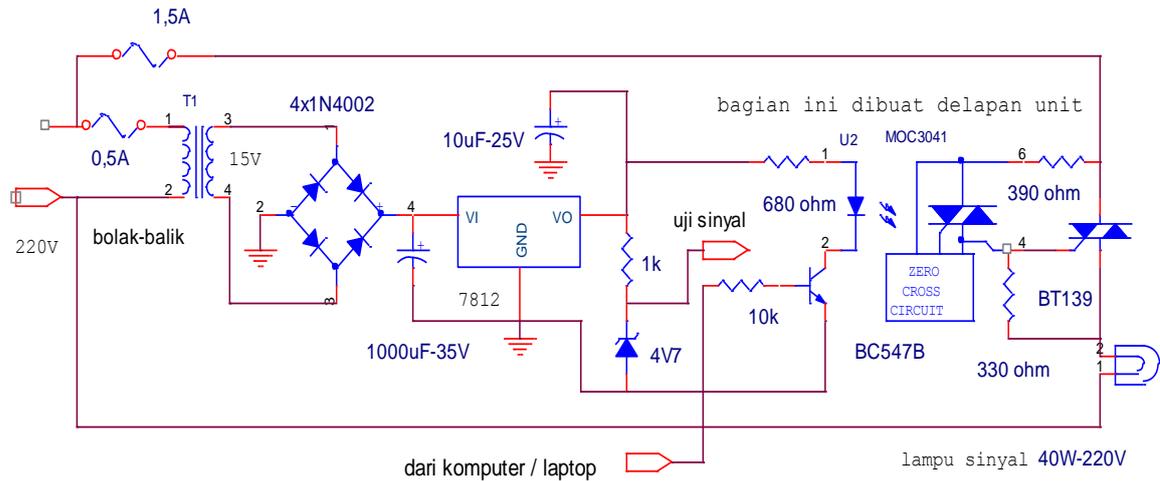
Hasil penelitian meliputi hasil pembuatan perangkat keras, perangkat lunak, dan pengujian kinerjanya. Pengujian dilakukan dua tahap, pengujian pertama dilakukan di laboratorium dengan tujuan untuk menguji kerja dari setiap bagian rangkaian dan sistem secara keseluruhan, sedangkan pengujian kedua dilakukan di atas kereta api *New Pramex Solo – Yogyakarta* dan di stasiun Tugu Yogyakarta. Hasil pembuatan perangkat keras terdiri dari bagian perangkat keras sistem, penyaklaran, perangkat keras sistem GPS dan mikrokontroler, lunak visual basic. Gambar diagram blok terdapat pada gambar 1. Pengujiannya dilakukan bagian per bagian, dengan tujuan untuk mempermudah melacak kesalahan jika terjadi kesalahan, setelah semua bagian bekerja dengan baik barulah diuji sistem secara keseluruhan. Hasil Pengujian per bagian

terdapat pada Tabel 1. Perangkat lunak dibuat dengan bahasa pemrograman C untuk di mikrokontroler, sedangkan program di komputer menggunakan *visual basic*. Mikrokontroler yang digunakan dua buah mikrokontroler AVR ATmega8535 dan



mikrokontroler ATtiny2313. Mikrokontroler AVR ATmega 8535 digunakan sebagai pengontrol utama yang dipasang pada sistem di kereta api, sedangkan mikrokontroler ATtiny 2313 digunakan sebagai pengontrol peralatan di stasiun. Hasil pengujian dan pengukuran koordinat stasiun terdapat pada Tabel 3, sedangkan hasil visualisasi posisi kereta api di layar komputer ditunjukkan pada Gambar 3. Hasil pengujian perangkat lunak ditampilkan di Tabel 2.

Gambar 1. Diagram blok sistem perangkat keras yang digunakan dalam penelitian



Gambar 2. Untai elektronik sistem persinyalan

Tabel 1. Pengujian Perangkat Keras per blok

No.	Blok Rangkaian	Hasil Pengujian
1	Sistem minimum mikrokontroler	Bekerja dengan baik
2	Rangkaian GPS	Bekerja dengan baik
3	Antarmuka mikrokontroler dengan GPS	Bekerja dengan baik
4	Antarmuka mikrokontroler dengan Handphone	Bekerja dengan baik
5	Antarmuka komputer dengan handphone	Bekerja dengan baik
6	Rangkaian switching pensinyalan	Bekerja dengan baik
7	Antarmuka komputer dengan rangkaian switching	Bekerja dengan baik
8	Rangkaian pensinyalan	Bekerja dengan baik

Tabel 2 Pengujian Perangkat lunak

No.	Bagian Fungsi Program	Hasil Pengujian
1	Program pembacaan data GPS	Bekerja dengan baik
2	Program pengiriman data dengan SMS	Bekerja dengan baik
3	Program penerimaan data SMS	Bekerja dengan baik
4	Program display peta jalur kereta api	Bekerja dengan baik
5	Program display posisi kereta api	Bekerja dengan baik
6	Program switching rangkaian	Bekerja dengan baik

Pada sistem GPS yang dilaksanakan dalam penelitian ini, informasi yang diperlukan berupa posisi koordinat, jam dan kecepatan. Informasi kecepatan terdiri dari koordinat Lintang dan Bujur. Informasi ini diperlukan untuk menentukan posisi kereta

api dan kemudian dibandingkan dengan koordinat stasiun yang sudah diketahui sebelumnya sehingga kereta api yang akan melintas di stasiun tertentu dapat terdeteksi. Informasi jam diperlukan untuk mengetahui perkiraan jam kedatangan kereta di stasiun berikutnya. Perkiraan jam kedatangan didasarkan pada jam kereta tersebut berangkat menuju stasiun ditambah dengan waktu tempuh kereta yang diketahui berdasarkan data yang sudah ada, sedangkan informasi kecepatan diperlukan untuk mengetahui kecepatan kereta api terutama jika ada kereta api yang berhenti (kecepatan nol km/jam) pada suatu tempat tetapi tidak pada posisi stasiun, yang kemungkinan kereta tersebut mengalami masalah atau kerusakan.

Dari deretan data serial di GPS besaran koordinat dan jam ditandai dengan *header* <\$GPGGA>, data setelah *header* tersebut adalah data koordinat dan jam. Untuk membaca jam maka dibaca data setelah tanda koma, sedangkan untuk membaca data *latitude*/lintang dan *longitude* atau bujur maka setelah ketemu tanda koma dua kali kemudian dibaca karakter nilai koordinat. Data lintang diakhiri dengan ‘N’ atau ‘S’, sedangkan data bujur diakhiri dengan ‘E’ atau ‘W’. Data kecepatan diawali dengan *header* <\$VTG>, data setelah *header* tersebut adalah data kecepatan. Kecepatan bisa dibaca dalam satuan knots atau km/jam

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pembuatan dan hasil pengujian sistem pensinyalan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi GPS pada sistem signaling lalu lintas kereta api pada contoh kasus jalur kereta api Solo-Yogyakarta dapat diterapkan karena posisi koordinat dapat terdeteksi dengan baik di sepanjang jalur kereta tersebut.
2. Pengiriman data koordinat posisi kereta api dengan media pengiriman SMS melalui ponsel pada sistem pensinyalan lalu lintas kereta api pada contoh kasus jalur kereta api Solo-Yogyakarta dapat diterapkan sepanjang sinyal ponsel dari *provider* yang dipakai cukup baik sehingga pengiriman SMS berjalan lancar.
3. Koordinat posisi stasiun-stasiun kereta api jalur Solo – Yogyakarta terletak pada posisi Lintang Selatan antara 0733.7271 sampai dengan 0747.3756, dan posisi Bujur Barat antara 11050.3561 sampai dengan 11021.8182.

## Saran

Adapun saran yang bisa disampaikan untuk pengembangan sistem ini lebih lanjut di waktu yang akan datang adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan sistem waktu nyata pada display posisi kereta api di layar komputer.
2. Mengembangkan penggambaran peta jalur kereta api dengan sistem GIS

## DAFTAR PUSTAKA

Abidin, ZA. 2007. *Penentuan Posisi Dengan GPS Dan Aplikasinya*. Jakarta. Pranya Paramita.

Kimata. 2002. *Development of GPS Seismograph System by Integrating GPS Network, Internet Network and Wavelet Analysis*. Nagoya university. Seminar on Earthquake and Hazard

Seeber, Gunter. 1998. *Satellite Geodesy*. Berlin-New York. Walter de Gruyter

Setyadi, Sarsito. 2002. *Pengembangan Sistem Informasi Bencana sebagai Upaya Antisipasi Bencana Alam dengan Pendekatan Informasi Spasial*. 2002. Paper forum ilmiah ikatan surveyor Indonesia

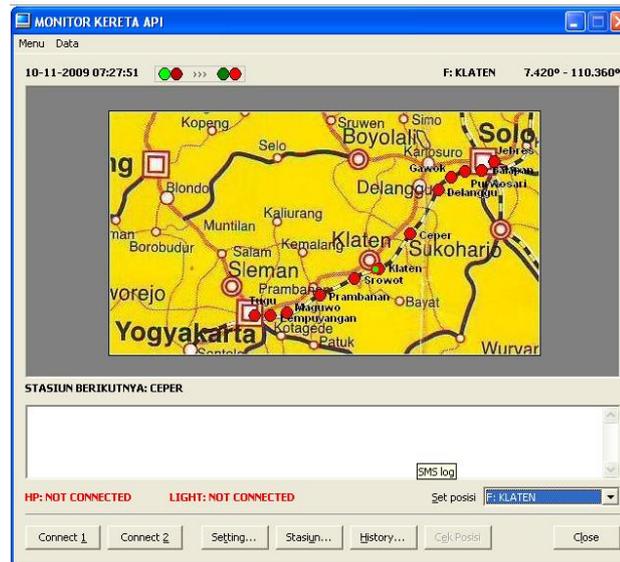
Sunyoto, Andi. 2005. *Integrasi Modul GPS Receiver dan GPRS untuk Penentuan Posisi dan Jalur Pergerakan Obyek Bergerak (Studi Kasus : Penentuan Posisi Taksi di Yogyakarta)*. Universitas Gadjahmada. Tesis S2 Ilmu Komputer

Wardana, Lingga. 2006 . *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATMega 8535*. Yogyakarta: Andi.

Tabel 3 Hasil Pengukuran Koordinat Stasiun Kereta Api Jalur Solo – Yogyakarta

No	Stasiun	Koordinat	Jam
1	LEMPUYANGAN	0747.4107,S,11022.5528,E,5.57,K	10.58.09
2	MAGUWO	0747.1079,S,11026.2180,E,1291,K	10.49.26
3	PRAMBANAN	0745.3979,S,11030.0018,E,97.34,K	10.44.06
4	SROWOT	0744.4724,S,11032.9772,E,95.57,K	10.40.17

5	KLATEN	0742.7455,S,11036.1895,E,0.00,K	10.31.12
6	CEPER	0740.1252,S,11040.5157,E,9218,K	10.24.31
7	DELANGGU	0737.3276,S,11042.4018,E,8394,K	10.20.37
8	GAWOK	0735.3669,S,11044.6746,E,87.45,K	10.16.54
9	PURWOSARI	0733.6933,S,11047.7925,E,9.21,K	10.07.06
10	SOLO BALAPAN	0733.4194,S,11049.2871,E,8.26,K	09.57.25
11	SOLO JEBRES	0733.7312,S,11050.3697,E,0.00,K	09.49.21
12	SOLO JEBRES	0733.7271,S,11050.3561,E,4.33,K	09.38.04
13	SOLO BALAPAN	0733.4246,S,11049.2509,E,0.00,K	09.30.21
14	PURWOSARI	07.33.6985,S,11047.7722,E,12.23,K	09.24.14
15	GAWOK	0735.3266,S,11044.7382,E,100.18,K	09.18.16
16	DELANGGU	0737.3415,S,11042.4018,E,98.82,K	09.14.49
17	CEPER	0740.1576,S,11040.4721,E,98.82,K	09.10.58
18	KLATEN	0742.9839,S,11035.7522,E,79.37,K	09.01.04
19	SROWOT	0744.3944,S,11033.1261,E,97.79,K	08.57.42
20	PRAMBANAN	0745.3979,S,11030.0018,E,97.34,K	08.50.00
21	MAGUWO	0747.1115,S,11026.2002,E,0.00,K	08.45.04
22	LEMPUYANGAN	0747.4128,S,11022.5195,E,0.00,K	08.36.00
23	TUGU YOGYA	0747.3756,S,11021.8182,E,0.00,K	08.29.13



Gambar 3 Tampilan Sistem Monitoring Kereta Api di layar komputer

# SIX DOT PUSH BUTTON TO SPEECH SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN HURUF BRAILLE

Mashoedah, S.Pd., M.T  
Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik,  
Universitas Negeri Yogyakarta  
[mashoedah@uny.ac.id](mailto:mashoedah@uny.ac.id)

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan menghasilkan alat bantu pembelajaran Huruf Braille dengan menggunakan 3X6 titik tombol tekan (*Push Button Switch*) yang dihubungkan ke *Voice Chip* untuk penyuaran sehingga pembelajaran diharapkan dapat lebih menarik dan efektif.

Metode penelitian menggunakan *Research and Development*, dengan Obyek penelitian adalah abjad, kombinasi konsonan vokal dan tanda-tanda baca huruf Braille Bahasa Indonesia yang telah diproses menjadi suara oleh mikrokontroler dan *Voice Chip*. Media divalidasi oleh 5 orang guru di sekolah tunanetra Yaketunis untuk menguji kelayakan sebagai media. Media diuji pada 4 orang tunanetra .

Unjuk kerja sistem secara teknis menunjukkan bahwa media dapat menghasilkan penyuaran untuk kombinasi Braille sejumlah 254 kombinasi suara yang terdiri dari pengantar penggunaan alat, kombinasi angka Braille dari 0 s/d 99, kombinasi abjad Braille dari a s/d z, kombinasi konsonan vokal Braille ba-bi-bu-be-bo s/d za-zi-zu-ze-zo dan gabungannya, kombinasi Braille untuk tanda baca dan beberapa penyuaran tambahan. Hasil validasi ahli terhadap media menunjukkan nilai untuk tiap aspek penilaian adalah sebagai berikut : efektifitas = 81 %, kemudahan = 78 %, konsistensi = 78 %, organisasi media = 80 %, dan kemanfaatan = 70 %, sedang persentase untuk uji kelayakan didapatkan nilai 77 %, dengan kategori sangat layak.

**Keyword :** Braille, Push Button, *Voice Chip*, OTP

## A. Pendahuluan

Tunanetra sebagaimana orang awas lainnya, membutuhkan pendidikan untuk mengembangkan potensi yang dimilikinya secara optimal (<http://pustaka.ut.ac.id/learning.php?>) . Tunanetra membutuhkan layanan khusus untuk merehabilitasi kelainannya, yang meliputi: latihan membaca dan menulis huruf Braille, penggunaan tongkat, orientasi dan mobilitas, serta latihan visual/fungsional penglihatan. Sedangkan strategi pembelajaran bagi tunanetra; pada dasarnya sama dengan strategi pembelajaran bagi orang awas, hanya dalam pelaksanaannya memerlukan modifikasi

sehingga pesan atau materi pelajaran yang disampaikan dapat diterima/ditangkap oleh tunanetra melalui indera-indera yang masih berfungsi.

Media Pembelajaran yang diterapkan pada anak-anak tunanetra di beberapa Sekolah Luar Biasa (SLB) meliputi: alat bantu menulis huruf Braille (reglet, pen dan mesin ketik Braille); alat bantu membaca huruf Braille (papan huruf dan optacon); alat bantu berhitung (cubaritma, abacus/semboa, speech calculator), serta alat bantu yang bersifat audio seperti tape-recorder.

Khusus Alat bantu membaca huruf Braille adalah alat bantu pembelajaran untuk mengenal huruf Braille alat ini biasa disebut pantule singkatan dari Papan Tulis Braille. Alat ini terdiri dari paku-paku yang dapat ditempel pada papan sehingga membentuk kombinasi huruf Braille, seperti laci atau kotak peti, terbuat dari papan dengan lubang-lubang tempat memasukkan pin-pin logam. Salah satu kelemahan Pantule ada pada pinnya yang terlepas dari papannya, sehingga kerap hilang. Selain itu, ukurannya yang relatif besar dan terbuat dari papan membuatnya berat untuk dibawa-bawa.

## Kajian Teori

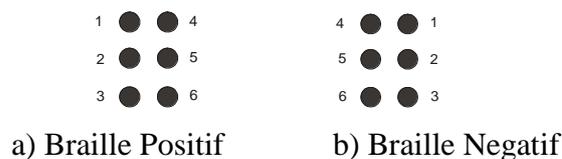
### 1. Media Pembelajaran

Menurut para Ahli, media pembelajaran dapat diartikan sebagai ,

- segala bentuk yang digunakan untuk menyalurkan informasi (Association for Educational Communications and Technology /AECT, 1977).
- Alat bantu pembelajaran (*instructional aids*) dan media pembelajaran (*instructional media*). Alat bantu pembelajaran didefinisikan sebagai perlengkapan atau alat untuk membantu guru (pengajar) memperjelas materi (pesan) yang akan disampaikan. Oleh karena itu alat bantu pembelajaran disebut juga alat bantu mengajar (*teaching aids*) (Anderson (1987)).

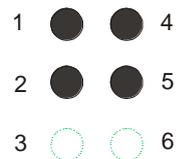
### 2. Sistem Braille

Huruf Braille terdiri atas enam buah titik timbul dengan format 2 kolom kali 3 baris titik. Titik ini masing-masing diberi nomor, yaitu 1, 2, 3, 4, 5, dan 6.



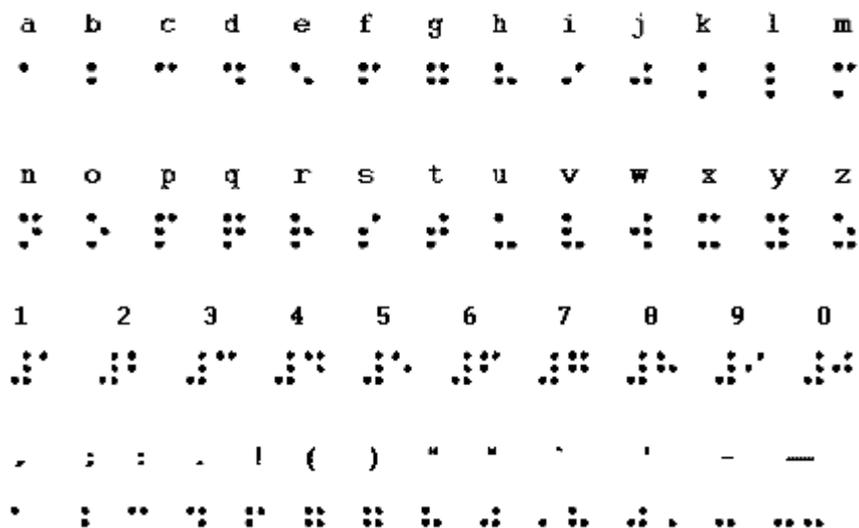
Gambar 1. Format Standar Elemen Huruf Braille Enam Titik

Huruf braille dapat digambarkan dalam dua posisi, yaitu posisi positif dan posisi negatif. Posisi positif adalah posisi huruf braille yang dapat dibaca oleh pembaca yaitu penyandang tunanetra dan/atau oleh orang awas (orang yang dapat melihat), sedangkan posisi negatif adalah posisi huruf braille yang sedang dalam proses cetak. Pada posisi negatif letak nomor 1, 2, 3 berada di sebelah kanan, dan letak nomor 4, 5, dan 6 berada di sebelah kiri. Dengan penomoran titik ini, maka karakter braille dapat dinyatakan dengan menyebutkan nomor titik-titiknya. Nomor titik yang dipilih menyebabkan tonjolan pada media cetakan (media dapat berupa bahan plastik ataupun kertas), sedangkan nomor titik yang tidak dipilih tidak menyebabkan tonjolan pada media cetakan. Misalkan untuk membuat huruf "g", yang mempunyai kode braille seperti berikut:



Gambar 2. Kode *Braille* Huruf 'g'

Kode *braille* diatas adalah kode *braille* positif yang dapat dinyatakan dengan titik 1, 2, 4, dan 5. Dengan cara yang sama, yaitu dengan memberi nomor tetap terhadap titik timbul yang berjumlah enam pada tanda-tanda/huruf *braille*, maka beberapa huruf *braille* positif dapat dinyatakan dengan simbol seperti contoh berikut :



Gambar 3. Simbol pada Huruf *Braille* Positif

Huruf Braille selain terdiri dari kombinasi 6 titik untuk melambangkan abjad juga terdiri dari kombinasi 6 titik untuk melambangkan tanda komposisi, dan tanda baca. Tanda komposisi adalah tanda khusus yang tidak terdapat dalam tulisan awas (tulisan biasa). Tanda ini dimaksudkan untuk mengubah “tampilan” karakter braille. Tanda komposisi itu mencakup tanda capital, tanda kursif, tanda angka, dan tanda pugar. Karakter Braille yang dibubuhi tanda komposisi ini akan mempunyai fungsi lain atau tampilan yang berbeda. Tanda komposisi diperlukan mengingat keterbatasan kemungkinan konfigurasi Braille.

### **3. Alat Tulis/Cetak Huruf Braille**

Alat tulis/cetak huruf Braille adalah suatu alat bantu untuk menulis dan membentuk simbol karakter huruf Braille yang terdiri dari kombinasi 2 X 3 titik kolom baris. Jenis dari alat bantu tulis huruf Braille bermacam-macam, dari yang paling sederhana dalam bentuk cetakan/pola untuk 2 X 3 titik atau bisa dikatakan papan tulis kecil yang dilengkapi penitik (*stylus*). Alat ini membantu tunanetra untuk membentuk deretan huruf Braille pada kertas manila atau karton yang dijepit oleh lembar papan.

### **4. Teknologi Pembelajaran Huruf Braille**

Didi Karsidi dalam tulisannya di <http://pertuni.idp-europe.org/Artikel-Makalah/komputer.php> mengungkapkan bahwa orang tunanetra harus menggunakan teknik alternatif dalam melakukan kegiatan kehidupannya sehari-hari, yaitu teknik yang memanfaatkan indera-indera lain untuk menggantikan fungsi indera penglihatan. Beliau menyebutkan bahwa indera pendengaran dan perabaan merupakan saluran penerima informasi yang paling efisien sesudah indera penglihatan. Oleh karena itu, teknik alternative itu pada umumnya memanfaatkan indera pendengaran dan/atau perabaan.

Berkaitan dengan teknik yang memanfaatkan indera-indera lain untuk menggantikan fungsi indera penglihatan, maka beberapa teknologi pembelajaran huruf Braille memanfaatkan mekanisme yang dapat menghasilkan bunyi dan obyek yang dapat menghasilkan perbedaan permukaan dalam suatu bidang datar.

### **5. Teknik Membaca Huruf Braille**

Tidak seperti halnya orang awas, penyandang tunanetra melakukan kegiatan membaca dengan cara meraba (*tactile*), yaitu kegiatan yang bisa diartikan sebagai memahami simbol-simbol bunyi yang tercetak timbul untuk mendapatkan informasi dari simbol-simbol tersebut dengan menggunakan jari-jari tangan.

Pendapat Tilman & Osborn (1969) tentang karakteristik tunanetra dalam Aspek Fisik/Indera dan Motorik/Perilaku, yang dikutip di <http://pustaka.ut.ac.id/learning.php> menyebutkan bahwa anak tunanetra pada umumnya menunjukkan kepekaan yang lebih baik pada indera pendengaran dan perabaan dibandingkan dengan anak awas.

Dari Olson & Mangold (1981) yang dikutip oleh Didi Karsidi menyebutkan bahwa pembaca Braille yang baik (lancar membaca) adalah yang :

- a. menunjukkan hanya sedikit saja gerakan mundur pada tangannya secara vertikal maupun horizontal pada saat membaca.
- b. menggunakan sedikit sekali tekanan pada saat meraba titik-titik Braille;
- c. menggunakan teknik membaca dengan dua tangan: tangan kiri untuk mencari permulaan baris berikutnya, sedangkan tangan kanan untuk menyelesaikan membaca baris sebelumnya.
- d. selalu menggunakan sekurang-kurangnya empat jari.
- e. menunjukkan kemampuan membaca huruf-huruf dengan cepat dan tidak dibingungkan oleh huruf-huruf yang merupakan bayangan cermin (kebalikan) dari huruf-huruf lain.

Untuk menjadi pembaca braille yang lancar seorang tunanetra pertama kali harus memahami simbol-simbol huruf Braille yang disebutkan dalam bagian awal tulisan ini .

## **6. Push Button**

*Push Button* adalah sebuah komponen elektronik/elektrik yang berfungsi sebagai saklar penghubung (Switch). Metode aktuasi yang digunakan adalah dengan menekan dengan jari tangan (push).

Dalam penelitian ini akan digunakan Push Button jenis toggle, Push Button jenis ini apabila ditekan, posisi tombol akan bergerak kebawah dan tertahan, akan kembali pada posisi semula apabila tombol ditekan kembali. Karakter Push Button tersebut akan digunakan untuk merepresentasikan titik-titik pada huruf Braille.

Push Button tersebut akan disusun sesuai dengan kombinasi aturan huruf Braille, dimana 1 karakter huruf Braille diwakili minimal enam kombinasi titik. Satu titik karakter Braille diwakili oleh satu buah *Push Button*.

## 7. Mikrokontroler, Code Vision AVR dan Proteus

Mikrokontroler adalah sebuah komponen *Integrated Circuit* (IC) yang mempunyai kemampuan mengolah data (informasi) sesuai urutan instruksi (program) yang diberikan. Didalam mikrokontroler terdapat *Central Processing Unit* (CPU) yang dapat melaksanakan perintah-perintah Aritmetika dan Logika dalam sistem ALU (*Arithmetic Logic Unit*) yang dimiliki, selain itu juga terdapat rangkaian Osilator (OSC), memori (EEPROM/Flash ROM), antarmuka keluaran dalam bentuk Port-port I/O, Timer/counter, ADC/DAC, PWM dan beberapa fungsi yang lain.

Mikrokontroler dapat bekerja sesuai fungsi yang dikehendaki apabila telah diprogram dengan menggunakan perangkat pemrograman, yang terdiri dari software pemrograman (Basic compiler, C compiler, Assembly dll) dan perangkat keras pemrograman (*downloader*). Pemrograman dapat dilakukan melalui antarmuka paralel (*Parallel Mode*) dan antarmuka serial (*ISP Mode*). Penelitian ini menggunakan mikrokontroler AVR Atmega8535, Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 Bit, sehingga semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bits word) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus instruksi clock. AVR dikelompokkan kedalam 4 kelas, yaitu ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan keluarga AT86RFxx. Dari kesemua kelas yang membedakan satu sama lain adalah ukuran *onboard memori*, *on-board peripheral* dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi untuk semua tipe adalah sama. Pemilihan mikrokontroler Atmega8535 atau Atmega 16 adalah berdasarkan arsitektur yang dimiliki mikrokontroler ini, salah satu fiturnya adalah memiliki saluran IO sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D.

Dalam penelitian ini mikrokontroler digunakan sebagai pengkode 18 bit kombinasi masukan tombol *Push Button* ke masukan 8 bit masukan *Voice Chip*. Kombinasi tombol 6 X 3 (18 bit) sel karakter Braille di baca melalui 6 bit port C, 6 bit port D dan 6 bit port B mikrokontroler ATmega, sedangkan port A digunakan untuk keluaran hasil konversi pembacaan tombol yang akan dimasukkan ke input Voice Chip.

Pada penelitian ini mikrokontroler diprogram menggunakan Code Vision AVR software agar dapat berfungsi sebagai pengkode 18 bit ke 8 bit. *Code Vision AVR* adalah sebuah *compiler C*, yang memiliki *Integrated Development Environment*, pembangkit program yang otomatis dan dilengkapi dengan *In Systems Programmer* untuk mikrokontroler keluarga AVR.

## 8. Rangkaian Tombol dan Teknik Pembacaan Tombol

Untuk membaca kombinasi beberapa tombol diperlukan cara agar informasi yang tersimpan dalam konfigurasi tombol dapat diterjemahkan oleh sistem. Teknik pembacaan tombol yang umum dilakukan adalah teknik scanning terhadap beberapa tombol yang tersusun secara matrik kolom dan baris. Teknik scanning ini akan mendeteksi tombol mana yang ditekan pada waktu tertentu, penekanan terhadap sebuah tombol akan menghasilkan nilai bit pada matrik baris kolom, dimana nilai bit akan berubah sesuai dengan tombol yang ditekan.

## 9. Voice Chip

*Voice Chip* adalah sebuah komponen *Integrated Circuit (IC)* yang dapat diprogram untuk menyimpan file dengan format suara *wav (wave/Waveform Audio File Format)*( <http://en.wikipedia.org/wiki/WAV>) yang terkompresi ADPCM. (*Adaptive differential pulse-code modulation*) dan PCM (*Pulse-code modulation*) Terdapat beberapa jenis IC ini dengan bermacam fungsi perekaman, metode aktivasi suara, kapasitas rekaman (memori), durasi waktu, keluaran sinyal dan beberapa fungsi yang lain. Dalam penelitian ini kami menggunakan Voice Chip tipe aP8942A dan aP89341.

Voice Chip aP8942A dan aP89341 termasuk jenis OTP (*One Time Programmable*) yang diproduksi dengan standard proses CMOS yang didalamnya terdapat 1 Mb memori EPROM. IC ini dapat menyimpan sampai dengan 42 detik pesan suara dengan format file kompresi, 4 bit ADPCM (*Adaptive Differential Pulse Code Modulation*) pada rasio sampling 6 KHz. Pilihan penyimpanan file format suara yang lain adalah dengan format 8 bit PCM (*Pulse Code Modulation*). Aktivasi suara dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu : a. dengan kombinasi 8 tombol input, b. dengan 5 input masukan dari mikrokontroler. File suara dapat direkam ke chip dengan perangkat pemrograman aP89W24USB dan software.

## 10. Penguat Audio

Penguat audio dalam sistem ini berfungsi untuk mengeraskan suara dari sinyal yang dihasilkan oleh voice chip. Sinyal audio yang dihasilkan oleh voice chip aP89341 adalah sinyal mono, terkompresi PCM (), sampling rate 11 KHz, sehingga sistem dapat menggunakan penguat audio mono dengan daya power yang cukup untuk menggerakkan pengeras suara dan mempunyai dimensi rangkaian yang kecil.

Penguat audio yang digunakan adalah menggunakan IC TDA 2003, dengan power keluaran sebesar 10 Watt.

### A. Rumusan Masalah

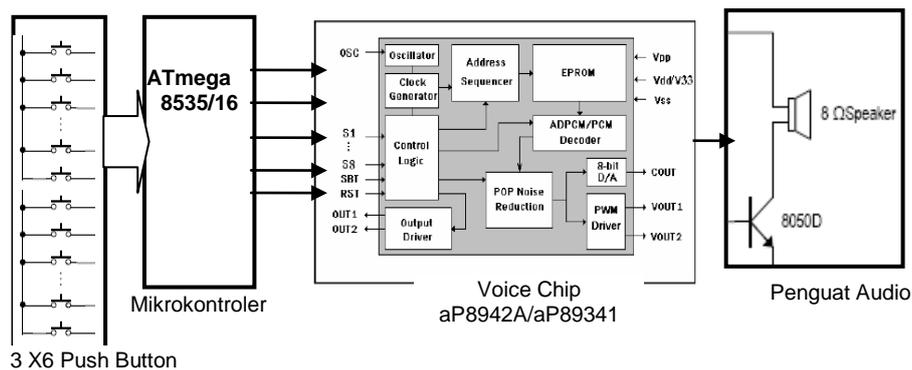
1. Bagaimana membangun sebuah alat bantu pembelajaran huruf Braille yang *portable* dengan menggunakan enam tombol tekan (*Push Button Switch*) yang dihubungkan ke *microcontroller* dan *voice chip* sehingga akan menghasilkan suara yang sesuai dengan huruf Braille ?
2. Bagaimana unjuk kerja media pembelajaran huruf Braille menggunakan kombinasi 3X6 tombol tekan dan penyuaran melalui *voice chip* ?
3. Bagaimana kelayakan media pembelajaran huruf Braille menggunakan kombinasi 3X6 tombol tekan dan penyuaran melalui *voice chip* ?

### B. Tujuan Penelitian

1. Menghasilkan alat bantu pembelajaran Huruf Braille dengan Microcontroller dan voice chip yang portable.
2. Mengetahui unjuk kerja media pembelajaran huruf Braille menggunakan kombinasi 3X6 tombol tekan dan penyuaran melalui *voice chip*.
3. Menguji Kelayakan Media Pembelajaran melalui validasi para ahli.

### C. Kerangka Berpikir

Blok diagram sistem



Gambar 4. Blok Diagram Kombinasi tombol dengan mikrokontroler dan *Voice Chip*

## I. METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan *Research and Development*, dengan Obyek penelitian adalah abjad, kombinasi konsonan vokal dan tanda-tanda baca huruf

Braille Bahasa Indonesia yang telah diproses menjadi suara oleh mikrokontroler dan *Voice Chip* pada media pembelajaran. tahap-tahap pelaksanaan meliputi 1. Analisis kebutuhan 2, Disain model 3. Implementasi 4. Pengujian 5. Pemeliharaan (Pressman:1992). Media divalidasi oleh 5 orang guru di sekolah tunanetra Yaketunis untuk menguji kelayakan sebagai media dan diuji pada 4 orang siswa.

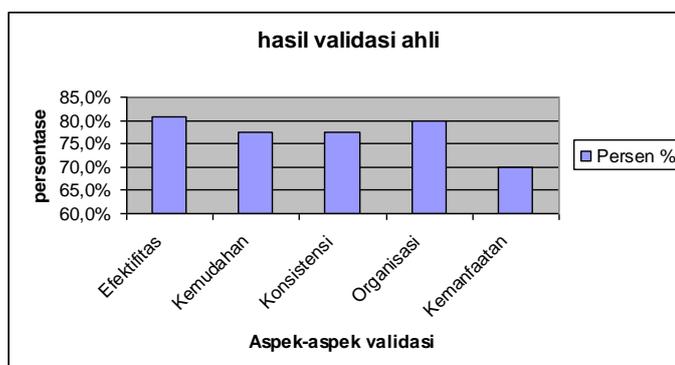
Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan angket terbuka, dan pada akhir questioner angket disertai kolom saran. Penelitian ini dilakukan sampai dengan uji validasi media oleh pakar media menggunakan instrumen validasi media. Instrumen ini digunakan sebagai pengumpul data untuk mengukur berapa tingkat kelayakan *Six Dot Push Button to Speech* sebagai Media Pembelajaran *Huruf Braille*. Instrumen untuk Ahli Media adalah Instrumen yang berisi pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan Efektifitas Disain, Penggunaan, Konsistensi, dan Kemanfaatan media untuk dapat digunakan sebagai media pembelajaran Huruf Braille. analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis deskriptif. Teknik analisis deskriptif dilakukan dengan menggunakan statistik deskriptif. Statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi (Sugiyono, 2006: 164).

Untuk menentukan kategori kelayakan digunakan Skala Likert sebagai pengukuran, dengan Skala Likert data yang diperoleh berupa angka yang kemudian ditafsirkan dalam pengertian kualitatif. (Sugiyono, 2006:35). Kemudian data yang diperoleh dicari persentase kelayakan dengan membandingkan skor yang diobservasi dengan skor yang diharapkan dikalikan 100%, hasil persentase dicocokkan dengan tabel uji kelayakan.

## **II. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Unjuk kerja sistem secara teknis menunjukkan bahwa media dapat menghasilkan penyuaran untuk kombinasi Braille sejumlah 254 kombinasi suara yang terdiri dari pengantar penggunaan alat, kombinasi angka Braille dari 0 s/d 99, kombinasi abjad Braille dari a s/d z, kombinasi konsonan vokal Braille ba-bi-bu-be-bo s/d za-zi-zu-ze-zo dan gabungannya, kombinasi Braille untuk tanda baca dan beberapa penyuaran tambahan.

Hasil validasi ahli terhadap media menunjukkan nilai untuk tiap aspek penilaian adalah sebagai berikut : efektifitas = 81 %, kemudahan = 78 %, konsistensi = 78 %, organisasi media = 80 %, dan kemanfaatan = 70 %, sedang persentase untuk uji kelayakan didapatkan nilai 77 %, dengan kategori sangat layak. Persentase data penilaian dari ahli media untuk tiap aspek disajikan dalam tabel berikut ini :



Gambar 5. Diagram Batang Validasi Ahli untuk tiap Aspek

### III. KESIMPULAN

1. Alat bantu pembelajaran huruf Braille yang *portable* dapat direalisasikan dengan menggunakan 3X6 tombol tekan (*Push Button Switch*) yang terpasang pada setiap port (port B, C, dan D) *microcontroller* ATmega 16, yang di dalamnya terprogram untuk membaca ke 18 tombol untuk dapat diubah menjadi kombinasi 8 bit data keluaran (Port A) sebagai kendali alamat penyuaran pada voice chip. Voice chip di program untuk merekam data suara dengan format kompresi ADPCM, mono. File suara direkam dengan dengan alamat 8 bit untuk memicu penyuaran 254 group suara. Untuk memberikan penyuaran yang lebih keras dan dapat diatur volumenya, output voice chip dihubungkan ke penguat audio mono 10 Watt menggunakan IC TDA2003.
2. Unjuk kerja media pembelajaran huruf Braille menggunakan kombinasi 3X6 tombol tekan dan penyuaran melalui *voice chip* secara teknis dapat menghasilkan penyuaran untuk kombinasi Braille sejumlah 254 kombinasi suara yang terdiri dari pengantar penggunaan alat, kombinasi angka Braille dari 0 s/d 99, kombinasi abjad Braille dari a s/d z, kombinasi konsonan vokal Braille ba-bi-bu-be-bo s/d za-zi-zu-ze-zo dan gabungannya, kombinasi Braille untuk tanda baca dan beberapa

penyuaaraan tambahan. Sistem menggunakan supply ac 220 Volt yang disearahkan menjadi tegangan dc 5 Volt untuk mencatu mikrokontroler dan penguat audio, sedangkan voice chip dicatu dengan tegangan 3,6 volt.

3. Hasil validasi ahli terhadap media menunjukkan nilai untuk tiap aspek penilaian adalah sebagai berikut : efektifitas = 81 %, kemudahan = 78 %, konsistensi = 78 %, organisasi media = 80 %, dan kemanfaatan = 70 %, sedang persentase untuk uji kelayakan didapatkan nilai 77 %, dengan kategori sangat layak (merujuk tabel uji kelayakan Arikunto).

#### 4. DAFTAR PUSTAKA

Arikunto, Suharsimi ,(2007), *Manajemen Penelitian*, jakarta: PT. Rineka Cipta

Hidayat Dody (2003), Brailtex Papan Baca Tulis untuk Tuna Netra Pemula ,

<http://www.korantempo.com/news/2003/>

Karsidi, Didi, *Keterampilan Membaca pada Pengguna Braille*, <http://www.ditplb.or.id>

[/profile.php](http://www.ditplb.or.id/profile.php)

ReynoldsElectronics, 1999-2008, *16-Key Serial Keypads*, [http://www.circuit-](http://www.circuit-projects.com)

[projects.com](http://www.circuit-projects.com)

Sugiyono, (2007), *Statistika Untuk Penelitian*, Bandung : Alfabeta

Sugiyono, (2007), *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif,*

*dan R&D*, Bandung : Alfabeta.

\_\_\_\_\_, *Voice Otp Ic Ap8942a – 42sec*, <http://www.aplusinc.com.tw>

\_\_\_\_\_, *Voice Otp Ic aP89341/170/085*, <http://www.aplusinc.com.tw>

\_\_\_\_\_, *Basic Information relating to Braille*, [http://acharya.iitm.ac.in/ disabilities](http://acharya.iitm.ac.in/disabilities)

[/br\\_intro.php](http://acharya.iitm.ac.in/disabilities/br_intro.php)

\_\_\_\_\_, *Hakikat Keluarbiasaan*, [http://pustaka.ut.ac.id/learning.php? m=](http://pustaka.ut.ac.id/learning.php?m=learning2&id=282)

[learning2&id=282](http://pustaka.ut.ac.id/learning.php?m=learning2&id=282)

# PENGEMBANGAN SIMULATOR CNC 2 AXIS SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DAN PELATIHAN PEMROGRAMAN CNC

Bambang Setiyo Hari Purwoko  
Yatin Ngadiyono  
Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan: (1) Menghasilkan suatu *prototype* Simulasi CNC 2 Axis yang dapat menerima masukan dari *soft-ware* simulasi *visual graphic* dan bereaksi sebagaimana mesin CNC sesungguhnya, (2) Menguji kelayakan *prototype* Simulasi CNC 2 Axis sebagai media pembelajaran pemrograman CNC.

Penelitian ini dirancang sebagai penelitian pengembangan. Obyek penelitian adalah rekayasa penggabungan *software* simulasi *visual graphic* dengan mekanik mesin 2 axis. Subyek penelitian ini adalah dosen CNC, guru CNC SMK, mahasiswa, siswa SMK, ahli teknologi pembelajaran, dan ahli media pendidikan. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi, kuisisioner, dan tes hasil belajar. Alat pengumpulan data seperti lembar observasi, angket atau kuisisioner, dan soal tes hasil belajar, dikembangkan oleh peneliti. Analisis data dilakukan dengan analisis deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan: (1) *prototype* Simulasi CNC 2 Axis berhasil diwujudkan sesuai dengan perencanaan awal pengembangan. Tampilan lingkungan fisik mesin CNC yang terdiri, kontrol panel, layar komputer, dan sistem penjepitan benda kerja, dapat mensimulasikan fungsi komponen *virtual* seperti saklar utama, saklar pemutar spindel utama, dan tombol-tombol pada mode pengoperasian CNC dengan baik dan mampu menampilkan simulasi gerakan pahat, dan (2) *prototype* Simulasi CNC 2 Axis memenuhi syarat dan termasuk katagori baik untuk digunakan sebagai media pemrograman CNC, mampu menerjemahkan kode pemrograman CNC dalam *software* simulasi menjadi gerakan mesin dalam 2 axis.

**Kata kunci:** media, pemrograman, simulasi, CNC

## A. Pendahuluan

Departemen Pendidikan Nasional (Depdiknas) bertepatan dengan hari Pendidikan Nasional tanggal 2 Mei 2006 telah menetapkan Rencana Strategis (Restra) Pembangunan Pendidikan. Restra Pembangunan Pendidikan itu bertumpu pada tiga pilar, salah satunya adalah peningkatan relevansi dan daya saing mutu pendidikan (Kompas: 2 Mei 2006). Agenda peningkatan relevansi dan daya saing mutu pendidikan yang telah tertuang di dalam Restra Pembangunan Pendidikan, harus secara nyata dituangkan dan diwujudkan sebagai bentuk pengajaran (*teaching*), pembimbingan (*guiding*), dan pelatihan (*training*). Pengajaran untuk memberikan pengetahuan,

pembimbingan untuk menanamkan sikap konstruktif, sedangkan pelatihan untuk meningkatkan keterampilan.

Diungkapkan Indra Djati Sidi (2001:37), bahwa berdasarkan beberapa hasil penelitian pendidikan, guru merupakan salah satu faktor dominan yang sangat menentukan tingkat keberhasilan anak didik dalam melakukan transformasi ilmu pengetahuan dan teknologi, serta internalisasi etika dan moral. Menurut Winarno Surakhmad (Pannen, dkk, 1999:6), penyelenggaraan pendidikan memerlukan terpenuhinya persyaratan tertentu. Selain pengajar harus profesional, diperlukan juga biaya dan infrastruktur pendidikan yang memadai. Apabila pendidikan dise-lenggarakan kurang memperhatikan persyaratan yang ditetapkan, maka akan muncul kondisi negatif, yang ekksesnya proses pembelajaran menjadi tidak berkualitas, dan sasaran pembelajaran tidak dapat dicapai.

Kondisi infrastruktur pendidikan yang kurang memadai, banyak ditemukan di lapangan, salah satu yang paling menonjol adalah di dalam proses pembelajaran pemrograman CNC, baik di perguruan tinggi maupun di SMK jurusan teknik mesin. Mesin CNC yang merupakan fasilitas utama untuk membentuk kompetensi pemrograman dan pengoperasian CNC jumlahnya kurang memadai dibandingkan dengan jumlah mahasiswa/siswa yang harus dilayani, bahkan banyak jurusan atau program studi teknik mesin yang tidak memiliki mesin CNC.

Konsekuensi dari jumlah mesin CNC yang tidak sebanding dengan jumlah mahasiswa/siswa ini menyebabkan proses pembelajaran CNC dilakukan secara berkelompok dan bergiliran dalam mengoperasikan mesin. Satu kelompok terdiri dari 4 sampai 5 orang mahasiswa. Bagi program studi atau jurusan teknik mesin yang tidak/belum memiliki mesin CNC, proses pembelajaran pemrograman CNC dilakukan sama sekali tidak menggunakan mesin CNC.

Kesempatan mengoperasikan dan berinteraksi dengan mesin CNC antar-mahasiswa/siswa yang berbeda-beda ini menyebabkan perolehan pengalaman dan kemampuan dalam membuat program NC dan mengoperasikan mesin CNC tidak merata. Mahasiswa yang aktif, memperoleh kesempatan lebih banyak berada di mesin CNC, memiliki kemampuan lebih baik dan pengalaman lebih banyak dalam melayani mesin CNC. Sedangkan mahasiswa yang kurang aktif atau kurang memiliki kesempatan berinteraksi dengan mesin CNC, akan tidak memperoleh pengalaman mengoperasikan

mesin, sehingga kemampuannya dalam membuat program CNC cenderung tidak mencapai standar yang ditetapkan.

Peningkatan kualitas pembelajaran CNC dapat ditempuh dengan memberi kesempatan seluas-luasnya kepada setiap individu mahasiswa/siswa untuk berlatih membuat program CNC dan mengaplikasikan programnya pada mesin CNC. Namun demikian untuk menyiapkan mesin CNC sebanyak jumlah mahasiswa, membutuhkan biaya sangat besar dan tidak setiap program studi teknik mesin mampu memenuhinya. Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan pembelajaran pemrograman CNC yang mampu membuat setiap mahasiswa/siswa aktif dan berkonsentrasi selama berlangsungnya proses pembelajaran, perlu dikembangkan media pembelajaran berupa Simulator CNC 2 Axis yang merupakan bentuk penggabungan antara *soft-ware* simulasi *visual graphic* mesin CNC dan sistem mekanik mesin dengan 2 sumbu (axis).

Media simulasi *visual graphic* mesin CNC adalah program komputer yang apabila dijalankan, pada layar komputer (monitor) akan muncul tampilan gambar dua dimensi suatu mesin CNC lengkap dengan tombol-tombol pengoperasian, menyerupai keadaan sebenarnya dari mesin CNC. Tombol-tombol pengoperasian *virtual* pada layar dapat berfungsi sebagaimana fungsi tombol pada mesin CNC sesungguhnya. Media simulasi *visual graphic* ini representasi dari mesin CNC, dapat berfungsi (1) Mensimulasikan fungsi-fungsi tombol pada panel kontrol, (2) Mensimulasikan pemasukan program CNC (*data input*) sebagai data masukan ke dalam sistem kontrol mesin CNC, dan (3) Mensimulasikan eksekusi program CNC berupa animasi jalannya proses pemesinan pada mesin CNC.

Permasalahan dalam pengembangan media simulasi *visual graphic* mesin CNC ini adalah:

1. Bagaimanakah *prototype* Simulator CNC 2 Axis bentuk penggabungan *soft-ware* simulasi *visual graphic* mesin CNC dengan mekanik mesin yang dapat menampilkan fungsi dan kinerja mesin CNC 2 axis?
2. Bagaimanakah kelayakan *prototype* Simulasi CNC 2 Axis tersebut sebagai media pembelajaran pemrograman CNC?

Penelitian ini bertujuan; (1) Menghasilkan suatu *prototype* Simulasi CNC 2 Axis yang dapat menerima masukan dan dapat bereaksi sebagaimana mesin CNC yang sesungguhnya, (2) Menguji kelayakan *prototype* Simulasi CNC 2 Axis tersebut sebagai

media pembelajaran pemrograman CNC.

Kemajuan teknologi khususnya komputer, sebaiknya juga dimanfaatkan dalam bidang pembelajaran. Bentuk pemanfaatan komputer dalam pembelajaran terutama sebagai media interaksi dan aplikasi pembelajaran yang bersifat praktik dan latihan (*drill & practice*), simulasi (*simulation*), penemuan (*discovery*), tutorial, pemecahan masalah (*problem solving*), dan permainan (*games*).

Pemakaian komputer dalam kegiatan pembelajaran sedikitnya mempunyai tiga tujuan, yaitu tujuan kognitif, psikomotor, dan afektif. Untuk tujuan kognitif, komputer dapat mengajarkan konsep-konsep aturan, prinsip, langkah-langkah, proses, dan kalkulasi yang kompleks. Komputer juga dapat menjelaskan konsep tersebut secara sederhana dengan penggabungan visual dan audio yang dianimasikan, sehingga cocok untuk kegiatan pembelajaran mandiri.

Untuk tujuan psikomotor, komputer dapat menyajikan pembelajaran yang dikemas dalam bentuk game & simulasi yang sangat bagus digunakan untuk menciptakan kondisi dunia kerja. Beberapa contoh program antara lain; simulasi pendaratan pesawat, simulasi perang dalam medan yang paling berat dan sebagainya. Untuk tujuan afektif dapat dilakukan bila program didesain secara tepat dengan memberikan potongan klip suara atau video yang isinya menggugah perasaan. Dengan demikian, pembelajaran sikap/afektif pun dapat dilakukan menggunakan media komputer.

Simulasi secara umum dapat digolongkan menjadi tiga macam. Pertama, simulasi interaktif dan fisik. Simulasi fisik lebih mengacu pada simulasi objek fisik untuk menggantikan sistem nyata. Objek fisik ini sering dipilih sebab mereka lebih kecil atau lebih murah dibanding sistem atau obyek yang nyata, seperti pada simulator penerbangan.

Kedua, Simulasi komputer. Simulasi komputer adalah suatu usaha untuk meniru situasi nyata dalam suatu komputer, sehingga situasi dapat dipelajari untuk dilihat bagaimana sistem itu bekerja. Dengan mengubah variabel, kemungkinan peramalan dapat dibuat tentang perilaku sistem itu. Ketiga, simulasi dalam pelatihan. Simulasi sering digunakan pada pelatihan sipil dan personel militer. Ini pada umumnya terjadi ketika terhalang oleh harga yang mahal atau terlalu berbahaya untuk mengizinkan anggota pelatihan untuk menggunakan peralatan yang nyata dalam dunia nyata.

Simulasi tentang lingkungan nyata yang dibuat oleh komputer, dan pengguna dapat berinteraksi dengan hasil yang menampakan isi dari kenyataan lingkungan disebut kenyataan *virtual* (*Virtual Reality*). VR merupakan suatu format interaksi manusia-komputer di mana suatu lingkungan nyata atau khayal disimulasikan dan para pemakai dapat berhubungan dan menggerakkan dunia itu. Dalam lingkungan virtual yang paling berhasil, para pemakai merasakan bahwa mereka sungguh-sungguh hadir di dunia yang disimulasikan dan bahwa pengalaman mereka di dalam dunia *virtual* sebanding dengan apa yang akan mereka alami pada lingkungan sebenarnya.

*Virtual Reality* dapat diterapkan pada berbagai bidang. Di dalam riset teknik dan ilmiah, lingkungan *virtual* digunakan secara visual untuk menyelidiki apapun yang terjadi pada peristiwa dunia fisik yang sedang dalam pengamatan. Pelatihan untuk pekerjaan pada lingkungan berbahaya atau dengan peralatan mahal lebih baik dilaksanakan melalui simulasi. Misalnya, pilot pesawat udara berlatih dengan simulator penerbangan. Kenyataan *virtual* memungkinkan personil medis untuk praktik prosedur pembedahan baru pada individu yang ditirukan (manusia tiruan).

Salah satu indera yang banyak digunakan untuk mendapatkan informasi dari lingkungannya adalah penglihatan. Indera penglihatan digunakan lebih dari indera yang lain dalam memproses informasi. Banyak penelitian psikologi menunjukkan bahwa lebih banyak informasi dapat dimengerti ketika disajikan dalam bentuk visual, dibandingkan penyajian dalam bentuk non visual.

Pelatihan dengan VR bisa sangat mengurangi biaya dibandingkan dengan pelatihan secara biasa. Kebutuhan akan peralatan pelatihan yang mahal dalam laboratorium nyata, atau peralatan tambahan untuk pelatihan dapat dikurangi. Keuntungan menggunakan VR sebagai alat pelatihan adalah; (1) mengurangi waktu pelatihan dalam lingkungan nyata, (2) dapat mengadakan pelatihan dalam kondisi yang sangat berbahaya, (3) lebih menghemat biaya pada pelatihan yang sama, (4) menyediakan akses tak terbatas kepada peralatan yang mahal, (5) meng-hapuskan biaya bepergian ke pusat pelatihan, (6) biaya perbaikan/penggantian mesin-mesin mahal dikurangi, dan (7) memungkinkan pelajar bisa berada di suatu area geografis yang luas.

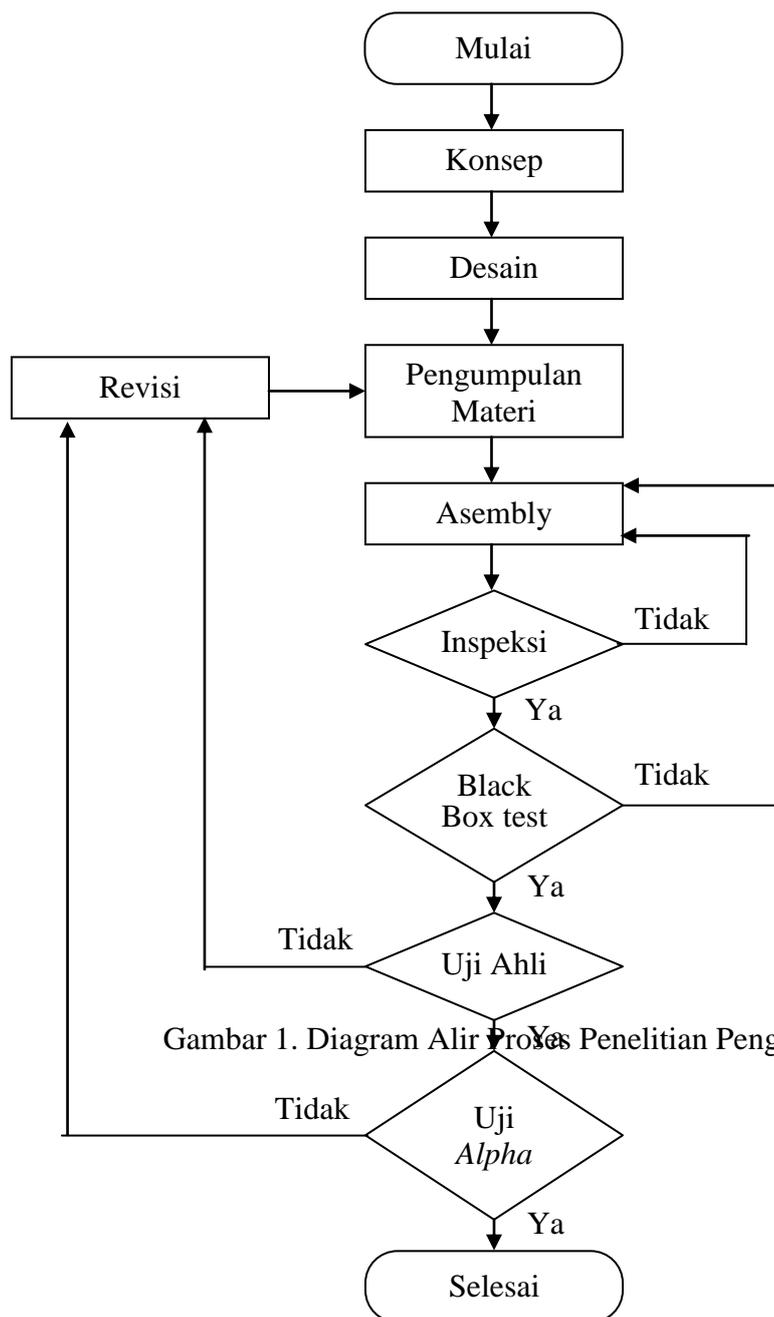
Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) adalah suatu mesin yang proses pengoperasiannya dikendalikan oleh sistem CNC, yaitu suatu sistem kontrol yang dalam proses kerja pengontrolannya dilakukan menggunakan perintah berupa kode-kode huruf

dan angka (*alpha-numeric-code*). Susunan perintah dalam kode huruf dan angka yang tersusun sedemikian rupa dan digunakan untuk mengatur operasi mesin dalam rangka pembuatan suatu produk disebut program CNC.

Mesin CNC dapat dioperasikan dengan dua pilihan, yaitu operasi secara manual dan operasi secara otomatis menggunakan program CNC. Untuk dapat beroperasi, mesin CNC sedikitnya memiliki tiga komponen utama, yaitu program CNC (*NC part Program*), *Machine Control Unit* (MCU) yang berfungsi untuk memproses data masukan, dan mesinnya sendiri yang biasanya mesin perkakas (*machine tools*).

## **B. Metode Penelitian**

Penelitian dirancang sebagai penelitian pengembangan. Metode penelitian pengembangan dipilih, terkait dengan pengembangan program komputer untuk menghadirkan efek visual lingkungan fisik mesin CNC pada layar komputer. Penelitian dirancang dengan tahapan seperti terlihat dalam Gambar 1.



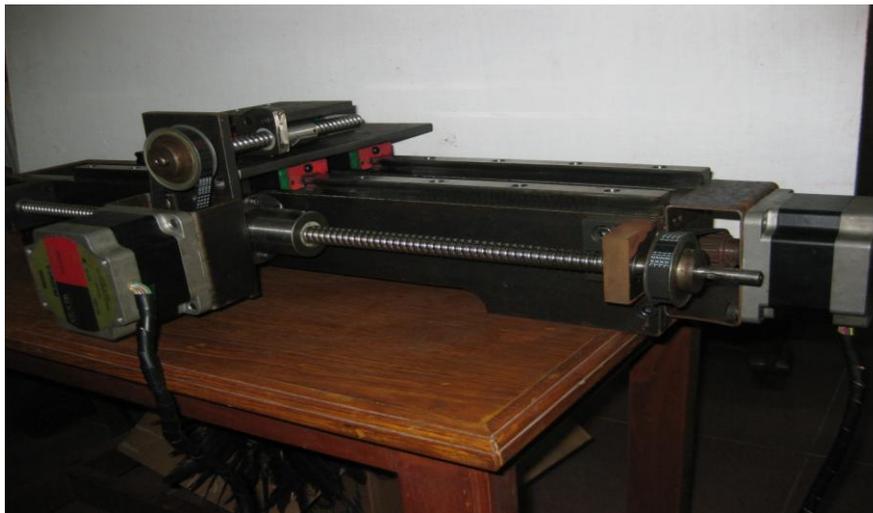
Gambar 1. Diagram Alir Proses Penelitian Pengembangan.

### C. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Produk yang dikembangkan adalah Simulator CNC 2 Axis. Sebagai salah satu referensi atau rujukan pengembangan adalah mesin CNC TU-2A, yaitu mesin bubut CNC tipe *training* merk EMCO buatan pabrik EMCO Maier Austria. Mesin CNC jenis ini digunakan secara luas di perguruan tinggi, dan SMK. Produk dikembangkan dengan

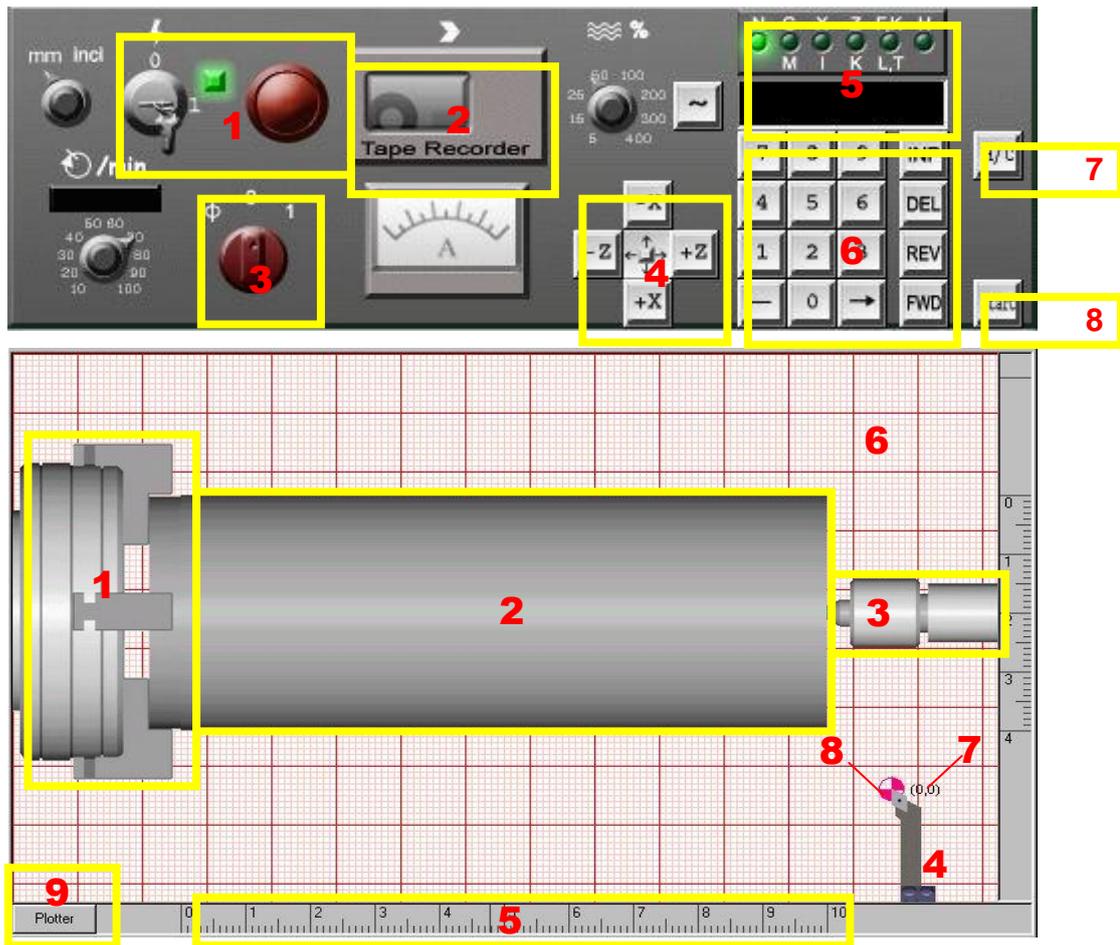
melakukan penggabungan *soft-ware* simulasi *visual graphic* mesin CNC dengan mekanik mesin 2 axis.

Hasil pengembangan mekanik mesin berupa mesin bubut yang memiliki poros (sumbu) memanjang untuk menggerakkan pahat bubut sepanjang alasnya, dan poros melintang tegak lurus dengan poros memanjang pada posisi horizontal, untuk menggerakkan pahat pada arah melintang tegak lurus alas mesin. Sebagai sumber tenaga penggerak poros adalah motor stepper. Agar pahat dapat bergerak ringan maka sebagai pemandu gerakan digunakan *linier guide* pada kedua sumbu mesin, (lihat Gambar2).



Gambar 2. Sistem Mekanik Simulator CNC 2 Axis

*Soft-ware* simulasi *visual graphic* mesin CNC adalah program komputer, yang bila dijalankan dapat menghadirkan efek visual suatu lingkungan fisik mesin CNC pada layar komputer. Lingkungan fisik mesin CNC yang ditampilkan meliputi panel kontrol, monitor, dan penjepitan benda kerja pada mesin. Tampilan panel kontrol mengacu panel kontrol mesin CNC TU-2A. Hal ini dimaksudkan agar pengguna merasakan sensasi tantangan, situasi, dan perasaan seolah-olah sedang berada atau menghadapi sebuah papan kontrol mesin CNC TU-2A yang sesungguhnya. Tampilan panel kontrol diperlihatkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Papan Kontrol

Tidak semua panel dan tombol yang divisualkan pada panel kontrol fungsinya dapat disimulasikan, beberapa hanya merupakan gambar atau sebagai hiasan agar terkesan papan kontrol lebih interaktif dan nyata. Hanya saklar dan tombol yang sering digunakan fungsinya dapat dioperasikan atau disimulasikan. Bentuk penggabungan *Soft-ware* simulasi *visual graphic* mesin CNC dengan mekanik mesin 2 axis sebagaimana terlihat pada Gambar 4, merupakan prototype Simulator CNC 2 Axis



Gambar 4. *Prototype Simulator CNC 2 Axis*

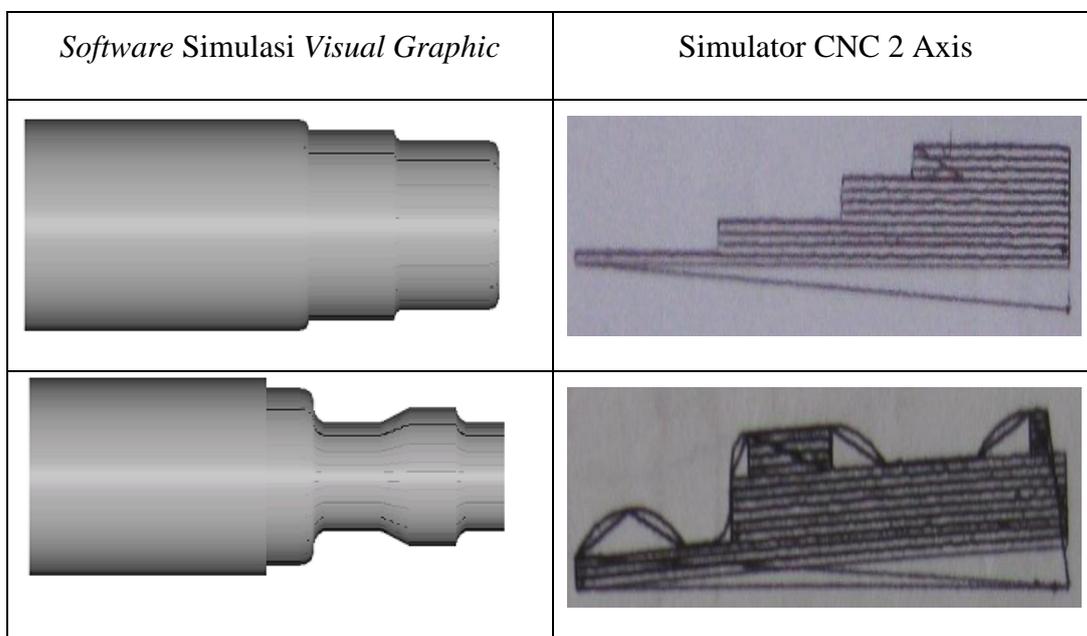
Berdasarkan rancangan tampilan, produk dapat dibuat sesuai rancangan dan mampu menampilkan sosok mesin CNC khususnya bagian-bagian utama yang visualisasinya memberi efek kehadiran mesin yang sebenarnya (menampilkan papan kontrol, pencekaman benda kerja, dan pisau dengan komposisi dan proporsi yang seimbang).

Fungsi program dibuat dalam dua model layanan yaitu layanan manual dan layanan CNC. Layanan manual mempunyai tiga fungsi utama yaitu : fungsi untuk menggerakkan pahat maju dan mundur sesuai dengan arah sumbu X dan Z dengan menggunakan tombol "X+", "X-", "Z+", dan "Z-"; menentukan letak pahat pada posisi 0 pada sumbu X dan Z dengan menekan tombol "DEL"; dan fungsi untuk memutarakan spindel utama mesin, dengan menempatkan posisi saklar spindel utama pada angka "1".

Pada fungsi CNC, tombol ketik pada layar monitor (tombol *virtual*) dapat berfungsi untuk menuliskan, mengubah, dan memperbaiki program CNC dengan baik. Fungsi tombol angka "0" sampai dengan "9", tombol "INP", "DEL", "REV", dan "FWD", *virtual* dapat berfungsi untuk menulis dan mengedit data masukan dengan baik. Demikian pula tombol "START", dan saklar utama ON/OFF dapat dioperasikan fungsinya identik dengan fungsi tombol tersebut pada mesin CNC. Salah satu kelebihan produk yang dikembangkan adalah dapat menyimpan program CNC yang telah ditulis, memanggil program yang tersimpan untuk diaktifkan dan ditampilkan pada layar.

Di samping itu, program CNC yang tertulis pada jendela penulisan program CNC juga dapat dijalankan. Program yang tertulis merupakan masukan (*input*) yang dapat diproses menjadi keluaran (*output*). Respon atau keluaran atas masukan yang diberikan, divisualkan sebagai jalannya pembacaan program CNC oleh unit kontrol mesin. Jalannya program CNC dapat diamati melalui simulasi gerakan perkakas sayat pada jendela animasi di layar komputer.

Respon dari masukan yang berupa perintah (kode) pemrograman CNC dapat disimulasikan dengan animasi gerakan pahat bubut relatif terhadap benda kerja. Kode pemrograman CNC yang dapat diproses dan dianimasikan masih terbatas, yaitu hanya terbatas pada kode perintah yang sering digunakan pada awal latihan pembuatan program CNC untuk mesin CNC TU-2A. Kode-kode perintah tersebut di antaranya: kode "G00", "G01", "G02", "G03", "G90", "G91", "G92" "M03", "M05" dan "M30". Hasil Animasi jalannya program dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Animasi Eksekusi Program CNC

Dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil mengembangkan Simulator CNC 2 Axis yang merupakan penggabungan *soft-ware* Simulasi *Visual Graphic*, dengan mekanik mesin 2 axis. Dengan penggabungan ini maka terjadi koneksi antara *soft-ware* Simulasi *Visual Graphic* yaitu program berbasis komputer yang menghadirkan efek visual panel dan pengoperasian Mesin CNC TU-2A pada layar komputer, rangkaian elektronik sistem pengendali, dan sistem mekanik mesin 2 axis. *Soft-ware* program

dapat menginisiasi, melakukan penerjemahan (translasi), setiap masukan (*input*) dengan baik. Respon (*output*) hasil inisiasi dan penerjemahan dari masukan berupa kode-kode perintah dalam program NC, dapat disimulasikan pada monitor, dan dapat diterjemahkan menjadi gerakan translasi lintasan pahat pada sistem mekanik mesin 2 axis.

Meskipun dalam pengembangan produk, khususnya tampilan telah berhasil dengan segala kekurangan dan kelebihannya, akan tetapi produk pengembangan belum mampu menampilkan animasi jalannya program untuk semua jenis kode perintah. Usaha pengembangan penerjemahan program CNC ke animasi sudah dapat dibuat meskipun masih terbatas untuk beberapa kode-kode dasar dan sederhana, sehingga produk baru dapat digunakan untuk melatih pemrograman mesin CNC yang sederhana.

Hasil pengembangan produk dilihat dari kriteria produk sebagai suatu media pembelajaran menyangkut dua hal; (1) produk mampu memberikan gambaran dan efek visual fungsi operasional mesin CNC sehingga dapat menjadi media yang dapat memberi pengalaman visual kepada pengguna, dan (2) produk mampu memperjelas konsep bahan/materi pembelajaran sehingga dapat membantu pengguna dalam memahami materi pembelajaran dengan baik.

Berdasarkan kriteria produk sebagai media yang mensimulasikan cara atau operasi kerja mesin CNC, dapat dijelaskan bahwa *prototype* produk mampu meniru dan memperagakan gerakan yang dihasilkan dari eksekusi program NC secara *baik*. Gerak yang dapat diperagakan terutama gerakan cepat (*rapid*), gerakan pemakanan (*feed*), gerak interpolasi lurus, gerakan berbentuk siklus, dan gerak interpolasi melingkar. Bentuk dan tipe gerakan tersebut memiliki kesamaan dengan gerakan mesin CNC yang sesungguhnya.

Di samping itu *prototype* produk yang dikembangkan juga mudah untuk dioperasikan, dan mampu membangun interaksi dengan *baik* antara pengguna dan media yang sedang digunakan. Oleh karena itu produk dapat menjadi sarana latihan pembuatan program CNC, sarana berinteraksi langsung, dan sarana yang memungkinkan pengguna belajar mandiri secara baik.

Berdasarkan kriteria sebagai media yang mampu membantu memperjelas konsep bahan ajar, dapat diketahui bahwa produk yang dikembangkan materinya mampu memperjelas konsep bahan ajar dengan *baik*, karena materi-materi yang divisualkan

maupun diperagakan dalam bentuk gerakan oleh produk *prototype*, memiliki kesesuaian dengan materi pembelajaran Pemesinan NC, misalnya materi tentang kode-kode pemrograman, dan pembuatan program NC-nya. Di samping kesesuaian materi yang diajarkan juga terdapat kesesuaian antara animasi gerakan pahat yang dilakukan produk dengan gerakan pahat yang sesungguhnya dalam mesin CNC. Hal ini menyebabkan pengguna menjadi lebih dapat memahami materi konsep pemrograman, karena konsep tersebut dapat secara langsung divisualkan melalui animasi pada produk yang dikembangkan.

#### **D. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat ditarik beberapa kesimpulan, di antaranya:

1. *Prototype* produk Simulator CNC 2 Axis yang dikembangkan telah berhasil diwujudkan. Produk hasil pengembangan dapat diwujudkan sesuai dengan spesifikasi atau perencanaan awal pengembangan yang diinginkan. Apabila dijalankan, produk dapat menampilkan visualisasi lingkungan fisik mesin bubut CNC yang meliputi; kontrol panel lengkap dengan asesoris dan tombol pengoperasiannya, sistem pencekaman (*clamping*) benda kerja, pahat bubut, simulasi fungsi operasi, dan animasi jalannya proses pemesinan dari program NC yang dijalankan, baik pada monitor maupun pada sistem mekanik mesin 2 axis. Beberapa perintah pemrograman CNC yang dibuat. sudah dapat dijalankan oleh *prototype* yang dikembangkan ini dengan baik, meskipun belum menjangkau seluruh kode pemrograman CNC.
2. Dalam kelayakan sebagai media pembelajaran Pemrograman CNC, produk yang dikembangkan telah memenuhi persyaratan sebagai media pembelajaran, karena memenuhi kriteria dalam beberapa hal, antara lain:
  - a. Dalam segi kualitas tampilan, navigasi dan pengoperasian, maupun pada interaksinya terhadap pengguna, produk mencapai kriteria baik. Akan tetapi kualitas tampilan, seperti komposisi warna masih perlu ditingkatkan untuk menambah kesan lebih nyata. Demikian pula dalam kemampuannya melakukan animasi dan simulasi kode program-program CNC, perlu lagi dikembangkan agar menjadi lebih lengkap.

- b. Materi yang dikandung oleh media ini sudah baik, khususnya untuk tahap awal pembelajaran Pemrograman CNC. Dilihat dari segi kualitas materi yang dikandungnya media ini mampu untuk menampilkan simulasi, dan memperagakan gerakan eksekusi program CNC pada kode program dasar, dimana pengguna bebas untuk mengkombinasikan kode-kode program yang dimasukkan untuk melihat bagaimana hasil dari masukan data yang diberikan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arif S. Sadiman. (1993). *Media pendidikan, pengertian, pengembangan dan pemanfaatan*. Jakarta: CV Rajawali
- Groover, Mikel P. and Zimmers, Emory W. Jr. (1984). *Computer design and manufacturing*. New York: Prentice-Hall International, Inc.
- Oemar Hamalik. (1986). *Media pendidikan*. Bandung: Alumni
- Hollebrandse, J.J.M. (1988). *Teknik pemrograman dan aplikasi CNC*. Jakarta : PT. Rosda Jayaputra
- Issac, S., Michael, W.B., (1994). *Hanbook in research and education*. California: Edits Publishers.
- Muhamad Ikhsan. (2006). *Prinsip pengembangan media pendidikan-sebuah pengantar*. [http://teknologipendidikan.wordpress.com/Prinsip Pengembangan Media Pendidikan-Sebuah Pengantar-Teknologi Pendidikan.htm](http://teknologipendidikan.wordpress.com/Prinsip_Pengembangan_Media_Pendidikan-Sebuah_Pengantar-Teknologi_Pendidikan.htm)
- Mehrens, W.A. and Lehman, I.J. (1984). *Measurement and evaluation in educational and psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Rinanto, Andre. (1984). *Peranan media audio visual dalam pendidikan*. Yogyakarta: Yayasan Kanisius
- Soenarto. (2005). *Metodologi Penelitian Pengembangan Untuk Peningkatan Kualitas Pembelajaran. Departemen Pendidikan Nasional: Direktorat Pembinaan Tenaga Kependidikan dan Ketenagaan Pendidikan Tinggi (PPTK dan KPT)*.
- Sommerville, Ian. (2003). *Software engineering, rekayasa perangkat lunak*. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Nana Sudjana, Ahmad Rivai. (2001). *Media pengajaran*. Bandung: CV. Sinar Baru
- Tabrani Rusyan. (1989). *Pendekatan dalam proses belajar mengajar*. Bandung: Remaja Karya.
- Taufiq Rochim. (1993). *Teori dan teknologi proses pemesinan*. Jakarta: Higher Education Development Support Project.
- Team. (2004). *Software testing guide book part i: Fundamentals of software testing*. Software Testing Research Lab : <http://www.SofTReL.org>
- Wen-Chai Song & Shih-Ching Ou. (2003). *Using virtual reality modelling to improve training techniques*. Taiwan : National Central University

Williams, Laurie. (2004). *Testing overview and black-box testing techniques*.

## **UP-DATING KOMPETENSI GURU SMK JURUSAN LISTRIK MELALUI PELATIHAN UNIT *AMF POWER SYSTEM***

Djoko Laras BT, Zamtinah, Herlambang, Didik Hariyanto  
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY  
Email: zamtinahmarwan@yahoo.co.id

### **Abstrak**

*AMF (Automatic Main Failure) Power System* merupakan peralatan yang mempunyai sistem kontrol otomatis untuk mengatasi gangguan saluran utama sistem penyediaan energi listrik. Apabila saluran utama PLN mengalami gangguan, *AMF Power System* akan memindahkan layanan beban listrik secara otomatis ke saluran cadangan (Genset). Dengan demikian, unit alat ini sangat dibutuhkan pemasangannya baik di industri, tempat usaha, kantor layanan publik, lembaga pendidikan, bahkan untuk rumah tinggal dengan kapasitas daya terpasang tertentu. Kualifikasi teknisi bidang *AMF Power System* biasanya setingkat SMK. Meskipun kebutuhan tenaga kerja bidang otomatisasi suplai energi listrik sudah sangat mendesak, akan tetapi siswa lulusan SMK Jurusan Listrik sebagian besar belum memiliki kompetensi yang dibutuhkan. Hal ini disebabkan karena materi dan fasilitas penunjang praktikum *AMF Power System* memang belum diajarkan dan belum dimiliki sebagian besar SMK. Oleh sebab itu tujuan utama dari penelitian ini adalah memberi pelatihan tentang *AMF Power System* sebagai sarana up-dating kompetensi guru SMK Jurusan Listrik.

Untuk pelatihan, metode yang digunakan adalah tutorial, demonstrasi, observasi atau pengamatan, dan praktik perakitan oleh peserta pelatihan. Setelah selesai mengikuti pelatihan para peserta diuji melalui tes atau uji kompetensi. Jumlah peserta pelatihan adalah 25 orang, berasal dari kabupaten atau kota yang ada di propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah. Distribusi peserta pelatihan adalah dari Kota Yogyakarta berjumlah 8 peserta, Kabupaten Bantul 4 peserta, Kulon Progo 4 peserta, Gunungkidul 2 peserta, Klaten 3 peserta, serta Sragen dan Magelang masing-masing 2 peserta. Data yang diperoleh dari kegiatan penelitian tahun ketiga selanjutnya dianalisis secara deskriptif.

Hasil kegiatan ini menunjukkan bahwa dari 25 peserta pelatihan yang dinyatakan lulus dan mendapat sertifikat 18 peserta atau 72%, sedang yang belum tersertifikasi berjumlah 7 peserta atau 28%. Hasil lain dari kegiatan ini adalah semua peserta pelatihan menyetujui bahwa materi tentang *AMF Power System* menambah kompetensi dan dapat dijadikan materi pembelajaran di SMK Jurusan Listrik.

**Kata kunci:** *Up-Dating* kompetensi, *AMF Power System*.

## A. Pendahuluan

Masalah yang sangat urgen dan aktual di bidang pendidikan dan kaitannya dengan dunia kerja adalah ketidaksiapan di hampir semua jenis dan jenjang pendidikan untuk memasuki dunia kerja. Khusus bagi pendidikan teknik permasalahan yang dipandang mengerucut adalah terbatasnya fasilitas praktik, sehingga di dalam pembelajarannya masih banyak diisi dengan materi yang bersifat teoritis. Pendapat Guder yang diacu oleh Rudolph menyatakan bahwa pembekalan pengetahuan teoritis yang sempit bukanlah satu-satunya persyaratan yang dibutuhkan dalam teknologi modern, melainkan hal pertama yang dituntut adalah kemampuan dan ketrampilan praktis pekerja (Guder dalam Rudolph, 1989).

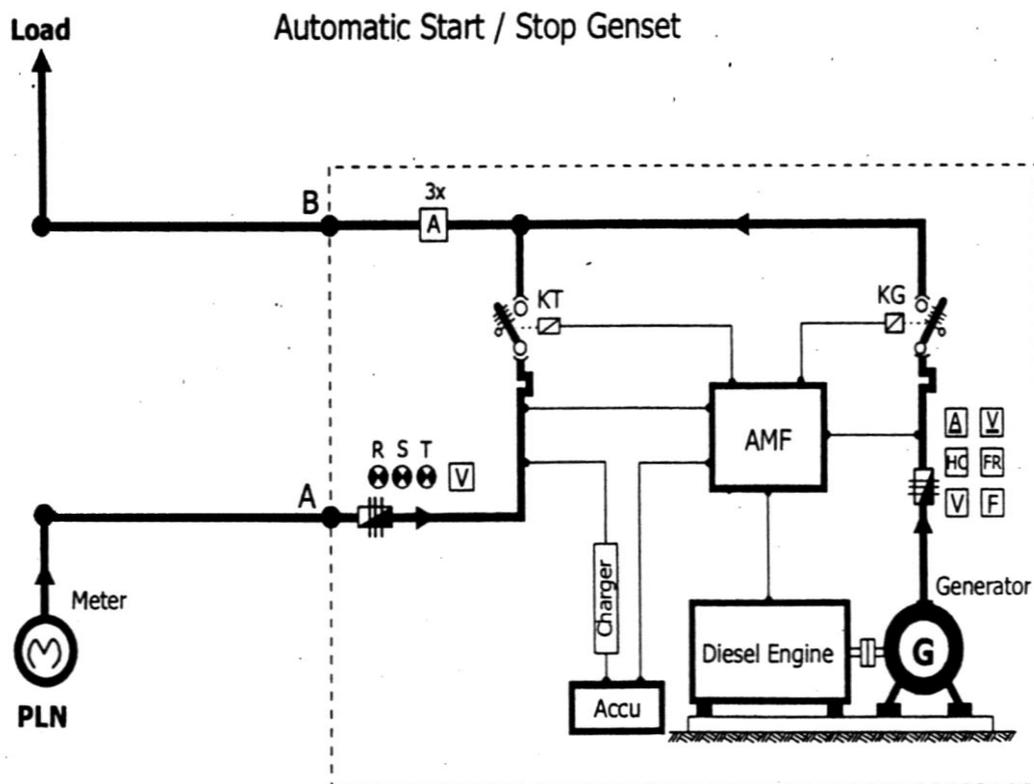
Menurut Bienayme (1989), Pendidikan formal di seluruh dunia umumnya menghadapi empat kelemahan, yaitu: 1) secara kualitatif tidak sesuai dengan tugasnya untuk menyiapkan anak-anak muda untuk kehidupannya kelak; 2) kekurangan biaya dilihat dari pertumbuhan penduduk dan bahkan untuk meningkatkan rasio antara guru-pendidik; 3) kapasitasnya yang terbatas dalam menempatkan kembali lulusannya, disebabkan adanya rendahnya kualitas guru (juga pendidik lain) dan peralatan, serta sulitnya merubah sikap; dan 4) ada kesulitan dalam menyelaraskan nilai tradisional yang diwariskan masa lalu, dengan nilai yang lebih universal.

Serangkaian pendapat di atas nampak bahwa ada kesenjangan dunia pendidikan dengan dunia kerja. Perspektif konflik antara keduanya harus memusatkan perhatiannya pada upaya mencari titik temu (interface) sebagai jembatan penghubung antara lembaga pendidikan dengan dunia kerja. Pendapat Coombs, Carnevale, serta Scan Reports yang dikutip oleh Zamtinah, dkk menyatakan bahwa salah satu kompetensi lulusan SMK Jurusan Listrik yang dibutuhkan oleh industri dan lapangan kerja pada umumnya adalah kompetensi kejuruan yang indikatornya adalah kompeten dalam hal pengoperasian suplai energi listrik berikut perangkat penunjang lainnya.

Kompetensi tentang *AMF* sistem tenaga listrik merupakan bagian sistem penyediaan energi listrik. Pengetahuan dan keterampilan (instalasi dan perbaikan) sistem penyediaan energi listrik tersebut harus dikuasai oleh setiap ahli teknik/ teknisi yang diberi tanggung jawab. Tenaga teknik yang mempunyai kompetensi *AMF power system* sementara ini susah didapatkan, padahal kebutuhan akan tenaga tersebut

meningkat sesuai dengan perkembangan pembangunan industri, gedung kantor, dan hotel.

*Automatic main failure (AMF) power system* merupakan peralatan yang mempunyai sistem kontrol otomatis mengatasi gangguan saluran utama sistem penyediaan energi listrik. Apabila saluran utama (PLN) mengalami gangguan, *AMF power system* akan memindahkan layanan beban listrik secara otomatis ke saluran cadangan penyedia tenaga listrik (Genset). Hasil survei tentang keberadaan *AMF power system* di Yogyakarta menunjukkan hampir semua hotel berbintang, bank, dan industri menggunakan *AMF power system* dalam sistem penyediaan tenaga listriknya. *AMF power system* kebanyakan terdiri dari kontrol *AMF* dan *Auto Transfer Switch (ATS)*. Hasil wawancara pada survei tersebut memberikan gambaran bahwa kompetensi *AMF power system* harus dipunyai oleh ahli teknik/ teknisi elektrikal yang diberi tanggung jawab pada sistem penyediaan energi listrik. Prinsip kerja dari Unit *AMF Power System* dapat dijelaskan pada gambar 1



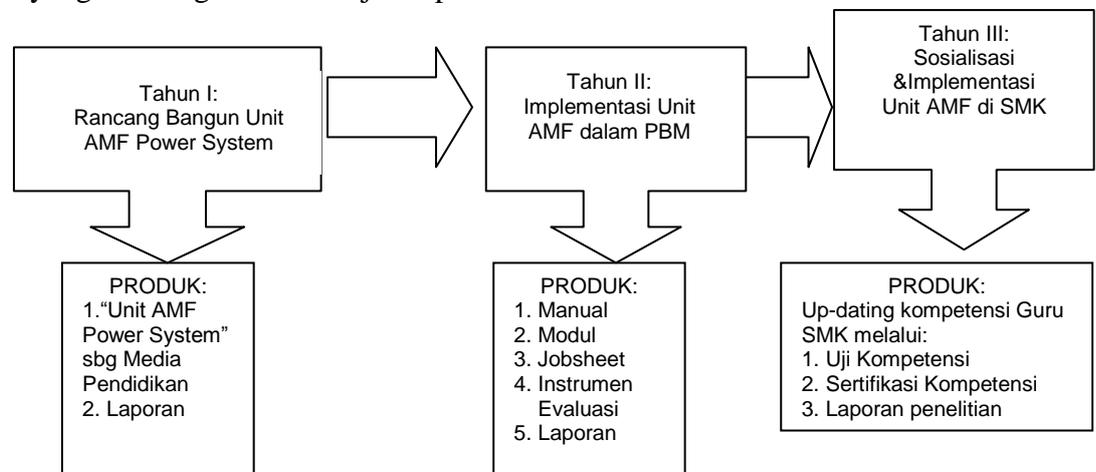
Gambar 1. Prinsip kerja Unit *AMF Power System*

Sebagaimana uraian pada sub bab terdahulu, *Unit AMF Power System* merupakan sebuah sistem yang kompetensinya harus dimiliki oleh para teknisi

mekanikal elektrikal, sehingga bisa digunakan sebagai media penghubung kesenjangan kompetensi lulusan SMK dan perguruan tinggi yang relevan dengan lapangan kerja di bidang sistem penyedia tenaga listrik. Dengan demikian materi tentang AMF sudah selayaknya jika diberikan kepada siswa SMK Jurusan Listrik. Ironinya, materi tentang AMF belum diajarkan di SMK yang disebabkan karena selain belum ada fasilitas peralatan praktik AMF juga para gurunya pun belum memiliki kompetensi yang memadai tentang Unit AMF Power System. Oleh sebab itu pelatihan tentang Unit AMF Power System perlu diberikan kepada para guru SMK agar lulusannya memiliki kompetensi yang sangat dibutuhkan lapangan kerja.

## B. Metode Penelitian

Metode dan kegiatan penelitian yang dilaksanakan mulai tahun pertama sampai tahun ketiga dapat digambarkan pada bagan alir berikut, sedangkan metode dan instrumen yang akan digunakan disajikan pada tabel 1.



Gambar 2: Blok diagram kegiatan dan produk yang dihasilkan selama 3 tahun

Tabel 1: metode dan instrumen penelitian

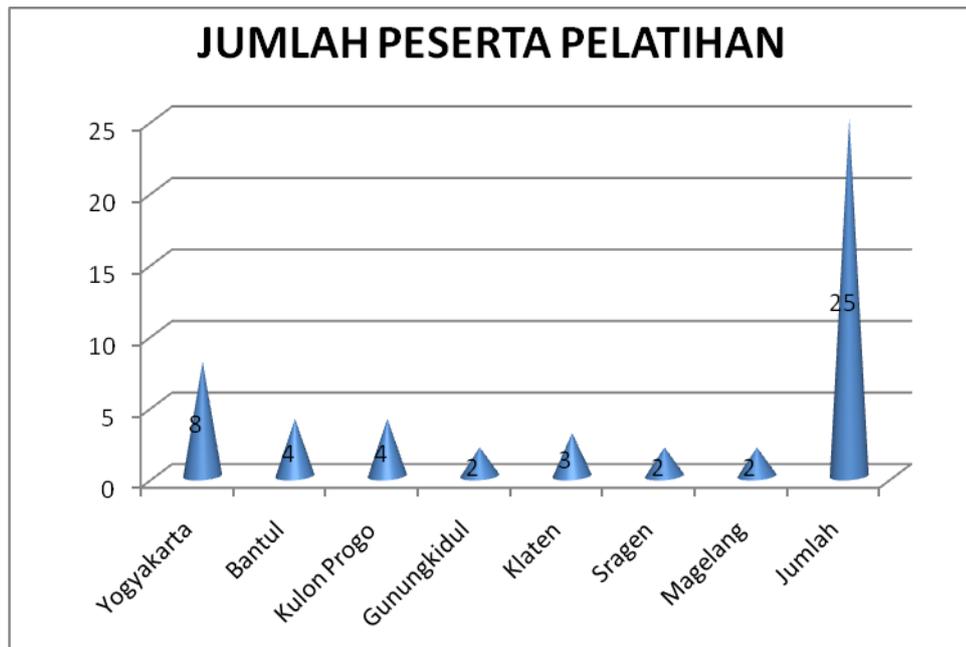
TAHUN KE:	VARIABEL/PARAMETER YANG DIUKUR	METODE	INSTRUMEN
1	Unjuk Kerja Unit AMF secara manual	Eksperimen	Checklist
	Unjuk kerja Unit AMF secara otomatis	Eksperimen	Checklist
	Uji kinerja sistem proteksi	Observasi	- Lembar observasi - Checklist
	Uji kinerja metering	Observasi	- Lembar observasi

			- Checklist
	Uji kinerja wiring system	Observasi	- Lembar observasi - Checklist
2	Manual (Petunjuk Cara Menggunakan) Unit AMF	Analysis Content	- Kuesionar - Checklist
	Modul Pembelajaran	Analysis Content	- Kuesionar - Checklist
	Media Pembelajaran	Analysis Content	Expert Judgment
	Instrumen evaluasi	Analysis Content	- Kuesionar - Checklist
	Efektivitas	-Angket -Eksperimen - Wawancara -Observasi	- Angket - Pedoman Wawancara - Lembar observasi
3	<b>Pelatihan</b>	<b>- Angket - Wawancara - Observasi</b>	<b>- Angket - Pedoman wawancara - Lembar observasi</b>
	<b>Uji kompetensi peserta</b>	<b>-Tes</b>	<b>- Soal tes - Wawancara - Lembar Kerja Praktik</b>
	<b>Sertifikasi</b>	<b>- Tes</b>	<b>- Soal tes - Wawancara - Lembar Kerja Praktik</b>

### C. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

#### 1. Distribusi Peserta Pelatihan

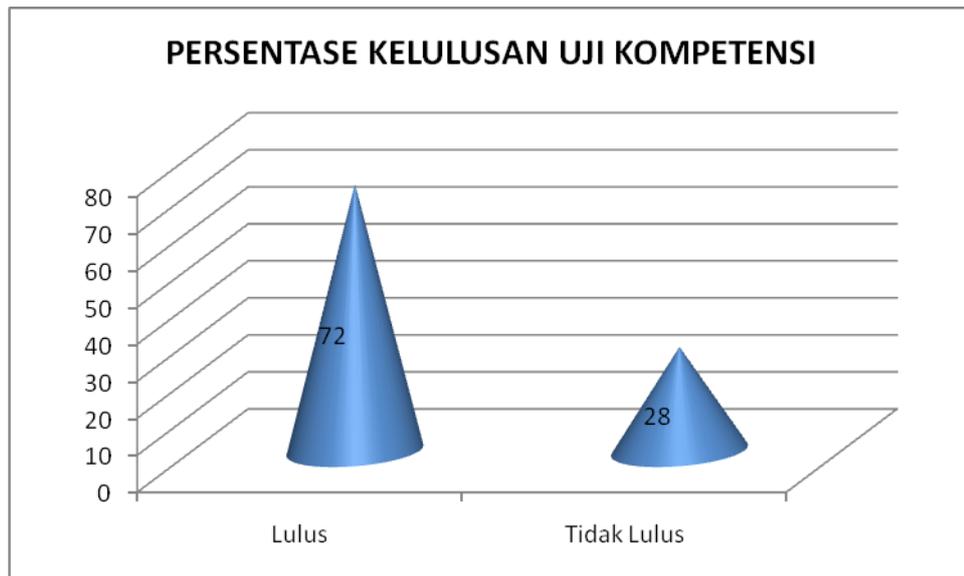
Diinjau dari asal peserta pelatihan dapat dilihat pada gambar 3 yang menunjukkan bahwa peserta dari Kota Yogyakarta merupakan jumlah terbesar yaitu 8 orang guru, sementara itu peserta yang paling sedikit jumlahnya adalah dari Gunungkidul, Sragen, dan Magelang yang masing-masing berjumlah 2 orang guru.



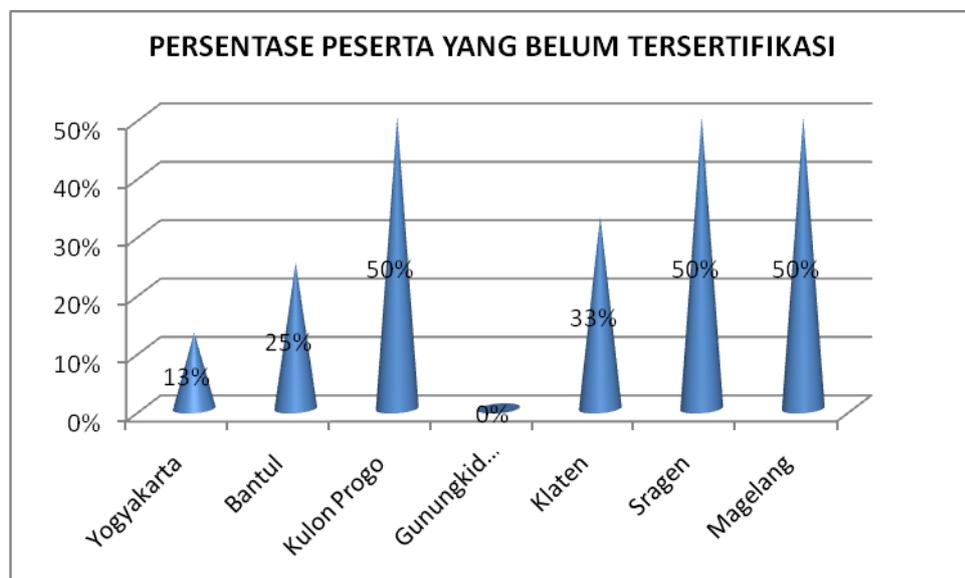
Gambar 3. Distribusi peserta pelatihan berdasarkan asal kota atau kabupaten

## 2. Persentase kelulusan peserta dalam uji kompetensi

Angka kelulusan atau peserta yang lulus uji kompetensi dan mendapatkan sertifikat kompetensi termasuk tinggi yaitu 18 peserta atau 72 %, sedangkan peserta yang belum mendapat sertifikat berjumlah 7 orang atau 28%. Ketidakkelulusan peserta bukan disebabkan karena ketidakmampuan menempuh uji kompetensi tetapi lebih disebabkan karena ketidakhadirannya pada kegiatan pelatihan karena ada tugas yang bersamaan. Sementara itu bagi peserta yang mengikuti pelatihan sejak awal sampai akhir semuanya lulus uji kompetensi. Hal ini menunjukkan efektivitas pelatihan yang terselenggara. Gambar 4 berikut menunjukkan persentase kelulusan peserta pelatihan, sedang gambar 5 menunjukkan persentase peserta yang belum tersertifikasi berdasarkan asal kabupaten atau kota.



Gambar 4. Persentase kelulusan peserta uji kompetensi



Gambar 5. Persentase peserta yang belum tersertifikasi berdasar daerah asal

### 3. Tanggapan peserta terhadap pelatihan Unit AMF Power System

Tanggapan peserta pelatihan terhadap kemanfaatan AMF Power System sebagai saran peningkatan kompetensi dapat dilihat pada table 2 berikut.

Tabel 2. Tanggapan peserta pelatihan

NO	URAIAN TANGGAPAN	KRITERIA (%)		
		SANGAT SETUJU	SETUJU	TIDAK SETUJU
1.	Materi pelatihan relatif baru bagi peserta	95	5	0
2.	Peserta pelatihan sebagian besar belum mengetahui Peralatan Unit AMF Power System	95	5	0
3.	SMK tempat peserta mengajar belum memiliki atau mengembangkan Unit AMF Power System	100	0	0
4.	Materi pelatihan sangat dibutuhkan dalam pembelajaran di SMK Jurusan Listrik	95	5	0
5.	Materi tentang AMF Power System sebagai alat otomatisasi suplai listrik terdapat dalam Kurikulum SMK Jurusan Listrik	100	0	0
6.	Materi pelatihan sangat bermanfaat untuk meningkatkan kompetensi guru	100	0	0
7.	Peserta pelatihan berminat mengembangkan Unit AMF di sekolah sebagai alat bantu atau media pembelajaran	90	10	0

Pada tabel 2 di atas tampak bahwa 95% peserta menyatakan bahwa materi tentang AMF merupakan materi baru. Selain itu SMK tempat peserta mengajar belum memiliki fasilitas AMF Power System sebagai sarana praktikum. Demikina dapat dikatakan bahwa materi pelatihan dapat bermanfaat sebagai sarana up-dating kompetensi para guru SMK Jurusan Listrik.

#### D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Materi tentang AMF Power System terbukti dapat digunakan sebagai sarana up-dating kompetensi guru SMK Jurusan Listrik
2. Tingkat kelulusan peserta pelatihan sebesar 72%, hal ini menunjukkan masih perlu ditingkatkan efektivitas pelatihan agar peserta dapat memahami materi pelatihan

## DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, (2000). *SEG Electronic devices*. Krefelfer Weg.
2. Bienayme,A., "Does Company Strategy Have Any Lessons for Educations Planning". Prospect , UNESCO Vol.XIX No 2/1989
3. Eko, Agfianto Putra. (2002). *Mikrokontroler AT89C51/52/55*. Yogyakarta. Penerbit Gaya Media.
4. Gafur, Abdul. 2001. *Pola Induk Pengembangan Silabus Berbasis Kemampuan Dasar*. PPs UNY.
5. Goleman, Daniel.(1998). *Working With Emotional Intellegence*. London: Bloomsbury Publishing Plc.
6. Guder, (1986), in Rudolph,W. *The Trantition From School in The World of Work” In The German Democratic Republic*. Prospect. UNESCO, No. 69, Vol.XIX No. 1989
7. Khoirudin Bashori. (2000). *Motivasi Meraih Puncak Prestasi*. Makalah Seminar dan Lokakarya Dosen dan Mahasiswa P[endidikan Teknik Elektro FT UNY
8. Tim Pelatih Proyek PGSM (1999). *Penelitian tindakan* Jakarta Depdikbud.
9. Tim Pengadaan Buku Metode Khusus Pendidikan Teknik Elektro FPTK IKIP Yogyakarta. (1990)
10. Utomo & Ruijter,Kees.(1989).*Peningkatan dan Pengembangan Pendidikan*. Jakarta: PT. Gramedia
11. Anonim. (2002). *Kurikulum 2002 Program Studi Teknik Elektro D3 dan Program Studi Teknik Pendidikan Teknik Elektro S1*. Yogyakarta. Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
12. Parjono dan Suyanto, Wardan. 2003. *Kurikulum Berbasis Kompetensi (konsep dan Implementasi)*. Yogyakarta. Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
13. Seip, Gunter. G. (2000). *Electrical Installations Handbook, Munich: MCD Werbeagentur GmbH*.
14. Suhana, Neno. (2002). *Seri Teknik*. Bandung, Penerbit ITB.
15. Tao, William KY. And Janis, Richard.R. (1997). *Mechanical and Elektrikal Systems in Building*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
16. Zamtinah (2000). *Kompetensi Standar Lulusan SMK yang Dibutuhkan Industri*. Jurnal Kependidikan Nomor 2, Tahun XXX, 2000. Lembaga Penelitian Universitas Negeri Yogyakarta ISSN No. 0125-992X

17. Zamtinah (2006). *Kontribusi Unit AMF Power System Daya Kecil dalam pencapaian kompetensi pada Kurikulum SMK 2004*. Yogyakarta: Laporan Penelitian Program Hibah Kompetisi Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY.

**PENGEMBANGAN PROBIOTIK BAKTERI ASAM LAKTAT DAN ENZIM  
KOLESTEROL REDUKTASE DARI LIMBAH KOTORAN AYAM  
YANG BERPOTENSI MENURUNKAN KADAR KOLESTEROL  
DAGING AYAM BROILER**

**Siti Umniyati, Astuti, Bernadetta Oktavia, Drajat Pramiadi**

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah garam empedu berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi asam laktat *Streptococcus sp* dari *chyme* usus halus ayam Broiler *Strain Lohmann*.

Untuk mencapai tujuan tersebut maka *Streptococcus sp* ditumbuhkan dalam medium MRS dengan penambahan garam empedu yaitu 0% (kontrol), 1%, 1,2%, 1,6%, 1,8%, dan 2% pada suhu 40° C selama 24 jam. Variabel pertumbuhan yang diamati adalah pola pertumbuhan (kurva pertumbuhan), kecepatan tumbuh spesifik, waktu generasi, total koloni, nilai pH dan produksi asam laktat. Pengamatan pola pertumbuhan *Streptococcus sp* diukur tiap jamnya selama 24 jam dengan menggunakan spektrofotometer ( $\lambda$  650 nm), total koloni dan nilai pH diamati pada awal (jam ke-0), fase eksponensial dan fase stasioner. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis varian dengan rancangan acak lengkap satu faktor dan jika terdapat perbedaan di antara reratanya maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa garam empedu tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan *Streptococcus sp*. *Streptococcus sp* mampu tumbuh dengan baik pada berbagai konsentrasi garam empedu dan mampu memproduksi asam laktat sebagai produk fermentasinya. Produksi asam laktat tertinggi dihasilkan pada fase stasioner yang ditandai dengan penurunan pH medium. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa *Streptococcus sp* yang diisolasi dari *Chyme* usus halus ayam broiler *Strain Lohmann* dapat dijadikan sebagai kandidat bakteri probiotik.

**Kata kunci :** Garam empedu, pertumbuhan, asam laktat, *Streptococcus*, *Chyme* usus halus ayam broiler *Strain Lohmann*.

#### **A. Pendahuluan**

Meningkatnya daya saing di berbagai bidang kehidupan khususnya ilmu mikrobiologi di era globalisasi ini menarik para ilmuwan untuk mengembangkan berbagai produk dengan menggunakan jasa mikrobial yang aman berkualitas untuk dikonsumsi masyarakat dan berguna bagi kesehatan manusia. Salah satunya adalah pemanfaatan Bakteri Asam Laktat (BAL) pada beberapa produk makanan seperti yogurt,

susu, yoghurt sehingga menambah khasanah aplikasi dalam dunia perindustrian mikrobiologi.

Bakteri Asam Laktat sekarang tidak dipandang sebagai perbendaharaan keilmuan saja yang tersimpan di ruang-ruang laboratorium, akan tetapi sekarang sudah dalam tataran aplikasi baik untuk industri makanan, kesehatan, maupun kedokteran. Bakteri Asam Laktat berperan positif menjaga keseimbangan mikroflora usus dan membantu meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Inggrid, 2001: 1).

Salah satu genus Bakteri Asam Laktat yang mampu menurunkan kolesterol adalah *Streptococcus* sp yang berhasil diisolasi dari saluran pencernaan ternak seperti ayam, melalui mekanisme dekonjugasi garam empedu dan berpotensi menjadi probiotik. Selain itu genus *Streptococcus* sp tersebut banyak digunakan untuk meningkatkan kesehatan hewan ternak (Dunne et al, 2001 : 378). *Streptococcus* sp yang berhasil diisolasi tersebut termasuk genus bakteri asam laktat yang memiliki karakteristik gram positif, katalase negatif, non motil tidak berspora, selnya berbentuk bulat berpasangan atau berantai, bersifat fakultatif anaerob, dan tahan terhadap pH asam. *Streptococcus* sp dapat memfermentasikan berbagai karbohidrat dan produk fermentasinya sebagian besar berupa asam laktat. Oleh karena itu, *Streptococcus* sp bersifat homofermentatif (Widodo, 2003: 72).

Menurut Hozapfel dkk (2001:368) salah satu syarat bakteri yang dapat digunakan sebagai agensia probiotik pada ayam adalah harus tahan terhadap konsentrasi garam empedu yang tinggi. Strain bakteri harus mampu melewati saluran usus halus khususnya pada bagian atas (*Jejunum*). Bagian tersebut memiliki konsentrasi garam empedu yang cukup tinggi dan bersifat toksik bagi bakteri. Bakteri asam laktat termasuk *Streptococcus* sp yang mampu tumbuh pada konsentrasi *bile salt* sampai 1000 ppm harus hidup dalam suhu badan ayam sekitar 40-41°C.

Menurut Sulaxono dkk. (2002: 4) organ hati pada ayam memiliki berbagai fungsi fisiologis, salah satunya adalah memproduksi garam empedu yang berfungsi menghancurkan dan mengemulsi lemak yang masuk ke dalam usus halus. Fungsi ini sangat berbahaya bagi kehidupan mikroorganisme di usus halus sekaligus dapat menjadi zat penghambat bagi pertumbuhannya, mengingat bahwa membran sel mikroorganisme pada umumnya tersusun atas lipid.

Mikroorganisme termasuk bakteri harus mampu bertahan dari pengaruh garam empedu agar dapat hidup di usus halus ayam. Hal ini berhubungan dengan fungsi dari garam empedu di dalam usus halus yaitu sebagai emulgator pada proses pencernaan lemak (emulsifikasi lemak). Emulsifikasi lemak merupakan proses awal dari metabolisme lemak yaitu proses pencampuran (emulsi) lemak yang berukuran besar menjadi ukuran lebih kecil, sehingga lemak yang telah diemulsifikasikan tadi dapat larut dalam air dan memungkinkan enzim lipase pankreas bekerja (Guyton dan Hall, 1996: 1041).

Keberadaan garam empedu bagi mikroorganisme di dalam usus halus dapat juga disebut sebagai “*Biological detergents*” yaitu cairan yang memiliki kemampuan untuk melarutkan fosfolipid, kolesterol, dan protein. Sebagian besar dari senyawa tersebut adalah penyusun membran sel, dengan demikian akan menyebabkan membran sel mikroorganisme menjadi hancur (*lysis*) apabila terkena garam empedu. Konsentrasi garam empedu yang tinggi akan menjadi racun dan zat antimikrobia yang sangat keras (Begley *et al*, 2002: 4).

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti tertarik untuk mengetahui pertumbuhan *Streptococcus* sp dalam garam empedu *Streptococcus* sp yang berhasil diisolasi dari chyme usus halus ayam Broiler strain Lohmann umur 42 hari.

### **Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui pertumbuhan *Streptococcus* sp yang berhasil diisolasi dari *chyme* usus halus ayam Broiler strain Lohmann umur 42 hari dalam medium garam empedu.
2. Untuk mengetahui produksi asam kolat oleh *Streptococcus* sp yang berhasil diisolasi dari *chyme* usus halus ayam Broiler strain Lohmann umur 42 hari dalam medium garam empedu.

### **Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah,

1. Secara teoritis penelitian ini bermanfaat untuk mengkaji secara mendalam mengenai kemampuan *Streptococcus* sp dalam mendekonstruksi garam empedu.

2. Sebagai sumber informasi bagi industri peternakan dalam pemanfaatan bakteri asam laktat khususnya *Streptococcus* sp yang berhasil diisolasi dari *chyme* usus halus ayam Broiler strain Lohmann umur 42 hari sebagai salah satu agensia probiotik.

## **B. METODE PENELITIAN**

### **Desain Penelitian**

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen dengan menggunakan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan 6 variasi perlakuan dan masing-masing perlakuan 3 kali ulangan.

Penelitian ini dimulai pada bulan November 2006 sampai Maret 2007, dan dilaksanakan di Laboratorium Biokimia dan Mikrobiologi, Jurusan Pendidikan Biologi, FMIPA, UNY dan Laboratorium Hayati UGM.

### **Variabel Penelitian**

#### **1. Variabel bebas**

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi konsentrasi garam empedu: 0 %, 0,1 %, 0,3 %, 0,5 %, 0,7 %, dan 0,9 %.

#### **2. Variabel Tergayut**

Variabel tergayut dalam penelitian ini adalah:

- a) Pertumbuhan isolat *Streptococcus* sp pada media yang mengandung garam empedu, dengan parameter: nilai densitas pertumbuhan *Streptococcus* sp, kecepatan tumbuh spesifik, dan kadar asam laktat yang dihasilkan saat akhir inkubasi.
- b) Produksi kadar asam kolat yang dihasilkan saat akhir inkubasi.

### **Populasi dan Sampel Penelitian**

#### **1. Populasi Penelitian**

*Streptococcus* sp yang di isolasi dari *chyme* usus halus ayam Broiler Strain Lohmann

#### **2. Sampel Penelitian**

*Streptococcus* sp yang telah diinkubasikan selama 24 jam

## **Prosedur Kerja**

### **1. Penanaman *Streptococcus* sp ke dalam medium garam empedu yang ditambahkan 0,2% sodium thioglycolat.**

Isolat *Streptococcus* sp yang telah diinokulasikan sebanyak 1 % dari kultur biakan murni ke dalam medium pertumbuhan (MRS) yang mengandung 0,2 % sodium thioglycolate. Volume medium untuk setiap tabung sebanyak 10 ml. Konsentrasi garam empedu dalam medium diatur dari 0 %, 0,1 %, 0,3 %, 0,5 %, 0,7 %, dan 0,9 %. Masing-masing perlakuan dilakukan 3 kali ulangan. Sebagai kontrol media tidak ditambahkan garam empedu. Derajat keasaman (pH) pada awal fermentasi ditetapkan pada pH 6,5. Selanjutnya dilakukan inkubasi pada suhu 40 ° C.

### **2. Pertumbuhan *Streptococcus* sp pada media garam empedu**

*Streptococcus* sp diikuti pertumbuhannya selama fermentasi dengan mengukur perubahan densitas medium. Perubahan densitas yang diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 650 nm (Pereira dan Gibson, 2002). Pengamatan dilakukan tiap jam selama 20 jam sampai diperoleh densitas yang cenderung konstan pada pengamatan yang berbeda.

### **3. Analisis kadar asam laktat**

#### **a) Tahap Isolasi**

1. 1 ml kultur bakteri dimasukkan stamper yang berisi TCA 10 %, kemudian filtrat ditampung pada tabung sentrifugasi. Vortex sambil ditambah TCA 10 % sampai volume filtrat 5 ml. Filtrat disentrifugasi 2300 rpm selama 15 menit.
2. 1 ml supernatan dimasukkan tabung sentrifugasi dan ditambah 0,5 ml larutan CuSO<sub>4</sub> 20 % + aquades hingga volume 5 ml. Kemudian ditambah 0,5 gr Ca(OH)<sub>2</sub>. Untuk blanko supernatan diganti aquades.
3. Memvortex sampai homogen dan membiarkannya selama 30 menit kemudian disentrifugasi 2750 rpm selama 15 menit.

#### **b) Tahap Penentuan**

1. 0,5 ml supernatan + 0,025 ml CuSO<sub>4</sub> % + 3 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat divortex dididihkan 5 menit kemudian didinginkan pada air es hingga suhu 20°C +0,05 ml larutan p-hidroksibiphenil. Inkubasikan pada suhu 30°C selama 30 menit. Kemudian didihkan selama 90 detik, dinginkan pada suhu kamar.
2. Meneranya dengan spektrofotometer pada 560 nm

### c) Tahap Perhitungan

$$\text{Asam laktat (gr)} = \frac{\text{abs} - 0,006347}{15,266} \times \frac{10}{100} \times \text{pengenceran}$$

$$\text{Kadar asam laktat (\%)} = \frac{\text{Asam laktat}}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

### .Analisis Data

Data yang telah diperoleh dari hasil pengukuran, dianalisis dengan program SPSS 10 yang meliputi analisis Varian (Anava One Way) untuk mengetahui nilai densitas pertumbuhan *Streptococcus* sp pada media garam empedu, (Gasperz, 1991 : 62). Jika hasilnya signifikan kemudian dilanjutkan dengan analisis *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT)

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Penelitian

#### 1. Pertumbuhan *Streptococcus* sp dalam medium garam empedu

Tabel 1. Hasil rerata densitas pertumbuhan *Streptococcus* sp pada medium dengan berbagai konsentrasi garam empedu (optical density /OD)

Waktu Inkubasi	Konsentrasi Garam Empedu					
	0. %	0.1 %	0.3 %	0.5 %	0.7 %	0.9 %
0	0.039	0.057	0.057	0.052	0.055	0.061
1	0.041	0.057	0.059	0.059	0.06	0.06
2	0.061	0.077	0.073	0.074	0.08	0.076
3	0.122	0.126	0.106	0.09	0.131	0.106
4	0.227	0.21	0.174	0.133	0.209	0.154
5	0.448	0.381	0.29	0.209	0.374	0.255
6	0.72	0.614	0.484	0.346	0.577	0.424
7	0.905	0.85	0.679	0.501	0.773	0.606
8	1.119	1.063	1.048	0.774	1.2	0.928
9	1.2	1.097	0.986	0.793	1.052	0.884
10	1.2	1.155	1.08	0.898	1.082	0.967
11	1.234	1.187	1.126	0.94	1.139	1
12	1.222	1.222	1.187	0.993	1.184	1.054
13	1.222	1.222	1.187	0.993	1.184	1.054
14	1.21	1.21 <sup>g</sup>	1.176	1	1.13	1.062
15	1.176	1.187	1.166	1	1.166	1.046

16	1.199	1.222	1.176	1.015	1.146	1.071
17	1.222	1.222	1.234	1.038	1.214	1.097
18	1.247	1.26	1.273	1.08	1.263	1.145
19	1.187	1.199	1.21	1.038	1.198	1.106
20	1.275	1.261	1.273	1.08	1.237	1.155

Hasil analisis yang dapat dilihat pada Tabel 1 menunjukkan nilai F hitung lebih kecil dari F tabel pada taraf 5%, sehingga tidak memiliki pengaruh nyata pada perlakuan (pada F hitung). bahwa peningkatan konsentrasi garam empedu tidak berpengaruh ( $P>0,05$ ) nyata terhadap pertumbuhan *Streptococcus* sp. *Streptococcus* sp mampu tumbuh baik pada semua variasi konsentrasi garam empedu.

Tabel 2. Hasil DMRT rerata densitas pertumbuhan *Streptococcus* sp terhadap waktu inkubasi.

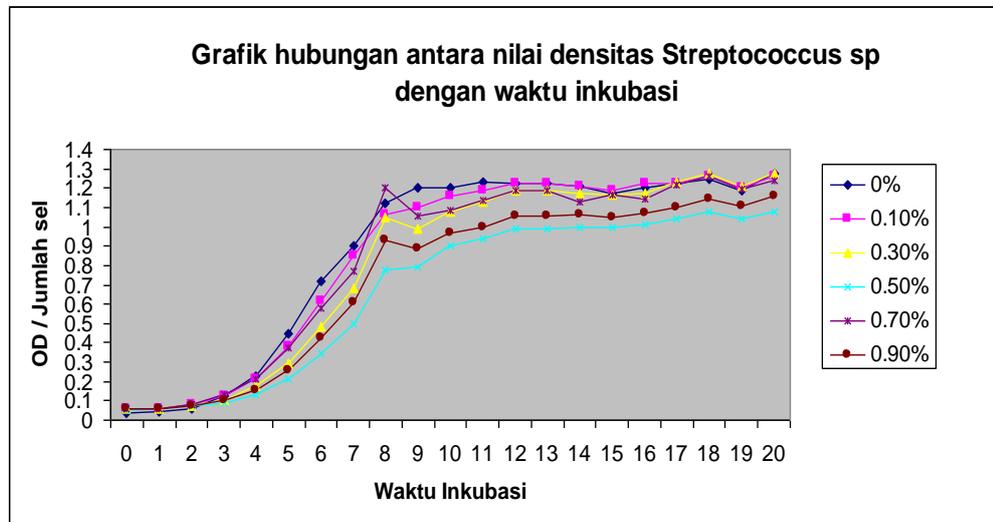
Waktu Inkubasi	Konsentrasi Garam Empedu					
	0. %	0.1 %	0.3 %	0.5 %	0.7 %	0.9 %
0	0.039 <sup>a</sup>	0.057 <sup>a</sup>	0.057 <sup>a</sup>	0.052 <sup>a</sup>	0.055 <sup>a</sup>	0.061 <sup>a</sup>
1	0.041 <sup>a</sup>	0.057 <sup>a</sup>	0.059 <sup>a</sup>	0.059 <sup>a</sup>	0.06 <sup>a</sup>	0.06 <sup>a</sup>
2	0.061 <sup>ab</sup>	0.077 <sup>ab</sup>	0.073 <sup>ab</sup>	0.074 <sup>ab</sup>	0.08 <sup>ab</sup>	0.076 <sup>ab</sup>
3	0.122 <sup>ab</sup>	0.126 <sup>ab</sup>	0.106 <sup>ab</sup>	0.09 <sup>ab</sup>	0.131 <sup>ab</sup>	0.106 <sup>ab</sup>
4	0.227 <sup>b</sup>	0.21 <sup>b</sup>	0.174 <sup>b</sup>	0.133 <sup>b</sup>	0.209 <sup>b</sup>	0.154 <sup>b</sup>
5	0.448 <sup>c</sup>	0.381 <sup>c</sup>	0.29 <sup>c</sup>	0.209 <sup>c</sup>	0.374 <sup>c</sup>	0.255 <sup>c</sup>
6	0.72 <sup>d</sup>	0.614 <sup>d</sup>	0.484 <sup>d</sup>	0.346 <sup>d</sup>	0.577 <sup>d</sup>	0.424 <sup>d</sup>
7	0.905 <sup>e</sup>	0.85 <sup>e</sup>	0.679 <sup>e</sup>	0.501 <sup>e</sup>	0.773 <sup>e</sup>	0.606 <sup>e</sup>
8	1.119 <sup>fg</sup>	1.063 <sup>fg</sup>	1.048 <sup>fg</sup>	0.774 <sup>fg</sup>	1.2 <sup>fg</sup>	0.928 <sup>fg</sup>
9	1.2 <sup>f</sup>	1.097 <sup>f</sup>	0.986 <sup>f</sup>	0.793 <sup>f</sup>	1.052 <sup>f</sup>	0.884 <sup>f</sup>
10	1.2 <sup>fgh</sup>	1.155 <sup>fgh</sup>	1.08 <sup>fgh</sup>	0.898 <sup>fgh</sup>	1.082 <sup>fgh</sup>	0.967 <sup>fgh</sup>
11	1.234 <sup>fghi</sup>	1.187 <sup>fghi</sup>	1.126 <sup>fghi</sup>	0.94 <sup>fghi</sup>	1.139 <sup>fghi</sup>	1 <sup>fghi</sup>
12	1.222 <sup>ghi</sup>	1.222 <sup>ghi</sup>	1.187 <sup>ghi</sup>	0.993 <sup>ghi</sup>	1.184 <sup>ghi</sup>	1.054 <sup>ghi</sup>
13	1.222 <sup>ghi</sup>	1.222 <sup>ghi</sup>	1.187 <sup>ghi</sup>	0.993 <sup>ghi</sup>	1.184 <sup>ghi</sup>	1.054 <sup>ghi</sup>
14	1.21 <sup>ghi</sup>	1.21 <sup>ghi</sup>	1.176 <sup>ghi</sup>	1 <sup>ghi</sup>	1.13 <sup>ghi</sup>	1.062 <sup>ghi</sup>
15	1.176 <sup>ghi</sup>	1.187 <sup>ghi</sup>	1.166 <sup>ghi</sup>	1 <sup>ghi</sup>	1.166 <sup>ghi</sup>	1.046 <sup>ghi</sup>
16	1.199 <sup>ghi</sup>	1.222 <sup>ghi</sup>	1.176 <sup>ghi</sup>	1.015 <sup>ghi</sup>	1.146 <sup>ghi</sup>	1.071 <sup>ghi</sup>
17	1.222 <sup>hi</sup>	1.222 <sup>hi</sup>	1.234 <sup>hi</sup>	1.038 <sup>hi</sup>	1.214 <sup>hi</sup>	1.097 <sup>hi</sup>
18	1.247 <sup>i</sup>	1.26 <sup>i</sup>	1.273 <sup>i</sup>	1.08 <sup>i</sup>	1.263 <sup>i</sup>	1.145 <sup>i</sup>
19	1.187 <sup>hi</sup>	1.199 <sup>hi</sup>	1.21 <sup>hi</sup>	1.038 <sup>hi</sup>	1.198 <sup>hi</sup>	1.106 <sup>hi</sup>
20	1.275 <sup>i</sup>	1.261 <sup>i</sup>	1.273 <sup>i</sup>	1.08 <sup>i</sup>	1.237 <sup>i</sup>	1.155 <sup>i</sup>

Keterangan: a, b, c, d, e, f, g, h, dan i Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama adanya perbedaan yang nyata ( $P<0,05$ )

Hasil DMRT pada Tabel 2. menunjukkan bahwa waktu inkubasi dari jam ke-0 sampai jam ke-20 menunjukkan adanya densitas pertumbuhan *Streptococcus* sp yang

meningkat secara nyata. Ini dibuktikan dengan adanya perbedaan huruf pada jam ke-5 sampai jam ke-11 (fase eksponensial) pada semua konsentrasi garam empedu.

Grafik hubungan antara nilai densitas *Streptococcus* sp terhadap waktu inkubasi dengan berbagai konsentrasi garam empedu disajikan pada gambar 1



Gambar 1. Grafik hubungan antara nilai densitas *Streptococcus* sp pada berbagai konsentrasi garam empedu dengan waktu inkubasi

Gambar 1 menunjukkan beberapa fase pertumbuhan bakteri. 3) fase pertumbuhan mikrobial terdiri dari 3 fase. Fase yang pertama adalah fase lambat (*lag phase*) yang sering disebut fase adaptasi. Fase ini ditandai dengan pertumbuhan mikrobial dengan lambat. Fase kedua adalah fase eksponensial (*exponential phase*). Fase ini ditandai dengan adanya pertumbuhan yang sangat cepat dari sel produk fermentasi. Fase ketiga adalah fase stasioner (*stationer phase*). Fase stasioner ditandai dengan adanya pertumbuhan sel yang tetap atau sebagai titik mulai turunnya pertumbuhan disertai dengan produk primernya.

### Produksi asam laktat

Pengukuran produksi asam laktat pada masing-masing konsentrasi garam empedu dilakukan saat fase eksponensial dan fase stasioner. Pengukuran pada fase eksponensial dilakukan karena asam laktat merupakan metabolit primer, yaitu senyawa yang termasuk produk akhir dan dihasilkan pada fase eksponensial. Pengukuran produksi asam laktat juga dilakukan pada fase stasioner (jam ke-20) karena pertumbuhan sel dan produksi metabolit primer akan mencapai kadar optimal pada fase

stasioner (Borris 1998). Data rerata densitas produksi asam laktat *Streptococcus* sp pada medium dengan berbagai konsentrasi garam empedu dapat dilihat dalam Tabel 3.

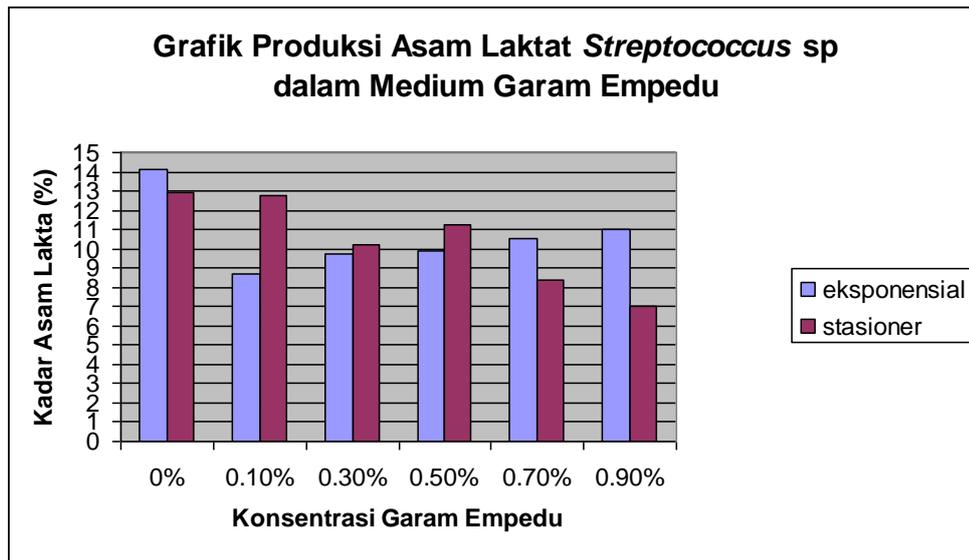
Tabel 3. Nilai rerata densitas produksi asam laktat oleh *Streptococcus* sp pada medium dengan berbagai konsentrasi garam empedu.

Konsentrasi Garam Empedu	Fase Pertumbuhan	
	Fase Eksponensial	Fase Stasioner
0%	1.082	0.991
0.10%	0.670	0.980
0.30%	0.750	0.783
0.50%	0.763	0.865
0.70%	0.813	0.647
0.90%	0.849	0.540

Tabel 4. Hasil perhitungan kadar asam laktat oleh *Streptococcus* sp pada medium dengan berbagai konsentrasi garam empedu.

Konsentrasi Garam Empedu	Produksi Asam Laktat (%)	
	Fase eksponensial	Fase Stasioner
0%	14.09	12.90
0.10%	8.69	12.75
0.30%	9.74	10.17
0.50%	9.91	11.25
0.70%	10.57	8.39
0.90%	11.04	7.00

Tabel 4 menunjukkan bahwa *Streptococcus* sp mampu memproduksi asam laktat dengan baik pada semua variasi konsentrasi garam empedu. Kadar asam laktat saat fase eksponensial berkisar 8,69-14,09 % dan turun pada fase stasioner yaitu berkisar antara 7-12,90 %. Pada konsentrasi 0,1%, 0,3%, dan 0,5% kadar asam laktat meningkat dari fase eksponensial menuju fase stasioner, sedangkan menurun saat fase stasioner pada konsentrasi 0%, 0,7%, dan 0,9%.



Gambar 2. Gambar grafik produksi kadar asam laktat pada *Streptococcus* sp pada medium dengan berbagai konsentrasi garam empedu.

Perbedaan yang tidak nyata (tidak signifikan) pada masing-masing parameter pertumbuhan yaitu nilai densitas, kecepatan tumbuh spesifik, produksi asam laktat dan nilai pH sebagai variabel penjelas pada tiap konsentrasi garam empedu menunjukkan indikasi bahwa pertumbuhan *Streptococcus* sp tidak terpengaruh oleh penambahan tingkat konsentrasi garam empedu. *Streptococcus* sp mampu tumbuh dengan baik pada semua konsentrasi garam empedu dan mampu memproduksi asam laktat sebagai produk fermentasinya sehingga terjadi penurunan pH medium.

Perbedaan yang signifikan terjadi pada densitas pertumbuhan *Streptococcus* sp terhadap waktu inkubasi pada saat fase eksponensial,

## Pembahasan

### 1. Pertumbuhan *Streptococcus* sp dalam medium garam empedu.

Pertumbuhan adalah peningkatan jumlah sel dalam suatu populasi karena terjadi proses pembelahan sel. Pengukuran terhadap peningkatan jumlah sel ini salah satunya dapat dilakukan dengan cara mengukur turbidimetri/densitas pada medium pertumbuhan (Madigan *et al*, 2000: 143-145). Pertumbuhan *Streptococcus* sp dalam medium garam empedu dapat diamati dari densitas atau kekeruhan pada medium empedu.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi konsentrasi garam empedu tidak mempengaruhi pertumbuhan *Streptococcus* sp, berarti bahwa *Streptococcus* sp mampu tumbuh dengan baik pada semua variasi konsentrasi dari 0% (sebagai kontrol) sampai

0,9% dalam medium garam empedu. Hal ini didukung oleh hasil analisis yang menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada rata-rata pertumbuhan *Streptococcus* sp antar keenam variasi konsentrasi garam empedu tersebut.

Pada pertumbuhan *Streptococcus* sp dalam medium garam empedu dapat dilihat dari kurva pertumbuhan antara nilai densitas dan waktu inkubasi (Gambar 9). Waktu inkubasi terhadap nilai densitas pertumbuhan *Streptococcus* sp ternyata sangat mempengaruhi pertumbuhan, pada fase lambat yakni jam ke-0 sampai jam ke-4 densitas pertumbuhan belum meningkat, menjelang fase eskponensial yaitu pada jam ke-5 sampai jam ke-11 mengalami pertumbuhan cepat, dan diakhiri fase stasioner pada jam ke-12 sampai jam ke-20. Hal ini menunjukkan pertumbuhan ditandai dengan meningkatnya nilai densitas /kekeruhan medium sejalan dengan meningkatnya lama waktu inkubasi.

Tahapan fase yang terjadi pada pertumbuhan *Streptococcus* sp dalam medium garam empedu hampir sama tiap konsentrasinya. Fase lambat (*Lag Phase*) terjadi pada jam ke 0 sampai jam ke 4 karena pada jam awal inkubasi ini densitas belum meningkat secara nyata. Pada fase lambat ini populasi *Streptococcus* sp belum mengalami pertumbuhan yang berarti, dikarenakan baru saja menyesuaikan dalam medium yang baru (Fresh medium), pH yang belum sesuai dengan karakteristik *Streptococcus* sp itu sendiri. Hal tersebut menyebabkan sel belum dapat melakukan reproduksi atau pembelahan, tetapi masih beradaptasi dengan medium atau lingkungan barunya. Pada fase lambat ini memungkinkan terjadinya penambahan ukuran sel, tetapi bukan pada jumlah selnya. Pada jam ke-5 sampai jam ke-11 adalah fase logaritmik (*Exponential Phase*) merupakan fase selanjutnya yang terjadi pada pertumbuhan *Streptococcus* sp. Fase ini ditandai dengan bertambahnya populasi secara signifikan. Densitas pada medium meningkat secara nyata. Pada fase eksponensial populasi sudah mulai beradaptasi dengan medium dan dapat melakukan reproduksi melalui proses pembelahan sel (binary fission). Selama fase eksponensial terjadi peningkatan/penggandaan jumlah sel dalam populasi. Pada fase eksponensial ini pula dapat diketahui kecepatan tumbuh spesifik *Streptococcus* sp. Pada jam ke-5 sampai jam ke-11 dianalisis menggunakan regresi linear untuk mengetahui kecepatan pertumbuhan spesifiknya. Hasilnya adalah bahwa kecepatan tumbuh spesifik yang dimiliki pada tiap konsentrasi garam empedu tidak berbeda nyata / tidak menunjukkan

efek penghambatan terhadap slope pertumbuhan. Fase selanjutnya pada kurva pertumbuhan adalah fase stasioner yang berlangsung lama dari jam ke 12 sampai jam ke 20 (akhir pengamatan). Fase stasioner ini sekaligus menjadi fase terakhir dari kurva pertumbuhan *Streptococcus* sp. Hal ini dikarenakan perhitungan jumlah bakteri melalui turbidimetri tidak dapat diketahui fase kematiannya. Pada fase stasioner, terjadi keadaan seimbang antara tingkat pertumbuhan sel (pembelahan sel) dengan tingkat kematian sel artinya jumlah sel yang hidup sama dengan jumlah sel yang mati. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain saat fase stasioner telah terjadi penumpukan atau akumulasi produk-produk akhir hasil metabolisme yang mungkin dapat bersifat racun bagi pertumbuhan bakteri itu sendiri. Faktor lainnya adalah ketersediaan nutrisi pertumbuhan dalam medium yang telah habis dan mulai terbatasnya tempat populasi untuk tumbuh yang disebut 'biological space'. Beberapa faktor inilah yang menyebabkan jumlah sel hidup menjadi tetap dan membentuk garis lurus atau konstan pada fase stasioner dalam kurva pertumbuhan.

### **Produksi asam laktat**

Berdasarkan hasil penelitian, peningkatan produksi asam laktat oleh *Streptococcus* sp pada semua variasi konsentrasi garam empedu disertai dengan penurunan pH medium pada fase eksponensial., penurunan pH berawal dari fase lambat 6,8 sampai 7 menjadi 4,6 sampai 5,1 pada fase eksponensial. Sedangkan asam laktat tertinggi dihasilkan pada konsentrasi 0% yaitu 14,09 % (fase eksponensial) dan 12,90 % (fase stasioner). Ada sebuah hal yang menarik pada penelitian kali ini bahwa variasi yang tidak ditambahkan medium garam empedu (konsentrasi 0%) ternyata mampu menghasilkan kadar asam laktat tertinggi. Garam empedu dalam medium mempengaruhi produksi asam laktat.

*Streptococcus* sp yang digunakan dalam penelitian ini merupakan bakteri asam laktat homofermentatif yang sebagian besar produk metabolismenya berupa asam laktat. Asam laktat merupakan asam organik yang dibutuhkan untuk pertumbuhan. Selain itu asam laktat merupakan senyawa antimikrobia karena mampu menghambat mikrobia lain. Kemampuan asam laktat dalam menghambat dan menekan pertumbuhan mikrobia lain yang umumnya adalah patogen, pada akhirnya akan meningkatkan kesehatan saluran cerna dan produktivitas ternak.

Mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri patogen oleh asam laktat dapat melalui berbagai cara. Proses metabolisme yang dilakukan oleh *Streptococcus* sp akan menghasilkan akumulasi asam laktat dalam medium, sehingga menyebabkan penurunan pH (efek pengasaman) pada medium. Asam laktat terdisosiasi di dalam sel bakteri yang mengakibatkan pH internal sel menurun. Penurunan pH ini selanjutnya dapat mengganggu aktivitas sel bakteri tersebut, diantaranya berkaitan dengan penghambatan pertumbuhan oleh aktivitas enzim seperti yang telah dijelaskan pada pembahasan penurunan pH sebelumnya. Mekanisme efek pengasaman ini dapat menguntungkan bagi pertumbuhan bakteri asam laktat termasuk *Streptococcus* sp karena BAL telah teruji mampu bertahan dalam pH asam, sedangkan sebagian bakteri patogen tidak dapat bertahan pada pH asam.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. *Streptococcus* sp yang berhasil diisolasi dari chyme usus halus ayam Broiler strain Lohmann mampu tumbuh dengan baik dalam medium garam empedu pada berbagai macam konsentrasi.
2. *Streptococcus* sp yang diisolasi dari *Chyme* usus halus ayam broiler *Strain Lohmann* dapat dijadikan sebagai kandidat bakteri probiotik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Begley, M., C. G. M. Gahan, and C. Hill. 2002. *Bile Stress Response In Listeria monocytogenes LO28: Adaptation, Cross-Protection, And Identification Of Genetic Loci Involved In Bile Resistance*. Appl. Environ. Microbiol. 68:6005-6012 dalam <http://aem.asm.org/cgi/content/full/68/12/6005>. Diakses tanggal 20 Januari 2007 10.11 WIB
- Corzo, G., S.E. Gilliland. 1999. Bile salt hydrolase activity of three strains of *Lactobacillus acidophilus*. J. Dairy Sci. 82: 472-480
- Drassar, B.S. and P.A. Barrow. 1985. Intestinal Microbiology. Am. Soc. For Microbiol. Rev. 46: 343-456.
- B. Dunne, C., L. O'Mahony, L. Murphy, G. Thornton, D. Morrissey, S. O'Halloran, M. Feeney, S. Flynn, G. Fitzgerald, C. Daly, B. Kiely, G. C.

O'Sullivan, F. Shanahan, J.K.Collins. 2001. *In Vitro Selection Criteria For Probiotic Bacteria Of Human Origin: Correlation With In Vivo Findings*. American Journal Clinic Nutrition 73, 386S-392S dalam <http://www.ajcn.org/cgi/content/full/73/2/386S>. Diakses tanggal 18 Januari 2007 jam 15.14 WIB

Inggrid S. 2001. “*Efek Probiotik, Prebiotik dan Synbiotik Bagi Kesehatan*” dalam Kompas edisi 30 September 2001.

Moser, S. A. dan D.C. Savage. 2001. Bile salt hidrolase activity and resistance to toxicity of conjugated bile salt are unrelated properties in *Lactobacilli*. Appl. Environ. Microbiol. 67: 3476-3480.

Sulaxono, Hadi,.dkk. 2002. *Memicu Kekebalan dengan Probiotik* dalam [http://ciptapangan.com/news.php?news=detail&detail=219&detail\\_page=168](http://ciptapangan.com/news.php?news=detail&detail=219&detail_page=168). Diakses 5 April 2006 jam 11.00 WIB

Widodo. 2003. *Bioteknologi Industri Susu*. Yogyakarta: Lacticia Press.

**PEMANFAATAN PROBIOTIK BAKTERI ASAM LAKTAT  
DARI LIMBAH KOTORAN AYAM UNTUK MENURUNKAN  
KADAR LEMAK, LDL DAN KADAR KOLESTEROL DAGING  
AYAM BROILER *STRAIN LOHMANN***

Dr. Ir. Astuti, M.P  
Bernadetta Octavia M.Si

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, mengkarakterisasi dan mengidentifikasi bakteri asam laktat yang berpotensi sebagai agensia probiotik yang ditemukan pada *chyme* usus ayam Broiler *Strain Lohman* umur 34 hari.

Guna mencapai tujuan tersebut dilakukan isolasi menggunakan metode *pour plate* dan *streak plate* pada media MRS (de Mann Rogosa Sharpe) dengan menambahkan  $\text{CaCO}_3$  0,5% sebagai indikator terbentuknya zona jernih disekitar koloni. Inkubasi dilakukan pada suhu 37°C selama 48 jam. Selanjutnya, dilakukan karakterisasi fenotipik terhadap isolat-isolat yang diperoleh, meliputi: pengecatan gram, morfologi, uji katalase, uji pengaruh suhu, pH dan salinitas terhadap pertumbuhan, uji fermentasi dan uji pembentukan asam dari sumber karbon. Identifikasi untuk menduga kemungkinan genus dan spesies BAL dengan cara *Profile Matching* didasarkan pada karakter fenotipiknya yang ditelusuri lewat *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Sedangkan pengujian potensinya sebagai agensia probiotik yaitu dengan uji resistensi terhadap asam. Masing-masing isolat bakteri asam laktat yang diperoleh juga diukur produksi asam laktatnya pada saat bakteri berumur 24 jam.

Dari hasil penelitian diperoleh 15 isolat bakteri asam laktat. Setelah dilakukan uji konfirmasi, karakternya mengarahkan pada 4 kelompok genus bakteri asam laktat yaitu *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Streptococcus* dan *Enterococcus*. Pada pengujian BAL dalam menghasilkan asam laktat menunjukkan bahwa isolat AST 04 memiliki kadar asam laktat tertinggi sebesar 57,69%, diikuti oleh AST 05 dengan kadar asam laktat sebesar 9,41%.

**Kata kunci : Bakteri Asam Laktat, *Chyme*, Ayam Broiler, Probiotik**

**SOUR EXPLOITING PROBIOTIK LACTIC ACID BACTERIA  
FROM WASTE OF CHICKEN DIRT TO DEGRADE THE  
FAT RATE, LDL AND RATE of FLESH CHOLESTEROL  
CHICKEN OF BROILER STRAIN LOHMANN**

Dr. Ir. Astuti, M.P  
Bernadetta Octavia M.Si

**Abstract**

This Research aim to for the insulation of, caracterify and identify probiotik lactic acid bacteria which have potency to as agensia probiotik found at chyme of intestine of chicken of Broiler strain Lohmann old age 34 day.

Utilize to reach the the target conducted by a insulation use the method of pour plate and streak plate of media MRS ( de Mann Rogosa Sharpe) by enhancing CaCo<sub>3</sub> 0,5% as indicator forming of clear zona around colony. Inkubasi done at temperature 37°C during 48 hours. Hereinafter, done by karakterisasi fenotipik to obtained isolat-isolat, covering: gram painting, morphology, test the katalase, test the temperature influence, pH and salinitas to growth, test the ferment and test the sour forming from carbon source. Identify to anticipate the possibility of gender and BAL species by Profile Matching relied by character fenotipiknya traced to pass the Bergey'S of Manual of of Determinative Bacteriology. While its potency examination as agensia probiotik that is with the test resistensi to acid. Each sour isolat bacterium of lactic obtained is also measured by a sour production of lactic at the time of bacterium old age 24 hours.

From research result obtained by 15 sour isolat lactic acid bacteria. After conducted by a confirmation test, its character aim at 4 sour bacterium gender group of lactic that is *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Streptococcus* and *Enterococcus*. At BAL examination in yielding acid lactic indicate that the isolat AST 04 owning acid contents highest laktat equal to 57,69%, followed by AST 05 with the acid contents of laktat of equal to 9,41%.

**Keyword :** lactic acid bacteria, *Chyme*, Chicken Broiler, Probiotik.

**A. Pendahuluan**

Dewasa ini kesadaran masyarakat terhadap kesehatan semakin meningkat. Krisis moneter yang melanda berbagai negara juga menjadi salah satu penyebabnya. Biaya berobat yang mahal menyebabkan masyarakat lebih mengutamakan upaya preventif untuk mencegah sakit. Salah satu penyakit yang ditakuti adalah penyakit jantung koroner. Penyakit ini merupakan penyakit nomor satu di negara maju maupun di sekelompok masyarakat tertentu di negara berkembang.

Menurut para ahli kesehatan terdapat korelasi positif antara kadar kolesterol dalam darah dengan resiko terkena penyakit jantung koroner. Akumulasi kolesterol pada dinding pembuluh darah dapat menyebabkan penyempitan arteri dan beresiko menyebabkan aterosklerosis. Aterosklerosis inilah yang menyebabkan penyakit jantung koroner. Pencegahan timbulnya penyakit jantung koroner dapat dilakukan dengan mengurangi konsumsi bahan pangan yang berkolesterol tinggi. Bahan pangan hewani seperti susu, telur, daging dan hasil olahannya umumnya mempunyai kadar kolesterol tinggi. Kandungan kolesterol tinggi di dalam bahan makanan telah dikaitkan oleh konsumen sebagai salah satu penyebab penyakit jantung koroner, oleh karena itu sebagian konsumen cenderung membatasi konsumsi kolesterol antara lain dengan mengkonsumsi produk hewani yang berkolesterol rendah. Jika kandungan kolesterol dalam bahan pangan hewani dapat dikurangi, maka formulasi dan penggunaan produk hewani yang bergizi tinggi dalam diet dapat diatasi.

Gilliland (1990) dan Ray (1996) menyebutkan beberapa persyaratan yang diperlukan untuk memilih bakteri asam laktat sebagai probiotik yaitu : tumbuh dan tetap hidup pada makanan atau preparat sebelum dikonsumsi, tetap hidup walaupun melewati saluran pencernaan, resisten terhadap asam lambung, antibiotik, lisosim, memberikan efek yang menguntungkan pada usus, memproduksi asam dalam jumlah besar, dan mampu menghasilkan komponen antimikrobia lain selain asam laktat yang efektif menghambat bakteri patogen.

Penelitian ini untuk mengetahui apakah Bakteri Asam Laktat (BAL) dari limbah kotoran ayam ini dapat sebagai agensia probiotik Pada penelitian tahun pertama bertujuan untuk mengisolasi dan menseleksi dan uji karakteristisasi bakteri asam laktat dari limbah kotoran ayam, menentukan Gram Staining dan bentuk morfologi dari bakteri asam laktat, menentukan tipe fermentasi dari bakteri asam laktat, menentukan tipe katalase dari bakteri asam laktat, uji ketahanan terhadap garam empedu dari bakteri asam laktat, uji kinetika fermentasi dari bakteri asam laktat, uji kadar asam laktat dari bakteri asam laktat.

Dari berbagai seleksi yang dilakukan diharapkan dapat diperoleh strain bakteri asam laktat yang potensial dan memiliki karakteristik sebagai probiotik. Penelitian ini diharapkan juga dapat bermanfaat untuk perkembangan Ilmu Pengetahuan di bidang peternakan.

## **METODE PENELITIAN**

### **Produksi isolat BAL unggul sebagai inokulum**

Limbah ayam sebanyak 10 gram diencerkan dengan 90 ml aquades steril dalam erlenmeyer. Kemudian dilakukan pengenceran berseri  $10^{-2}$ ,  $10^{-4}$  dan  $10^{-6}$ . Hasil pengenceran sebanyak 20  $\mu$ l ditumbuhkan pada medium padat dengan menggunakan MRS dalam petridish. Selanjutnya diinkubasi pada suhu  $39^{\circ}\text{C}$  dalam kondisi anaerob selama 24 jam.

Untuk koloni terpisah dari koloni lainnya diambil dengan menggunakan ose dan ditumbuhkan pada medium padat dengan cara goresan dan diinkubasi pada suhu  $39^{\circ}\text{C}$  dalam kondisi anaerob selama 24 jam.

Setelah 24 jam inkubasi diambil koloni yang tumbuh terpisah dengan koloni yang lainnya dengan menggunakan ose, dan ditumbuhkan pada medium cair sebagai medium pengkayaan kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu  $39^{\circ}\text{C}$  untuk selanjutnya dilakukan seleksi.

Mikrobia yang telah ditumbuhkan dalam medium pengkayaan dilakukan seleksi berdasarkan karakteristiknya yang meliputi uji pH tipe katalase, gram staining, bentuk morfologi, kadar asam laktat (metode Baker dan Summerson)

### **Teknik Karakterisasi Bakteri asam Laktat**

Koloni yang tumbuh dan murni kemudian dikarakterisasi berdasarkan karakteristik morfologi, uji biokimia, uji fisiologis, tipe fermentasi.

#### **a. Karakter morfologi**

##### **Bentuk Morfologi Koloni**

Koloni membentuk zona jernih dan terpisah pada agar plate (artinya koloni yang diduga bakteri asam laktat) diamati bentuk koloni, warna koloni, permukaan koloni, tepi koloni, dan warna pigmen koloni.

##### **Pengecatan Gram, Morfologi Sel (Benson, 2001)**

Gelas benda dibersihkan dengan alkohol hingga bebas lemak, kemudian difiksasi diatas lampu Bunsen. Suspensi bakteri diambil secara aseptis kemudian diletakkan pada gelas benda dan diratakan seluas  $1\text{ cm}^2$ . Selanjutnya suspensi bakteri dalam gelas benda tersebut dikeringanginkan dan dilakukan fiksasi diatas api Bunsen. Setelah dingin dibubuhkan larutan cat Crystal Violet (gram A) sebanyak 2-3 tetes dan

didiamkan selama 1 menit. Setelah kering ditetesi dengan Iodine (gram B) dan dibiarkan selama 1 menit, untuk selanjutnya dicuci dengan air mengalir dan dikering anginkan. Kemudian dicuci dengan alkohol 95% (gram C) selama 30 detik, selanjutnya dicuci dengan air mengalir dan dikering anginkan. Setelah kering diberi larutan cat penutup yaitu cat safranin (gram D) selama 2 menit kemudian dicuci dengan air mengalir dan dikering anginkan. Preparat di-tetesi dengan minyak imersi. Pengamatan preparat dilakukan dibawah mikroskop dengan perbesaran 1000x. Uji gram positif jika sel berwarna ungu dan negatif jika sel berwarna merah.

## **b. Karakter biokimiawi**

### **Katalase**

Metode uji katalase yaitu menggunakan  $H_2O_2$  3% dengan cara Isolat dari agar miring diambil satu ose, kemudian dioleskan pada gelas benda yang telah diberi alkohol. Gelas benda ditetesi dengan larutan  $H_2O_2$  3%, kemudian diamati reaksi yang terjadi. Jika terdapat gelembung berarti uji katalase positif dan jika tidak terdapat gelembung berarti uji katalase negatif.

### **Tipe Fermentasi**

Pengujian tipe fermentasi dilakukan pada media cair MRS dengan cara memasukkan tabung durham dalam medium cair MRS, kemudian diinokulasikan isolat mikroba dan diinkubasi selama 24 jam. Dilakukan pengamatan berupa ada tidaknya gelembung dalam tabung durham. Jika tidak terdapat gelembung maka uji tipe fermentasi menunjukkan tipe homofermentatif, sedangkan jika terdapat gelembung maka uji tipe fermentasi menunjukkan tipe heterofermentatif, sehingga perlu dilakukan uji lanjut yaitu uji kadar etanol.

### **Teknik Identifikasi Bakteri asam Laktat**

Isolat bakteri yang telah dikarakterisasi serta memenuhi salah satu kriteria karakter bakteri asam laktat yaitu membentuk zona jernih (menghasilkan senyawa asam), kemudian dilakukan identifikasi berdasarkan *Bergey's manual of Determinative Bacteriology* (Holt *et al.*, 1994) dengan cara *Profile Matching* untuk menduga kemungkinan genus dan spesies bakteri berdasarkan genus dan spesies acuan bakteri asam laktat.

### **Pengujian Kadar Asam Laktat**

Prinsipnya adalah bahwa asam laktat diisolasi dari sampel bebas protein (protein diendapkan dengan TCA 20%) oleh senyawa  $\text{CuSO}_4$  dan  $\text{CaOH}_2$ . Asam laktat tersebut kemudian dipanaskan dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat untuk diubah menjadi asetal dehid. Selanjutnya asetal dehid dapat dibaca densitasnya pada spektrofotometer dengan  $\lambda$  560 nm. Absorbansinya diketahui dan kadar asam laktatnya dapat dihitung berdasarkan persamaan standar asam laktat yang telah di analisis terlebih dahulu.

**Tahap isolasi asam laktat**, dengan cara memasukkan 1 ml sampel ke dalam tabung sentrifuge kemudian tambahkan TCA 10% hingga volume 5 ml. Sentrifuge pada kecepatan 2750 rpm selama 15 menit. Mengambil 1 ml supernatan yang sudah diencerkan 20 kali yaitu 1 ml supernatan dalam 19 ml aquades, lalu tambahkan 0,5 ml  $\text{CuSO}_4$  20% dan 0,5 g  $\text{Ca(OH)}_2$  serta aquades hingga volume totalnya 5 ml. Menutup rapat campuran tersebut dan homogenkan selama 30 menit kemudian sentrifuge pada 2750 rpm selama 15 menit. Membuat blanko yaitu mengganti supernatan dengan aquades

**Tahap penentuan kadar asam laktat pada sampel**, dengan cara memindahkan 0,5 ml supernatan ke dalam tabung reaksi lalu tambahkan 0,025 ml  $\text{CuSO}_4$  4% dan 3 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat segera masukkan tabung ke dalam air mendidih selama 5 menit. Mendinginkan larutan tersebut dalam es suhu  $< 20^\circ\text{C}$ , setelah dingin segera teteskan 0,05 ml reagen parahidroksibifenil. Inkubasi dalam suhu kamar selama 30 menit lalu panaskan lagi dalam air mendidih selama 90 detik, kemudian dinginkan dalam suhu kamar. Membaca absorbansi dalam spektrofotometer dengan  $\lambda$  560 nm.

### **Analisis Data**

Isolasi dan seleksi serta karakteristik isolat terseleksi dianalisis secara deskriptif. Pola kinetika fermentasi, dan pada uji ketahanan terhadap garam empedu dianalisis variansi Anova dan apabila signifikan kemudian dilanjutkan dengan uji DMRT.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **A. Hasil Penelitian**

Dalam penelitian ini dilakukan isolasi, karakterisasi dan identifikasi bakteri asam laktat dari limbah kotoran ayam Broiler strain Lohman.

Dari ke-15 isolat bakteri asam laktat yang diperoleh dilakukan pengamatan morfologi koloni pada agar plate yang menyangkut warna, bentuk, elevasi, tepi dan

struktur dalam koloni. Sebagian besar koloni bakteri asam laktat berwarna putih susu/putih dan berbentuk sirkuler. Tepi koloni sebagian besar berbentuk *entire* dan struktur dalamnya berupa *opaque*.

Isolasi merupakan suatu proses untuk mendapatkan suatu jenis bakteri dari berbagai sumber. Isolasi disini lebih difokuskan pada bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat didefinisikan sebagai bakteri yang mempunyai kemampuan tinggi dalam memproduksi asam laktat dari berbagai sumber karbohidrat yang dapat difermentasi.

### **Karakterisasi Isolat Bakteri Asam Laktat**

Ke-15 isolat bakteri asam laktat yang telah berhasil diisolasi dilakukan karakterisasi lebih lanjut yang menyangkut morfologi sel, karakter biokimiawi dan karakter fisiologis. Kelompok karakter morfologi sel meliputi beberapa karakter yaitu bentuk sel, susunan sel, dan reaksi gram/gram staining dan motilitas.

Kelompok karakter biokimiawi meliputi unit karakter yaitu uji katalase, tipe fermentasi. Hampir 90% isolat bakteri asam laktat memiliki bentuk sel coccus atau bulat, sisanya berbentuk bacil atau batang, dengan susunan sel rantai atau pasangan, tetrad dan soliter. isolat bakteri asam laktat menunjukkan reaksi positif terhadap uji gram staining, tetapi bereaksi negatif dan positif terhadap uji motilitas (non-motil).

Hasil penelitian yang menyangkut karakter biokimiawi dari isolat bakteri asam laktat menunjukkan bahwa ke-15 isolat bakteri asam laktat bersifat katalase negatif dan tipe fermentasi homofermentatif ada 9 isolat, AST 01, AST 04, AST 06, AST 07, AST 09, AST 11, AST 13, dan AST 14. Isolat bakteri asam laktat mampu membentuk asam dari berbagai jenis sumber karbon, tetapi tidak disertai dengan pembentukan gas, seperti yang telah disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian karakter bentuk sel serta karakter biokimia berupa uji katalase dan pengecetan gram

No	Kode isolat	Tipe karakter		
		Bentuk sel	Sifat gram	Katalase
1	AST 001	Coccus	(+)	(-)
		Coccus	(+)	(-)
2	AST 002	Basil	(-)	(-)
		Basil	(-)	(-)
3	AST 003	Basil	(+)	(-)
		Basil	(+)	(-)

4	AST 004	Basil Basil	(+) (+)	(-) (-)
5	AST 005	Coccus Coccus	(-) (-)	(-) (-)
6	AST 006	Coccus Coccus	(-) (-)	(-) (-)
7	AST 007	Coccus Coccus	(+) (+)	(-) (-)
8	AST 008	Coccus Coccus	(+) (+)	(-) (-)
9	AST 009	Coccus Coccus	(+) (+)	(-) (-)
10	AST 010	Coccus Coccus	(+) (+)	(-) (-)
11	AST 011	Coccus Coccus	(-) (-)	(-) (-)
12	AST 012	Basil Basil	(+) (+)	(-) (-)
13	AST 013	Coccus Coccus	(-) (-)	(-) (-)
14	AST 014	Basil Basil	(-) (-)	(-) (-)
15	AST 015	Coccus Coccus	(+) (+)	(-) (-)

Karakteristik mikroskopis dilakukan untuk mengetahui karakteristik morfologi sel. Pengamatan morfologi sel dilakukan hingga perbesaran kuat (1000X) yang diperjelas dengan meneteskan minyak imersi pada gelas benda. Karakterisasi morfologi sel meliputi bentuk sel, susunan sel, gram staining dan motilitas.

Dari uji fermentasi glukosa maka didapatkan bahwa semua isolat dapat menghasilkan asam. Akan tetapi, semua isolat bakteri tidak menghasilkan gas, sehingga dapat digolongkan dalam bakteri asam laktat homofermentatif, yang berarti bahwa produk utama fermentasinya hanya berupa asam laktat (Axelsson, 2004: 20). Tahap karakterisasi biokimiawi dengan melakukan serangkaian pengujian yaitu uji katalase, tipe fermentasi, uji pembentukan asam dan gas dari berbagai jenis sumber karbon.

Tabel 2 Pengujian biokimia dan pengamatan fisiologi isolat bakteri asam laktat umur 24 jam.

No.	Kode	Motilitas	Produksi gas	Tipe fermentasi
1	AST 001	Non mtl	-	Homofer

2	AST 002	Non mtl	-	Homofer
3	AST 003	Non mtl	+	Heterofer
4	AST 004	Non mtl	-	Homofer
5	AST 005	Non mtl	+	Heterofer
6	AST 006	Non mtl	-	Homofer
7	AST 007	Non mtl	-	Homofer
8	AST 008	Non mtl	+	Heterofer
9	AST 009	Non mtl	-	Homofer
10	AST 010	Non mtl	-	Homofer
11	AST 011	Non mtl	-	Homofer
12	AST 012	Non mtl	-	Homofer
13	AST 013	Non mtl	-	Homofer
14	AST 014	Non mtl	+	Heterofer
15	AST 015	Non mtl	-	Homofer

Keterangan: Fk. anae : Homofer : homofermentatif:  
Heterofer : heterofermentatif

Hasil karakterisasi makroskopis belum dapat digunakan sebagai acuan untuk menentukan masing-masing genus karena adanya kesamaan karakter yang dimiliki oleh tiap isolat, baik karakter koloni pada lempeng agar dan agar miring. Oleh karena itu perlu adanya karakterisasi lebih lanjut berupa karakterisasi secara mikroskopis untuk mengetahui morfologi sel dari masing-masing isolat bakteri asam laktat.

Sebelum pengamatan sel dilakukan, masing-masing isolat bakteri asam laktat diwarnai dengan pengecatan gram untuk melihat sifat dinding sel dan bentuk sel. Pengecatan gram membedakan dua kelompok bakteri, yaitu bakteri gram positif dan negatif. Dari hasil pengamatan, terlihat bahwa isolat bakteri asam laktat berwarna ungu dan merah, sehingga dapat dikelompokkan ke dalam bakteri gram positif dan negatif. Hampir sebagian besar isolat memiliki bentuk sel coccus atau bulat, sedikit yang

berbentuk bacil atau batang. Isolat bakteri asam laktat menunjukkan susunan sel rantai, berpasangan, soliter dan/ tetrad, dan memiliki sifat non motil.

Data hasil pengamatan (Tabel 2,) menunjukkan semua isolat bakteri menunjukkan reaksi negatif, terhadap uji katalase yang ditunjukkan dengan tidak munculnya gelembung. Pengujian tipe fermentasi digunakan untuk menggolongkan bakteri asam laktat ke dalam kelompok homofermentatif dan heterofermentatif. Untuk menentukan tipe fermentasi, dilakukan uji produksi gas, yaitu dengan menumbuhkan kultur pada 10 ml MRS cair selama 2-3 hari dengan tabung durham diletakkan secara terbalik untuk menangkap gas yang dihasilkan.

Menurut Borck *et al.*, (1994) dalam Soetanto (2004) perbedaan antara bakteri asam laktat homofermentatif dengan bakteri heterofermentatif selain dari produk yang dihasilkan adalah tidak adanya enzim aldolase yang merupakan salah satu enzim kunci dalam glikolisis. Bakteri heterofermentatif tidak memiliki enzim aldolase sehingga tidak dapat memecah fruktosa bifosfat menjadi triosa bifosfat. Bakteri heterofermentatif mengoksidasi glukosa 6-fosfat menjadi pentose fosfat dan akhirnya direduksi menjadi triosa fosfat yang dibantu oleh enzim phosfoketolase.

### **Identifikasi bakteri Asam Laktat**

Identifikasi yaitu suatu proses untuk menentukan/menduga golongan atau kelompok suatu bakteri hasil isolasi dari berbagai sumber berdasarkan karakter fenotipik dari bakteri. Identifikasi untuk menduga kemungkinan genus dan spesies bakteri dilakukan dengan cara *Profile Matching*, melalui penelusuran pada *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Holt *et al.*, 1994) berdasarkan hasil karakterisasi fenotipik.

Isolat bakteri yang terseleksi menunjukkan sifat-sifat sebagai bakteri asam laktat dengan karakter penciri gram positif, non motil, non endospora dan katalase negatif (Axelsson, 2004). Karakter bentuk dan susunan sel menjadi karakter pembeda ke tingkat genus. Setelah diketahui genusnya maka dilanjutkan identifikasi lanjut untuk menduga kemungkinan spesies dari isolat bakteri.

Berdasarkan karakter bentuk dan susunan sel bakteri serta sejumlah karakter fenotipik yang telah ditelusuri lewat *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Holt *et al.*, 1994) dari ke-15 isolat bakteri asam laktat memiliki kecenderungan

karakter yang mengarah pada 4 kelompok genus bakteri asam laktat yaitu *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Streptococcus* dan *Enterococcus*.

### **Genus *Lactobacillus***

Isolat AST 03, AST 04, dan AST 12 mempunyai bentuk sel bacil atau batang, sehingga cenderung masuk dalam anggota genus *Lactobacillus*. Anggota genus ini memiliki karakter yang relatif hampir sama, yaitu katalase negatif, gram positif, bentuk sel basil, ukuran 0,5–1,2 x 1,0–10,0 µm, homofermentatif, non motil, susunan selnya soliter/ berpasangan/ berantai, warna koloni putih/putih susu, tepi koloni *entire*, bentuk koloni bulat, struktur dalam *opaque*, pertumbuhan pada agar miring lebat/*abundant* dan memiliki bentuk *beaded*. Tumbuh pada suhu 45°C serta mampu membentuk asam dari berbagai sumber karbon, diantaranya adalah galaktosa, laktosa, maltosa, sukrosa, glukosa, fruktosa dan sorbitol.

Berdasarkan hasil identifikasi dengan metode *Profile Matching* yang mengacu pada *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, semua ciri-ciri fenotipik di atas cenderung mengarahkan anggota genus *Lactobacillus* paling dekat masuk menjadi anggota spesies *Lactobacillus acidophilus*. Akan tetapi untuk keabsahannya diperlukan karakter-karakter kunci yang dapat dilihat dalam *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* untuk menetapkan isolat bakteri asam laktat sampai level spesies.

### **Genus *Pediococcus***

Genus *Pediococcus* meliputi Isolat AST 01, AST 07, AST 08 dan AST 15 dengan pengecatan gram menunjukkan gram positif, katalase negatif, bentuk sel kokus, homofermentatif, non motil, susunan selnya tetrad/berpasangan dengan diameter 0,5–2,0 µm, warna koloni putih susu/putih, tepi koloni *entire*, bentuk koloni bulat, struktur dalam *opaque*, pertumbuhan pada agar miring sedang/moderat dan memiliki bentuk *beaded/irregular*.

Untuk menduga kemungkinan spesies isolat bakteri asam laktat, dilakukan dengan metode *Profile Matching* yang ditelusuri lewat *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*.

### **Genus *Enterococcus***

*Enterococcus* meliputi isolat AST 06, AST 11, dan AST 13 memiliki karakter gram negatif, katalase negatif, bentuk sel coccus, ukuran 0,6–2,0 x 0,6–2,5 µm, susunan selnya berpasangan atau rantai, tipe fermentasi homofermentasi, non motil, produksi gas

negatif (tidak ada), warna koloni putih susu, bentuk koloni bulat, tepi koloni *entire*, struktur dalam *opaque*, pertumbuhan pada agar miring tipis/*slight* dan memiliki bentuk *effuse/spreading/filliform*.

### **Genus *Streptococcus***

Identifikasi pada genus *Streptococcus* dengan anggota isolat AST 09, dan AST 10 yang telah dilakukan memiliki ciri gram positif, bentuk sel coccus dengan diameter 0,5-2,0  $\mu\text{m}$ , susunan selnya rantai/pasangan, uji katalase negatif, non motil, homofermentasi, warna koloni putih susu, bentuk koloni bulat, tepian *entire*, dan struktur dalamnya *opaque*, pertumbuhan pada agar miring sedang (*moderat*)/tipis (*slight*) dan memiliki bentuk *filliform*.

### **1. Penetapan Kadar Asam Laktat Masing-Masing Isolat Bakteri**

Setelah serangkaian uji yang dilakukan terhadap masing-masing isolat, pengujian selanjutnya adalah pengujian untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri asam laktat dalam menghasilkan asam laktat. Asam laktat merupakan produk/senyawa yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat selama melakukan proses fermentasi karbohidrat. Semakin tinggi asam laktat yang dihasilkan akan semakin baik/semakin unggul dibandingkan dengan isolat bakteri asam laktat yang kemampuan menghasilkan asam laktatnya rendah. Pengukuran kadar asam laktat tersebut dilakukan pada kultur murni isolat yang berumur 24 jam. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa isolat AST 04 memiliki kadar asam laktat tertinggi sebesar 57,68 %. Dengan kadar asam laktat yang cukup tinggi maka bakteri tersebut dapat dimanfaatkan sebagai probiotik, hal ini disebabkan karena asam laktat yang dihasilkan mampu mencegah pertumbuhan bakteri patogen. Asam-asam organik seperti asam laktat dan asam asetat yang diproduksi bakteri asam laktat sebagai hasil fermentasi laktosa dapat membantu aktivitas pencernaan dan penyerapan.

Isolat-isolat yang telah diamati dan diuji baik uji morfologi, biokimiawi dan fisiologis, serta memiliki sifat atau ciri bakteri asam laktat, kemudian diukur kadar asam laktatnya pada saat isolat bakteri berumur 24 jam. Kadar asam laktat tertinggi dihasilkan oleh AST 04 yaitu sebesar 57,68 %, sedangkan asam laktat terendah dihasilkan oleh AST 05 yaitu sebesar 9,41 %. Hasil pengukuran kadar asam laktat tiap isolat disajikan dalam tabel 3

Tabel 3. Kadar laktat pada masing-masing isolat bakteri asam laktat umur 24 jam.

No.	Kode	Nilai Absorbansi	Kadar laktat (%)
1	AST 001	0,225	22,25%
2	AST 002	0,401	40,49%
3	AST 003	0,319	31,99%
4	AST 004	0,567	57,69%
5	AST 005	0,101	9,41%
6	AST 006	0,176	17,17%
7	AST 007	0,392	39,56%
8	AST 008	0,432	43,71%
9	AST 009	0,247	24,53%
10	AST 010	0,290	28,99%
11	AST 011	0,317	31,78%
12	AST 012	0,301	30,13%
13	AST 013	0,125	11,89%
14	AST 014	0,281	28,05%
15	AST 015	0,198	19,45%

Di lain pihak asam laktat yang diproduksi oleh bakteri asam laktat selama proses fermentasi dapat menambah cita rasa dan aroma pada makanan dan pada waktu yang sama pertumbuhan bakteri yang merugikan dapat dicegah karena bakteri asam laktat melakukan kompetisi dengan mikroba patogen atau organisme yang tidak diinginkan (Calo-Mata et al., 2008).

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada limbah kotoran ayam Broiler Strain Lohman umur 34 hari ditemukan 15 isolat bakteri asam laktat.
2. Isolat bakteri asam laktat memiliki karakter/ciri seperti gram positif, katalase negatif, non motil, bentuk sel batang/coccus, susunan sel rantai, berpasangan,

soliter dan/ tetrad, tipe fermentasi homofermentatif, mampu membentuk asam tanpa disertai pembentukan gas.

3. Identifikasi isolat bakteri asam laktat mengarah pada 4 kelompok genera bakteri asam laktat yaitu *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Streptococcus* dan *Enterococcus*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amrullah, Ibnu Katsir. (2002). *Nutrisi Ayam Broiler*. Bogor: Lembaga Satu Gunungbudi.
- Ariyanti, D. (2003). Evaluasi Pendahuluan Beberapa Strain Bakteri Asam Laktat yang Diduga Berpotensi Sebagai Probiotik. *Skripsi*. Yogyakarta: UGM.
- Aswathy, R.G., Ismail, B., John, R.P. and Nampoothiri, M. (2008). "Evaluation of the Probiotic Characteristics of Newly Isolated Lactic Acid Bacteria". *Journal Applied Biochemistry Biotechnology*. Humana Press.
- Axelsson, L. (2004). "Lactic Acid Bacteria: Classification and Physiology". In Salminen, S., A.V. Wright & A.C. Ouwehand (eds). *Lactic Acid Bacteria, Microbiology and Functional Aspects*. Third Edition. Marcel Dekker, Inc. New York - Basel
- Beasley, Shea. (2004). "Isolation, identification and exploitation of lactic acid bacteria from human and animal microbiota". *Dissertation*. Finland: Departenent of Applied Chemistry and Microbiology, University of Helsinki.
- Benson. (2001). *Microbiological Applications Laboratory Manual in General Microbiology*. Eight Edition. New York: McGraw-Hill Companie
- Bezkorovainy, A. 2001. Probiotic: Determinant of Survival and Growth in the Gut. *American Journal of Clinical Nutrition*. 73 : 399s-405s.
- Bomba, A., Jonecova, Z., Gancarcikova, S. and Nemcova, R. (2006). "The Gastrointestinal Microbiota of Farm Animals". In Ouwehand, A.C. & E.E. Vaughan (eds). *Gastrointestinal Microbiology*. Taylor & francis Group. New York- London.
- Calo-Mata, P., Arlindo, S., Boehme, K. (2008). "Current Aplication and Future Trends of Lactic Acid Bacteria and Their Bacteriocins for the Biopreservation of Aquatic Food Products". *Food Bioprocess Technology, Volume 1*. Springer-Science and Business Media, LLC.
- Campbell, N. A., Reece, J.B., Mitchell, L.G. (2002). *Biologi Edisi Kelima jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

- Dune, C. L. O'Mahany., L. Murphy., G. Thorton., D.Morrissey., S. O'Halloran., M. Feeney., S. Flynn., G. Shanahan and J.K. Collins. 2001. *In Vitro* Selection Criteria for Probiotic Bacteria of Human Origin : Correlation With *in vivo* Finding. *American Journal of Clinical nutrition*.73:2
- Elsayed, Nasser Ali Abou Hashem. (2002). "Investigations on the significance of the gastrointestinal flora for the immune system of chickens". *Dissertation*. Egypt: Institute of Bacteriology and Mycology, Faculty of Veterinary Medicine University of Leipzig.
- Fardiaz, S. (1989). *Penuntun praktikum mikrobiologi pangan*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Feliatra, Effendi, I. dan Suryadi, E. (2004). "Isolasi dan Identifikasi Bakteri Probiotik dari Ikan Kerapu Macan (*Ephinephelus fuscogatus*) dalam Upaya Efisiensi Pakan Ikan". *Jurnal Natur Indonesia*. Volume 6. No.2. hal: 75-80. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Feriana, D.A., Harmayani, E. dan Utami, T. (1998). "Penurunan Kolesterol oleh *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* pada MRS Broth dan Yoghurt". *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan dan Gizi*. Yogyakarta: PATPI
- Fraga, M., Perelmuter, K., Delucchi., Cidade, E., and Zunino, P. (2008). "Vaginal Lactic Acid Bacteria in the Mare: Evaluation of the Probiotic Potential of Native *Lactobacillus* spp. and *Enterococcus* spp. Strain". *Journal Antonie Van Leeuwenhoek Volume 93*. Springer-Science and Business Media, B.V.
- Hakim, Roli Sofwah. (2005). "Prospek Probiotik pada Broiler". *Buletin CP No 72/Tahun VI. Desember 2005. Hal 3-6*. Jakarta: Divisi Agro Feed Business Charoen Pokphand Indonesia.
- Hardjo, S. N., S, Indrasti dan T, Banttcut, 1989. *Biokonversi: Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian*. IPB. Bogor.
- Harimurti, S. Hassan, Z.H. dan Rahayu, (1999). "Isolasi dan Identifikasi *Lactobacillus* dari Crop Ayam yang Berpotensi Sebagai Agensia Probiotik Ternak Unggas". *Prosiding Seminar Nasional Pangan-Yogyakarta, 14 September 1999*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM Yogyakarta.
- Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T. and Williams, S.T. (1994). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Ninth edition. Baltimor, Maryland USA, Williams and Wilkins.
- Jutono. (1980). *Pedoman Praktikum Mikrobiologi Umum (untuk Perguruan Tinggi)*. Yogyakarta: Departemen Mikrobiologi Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada.

Keston, A.S. and Rosenberg, D. (1967). "Medium for Differentiation of Acid-Producing Colonies with Homogenously Suspended Calcium Carbonate". *Journal of Bacteriology*, Volume 93, No. 4.

Laukova, A., Marcinakova, M., Strompfova, V. and Ouwehand, A.C. (2008). "Probiotic Potential of Enterococci Isolated from Canine Feed". *Folia Microbiology*. Volume 53, No. 1, 84-88.

# PEMBERDAYAAN PEREMPUAN KORBAN *TRAFFICKING* MELALUI MODEL *HOME BASED CARE*

Herni Kusantati, Isma Widiaty, Ana

## Abstrak

Penelitian pada tahun kedua ini lebih fokus pada upaya penanganan korban *trafficking* melalui kerjasama dengan lembaga-lembaga pemerintah maupun LSM-LSM yang *concern* pada masalah perempuan. Model yang dikembangkan pada penelitian ini dinamakan model *Home Based Care* yang memiliki karakteristik holistik, kolaboratif, integratif, dan berbasis keluarga.

Penelitian pada tahun ke-2 ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan atau “Research and Development”. Model Pengembangan *Home Based Care* bagi korban *trafficking* pada dasarnya dikembangkan dengan prinsip “Program Rumah Aman “ dengan tujuan akhir menjadikan perempuan korban *trafficking* sebagai perempuan mandiri, berdaya, berkepribadian, dan bermartabat.

*Home Based Care* Program Rumah Aman dilakukan melalui kegiatan pemberdayaan ekonomi terpadu dimana kegiatan ini merupakan program yang memadukan antara kebutuhan para korban *trafficking* untuk lebih berdaya dan pembinaan mental para korban.

**Kata Kunci :** Pemberdayaan, *Trafficking*, *Home Based Care*

### A. Latar Belakang Masalah

Perdagangan orang (*trafficking*) merupakan kejahatan yang keji dan merupakan pelanggaran terhadap HAM. Perdagangan orang mengabaikan hak seseorang untuk hidup bebas, hak untuk tidak diperbudak, tidak disiksa, hak untuk memiliki kebebasan pribadi, pikiran dan hati nurani, hak menunaikan kewajiban beragama, dan lainnya. Industri seks sebagai salah satu *user* perdagangan orang, selain menimbulkan *human, social and economic cost* yang tinggi, juga menyebarkan berbagai macam penyakit: kelamin, HIV, AIDS, dll

Perempuan merupakan korban yang paling banyak dalam perdagangan orang. Situasi tersebut menempatkan mereka pada posisi yang sangat beresiko khususnya yang berkaitan dengan kesehatan fisik, mental, dan spiritual. Perempuan tersebut sangat rentan terhadap tindak kekerasan, kehamilan yang tidak dikehendaki, dan infeksi penyakit seksual termasuk HIV/AIDS. Kondisi perempuan yang seperti ini tentu saja

akan mengancam kualitas Ibu Bangsa yang merupakan tiang Negara tersebut, merupakan korban *trafficking*.

Perempuan merupakan kelompok rentan dalam banyak kasus *trafficking*. Banyak faktor yang menyebabkan mereka terjebak dalam *trafficking*, diantaranya kemiskinan, kurangnya pendidikan, korban kekerasan fisik-psikis-seksual, pernikahan dini yang gagal, dll. Modus operandi *trafficker* untuk menjebak korbannya antara lain merayu, menjanjikan berbagai kesenangan dan kemewahan, menipu atau janji palsu, menjebak, mengancam, menyalahgunakan wewenang, menjerat dengan hutang, mengawini atau memacari, menculik, menangkap, atau memperkosa. Modus lain berkedok mencari tenaga kerja untuk bisnis *entertainment*, kerja di perkebunan atau bidang jasa di luar negeri dengan upah besar.

Dalam perkembangannya, perdagangan orang (*trafficking*) telah menjadi bisnis yang sangat menggiurkan, karena dapat menghasilkan uang dalam jumlah yang sangat fantastik. *Trafficking* menempati urutan ketiga terbesar dalam menghasilkan uang setelah perdagangan obat-obat terlarang dan perdagangan senjata (Rosenberg; 2003). Tidak mengherankan, apabila prostitusi internasional dan jaringan perdagangan orang membuat para pelaku kejahatan menjadikan “bisnis” ini menjadi fokus utama kegiatan mereka. Seperti halnya bisnis narkoba yang beromset sangat besar dan “bebas pajak”, perdagangan orang pada dasarnya adalah bagian dari *shadow economy*; berjalan dengan tak terlihat, amat menguntungkan tetapi merupakan perbuatan kriminal yang sangat jahat.

Berbagai upaya tentunya harus dilakukan untuk memberantas masalah perdagangan orang (*trafficking*). Diperlukan komitmen yang sangat kuat dari berbagai pihak baik pemerintah, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), bahkan pihak akademisi untuk, karena masalah *trafficking* bukan saja jadi masalah nasional, tapi sudah menjadi masalah internasional.

## **B. Tujuan Penelitian**

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu model penanganan para korban *trafficking* dengan menerapkan model *Home Based Care* dengan terlebih dahulu mengetahui efektivitas peran Lembaga Swadaya Masyarakat

(LSM) Di Jawa Barat dalam membantu menanggulangi masalah perdagangan perempuan (*trafficking*).

Sedangkan tujuan khusus dari penelitian ini adalah :

1. Mengembangkan model penanganan para korban *trafficking* dengan menerapkan model *Home Based Care* yang memiliki karakteristik **holistik**. Holistik yang dimaksud meliputi penanganan aspek fisik, psikis, mental, kesehatan, serta psikologis dari korban trafficking .
2. Mengembangkan model penanganan para korban *trafficking* dengan menerapkan model *Home Based Care* yang memiliki karakteristik **kolaboratif**. Penanganan korban trafficking dilakukan melalui kerjasama berbagai pihak baik dari lembaga pemerintah, kepolisian, maupun LSM .
3. Mengembangkan model penanganan para korban *trafficking* dengan menerapkan model *Home Based Care* yang memiliki karakteristik **integratif**. Integratif yang dimaksud meliputi penanganan dengan memperhatikan akar masalah yang satu sama lain saling berkaitan, baik aspek ekonomi / kemiskinan, pendidikan, maupun sosial budaya.
4. Mengembangkan model penanganan para korban *trafficking* dengan menerapkan model *Home Based Care* yang memiliki karakteristik **berbasis keluarga**. Penanganan korban trafficking dilakukan dengan melibatkan anggota keluarga korban dan dilakukan dengan menggali seluruh aspek sumber daya keluarga korban.

### C. Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian adalah adanya model penanganan korban *trafficking* dengan model *Home Based Care* yang program tersebut memiliki karakteristik penanganan yang kolaboratif dan terintegrasi antara berbagai kalangan pemerintah, LSM, dan pihak akademisi. Selain itu, model ini lebih dikembangkan tidak secara formal tapi mengambil model pembinaan informal yang berbasis keluarga.

Manfaat lain yang bisa didapat dari hasil penelitian ini adalah adanya gambaran tentang efektifitas penanganan korban trafficking oleh pemerintah maupun Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) khususnya di wilayah Jawa Barat.

Model pemberdayaan masyarakat yang dikembangkan dalam penelitian ini, dapat menjadi salah satu model pemberdayaan bagi perempuan di Indonesia secara umum, tidak hanya bagi perempuan korban trafficking.

#### **D. Metodologi Penelitian**

Objek pada penelitian ini adalah para perempuan korban *trafficking* (perdagangan perempuan) di Jawa Barat . Secara umum penelitian dilaksanakan di wilayah Jawa Barat. Tim peneliti bekerjasama dengan pemerintah provinsi khususnya divisi pemberdayaan perempuan. Selain itu penelitian dilakukan pada LSM-LSM di Jawa Barat yang selama ini telah berkecimpung dalam bidang penanganan para korban *trafficking* .

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan atau “Research and Development”. Menurut Sugiyono (2006:333) metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk/ model tertentu dan diuji keefektifan produk/ model tersebut di lapangan.

Secara umum prosedur penelitian dan pengembangan dalam kegiatan penelitian ini ditempuh melalui langkah-langkah sebagai berikut : 1) Studi pendahuluan (*need assessment* ) tentang upaya-upaya penanganan korban trafficking yang telah dilakukan selama ini oleh lembaga pemerintah maupun LSM; 2) penyusunan draft desain model pemberdayaan perempuan korban trafficking, 3) Uji coba desain model dalam lingkungan terbatas, 4) Uji coba desain model dalam lingkungan luas; Uji validasi; 5) Seminar hasil, revisi, desiminasi, dan finalisasi model

#### **E. Kajian Pustaka**

Penghambaan atau perbudakan terhadap perempuan pernah ada dalam catatan sejarah hampir setiap bangsa, termasuk di Indonesia. Pada zaman raja-raja Jawa dahulu, perempuan merupakan bagian pelengkap dari sistem pemerintahan feodal. Dengan berbagai alasan dan sebab, perempuan telah menjadi “persembahan” bagi para raja. Sistem feodal ini belum menunjukkan keberadaan suatu industri seks tetapi telah membentuk landasan dengan meletakkan perempuan sebagai barang dagangan untuk memenuhi nafsu lelaki dan untuk menunjukkan adanya kekuasaan dan kemakmuran. Begitu pula pada zaman penjajahan Belanda dan Jepang, banyak perempuan Indonesia

yang dijadikan komoditas untuk memenuhi kebutuhan pemuasan seks para serdadu. (Hull, Sulistyaningsih dan Jones,1997). Dalam konteks masyarakat modern saat ini, penghambaan atau perbudakan terhadap perempuan menunjukkan substansi yang sama meskipun dalam wujud yang berbeda. Kemajuan teknologi informasi, komunikasi, dan transportasi dimanfaatkan oleh pelaku kejahatan untuk menyelembungi perbudakan dan penghambaan ke dalam bentuknya yang baru yang dikenal dengan istilah perdagangan orang (*trafficking in persons*) yang beroperasi secara tertutup, bergerak di luar hukum, dan berkembang sangat cepat, serta telah membentuk sindikat kejahatan antar negara . Pelaku perdagangan orang (*trafficker*) sangat halus menjerat mangsanya, tetapi dengan sangat kejam mengeksploitasinya dengan berbagai cara sehingga korban menjadi tidak berdaya untuk membebaskan diri.

Istilah *trafficking* secara sederhana diartikan “perpindahan”. Jadi, artinya adalah perpindahan atau migrasi – yang berarti korban dibawa keluar dari kampung halamannya yang aman ke tempat berbahaya dan dikerjapaksakan – inilah yang membedakan *trafficking* dari bentuk pelanggaran hak asasi lainnya.

Yang paling membahayakan dari *trafficking* adalah adanya unsur eksploitasi untuk berbagai tujuan diantaranya eksploitasi seksual /prostitusi, kerja paksa, perbudakan, penghambaan, dan bahkan pengambilan organ tubuh untuk diperjualbelikan. Menurut Harkristuti (2003), ada beberapa bentuk *trafficking* manusia yang terjadi pada perempuan : 1) Kerja paksa seks dan eksploitasi seks ; baik di luar negeri maupun di wilayah Indonesia. Dalam banyak kasus, perempuan dijanjikan bekerja sebagai buruh migran, PRT, pekerja restoran, penjaga toko, atau pekerjaan-pekerjaan tanpa keahlian tetapi kemudian dipaksa bekerja pada industri seks saat mereka tiba di daerah tujuan. Dalam kasus lain, korban tidak tahu bahwa mereka akan memasuki industri seks, mereka ditipu dengan kondisi-kondisi kerja dan mereka dikekang di bawah paksaan dan tidak diperbolehkan menolak bekerja; 2) Pembantu Rumah Tangga (PRT);baik di dalam negeri maupun luar negeri. Mereka diintimidasi dalam kondisi kerja yang sewenang-wenang termasuk: jam kerja wajib yang sangat panjang, penyekapan ilegal, upah yang tidak dibayar atau yang dikurangi, kerja karena jeratan hutang, penyiksaan fisik ataupun psikologis, penyerangan seksual, tidak diberi makan atau kurang makanan, dan tidak boleh menjalankan agamanya atau diperintah untuk melanggar agamanya.; 3) Bentuk lain dari kerja migran; di dalam dan luar negeri.

Meskipun banyak orang Indonesia yang bermigrasi sebagai PRT, yang lainnya dijanjikan mendapatkan pekerjaan yang tidak memerlukan keahlian di pabrik, restoran, industri cottage, atau toko kecil. Beberapa dari buruh migran ini di *trafficking* ke dalam kondisi kerja yang sewenang-wenang dan berbahaya dengan bayaran sedikit atau bahkan tidak dibayar sama sekali. Banyak juga yang dijebak di tempat kerja seperti itu melalui jeratan hutang, paksaan, atau kekerasan; 4) Penari dan penghibur; terutama di luar negeri. Perempuan dan anak perempuan dijanjikan bekerja sebagai penari duta budaya, penyanyi, atau penghibur di negara asing. Pada saat kedatangannya, banyak dari perempuan ini dipaksa untuk bekerja di industri seks atau pada pekerjaan dengan kondisi mirip perbudakan; dan 5) Pengantin pesanan; terutama di luar negeri. Beberapa perempuan dan anak perempuan yang bermigrasi sebagai istri dari orang berkebangsaan asing, telah ditipu dengan perkawinan. Dalam kasus semacam itu, para suami mereka memaksa istri-istri baru ini untuk bekerja untuk keluarga mereka dengan kondisi mirip perbudakan atau menjual mereka ke industri seks.

Menurut sebuah studi (Rahyanan ; 2001), ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya *trafficking*; diantaranya : 1) Kurangnya kesadaran: Banyak orang yang bermigrasi untuk mencari kerja baik di Indonesia ataupun di luar negeri tidak mengetahui adanya bahaya *trafficking* dan tidak mengetahui cara-cara yang dipakai untuk menipu atau menjebak mereka dalam pekerjaan yang sewenang-wenang atau pekerjaan yang mirip perbudakan; 2) Kemiskinan: kemiskinan telah memaksa banyak keluarga untuk merencanakan strategi penopang kehidupan mereka termasuk bermigrasi untuk bekerja dan bekerja karena jeratan hutang, yaitu pekerjaan yang dilakukan seseorang guna membayar hutang atau pinjaman; 3) Keinginan cepat kaya: keinginan untuk memiliki materi dan standar hidup yang lebih tinggi memicu terjadinya migrasi dan membuat orang-orang yang bermigrasi rentan terhadap *trafficking*; 3) Faktorbudaya; faktor-faktor budaya berikut memberikan kontribusi terhadap terjadinya *trafficking*: Peran Perempuan dalam Keluarga: Meskipun norma-norma budaya menekankan bahwa tempat perempuan adalah di rumah sebagai istri dan ibu, juga diakui bahwa perempuan seringkali menjadi pencari nafkah tambahan/pelengkap buat kebutuhan keluarga. Rasa tanggung jawab dan kewajiban membuat banyak wanita bermigrasi untuk bekerja agar dapat membantu keluarga mereka; 4) Perkawinan dini mempunyai implikasi yang serius bagi para anak perempuan termasuk bahaya

kesehatan, putus sekolah, kesempatan ekonomi yang terbatas, gangguan perkembangan pribadi, dan seringkali, juga perceraian dini. Anak-anak perempuan yang sudah bercerai secara sah dianggap sebagai orang dewasa dan rentan terhadap *trafficking* disebabkan oleh kerapuhan ekonomi mereka; 5) Sejarah pekerjaan karena jeratan hutang: praktek menyewakan tenaga anggota keluarga untuk melunasi pinjaman merupakan strategi penopang kehidupan keluarga yang dapat diterima oleh masyarakat. Orang yang ditempatkan sebagai buruh karena jeratan hutang khususnya, rentan terhadap kondisi-kondisi yang sewenang-wenang dan kondisi yang mirip dengan perbudakan; 6) Kurangnya pendidikan; orang dengan pendidikan yang terbatas memiliki lebih sedikit keahlian/skill dan kesempatan kerja dan mereka lebih mudah di *trafficking* karena mereka bermigrasi mencari pekerjaan yang tidak membutuhkan keahlian; dan 7) Korupsi dan lemahnya penegakan hukum: Pejabat penegak hukum dan imigrasi yang korup dapat disuap oleh pelaku *trafficking* untuk tidak mempedulikan kegiatan-kegiatan yang bersifat kriminal. Para pejabat pemerintah dapat juga disuap agar memberikan informasi yang tidak benar pada Kartu Tanda Pengenal (KTP), akte kelahiran, dan paspor yang membuat buruh migran lebih rentan terhadap *trafficking* karena migrasi ilegal. Kurangnya *budget*/anggaran dana negara untuk menanggulangi usaha-usaha *trafficking* menghalangi kemampuan para penegak hukum untuk secara efektif menjerat dan menuntut pelaku *trafficking*.

### **C. Hasil Penelitian dan Pembahasan**

#### **Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Trafficking**

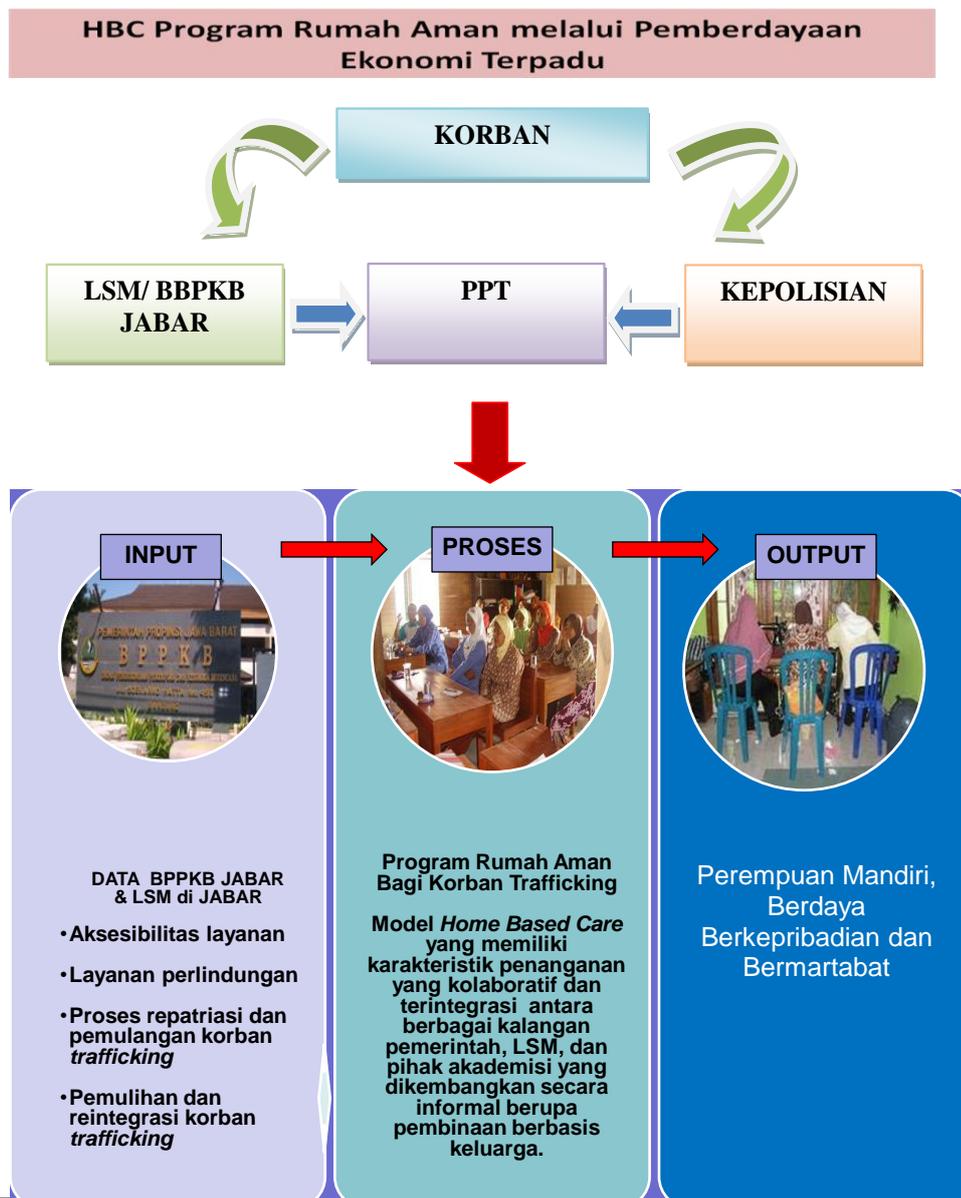
Ada banyak faktor terjadinya trafficking di Indonesia, Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan khususnya di Jawa Barat trafficking pada umumnya terjadi karena beberapa sebab sebagai berikut :

- 1. Kemiskinan** ;pada umumnya, responden yang menjadi subjek penelitian memang memiliki latar belakang sosial ekonomi rendah, rata-rata mereka terjebak pada kasus trafficking karena diiming-imingi akan mendapat pekerjaan yang layak . Faktor kemiskinan ini pula yang mendorong mereka dengan “kesadaran” terus-menerus berada dalam lingkaran trafficking. Bagi mereka tidak ada pilihan lain kecuali terpaksa berada dalam kondisi tersebut.

2. **Pendidikan;** pada umumnya tingkat pendidikan responden penelitian rata-rata lulusan SD, dari 15 orang responden yang diteliti 7 orang lulusan SD, 4 orang lulusan SMP, dan sisanya putus sekolah sejak SD.
3. **Kurangnya Informasi ;** pada penelitian ini beberapa orang terjebak oleh informasi yang meyesatkan bahwa mereka akan diberi pekerjaan dengan iming-iming uang yang banyak. Mereka kurang informasi bahwa modus operandi trafficking adalah seperti itu.

## PENGEMBANGAN MODEL *HOME BASED CARE* (HBC)

Desain model Home Based Care (HBC), melakukan penilaian model dan melakukan uji coba model yang bertujuan untuk menemukan model penanganan para korban *trafficking* dengan menerapkan model *Home Based Care* yang memiliki karakteristik **berbasis keluarga**. Penanganan korban *trafficking* dilakukan dengan melibatkan anggota keluarga korban dan dilakukan dengan menggali seluruh aspek sumber daya keluarga korban. Berdasarkan hasil dari penelitian pada tahun ke-1 dan masukan para ahli validator, maka peneliti telah menetapkan model penanganan *trafficking* sebagai berikut :



**HBC Program Rumah Aman melalui  
Pemberdayaan Ekonomi Terpadu**

- **Manajemen Terapan**
- **Pelatihan menjahit TK Dasar**
- **Bimbingan Islam Intensif**



Home Based Care Program Rumah Aman melalui kegiatan pemberdayaan ekonomi terpadu merupakan program yang memadukan antara kebutuhan para korban trafficking untuk lebih berdaya dan pembinaan mental para korban.

Pemberdayaan ekonomi terpadu merupakan suatu program yang memadukan antara manajemen terapan, keterampilan menjahit tingkat dasar serta bimbingan islam intensif. Pelatihan manajemen terapan merupakan bentuk pelatihan dengan maksud untuk menumbuhkan minat membuka usaha dengan kemampuan manajerial yang memadai sehingga terbentuk mental yang tangguh dan terampil. Pelatihan pemberdayaan ekonomi dipadukan dengan pelatihan menjahit bertujuan agar warga belajar dilibatkan langsung dalam kegiatan pra-produksi, produksi, *finishing*, sampai pemasaran, serta pengelolaan *show room*. Bimbingan Islam intensif yang bertujuan agar warga belajar mempunyai pemahaman yang baik tentang Islam dan memiliki aqidah yang kuat serta berakhlakul karimah. Melalui model ini diharapkan dapat membantu para korban trafficking mandiri, berkeribadian dan bermartabat

### **Pembahasan Berkaitan dengan Pemulihan dan Reintegrasi**

Para korban trafficking baik perempuan maupun anak-anak memerlukan pemulihan pasca terjadinya pemulangan. Pemulihan yang dimaksud meliputi pemulihan kesehatan baik fisik maupun mental, pemberian penampungan dan permakanan serta perlindungan kepada korban perdagangan orang diberikan kepada mereka selama berada di Perwakilan RI di luar negeri, selama menunggu proses hukum atau proses administrasi keimigrasian yang diperlukan. Sesampainya di pelabuhan *entry point*, kepada tenaga kerja Indonesia bermasalah yang mampu, diberikan layanan informasi mengenai berbagai hal yang membantu kelancakepulangnya ke daerah asal, dan bagi mereka yang memerlukan, diberikan bantuan layanan kesehatan, penampungan, permakanan dan bantuan transportasi – termasuk pengawalan Kepolisian jika diperlukan - sampai ke propinsi daerah asal. Di propinsi daerah asal, mereka mendapat layanan yang sama dari Pemerintah Daerah yang membantu kepulangnya sampai ke rumah tinggalnya. . Kepada korban di samping diberikan bantuan penampungan, permakanan dan pembinaan mental untuk membesarkan hati korban selama mereka dalam penampungan, juga dibantu dalam proses hukum yang berkaitan dengan hubungan kerjanya dengan bekas majikan. Dalam rangka pemulihan sebelum akhirnya direunifikasi ke keluarganya atau pihak lain,

### **Pembahasan Berkaitan dengan Pemberdayaan Korban Trafficking**

Upaya pemberdayaan korban trafficking yang selama ini ditangani oleh Pemerintah dan LSM masih bersifat sporadis . Pemberdayaan dilakukan dalam bentuk penyuluhan tentang pentingnya tidak terjerumus kembali . Sedikit sekali pihak-pihak yang mencoba menangani para korban dengan upaya-upaya yang lebih mendasar dan berkesinambungan. Pembekalan keterampilan dianggap sebagai salah satu upaya alternatif yang banyak dipilih oleh pemerintah dan LSM. Oleh karena itu perlu kiranya dicari suatu model pemberdayaan korban trafficking yang mampu menuntaskan persoalan mendasar korban trafficking baik dari aspek penyembuhan trauma maupun aspek pembekalan untuk melanjutkan kehidupan yang lebih baik di masa depan

## **F. Kesimpulan dan Saran**

### **1. Kesimpulan**

- a. Korban trafficking pada umumnya memiliki latar belakang pendidikan yang relatif rendah, berada pada kategori usia remaja dan dewasa awal, serta kebanyakan korban adalah perempuan
- b. Aksesibilitas layanan yang telah dilakukan oleh Pemerintah dan LSM-LSM di Jawa Barat dilakukan dalam bentuk layanan medis, konseling, dan bantuan hukum
- c. Upaya pemberdayaan korban trafficking yang selama ini ditangani oleh Pemerintah dan LSM antara lain penyuluhan dan pembekalan keterampilan.
- d. Model Pengembangan *Home Based Care* bagi korban trafficking pada dasarnya dikembangkan dengan prinsip “Program Rumah Aman “ dengan tujuan akhir menjadikan perempuan korban trafficking sebagai perempuan mandiri, berdaya, berkepribadian , dan bermartabat.

### **2. Saran**

Saran yang disampaikan dalam penelitian ini bahwa upaya pemberdayaan korban trafficking bukan upaya yang mudah. Para korban kebanyakan enggan untuk terbuka . Upaya yang lebih mendasar dan berkesinambungan perlu dilakukan oleh berbagai pihak. Salah satu upaya yang cukup efektif adalah menjadikan rumah dan keluarga menjadi “rumah aman” tempat dimana para korban menjadi perempuan mandiri, berdaya, berkepribadian , dan bermartabat.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Dzuhayatin, Siti Ruhaini dan Hartian Silawati, 2002. ‘Indonesia: Migration and Trafficking in Women’ dalam *A Comparative Study of Women Trafficked in the Migration Process. Patterns, Profiles and Health Consequenses of Sexual Exploitation in Five Countries (Indonesia, the Philiphines, Thailand, Venezuela and the United States.* Website CATW.

-----, 2002. ‘Indonesia : Interview Findings and Data Analysis : A Survey of Trafficked Women, Women in Prostitution and Mail Order Brides dalam *A Comparative Study of Women Trafficked in the Migration Process. Patterns, Profiles and Health Consequenses of Sexual Exploitation in Five Countries (Indonesia, the Philiphines, Thailand, Venezuela and the United States)*’. Website CATW.

- Hull, Terence H, Endang Sulistyarningsih, Gavin W. Jones, 1997. 'Pelacuran di Indonesia, Sejarah dan Perkembangannya'. Pustaka Sinar Harapan bekerjasama dengan *The Ford Foundation*, Jakarta.
- Harkristuti Harkrisnowo (2003). Laporan Perdagangan Manusia di Indonesia. Sentra HAM UI, Jakarta.
- Jakarta Post, 25 November 1997. *Women's Solidarity Report*, "Seventeen maids have died abroad" Kementerian Koordinator Bidang Kesra (2003): 'Penghapusan Perdagangan Orang (*Trafficking in Persons*) di Indonesia'. Jakarta.
- Kementerian Koordinator Bidang Kesra (2004): 'Penghapusan Perdagangan Orang (*Trafficking in Persons*) di Indonesia'. Jakarta.
- Kompas, 4 Februari 2005. 'Pendidikan bisa cegah "trafficking"'.  
 Miko, Francis T., 2001. Perdagangan Wanita dan Anak-anak dalam Progressia Vol. IV
- Parawansa, Kofifah Indar, 2000. 'Pemberdayaan Perempuan Indonesia' dalam Prosiding Seminar Sehari Perempuan Indonesia dalam Pembangunan di Abad 21 dalam rangka Hari Kependudukan Dunia "*Saving Women's Lives*". Kantor Menteri Negara Transmigrasi dan Kependudukan, Jakarta.
- Rahyanan, Salma Safitri, 2001. '*Women and Child Trafficking Situation of Indonesia*'. Makalah Diskusi tentang *Trafficking*, kerjasama ACILS – Kementerian Pemberdayaan Perempuan, Jakarta.
- , Salma Safitri, 2001a. 'Perdagangan Perempuan dan Anak Indonesia' dalam Pengiriman Buruh ke Luar Negeri, dalam Progressia Vol. IV No. 02, Juni 2001. Malang.
- Rosenberg, Ruth (Ed.), 2003. Perdagangan Perempuan dan Anak di Indonesia. *International Catholic Migration Commission (ICMC) dan American Center for International Labor Solidarity (ACILS)*. Jakarta.
- UNIFEM *East and South East Asia*, 2002. *Trafficking in Women and Children* dalam Website *UNIFEM East and South East Asia*.
- Yayasan Jurnal Perempuan (2004). 'Roadshow Sosialisasi Anti Perdagangan Anak dan Perempuan'. [www.jurnalperempuan.com](http://www.jurnalperempuan.com), 15 Desember 2004.
- (2005). "'Karya untuk Kawanku II", Solidaritas untuk Anti Kekerasan terhadap Perempuan'. [www.jurnalperempuan.com](http://www.jurnalperempuan.com), 16 Maret 2005.

# IMPLEMENTASI MODEL PENDIDIKAN GIZI *HEALTHY & SAFETY FOOD* PADA KELUARGA RAWAN PANGAN DAN GIZI DI KABUPATEN BANDUNG

Isma Widiaty dan Ana

## Abstrak

Kegiatan IbM ini dilakukan dengan latar belakang adanya fakta di lapangan bahwa masih banyak daerah-daerah di Jawa Barat khususnya di Kabupaten Bandung yang masih masuk kategori rawan pangan dan gizi. Peningkatan ketahanan pangan memerlukan program yang lebih mendasar dan praktis untuk menyelesaikan persoalan tersebut. Upaya tersebut dapat dilakukan pada skala masyarakat yang paling kecil yaitu keluarga .

Pengelolaan pangan yang berorientasi pada prinsip sehat dan aman diharapkan menjadi salah satu solusi guna meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga yang pada akhirnya akan berdampak pada ketahanan pangan dan nasional. Secara umum kegiatan IbM ini dimaksudkan untuk meningkatkan ketahanan pangan di tingkat rumah tangga dengan menerapkan suatu program *Healthy & Safety* dengan sasaran utama pada keluarga miskin yang masuk kategori rawan pangan di Desa Banjarsari Kabupaten Bandung. Program ini dilakukan secara berkelanjutan (*sustainability food security*) dengan cara yaitu melakukan penyuluhan gizi yang terintegrasi. Metode yang digunakan dalam kegiatan IbM ini adalah metode kaji tindak partisipatif. Bentuk kegiatan antara lain penyuluhan dan pelatihan kepada kader desa sebanyak 20 kader .

Hasil yang diperoleh dari kegiatan IbM ini adalah adanya peningkatan pengetahuan, sikap dan perilaku gizi yang terjadi pada warga belajar serta adanya peningkatan konsep penaekecaragam pangan terutama dalam memanfaatkan potensi alam di desa Banjarsari . Kebermanfaatan program ini terlihat sangat baik bagi warga secara langsung maupun dalam menunjang program desa Banjarsari .

**Kata Kunci :** Model Pendidikan Gizi, Healthy Safety, Keluarga Rawan Pangan dan Gizi

### A. Pendahuluan

Ketahanan pangan akhir-akhir ini menjadi isu nasional yang cukup menyita perhatian semua pihak. Masalah gizi buruk yang melanda anak –anak balita di berbagai daerah dan kelangkaan pangan atau tingginya harga pangan merupakan sebagian kecil dari contoh masih rendahnya ketahanan pangan di Indonesia. Akan tetapi ternyata isu ketahanan pangan tidak hanya menjadi masalah yang bersifat nasional, akan tetapi juga masalah yang terjadi dalam skala internasional

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh tim pengusul dengan judul penelitian ” PENGEMBANGAN MODEL PENDIDIKAN GIZI *HEALTHY & SAFETY FOOD* PADA KELUARGA RAWAN PANGAN DAN GIZI DI KABUPATEN BANDUNG” mengindikasikan bahwa salah satu desa di Kabupaten Bandung yaitu Desa Banjarsari merupakan salah satu desa yang masuk kategori desa rawan pangan dan gizi. Berdasarkan hasil penelitian, maka perlu diadakan suatu *treatment* untuk meningkatkan ketahanan pangan keluarga melalui pendidikan gizi yang representatif. Salah satu model pendidikan gizi yang akan diterapkan oleh tim pengusul adalah model pendidikan gizi dengan nama *Healthy and Safety Food*.

Khalayak sasaran dalam kegiatan penerapan IbM ini adalah keluarga rawan pangan dan gizi di Desa Banjarsari Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung. Ketahanan pangan diartikan sebagai kondisi terpenuhinya pangan bagi rumah tangga yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, merata dan terjangkau. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh tim pengusul, dilihat dari sebaran tingkat pengetahuan gizi responden, maka kategori yang paling banyak (60,9%) adalah kategori sedang. Hal ini disebabkan karena sebagian besar responden belum mengetahui cara memilih sumber pangan, cara mengolah pangan dan kegunaan zat gizi yang terdapat dalam makanan untuk tubuh. Hasil uji korelasi *Spearman* memperlihatkan bahwa tingkat pendidikan ibu berhubungan positif dengan tingkat pengetahuan gizi ( $r = 0,438 : P < 0,05$ ). Kondisi ini bermakna bahwa semakin tinggi tingkat pendidikan ibu, maka semakin tinggi pula tingkat pengetahuan ibu.

Untuk rata-rata tingkat kecukupan energi baru mencapai 83%. Angka kecukupan protein 78,39%, Vitamin A 61,27% dan vitamin C 30,24%. Praktek sanitasi higiene pada responden masih banyak yang belum menerapkan. Seperti praktek mencuci sayuran, 27,6% responden masih tidak membiasakan untuk mencuci sayuran sebelum dimasak atau dikonsumsi. 10,3% responden masih mempunyai kebiasaan tidak merebus air sampai mendidih. Kategori sanitasi rumah responden terbagi menjadi tiga yaitu, kategori baik sebanyak 16,1%, cukup baik 59,8% dan kurang baik sebanyak 24,1 %.

Dengan demikian responden ini termasuk dalam keluarga kecil, rawan pangan, dan memiliki asupan energi, vitamin yang belum cukup memenuhi. Dengan demikian diperlukan penyuluhan untuk meningkatkan pengetahuan responden baik secara kognitif, afektif dan psikomotor. Dengan adanya model pendidikan gizi *Healthy dan*

*Safety food* ini diharapkan pengetahuan dan keterampilan responden meningkat sehingga tercipta keluarga tahan pangan baik secara kualitas maupun kuantitas.

## 2. Tujuan kegiatan dan Indikator Keberhasilan

No	Kriteria	Kriteria Pencapaian Tujuan	Tolak Ukur / Indikator Keberhasilan
1	Program Healthy Food	Kemampuan memilih, mengolah, dan menyajikan makanan / pangan bagi keluarga dengan prinsip sehat seimbang	Adanya model program <i>Healthy Food</i> dimana keluarga yang menjadi sasaran program ini mampu menerapkan konsep empat sehat lima sempurna yang pada dasarnya akan meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga dengan prinsip yang relatif sederhana, murah, dan mudah.
2	Program Safety Fod	Kemampuan untuk memilih dan mengolah makanan yang bebas dari zat kimia yang berbahaya bebas dari mikroorganisme yang membahayakan, serta memperhatikan konsep sanitasi dan higiene	Adanya model program <i>Safety Food</i> dimana keluarga yang menjadi sasaran program ini mampu memilih dan mengolah makanan yang aman baik dari bahan baku, cara mengolah, dan menyajikan.
3	Diversifikasi Pangan	Diversifikasi pangan dalam konteks keluarga ini dapat difasilitasi dengan adanya keragaman sumber/jenis pangan dan cara pengolahan yang bervariasi.	Adanya aneka menu dengan memanfaatkan bahan pangan utama dan bahan pangan yang merupakan potensi sumber daya alam masing-masing sebagai wujud diversifikasi pangan yang akan diujicoba secara standar.
4	Pendidikan dan Penyuluhan Gizi	Model penyuluhan dan pendidikan gizi bagi masyarakat rawan pangan/ keluarga miskin yang ”integrated” sebagai salah satu upaya meningkatkan ketahanan pangan berkelanjutan ( <i>sustainability food security</i> )	Adanya model penyuluhan dan pendidikan gizi berkaitan dengan peningkatan ketahanan pangan keluarga. Model ini menekankan pada model ketahanan pangan keluarga secara berkelanjutan ( <i>sustainability food security</i> ) dengan mengintegrasikan seluruh komponen yang ada di daerah masing-masing (mulai dari aparat desa, pemda setempat, dan kontribusi dari akademisi yang berada / dekat dengan lingkungan tersebut).

### 3. Manfaat kegiatan

Manfaat kegiatan program IBM dapat ditinjau dari dua aspek sebagai berikut :

#### a. Aspek Ekonomi

Pogram penerapan IPTEKS ini menjadi amat strategis karena pada saat ini Indonesia berada pada suatu kondisi ”lampu merah” dari segi ketahanan pangan nasional. Salah satu upaya untuk menanggulangi masalah tersebut adalah dengan meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga yang pada akhirnya akan meningkatkan ketahanan pangan dalam skala yang lebih luas yaitu di tingkat regional dan nasional. Kemampuan membeli atau “daya beli” merupakan indikator dari tingkat sosial ekonomi seseorang atau keluarga. Pembelian merupakan fungsi dari faktor kemampuan dan kemauan membeli yang saling menjalin .Kurangnya ketersediaan pangan keluarga mempunyai hubungan dengan pendapatan keluarga, ukuran keluarga dan potensi desa. Rendahnya pendapatan merupakan rintangan lain yang menyebabkan orang tidak mampu membeli pangan dalam jumlah yang diperlukan

#### b. Aspek Pengembangan IPTEKS

Manfaat dari progam penerapan IPTEKS adalah adanya model program peningkatan ketahanan pangan rumah tangga / keluarga dengan fokus pada program keterampilan untuk memilih, mengolah, dan menyajikan makanan dengan prinsip *healthy & safety food* yang pada akhirnya akan membantu meningkatkan ketahanan pangan dalam skala yang lebih luas (regional dan nasional).

### 4. Tinjauan Pustaka

Ketahanan Pangan Rumah Tangga sebagaimana hasil rumusan *International Congres of Nutrition* (ICN) yang diselenggarakan di Roma tahun 1992 mendefinisikan bahwa: “Ketahanan pangan rumah tangga (*Household food security*) adalah kemampuan rumah tangga untuk memenuhi kecukupan pangan anggotanya dari waktu ke waktu agar dapat hidup sehat dan mampu melakukan kegiatan sehari-hari”. Hasan dalam Andnyana (2005) bahwa ketahanan pangan sampai pada tingkat rumah tangga antara lain tercermin oleh tersedianya pangan yang cukup dan merata pada setiap waktu dan terjangkau oleh masyarakat baik fisik maupun ekonomi serta tercapainya konsumsi pangan yang beraneka ragam, yang memenuhi syarat-syarat gizi yang diterima budaya setempat. Dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1996 tentang

Pangan dinyatakan bahwa Ketahanan Pangan adalah kondisi terpenuhinya pangan bagi rumah tangga yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutu, aman, merata, dan terjangkau.

Maxwell (2000) menyatakan bahwa pencapaian ketahanan pangan rumah tangga dapat diukur dari berbagai indikator. Indikator tersebut dibedakan menjadi dua kelompok yaitu indikator proses dan indikator dampak. Indikator proses menggambarkan situasi pangan yang ditunjukkan oleh ketersediaan dan akses pangan. Indikator dampak digunakan sebagai cerminan konsumsi pangan yang meliputi dua kategori yaitu secara langsung yakni konsumsi dan frekuensi pangan dan secara tak langsung meliputi penyimpanan pangan dan status gizi.

Dari uraian diatas menggambarkan bahwa ketahanan pangan merupakan konsep yang multidimensi yaitu meliputi mata rantai sistem pangan dan gizi mulai dari produksi, distribusi, konsumsi, dan status gizi. Dalam konteks ketahanan rumah tangga ada hal mendasar yang perlu diperhatikan yaitu bahwa untuk mencapai tingkat ketahanan pangan rumah tangga yang baik, maka perlu diperhatikan aspek gizi yang memenuhi kriteria empat sehat lima sempurna. Untuk mencapai kriteria tersebut, maka memerlukan pengetahuan dan keterampilan yang memadai dalam memilih, mengolah, dan menyajikan makanan untuk keluarga. Uraian di atas baru membahas konsep ketahanan pangan keluarga dalam konteks yang bersifat teoritis, belum detail mencakup aspek praktis. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dibuat suatu model pengelolaan makanan untuk tingkat rumah tangga dengan prinsip *healthy & safety food*.

Untuk mengukur tingkat ketahanan pangan rumah tangga, ada beberapa teori yang dipakai. Menurut Chung dalam Andnyana (2005), untuk mengukur ketahanan pangan rumah tangga yang digolongkan ke dalam *food secure* (tahan Pangan) dan *food insecure* (rawan ketahanan pangan) dapat dilakukan dengan menggunakan pengukuran dari indikator out put yaitu konsumsi pangan (intik energi) atau status gizi individu (khususnya wanita hamil dan baduta). Rumah tangga dikategorikan rawan ketahanan pangan jika tingkat konsumsi energi lebih rendah dari cut off point atau  $TKE < 70 \%$  (Zeitlin & Brown, 1990). Di Indonesia Soeharjo (1996) juga telah menetapkan pengukuran ketahanan pangan rumah tangga dari tingkat konsumsi energi dan protein. Suatu rumah tangga dikatakan tahan pangan jika jumlah konsumsi energy dari

proteinnya lebih besar dari kecukupan energi dan protein yang dibutuhkan ( $E \& P > 100$  %). Jika konsumsi energi atau proteinnya lebih kecil dari kecukupan, maka rumah tangga tersebut dikatakan rawan ketahanan pangan ( $E \& P < 100$  %). Menurut Hasan dalam Andnyana (2005), ketahanan pangan tingkat rumah tangga dapat diketahui melalui pengumpulan data konsumsi dan ketersediaan pangan dengan cara survei pangan secara langsung dan hasilnya dibandingkan dengan angka kecukupan yang telah ditetapkan. Selain pengukuran konsumsi dan ketersediaan pangan melalui survei tersebut dapat pula digunakan data mengenai sosial ekonomi dan demografi untuk mengetahui resiko ketahanan pangan seperti pendapatan, pendidikan, struktur keluarga, harga pangan, pengeluaran pangan dan sebagainya. Data tersebut dapat digunakan sebagai indikator risiko terhadap ketahanan pangan pada tingkat rumah tangga (Sukandar dkk, 2001). Konsep pengukuran ketahanan pangan lain yang dikembangkan Hardinsyah dalam Andnyana (2005) adalah berdasarkan mutu konsumsi dengan menggunakan skor diversifikasi pangan. Pada dasarnya konsep pengukuran ketahanan pangan yang dikembangkan Hardinsyah relatif sederhana dan mudah. Selain sudah memperhitungkan jumlah pangan yang dikonsumsi (aspek kuantitas) dan dikelompokkan pada lima kelompok pangan Empat Sehat Lima Sempurna (makanan pokok, lauk pauk, sayur buah dan susu) dan dihitung kuantitasnya menggunakan Unit Konsumen (UK) agar perbedaan komposisi umur dan jenis kelamin anggota rumah tangga dapat dipertimbangkan. Dalam konteks penelitian yang akan dilakukan, selain teori pengukuran yang telah disebutkan di atas, akan dipergunakan model pengukuran dari Susenas yang dinamakan derajat ketahanan pangan tingkat rumah tangga dengan empat kategori: a) Rumah tangga tahan pangan, b) Rumah tangga rentan pangan; c) Rumah tangga kurang pangan; dan d) Rumah tangga rawan pangan

Menurut Rosner (2004,) dua komponen penting dalam ketahanan pangan adalah ketersediaan dan akses terhadap pangan. Maka tingkat ketahanan pangan suatu negara/wilayah dapat bersumber dari kemampuan produksi, kemampuan ekonomi untuk menyediakan pangan dan kondisi yang membedakan tingkat kesulitan dan hambatan untuk akses pangan. Hal yang sama dinyatakan Ariani (2004) bahwa penentu ketahanan pangan di tingkat rumah tangga adalah akses terhadap pangan, ketersediaan pangan dan risiko yang terkait dengan akses serta ketersediaan pangan tersebut. Menurut Aziz dalam Andnyana (2005) ketahanan pangan rumahtangga dapat dicapai dengan

pendapatan (daya beli) dan produksi pangan yang cukup. Sementara menurut Hasan dalam Andnyana (2005) risiko ketidaktahanan pangan tingkat rumah tangga timbul karena faktor rendahnya pendapatan atau rendahnya produksi dan ketersediaan pangan maupun faktor geografis. Kondisi ketahanan pangan rumah tangga dipengaruhi tidak hanya oleh ketersediaan pangan (pada tingkat makro dan tingkat di dalam pasar) dan kemampuan daya beli, tetapi juga oleh beberapa hal yang berkaitan dengan pengetahuan dan aspek sosio-budaya.

Faktor-faktor yang diduga mempengaruhi ketahanan pangan rumah tangga tersebut diatas, dapat dirinci menjadi 3 faktor yaitu faktor ketersediaan pangan, daya beli dan pengetahuan pangan dan gizi. Ketersediaan pangan. Menurut Suhardjo (1996) bila kebutuhan akan pangan dipenuhi dari produksi sendiri, maka penghasilan dalam bentuk uang tidak begitu menentukan. Kapasitas penyediaan bahan pangan dapat dipertinggi dengan meningkatkan produksi pangan sendiri. Menurut Baliwati (2001), daerah yang memiliki perbedaan kondisi agroekologi, akan memiliki potensi produksi pangan yang berbeda. Namun sebaliknya jika kebutuhan pangan banyak tergantung pada apa yang dibelinya, maka penghasilan (daya beli) harus sanggup membeli bahan makanan yang mencukupi baik kuantitas maupun kualitasnya (Suhardjo, 1996). Sedangkan Soemarwoto dalam Rachman (2005) menyatakan keluarga yang lebih suka menjual bahan pangan yang dimilikinya disebabkan oleh pertimbangan ekonomi. Daya beli. Kemampuan membeli atau “daya beli” merupakan indikator dari tingkat sosial ekonomi seseorang atau keluarga. Pembelian merupakan fungsi dari faktor kemampuan dan kemauan membeli yang saling menjalin. Kurangnya ketersediaan pangan keluarga mempunyai hubungan dengan pendapatan keluarga, ukuran keluarga dan potensi desa. Rendahnya pendapatan merupakan rintangan lain yang menyebabkan orang tidak mampu membeli pangan dalam jumlah yang diperlukan (Khomsan :2004). Keluarga dan masyarakat yang berpenghasilan rendah, mempergunakan sebagian besar dari keuangannya untuk membeli makanan dan bahan makanan dan tentu jumlah uang yang dibelanjakan juga rendah (Suhardjo, 1996). Hal yang sama dinyatakan Soemarwoto dalam Rachman (2005) bahwa faktor ekonomi menyebabkan manusia untuk mendapatkan makanan ditentukan oleh harga makanan. Secara umum perilaku konsumsi makanan seseorang atau keluarga sangat erat dengan wawasan atau cara pandang yang dimiliki terhadap (sistem) nilai tindakan yang dilakukan. Jika ditelusuri

lebih lanjut, sistem nilai tindakan itu dipengaruhi oleh pengalaman pada masa lalu yang berkaitan dengan pelayanan gizi/kesehatan/KB, Ciri-ciri sosial yang dimiliki (umur, jenis/golongan etnik, pendidikan, pekerjaan dan sebagainya), dan informasi pangan, gizi dan kesehatan yang pernah diterimanya dari berbagai sumber. Kebudayaan memberikan nilai sosial pada makanan karena ada makanan yang dianggap mempunyai nilai sosial tinggi dan ada pula nilai sosial yang rendah

Beberapa kebijakan yang telah dibuat oleh pemerintah dalam rangka peningkatan ketahanan pangan tingkat nasional antara lain dengan melakukan tindakan intervensi . Khusus pada sub sistem konsumsi yang memang berkaitan langsung dengan ketahanan pangan rumah tangga dilakukan dengan cara pemberian makanan tambahan untuk kelompok rawan pangan / gizi buruk, pemberian bantuan tunai untuk meningkatkan kemampuan mengakses pangan (Deptan : 2005) . Berbagai intervensi ini sudah cukup baik , tapi menurut hemat penulis cara ini masih bersifat temporer , artinya memiliki keterbatasan pada biaya dan waktu yang diperlukan, ibarat membantu orang maka jangan diberi terus ikannya, tapi perlu diberi alat untuk menangkap ikan yaitu berupa pancing. Oleh karena itu perlu cara yang lebih mendasar untuk mengatasi masalah ini salah satunya dengan memberikan pengetahuan dan keterampilan yang memadai , sehingga bekal ini akan menjadi modal dasar untuk mampu meningkatkan ketahanan pangan keluarga secara berkelanjutan (*sustainability food security*). Apabila ketahanan pangan di tingkat rumah tangga telah tercapai, maka ketahanan pangan dalam lingkup yang lebih luas yaitu di tingkat daerah maupun nasional akan lebih mudah dicapai.

## **5. Metode Kegiatan IBM**

Secara umum program penerapan IPTEKS ini akan menggunakan metode Kaji Tindak (*Action Research*) . Berdasarkan target atau hasil yang direncanakan, maka program penerapan IPTEK ini dibagi dalam tahapan sebagai berikut :

- a. Studi awal pemetaan keluarga rawan pangan khususnya di Desa Banjarsari Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung .
- b. Pengembangan program *Healthy Food* . Secara praktis metode ini dipergunakan dalam upaya meningkatkan ketahanan pangan di tingkat rumah tangga yang meliputi kemampuan memilih, mengolah, dan menyajikan makanan / pangan bagi keluarga dengan prinsip sehat seimbang (empat sehat lima sempurna).

- c. Pengembangan program *Safety Food* ditujukan untuk membantu meningkatkan ketahanan pangan keluarga yang meliputi kemampuan untuk memilih dan mengolah makanan yang bebas dari zat-zat kimia dan mikroorganisme yang berbahaya, serta menerapkan konsep sanitasi dan hygiene yang tepat.
- d. Implementasi program *Healthy & Safety Food* pada keluarga rawan pangan di Desa Banjarsari Kabupaten Bandung .
- e. Lanjutan dari program *Healthy & Safety food* dengan adanya kesadaran untuk meningkatkan ketahanan pangan keluarga secara berkelanjutan (*sustainability food security* ) . Konsep *sustainability food security* akan dikembangkan dengan dua pendekatan yaitu :
  - 1) Metode diversifikasi pangan pada keluarga rawan pangan dengan memanfaatkan kekayaan sumber daya alam / potensi daerah masing-masing untuk meningkatkan ketahanan pangan keluarga . Diversifikasi pangan dalam konteks keluarga ini dapat difasilitasi dengan adanya keragaman sumber/jenis pangan dan cara pengolahan yang bervariasi.
  - 2) Mengembangkan model penyuluhan dan pendidikan gizi bagi keluarga rawan pangan yang mengintegrasikan seluruh komponen yang ada di daerah masing-masing (mulai dari aparat desa, pemda setempat, dan kontribusi dari akademisi yang berada dekat dengan lingkungan tersebut. Model ini dikembangkan agar keluarga rawan pangan , dalam jangka panjang memiliki kemandirian untuk mampu meningkatkan ketahanan pangan di lingkungan keluarganya masing-masing.

## **6. Pelaksanaan Kegiatan IbM**

### **a. Gambaran Kuantitatif Potret dan Profil Desa Banjarsari Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung**

Desa Banjarsari merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung. Desa Banjarsari berada di ketinggian 1.500 meter di atas permukaan air laut, yang memiliki luas  $\pm 2.208,97$  Ha. Desa Banjarsari berbatasan dengan desa Margaluyu di sebelah barat, di sebelah utara berbatasan dengan desa Sukamanah, sebelah selatan dengan desa Wanasuka dan sebelah timur dengan desa Tarumajaya dan Kertasari.

Berdasarkan Profil desa Banjarsari tahun 2007, jumlah penduduk Desa Banjarsari tercatat sebanyak 5.641 jiwa, dengan jenis kelamin laki-laki 2.811 jiwa dan perempuan 2.830 jiwa. Jumlah keluarga di desa Banjarsari 314 kepala keluarga. Hampir seluruh penduduk desa Banjarsari memeluk agama Islam. Dilihat dari keadaan penduduk menurut tingkat pendidikan, di desa Banjarsari sebanyak 795 jiwa belum sekolah, jumlah penduduk buta huruf sebanyak 62 orang, dan sebanyak 46 jiwa tidak pernah sekolah. Jumlah penduduk yang menamatkan pendidikannya sampai jenjang SD sebanyak 2277 jiwa, sedangkan yang menamatkan pendidikan sampai SMP sebanyak 530 jiwa, tamat SMA sebanyak 459 jiwa. Jumlah penduduk yang melanjutkan pendidikan sampai dengan jenjang D3 berjumlah 42 jiwa. Sebagian besar penduduk desa Banjarsari memiliki mata pencaharian sebagai petani. Berdasarkan data tersebut dapat dilihat prosentase tingkat pendidikan penduduk di desa Banjarsari sebagai berikut :

Tabel 1. Tingkat Pendidikan Masyarakat Desa Banjarsari.

Jenjang Pendidikan	Jumlah	%
SD	2277	
SMP	530	
SMA	459	
D3	42	
Total		100

*Sumber : Profil desa Banjarsari 2008.*

Fasilitas pendidikan yang dimiliki oleh desa Banjarsari dalam rangka meningkatkan sumberdaya manusia seluruh warganya diantaranya yaitu Fasilitas Taman Kanak-kanak sebanyak 3 buah, Sekolah Dasar sebanyak 4 buah dan Sekolah lanjutan tingkat pertama sebanyak 1 buah. Dalam rangka meningkatkan status kesehatan masyarakat, di desa Banjarsari memiliki sarana dan prasarana kesehatan yang dapat dimanfaatkan seluruh masyarakat untuk berobat dan memeriksa kesehatannya. Fasilitas kesehatan yang dimiliki oleh desa Banjarsari diantaranya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sebaran fasilitas kesehatan di desa Banjarsari

Fasilitas Kesehatan	Jumlah	%
Balai pengobatan	1	10,0
Tempat paktek bidan	1	10,0

Posyandu	7	70,0
Polindes	1	10,0
Total	10	100

*Sumber : Profil desa Banjarsari 2008.*

Pada Tabel 1 sebaran fasilitas kesehatan di desa Banjarsari terdiri dari posyandu 70% dengan jumlah kader 8 orang. Balai pengobatan 10%, tempat praktek bidan 10% dan Polindes 10%. Dari wawancara dan pengamatan langsung, kegiatan Posyandu desa Banjarsari dilakukan setiap satu bulan sekali. Adapun kegiatan yang dilakukan terdiri dari penimbangan, imunisasi dan pemberian makanan tambahan.

#### **b. Kegiatan Penyuluhan dan Pelatihan**

Kegiatan pelatihan diawali dengan adanya sosialisasi yang dilakukan oleh tim IbM ke desa Banjarsari, selanjutnya ditindaklanjuti dalam kegiatan pertemuan antara tim IbM dengan tim penggerak dan kader PKK desa. Pelaksanaan kegiatan pelatihan dilakukan selama 1 minggu dimulai dari tanggal 9 Oktober 2010 sampai dengan tanggal 16 Oktober 2010 yang dilakukan di Gedung Kelurahan desa Banjarsari dan selanjutnya dilakukan secara berkesinambungan pada dasawisma-dasawisma yang tersebar di desa Banjarsari. Program Kegiatan Pendidikan dan Pelatihan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Program Kegiatan Pendidikan dan Pelatihan Healthy and Safety

No	Hari ke-	Kegiatan	Rincian	Metoda	Pelaksana
1	Hari ke 1	-Penyebaran instrument -Pelatihan	<b>Healthy Food :</b> Pedoman Gizi seimbang Piramida Makanan 13 Pesan dasar Gizi seimbang Pemilihan, Penanganan dan Pengolahan Makanan Teknik Penyajian hidangan Menyusun Menu Sehat Seimbang Evaluasi	-Ceramah -Demonstrasi -Tanya jawab -Permainan	-Instruktur -Warga belajar
2	Hari ke 2	Pelatihan dan demo	<b>Safety Food :</b> Prinsip Makanan yang aman dikonsumsi Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Safety Food	-Ceramah -Demonstrasi -Praktek -Tanya Jawab	-Instruktur -Warga belajar (kader)

			Indikator Pangan Tidak Aman Upaya Menjaga Makanan Tetap Aman dikonsumsi Sanitasi Sebagai Upaya Keamanan Pangan Praktek pengolahan makanan Perekdel kentang Ca Sayuran Permainan evaluasi	-Permainan	
3	Hari ke 3	Penyuluhan Praktek	<b>Diversifikasi pangan :</b> Pengenalan bahan penukar Aneka menu dengan memanfaatkan bahan pangan utama dan bahan pangan yang merupakan potensi sumber daya alam masing-masing. Praktek Pengolahan makanan Kentang isi bakar Schootel kentang Permainan evaluasi	-Ceramah -Demonstrasi -Praktek -Tanya jawab -permainan	-Instruktur -Warga belajar (kader)
4	Hari ke 4	Penyuluhan Praktek	Kegiatan di masyarakat pada masing-masih dasawisma	Praktek ke lapangan	-Instruktur -Kader -Dasawisma
5	Hari ke 5	Penyuluhan Praktek	Kegiatan di masyarakat pada masing-masing dasawisma	Praktek ke lapangan	-Instruktur -Kader -Dasawisma
6	Hari ke 6	Penyuluhan Praktek	Kegiatan di masyarakat pada masing-masing dasawisma	Praktek ke lapangan	-Instruktur -Kader -Dasawisma
7	Hari ke 7	Penutupan Penyebaran instrument		Evaluasi hasil	-All tim -Aparat desa -Kader, warga
8	Hari ke 8	Monitoring	Melakukan kunjungan ke warga dasawisma	Evaluasi hasil	-All tim -Kader
9	Hari ke 9	Monitoring	Melakukan kunjungan ke warga dasawisma	Evaluasi hasil	-All tim -Kader

**Pokok-Pokok Materi Pelatihan adalah sebagai berikut:**

**a. Program Pendidikan dan Pelatihan *Healthy Food***

Program ini berisi tentang bagaimana cara memilih, mengolah, dan menyajikan makanan/pangan bagi keluarga dengan prinsip sehat seimbang (empat sehat lima sempurna) dengan lebih rinci lagi adalah sebagai berikut :

- 1) Pedoman Gizi seimbang
- 2) Piramida Makanan
- 3) 13 Pesan dasar Gizi seimbang
- 4) Pemilihan, Penanganan dan Pengolahan Makanan
- 5) Teknik Penyajian hidangan
- 6) Menyusun Menu Sehat Seimbang
- 7) Evaluasi

**b. Program Pendidikan Dan Pelatihan *Safety Food***

Program ini dilakukan dengan mengetengahkan topik yang meliputi kemampuan untuk memilih dan mengolah makanan yang bebas dari zat-zat kimia dan mikroorganisme yang berbahaya serta terjaga sanitasi dan hygienenya lebih rinci lagi adalah sebagai berikut :

- 1) Prinsip Makanan yang aman dikonsumsi
- 2) Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Safety Food
- 3) Indikator Pangan Tidak Aman
- 4) Upaya Menjaga Makanan Tetap Aman dikonsumsi
- 5) Sanitasi Sebagai Upaya Keamanan Pangan
- 6) Praktek pengolahan makanan
  - Perekdal kentang
  - Ca Sayuran

**c. Program Diversifikasi Pangan**

Model Diversifikasi pangan bagi keluarga rawan pangan dengan memanfaatkan kekayaan sumber daya alam/potensi daerah masing-masing untuk meningkatkan ketahanan pangan keluarga. Untuk lebih lanjut lagi adalah sebagai berikut :

- 1) Pengenalan bahan penunjang

- 2) Aneka menu dengan memanfaatkan bahan pangan utama dan bahan pangan yang merupakan potensi sumber daya alam masing-masing.
- 3) Praktek Pengolahan makanan
  - Kentang isi bakar
  - Schootel kentang
- 4) Permainan evaluasi

## 7. Penutup

Kegiatan IbM yang dilakukan oleh Tim Jurusan PKK FPTK UPI dapat dikatakan cukup berhasil, dengan indikator antara lain :

- a. Setelah mengikuti penyuluhan dengan model *Healthy and Safety* terjadi Peningkatan kemampuan dan keterampilan warga dalam hal kemampuan memilih, mengolah, dan menyajikan makanan / pangan bagi keluarga dengan prinsip sehat seimbang.
- b. Kemampuan warga mengalami peningkatan dalam hal pengetahuan dan perilaku dalam hal memilih dan mengolah makanan yang bebas dari zat-zat kimia dan mikroorganisme yang berbahaya serta terjaga sanitasi dan hygienenya.
- c. Terjadi peningkatan kesadaran konsep penganekaragaman pangan pada keluarga rawan pangan dengan memanfaatkan kekayaan sumber daya alam / potensi daerah masing-masing untuk meningkatkan ketahanan pangan keluarga antara lain sayuran dan susu.

Selain itu, dalam bagian penutup ini akan disampaikan saran-saran yang berkaitan dengan kegiatan IbM sebagai berikut :

Bagi pemerintahan setempat khususnya Desa Banjarsari : Program pelatihan hendaknya tidak hanya sampai pada peningkatan pengetahuan keterampilan bagi warga peserta pelatihan saja, namun hendaknya dapat ditularkan pada warga lain dalam bentuk kegiatan yang berkesinambungan. Pertemuan yang berlangsung dalam kegiatan posyandu setiap bulan di setiap RW hendaknya dijadikan kesempatan untuk menyampaikan penyuluhan tentang *Healthy and Safety Food*.

## DAFTAR PUSTAKA

Adnyana ,M.O.2005. *Lintasan dan Marka Jalan Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.

- Ariani .2004. *Penguatan Ketahanan Pangan Daerah Untuk Mendukung Ketahanan Pangan Nasional*. Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian
- Atmarita, Tatang S.F . 2004. *Analisis Situasi Gizi dan Kesehatan Masyarakat* .Paper presented at Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi, Mei 2004
- . 2005. *Nutrition Problem in Indonesia*. The Article for An International Seminar and Workshop on Lifestyle-Related Diseases. UGM. Yogyakarta
- Badan Bimas Ketahanan Pangan. Departemen Pertanian. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.68 Tahun 2002 tentang ketahanan pangan
- Baliwati, Y.F. 2001. *Model Evaluasi Ketahanan Pangan Rumah Tangga Petani*.Desa Sukajadi, Kecamatan Ciomas, Kabupaten Bogor. Ringkasan Desertasi . Program Pasca Sarjana IPB Bogor
- BPS 2002. *Survei Sosial Ekonomi Nasional*. Badan Pusat Statistik . Jakarta
- . 2005. *Neraca Bahan Makanan*. BPS.Jakarta
- Dewan Ketahanan Pangan dan FAO. 2005. *Kebijakan Umum Ketahanan Pangan*. Makalah disampaikan pada Perumusan Program Ketahanan Pangan Nasional di Hotel Kemang, tanggal 12 September 2005.
- FAO, 2004. *Towards Sustainable Food Security; Women & Sustainable Food Security*. Prepared by the women in Development Service , Women and Population Division , Rome . <http://www.fao.org>
- Khomsan, A. 2004. *Pangan dan Gizi untuk Kesehatan*. PT Rajasa Grafindo Persada. Jakarta.
- Krisnamurti, B.2003. *Food Security Module Indonesia*. Paper presented at the Roles of Agriculture International Conference 20-22 October 2003
- Maxwell, D:C.Levin;M.A.Klemeseu; M.Rull;S.Morris and C.Aliadeke.2000. Urban Livelihoods and Food Nutrition Security in Greater Accra, Ghana.Ifpri in Collaborative with Noguchi Memorial for Medial Research and World Health Organization. Research Report No.112 Washington D.C.
- Rachman H et all. (2005). *Distribusi Provinsi di Indonesia Menurut Derajat Ketahanan Pangan Rumah Tangga*. Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian
- Rosner, L.P.2004. *Rice and Food Diversification: The changing pattern of household food demand 1996-2002 or "indonesian's Nutrition Revolution"*. GIAT Project (USAID). Paper presented at Indonesia Rice Seminar, Jakarta 7-8 Desember 2004.

- Saliem, H.P.;E.M.Lokollo; T.B.Purwantini; M.Ariani dan Y.Marisa. 2001. *Analisis Ketahanan Pangan Tingkat Rumah Tangga dan Regional*. Hasil Penelitian Puslitbang Sosek Pertanian Bogor
- Suhardjo 1996. *Pengertian dan Kerangka Fikir Ketahanan Pangan Rumah Tangga*. Makalah disampaikan pada Lolakarya Ketahanan Pangan Rumah Tangga. Yogyakarta. 26-30 Mei 1996
- Sugiyono. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Penerbit: Alfabeta. Bandung.
- Tim Koordinasi Penanggulangan Masalah Gizi Pangan dan Gizi, Gerakan Nasional Penanggulangan Masalah Pangan dan Gizi di Indonesia, Jakarta, 1999
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1996 tentang Pangan

# **PENINGKATAN KUALITAS PEMBELAJARAN DEKORASI PATISERI MELALUI PENGEMBANGAN MULTIMEDIA INTERAKTIF BERBASIS KOMPUTER MODEL SIMULASI**

Ana dan Isma Widiaty

## **Abstrak**

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh keinginan untuk meningkatkan kualitas perkuliahan Dekorasi Patiseri dengan memanfaatkan kemajuan teknologi komputer. Secara umum tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kualitas pembelajaran mata kuliah Dekorasi Patiseri melalui pengembangan multimedia interaktif berbasis komputer dengan model simulasi.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian dan pengembangan yang memang diperuntukkan untuk mengembangkan produk dalam dunia pendidikan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Komputer mampu meningkatkan kualitas perkuliahan Dekorasi patiseri secara signifikan. Hal ini terlihat dari peningkatan hasil belajar mahasiswa serta peningkatan kemampuan dalam praktek pembuatan dekorasi *Patisserie, Candy, Yeast Bread, Puff Pastry* dan *Danish Pastry*.

Kata Kunci : Dekorasi Patiseri, Multimedia Interaktif Berbasis Komputer , Model Simulasi

## **A. Latar Belakang Masalah**

Penggunaan media dalam proses pembelajaran sangat diperlukan. Hal itu merupakan upaya peningkatan kualitas interaksi antara guru dan peserta didik. Media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat mengkomunikasikan materi pembelajaran kepada peserta didik guna memberikan rangsangan terhadap pikiran, perhatian, minat agar terjadi proses pembelajaran yang efektif. Media pembelajaran menurut Sardiman (1995) berguna untuk: 1) menimbulkan gairah belajar; 2) menyamakan pengalaman; 3) meningkatkan pengalaman; 4) menimbulkan persepsi yang sama. Melalui empat kategori media yakni media visual; media audio; media audio-visual; dan media dramatisasi, pembelajaran dapat berjalan optimal (Hamalik, 1990).

Media pembelajaran yang baik adalah media yang dapat dipersepsi dengan baik oleh peserta didik. Persepsi dimaknai sebagai proses kognitif yang dialami seseorang dalam memahami pesan/informasi dari lingkungan melalui indera penglihatan,

pendengaran, perabaan, perasaan, maupun penciuman (Leavit, 1986; Slameto, 1990; Toha 1996). Persepsi seseorang dipengaruhi oleh tingkat kebutuhannya terhadap sesuatu. Artinya, seseorang akan memberikan reaksi positif apabila hal itu merupakan kebutuhan baginya.

Berbagai penyebab rendahnya mutu hasil belajar peserta didik disinyalir timbul dari sistem pembelajaran yang dilakukan di lembaga pendidikan. Salah satu penyebab ketidakberhasilan suatu proses pembelajaran dalam suatu pendidikan adalah kemampuan guru mengelola sumber informasi dengan bantuan media pembelajaran. Hal itu cukup beralasan mengingat pembelajaran dapat dimaknai sebagai *arrangement of information*. Sebagaimana diungkapkan oleh Heinich (2005: 7) yang mendefinisikan "*Instruction is the arrangement of information and the environment to facilitate learning*". Menurutnya, pembelajaran adalah pengaturan informasi dan lingkungan yang bertujuan untuk memfasilitasi terjadinya proses belajar. Heinich (2005: 7) juga menyebutkan bahwa "*...learning involves the selection, arrangement, and delivery information in an appropriate environment and the way learners interact with that information*". Artinya, pembelajaran meliputi seleksi, persiapan, dan penyampaian informasi dalam lingkungan yang tepat dan merupakan cara peserta didik berinteraksi dengan informasi tersebut.

Mata kuliah Dekorasi Patiseri sebagai salah satu mata kuliah yang ada di Program Studi Pendidikan Tata Boga bertujuan untuk membekali mahasiswa dengan pengetahuan, sikap, dan keterampilan yang berkaitan dengan pengertian, fungsi, serta unsur dekorasi patiseri; peralatan yang digunakan dalam pembuatan bahan dekorasi patiseri, metode & teknik pembuatan dekorasi patiseri, teknik covering, teknik pasta modelling, covering cake menggunakan butter cream, metode dan teknik menghias kue tart untuk berbagai kesempatan.

Karakteristik dari mata kuliah Dekorasi Patiseri ini banyak memerlukan waktu dan biaya untuk pelaksanaan praktek. Pada saat dosen menjelaskan materi pun tentu saja perlu media yang lebih konkrit yang harus dipersiapkan bagi mahasiswa tiap angkatan dan harus dibuat setiap tahun. Apabila ada media dalam bentuk multimedia interaktif berbasis komputer, tentu saja akan lebih menghemat waktu dan biaya, serta dosen punya waktu untuk mengupgrade materi tersebut dengan lebih mudah. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dikembangkan multimedia interaktif berbasis komputer

dengan model simulasi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran pada perkuliahan Dekorasi Patiseri di Program Studi Pendidikan Tata Boga.

### **B. Rumusan Masalah**

Pada hakekatnya, bentuk media ini dapat membantu meningkatkan kualitas dan hasil pembelajaran. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dirumuskan pokok-pokok masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi perkuliahan Dekorasi Patiseri saat ini di Program Studi Pendidikan Tata Boga Jurusan PKK FPTK UPI ?
2. Bagaimana mengembangkan multimedia interaktif berbasis komputer model simulasi pada perkuliahan Dekorasi Patiseri?
3. Bagaimana pengaruh penerapan multimedia berbasis komputer model simulasi pada kualitas perkuliahan Dekorasi Patiseri?

### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan umum dari penelitian ini adalah meningkatkan kualitas pembelajaran mata kuliah Dekorasi Patiseri melalui pengembangan multimedia interaktif berbasis komputer dengan model simulasi.

Sedangkan tujuan khusus dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kondisi perkuliahan Dekorasi Patiseri saat ini di Program Studi Pendidikan Tata Boga Jurusan PKK FPTK UPI sebelum mempergunakan multimedia interaktif berbasis komputer model simulasi.
2. Mengembangkan multimedia interaktif berbasis komputer model simulasi pada perkuliahan Dekorasi Patiseri.
3. Mengetahui pengaruh penerapan multimedia berbasis komputer model simulasi pada perkuliahan Dekorasi Patiseri.

## **D. Metodologi Penelitian**

### **1. Desain Penelitian**

Penelitian “Peningkatan Kualitas Pembelajaran Dekorasi Patiseri Melalui Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Komputer Model Simulasi ” adalah metode penelitian tindakan yang difokuskan pada situasi kelas yang lazim dikenal dengan sebutan “Classroom Action Research” (Hopkins,1993).

Penelitian tindakan kelas menurut tim pelatih Proyek PGSM (1999:6) dapat didefinisikan : Sebagai suatu bentuk kajian yang bersifat reflektif oleh pelaku tindakan,yang dilakukan untuk meningkatkan kemantapan rasional dari tindakan-tindakan dalam melaksanakan tugas, memperdalam pemahaman terhadap tindakan-tindakan yang dilakukannya itu, serta memperbaiki kondisi di mana praktik-praktik pembelajaran tersebut dilakukan.

Pencapaian tujuan penelitian tindakan kelas ini dilaksanakan berdasarkan pengkajian berdaur atau *cyclical* yang terdiri dari tahapan sebagai berikut :

#### **1) Studi Pendahuluan**

Studi pendahuluan dilakukan untuk mendapatkan gambaran dan mengidentifikasi permasalahan yang ada di lapangan. Studi pendahuluan dilakukan untuk memperoleh informasi secara aktual yang berkaitan dengan pelaksanaan perkuliahan Dekorasi Patiseri sebelum diterapkannya multimedia interaktif berbasis komputer .

#### **2) Perencanaan**

Dalam tahap perencanaan penelitian tindakan kelas dapat dilakukan tahapan-tahapan sebagai berikut : a) Merancang model penelitian tindakan kelas sesuai dengan permasalahan, rencana kegiatan tindakan, dan situasi kelas secara aktual, b) Mengatur langkah-langkah tindakan kelas yang akan dilakukan., c) Melakukan identifikasi komponen-komponen pendukung yang diperlukan, d) Melakukan pengaturan dan penyusunan jadwal kegiatan kelas yang akan dilakukan, dan e) Menyusun desain tindakan kelas sesuai dengan pendekatan yang akan digunakan.

#### **3) Pelaksanaan Tindakan**

- a) Melakukan kegiatan dengan berpedoman kepada rencana tindakan yang telah disusun dan ditetapkan sebelumnya
- b) Mengembangkan dan menerapkan multimedia interaktif berbasis komputer pada pelaksanaan perkuliahan Dekorasi Patiseri.

#### **4) Observasi**

**Observasi dilakukan pada saat penggunaan multimedia interaktif berbasis komputer pada perkuliahan Dekorasi Patiseri. Hasil observasi yang diperoleh, dijadikan dasar untuk melakukan refleksi dan revisi terhadap rencana dan tindakan kelas yang telah dilakukan, yang dijadikan dasar dalam merancang dan merumuskan rencana tindakan kelas selanjutnya untuk memperoleh hasil sesuai dengan tujuan penelitian**

#### **5) Revisi Model**

Pada Tahap ini dilakukan revisi penggunaan multimedia interaktif berbasis komputer pada perkuliahan Dekorasi Patiseri untuk penyempurnaan pelaksanaan pembelajaran yang diujicobakan di dalam tindakan kelas.

#### **6) Refleksi**

Pada tahap refleksi, peneliti mengkaji kembali tentang rencana dan pelaksanaan tindakan kelas yang telah dilakukan berdasarkan hasil analisis terhadap data tentang proses, dan hasil pelaksanaan tindakan kelas yang telah dilaksanakan, sehingga pada gilirannya perlu dilakukan perencanaan ulang di dalam melakukan kegiatan tindakan kelas.

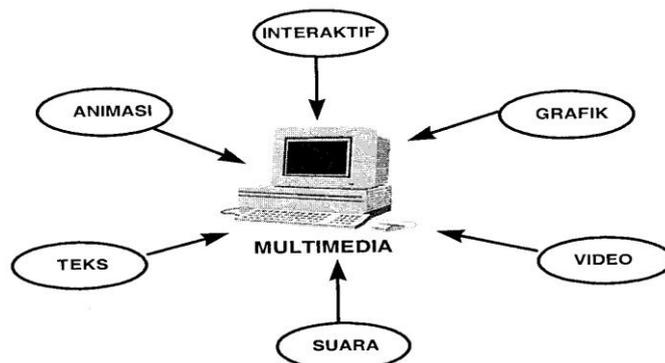
### **E. Kajian Pustaka**

#### **1. Multimedia Interaktif**

Konsep multimedia didefinisikan oleh Haffost (Feldmans, 1995) sebagai suatu sistem komputer yang terdiri dari *hardware* dan *software* yang memberikan kemudahan untuk menggabungkan gambar, video, fotografi, grafik dan animasi dengan suara, teks, dan data yang dikendalikan dengan program komputer. Sejalan dengan hal tersebut, Thompson (1994) mendefinisikan multimedia sebagai suatu sistem yang menggabungkan gambar, video, animasi, suara secara interaktif. Multimedia adalah dasar dari teknologi modern yang meliputi suara, teks, video, gambar, dan data (Jayant, Ackland, Lawrence dan Rabiner, dalam Infotech, 1995). Sedangkan Furht (Internet 1996) dari Atlantic University, Florida mendefinisikan multimedia sebagai gabungan antara berbagai media; teks, grafik, animasi, gambar dan video.

Dari definisi-definisi tersebut nampak adanya kesamaan bahwa teknologi multimedia merangkum berbagai media dalam satu *software* pembelajaran yang interaktif. Sajian multimedia dapat diartikan sebagai teknologi yang mengoptimalkan peran

komputer sebagai media yang menampilkan teks, suara, grafik, video, animasi dalam sebuah tampilan yang terintegrasi dan interaktif. Konsep multimedia diberikan dalam gambar berikut.



Gambar 1.. Konsep Multimedia

Kelengkapan media dalam teknologi multimedia melibatkan pendayagunaan seluruh panca indera, sehingga daya imajinasi, kreativitas, fantasi, emosi peserta didik berkembang ke arah yang lebih baik. Berbagai kajian lepas telah menunjukkan, bahwa proses pembelajaran yang melibatkan lebih dari satu indera akan lebih efektif dibandingkan dengan hanya satu indera saja. Pembelajaran yang disampaikan pun akan diingat lebih lama.

Multimedia dapat diartikan sebagai penggunaan beberapa media yang berbeda untuk menggabungkan dan menyampaikan informasi dalam bentuk text, audio, grafis, animasi, dan video. Multimedia dapat digunakan dalam:

- a) Bidang periklanan yang efektif dan interaktif;
- b) Bidang pendidikan dalam penyampaian bahan pengajaran secara interaktif dan dapat mempermudah pembelajaran karena didukung oleh berbagai aspek: suara, video, animasi, teks, dan grafik;
- c) Bidang jaringan dan internet yang membantu dalam pembuatan *website* yang menarik, informatif, dan interaktif.

Multimedia mampu:

- a) Mengubah tempat kerja. Dengan adanya *teleworking*, para pekerja dapat melakukan pekerjaannya tidak harus dari kantor. Contoh *software* yang mendukung *teleworking/telecommuting netmeeting*.
- b) Mengubah cara belanja. *Homeshopping/teleshopping* dapat dilakukan dengan menggunakan internet, kemudian barang datang dengan sendirinya.

- c) Mengubah cara bisnis. Nokia membuat bisnis telepon seluler, banyak perusahaan menggunakan sistem jual beli *online*, bank menggunakan cara *online-banking*.
- d) Mengubah cara memperoleh informasi. Orang-orang mulai menggunakan internet dan berbagai *software* untuk mencari informasi, misalnya: membaca koran *online*, detik.com, menggunakan *software* kesehatan, belajar gitar dari *software* dan masih banyak lagi.
- e) Mengubah cara belajar. Sekolah mulai menggunakan komputer multimedia, belajar *online*, menggunakan *e-book*.
- f) Internet Multimedia juga mulai bersaing dengan televisi dan radio.

Menurut definisi yang terakhir berarti bisa diambil pemahaman bahwa terdapat empat komponen penting multimedia:

- a. Adanya komputer yang mengkoordinasikan apa yang dilihat dan didengar yang berinteraksi dengan kita.
- b. Adanya link yang menghubungkan kita dengan informasi.
- c. Adanya alat navigasi yang memandu kita, menjelajah jaringan informasi yang saling terhubung.
- d. Multimedia menyediakan tempat kepada kita untuk mengumpulkan, memproses dan mengkomunikasikan informasi dan ide kita sendiri.

Multimedia memiliki beberapa objek, di antaranya:

- a) Teks, bentuk yang paling mudah dan efektif untuk menyampaikan pesan atau informasi
- b) Grafis, bentuk berupa gambar yang digunakan untuk menyampaikan pesan
- c) *Sound*, bentuk objek yang ditangkap dengan sistem pendengaran
- d) Video, bentuk objek yang ditangkap dengan sistem penglihatan
- e) *Hybrid*, bentuk campuran atau penggabungan objek multimedia seperti Audio Video.
- f) Animasi, berupa kumpulan gambar yang diolah sedemikian rupa sehingga muncul pergerakan

## **2. Pembelajaran Berbasis Komputer**

Pembelajaran berbasis komputer merupakan salah satu pemanfaatan *e-learning* dalam pembelajaran. Penggunaan komputer dalam pembelajaran biasanya dapat dimanfaatkan dalam dua bentuk pembelajaran yaitu *Computer Assisted Instruction*

(CAI) dan *Computer Based Instruction* (CBI). Kedua bentuk pembelajaran model ini mengharuskan setiap peserta didik untuk berinteraksi dengan perangkat komputer dan *software* program. Perbedaan yang mendasar adalah keluasan fungsinya. Dalam pembelajaran dengan bantuan komputer (CAI), perangkat lunak yang digunakan berfungsi untuk membantu proses pembelajaran, seperti sebagai alat multimedia, sebagai alat bantu di dalam demonstrasi atau sebagai alat bantu di dalam latihan, sedangkan pembelajaran berbasis komputer (CBI), perangkat lunak selain dimanfaatkan sebagai fungsi CAI juga dapat dimanfaatkan sebagai sistem pembelajaran individual, Alessi dan Trollip 1984 (dalam Rusman, 2007: 218).

Secara lebih tegas Hernawan dkk. (2004: 22) mengatakan bahwa Pembelajaran berbasis komputer adalah program pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran dengan perangkat lunak berupa program komputer yang berisi materi pelajaran. Lebih lanjut Hernawan mengatakan bahwa pembelajaran berbasis komputer merupakan istilah yang digunakan untuk kegiatan pembelajaran yang menggunakan komputer dalam proses belajar mengajarnya baik sebagian maupun secara keseluruhan. Dalam pembelajaran berbasis komputer ini, sebagaimana dikatakan Alessi dan Trollip 1984 (dalam Rusman: 2007: 221-241) terdapat empat model yang biasa digunakan yaitu: (a) *Model drill*; (b) *Model tutorial*; (c) *Model simulasi*; dan *Model games*.

### **3. Pembelajaran Berbasis Komputer Model Simulasi**

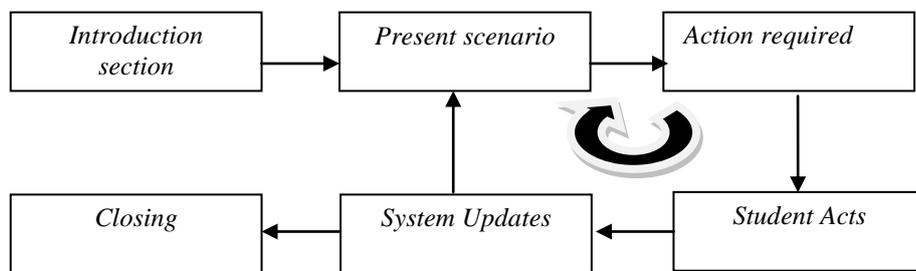
Metode simulasi dalam Pembelajaran Berbasis Komputer pada dasarnya merupakan salah satu strategi pembelajaran yang bertujuan memberikan pengalaman belajar yang lebih kongkrit melalui penciptaan tiruan-tiruan bentuk pengalaman yang mendekati suasana yang sebenarnya dan berlangsung dalam suasana yang tanpa resiko.

Model simulasi terbagi ke dalam empat kategori yaitu: fisik, situasi, prosedur dan proses dimana masing-masing kategori tersebut digunakan sesuai dengan kepentingan tertentu. Secara umum tahapan materi program Pembelajaran Berbasis Komputer model simulasi terbagi dalam tiga tahapan yaitu: (1) Pengenalan; (2) Penyajian Informasi: Simulasi 1, Simulasi 2, dst; dan (3) Penutup. Simulasi berbasis komputer berorientasi pada upaya dalam memberikan pengalaman nyata kepada peserta didik melalui peniruan suasana. Secara sederhana pola-pola pengoperasiannya sebagai berikut:

- Komputer menyajikan materi simulasi;
- Peserta didik menyimak proses simulasi materi pelajaran;
- Melanjutkan atau mengulangi tahapan sebelumnya.

a. *Flowchart*

Secara umum dalam suatu proses produksi model simulasi akan mengikuti alur *flow chart* sebagai berikut:



Gambar 2. Flowchart Proses Produksi Model Simulasi

b. Perencanaan Produksi Program Pembelajaran Berbasis Komputer Model Simulasi

- 1) Rencana Program Pembelajaran (RPP);
- 2) Garis Besar Perencanaan Program Pembelajaran Berbasis Komputer Model Simulasi;
- 3) *Flowchart* Program Pembelajaran Berbasis Komputer Model Simulasi.

c. Proses Produksi Program Pembelajaran Berbasis Komputer Model Simulasi

1) Pengenalan (*Introduction*), meliputi:

a) Judul Program (*Title Page*)

Suatu program Simulasi diawali dengan tampilnya halaman judul atau bentuk-bentuk lain yang dapat menarik perhatian peserta didik. Judul program merupakan bagian penting untuk memberikan informasi kepada peserta didik tentang apa yang akan dipelajari dan disajikan dalam program simulasi ini.

b) Objektivitas Penyajian (*Presentation of Objective*)

Pada bagian ini disajikan tujuan umum dan tujuan khusus dari materi program yang dirancang.

d. Petunjuk (*Direction*)

Petunjuk yang berisi informasi cara menggunakan program yang dibuat diusahakan agar peserta didik mampu mengoperasikan program tersebut. 1) Penyajian Informasi (*Presentation of Information*)

1) Model Penyajian atau Model Presentasi Simulasi

Merupakan bentuk penyajian informasi atau materi yang dibuat. Model umum dari penyajian informasi biasanya mempergunakan informasi visual selain teks seperti Gambar, Grafik, Foto dan Image yang dianimasikan.

2) Panjang Teks Penyajian (*Length of Text Presentation*)

Panjang teks dalam program yang dibuat harus benar-benar diperhatikan karena akan mempengaruhi kualitas program tersebut. Setiap presentasi harus sesingkat mungkin untuk memberikan tambahan frekwensi interaksi peserta didik, selain itu juga harus diperhatikan keseimbangan antara teks yang disajikan dengan kemampuan monitor untuk menyajikannya.

3) Grafik dan animasi

Pembuatan grafik dan animasi dalam program yang dibuat ditujukan untuk menambah pemahaman peserta didik terhadap materi dan fokus informasi pada materi yang disajikan. Grafik digunakan sebagai informasi, analogi atau mnemonik sebagai isyarat. Grafik dan animasi sangat efektif untuk menambah sistem belajar dengan komputer.

4) Warna dan Penggunaannya

Penggunaan warna sangat berhubungan dengan presentasi grafik, seperti halnya grafik, warna dapat digunakan secara efektif untuk sistem belajar. Penggunaan warna yang sesuai akan berguna untuk menarik perhatian dan memfokuskan peserta didik. Warna harus berfungsi sebagai acuan, bukan sebagai bagian yang diutamakan dalam proses, pembelajaran. Penggunaan warna pada program simulasi harus konsisten dengan penggunaan yang umum dilingkungan sekitar.

5) Pembelajaran *Prompt*

*Prompt* atau acuan digunakan untuk memandu peserta didik dan memberikan petunjuk tentang apa yang harus dilakukan peserta didik.

6) Penutup (*Closing*)

Penutupan simulasi dilengkapi dengan ringkasan tentang informasi pelajaran. Ringkasan dapat berupa poin-poin utama, sebuah paragraf tentang tujuan pembelajaran jika program sudah mengumpulkan tentang data kemampuan hasil belajar peserta didik dan rekomendasi untuk pembelajaran selanjutnya.

## **F. Kesimpulan dan Saran**

### **1. Kesimpulan**

- a. Pelaksanaan perkuliahan Dekorasi Patiseri yang ada selama ini, unsur yang paling banyak dirasakan sebagai penghambat adalah keterbatasan pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi, keterbatasan waktu serta fasilitas peralatan *Patisserie* yang kurang memadai. Dalam pelaksanaan pembelajaran *Patisserie*, dosen mengalami kesulitan dalam mengajarkan materi-materi yang harus diberikan kepada mahasiswa. Dosen menyatakan bahwa mengajarkan *Patisserie* cukup sulit karena banyak pengetahuan dan keterampilan yang harus diajarkan, selain itu pada pembelajaran *Patisserie* mahasiswa dituntut memiliki daya seni, kreativitas dan ketelitian. Berdasarkan hasil survey, dosen merasa kesulitan ketika harus mengajarkan beberapa pokok bahasan seperti; dekorasi *Patisserie*, *Candy*, *Yeast Bread*, *Puff Pastry* dan *Danish Pastry*.
- b. Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Komputer pada perkuliahan Dekorasi Patiseri berbentuk *Compact Disk* (CD) dengan durasi tayang 45 menit. Model media yang dihasilkan bersifat interaktif telah teruji validitas isi, rancangan maupun media-nya melalui uji ahli (*expert judgment*), uji terbatas dan uji luas sehingga dapat digunakan sebagai media pembelajaran pada perkuliahan Dekorasi Patiseri
- c. Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Komputer mampu meningkatkan kualitas perkuliahan Dekorasi patiseri secara signifikan. Hal ini terlihat dari peningkatan hasil belajar mahasiswa serta peningkatan kemampuan dalam praktek pembuatan dekorasi *Patisserie*, *Candy*, *Yeast Bread*, *Puff Pastry* dan *Danish Pastry*.

## 2. Saran

- a. Bagi staf pengajar perkuliahan di Jurusan PKK FPTK UPI alangkah baiknya apabila lebih meningkatkan diri dalam pengembangan media pembelajaran baik dari aspek program, isi, kemasan, dan aspek teknis. Staf pengajar hendaknya selalu terbuka dan tanggap terhadap perkembangan teknologi informasi dan komunikasi khususnya dalam media pembelajaran sehingga dapat cepat diadopsi dan diakomodasi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.
- b. Bagi para mahasiswa di Jurusan PKK FPTK UPI; hendaknya terus mengasah diri untuk meningkatkan kemampuan dalam pembuatan media pembelajaran pada perkuliahan yang lain

### DAFTAR PUSTAKA

- Alavi, M., dan Gallupe, R. B. (2003). *Using Information Technology in Learning: Case Studies in Business and Management Education Programs*. *Academy of Management Learning and Education*, 2(2), 139–153.
- Al-Mashari, M., dan Zairi, M. (2000). *Creating a Fit Between BPR and IT Infrastructure: A Proposed Framework for Effective Implementation*. *The International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 12, 253- 274.
- Crane, E. (2000). eBook Central takes a classic approach to handheld literature. *Education in hand*, December, 22-23.
- Davenport, T. H., dan Short, J. E. (1990). *The New Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign*. *Sloan Management Review* (Summer), 11-27.
- Govindasamy, T. (2002). *Successful Implementation of e-Learning: Pedagogical Considerations*. *Internet and Higher Education*, 4, 287–299.
- Hammer, M., dan Champy, J. (1993). *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. New York: HarperBusiness.
- Harry B.Santoso (2004). E-Learning; Belajar Kapan Saja dan Dimana Saja. Makalah disampaikan dalam Seminar E-Learning di UNS
- Johsons D.Scott (2004). *Internet Based Learning in Postsecondary Career and Technical Education*. *Journal of Vocational Education Research*, 29(2).[pp.101-119@2004](#)
- Kartasasmita, B. 2003. *Catatan Pengembangan e-learning dalam Budaya Belajar Kini*. Makalah Seminar pada tanggal 8 Desember 2003 di ITB Bandung.

- , B. 2004. *Berkenalan dengan e-Learning*. Makalah Seminar pada tanggal 10 Agustus 2004 di UPI Bandung.
- Kirkpatrick, D. (2001). *Who Owns the Curriculum Dalam Brook, B., dan .Gilding, A. The Ethics and Equity of e-Learning in Higher Education*. Melbourne: Equity and Social Justice, Victoria University, 41-48.
- Lie, A. (2004). *Pendidikan dalam Dinamika Globalisasi*. Dalam Widiatono, T. D. *Pendidikan Manusia Indonesia*. Jakarta: Kompas dan Yayasan Toyota dan Astra, 217-231.
- Linde, E. 2004. *Online Teaching and Learning*. Makalah Seminar pada tanggal 16 Februari 2004 di Unpad Bandung.
- Mohandas, R. (2003). *ICT and e-Learning in Indonesia. Presentasi di Tainan, Taiwan, 25-27 Maret*.
- Negroponte, N. (1998). *Being Digital*. Terjemahan, Bandung: Mizan.
- Office of Educational Technology. 2001. *A Retrospective on Twenty Years of Education Technology Policy*. [Online]. [www.nationaledechplan.org/participate/20years.pdf](http://www.nationaledechplan.org/participate/20years.pdf).
- Pannen, P. (2005). *Pemanfaatan ICT dalam Pembelajaran. Presentasi pada Seminar Sun Commitment in Education and Research Industry*, Jakarta, 29 Juni.
- Pituch, K. A., dan Lee, Y.-k. (2004). The Influence of System Characteristics on e-Learning Use. *Computers & Education*.
- Renstra Depdiknas 2005-2009
- Resnick, M. (2002). *Rethinking Learning in the Digital Age*. Dalam Porter, M. E., Sachs, J. D., dan McArthur, J. W. *The Global Information Technology Report 2001-2002: Readiness for the Networked World*.
- Roberts S.Timothy (2004) . *Online Collaborative Learning : Theory and Practice* . Idea Group Inc
- Siahaan, S. 2003. *E-learning (Pembelajaran Elektronik) Sebagai Salah Satu Alternatif Kegiatan Pembelajaran*. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*. No. 042. Tahun Ke-9. Mei 2003.
- Simamora, L. 2003. E-learning: Konsep dan Perkembangan Teknologi yang Mendukungnya. *Cakrawala Pendidikan: E-learning dalam Pendidikan*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Supriadi, D. 2002. *Internet Masuk Sekolah: Pemberdayaan Guru dan Mahasiswa dalam Era sekolah Berbasis E-learning*. Makalah PT Telkom Bandung.

- Soekartawi (2003). E-Learning di Indonesia dan Prospeknya di Masa Mendatang. *Presentasi pada Seminar e- Learning perlu e-Library*, Universitas Petra, Surabaya, 3 Februari.
- Thompson, *et al.* 2000. *Perspective in Quality Online Education*. [Online]. <http://www.sloan-c.org/publications/view/v2n7/pdf>
- Wildavsky, B. 2001. *Want More from High School? Special Report: E-learning*. [Online]. <http://www.usnews/edu/elearning/articles>.

# UJI SITOTOKSIK BEBERAPA SENYAWA MONO PARA HIDROKSI KALKON TERHADAP *CANCER CELL LINE T47D*

Retno Arianingrum, Indyah Sulistyo Arty, dan Sri Atun  
Jurusan Kimia FMIPA  
Universitas Negeri Yogyakarta

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas sitotoksik dari beberapa senyawa para hidroksi kalkon MPHK A, MPHK B, MPHK C, MPHK D, dan MPHK E terhadap sel kanker T47D. Senyawa MPHK disintesis dari derivat benzaldehida dan asetofenon dan derivatnya melalui reaksi kondensasi aldol silang dalam suasana asam.

Pemisahan dan pemurnian senyawa kimia dilakukan dengan teknik rekristalisasi dengan pelarut yang sesuai. Identifikasi dan elusidasi struktur dilakukan dengan membandingkan data kromatografi lapis tipis (KLT) pada berbagai eluen dengan senyawa yang telah ditemukan sebelumnya, dan menggunakan analisis data spektrum IR. Masing-masing senyawa selanjutnya dilakukan uji sitotoksitasnya secara invitro terhadap sel T47D menggunakan metode MTT *assay* yang dibaca serapannya dengan *microplate Elisa reader* pada  $\lambda$  595 nm dengan membandingkan serapan dari sel kontrol dan akibat penambahan perlakuan sampel pada berbagai konsentrasi. Pengamatan perubahan morfologi sel juga diamati menggunakan mikroskop fase kontras.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa MPHK A, MPHK B, MPHK C, dan MPHK D memiliki aktivitas sitotoksik terhadap terhadap *cancer cell line T47D*, sedangkan senyawa MPHK E tidak memiliki aktivitas sitotoksik. Sifat toksisitas tertinggi dimiliki oleh MPHK A dengan harga  $LC_{50}$  sebesar 66,44  $\mu$ g/mL. Adanya gugus hidroksil memberikan kontribusi pada peningkatan sifat sitotoksik.

**Kata kunci :** *senyawa MPHK, antikanker, dan sel T47D*

## A. Pendahuluan

Kanker merupakan pertumbuhan sel yang tidak terkontrol, diikuti dengan proses invasi ke jaringan sekitar dan penyebaran (metastatis) ke bagian tubuh yang lain. Sifat utama sel kanker ditandai dengan hilangnya kontrol pertumbuhan dan perkembangan sel kanker tersebut (King, 2000).

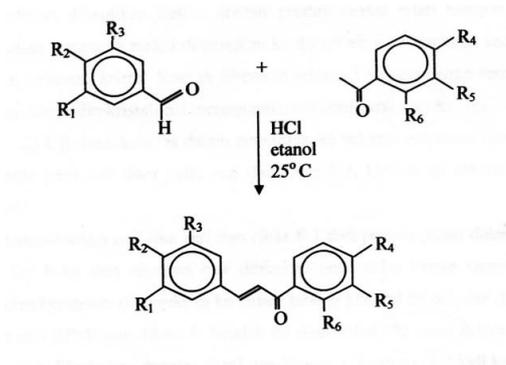
Beberapa metode penyembuhan penyakit kanker saat ini telah diupayakan, antara lain pembedahan, penyinaran, imunoterapi, dan kemoterapi, namun masing-masing mempunyai kelemahan, sehingga tingkat keberhasilannya masih rendah

(Hoffman, 1999). Masalah-masalah tersebut mendorong perlunya usaha menemukan antikanker baru yang lebih spesifik dan lebih sensitif (Bohm, 1998; Goldie, 2001). Beberapa strategi dalam penemuan antikanker baru telah dilakukan, diantaranya melalui isolasi senyawa aktif dari bahan alam, pencarian senyawa antimetabolit untuk menghambat pertumbuhan sel kanker secara spesifik, dan sintesis senyawa organik yang dikenal memiliki aktivitas antikanker.

Beberapa senyawa golongan flavonoid dan terpenoid telah diketahui memiliki aktivitas antitumor (Mathivadhani *et. al.*, 2007, Kampa *et al.*, 2004). Kalkon (1,3-difenilpropen-1-on) merupakan senyawa yang termasuk dalam famili flavonoid dan banyak di teliti sebagai *therapeutic*, khususnya sebagai obat antitumor. Bahkan disebutkan oleh karena aktivitasnya sebagai "**high therapeutic index**", kalkon di anggap sebagai "**the new era of medicines** " dalam kapasitasnya sebagai antitumor, antibakterial, dan anti-inflamatory (Afzal S., et al., 2008). Disebutkan pula bahwa sebagian besar target utama dari senyawa-senyawa kalkon adalah mempengaruhi siklus sel (*cell cycle*) (Boumendjel, A., Ronox X., and Boutonnat, J., 2009).

Beberapa senyawa kalkon hasil sintesis diantaranya : *Trans-4-lodo,4-boranyl-chalcone* memiliki aktivitas antitumor terhadap *malignant glioma cell lines* secara *in vitro* dan *in vivo* (Sasayama, T., et al., 2007); senyawa *4-dihydroxy-6-methoxy-3, 5-dimethylchalcone* bersifat antitumor terhadap enam *cancer cell lines* secara *invitro* (Ye, C.L., et al., 2004); senyawa *2, 4-dihydroxy-6-methoxy-3, 5-dimethylchalcone* memiliki aktivitas antitumor terhadap "*solid human carcinoma xenograft model*". secara *invivo* (Ye, C.L., et al., 2005). Tidak kalah menariknya adalah senyawa *2-hydroxy-4-methoxychalcone* yang memiliki aktivitas anti-angiogenic dan antitumor (Lee, Y.S, et. Al., 2006). Indyah S. A, dkk. (2000), berhasil mensintesis beberapa senyawa mono para-hidroksi kalkon yaitu : (a) 3-(4'-hidroksi-3'-metoksifenil)-1-fenil-2-propen-1-on atau **MPHK A** ; (b) 3-(4'-hidroksi-3'-metoksifenil)-1-(4''-metoksifenil)-2-propen-1-on atau **MPHK B**; (c) 1-(4''-fluorofenil)-3-(4'-hidroksi-3'-metoksifenil)-2-propen-1-on atau **MPHK C**; (d) 3-(3', 5'-detersierbutil-4'-hidroksifenil)-1-(4''-fluorofenil)-2-propen-1-on atau **MPHK D**, dan (e) 3-(3',5'-detersierbutil-4'-hidroksifenil)-1-(4''-kloro-fenil)-2-propen-1-on atau **MPHK E** (Gambar 1). Berdasarkan uji aktivitas penghambatan lipid peroksidasi non enzimatis, dan aktivitas penghambatan siklooksigenase, senyawa-senyawa ini menunjukkan sangat poten sebagai antioksidan . Hasil uji sitotoksisitas dari

senyawa tersebut terhadap sel Raji menunjukkan aktivitas yang menarik dalam menghambat pertumbuhan sel Raji.



Kode Senyawa	Warna	Rendemen	Titik Lebur (°C)	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>
MPHK A	Kuning	37	85-90	CH <sub>3</sub> O	OH	H	H	H	H
MPHK B	Kuning	34	161 - 164	CH <sub>3</sub> O	OH	H	CH <sub>3</sub> O	H	H
MPHK C	Kuning	36	94 - 97	CH <sub>3</sub> O	OH	H	F	H	H
MPHK D	Kuning	69	125 - 127	t-Bu	OH	t-Bu	F	H	H
MPHK E	Kuning	30	123 - 124	t-Bu	OH	t-Bu	Cl	H	H

Gambar 1. Senyawa-senyawa mono para-hidroksi kalkon hasil sintesis dari derivat benzaldehida dan asetofenon atau derivatnya melalui reaksi kondensasi aldol silang dalam suasana asam (Indyah, S.A. dkk., 2000).

Pada beberapa senyawa golongan terpenoid, adanya aktivitas **antiinflamasi**, **antimutagenik dan antioksidan** yang dimiliki dapat memacu apoptosis, dan menekan karsinogenesis yang di picu oleh bahan kimia (Xu *et al.*, 2007). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melakukan uji terhadap *cancer cell line* yang lain, khususnya sel kanker payudara T47D, yang banyak diderita oleh kaum perempuan, serta mengkaji hubungan struktur senyawa tersebut dengan aktivitas yang dihasilkan. Melalui penelitian ini diharapkan dapat **diperoleh senyawa derivat kalkon**

yang berguna sebagai antikanker, serta dapat digunakan sebagai bahan obat di industri farmasi.

## **B. Metode Penelitian**

### **1. Desain Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif, yaitu untuk mengetahui aktivitas sitotoksik senyawa MPHK terhadap *cancer cell lines*, sel T47D.

### **2. Subyek dan Obyek Penelitian**

Subyek penelitian ini adalah 5 (lima) senyawa MPHK hasil sintesis: MPHK A, MPHKB, MPHKC, MPHK C, MPHKD, dan MPHKE. Objek penelitiannya adalah aktivitas sitotoksik dari kelima senyawa tersebut terhadap *cancer cell lines*, sel T47D.

### **3. Alat dan bahan**

#### **a. Pengumpulan dan Pemurnian Senyawa MPHK**

Alat yang digunakan : penentu titik leleh mikro Fisher John dengan tidak terkoreksi, varian Cary 100 Conc untuk mengukur spektrum ultraviolet (UV) , FTIR 8300 Shimadzu untuk mengukur spektrum inframerah (IR), alat evaporasi Buchi Rotavapor R-114 untuk menguapkan pelarut pada tekanan rendah

Bahan yang digunakan: a) Bahan yang digunakan untuk mensintesis senyawa MPHK antara lain : asetofenon dan derivatnya 4-metoksiasetofenon, 4-fluoro asetofenon, dan 4-kloro asetofenon. Derivat benzaldehid, yaitu 4-hidroksi-3metoksi-benzaldehida; 4-hidroksi-3.,5-ters butil benzaldehid. Naatrium klorida p.a., asam sulfat pekat p.a., gas nitrogen, etanol, dan b) Metanol, aseton, *n*-heksan, etil asetat, metilen klorida, kloroform dengan kualitas teknis dan p.a. sebagai pelarut dalam pemisahan dan pemurnian senyawa, dan plat TLC

## **b. Uji Aktivitas Antikanker**

Alat yang digunakan : tangki nitrogen cair, mikroskop fluoresensi, mikroskop fase kontras, mikroskop fluoresensi, penangas air, sentrifuge, inkubator CO<sub>2</sub>, incubator, ELISA (*Enzyme Linked Immunosorbent Assay*) reader, hemocytometer (New Bauer), tabung conical steril, scraper, tissue culture flask, ampul, plate, laminar airflow, pH meter, mikroplate 96 sumuran, mikropipet, vorteks, timbangan elektrik, eppendorft, pipet, dan tip.

Bahan yang digunakan : *Cell line* cancer Sel T47D, Medium *Rosewell Park Memorial Institut* (RPMI) 1640 (GIBCO BRL), medium penumbuh mengandung *growth factor* 10% dan 20% FBS (*Fetal Bovine Serum*) (Sigma Chem. CO. St. Louis. USA), DMEM (*Dulbecco's modified Eagle's Medium*) (Invitrogen), etidium bromid, RNA-se, DMSO (*Dimetil Sulfoksida*), natrium karbonat (E.Merck), kertas saring 0,2 µm, akuades, fungison dan antibiotik penisilin dan streptomisin (Sigma Chem. CO. St. Louis. USA), hepes dan tripsin (Sigma Chem. CO. St. Louis. USA). PBS (*Phospat Buffer Saline*), MTT (3-(4,5-dimetil tiazol-2-yl)-2,5-difenil tetrazolium bromida), SDS (*Sodium duodecyl sulphate*) 10% dalam HCl 0,01 N.

## **4. Prosedur Kerja**

Prosedur kerja yang akan dilakukan mengikuti meliputi antara lain:

### **a. Sintesis dan Pemurnian Senyawa MPHK**

Turunan benzadehida (26,6 mmol) dan asetofenon atau turunannya (30 mmol) dilarutkan dalam etanol yang dijenuhkan dengan HCl. Tetes demi tetes HCl dimasukkan dalam campuran reaksi bersamaan dengan itu gas N<sub>2</sub> juga dialirkan ke dalam campuran reaksi. Pengadukan dilakukan selama 6 jam dan setiap jam di cek dengan KLT. Pengadukan dihentikan ketika noktah produk reaksi nampak dominan. Kemudian campuran reaksi dituangkan ke dalam air es dan di aduk sampai terbentuk kristal. Setelah dibiarkan selama 3 jam campuran reaksi disaring dan kristalnya direkristalisasi menggunakan pelarut yang sesuai. Identifikasi dan elusidasi struktur dilakukan dengan membandingkan data kromatografi lapis tipis (KLT) pada berbagai eluen dengan senyawa yang telah ditemukan sebelumnya, dan menggunakan analisis data spektrum IR.

**b. Menumbuhkan *Cell lines* dari Penyimpanan dalam Nitrogen Cair untuk Uji Sitotoksisitas**

Uji sitotoksisitas sebagai antikanker dalam penelitian ini menggunakan *cell lines* T47 D dan sel Vero yang dikembangkan di laboratorium Kedokteran UGM. Tahapan yang dilakukan sebelum uji sitotoksik adalah menumbuhkan *cell lines* dari penyimpanan dalam nitrogen cair. Sel beku dari nitrogen cair dibiarkan pada suhu kamar sampai mencair sebagian, kemudian dimasukkan dalam tabung konikal 15 ml, dan ditambah 10 ml media pencuci lalu dikocok. Setelah itu disentrifus 750 g selama 7 menit. Pelet diambil ditambahkan dengan media kultur, kemudian sel dimasukkan dalam flask. Untuk sel vero digunakan media kultur DMEM. Semua kegiatan tersebut dilakukan secara aseptis dalam laminar *laminar airflow*. Sel kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C dengan aliran CO<sub>2</sub> 5%. Perkembangan sel diamati tiap hari dan jika media mulai menguning diganti dengan media baru.

**c. Uji sitotoksisitas senyawa hasil sintesis dengan MTT *assay***

Jika sel sudah tumbuh memenuhi flask, media pada sel T47D dan sel Vero diambil, dicuci dengan PBS secukupnya. Selanjutnya sel dilepas dari dinding flask (*scapper*) menggunakan 0,5 ml tripsin 0,05%. Flask dikocok perlahan sampai sel terlepas semua. Suspensi sel diinkubasi 2-5 menit di inkubator CO<sub>2</sub> pada 37°C. Selanjutnya suspensi sel tersebut dimasukkan dalam tabung *conical* 15 ml dan ditambahkan dengan media kultur sebanyak 5 ml. Jumlah sel dihitung dengan *hemocytometer*, di suspensikan dalam media kultur sampai diperoleh kepadatan sel 1,5 x 10<sup>4</sup> sebanyak 100  $\mu$ L pada setiap sumuran untuk sel T47D dan 1 x 10<sup>4</sup> untuk sel vero. Selanjutnya diinkubasi selama 12 – 24 jam pada suhu 37°C di inkubator CO<sub>2</sub>. Uji sitotoksisitas dilakukan dalam plate 96 sumuran. Sampel dilarutkan dalam media kultur yang mengandung DMSO 0,05%. Setiap sumuran dimasukkan 100  $\mu$ l sampel dengan berbagai konsentrasi menggunakan 3 kali ulangan. Sumuran yang tersisa digunakan untuk kontrol positif yang berisi sel tanpa penambahan sampel, dan kontrol negatif hanya mengandung media kultur. Selanjutnya diinkubasi 12- 24 jam pada suhu 37°C di inkubator CO<sub>2</sub>. Media kemudian diambil, dan masing-masing sumuran ditambahkan 110  $\mu$ l media kultur yang mengandung MTT. Kultur diinkubasi 4 jam pada suhu 37°C di inkubator CO<sub>2</sub>. Selanjutnya ditambahkan 100  $\mu$ l pelarut formazan, di gojog perlahan dengan shaker selama 5 menit. Dilanjutkan diinkubasi 12-24 jam pada suhu kamar

dalam ruang gelap. Serapan dibaca dengan ELISA *reader* pada panjang gelombang 595 nm.

#### **d. Analisis Data**

Untuk uji sitotosis dilakukan penghitungan jumlah sel yang hidup, dibandingkan kontrol dengan memperhatikan pengaruh variasi kadar sampel terhadap kematian sel. Analisis sitotoksitas menggunakan analisis probit dan ditentukan nilai  $LC_{50}$  dari masing-masing senyawa terhadap masing-masing sel. Nilai  $LC_{50}$  merupakan nilai antilog pada saat nilai probit 50. Analisis probit diperoleh dari konversi prosentase kematian ke nilai probitnya, prosentase kematian dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\% \text{ Kematian Sel} = \frac{\{(abs K - abs M) - (abs P - abs M)\}}{(abs K - abs M)} \times 100\%$$

Keterangan : abs K = absorbansi kontrol sel

abs M = absorbansi media

abs P = absorbansi sel dengan perlakuan

#### **Hasil Penelitian dan Pembahasan**

Senyawa MPHK A, MPHK B, MPHK C, MPHK D, dan MPHK E telah berhasil disintesis melalui reaksi kondensasi aldol silang. Identifikasi dan elusidasi struktur dilakukan dengan membandingkan data kromatografi lapis tipis (KLT) pada berbagai eluen dengan senyawa MPHK yang telah ditemukan sebelumnya (senyawa marker), dan menggunakan analisis data spektrum IR.

Hasil identifikasi yang dilakukan menggunakan KLT dengan eluen kloroform : heksana = 2 : 1 (Gambar 2 ), dan heksana: metilen klorida = 1:2 (Gambar 3) menunjukkan hasil satu noda yang berarti bahwa senyawa-senyawa hasil isolasi tersebut telah murni. Bila dibandingkan dengan senyawa-senyawa marker MPHK A, MPHK B, MPHK C, MPHK D, dan MPHK E, senyawa-senyawa hasil sintesis memiliki harga  $R_f$  (*Retardation factor*) yang sama dengan senyawa marker. Ini menunjukkan bahwa senyawa hasil sintesis tersebut adalah senyawa MPHK A, MPHK B, MPHK C, MPHK D, dan MPHK E.

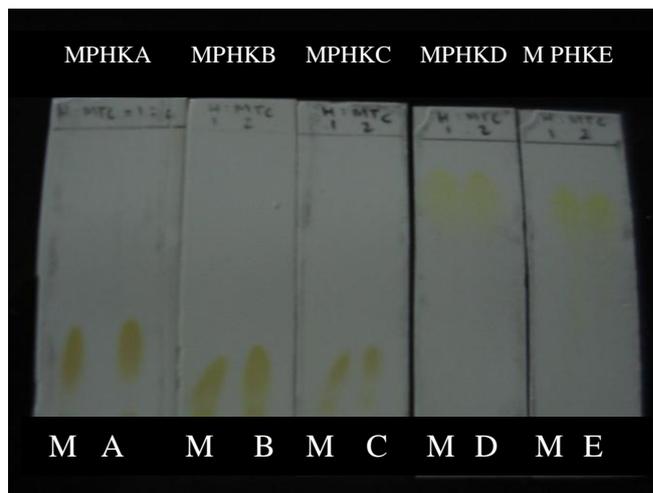
Untuk lebih memastikan bahwa senyawa-senyawa hasil sintesis tersebut merupakan senyawa MPHK A, MPHK B, MPHK C, MPHK D, dan MPHK E, senyawa-senyawa hasil sintesis tersebut lebih lanjut dianalisis gugus fungsionalnya

menggunakan FT-IR dan dibandingkan dengan senyawa marker. Hasil analisis menggunakan FT-IR disajikan Tabel 1.



Gambar 2. Kromatogram Senyawa Hasil Sintesis dan Marker dengan Eluen Kloroform:Heksana = 2:1.

Keterangan : M = senyawa marker  
A, B, C, D, dan E = senyawa hasil sintesis



Gambar 3. Kromatogram Senyawa Hasil Sintesis dan Marker dengan Eluen Heksana: Metilen triklorida = 1:2.

Keterangan : M = senyawa marker  
A, B, C, D, dan E = senyawa hasil sintesis

Tabel 1. Hasil Analisis IR Senyawa MPHK

Senyawa	Bilangan gelombang (cm <sup>-1</sup> )		Keterangan Gugus Fungsional
	Marker	Hasil Sintesis	
MPHK A	1655,03	1655,19	C=O, (gugus karbonil)
	3323,56	3323,47	OH str aromatik
	1564,37	1583,60	C=C str aromatik
	3000-2800 & 1419,70	3000-2800 & 1465,89	alkil
	1284,67	1369,47	metil
MPHK B	1651,17	1650,42	C=O, (gugus karbonil)
	3418,08	3371,85	OH str aromatik
	1591,37	1591,06	C=C str aromatik
	3000-2800 & 1464,06	3000-2800 & 1460,79	alkil
	1280,81	1373,89	metil
MPHK C	1637,67	1636,55	C=O, (gugus karbonil)
	3439,30	3495,52	OH str aromatik
	1597,16	1585,89	C=C str aromatik
	3000-2800 & 1444,77	3000-2800 & 1444,46	alkil
	1238,38	1340,73	metil
MPHK D	1655,03	1655,03	C=O, (gugus karbonil)
	3499,09	3527,90	OH str aromatik
	1601,02	1602,54	C=C str aromatik
	2958,99	2959,07	C-H str
	3000-2800 & 1425,48	3000-2800 & 1452,37	alkil
	1207,52 & 1238,38	1373,38 & 1399,60	metil ganda
	1400-1000	1400-1000	florida
MPHK E	1655,03	1655,92	C=O, (gugus karbonil)
	3551,17	3548,98	OH str aromatik
	1591,37	1592,49	C=C str aromatik
	2955,13	2954,04	C-H str
	3000-2800 & 1425,48	3000-2800 & 1453,79	alkil
	1209,44 & 1276,96	1389,71 & 1357,19	metil ganda
	800-600	800-600	Klorida

Berdasarkan data FT-IR Tabel 1 diketahui bahwa senyawa-senyawa hasil sintesis memiliki gugus fungsional yang sama dengan senyawa marker. Hal ini lebih memperkuat bukti bahwa senyawa hasil sintesis yang diperoleh adalah senyawa MPHK A, MPHK B, MPHK C, MPHK D, dan MPHK E.

### 1. Uji sitotoksisitas senyawa hasil sintesis dengan MTT assay

#### a. Sitotoksisitas senyawa MPHK A, MPHK B, MPHK C, MPHK D, dan MPHK E serta Perubahan Morfologi Terhadap Sel T47D

Potensi ketoksikan senyawa MPHK terhadap sel T47D disajikan pada Tabel 2. Hasil uji sitotoksisitas pada senyawa MPHK menunjukkan bahwa senyawa MPHK A, MPHK B, MPHK C, dan MPHK D memiliki bersifat sitotoksik terhadap sel T47D, sedangkan senyawa MPHK E tidak menunjukkan sifat sitotoksis terhadap sel T47D. Berdasarkan hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa terdapat hubungan langsung antara perubahan gugus fungsional pada senyawa MPHK dengan tingkat kematian sel T47D yang dinyatakan dalam  $LC_{50}$  (*Lethal Concentration*) yaitu nilai kematian sel sebanyak 50%.

Tabel 2. Sifat Aktivitas Sitotoksik berkaitan dengan Gugus Fungsional dari senyawa MPHK

Kode Senyawa	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	LC <sub>50</sub> (□g/mL)	Keterangan
MPHK A	CH <sub>3</sub> O	OH	H	H	H	H	66,44	Sangat aktif
MPHK B	CH <sub>3</sub> O	OH	H	CH <sub>3</sub> O	H	H	5.263,80	Kurang aktif
MPHK C	CH <sub>3</sub> O	OH	H	F	H	H	1.671,09	Kurang aktif
MPHK D	t-Bu	OH	t-Bu	F	H	H	1.638,70	Kurang aktif
MPHK E	t-Bu	OH	t-Bu	Cl	H	H	-	Tidak aktif

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas sitotoksik tertinggi dimiliki oleh senyawa MPHK A ( $LC_{50} = 66,44$ , □g/mL), sedangkan MPHK C dan MPHK D memiliki sitotoksisitas rendah dengan harga  $LC_{50}$  hampir sama, berturut-turut 1.671,09

$\mu\text{g/mL}$  dan 1.638,70  $\mu\text{g/mL}$ . Senyawa MPHK B memiliki sitotoksitas lebih rendah dibanding MPHK A, MPHK C, dan MPHK D memiliki harga  $\text{LC}_{50}$  sebesar 5.263,80  $\mu\text{g/mL}$ .

Pada konsentrasi MPHK A tertinggi, yaitu 500  $\mu\text{g/mL}$  diperoleh nilai rata-rata prosentase kematian sel sebesar 99,81% dengan nilai  $\text{LC}_{50}$  sebesar 66,44  $\mu\text{g/mL}$ . Terdapatnya gugus OH cincin 4' diperkirakan memberikan kontribusi pada sifat toksisitas senyawa ini terhadap sel T47D. Bila dibandingkan dengan senyawa MPHK A, potensi ketoksikan senyawa MPHK B jauh sangat rendah. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya gugus metoksi  $-\text{OCH}_3$  pada posisi 3' dan 4'' . Perbedaan gugus fungsional ini mengakibatkan sifat toksisitas terhadap sel T47D menurun.

Harga  $\text{LC}_{50}$  dari senyawa MPHK C adalah sebesar 1.671,09  $\mu\text{g/mL}$ , lebih tinggi dibanding senyawa MPHK A, namun lebih rendah dari senyawa MPHK B. Hal ini menunjukkan bahwa potensi ketoksikan senyawa MPHK C lebih rendah dibanding senyawa MPHK A, dan lebih tinggi dibanding MPHK B. Adanya gugus fluoro pada posisi 4'' diperkirakan meningkatkan toksisitas MPHK C bila dibanding MPHK B.

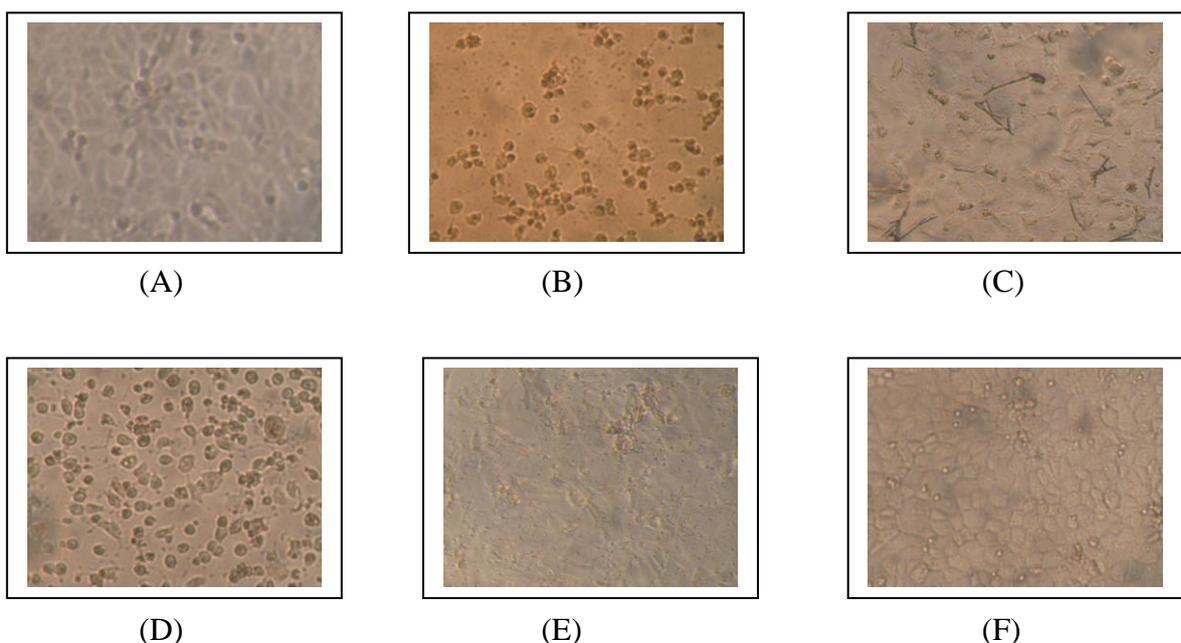
Harga  $\text{LC}_{50}$  dari senyawa MPHK D adalah sebesar 1.638,70  $\mu\text{g/mL}$ . Nilai ini lebih tinggi dibanding senyawa MPHK A, namun lebih rendah dari senyawa MPHK B dan MPHK C. Hal ini menunjukkan bahwa potensi ketoksikan senyawa MPHK D lebih rendah dibanding senyawa MPHK A, dan lebih tinggi dibanding MPHK B, dan MPHK C. Adanya tersier butil pada posisi 3' dan 5' meningkatkan sifat toksisitasnya bila dibanding MPHK B yang mengandung 2 gugus metoksi, dan MPHK C yang mengandung 1 gugus metoksi dan 1 gugus fluoro.

Berdasarkan hasil penelitian juga menunjukkan bahwa potensi ketoksikan senyawa MPHK E sangat rendah terhadap sel T47D. Pada pemberian konsentrasi 500  $\mu\text{g/mL}$  hanya menyebabkan kematian sebesar 7,02%, dan pada pemberian konsentrasi dibawah konsentrasi tersebut tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan sel T47D. Hal ini diperkirakan adanya pengaruh dari gugus kloro pada posisi 4''.

Secara keseluruhan sifat aktivitas sitotoksik berkaitan dengan gugus fungsional dari senyawa MHPK . Adanya gugus OH memberikan kontribusi pada sifat toksisitas senyawa ini terhadap sel T47D, namun dengan penambahan gugus metoksi berakibat pada sangat menurunnya aktivitas sitotoksik. Bila gugus metoksi tersebut disubstitusi

dengan gugus tersier butil dan fluoro dapat meningkatkan aktivitasnya. Namun adanya substitusi gugus kloro justru akan menurunkan toksisitas terhadap sel T47D.

Pengamatan kematian sel dapat dilihat dari morfologi sel akibat perlakuan senyawa. Sel yang mati akan kehilangan cairan sitoplasma karena rusaknya membran sel, sehingga pada pengamatan mikroskop akan menunjukkan warna hitam (gelap). Sebaliknya, pada sel hidup akan terlihat warna terang, karena adanya cairan sitoplasma yang bersifat meneruskan cahaya dari mikroskop. Pengamatan morfologi sel T47D akibat pemberian senyawa MPHK A, MPHK B, MPHK C, MPHK D dan MPHK E disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Morfologi Sel T47D: (A) Tanpa Perlakuan, dan dengan Penambahan senyawa : (B) MPHK A, (C) MPHK B, (D) MPHK C, (E) MPHK D dan (F) MPHK E.

Penambahan senyawa MPHK A, MPHK B, MPHK C, dan MPHK D (Gambar 4B, 4C, 4D, dan 4E) menunjukkan adanya fenomena kematian yang pada sel T47 D dibandingkan dengan sel tanpa perlakuan (Gambar 4A) . Penambahan senyawa MPHK E (Gambar 4E) menunjukkan fenomena kematian sel T47D hanya sedikit.

Pada penelitian ini dilakukan juga uji sitotoksis senyawa MPHK terhadap sel Vero atau sel normal. Potensi ketoksikan senyawa MPHK A, MPHK B, MPHK C,

MPHK D, dan MPHK E terhadap sel Vero sangat rendah, bahkan dapat dikatakan tidak bersifat toksik (Tabel 3).

Tabel 3. Prosen Kematian/Sel Hidup Sel Vero dengan Pemberian Senyawa MPHK A, MPHK B, MPHK C, MPHK D, dan MPHK E dibandingkan Dengan Doxorubicin

No	Senyawa	Konsentrasi ( $\mu\text{g/mL}$ )	% Sel Mati	% Sel Hidup	Keterangan
1.	MPHK A	500	-93,79	193,79	Tidak toksik
		250	-30,16	130,16	
		125	9,89	90,11	
		62,5	7,73	92,27	
		31,25	6,21	93,79	
2.	MPHK B	500	-63,12	163,12	Tidak toksik
		250	-43,98	143,98	
		125	-13,31	113,31	
		62,5	-1,01	101,01	
		31,25	-2,79	102,79	
3.	MPHK C	500	-36,38	136,38	Tidak toksik
		250	-37,52	137,52	
		125	-3,42	103,42	
		62,5	-25,73	125,73	
		31,25	-2,79	102,79	
4.	MPHKD	125	-31,31	131,31	Tidak toksik
		62,5	-52,22	152,22	
		31,25	-13,94	113,94	
5.	MPHK E	500	-30,67	130,67	Tidak toksik
		250	-33,71	133,71	
		125	-36,63	136,63	
		62,5	-16,86	116,86	
		31,25	-15,46	115,46	
6.	Doxorubicin	100	54,75	45,25	Toksik LC 50 = 76,21 ( $\mu\text{g/mL}$ )
		50	45,78	54,22	
		25	40,16	59,84	
		12,5	38,02	61,98	
		6,25	37,62	62,38	

Demikian juga pengamatan morfologi sel Vero akibat pemberian senyawa MPHK A, MPHK B, MPHK C, MPHK D, dan MPHK E tidak menunjukkan adanya fenomena kematian pada sel Vero dibandingkan dengan tanpa perlakuan . Demikian

pula bila dibandingkan dengan doxorubicin yang selama ini digunakan untuk pengobatan kanker. Senyawa ini memiliki sifat toksik pada sel normal. Hal ini menunjukkan bahwa dengan sifat senyawa MPHK yang tidak toksis pada sel normal, maka senyawa ini sangat berpotensi digunakan sebagai obat kanker yang aman, khususnya senyawa MPHK A. Selanjutnya perlu dilakukan analisis lebih lanjut pada senyawa MHPK A untuk mengetahui mekanisme penghambatan dari senyawa tersebut, apakah mempengaruhi siklus sel atau memacu terjadinya apoptosis.

## **Kesimpulan dan Saran**

### **1. Kesimpulan**

Senyawa MPHK A, MPHK B, MPHK C, dan MPHK D memiliki sifat sitotoksik terhadap *cancer cell line* T47D, sedangkan senyawa MPHK E tidak memiliki aktivitas sitotoksik. Sifat toksisitas tertinggi dimiliki oleh MPHK A dengan harga LC<sub>50</sub> sebesar 66,44 µg/mL. Adanya gugus hidroksil memberikan kontribusi pada peningkatan toksisitas.

### **2. Saran**

Perlu di lakukan lebih lanjut bagaimana mekanisme antikanker dari senyawa MPHK A apakah dengan mempengaruhi siklus sel atau dengan memacu apoptosis. Penelitian ini akan di lakukan pada Tahun ke 2.

## **Daftar Pustaka**

- Afzal S., Asad M. K, Rumana Q. F, Ansari, Muhammad F. N, and Syed S. S. 2008. Redox Behavior of Anticancer Chalcone on a Glassy Carbon Electrode and Evaluation of its Interaction Parameters with DNA, *Int. J. Mol. Sci.* 2008, 9, 1424-1434
- Bohm,T., (1998). An old paradigm for treating cancer and other disease in 21 st century, Cane and Met rev, 12: 149-154**
- Boumendjel A, Ronot X, Boutonnat. 2009 . *Chalcone derivatives acting as cell cycle blockers : potensial anticancer drugs ?* *J Curr Drug Targets.* Apr;10(4):363-71.
- Boyer, M.J., and Tannock, I.F., 2005, *The Basic Science of Oncology: Cellular and Molecular Basis of Drug Treatment for Cancer*, Mc Graw Hill Compay, forth edition, New York.
- Departemen Kesehatan RI. (1997). *Profil Kesehatan Indonesia*. Depkes RI. Jakarta

- World Health Organization. (1998). The World Health Report : live in the 21<sup>st</sup> century, A vision for all, WHO, Geneva
- Dotzlaw H., Leygue E., Watson P. H., and Murphy L. C., 1997, Expression of estrogen receptor- $\beta$  in human breast tumors. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*,82: 2371-2374.
- Fisher, D.E., (1994). Apoptosis in cancer therapy: crossing the threshold, *Cell*, 78, 539-542.
- Gibbs, J.B., (2000), Anticancer drug targets: growth factors and growth factor signaling, *J. Clin Invest*, 105, 9-13.
- Goldie, JH., (2001), Drug resistance in cancer: A perspective, Cancer and Metastasis Rev, 20: 63-68**
- Indyah S.A., Henk T, Samhudi, Sastrohamidjojo, and Henk an der Goot., 2000., Synthesis of benzylideneacetophenones and their inhibition of lipidperoxidation., *Eur. J., Med. Chem.* 35, 449-457
- Indyah S., A., 2007, Cyclooxygenase inhibitory activity of benzilideneacetofenone analogue. Recent Development in Curcumin Pharmacochemistry, Proceeding of International Symposium on Recent Progress in Curcumin Research, 11-12 September.
- Kampa, M., Alexaki, Vassilia-Ismini., Notas, George., Nifli, Artemissia-Phoebe., Nistikaki, Anatassia., Hatzoglou, Anastassia., Bakogeorge, Efstathia, Koumtzoglou, Elena., Blekas, George., Boskou, Dimitrios., Gravanis, Achille., and Castanas, E., 2004, Antiproliferatif and Apoptotic Effect of Selective Phenolic Acids on T47D uman Breast Cancer Cells: Potential Mechanisms of Action., Breast Cancer Res, 6: R63-R74**
- King, R.J.B. (2000). Cancer Biology, 2<sup>nd</sup> ed. Pearson Education Limited, England
- Lee, Y.S.; Lim, S.S.; Shin, K.H.; Kim, Y.S.; Ohuchi, K.; Jung, S.H.2006. Anti-angiogenic and antitumoractivities of 2-hydroxy-4- methoxychalcone. *Biol. Pharm. Bull.* 29, 1028-1031.
- Mathivadani, P., Shanthi, P., and Sachdanandam, P., 2007, Apoptotic Effect of Semecarpus anacardium nut Extract on T47D Cancer Cell Line., Cell. Biol. Int., 31, 1198-1206**
- Sasayama, T.; Tanaka, K.; Mizukawa, K.; Kawamura, A.; Kondoh, T.; Hosoda, K.; Kohmura, E. 2007. Trans-4-Iodo,4-boranyl-chalcone induces antitumor activity against malignant glioma cell lines *in vitro* and *in vivo*. *J. Neu-Onc.* 85, 123-132
- Schafer., J.M., Lee, E.S., O'Regan, R.M., Yao, K., and Jordan, V.C., 2000, Rapid Development of Tamoxifen-stimulated Mutant p53 Breast Tumors (T47D) in Athymic Mice, *Clin. Cancer Res.*, 6, 4373-4380
- Shapiro, G.I. and Harper, J.W., (1999), Anticancer drug targets: cell cycle and chekpoint control, *J. Clin. Invest.*, 104, 1645-1653.
- Toshio M. Li-Bo W. ,Seikou N. , Kiyofumi N., Eri Y., Hisashi M., Osamu .M., Li-Jun W., and Masayuki Y., 2009., Medicinal Flowers. XXVII.1) New Flavanone and Chalcone Glycosides, Arenariumosides I, II, III, and IV, and Tumor Necrosis

Factor-a Inhibitors from Everlasting, Flowers of *Helichrysum arenarium*, *Chem. Pharm. Bull.* 57(4) 361—367 (2009)

Ye, C.L.; Liu, J.W.; Wei, D.Z.; Lu, Y.H.; Qian, F. 2004. *In vitro* anti-tumor activity of 2, 4-dihydroxy-6-methoxy-3, 5-dimethylchalcone against six established human cancer cell lines. *Pharmacol. Res.* 2004, 50, 505-510

Ye, C.L.; Liu, J.W.; Wei, D.Z.; Lu, Y.H.; Qian, F. 2005. *In vivo* antitumor activity by 2, 4-dihydroxy-6-methoxy-3, 5-dimethylchalcone in a solid human carcinoma xenograft model. *Canc. Chemo.Pharm.*, 55, 447-452.

# ANALISIS KESIAPAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN DI YOGYAKARTA DALAM MENGHADAPI INTERNASIONALISASI PENDIDIKAN

Muhamad Ali, Hartoyo  
Jurusan Pendidikan Teknik Elektro  
Universitas Negeri Yogyakarta  
Email: [muhal.uny@gmail.com](mailto:muhal.uny@gmail.com)

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil SMK yang sudah ditetapkan menjadi rintisan SMK beraraf internasional oleh Direktorat Pembinaan SMK. Selanjutnya akan dilakukan analisis terhadap kesiapan SMK RSBI dalam menghadapi internasionalisasi pendidikan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengumpulan data yang berkaitan dengan parameter-parameter yang ditetapkan pemerintah dalam pengembangan sekolah bertaraf internasional. Indikator yang akan diukur adalah manajemen sekolah, pembelajaran, kerjasama, self access, lulusan dan penguasaan bahasa internasional oleh guru, siswa dan alumni.

Hasil analisis menunjukkan, bahwa SMK di Daerah Istimewa Yogyakarta yang telah ditetapkan sebagai rintisan SMK bertaraf internasional secara umum kesiapannya sudah cukup baik. Skor yang diperoleh untuk kesiapan sumber daya manusia adalah 2,89 (baik), kesiapan PBM 2,68 (cukup), kesiapan sarana dan prasarana 2,94 (baik), kesiapan pengelolaan 3,05 (baik), kesiapan pendanaan 2,65 (cukup), kesiapan kultur sekolah 2,86 (baik), kesiapan partnership 3,38 (sangat baik) dan kesiapan peserta didik dan lulusan 3,28 (sangat baik).

**Kata Kunci** : SMK RSBI, internasionalisasi pendidikan

## A. Pendahuluan

Hasil laporan riset yang dilakukan oleh berbagai institusi menunjukkan bahwa kualitas sumber daya manusia Indonesia masih relatif rendah jika dibandingkan dengan negara-negara lain di dunia. Hal ini menjadi suatu permasalahan utama Bangsa Indonesia dalam menyambut hadirnya CAFTA (China Asean Free Trade Agreement) pada tahun 2010 ini dan AFLA (*Asean Free Labour Area*) yang akan diimplementasikan pada tahun 2015. Dengan adanya CAFTA dan AFLA, produksi dari negara luar dan tenaga kerja asing akan mendapatkan kebebasan untuk bersaing dengan

produk dan tenaga kerja lokal untuk bekerja di Indonesia. Kesepakatan ini tentunya akan membawa bencana bagi tenaga kerja dan industri di Indonesia, jika kita tidak siap menghadapi persaingan bebas ini.

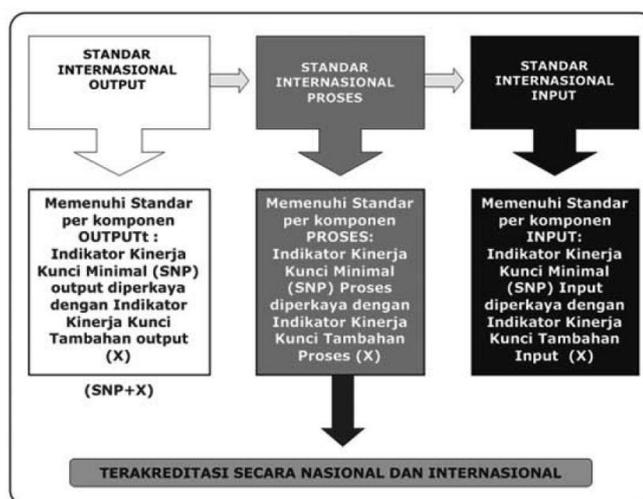
Pendidikan mempunyai peran yang sangat strategis dalam rangka peningkatan kualitas sumber daya manusia Indonesia dan peningkatan daya saing sumber daya manusia baik pada level nasional maupun internasional. Era globalisasi dimana batas-batas wilayah menjadi semakin kabur, dibutuhkan sumber daya manusia yang mempunyai kemampuan daya saing yang kuat dalam teknologi dan manajemen. **Sekolah Menengah Kejuruan** sebagai salah satu tumpuan pembentukan sumber daya manusia Indonesia di harus dapat menjawab tantangan ini guna dapat menyiapkan sumber daya manusia yang dapat bersaing di pasar internasional.

Salah satu upaya pemerintah untuk meningkatkan kualitas pendidikan yaitu dengan dikembangkannya konsep Rintisan Sekolah Bertaraf Internasional (RSBI). Program ini sudah mulai dijalankan pemerintah sejak tahun 2005 dan terus dikembangkan dari tahun ketahun untuk mendapatkan format yang terbaik berkaitan dengan pengembangan Sekolah Bertaraf Internasional. Kebijakan ini didasarkan pada Standar Nasional Pendidikan yang telah ditetapkan PP No. 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan. Kebutuhan masyarakat Indonesia yang semakin tinggi terhadap pendidikan yang bermutu telah diwadahi dalam Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional khususnya pasal 59 Ayat (3) "Pemerintah dan/atau pemerintah daerah menyelenggarakan sekurang-kurangnya satu satuan pendidikan pada semua jenjang pendidikan untuk dikembangkan menjadi sekolah yang bertaraf internasional". Pengembangan sekolah bertaraf Internasional dimaksudkan untuk meningkatkan kemampuan dan daya saing bangsa Indonesia di forum internasional.

## **B. Sekolah Bertaraf Internasional**

Sekolah bertaraf internasional atau yang sering disingkat SBI merupakan sebuah konsep pengembangan sekolah di Indonesia yang diharapkan mampu meningkatkan mutu dan keunggulan di tingkat internasional. Definisi sekolah bertaraf internasional menurut pemerintah adalah pendidikan yang diselenggarakan dengan Standar Nasional Pendidikan dan diperkaya dengan standar pendidikan di negara maju (Direktorat Jendral Mandikdasmen, 2010). Tujuan dari penyelenggaraan sekolah bertaraf internasional adalah agar sekolah menyiapkan peserta didik berdasarkan standar nasional pendidikan Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian Teknologi, MIPA dan Pendidikan Vokasi

(SNP) Indonesia dan standar internasional (Negara-negara maju) sehingga lulusannya memiliki kemampuan dan daya saing di tingkat internasional. SBI mempunyai visi yaitu “terwujudnya insan Indonesia yang cerdas dan kompetitif secara internasional”. Visi ini memiliki implikasi bahwa penyiapan sumber daya manusia yang mempunyai kemampuan untuk dapat bersaing dalam tingkat nasional dan internasional memerlukan upaya-upaya yang dilakukan secara intensif dan terarah. Pemberian taraf internasional pada sekolah harus dilakukan dengan mekanisme yang tepat agar sekolah dapat melakukan peningkatan kualitas. (Dit PSMK, 2007).



**Gambar 1. Diagram Alur Sekolah Bertaraf Internasional**

## 1. Model Penyelenggaraan Sekolah Bertaraf Internasional

Sekolah bertaraf internasional merupakan konsep baru tentang pengembangan kualitas sekolah di Indonesia yang diharapkan mampu meningkatkan kualitas pembelajaran sehingga mampu menghasilkan lulusan yang siap bekerja baik di tingkat lokal, nasional maupun internasional serta mampu mengembangkan potensi daerah untuk dipromosikan ke tingkat internasional. Dalam pengembangan sekolah bertaraf internasional, dikenal beberapa model yang dapat digunakan sebagai acuan dalam pengembangan SBI. Menurut Yuningsih (2009), terdapat 4 empat model pengembangan sekolah bertaraf internasional yaitu:

### a. Model Sekolah Baru (*Newly Developed SBI*)

Pengembangan Sekolah Bertaraf Internasional dengan Model Sekolah Baru membawa konsekuensi terhadap penyelenggaraan SBI didirikan dengan segala

isinya yang baru (siswa, kurikulum, guru, kepala sekolah, sarana dan prasarana, dan dana). Pendirian sekolah bertaraf internasional harus memperhatikan berbagai persyaratan yang telah ditetapkan oleh pemerintah terhadap standar nasional pendidikan.

b. Model pengembangan sekolah yang ada (*Existing Developed SBI*)

Pada model ini, pengembangan Sekolah Bertaraf Internasional dilakukan dengan mengembangkan sekolah yang telah ada saat ini. Fokus pengembangan SBI lebih diprioritaskan pada sekolah yang memiliki kualitas yang baik (misalnya sekolah dengan katogeri mandiri atau SKM), memiliki guru professional, kepala sekolah yang tangguh, dan sarana dan prasarana yang memungkinkan dapat dikembangkan lebih lanjut.

c. Model Terpadu

Model ini lebih menekankan pada pengembangan sekolah dengan beda jenjang (SD, SMP, SMA, dan SMK) yang dibangun secara terpadu dalam satu kompleks dan dipimpin oleh seorang kepala sekolah. Salah satu keunggulan model ini adalah adanya sharing sumber daya (SDM, fasilitas, modal, biaya operasional, promosi, dan lain sebagainya) sehingga manajemen dan proses pembelajaran dapat dilakukan secara efektif dan efisien.

d. Model kemitraan.

Dalam model ini, SBI dipilih dari sekolah yang ada saat ini (existing) maupun sekolah baru (newly) untuk bermitra dengan salah satu sekolah di luar Negeri/Negara maju yang telah memiliki reputasi internasional. Kemitraan mempunyai peranan yang sangat penting dalam pengembangan sekolah terutama kemitraan dengan luar negeri. Dalam kemitraan ini, siswa dapat melakukan proses belajar mengajar di sekolah yang bersangkutan dan juga dapat melakukan pembelajaran di sekolah mitra, sehingga tidak menutup kemungkinan siswa akan mendapat ijazah dari sekolah asal dan sekolah mitra.

## 2. Kesiapan SMK Dalam Menghadapi Internasionalisasi Pendidikan

Dalam menghadapi persaingan global yang diantaranya adalah internasionalisasi pendidikan, CAFTA, AFLA dan sejenisnya diperlukan kesiapan dari semua pihak. SMK sebagai salah satu lembaga pendidikan kejuruan tingkat

---

menengah yang menghasilkan lulusan untuk bekerja di industri perlu mempersiapkan diri dengan sebaik-baiknya agar mampu menghasilkan lulusan yang kompetitif baik di dalam maupun di luar negeri. Lulusan SMK diharapkan dapat bekerja baik di perusahaan nasional, multinasional maupun berwirausaha untuk mengembangkan produk dan jasa ke tingkat internasional.

Menurut Tim Evaluasi Diri SMK RSBI, (2008) kesiapan lembaga pendidikan dalam menghadapi persaingan global dapat dilihat dari beberapa aspek utama yang diantara yaitu :

- Kesiapan Sumber daya manusia
- Sarana dan prasarana
- Manajemen Sekolah
- Cultur Sekolah atau Budaya kerja (atmosfer akademik)
- Proses Pembelajaran
- Pembiayaan
- Kurikulum
- Akreditasi

### **C. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan untuk mengukur kesiapan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) di Daerah Istimewa Yogyakarta dalam menghadapi internasionalisasi pendidikan dilakukan dengan pendekatan kuantitatif. Pengambilan data dilakukan di 5 SMK yang sudah ditetapkan sebagai RSMKBI yang berada di Daerah Istimewa Yogyakarta yaitu SMKN 2 Yogyakarta, SMKN 2 Wonosari, SMKN 2 Depok, SMKN 1 Bantul dan SMKN 2 Pengasih Kulonprogo. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan kuisisioner kepada pimpinan sekolah, guru mata pelajaran produktif, siswa dan karyawan. Untuk memperkuat data kuisisioner juga dilakukan dengan cara observasi dan dokumentasi terhadap aspek-aspek kesiapan SMK dalam menghadapi internasionalisasi pendidikan.

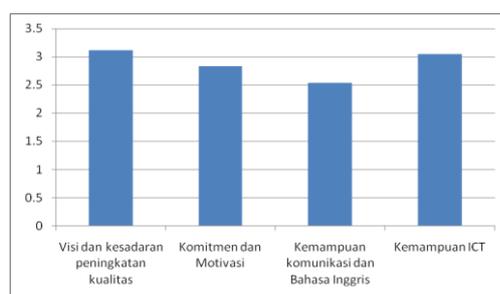
Pada instrumen kuisioner yang digunakan sebagai alat pengumpul data menggunakan skala likert sebagai berikut :

<b>Kriteria Skor</b>	
Sangat baik	4
Baik	3
Cukup	2
Sangat Kurang	1

## **D. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Kesiapan Sumber Daya Manusia**

Kesiapan sumber daya manusia (tenaga pendidik , tenaga kependidikan dan siswa) diukur berdasarkan aspek visi SBI, komitmen dan motivasi, kemampuan komunikasi dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Internasional dan penguasaan ICT.



Gambar 1. Kesiapan Sumber Daya Manusia

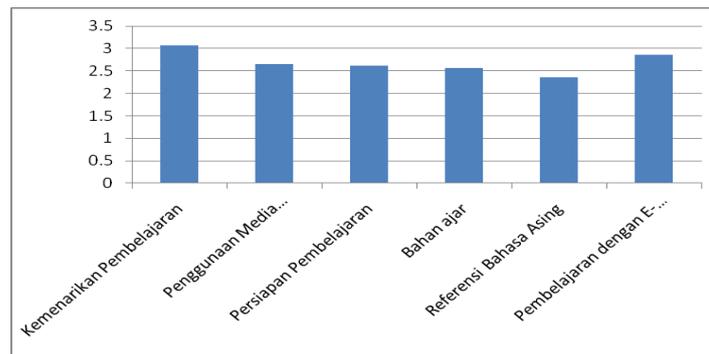
Tabel 1 menjelaskan bahwa dari 4 aspek kesiapan sumber daya manusia, ternyata 3 aspek masuk dalam kategori baik dan hanya 1 aspek yang masuk kategori kurang yaitu kemampuan komunikasi dan komunikasi dalam Bahasa Inggris. Berdasar observasi lapangan dan wawancara dengan guru dan siswa, secara umum kesiapan sumber daya manusia masih kurang. Salah satu indikator adalah dari skor TOEFL guru yang < 400, padahal SMK RSBI mensyaratkan lulusannya mendapatkan skor TOEFL minimal 400. Indikator lainnya adalah produktivitas guru dalam mempersiapkan materi, menulis buku, bahan ajar, media pembelajaran, artikel ilmiah dan mengembangkan keunggulan lokal masih belum baik.

Dari sisi pendidikan guru, kebanyakan masih S1 dan hanya sedikit yang sudah berpendidikan S2 atau S3. Berdasarkan hasil data dan pengamatan dapat dijelaskan bahwa sekolah lebih memfokuskan pada administrasi tetapi pelaksanaannya masih belum maksimal. Hal ini yang menjadi sorotan dari guru dan siswa berkaitan dengan upaya peningkatan kualitas melalui pengembangan sekolah bertaraf internasional.

Dampak dari kurangnya kemampuan sumber daya manusia menjadikan sebagian masyarakat memplesetkan SBI sebagai “*Sekolah Bertarif Internasional*”.

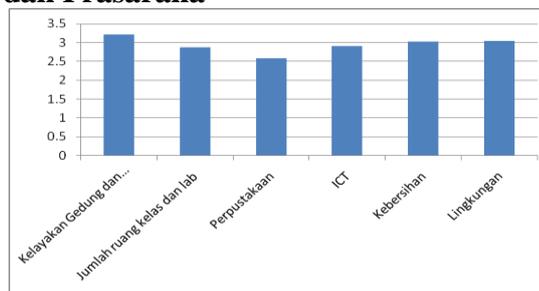
## 2. Kesiapan Proses Belajar Mengajar

Tabel 2 menunjukkan bahwa dari 6 aspek yang diukur, hanya 2 aspek yang masuk kategori baik, lainnya masuk kategori cukup. Proses belajar mengajar merupakan elemen yang sangat penting dalam menciptakan lulusan yang berkualitas sehingga sekolah perlu terus berupaya meningkatkan kualitas proses belajar mengajar. Persiapan pembelajaran, penggunaan media pembelajaran berbasis ICT, pengembangan bahan ajar, penggunaan referensi belajar dalam Bahasa Inggris dan E-Learning perlu terus ditingkatkan.



Gambar 2. Kesiapan Proses Pembelajaran

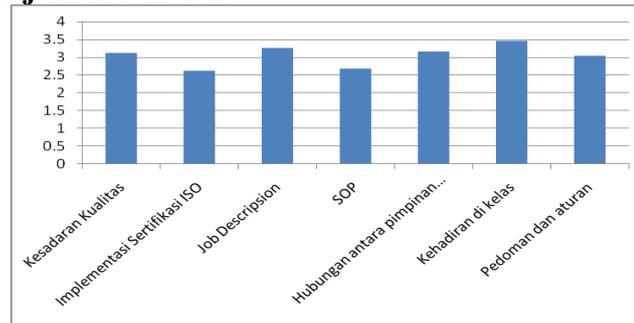
## 3. Kesiapan Sarana dan Prasarana



Gambar 3. Kesiapan Sarana dan Prasarana

Secara umum, SMK di Daerah Istimewa Yogyakarta mempunyai fasilitas yang cukup memadai baik dalam hal jumlah ruang kelas, laboratorium, bengkel dan juga sarana penunjang lainnya. Kondisi sekolah rata-rata masih layak untuk digunakan untuk pengembangan sekolah. Hasil kuisisioner, survei dan dokumentasi menunjukkan bahwa sarana dan prasarana di SMK sudah baik.

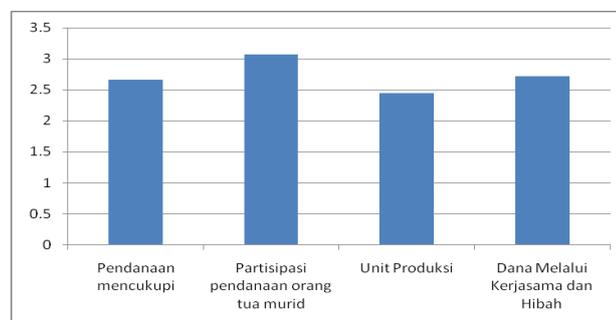
#### 4. Kesiapan Manajemen Sekolah



Gambar 4. Kesiapan Manajemen Sekolah

Pengelolaan sekolah secara umum telah berjalan dengan baik. Data hasil kuisioner menunjukkan bahwa siswa, guru, karyawan dan pimpinan sekolah memberikan penilaian yang baik dan sangat baik. Hanya aspek Implementasi ISO dan Prosedur Operasi Standar yang masih mendapatkan skor kurang. Sebagian guru dan siswa menilai manajemen mutu berbasis ISO lebih ditekankan pada administrasi dan belum diimplementasikan dengan baik. Walaupun SMK di DIY yang sudah ditetapkan sebagai RSBI sudah memperoleh sertifikat ISO, tetapi pelaksanaan dan evaluasinya masih terbatas pada hal-hal yang sederhana. Sertifikat ISO lebih dijadikan sebagai promosi dan prestis sekolah bahwa mereka sudah mendapatkan sertifikat ISO sehingga dapat menarik calon siswa dan orang tua siswa untuk masuk ke sekolah. Implementasi dari ISO sebenarnya sudah mulai dilakukan dengan mengembangkan dokumen mutu dan prosedur standar, akan tetapi masih banyak hal-hal yang seharusnya sudah ada SOP-nya tetapi tidak dilaksanakan dengan baik.

#### 5. Kesiapan Pendanaan

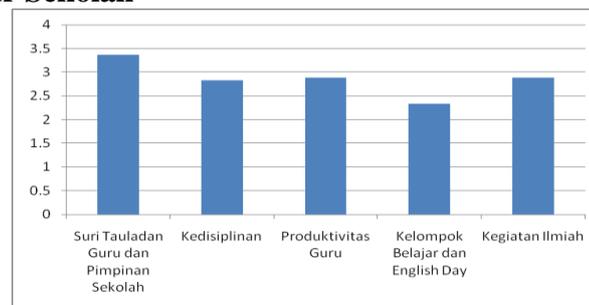


Gambar 5. Kesiapan Pendanaan

Pendanaan SMK yang sudah ditetapkan sebagai RSBI pada umumnya bersumber dari pemerintah, sumbangan orang tua murid, unit produksi dan kerjasama atau hibah. Data hasil angket kepada guru dan pimpinan sekolah,

menyatakan bahwa pendanaan sekolah pada umumnya cukup. Namun demikian sekolah perlu lebih menggali dana-dana yang bersumber dari kegiatan unit produksi untuk mendukung pendanaan sekolah dan berkompetisi untuk mendapatkan dana hibah kerjasama baik dari pemerintah maupun industri. Kebanyakan sekolah di DIY sudah mempunyai unit produksi walaupun belum dikelola dengan baik. Di masa mendatang unit produksi perlu dikembangkan dan dikelola dengan baik agar dapat menjadi sumber pendapatan sekolah untuk menunjang kegiatan yang direncanakan.

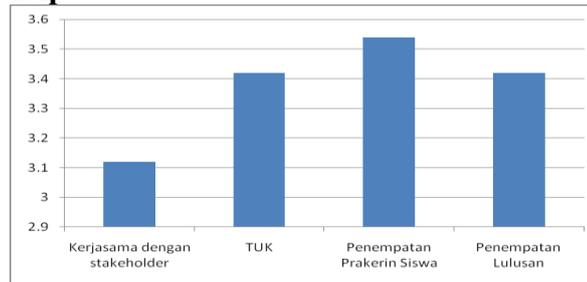
## 6. Kesiapan Kultur Sekolah



Gambar 6. Kesiapan Kultur Sekolah

Budaya sekolah atau atmosfer akademik di SMK yang sudah ditetapkan sebagai RSBI di DIY secara umum sudah baik. Dari 5 aspek, 4 diantaranya sudah baik yaitu suri tauladan dari guru dan pimpinan, kedisiplinan, produktivitas dan kegiatan ilmiah. Aspek yang masih kurang yaitu kelompok belajar dan english day. Berdasarkan hasil observasi, secara umum di SMK DIY suasana akademiknya sudah baik. Hal ini diindikasikan dengan banyaknya kegiatan kesiswaan baik yang dikelola oleh sekolah maupun organisasi kesiswaan. Pada saat istirahat beberapa siswa sibuk dengan berbagai kegiatan seperti diskusi kelompok, membaca buku, akses internet melalui hotspot, mengerjakan tugas, latihan di bengkel dan kegiatan-kegiatan ilmiah lainnya. Selain kegiatan ilmiah, beberapa siswa juga terlibat dalam kegiatan sosial dan keagamaan.

## 7. Kesiapan Partnersip



Gambar 7. Kesiapan Partnersip

Kerjasama (partnership) antara SMK dengan stakeholder merupakan salah satu nilai plus sekolah dalam mengembangkan kualitas lulusan. Kerjasama antara sekolah dapat digunakan untuk penempatan praktik industri siswa dan penempatan lulusan. Secara umum, SMK di DIY sudah mempunyai kerjasama dengan stakeholder baik dalam bentuk MoU maupun kerjasama biasa. Berdasarkan kuisisioner kepada guru dan pimpinan sekolah terdapat beberapa kerjasama yang di jalin oleh sekolah dengan instansi pemerintah, perguruan tinggi, industri maupun dunia usaha.

Beberapa sekolah mempunyai kerjasa dengan asosiasi profesi untuk menyelenggarakan uji kompetensi siswa. Hal ini menjadikan SMK mempunyai kesiapan yang lebih baik dalam menghadapi internasionalisasi pendidikan.

8. Yang perlu mendapat perhatian adalah kerjasama dengan stakeholders internasional. Sebagian besar kerjasama sekolah adalah dengan mitra lokal dan nasional dan hanya sedikit sekali yang sudah menjalin kerjasama dengan mitra internasional baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Hal inilah yang ke depan harus ditingkatkan agar kesiapan menyambut internasionalisasi pendidikan dapat lebih baik.

## 9. Kesiapan Peserta Didik dan Lulusan



Gambar 8. Kesiapan Peserta Didik dan Lulusan

Peserta didik merupakan bahan baku bagi sekolah khususnya SMK RSBI. Selama ini animo masyarakat khususnya calon siswa baru untuk masuk ke SMK RSBI di DIY cukup tinggi.

#### **A. Kesimpulan**

Dari hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Profil SMK di Daerah Istimewa Yogyakarta menunjukkan tingkat kesiapan untuk menghadapi internasionalisasi pendidikan pada kategori cukup.
2. Kesiapan sekolah SMK di DIY dalam menghadapi internasionalisasi pendidikan secara umum masuk dalam kategori cukup. Kondisi ini menuntut upaya perbaikan dan peningkatan sekolah guna meningkatkan kualitasnya untuk mencapai standar nasional pendidikan dan sekolah bertaraf internasional

#### **B. Saran**

1. Sekolah perlu meningkatkan budaya kualitas yang mendukung tercapainya sekolah bertaraf internasional seperti English day, English club, kerjasama dengan mitra luar negeri, produktivitas guru dan siswa.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. ...., (2003) Undang-undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional, Jakarta : Sekretaris Negara
2. ...., (2007) Penyelenggaraan Sekolah Menengah Kejuruan Bertaraf Internasional. Jakarta : Direktorat Pembinaan SMK Dirjen Dikdasmen Depdiknas
3. ...., (2009) Panduan Pelaksanaan Bantuan Pengembangan SMK Rintisan SBI, Jakarta : Direktorat Pembinaan SMK Dirjen Dikdasmen Depdiknas
4. Ali, M, 2010, E-Learning Readiness Of Vocational Schools In Enhancing Global Workforce, International Seminar Proceeding on Vocational Education and Training, Graduate School Yogyakarta State University.
5. Yuningsih, Y, Candrasari, A, 2009 “*Siapkah Indonesia Menghadapi Internasionalisasi Pendidikan*” Prosiding Simposium Penelitian dan Kebijakan Pendidikan Depdiknas, Jakarta.

6. DitPSMK, 2008, "*Panduan Verifikasi Sekolah Menengah Kejuruan Bertaraf Internasional (SMK - SBI)*", Departemen Pendidikan Nasional, Direktorat Pembinaan SMK, Jakarta
7. DitPSMK, 2008, "*Panduan Evaluasi Diri Sekolah Menengah Kejuruan Bertaraf Internasional (SMK - SBI)*", Departemen Pendidikan Nasional, Direktorat Pembinaan SMK, Jakarta
8. Dharma, S. (2007). *Sekolah Bertaraf Internasional : Quo Vadiz?* [Http://www.ask.com](http://www.ask.com). Accessed: 19 June 2009
9. Suderadjat, H (2004). "*Implementasi Kurikulum Berbasis Kompetensi*". Bandung: CV Cemas Cipta Grafika.

**PENGEMBANGAN MODEL IMPLEMENTASI  
ALFHE (ACTIVE LEARNING FOR HIGHER EDUCATION)  
DALAM KERANGKA ACUAN KERJASAMA UNY, DBE2, DAN USAID**

Dadan Rosana, Suyoso, Pujiyanto  
FMIPA  
Universitas Negeri Yogyakarta

**Abstrak**

USAID melalui Program DBE 2 telah bekerjasama dengan Pemerintah Republik Indonesia sejak tahun 2005 dan kerjasama ini akan berlangsung hingga akhir bulan September 2010. Di tingkat Pusat USAID/DBE 2 bermitra dengan Kementerian Bidang Kesejahteraan Rakyat Republik Indonesia, Departemen Pendidikan Nasional, Departemen Agama, dan Instansi Pemerintah Republik Indonesia lain yang terkait. Dalam rangka membantu meningkatkan mutu pendidikan dasar di Indonesia, DBE 2 telah bekerjasama dengan 14 perguruan tinggi mitra di Indonesia yang salah satunya adalah Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) dan 3 perguruan tinggi mitra di Amerika Serikat (*Florida State University, University of Pittsburgh, dan University of Massachusetts*), dalam kegiatan merancang dan mengembangkan paket-paket pelatihan, melaksanakan riset, pelatihan dan pendampingan serta memberikan pengakuan SKS atas paket-paket pelatihan tersebut.

Tujuan umum dari penelitian yang menitik beratkan pada kerjasama antar lembaga ini, sesuai dengan peran Perguruan Tinggi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran yang merupakan salah satu Tri Dharma Perguruan Tinggi. Sedangkan tujuan khususnya adalah; (1) Meningkatkan kompetensi profesional staf pengajar di UNY melalui TOT ALFHE untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan dasar tentang pembelajaran aktif di perguruan tinggi, dan (2) Melaksanakan TOT ALFHE di UNY terhadap 30 orang dosen pengajar kelas internasional dan dosen dari fakultas lain dalam rangka *roll-out* dengan menerapkan prinsip-prinsip pelatihan dan pembelajaran aktif, menggunakan seluruh kurikulum, materi dan metoda dalam ALFHE yang telah dilatihkan, (3) Mengembangkan model implementasi ALFHE di beberapa fakultas di UNY, dan (4) Melakukan evaluasi pelaksanaan ALFHE secara terintegrasi dengan melibatkan tim ahli dari DBE2 dan USAID.

Tahapan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut; (1) peningkatan kompetensi dosen pengajar kelas internasional di FMIPA UNY melalui pelaksanaan TOT Pembelajaran Aktif untuk Perguruan Tinggi (ALFHE), dan implementasi secara keseluruhan oleh 4 orang dosen di 3 Fakultas (meliputi: Pelatihan Pembelajaran Aktif di Perguruan Tinggi/ALFHE, kegiatan pelaksanaan ALIHE dan pendampingan, Kegiatan penilaian dokumen portofolio hasil penerapan pembelajaran aktif di kelas dan umpan balik mahasiswa) dan (2) Pelaksanaan *roll-out* Program Paket TOT ALFHE. *Roll-out* melalui pengimplementasian seluruh paket TOT ALFHE di perguruan tinggi, pelatihan dilakukan oleh 30 orang staf pengajar dengan menggunakan materi pelatihan yang sama dengan materi yang diberikan oleh DBE2 dan dilaksanakan dengan strategi pelatihan aktif. Luaran dari penelitian ini berupa kerjasama dengan DBE2-USAID mulai

dari TOT dosen yang ditunjukkan dengan dokumen KAK (Kerangka Acuan Kerjasama), pelaksanaan, *coaching dan mentoring*, sampai pada *rool out* dan seminar nasional (2 naskah prosiding). Hasil penelitian pada tahapan *real teaching* menunjukkan terdapat peningkatan dari tinjauan keberhasilan proses yaitu aktivitas, kemandirian belajar, dan kreatifitas serta dari keberhasilan produk dari peningkatan kemampuan kognitif yang signifikan setelah dilihat disparitasnya antara kondisi sebelum penerapan model implementasi ALFHE dan sesudah implementasi ALFHE.

**Kata Kunci:** *active learning*, model implementasi,

## **A. Pendahuluan**

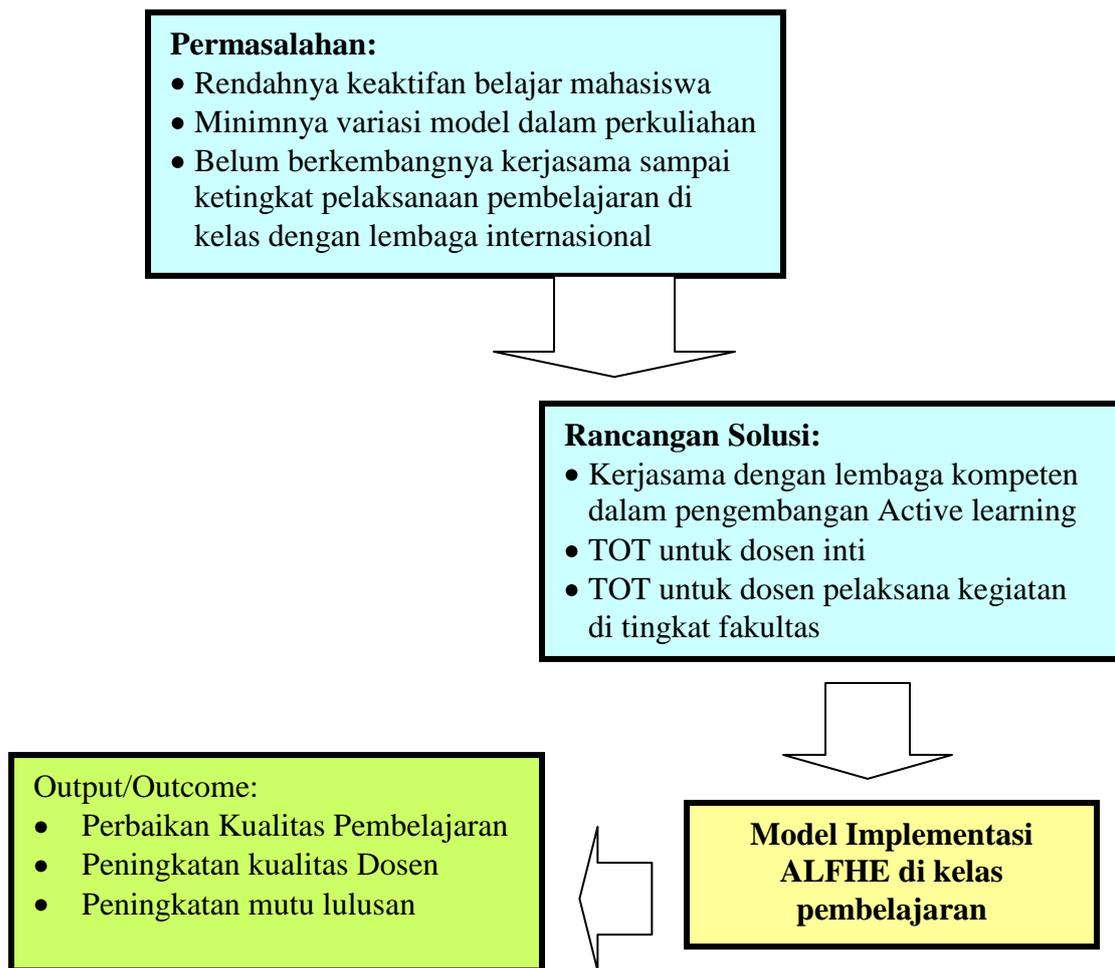
USAID melalui Program DBE 2 telah bekerjasama dengan Pemerintah Republik Indonesia sejak tahun 2005 dan kerjasama ini akan berlangsung hingga akhir bulan September 2010. Di tingkat Pusat USAID/DBE2 bermitra dengan Kementerian Bidang Kesejahteraan Rakyat Republik Indonesia, Departemen Pendidikan Nasional, Departemen Agama, dan Instansi Pemerintah Republik Indonesia lain yang terkait.

Dalam rangka membantu meningkatkan mutu pendidikan dasar di Indonesia, DBE2 pada tahun 2010 ini bekerjasama dengan 14 perguruan tinggi mitra di Indonesia (yang salah satunya adalah Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) dan 3 perguruan tinggi mitra di Amerika Serikat (*Florida State University, University of Pittsburgh, dan University of Massachusetts*), dalam kegiatan merancang dan mengembangkan paket-paket pelatihan, melaksanakan riset, pelatihan dan pendampingan serta memberikan pengakuan SKS atas paket-paket pelatihan tersebut. Kerjasama antara USAID melalui program DBE2 dengan UNY tertuang dalam Kerangka Acuan Kerjasama (KAK) yang ditandatangani oleh Chief of Party Education Development Centre DBE2-USAID dan Rektor UNY tertanggal 14 Februari 2010.

Dampak positif yang ditimbulkan oleh program pelatihan ini telah menarik minat perguruan tinggi lain untuk bergabung sehingga pada tahun 2009 DBE2 Jawa Tengah menjalin kerjasama dengan 6 perguruan tinggi mitra baru, diantaranya Universitas Negeri Yogyakarta. DBE 2 juga mengembangkan paket pelatihan pembelajaran aktif bagi para dosen di perguruan tinggi mitra (*Active Learning for Higher Education / ALFHE*). Karena itulah diperlukan ujicoba untuk penyempurnaan paket pelatihan tersebut agar dapat disebarluaskan penggunaannya di perguruan tinggi mitra DBE2 lainnya.

Berkaitan dengan rencana penelitian ini, sebagai *University Contact Person*, ketua tim peneliti akan meminta DBE 2 untuk bekerjasama dengan Universitas Negeri Yogyakarta selama periode Maret 2010 sampai dengan November 2010. Lingkup kerjasama ini adalah: (1) Pelaksanaan TOT Pembelajaran Aktif untuk Perguruan Tinggi (ALFHE), yang secara keseluruhan meliputi : a) Pelatihan Pembelajaran Aktif di Sekolah (ALIS) dan Kunjungan Sekolah, b) Pelatihan Pembelajaran Aktif di Perguruan Tinggi (ALIHE), c) Kegiatan Pelaksanaan ALIS dan Pendampingan, d) Kegiatan Penilaian Dokumen Portofolio hasil penerapan pembelajaran aktif di kelas dan umpan balik mahasiswa. (2) Pelaksanaan *roll-out* Program Paket TOT ALFHE. *Roll-out* yang dimaksud adalah pengimplementasian seluruh paket TOT ALFHE di perguruan tinggi, dengan menggunakan materi pelatihan yang sama dengan materi yang diberikan oleh DBE2 dan dilaksanakan dengan strategi pelatihan aktif.

Dalam kesepakatan kerjasama pengembangan *active learning* di perguruan tinggi ini, pihak DBE2 dan Universitas Negeri Yogyakarta memiliki tugas dan kontribusi masing-masing. Pihak DBE melaksanakan kegiatan Program TOT ALFHE bagi dosen yang telah menandatangani surat kesepakatan dan bersedia mengikuti program pelatihan berikut persyaratannya, yaitu; memfasilitasi 5 orang staff pengajar dari Universitas Negeri Yogyakarta yang telah ditunjuk untuk mengikuti TOT Nasional ALFHE dan menyediakan seluruh bahan pelatihan yang diperlukan. Permasalahannya kemudian adalah seluruh biaya pelaksanaan *roll-out* dilakukan dan ditanggung secara mandiri oleh Universitas Negeri Yogyakarta. Karena itulah diperlukan skema dana penelitian khusus untuk implementasi model implementasi ALFHE ini di kelas pembelajaran.



Gambar 1. Kerangka Pemecahan Masalah

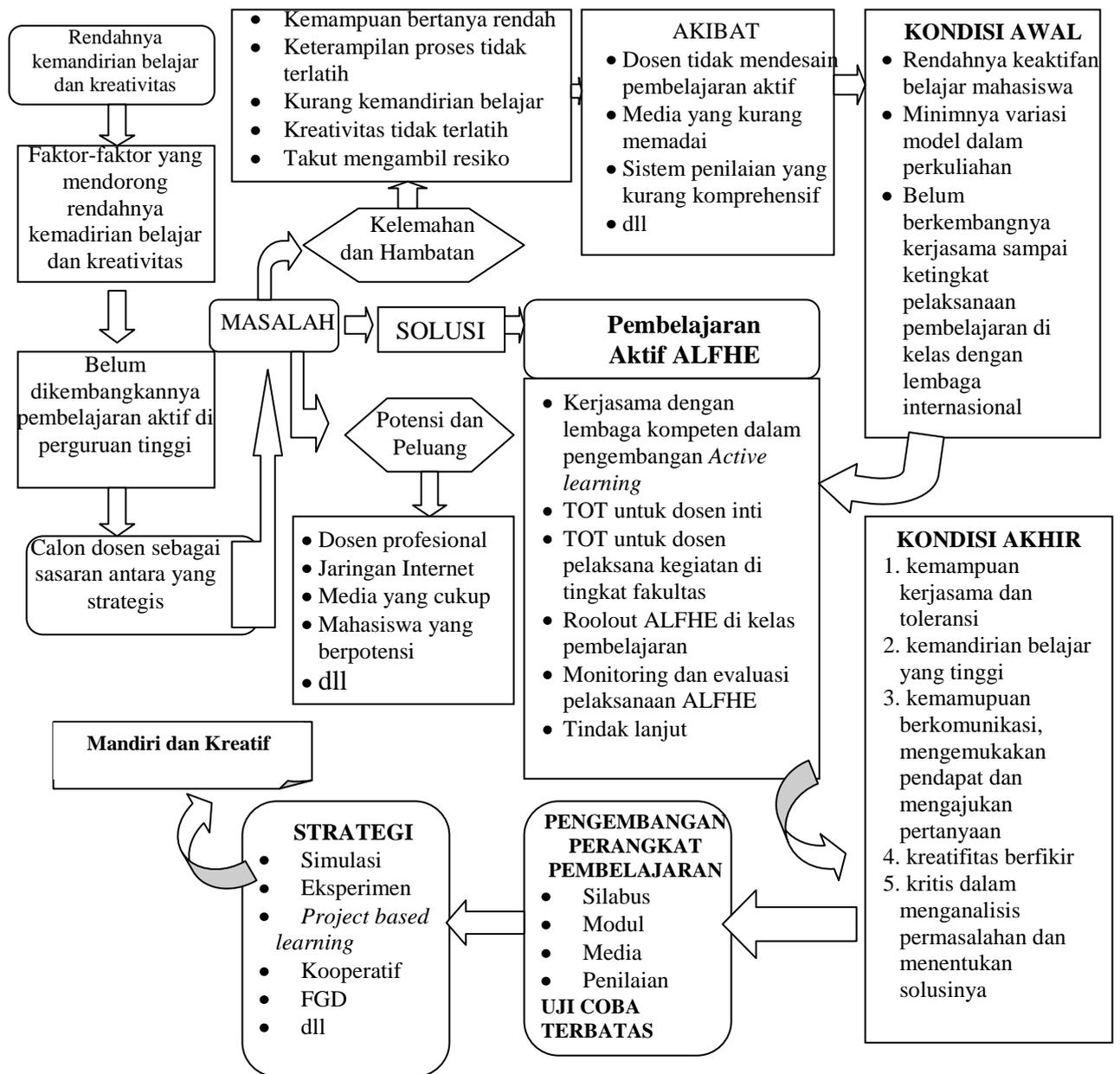
Tujuan umum dari penelitian yang menitik beratkan pada kerjasama antar lembaga ini, sesuai dengan peran Perguruan Tinggi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran yang merupakan salah satu Tri Dharma Perguruan Tinggi. Sedangkan tujuan khususnya adalah; (1) meningkatkan kompetensi profesional staf pengajar di UNY melalui TOT ALFHE untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan dasar tentang pembelajaran aktif di perguruan tinggi, (2) melaksanakan TOT ALFHE di UNY terhadap 30 orang dosen lintas Fakultas dalam rangka *roll-out* dengan menerapkan prinsip-prinsip pelatihan dan pembelajaran aktif, menggunakan seluruh kurikulum, materi dan metoda dalam ALFHE yang telah dilatihkan, (3) mengembangkan model implementasi ALFHE di beberapa fakultas di UNY, dan (4) melakukan evaluasi

pelaksanaan ALFHE secara terintegrasi dengan melibatkan fasilitator untuk *coaching* dan *mentoring* dari DBE2 dan USAID.

## **B. Metode Penelitian**

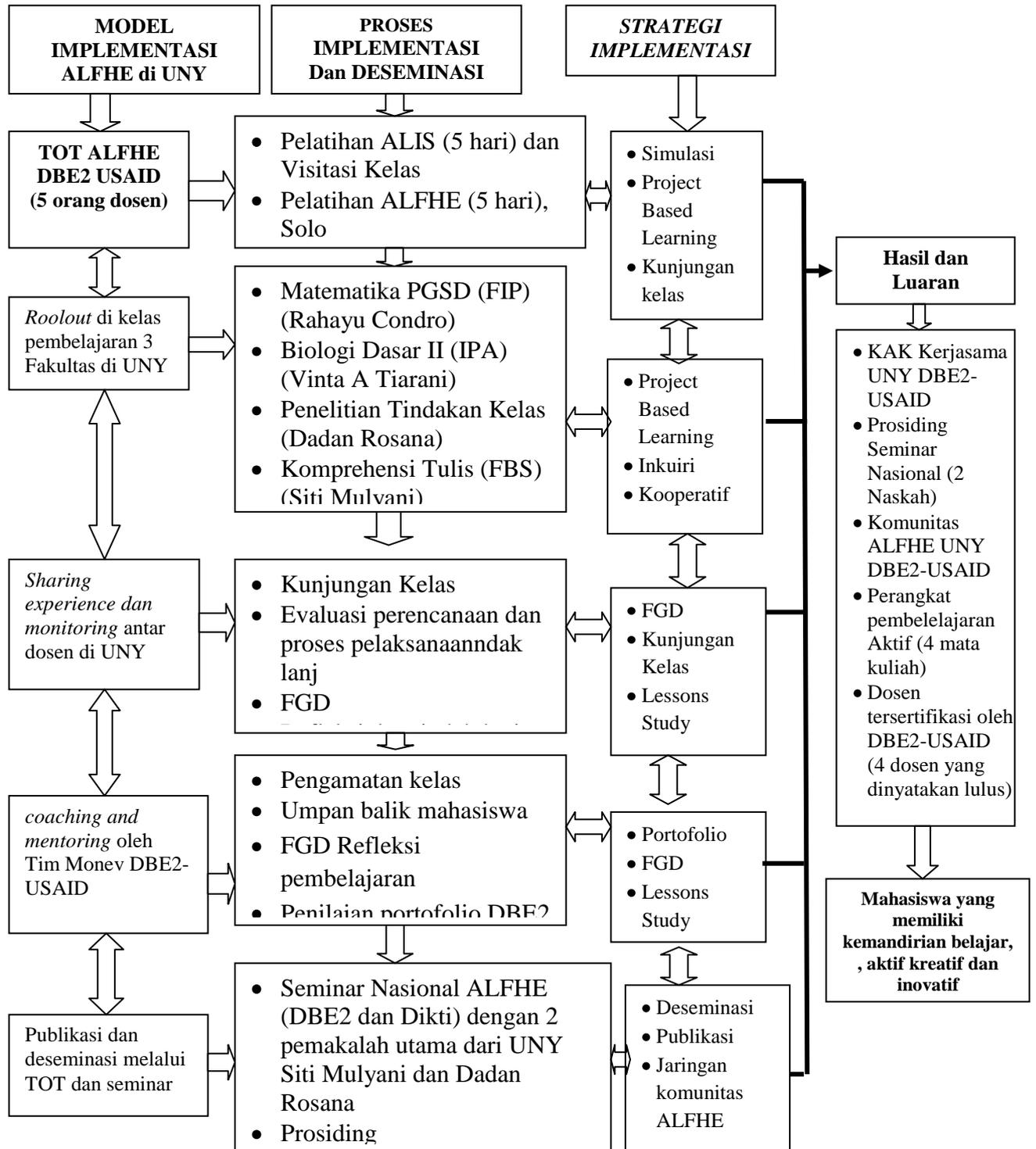
Sesuai dengan metodologi penelitian maka sistematika pembahasan hasil penelitian ini mengikuti tahapan pelaksanaan *Research and Development* menggunakan model spiral sebagaimana yang direferensikan oleh Cennamo dan Kalk (2005:6). Tahapan pelaksanaan R&D dapat diuraikan sebagai berikut; (1) fase definisi (*define*), menghasilkan usulan kegiatan pengembangan berupa rancangan identifikasi kebutuhan, spesifikasi tujuan, patok duga keberhasilan, produk akhir, strategi pengujian efektivitas program dan produk, (2) fase perancangan (*design*), meliputi garis besar perencanaan yang akan menghasilkan dokumen rancangan pengajaran dan asesemen, (3) fase peragaan (*demonstrate*), mengembangkan spesifikasi rancangan dan memantapkan kualitas sarana dan media pengembangan produk paling awal, dengan hasil berupa dokumen rinci tentang produk (*storyboards*, *templates* dan prototipe media bahan belajar), (4) fase pengembangan (*develop*), mnghasilkan bahan pengajaran secara lengkap, kegiatan intinya adalah upaya meyakinkan bahwa semua rancangan dapat digunakan bagi pengguna dan memenuhi tujuan, dan (5) fase penyajian (*deliver*), menyajikan bahan-bahan kepada klien dan memberikan rekomendasi untuk kepentingan kedepan; hasil dari fase ini adalah adanya kesimpulan sukses tidaknya rancangan produk yang dikembangkan bagi kepentingan pengguna dan dari tim yang terlibat.

Salah satu tujuan penting dalam fase definisi (*define*) adalah mendapatkan landasan teoritis yang kuat untuk sampai pada fase perancangan (*design*), meliputi garis besar perencanaan yang akan menghasilkan dokumen rancangan pengajaran dan asesemen. Dalam peneltian ini kedua fase itu diilustrasikan dalam gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Kerangka pikir pengembangan pembelajaran aktif ALFHE

Model hipotetik yang digunakan untuk merealisasikan kegiatan penelitian digambarkan dalam Gambar 3. di bawah ini



Gambar 3. Model implementasi ALFHE

### C. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan persiapan dimulai komunikasi dan pengajuan kerjasama antara UNY dan USAID melalui DBE2 yang juga melibatkan beberapa perguruan tinggi di Indonesia. Peneliti utama selanjutnya ditunjuk sebagai *University Contact Person* (UCP) yang bertugas untuk mengkoordinasikan kegiatan di tingkat universitas. Peneliti sebagai UCP, telah melakukan: (a) mengkoordinasi peserta lain dalam kegiatan TOT ALFHE di PT nya; (b) menjadi penghubung kerja antara Universitas Negeri Yogyakarta dengan DBE2; serta (c) sebagai fasilitator TOT ALFHE di Universitas Negeri Yogyakarta.

Kerjasama diawali dengan penandatanganan Draft Kerangka Acuan Kerjasama (KAK) antara DBE2-USAID dengan beberapa perguruan tinggi yang salah satunya oleh rektor UNY yang diwakili Pembantu Rektor 3 di Hotel KANA Kaliurang Yogyakarta, pada tanggal 28 Maret 2010. Kerjasama dilanjutkan dengan TOT ALIS (*Active Learning in School*) yang diikuti oleh 5 Dosen UNY dari 4 Fakultas. Kegiatan meliputi *best practice*, *project based learning* dan kunjungan kelas ke sekolah di Yogyakarta dan Klaten.

Tahap berikutnya dilakukan TOT ALFHE (*Active Learning for Higher Education*) yang dilakukan oleh DBE2-USAID di Hotel Best Western Solo. Sama halnya dengan TOT ALIS maka kegiatan TOT ALFHE meliputi *best practice*, dan *project based learning* hanya saja kunjungan kelas diganti dengan penyusunan rencana implementasi di universitas masing-masing. Selanjutnya dilakukan koordinasi antara dosen-dosen UNY yang telah mendapatkan sertifikat lulus (4 orang, satu orang dinyatakan gugur) untuk penyusunan Silabus RPP dan workshop penyusunan media. Setelah para dosen melalui pelatihan pelatih pertama mendapatkan pengetahuan tentang penerapan pembelajaran active learning di Perguruan Tinggi, maka melalui pelatihan kedua ini para peserta diharapkan mampu merancang dan menerapkan pembelajaran active learning di mata kuliah yang merekaampu serta mensupervisi teman sejawat maupun mahasiswa dalam penerapan pembelajarannya di fakultas masing-masing. Dengan penerapan pembelajaran active learning di Perguruan tinggi ini, peserta diharapkan dapat memberikan contoh langsung kepada mahasiswa sebagai calon dosen maupun dosen yang sedang belajar di universitas yang bersangkutan.

Pengamatan terhadap kegiatan *active learning* di sekolah pada kegiatan kunjungan yang meliputi perencanaan, kegiatan active learning, manajemen, dan *brain*

*storming* yang telah diperoleh kemudian diidentifikasi dan dianalisis, hasilnya dibahas dan digunakan sebagai bahan diskusi pada setiap kegiatan dalam sesi terkait dan kemudian hasilnya diangkat sebagai dasar perencanaan dan pengembangan silabus, dan SAP mata kuliah yang diampu oleh para dosen untuk peningkatan kualitas pembelajaran di Perguruan tinggi.

Tabel 1. Tahapan kegiatan dalam rangka realisasi pemecahan masalah

No	Jenis Kegiatan	Bukti Dokumen	Waktu pelaksanaan
1	Koordinasi, dan memfasilitasi serta melaksanakan hubungan kerja dengan DBE 2 (peran ketua peneliti sebagai UCP, <i>university contact Person</i> )	Draft KAK antara DBE2 dan UNY	Maret-April 2010
2	<i>University Contact Person</i> , telah melakukan: (a) mengkoordinasi peserta lain dalam kegiatan TOT ALFHE di PT nya; (b) menjadi penghubung kerja antara Universitas Negeri Yogyakarta dengan DBE2; serta (c) sebagai fasilitator TOT ALFHE di UNY	Surat	Maret 2010
3	TOT Nasional ALFHE (kerjasama dengan USAID lewat DBE2 di Best Western Hotel Solo (Foto Kegiatan dan daftar peserta terlampir)	Sertifikat Undangan Foto dan Presensi Peserta	29Maret-2April 2010
4	Pelaksanaan <i>roll-out</i> Program Paket TOT ALFHE. <i>Roll-out</i> yang dimaksud adalah pengimplementasian seluruh paket TOT ALFHE di perguruan tinggi oleh 4 dosen di FMIPA, FBS, dan FIP (PGSD)	Dokumen Portofolio, Foto	Maret – Mei 2010
5	Monitoring dan evaluasi pelaksanaan <i>roolout</i> ALFHE di UNY oleh Anggota Tim ME (Monitoroing dan Evaluasi) DBE2 dan Fasilitator Fasilitator : Prof Dr. H. Soekarno,M.Si. Tim M&E : Irwan Rudiansyah	Surat DBE2 Foto	27-29 April 2010
6	Pelatihan pembelajaran aktif di perguruan tinggi (ALIHE) untuk dosen FMIPA UNY dari Penyelenggara Kelas Internasional	Daftar hadir Foto kegiatan	April-Mei 2010
7	Kegiatan pelaksanaan ALFHE di kelas FMIPA, FBS dan PGSD (5 mata kuliah) dan pendampingan oleh tim UNY yang telah mendapatkan sertifikat dari DBE2	Instrumen penilaian dan foto	September 2010

8	Kegiatan Penilaian Dokumen Portofolio hasil penerapan pembelajaran aktif di kelas dan umpan balik mahasiswa	Dokumen Portofolio	Oktober 2010
9	Deseminasi kegiatan ALIHE melalui seminar dan publikasi ilmiah	Prosiding, Sertifikat, Foto	November 2010
10	Analisis Data dan Pelaporan	Draft Laporan	November 2010

Kegiatan implementasi telah dilakukan pada bulan Agustus sampai Oktober 2010 dengan durasi 1 kali pertemuan setiap minggu. Setiap kali tatap muka atau penyampaian satu RP dilakukan pengamatan terhadap (1) kemampuan dosen dalam mengelola KBM dengan instrumen evaluasi kompetensi dosen, (2) Aktivitas dosen dan mahasiswa dalam pembelajaran, (3) Profil kemampuan mahasiswa, dan (4) kinerja dan sikap mahasiswa dalam pembelajaran mahasiswa selama KBM dengan instrumen yang bersesuaian. Hasil observasi masing-masing aktivitas tersebut disajikan di bawah ini.

Kemampuan dosen mitra dalam mengelola pembelajaran kooperatif difokuskan pada kemampuannya dalam kegiatan: Persiapan Pembelajaran, Pendahuluan, Kegiatan Inti, Penutup, Pengelolaan Waktu, dan Kemampuan dosen dalam mengendalikan suasana kelas. Hasil penilaian rata-rata (2 dosen) dalam pengelolaan kegiatan belajar mengajar untuk masing-masing Kegiatan Belajar Mengajar secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Pengelolaan KBM dalam implementasi perangkat pembelajaran

No	Aspek Yang Diamati	Skor pengamatan tiap pertemuan						Skor Rata-rata	Nilai Kategori
		P1	P2	P3	P4	P5	.		
1	Persiapan	3.25	3.5	3.25	3.5	3.25	.	3.35	Cukup
2	Pendahuluan	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	.	3.5	Baik
3	Kegiatan Inti	3.25	3.75	3.50	3.5	3.5	.	3.5	Baik
4	Penutup	3.75	3.5	3.25	4.0	3.75	.	3.65	Baik
5	Pengelolaan waktu	3.25	3.5	3.25	3.5	3.25	.	3.35	Cukup
6	Suasana kelas	3.5	4.0	3.5	3.75	3.5	.	3.65	Baik
	Rata-rata	3,42	3.63	3.38	3.63	3.46	.	3.5	Baik
	Nilai Ketgori	Cuku p	baik	cuku p	Baik	cuku p	.	baik	

Dari tabel terlihat bahwa kemampuan dosen dalam mengimplementasikan rancangan pembelajaran dan perangkat yang dibuat belum begitu baik hal ini terlihat

dari skor yang didapatkan masih ada yang nilainya di bawah 3.5 (cukup). Hal ini tentu saja akan mempengaruhi keberhasilan implementasi dari keseluruhan program penelitian yang dilakukan.

Selanjutnya untuk mengetahui keberhasilan poses dan produk kognitif digunakan tes. Tes digunakan untuk melihat tingkat kognitifitas mahasiswa setelah kegiatan pembelajaran dilakukan, disamping itu tes ini penting untuk melihat korelasi antara kinerja dan kognitifnya. Tes kognitif ini terdiri dari 4 perangkat Quiz dan 3 tugas terstruktur yang berdasarkan pengujian empirik semuanya layak digunakan. Rata-rata soal dengan tingkat kesukaran yang sedang, hanya 6 soal dengan tingkat kesukaran tinggi dan tiga soal dengan tingkat kesukaran rendah. Hasil lengkap instrumen berupa tes kognitif ini dapat dilihat di lampiran.

Tes hasil belajar produk digunakan untuk mengetahui tingkat penguasaan mahasiswa terhadap materi pelajaran yang diukur dengan menilai kemampuan kognitif dalam pembelajaran. kemampuan kognitif selanjutnya akan ditinjau secara perorangan yang disebut sebagai ketuntasan perorangan, dan dilihat secara keseluruhan mahasiswa yang mengikuti pelajaran dari awal sampai akhir yang disebut sebagai ketuntasan klasikal.

Rata-rata proporsi jawaban benar mahasiswa terhadap Quiz 1 adalah 0.28, dan rata-rata proporsi jawaban benar mahasiswa setelah pembelajaran menggunakan perangkat yang dibuat dengan tiga Quiz berikutnya (Quiz 2, 3, dan 4) adalah 0.68. Dengan demikian, terjadi peningkatan rata-rata proporsi jawaban benar mahasiswa sebesar 0.40. Hasil analisis ketuntasan belajar mahasiswa membuktikan, 23 orang mahasiswa atau 88.64% mahasiswa telah tuntas belajarnya, dari 26 orang mahasiswa yang mengikuti kegiatan belajar mengajar, tugas dan diskusi. Dengan demikian, secara klasikal mahasiswa telah tuntas belajarnya, karena persentase mahasiswa yang telah tuntas belajarnya berada di atas standar ketuntasan yang ditetapkan dalam silabus. Menurut silabus aktif model implementasi ALFHE, kelas dikatakan tuntas, jika 85% mahasiswa telah tuntas belajarnya, atau 85% mahasiswa mempunyai  $p > 0.65$ . Ada peningkatan tingkat kognitifitas antara sebelum dan sesudah perlakuan yang dapat dilihat dengan uji beda dengan uji t. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan cukup signifikan untuk meningkatkan tingkat kognitifitas mahasiswa.

#### **D. Kesimpulan**

Penelitian ini telah berhasil dilakukan dengan tahapan sebagai berikut; (1) peningkatan kompetensi dosen pengajar kelas internasional di FMIPA UNY melalui pelaksanaan TOT Pembelajaran Aktif untuk Perguruan Tinggi (ALFHE), dan implementasi secara keseluruhan oleh 4 orang dosen di 3 Fakultas (meliputi: Pelatihan Pembelajaran Aktif di Perguruan Tinggi/ALFHE, kegiatan pelaksanaan ALIHE dan pendampingan, Kegiatan penilaian dokumen portofolio hasil penerapan pembelajaran aktif di kelas dan umpan balik mahasiswa) dan (2) Pelaksanaan *roll-out* Program Paket TOT ALFHE. *Roll-out* melalui pengimplementasian seluruh paket TOT ALFHE di perguruan tinggi, pelatihan dilakukan oleh 30 orang staf pengajar dengan menggunakan materi pelatihan yang sama dengan materi yang diberikan oleh DBE2 dan dilaksanakan dengan strategi pelatihan aktif. Luaran dari penelitian ini berupa kerjasama dengan DBE2-USAID mulai dari TOT dosen yang ditunjukkan dengan dokumen KAK (Kerangka Acuan Kerjasama), pelaksanaan, *coaching dan mentoring*, sampai pada *roll out* dan seminar nasional (2 naskah prosiding).

*Roll out* dalam bentuk *real teaching* telah dilakukan untuk 4 mata kuliah di 3 Fakultas, yaitu; (1) Biologi Dasar (Jurusan Pendidikan IPA FMIPA), (2) Matematika PGSD (Jurusan PGSD FIP), (3) Komprehensi Tulis (Jurusan Bahasa Jawa FBS) dan (4) Penelitian Tindakan Kelas (FMIPA). Hasil penelitian pada tahapan *real teaching* menunjukkan terdapat peningkatan dari tinjauan keberhasilan proses yaitu aktivitas, kemandirian belajar, dan kreatifitas serta dari keberhasilan produk dari peningkatan kemampuan kognitif yang signifikan setelah dilihat disparitasnya antara kondisi sebelum penerapan model implementasi ALFHE dan sesudah implementasi ALFHE.

#### **Daftar Pustaka**

Andi Hakim Nasution (1988) *Proses belajar mengajar*. Bandung: Remaja Karya

Atwi Suparman (2001) *Desain instruksional*. Jakarta: PAU-PPAI. UT

Borg & Gall (1983) The effects of h&s-on & teacher demonstration laboratory methods on science achievement in relation to reasoning ability & prior knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(2), 121-31.

Cennamo, K. & Kalk, D. (2005). *Real world instructional design*. Diambil tanggal 23 September 2007 dari [www.Amazon.com](http://www.Amazon.com).

- Dillon, W. R., & Goldstein, W. (1984). *Multivariate analysis*. Columbia: John Wiley & Sons.
- Gay (1990) *The conditions of learning and theory of instruction*. 4th edition. New York: Holt, Rinehart, and Winston
- Hair, J.F., Anderson, R..E., Tatham, R..L., & Black, W.C. (1998). *Multivariate data analysis* (5<sup>th</sup>.ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Hisyam Zaini, Bermawiy Munthe & Sekar Ayu Aryani (2007)
- Kerlinger, F.N. (2002). *Asas-asas penelitian behavioral*. Terjemahan Simatupang, L.R. New York : Holt Rinehart & Winston
- Milton, C.W. & Carla, Z.S. (2006). *Enhancing science instruction in the elementary schools*. Diambil tanggal 25 September 2006, dari <http://www.arxiv.org/ftg/physics/paper/0207/0207051.pdf>.
- Mulyasa (2004) *Kerangka konseptual mutu pendidikan dan pembinaan kemampuan profesional dosen*. Jakarta: Cardimas Metropole
- Syamsu Mappa dan Anisa Basleman (1994:46) *Psikologi belajar dan mengajar*. Bandung: Sinar Baru Algensind
- Thorndike (Bimo Wagito, 1997) *Tests of creative thinking: Norms-technical manual*. Princeton, NJ: Personnel Press/Ginn.
- Win Wenger (2003) *Education for rational thinking: A critique*. AETS Yearbook, The Psychology for Teaching For Thinking & Creativity. Columbus : The Ohio State University

# MODEL NETWORKING SEKOLAH SEBAGAI BASIS PENINGKATAN KUALITAS PENDIDIKAN DI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN

Suhartanta, Sukoco, Zaenal Arifin  
Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

## Abstrak

Tujuan jangka panjang penelitian ini adalah menciptakan SMK yang mampu menjaga kualitas pendidikan melalui kemampuan mengembangkan diri (*self improvement*) sesuai dengan tolok ukur pendidikan. Tujuan khusus penelitian ini adalah menemukan model pengembangan jejaring kerja sama (*networking*) antara SMK dengan *stakeholder* yang paling cocok dan baku untuk SMK.

Penelitian ini dilakukan di SMK di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, yakni SMK di Kabupaten Sleman, Kulon Progo, Gunung Kidul, Bantul dan Kota Yogyakarta. Penelitian ini dirancang dilakukan dalam rentang 3 (tiga) tahun. Pada tahun pertama bertujuan untuk: (a) merumuskan model *networking* sekolah dengan *stakeholder* sekolah dalam rangka peningkatan kualitas pendidikan sesuai dengan Standar Pendidikan Nasional; (b) memvalidasi dan mengujicobakan secara terbatas model *networking* yang sudah dirumuskan. Tahun kedua bertujuan menerapkan secara luas dan menguji model *networking* dan melihat efektivitasnya. Tahun ketiga bertujuan mensosialisasikan model melalui deseminasi dan publikasi ilmiah. Penelitian menggunakan pendekatan *Research and Development*, tahapannya : (a) perumusan model, (b) validasi model, (c) revisi, (d) ujicoba terbatas, (e) revisi, (f) ujicoba luas, (g) revisi, (h) produk akhir, dan (i) deseminasi hasil penelitian. Sumber data dalam penelitian ini adalah kalangan dunia kerja, kepala sekolah dan Tim Pengembang SMK. Pengumpulan data dengan teknik observasi, wawancara, dan dokumentasi. Analisis data dilakukan secara deskriptif.

Hasil penelitian ini antara lain: 1) Model *networking* yang dikembangkan melalui penelitian ini efektif dan efisien untuk menjaring data dan informasi kebutuhan lapangan kerja. Hal ini dengan pertimbangan waktu yang diberikan hanya 3 minggu, namun dapat menjangkau sekitar 50 perusahaan, dan pihak sekolah dapat membuat tabulasi datanya. Di samping itu, kegiatan ini relatif tidak memerlukan pembiayaan, sehingga memungkinkan untuk dilakukan di SMK di masa yang akan datang; dan 2) Sekolah mulai mampu menterjemahkan data dan informasi yang didapatkan dari lapangan. Sekolah mampu menterjemahkan data dan informasi dan menjabarkannya dalam bentuk operasional kegiatan, serta penanggungjawabnya. Bila hal ini dapat dikembangkan lebih lanjut pada data dan informasi yang lainnya maka diharapkan sekolah akan lebih responsif terhadap perkembangan dan kemajuan kebutuhan di lapangan. Dengan demikian permasalahan kualitas dan relevansi lulusan akan dapat diatasi.

**Kata Kunci :** Networking Sekolah, Peningkatan Kualitas SMK

## A. Pendahuluan

Permasalahan krisis ekonomi di Indonesia belum juga teratasi dan telah berkembang menjadi krisis multidimensional. Banyak pendapat bahwa permasalahan tersebut bersumber dari lemahnya kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) di Indonesia. Seperti dikemukakan oleh Soedijarto (1998) bahwa suatu negara atau bangsa yang tidak dapat mengembangkan sumber daya manusianya, maka negara tersebut tidak akan dapat berbuat apa-apa untuk memperbaiki dan mengembangkan, baik dalam bidang politik, nasionalisme, ataupun bidang ekonomi.

Kelemahan Sumber Daya Manusia merupakan indikator lemahnya kualitas pendidikan, sebab SDM pada dasarnya merupakan produk proses pendidikan. Oleh karena itu langkah pemerintah dengan memunculkan Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional merupakan langkah strategis untuk meningkatkan kualitas pendidikan. Implementasinya akhir-akhir ini yaitu gerakan pembangunan sekolah dengan standar nasional dengan delapan pilarnya dan dihasilkan sekolah-sekolah yang telah memenuhi standar minimal dengan identitas Sekolah Standar Nasional (SSN). Di samping itu, juga mendorong sekolah-sekolah yang sudah SSN terus berkembang dan mempunyai standar internasional dengan identitas Sekolah Bertaraf Internasional (SBI). Dengan program tersebut diharapkan dapat diatasi terjadinya kesenjangan kualitas pendidikan di Indonesia.

Harapan pemerintah tersebut sangat tergantung pada tahap implementasi program, yaitu kesiapan dan kemampuan sekolah sebagai unsur pelaksana program dan seberapa besar kendala yang dihadapi. Banyak kebijakan yang di tingkat makro diprediksi cukup baik, namun di tingkat mikro tidak dapat dilaksanakan karena tingkat hambatan di lapangan sangat bervariasi. Dengan demikian untuk mencapai tujuan kebijakan pendidikan tersebut diperlukan tindak lanjut yakni mengubah dorongan pengembangan eksternal menjadi pemberdayaan potensi internal sekolah. Untuk itu sekolah memerlukan penguasaan strategi pengembangan yang berbasis pada *networking* dengan *stakeholder*-nya. Hasil penelitian Bank Dunia (*World Bank*) tahun 1995 terhadap 150 negara di seluruh dunia menyimpulkan bahwa kekuatan dan kemajuan suatu bangsa ditentukan oleh empat komponen pokok (Fasli Jalal, 2005). Komponen tersebut adalah inovasi (*innovation*) memberikan kontribusi sebesar 45%, jejaring kerjasama (*networking*) berkontribusi 25%, teknologi (*technology*) berkontribusi 20%,

sementara sumber daya alam (*natural resources*) hanya berkontribusi sebesar 10%. Berdasarkan hasil penelitian ini jelas bahwa sumberdaya alam tidak memberikan sumbangan yang berarti bila tidak dikelola oleh SDM yang inovatif dan memiliki jaringan (*networking*) yang kuat dalam mengembangkan semua potensi yang dimiliki.

Kebijakan bidang pendidikan tentang Standar Pendidikan Nasional yang akhirnya menghasilkan sekolah-sekolah SSN dan SBI merupakan salah satu terobosan inovasi pendidikan dalam upaya meningkatkan kualitas pendidikan agar sekolah mampu menghasilkan SDM yang berkualitas. Khususnya bagi Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dapat memberikan bekal yang relevan bagi lulusannya, baik untuk melanjutkan ke jenjang pendidikan yang lebih tinggi, ataupun bila mereka akan langsung bekerja. Keberhasilan program SSN dan SBI tentu sangat tergantung dari kemampuan dan komitmen masing-masing sekolah terhadap proses peningkatan kualitas. Tanpa adanya kesiapan, komitmen dan pengelolaan lebih lanjut mustahil program tersebut dapat mencapai sasaran yang diharapkan.

Kualitas pendidikan di SMK diukur dari kualitas dan relevansi lulusannya dengan kebutuhan di lapangan (Calhoun and Finc, 1982). Sementara kebutuhan kemampuan di lapangan terus berkembang sesuai dengan perkembangan kebutuhan produktivitas dan perkembangan teknologi yang diaplikasikan. Oleh karena itu untuk mempertahankan kualitas penyelenggaraan pendidikannya, SMK harus siap secara terus menerus mengembangkan diri. Berdasarkan pengamatan melalui kegiatan Monitoring dan Evaluasi program SSN dan SBI di beberapa daerah, ditemukan bahwa secara fisik program dapat dilaksanakan oleh sekolah dan dibuktikan dengan berbagai hasil yang dicapai. Namun setelah dilakukan penelusuran lebih jauh melalui pengamatan dan wawancara, terlihat bahwa dalam kegiatan PBM relatif masih belum berubah. Indikator lainnya yaitu pencapaian rata-rata ujian nasional selama tiga tahun pembinaan relatif tidak ada kenaikan.

Permasalahan tersebut terjadi kemungkinan disebabkan oleh dua hal. Pertama, warga sekolah masih beranggapan bahwa program SSN dan SBI pada dasarnya sama dengan program-program yang lainnya, yaitu selesai program maka selesailah kewajibannya, dan mereka akan kembali pada karakteristik sebelumnya. Bila ini terjadi, berarti tujuan program SSN dan SBI tidak akan mencapai sasaran seperti yang diharapkan. Kedua, warga sekolah memang tidak mempunyai pengetahuan dan

kemampuan untuk mengembangkan diri. Bila hal ini yang terjadi maka diberikan fasilitas apapun, sekolah relatif tidak akan ada perkembangan apapun.

Sampai dengan saat ini, belum ada kajian secara komprehensif yang telah menemukan model *networking* sekolah dengan *stakeholder*-nya. Oleh karena itu kajian ini layak dilakukan untuk mendukung keberhasilan program SSN dan SBI di SMK. Dengan ditemukannya model *networking*, penyelenggaraan pembelajaran di SMK akan selalu berkembang dan tujuan program SSN dan SBI dapat mencapai sasaran yang diharapkan.

Sekolah Menengah Kejuruan merupakan salah satu jenis pendidikan menengah di Indonesia, penyelenggaraannya dirancang dengan tujuan untuk mempersiapkan siswa memasuki lapangan kerja atau melanjutkan pendidikan ke jenjang pendidikan berikutnya yang sifatnya spesifik. Kondisi dan perkembangan lapangan kerja dan lembaga kelanjutan studi siswanya, menjadi acuan operasional penyelenggaraan pendidikan kejuruan. Orientasi lapangan kerja khususnya, mengarahkan proses pendidikan di SMK cenderung lebih banyak memberikan proses belajar mengajar praktikum, untuk membentuk sikap, kemampuan dan keterampilan kerja bagi siswanya, sesuai dengan kebutuhan kemampuan keterampilan tenaga kerja di lapangan.

Berbicara mengenai kualitas sumber daya manusia, maka pendidikan memegang peran yang sangat penting dan menentukan dalam proses peningkatan kualitas sumber daya manusia. Peningkatan kualitas pendidikan merupakan suatu proses yang terintegrasi dengan proses peningkatan kualitas sumber daya manusia itu sendiri. Menyadari pentingnya proses peningkatan kualitas sumber daya manusia, maka pemerintah bersama kalangan swasta terus berupaya mewujudkan amanat tersebut melalui berbagai usaha pembangunan pendidikan yang lebih berkualitas antara lain melalui pengembangan dan perbaikan kurikulum dan sistem evaluasi, perbaikan sarana pendidikan, pengembangan dan pengadaan materi ajar, serta pelatihan bagi guru dan tenaga kependidikan lainnya.

Upaya pemerintah tersebut pada kenyataannya belum cukup berarti dalam meningkatkan kualitas pendidikan. Salah satu indikator kurangberhasilan ini ditunjukkan antara lain dengan NEM siswa untuk berbagai bidang studi pada jenjang

SLTP dan SLTA yang tidak memperlihatkan kenaikan yang berarti, bahkan boleh dikatakan konstan dari tahun ke tahun, kecuali pada beberapa sekolah dengan jumlah yang relatif sangat kecil.

Permasalahan tersebut kemungkinan ada dua faktor yang dapat menjelaskan mengapa upaya perbaikan mutu pendidikan selama ini kurang atau tidak berhasil. Pertama strategi pembangunan pendidikan selama ini lebih bersifat *input oriented*. Strategi yang demikian lebih bersandar kepada asumsi bahwa bilamana semua input pendidikan telah dipenuhi, seperti penyediaan buku-buku (materi ajar) dan alat belajar lainnya, penyediaan sarana pendidikan, pelatihan guru dan tenaga kependidikan lainnya, maka secara otomatis lembaga pendidikan (sekolah) akan dapat menghasilkan output (keluaran) yang bermutu sebagaimana yang diharapkan. Ternyata strategi input-output tidak berfungsi sepenuhnya di lembaga pendidikan (sekolah), strategi tersebut dapat diterapkan dengan hasil yang baik dalam institusi ekonomi dan industri.

Kedua, pengelolaan pendidikan selama ini lebih bersifat *macro-oriented*, diatur oleh jajaran birokrasi di tingkat pusat. Akibatnya, banyak faktor yang diproyeksikan di tingkat makro (pusat) tidak terjadi atau tidak berjalan sebagaimana mestinya di tingkat mikro (sekolah). Dengan singkat dapat dikatakan bahwa kompleksitas cakupan permasalahan pendidikan seringkali tidak dapat terpikirkan secara utuh dan akurat oleh birokrasi pusat.

Diskusi tersebut memberikan pemahaman bahwa pembangunan pendidikan bukan hanya terfokus pada penyediaan faktor input pendidikan, tetapi juga harus lebih memperhatikan faktor proses pendidikan. Input pendidikan merupakan hal yang mutlak harus ada, namun dalam batas - batas tertentu tidak menjadi jaminan dapat secara otomatis meningkatkan mutu pendidikan. Di samping itu mengingat sekolah sebagai unit pelaksana pendidikan formal terdepan dengan berbagai keragaman potensi anak didik yang memerlukan layanan pendidikan yang beragam. Kondisi lingkungan yang berbeda satu dengan lainnya, maka sekolah harus dinamis dan kreatif dalam melaksanakan perannya untuk mengupayakan peningkatan kualitas pendidikan. Hal ini akan dapat dilaksanakan, jika sekolah dengan berbagai keragamannya itu, diberikan kepercayaan untuk mengatur dan mengurus dirinya sendiri sesuai dengan kondisi

lingkungan dan kebutuhan anak didiknya. Walaupun demikian, agar mutu tetap terjaga dan agar proses peningkatan mutu tetap terkontrol, maka harus ada standar yang diatur dan disepakati secara nasional untuk dijadikan indikator evaluasi keberhasilan peningkatan mutu tersebut (adanya *benchmarking*).

Uraian di atas mengisyaratkan bahwa untuk meningkatkan kualitas pendidikan, perlu digunakan tolok ukur atau *benchmarking* tertentu. Tolok ukur secara nasional telah dirumuskan di dalam Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional, yang dikenal sebagai Standar Nasional Pendidikan (SNP). SNP sebagai tolok ukur penyelenggaraan pendidikan, terdiri atas 8 komponen utama yaitu standar: kompetensi lulusan, isi, proses, pendidik dan tenaga kependidikan, sarana dan prasarana, pembiayaan, pengelolaan, dan penilaian. Kedelapan komponen SNP tersebut, tentunya setiap sekolah telah ada, hanya kadar kualitasnya yang sangat bervariasi atau belum memenuhi kualitas yang diharapkan. Kekurangan-kekurangan pada kedelapan komponen tersebut akan menyebabkan menurunnya kualitas proses pendidikan, yang pada akhirnya berdampak pada lemahnya output proses pendidikan.

Mutu lulusan pendidikan sangat erat kaitannya dengan proses pelaksanaan pembelajaran yang dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain kurikulum, tenaga pendidik, proses pembelajaran, sarana dan prasarana, alat bantu dan bahan, manajemen sekolah, lingkungan sekolah dan lapangan latihan kerja siswa. Meskipun kurikulum hanya sebagai arah, tujuan dan landasan filosofi pendidikan, namun kurikulum harus selalu dikembangkan sesuai dengan dinamika perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, tuntutan kebutuhan pasar kerja, serta dinamika perubahan sosial masyarakat. Selain itu yang tidak kalah pentingnya adalah perubahan manajemen dan budaya manajemen.

Penerapan program SNP yang kemudian memunculkan SMK SSN dan SMK SBI, dalam rangka meningkatkan kemampuan SMK untuk menghasilkan kualitas produk seperti yang diharapkan. Setelah pembinaan selama tiga tahun diharapkan SMK SSN dan SBI mau dan mampu mengembangkan diri (*self-improvement*). Harapan tersebut dapat diwujudkan bila sekolah tidak hanya mau, namun juga mempunyai kemampuan untuk mengembangkan diri. Oleh karena itu, salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk SMK SBI adalah memiliki sertifikat ISO 9000. Hal ini berarti SMK SBI

telah menguasai sistem pengelolaan kualitas atau *Total Quality Management*. Sementara untuk SMK SSN belum dipersyaratkan, namun demikian seharusnya SMK SSN mulai mempelajari masalah *Total Quality Management (TQM)*. Kepala sekolah sebagai manajer perlu memahami dan mencoba TQM di lingkungan sekolahnya. Hakikat TQM adalah suatu pendekatan manajemen yang memusatkan perhatian pada peningkatan mutu pendidikan melalui peningkatan mutu komponen terkait (Umaedi, 2000).

## **B. Metode Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap berbagai gejala dan fenomena yang ada di sekolah dan industri, guna mengembangkan model *networking* (jejaring kerjasama) antara pihak sekolah (SMK) dengan *stakeholder* (industri) yang baik dan cocok untuk SMK. Untuk mengembangkan model manajemen *networking*, dilakukan dengan menggunakan metode penelitian dan pengembangan atau yang sering disingkat dengan R&D (*research and development*). Dalam banyak hal, penelitian R&D ini sangat cocok untuk pengembangan bidang-bidang yang terkait dengan teknologi dan industri. Secara umum penelitian R&D tidak dimaksudkan untuk menguji teori, tetapi berorientasi untuk menghasilkan atau mengembangkan produk misalnya mengembangkan model sekolah, media pembelajaran, termasuk mengembangkan model *networking* sekolah dengan dunia industri. Penelitian R&D merupakan pendekatan yang tepat digunakan untuk pengembangan proses pendidikan di sekolah, karena penelitian R&D merupakan perangkat evaluasi yang paling baik dalam penelitian dan pengembangan proses pendidikan, di dalamnya terdapat sistematika proses yang meliputi pengembangan dan penyempurnaan dari program serta bahan pendidikan (Sawako Kato, 2002 : 10).

Penelitian ini menggunakan prosedur *Research and Development (R&D)* yang dilakukan dalam rentang waktu 3 tahun. Penelitian ini direncanakan dilaksanakan dalam beberapa tahapan yaitu: analisis permasalahan dan kebutuhan, perencanaan model *networking*, pengembangan model *networking*, implementasi, pengendalian, dan sosialisasi.

Tahun pertama, penelitian diawali dengan observasi dan identifikasi permasalahan penyelenggaraan *networking* sekolah dengan *stakeholder* pendidikan di SMK. Hasil observasi dan identifikasi tersebut digunakan untuk menyusun model *networking* yang layak diterapkan di SMK. Model *networking* yang telah disusun

kemudian divalidasi dan diujicobakan. Hasil penelitian pada tahun pertama berupa rumusan model *networking* sekolah dengan *stakeholder* pendidikan kejuruan yang tervalidasi dan teruji untuk siap diterapkan di tahun ke dua. Penyiapan perangkat-perangkat *networking* maupun penyiapan kemampuan sumberdaya (guru) dilakukan pula pada tahun pertama.

Pada tahun kedua dilakukan penerapan model *networking* sekolah dengan *stakeholder* pendidikan kejuruan pada beberapa SMK. Langkah pertama adalah sosialisasi model *networking* sekolah dengan *stakeholder* pendidikan kejuruan dan pelatihan kemampuan yang diperlukan untuk penerapan model yang sudah diujicobakan pada beberapa sekolah, akan dilakukan perbaikan bila ditemukan kesalahan atau ketidakcocokan. Langkah kedua adalah implementasi model *networking* sekolah dengan *stakeholder* pendidikan kejuruan. Pada proses implementasi tersebut akan dilakukan pemantauan untuk mengetahui efektivitas model *networking* sekolah dengan *stakeholder* pendidikan kejuruan. Hasil pemantauan yang mengungkap efektivitas *networking* tersebut dianalisis, divalidasi dan direvisi untuk menjadi produk akhir.

Kegiatan pada tahun ketiga adalah mensosialisasikan model *networking* sekolah dengan *stakeholder* pendidikan kejuruan yang telah terbukti efektivitasnya ini melalui proses deseminasi, dan publikasi ilmiah. Deseminasi dilakukan untuk menyebarkan hasil penelitian dengan mengundang departemen terkait, kepala sekolah, guru, dan pemerhati pendidikan.

Sumber data dalam penelitian ini terkait erat dengan SMK meliputi kalangan dinas pendidikan, kepala sekolah, guru, dan praktisi industri. Sesuai dengan kegiatannya, sumber data dalam penelitian ini dapat ditampilkan dalam tabel 1.

**Tabel 1. Sumber Data dan Hasil yang diharapkan**

No	Kegiatan	Sumber Data	Hasil
<b>Tahun Pertama</b>			
1.	Observasi dan identifikasi permasalahan yang terkait dengan model <i>Networking</i> sekolah	Kepala sekolah, guru, praktisi pendidikan, praktisi industri, Dikmenjur	Data operasional model <i>networking</i> sekolah kejuruan
2.	Seminar dan Penyusunan model <i>Networking</i> sekolah kejuruan di SMK		Masukan terhadap rancangan model <i>networking</i> sekolah kejuruan
3.	Validasi		Penyempurnaan rancangan model <i>networking</i> sekolah kejuruan
4.	Ujicoba Model		Kelayakan model <i>networking</i> sekolah kejuruan

5	Pelatihan ICT	Guru SMK	Kemampuan guru menggunakan ICT untuk mengembangkan networking.
<b>Tahun Kedua</b>			
6.	Sosialisasi Model	Guru, Siswa, Kepala Sekolah, Praktisi, Dinas Pendidikan	Tersosialisasi dan dipahaminya Model Networking Sekolah dengan stakeholder pendidikan
7.	Eksperimentasi model		Tanggapan dan evaluasi Efektivitas Model Networking Sekolah dengan stakeholder pendidikan
8.	Pelatihan Tindakan Kelas & rekonstruksi proses pembel-ajaran berdasarkan informasi networking.	Guru	1. Kemampuan guru melakukan penelitian tindakan kelas dan merekonstruksi proses pembelajaran. 2. Data penyempurnaan model networking sekolah.
9.	Pelatihan pengambilan keputusan dan pemberdayaan sumber daya pendidikan.	Kepala Sekolah & staf pimpinan sekolah	Data penyempurnaan model networking sekolah
10.	Validasi	Pakar	Penyempurnaan Model Networking Sekolah dengan stakeholder pendidikan
<b>Tahun Ketiga</b>			
11.	Deseminasi, dan Publikasi	Guru, Siswa, Kepala Sekolah, Praktisi, Dinas Pendidikan	Tanggapan terhadap Model Networking Sekolah dengan stakeholder pendidikan

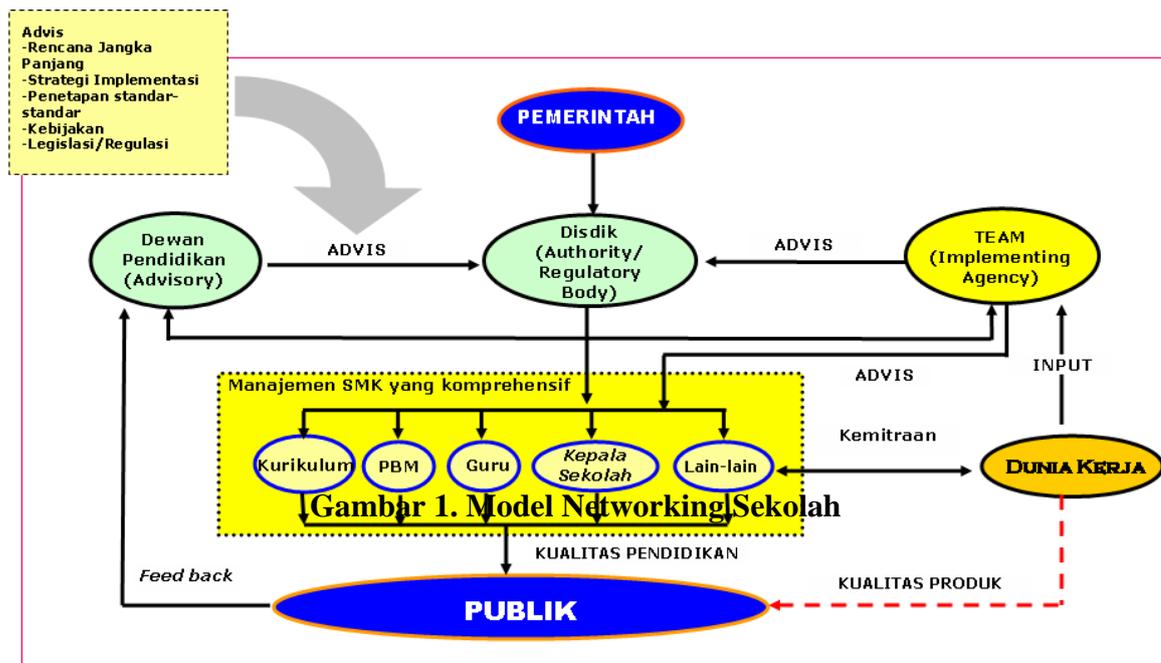
Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan berbagai cara antara lain: observasi/pengamatan, eksperimen dan development. Data yang dihasilkan berupa data kualitatif dan data kuantitatif. Data kuantitatif yang diperoleh dari angket, dan dokumentasi yang terkumpul dianalisis dengan analisis deskriptif. Untuk data yang sifatnya kualitatif hasil observasi dan wawancara akan diorganisasikan ke dalam suatu pola, kategori dan satuan uraian dasar sehingga menghasilkan kesimpulan yang bermakna dan saling melengkapi atau mengkonfirmasi dengan temuan-temuan kuantitatif.

### Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini pada tahun pertama telah berhasil merumuskan model *networking* bagi SMK. *Networking* sangat diperlukan agar SMK mampu melaksanakan tugasnya sebagaimana diharapkan oleh para *stakeholder*-nya. Kemampuan memberikan layanan dan hasil seperti yang diharapkan *stakeholder* ini merupakan keharusan bagi SMK,

sebagai bentuk kesiapan SMK dalam melaksanakan mandate dari *stakeholder*. Keberhasilan melaksanakan mandat ini, menjadi tolok ukur yang menjadi arah dan pedoman setiap kegiatan pendidikan yang dilaksanakan. Suatu organisasi dikatakan berhasil, bila organisasi tersebut mampu melaksanakan mandat dengan berhasil. Oleh karena itu, sebelum lembaga pendidikan melaksanakan kegiatan pendidikannya, seharusnya sekolah meng-identifikasi, menganalisis dan merumuskan mandat yang diterima dari *stakeholder*-nya. Hasilnya kemudian untuk menentukan program maupun tolok ukur keberhasilan pendidikan yang dilaksanakan. Model *networking* yang dikembangkan melalui penelitian ini dimaksudkan untuk menemukan pendekatan yang efektif dan efisien dalam menjangkau informasi *stakeholder* SMK. Hal ini sangat penting agar SMK mampu mengembangkan kualitas dan relevansinya terhadap kebutuhan lapangan kerja.

Model *networking* diharapkan mampu mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh SMK, yaitu masalah kualitas dan relevansi lulusannya terhadap kebutuhan lapangan kerja. Selama ini ada kecenderungan kedua institusi berjalan sendiri-sendiri tanpa ada komunikasi yang sinergi untuk saling menguatkan. Indikasinya adalah daya serap lulusan ke lapangan kerja masih relatif rendah. Permasalahan tersebut akan teratasi bila SMK sebagai penyelenggara pendidikan, memiliki data atau informasi yang memadai dari lapangan kerja. Data atau informasi lapangan diperlukan untuk mengembangkan dan menyesuaikan program kegiatan di sekolah, sehingga penyelenggaraan pendidikan dapat ditingkatkan efektivitasnya. Terkait dengan data dan informasi lapangan tersebutlah, maka diperlukan mekanisme *networking* yang akan dikembangkan melalui penelitian ini. Dalam format model *networking* yang telah dikembangkan, memungkinkan dilaksanakan komunikasi secara terus-menerus antara tim pengembang dengan berbagai komponen *stakeholder* pendidikan. Model *networking* SMK dengan *stakeholder* yang telah dirumuskan dapat digambarkan sebagai berikut.



**Gambar 1. Model Networking Sekolah**

Berdasarkan *networking* yang telah dikembangkan di atas dapat dideskripsikan bahwa secara kelembagaan Tim Pengembang dapat memberikan masukan kepada manajemen sekolah secara komprehensif berdasarkan data dan informasi yang diperoleh dan dianalisis dari dunia kerja. Tim Pengembang juga bisa memberi masukan/saran kepada Dinas Pendidikan yang mempunyai kewenangan-kewenangan mengatur regulasi-regulasi/kebijakan yang berlaku di wilayah kewenangannya. Sementara itu juga dapat dikembangkan berbagai kerjasama sinergi antara lembaga pendidikan dengan dunia usaha dan industri. Kerjasama tersebut memungkinkan dunia DU/DI memfasilitasi sarana untuk mengatasi kelemahan SMK dalam hal sarana pendidikan, sebab bagaimanapun lembaga pendidikan dengan kondisi saat ini tidak akan mampu mengikuti perkembangan sarana teknologi yang berkembang cepat di lapangan.

Model *networking* yang telah dikembangkan masih perlu dilihat efektivitas dan efisiensinya melalui uji coba di sekolah. Di samping itu, perlu dipersiapkan kemampuan sekolah untuk mengelola data dan informasi hingga menjadi dasar kebijakan sekolah. Oleh karena itu, dalam penelitian tahun kedua difokuskan pada beberapa kegiatan, yaitu eksperimentasi model *networking*, proses pengambilan keputusan, dan aplikasi pengembangan pada kegiatan pembelajaran melalui penelitian tindakan kelas.

Eksperimentasi model *networking* perlu dilakukan untuk mengetahui efektivitas dan efisiensi model tersebut. Untuk melakukan eksperimentasi model

*networking* tersebut, sebagai sampel difokuskan pada data dan informasi persyaratan tenaga kerja lulusan SMK. Untuk itu dipersiapkan langkah-langkah sebagai berikut: 1) Mempersiapkan operasional kerja *networking* dan petunjuk pelaksanaannya; 2) Memilih sampel sekolah yang sudah siap dengan perangkat dan sumber dayanya dan dalam pelaksanaan dipergunakan dua SMK sebagai sampel eksperimentasi; 3) Menentukan waktu pelaksanaan, yaitu selama tiga minggu; dan 4) Mentabulasikan data dan informasi lapangan.

Selama eksperimen, tim ikut mendampingi kegiatan penelusuran data dan informasi, dan hasilnya dapat dideskripsikan sebagai berikut: 1) Jumlah DU/DI yang dapat dihubungi lebih dari 50 perusahaan pengguna lulusan SMK yang tersebar di seluruh Indonesia; 2) DU/DI mempersyaratkan peringkat lulusan dari ranking 10 ke atas sebanyak 20%, ranking 15 ke atas sebanyak 14%, ranking 20 ke atas sebanyak 28%, dan sisanya tidak mempersyaratkannya; 3) DU/DI mempersyaratkan penguasaan bahasa Inggris, 14% mempersyaratkan bahasa Inggris aktif, 48% mempersyaratkan pasif, dan sisanya tidak mempersyaratkan penguasaan bahasa Inggris; 4) Penguasaan komputer juga menjadi persyaratan bagi 75% industri; 5) Prestasi mata pelajaran matematika di atas 6,0 menjadi persyaratan tenaga kerja bagi sekitar 72% dunia kerja; 6) Prestasi mata pelajaran fisika di atas 6,0 dipersyaratkan oleh sekitar 65% perusahaan; 7) Nilai mata pelajaran produktif di atas 6,0 dipersyaratkan oleh sekitar 80% perusahaan; 8) Tinggi badan lulusan minimal 160 cm dipersyaratkan oleh sekitar 85% perusahaan; 9) Kesehatan mata khususnya tidak buta warna dipersyaratkan oleh 95% perusahaan; dan 10) Semua perusahaan mensyaratkan lulusan yang bebas narkoba.

Berdasarkan perolehan data dan informasi di atas meskipun baru sebatas persyaratan tenaga kerja lulusan SMK, dapat disimpulkan bahwa model *networking* yang dikembangkan dalam penelitian ini efektif dan efisien untuk menjangkau data dan informasi kebutuhan lapangan kerja. Hal ini dengan pertimbangan waktu yang diberikan hanya 3 minggu, namun dapat menjangkau sekitar 50 perusahaan, dan sampel penelitian dapat membuat tabulasi datanya. Di samping itu, kegiatan ini relatif tidak memerlukan pembiayaan, sehingga memungkinkan untuk dilakukan di SMK lain di masa yang akan datang.

Dalam *networking* yang telah dikembangkan, terkandung kegiatan pengambilan keputusan. Proses pengambilan keputusan pada *networking* menganut model

pengambilan keputusan inovatif. Pengambilan keputusan terhadap suatu inovasi, tidak berhadapan dengan suatu alternatif yang belum ada, namun berhadapan dengan alternatif inovasi yang telah ada. Rogers (1995) dalam kaitannya dengan pengambilan keputusan inovasi mengemukakan tiga tipe keputusan inovasi, yaitu keputusan opsional, keputusan kolektif, dan keputusan otoritas. Keputusan inovasi opsional adalah keputusan yang dibuat oleh seseorang untuk menerima atau menolak suatu ide inovasi, terlepas dari keputusan-keputusan yang dibuat oleh kelompok anggota sistem. Seseorang untuk sampai pada saat menentukan keputusannya, melalui suatu proses tertentu mulai dari mengenal suatu ide inovasi, hingga mengambil keputusan menerima dan menolaknya. Proses pengambilan keputusan ini kemungkinan sering dilakukan oleh guru, untuk mengembangkan proses pembelajaran baik terkait dengan penyesuaian materi, metode mengajar, pengelolaan kelas, cara evaluasi dan sebagainya yang menjadi tugasnya di sekolah.

Model pengambilan keputusan inovasi pertama yaitu keputusan opsional terdiri dari tiga bagian utama yaitu kondisi awal, proses, dan konsekuensi. Kondisi awal (*antecedent*) merupakan variabel-variabel yang telah ada sebelum mengenal suatu inovasi. Kondisi variabel awal ini semua berpengaruh terhadap proses adopsi inovasi pada setiap orang. Sumber dan saluran komunikasi memberikan rangsangan (informasi) selama proses pengambilan keputusan. Pada tahap persuasi, seseorang membentuk persepsinya terhadap inovasi, berdasarkan intensitas informasi yang diterima dan kriteria tertentu. Persepsi ini selanjutnya akan membentuk sikap seseorang dalam mengambil keputusan inovasi. Keputusan ini akan tetap atau berubah, saat seseorang menemukan ide baru yang lain atau karena kecewa terhadap hasil inovasi sebelumnya. Tahap ini yang disebut dengan tahap konfirmasi.

Model pengambilan keputusan ke dua adalah keputusan inovasi kolektif, yaitu suatu proses pengambilan keputusan yang dibuat oleh individu-individu yang tergabung di dalam suatu sistem melalui konsensus. Misalnya kelompok guru bidang studi yang sama atau serumpun. Di kalangan guru dikenal istilah MGMP atau musyawarah guru mata pelajaran, yang biasanya mereka berkumpul secara berkala untuk membahas segala sesuatu yang terkait dengan materi pelajaran, termasuk berbagai kemungkinan inovasi yang dapat dikembangkan oleh guru. Proses penerimaan atau penolakan inovasi dilakukan melalui kesepakatan bersama, sehingga disebut dengan proses keputusan

inovasi kolektif. Proses pengambilan keputusan kolektif memakan waktu yang lebih panjang dibandingkan dengan model pengambilan keputusan opsional, sebab prosesnya melibatkan banyak orang. Dengan demikian kemungkinan terjadi distorsi informasi yang lebih besar, kemungkinan terjadi variasi persepsi yang lebih besar, dan kemungkinan untuk mencapai konsensus memerlukan waktu yang lebih panjang. Namun hasilnya kemungkinan akan lebih baik dibandingkan dengan model yang pertama.

Model pengambilan keputusan yang ke tiga adalah keputusan inovasi otoritas, yaitu keputusan yang dihasilkan oleh seseorang yang memiliki kekuasaan, baik itu pada organisasi formal maupun informal. Namun keputusan semacam ini lebih sering terjadi pada organisasi formal, seperti birokrasi pemerintahan, pabrik, sekolah dan sebagainya. Dengan demikian dalam proses pengambilan keputusan ini, diwarnai oleh struktur sistem kekuasaan, di mana anggota sistem tidak banyak pilihan terhadap proses keputusan inovasi. Berdasarkan data dan informasi lapangan yang diperoleh melalui uji coba, peserta pelatihan diminta untuk mengkaji dan mengambil keputusan inovasi sekolah. Berdasarkan hasil yang dicapai peserta dapat ditabulasikan sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Keputusan Berdasarkan Data dan Informasi Lapangan.

Data	Penafsiran	Keputusan	Keterangan
1	1. Penyebaran lapangan kerja 2. Keterjangkauan lulusan 3. Peta jenis pekerjaan	1. Membuat informasi bursa tenaga kerja bagi lulusan. 2. Membuat informasi lapangan bagi guru	Ditugaskan pada bagian humas sekolah
2	1. Perlu analisis kelemahan siswa-siswa di bawah ranking yang ditetapkan lapangan	1. Meningkatkan intensitas kegiatan pembelajaran. 2. Meningkatkan kegiatan remedial bagi siswa yang mengalami kendala	Ditugaskan pada semua guru sekolah
3	1. Mengaktifkan penguasaan bahasa Inggris di sekolah	1. Mengefektifkan pembelajaran mata pelajaran bahasa Inggris 2. Membuat hari khusus berbahasa Inggris	Ditugaskan pada guru, khususnya guru bahasa Inggris.
4	1. Pelatihan komputer di sekolah dan di luar sekolah	1. Mengintensifkan penggunaan lab komputer di sekolah 2. Membuat persyaratan kelulusan dengan sertifikat	Ditugaskan pada waka kurikulum dan guru bahasa Inggris

		computer	
5	1. Intensitas pembelajaran matematika di sekolah	1. Pengembangan materi pembelajaran matematika 2. Meningkatkan kompetensi guru matematika 3. Memberikan tambahan pelajaran	Ditugaskan pada waka kurikulum dan guru matematika
6	1. Intensitas pembelajaran fisika di sekolah	1. Pengembangan materi pembelajaran fisika 2. Mengefektifkan pembelajaran di lab fisika 3. Mengembangkan sarana praktikum fisika	Ditugaskan pada waka kurikulum dan guru fisika
7	1. Intensitas pembelajaran mata pelajaran produktif di sekolah	1. Pengembangan materi pembelajaran mata pelajaran produktif 2. Mengembangkan sarana praktikum 3. Merancang penempatan PKL yang lebih relevan	Waka kurikulum dan guru mata pelajaran produktif
8 & 9	1. Persyaratan input sekolah	1. Menentukan syarat input sekolah	Kepala sekolah
10	1. Siswa bebas Narkoba	1. Membuat kegiatan penyuluhan terkait dengan narkoba 2. Membuat sangsi tegas terhadap siswa yang terlibat dengan narkoba	Kepala sekolah, wakil kepala sekolah, dan guru

Berdasarkan tabel hasil keputusan tersebut terlihat bahwa sekolah sebagai sampel penelitian ini mulai mampu menterjemahkan data dan informasi yang didapatkan dari lapangan. Sekolah mampu menterjemahkan data dan informasi dan menjabarkannya dalam bentuk operasional kegiatan, serta menentukan siapa penanggungjawabnya. Bila hal ini dapat dikembangkan lebih lanjut pada data dan informasi yang lainnya maka diharapkan sekolah akan lebih responsif terhadap perkembangan dan kemajuan kebutuhan di lapangan. Dengan demikian permasalahan kualitas dan relevansi lulusan akan dapat diatasi.

## D. Kesimpulan

Berdasarkan uraian-uraian di atas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Model *networking* yang dikembangkan dalam penelitian ini efektif dan efisien untuk menjangkau data dan informasi kebutuhan lapangan kerja. Hal ini dengan pertimbangan waktu yang diberikan hanya 3 minggu, namun dapat menjangkau sekitar 50 perusahaan, dan pihak sekolah dapat membuat tabulasi datanya. Di samping itu, kegiatan ini relatif tidak memerlukan pembiayaan, sehingga memungkinkan untuk dilakukan di SMK di masa yang akan datang.
2. Sekolah mulai mampu menterjemahkan data dan informasi yang didapatkan dari lapangan. Sekolah mampu menterjemahkan data dan informasi dan menjabarkannya dalam bentuk operasional kegiatan, serta menentukan penanggungjawabnya. Bila hal ini dapat dikembangkan lebih lanjut pada data dan informasi yang lainnya maka diharapkan sekolah akan lebih responsif terhadap perkembangan dan kemajuan kebutuhan di lapangan. Dengan demikian permasalahan kualitas dan relevansi lulusan akan dapat diatasi.

## Daftar Pustaka

- Calhoun, Calfrey C. and Finch, Alton V. (1982), *Vocational Education: concepts and operation*. Belmont, Wadsworth Publishing Co.
- Fasli Jalal. (2005). *Kebijakan MONE dalam Meningkatkan Kualitas Pendidikan bagi Anak-anak Berkebutuhan Khusus di Indonesia*, Simposium Internasional tentang Inclusion and the Removal of Barriers to Learning, Bukittinggi, 26 – 29 September 2005.
- Peraturan Pemerintah nomor 29 Tahun 1990.
- Roger. (1995). *Planing Education for Development Model and Methods for Systematic Planning of Education*. Cambrige, Massachusetts, CSED: Havard University.
- Sawako Kato. (2002). *A study at research method*. Jurnal, Bunkyo Gakuin University, Vol.4. No. 1 Japan.
- Soedijarto. (1998). *Pendidikan sebagai Sarana Reformasi Mental dalam Upaya Pembangunan Bangsa*. Jakarta : Balai Pustaka.

Umaedi. (1999). *Manajemen Peningkatan Mutu Berbasis Sekolah, Sebuah Pendekatan Baru dalam Pengelolaan Sekolah untuk Peningkatan Mutu*, Tersedia Online : [http ://ssep.net/director.html](http://ssep.net/director.html). (10 Pebruari 2007).

Undang-undang Sistem Pendidikan Nasional Nomor 20 Tahun 2003.

**PENGARUH FREKUENSI *TURNING* TERHADAP KONSERVASI  
UNSUR HARA SELAMA PENGOMPOSAN SAMPAH DAUN  
PERCOBAAN SKALA LAPANGAN**

**H. Yulipriyanto, IGP Suryadarma dan Suhartini**

Jurusan Pendidikan Biologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh frekuensi turning terhadap konservasi unsur hara (nutrien) selama pengomposan sampah daun skala lapangan.

Penelitian dilaksanakan di laboratorium pengomposan FMIPA UNY, antara bulan April hingga bulan Oktober 2010. Analisis unsur hara makro dan mikro, atau analisis fisiko-kimia substrat organik dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah UGM dan Balai Penelitian Tanaman Pangan (BPTP) Departemen Pertanian Di Condongcatur Yogyakarta dan PAU Pangan dan Gizi UGM. Penelitian dilaksanakan dalam 2 bak pengomposan ukuran 2x2x1.5 m; satu bak untuk turning dan satunya dengan turning. Pengcincian ukuran untuk sampah daun dilaksanakan setelah bahan kompos berumur 1 bulan dalam bak pengomposan. Turning dilakukan setiap dua minggu sekali. Variabel tergayut dalam penelitian adalah kandungan unsur hara makro (C,H,O,N,S,P,K,Ca,Mg,Fe,) dan mikro (Cu,Zn,Mn) yang dianalisis secara periodik (kira-kira) sebulan sekali, pH, evolusi bobot kompos, evolusi nisbah C/N substrat organik, dan sifat fisik kompos. Diukur pula evolusi temperatur tumpukan, pH tumpukan, bobot kompos, dan kadar air,

Pengomposan tanpa dan dengan turning mempunyai kecenderungan munculnya temperatur termofilik dalam jangka waktu lama. Kandungan unsur hara yang terkonservasi untuk nitrogen lebih baik tanpa turning dengan sekali penggilingan. Bobot kompos pada pengomposan tanpa turning lebih banyak mengalami penurunan. Unsur hara mikro, terkonservasi dengan baik. KTK kompos masih hinggga sedang.

### **A. Pendahuluan**

Lingkungan kampus Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) menghasilkan sampah padat berupa daun-daun yang jatuh, potongan rumput, sisa-sisa tanaman berupa semak, tanaman hias, puing-puing dari pepohonan, yang secara alami saja Berhubung jumlah sampah daun yang dihasilkan dari waktu ke waktu semakin meningkat maka sampah daun memerlukan pengelolaan yang serius diantaranya dengan mengumpulkannya dan kemudian memisahkannya dengan jenis sampah yang lain seperti dari plastic, kertas, karton atau jenis sampah lainnya. Meskipun sampah daun yang dikumpulkan dari halaman atau kebun di UNY juga selalu berdekatan dengan aktivitas transportasi civitas akademika baik mahasiswa, karyawan, atau dosen di

lingkungan kampus, maka ada kemungkinan sampah daun juga mengandung polutan-polutan seperti Pb atau logam berat lainnya, herbisida, pestisida. Oleh karena itu tindakan-tindakan yang perlu dilakukan tidak hanya sekedar mengumpulkan kemudian memisahkan tetapi juga perlakuan khusus seperti dengan pengolahan melalui pengomposan.

Pengomposan adalah suatu proses mengelola yang menggunakan mikroorganisme yang secara alami hadir di bahan organik dan tanah untuk menguraikan material organik. Mikroorganisme ini memerlukan bahan gizi dasar, air dan oksigen agar pembusukan berlangsung dalam suatu tahap yang dipercepat. Hasil terakhir berupa pupuk kompos, adalah suatu material seperti humus gelap yang dapat dengan mudah dan dengan aman ditangani, disimpan diaplikasikan ke tanah sebagai soil conditioner tanah yang sangat berharga. Proses pengomposan bergantung pada beberapa faktor, termasuk: populasi mikroorganisme, karbon-nitrogen rasio, dan kadar oksigen. Limbah kebun dan daun mengandung kadar trace elemen logam-logam tertentu, seperti Pb.. Logam-logam berat tidak mengalami degradasi dalam proses pengomposan. Namun demikian logam-logam berat telah ditemukan sangat rendah konsentrasinya dalam kompos limbah daun. Kadar yang rendah ini layak untuk ini aplikasi tanah. Oleh karena itu, logam berat tidak harus dikesampingkan. Namun demikian bila limbah daun diambil dari jalan raya yang banyak dilalui kendaraan dan produknya akan digunakan oleh masyarakat umum disarankan ada data analisis logam berat sebagai pengukuran tambahan. Hadirnya Pb dan Cd adalah kontaminan yang mungkin dari daun-daun yang dikoleksi daun yang dilewati kendaraan bermotor.

Turning merupakan salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan oksigen selama pengomposan, dan hal ini banyak dilaksanakan dalam kegiatan pengomposan. Meskipun di unit pengolahan sampah menjadi kompos di UNY sudah dua tahun ini berlangsung, akan tetapi penelitian tentang pengaruh turning selama pengomposan sampah daun belum pernah dilakukan.

Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui frekuensi turning selama pengomposan sampah daun yang dikumpulkan dari kampus UNY terhadap konservasi unsur-unsur hara kompos yang dihasilkan.

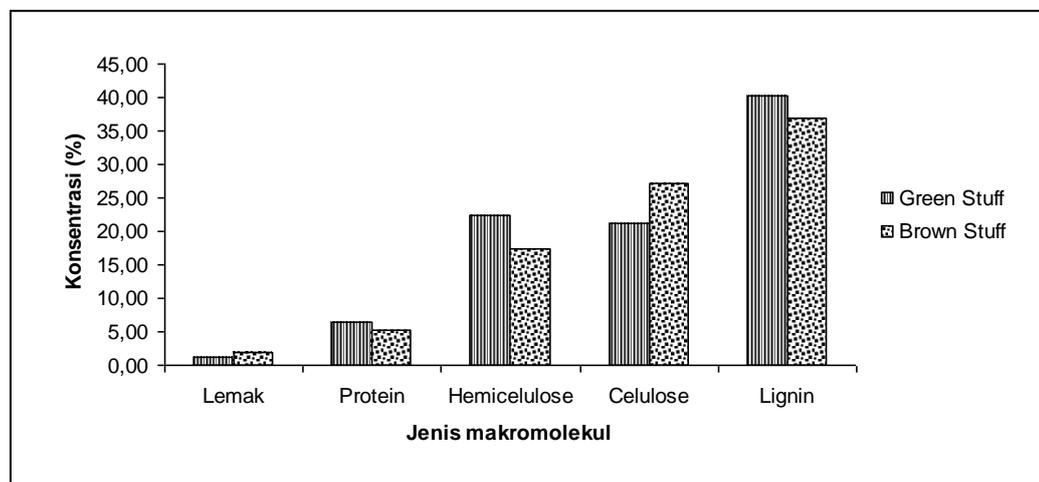
## B. Metode Penelitian

Tabel 1. Karakteristik awal sampah daun yang digunakan

Paramater	Unit	Nilai
PH H <sub>2</sub> O		8,84
Bahan ikutan	%	42,16
Kadar Air	%	19,36
C Organik	%	29,52
N Organik	%	0,96
NH <sub>4</sub>	%	0,09
NO <sub>2</sub>	%	0,02
N Total	%	1,07
C/N		31
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total	%	0,22
K <sub>2</sub> O	%	1,17
Ca Total	%	0,87
Mg Total	%	0,19
Na Total	%	0,15
Fe Total	ppm	1555
KTK	me/100g	34,7

Paramater	Unit	Nilai
Cu Total	ppm	14
Mn Total	ppm	90
Zn Total	ppm	43
Pb Total	ppm	2,1
Cd Total	ppm	0

Berdasarkan Tabel 1, karakteristik awal sampah daun yang digunakan memiliki pH tinggi, terdapat bahan ikutan cukup signifikan, kadar air rendah, konsentrasi nutrient atau unsur-unsur hara rendah hingga sedang kecuali kandungan total nitrogen, kation-kation rendah, logam-logam berat rendah dan kapasitas tukar kation yang rendah hingga sedang. Sifat-sifat tersebut adalah karakteristik yang dimiliki oleh sampah daun yang digunakan yang didominasi oleh daun berwarna coklat, dan sedikit sekali sampah yang berupa daun yang masih hijau. Perbandingan C/N sampah daun sebagai bahan pengomposkan masuk dalam range yang direkomendasikan.

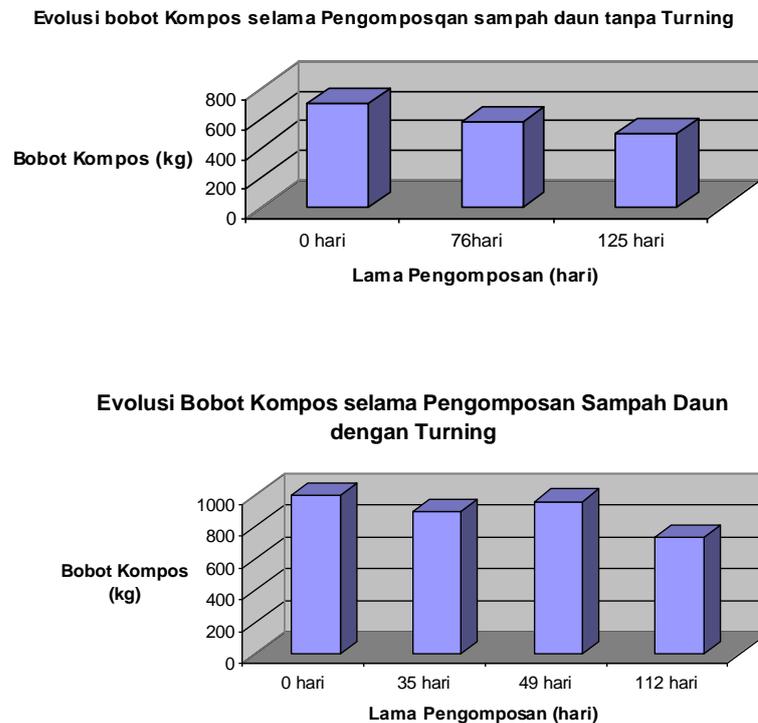


Gambar 1. Kandungan makromolekul sampah daun sebelum pengomposan antara sampah yang berwarna hijau (greenstuff) dan sampah berwarna coklat (brownstuff)

Berdasarkan Gambar 1. dapat dinyatakan bahwa sampah daun yang berupa daun-daun yang berwarna hijau memiliki kandungan protein (6,46 % ), hemiselulose (22,48%) dan lignin (40,36% yang lebih banyak dibandingkan sampah daun yang berwarna coklat yang kandungan proteinnya (5,33%), hemiselulose (17,30%), dan lignin (36,84%). Sementara sampah daun berwarna coklat mempunyai kandungan lemak (1,86), dan selulose (27,05) sedang sampah daun berwarna hijau kandungan lemaknya (1,17%) dan selulose (21,09%). Konsentrasi makromolekul dari kedua jenis sampah daun tersebut untuk brownstuff selulosenya tertinggi, dan untuk greenstuff kandunganya proteinnya tertinggi

## C. Hasil dan Pembahasan

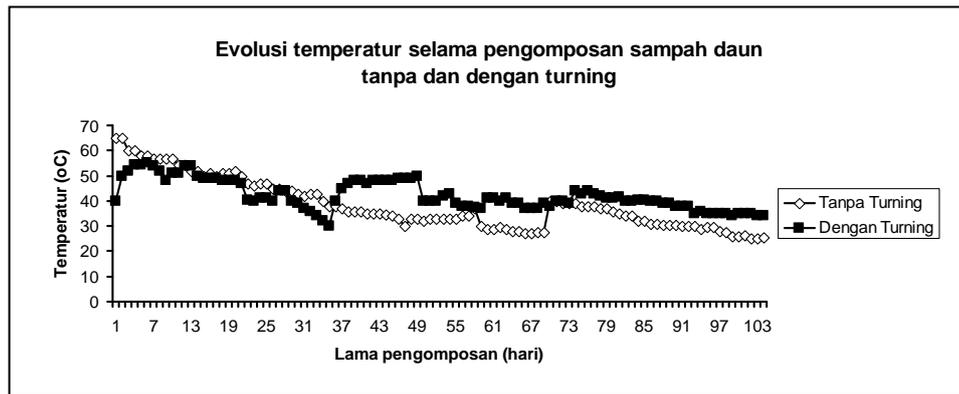
### *Pengurangan volume dan bobot bahan awal*



Gambar 2. Evolusi bobot kompos selama percobaan antara pengomposan non turning dan dengan turning

Berdasarkan Gambar 2, bobot akhir kompos dibandingkan dengan bobot awal sampah daun yang digunakan menunjukkan perbedaan yang cukup berarti, dimana pengurangan volume sangat nyata. Pengurangan bobot awal ke kompos kira-kira 45 %. Artinya dari segi penggunaan ruang yang digunakan untuk mendeposit sampah daun akan menjadi makin sedikit kebutuhannya bila sampah daun itu diolah menjadi kompos.

## Profil temperatur



Gambar 3. Profil temperatur selama pengomposan

Berdasarkan Gambar 3, pada minggu pertama pengomposan, baik yang dengan atau tanpa turning menunjukkan peningkatan aktivitas yang menonjol, hal ini ditandai oleh munculnya temperatur yang cukup tinggi yang tergolong dalam temperatur thermofilik. Untuk mencapai temperatur kamar, ternyata masih membutuhkan waktu yang lama bahkan lebih dari tiga bulan. Komponen-komponen makro molekul seperti selulosa, lignin, hemiselulosa pada daun menjadi faktor penting dalam dekomposisi.

## Karakteristik fisiko-kimia kompos

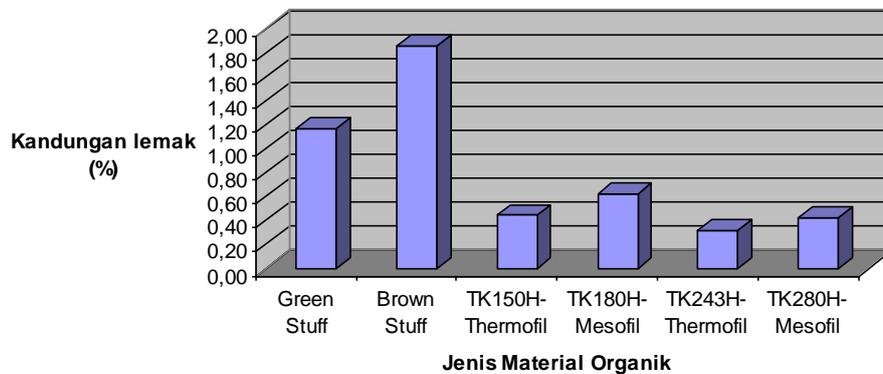
Karakteristik fisiko-kimia kompos dalam pengomposan ini digunakan untuk menggambarkan nilai sifat fisik (pH, kadar air, bahan ikutan) dan sifat kimia kompos (C/N, unsur hara makro, logam berat dan kapasitas tukar kation), sehingga dapat mengetahui perkembangan sifat-sifat tersebut, karena dalam proses pengomposan ada perubahan dari sampah daun menjadi kompos yang stabil karena ada senyawa yang hilang dalam bentuk gas, karena mineralisasi.

Tabel 2. Karakteristik fisiko-kimia selama pengomposan sampah daun non turning

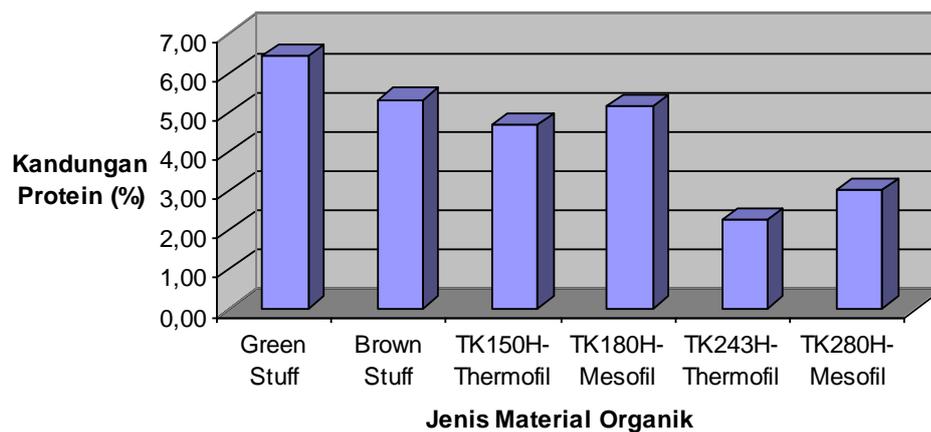
Paramater	Unit	Bahan asal	Tumpukan Kompos non turning			
			0 hari	50 hari	80 hari	90 hari
PH H <sub>2</sub> O		8,84	7,32	7,48	7	7,2
Bahan ikutan	%	42,16	5,83			
Kadar Air	%	19,36	34,52	17,56	23,38	28,92
C Organik	%	29,52	22,37	13,01	14,05	13,26
N Organik	%	0,96	1,07	0,46	0,97	0,69
NH <sub>4</sub>	%	0,09	0,11	0,05	0,08	0,1
NO <sub>2</sub>	%	0,02	0,06	0,05	0,004	0,004
N Total	%	1,07	1,24	0,56	1,08	0,83
C/N		31	21	28	15	19
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total	%	0,22	0,44	0,23	0,68	0,55
K <sub>2</sub> O	%	1,17	1,14	0,21	0,67	0,7
Ca Total	%	0,87	0,83	0,53	1,27	1,22
Mg Total	%	0,19	0,17	0,1	0,21	0,21
Na Total	%	0,15	0,39	0,25	0,03	0,003
Fe Total	ppm	1555	1771	1156	11289	11678

ing

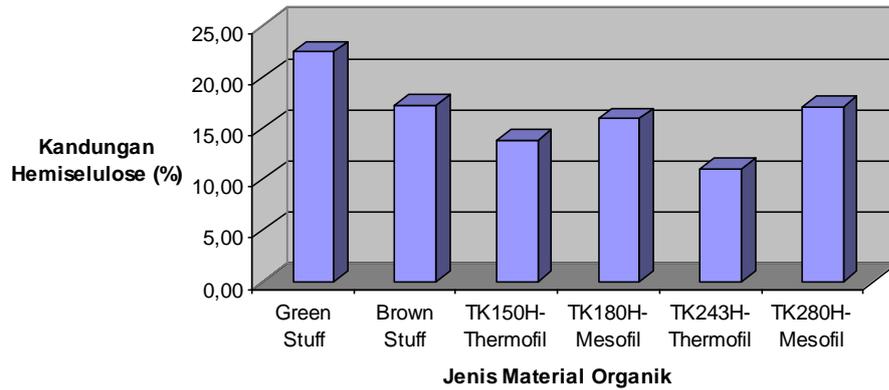
PH H2O		8,84	7,6	7,51	7,58	7,62
Bahan ikutan	%	42,16	6,59			
Kadar Air	%	19,36	44,93	32,05	30,32	29,4
C Organik	%	29,52	22,09	6,69	11,53	10,4
N Organik	%	0,96	0,89	0,27	0,56	0,66
NH4	%	0,09	0,09	0,04	0,08	0,06
NO2	%	0,02	0,05	0,04	0,02	0,02
N Total	%	1,07	1,02	0,35	0,65	0,74
C/N		31	25	25	21	16
P2O5 total	%	0,22	0,25	0,15	0,32	0,31
K2O	%	1,17	0,57	0,08	0,31	0,32
Ca Total	%	0,87	0,85	0,5	1,17	1,27
Mg Total	%	0,19	0,36	0,08	0,16	0,16
Na Total	%	0,15	0,36	0,29	0,03	0,05
Fe Total	ppm	1555	1735	1160	11253	10703
Cu Total	ppm	14	12	8	16	17
Mn Total	ppm	90	148	105	345	347
Zn Total	ppm	43	61	44	176	133
Pb Total	ppm	2,1	4	13	13	16
Cd Total	ppm	0	0	0	0	0
KTK	me/100g	34,7	43,8	18,7	31,1	29,5



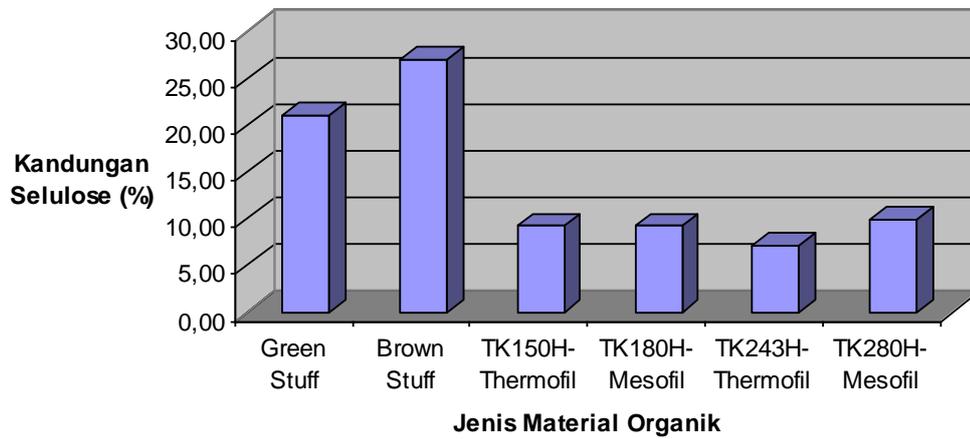
Gambar 4. Kandungan lemak sampah daun dan kompos selama percobaan



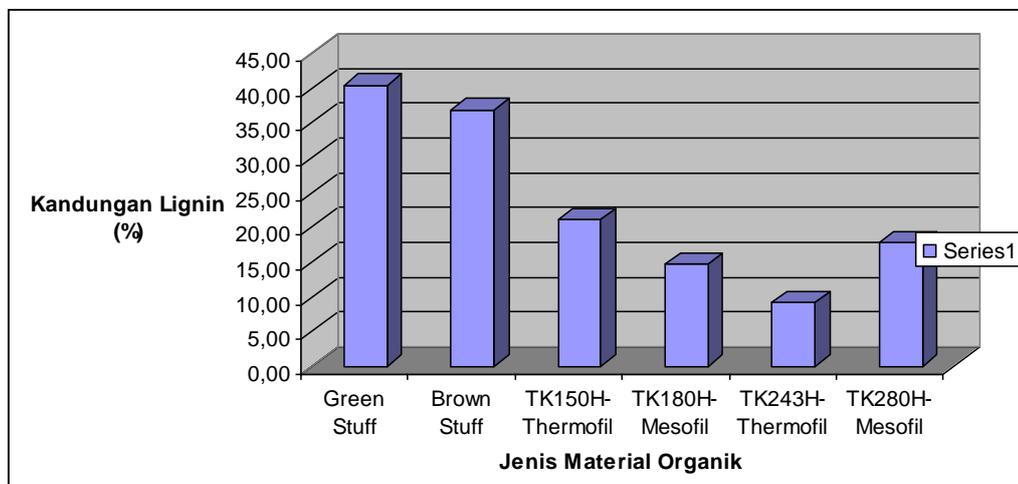
Gambar 5. Kandungan protein sampah daun dan kompos selama percobaan



Gambar 6. Kandungan hemiselulose sampah daun dan kompos selama percobaan



Gambar 7. Kandungan selulose sampah daun dan kompos selama percobaan



Gambar 7. Kandungan lignin sampah daun dan kompos selama percobaan

Pengomposan adalah proses dekomposisi secara aerobik, dikendalikan oleh berbagai faktor baik fisik maupun biologik dengan hasil akhir bahan organik stabil dinamakan kompos (Yulipriyanto, 2001). Sampah daun memiliki karakteristik sangat khas karena kandungan selulose dan lignin yang tinggi sehingga waktu dekomposisinya sulit. Hasil percobaan Yahya (2010) menyatakan bahwa evolusi temperature yang menjadi indikator perombakan bahan organik sampah memang berada di katagori thermofilik. Berdasarkan hasil penelitian, beberapa hal yang dianggap mencolok dari data-data yang diperoleh adalah mengenai evolusi temperatur yang cenderung didominasi fase thermofilik baik *tanpa turning* maupun yang *dengan turning*. Bobot kompos pada pengomposan sampah daun tanpa turning penurunannya lebih besar dibandingkan dengan pengomposan dengan turning. Parameter pH dan C/N sudah cukup baik, tetapi parameter kadar air, CHO, KTK masih rendah. Berdasarkan konservasi unsur-unsur haranya, turning 4 kali memang mengurangi kandungan nitrogen dalam kompos pada pengamatan terakhir.

pH memainkan suatu peran besar dalam ketersediaan bahan gizi tanaman Suatu pH basa dapat mengurangi kandungan fosfor, batu kawi/mangan, dan ketersediaan seng, pH asam dapat menyebabkan kalium, zat kapur, nitrogen, kekurangan molibdenum dan tembaga. Suatu pH nilai optimal tergantung pada sistem untuk dimana kompos diterapkan. Suatu  $pH < 5$  adalah suatu yang baikada indikasi bahwa pupuk kompos tidaklah stabil dan mungkin berisi campuran phytotoxic.

KTK (Kapasitas Tukar Kation) adalah suatu ukuran kation yang dapat ditukarkan yang suatu kompos dapat menyerap. KTK kompos yang lebih tinggi, semakin lebih banyak kation dapat ditukarkan/ diikat. KTK kompos kompos cenderung untuk meningkat karena meningkatnya kematangan kompos dan substansi asam humat. KTK tergantung pada pH dari pupuk kompos,

C/N adalah suatu ukuran menyangkut perbandingan dari total nitrogen dan karbon. Perbandingan ini secara khas digunakan untuk menilai kematangan dan stabilitas sekalipun begitu parameter ini tidak menyediakan ukuran ketersediaan biologi N atau karbon dalam suatu contoh. Sebagai contoh, suatu kompos dengan suatu C/N tinggi, dimana lignin menghadirkan suatu fraksi besar karbon mungkin punya dampak yang sama pada suatu sistem seperti kompos dengan C/N yang lebih rendah.

kompos itu dengan suatu C/N besar dapat menyebabkan imobilisasi N sementara kompos dengan C/N kecil mungkin menyebabkan ammonia yang bersifat racun

#### **D. Kesimpulan**

- Pengomposan tanpa dan dengan turning mempunyai kecenderungan munculnya temperatur termofilik dalam jangka waktu lama
- Kandungan unsur hara yang terkonservasi untuk nitrogen lebih baik tanpa turning dengan sekali penggilingan
- Bobot kompos pada pengomposan tanpa turning lebih banyak mengalami penurunan dibanding pengomposan dengan turning
- Unsur hara mikro, terkonservasi dengan baik
- KTK masih rendah bila dibandingkan dengan Standart Kualitas Kompos Internasional
- Parameter pH, C/N sudah memenuhi standart pengomposan yang berlaku secara Internasional
- Kandungan C,H,O,kadar air masih rendah

#### **Daftar Pustaka**

- Hanafi, Yahya., 2010. pengaruh penambahan air lindi terhadap laju Dekomposisi sampah daun yang dikomposkan Dalam *vessel*. *Skripsi Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UNY*
- Yulipriyanto,H.**, Siti Mariyam dan Sukarni Hidayati. 2005. Pengelolaan Limbah Hijauan dari Rumah Tangga Universitas Negeri Yogyakarta Dengan Menggunakan Metode *In Vessel Co-Composting*. JPMS Edisi Juni 2005

# KOOPERATIF JIGSAW DAN *PEER TEACHING* SEBAGAI MODEL PEMBELAJARAN MAHASISWA CALON GURU

Sri Waluyanti  
Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika  
Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Yogyakarta

## Abstrak

Penelitian bertujuan menguji model pembelajaran yang mampu meningkatkan kompetensi pedagogi dan vokasional mahasiswa calon guru peserta mata kuliah Sistem Video. Mahasiswa lebih siap menempuh pengajaran mikro dan Pelaksanaan Praktek Lapangan di sekolah. Penelitian dilatar belakangi kegagalan mahasiswa dalam menempuh mata kuliah Pelaksanaan Praktek Lapangan (PPL) dan pengajaran mikro.

Desain penelitian tindakan kelas dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2009/2010. Awal tindakan mahasiswa dibekali materi penyusunan RPP, pengajaran mikro. Difasilitasi modul pembelajaran dalam bentuk soft copy, hardcopy, link informasi terkait dalam BESMART serta layanan konsultasi. Membentuk kelompok ahli terdiri dari 4 anggota menyusun RPP, melengkapi materi, evaluasi hasil belajar dan media pembelajaran. Kemudian membentuk kelompok baru sejumlah 4 mahasiswa sebagai kelompok *peer teaching*. Setiap mahasiswa bertindak sebagai guru menyampaikan materi kepada anggotanya yang berasal dari tim ahli yang berbeda, mengevaluasi pemahaman mereka. Sedangkan mahasiswa lain berperan sebagai siswa menilai cara mengajar temannya yang bertindak sebagai guru. Teknik pengumpulan data observasi, kuesioner dan tes hasil belajar, dianalisis deskriptif.

Hasil pengujian model pembelajaran kooperatif Jigsaw dan *peer teaching* dari siklus ke siklus menunjukkan peningkatan : 1) kompetensi pedagogi meliputi kemampuan membuat persiapan, pelaksanaan dan evaluasi pembelajaran, 2) kompetensi vokasional. 3) mendapat respon positif dari mahasiswa pembelajaran lebih bermakna dan merasa dilatih mengajar.

**Kata Kunci :** Model Pembelajaran Calon Guru

## A. Pendahuluan

Berpijak pada pengalaman lapangan peneliti sebagai dosen pembimbing lapangan (DPL) pelaksanaan praktek lapangan (PPL) selama tiga tahun berturut-turut tercatat sebagai berikut. Tahun 2007 terdapat dua (2) mahasiswa bermasalah di SMK Muhammadiyah Prambanan tidak dapat menyelesaikan praktek mengajar tepat waktu. Masih dalam tahun yang sama terdapat satu (1) mahasiswa gagal di SMKN 3 Yogyakarta dan satu (1) mahasiswa gagal di SMKN2 Depok. Tahun 2008 terdapat satu (1) mahasiswa gagal menyelesaikan PPL di SMKN2 Depok. Tahun 2009 di SMKN2 Depok, dua (2) mahasiswa mengalami perpanjangan praktek dan satu mahasiswa gagal

karena pengajaran mikro tidak lulus. Kegagalan mereka disebabkan kurangnya keyakinan kemampuan mengajar untuk pertemuan pertama dan ketakutan untuk pertemuan berikutnya.

Hasil pengamatan pelaksanaan pengajaran mikro sebagai persiapan pelaksanaan praktek lapangan (PPL) dari tahun ke tahun terasakan adanya kurang keseriusan mahasiswa dalam melaksanakan pengajaran, tak jarang dari mereka tampil seadanya. Materi kurang terstruktur, penggunaan papan tulis serupa coretan di kertas buram, media pembelajaran sangat minim, mahasiswa yang berperan sebagai siswa pasif, apatis, atau berperan nakal tak terkendali. Kurang dapat meyakinkan dosen pengampu untuk melepas ke lapangan, bahkan ada beberapa mahasiswa yang harus mengulang-ulang untuk mendapatkan keyakinan melepas mereka. Hal yang sama terjadi untuk kelas pengajaran mikro pada kelas dan dosen yang berbeda. Berdasarkan diskusi sesama pengajar terdapat kekhawatiran yang sama dan dugaan adanya kurang kebutuhan belajar siswa (mahasiswa yang berperan sebagai siswa) sehingga menimbulkan sikap apatis.

Penelitian ini merupakan pengembangan penelitian sebelumnya pada mata kuliah Sistem Video dengan pendekatan kooperatif Jigsaw (2007) telah berhasil membangun relevansi internal keempat kompetensi meliputi kompetensi pedagogi, kepribadian, sosial dan profesional rerata skor 2,64 untuk cakupan penilaian 0 sampai 4 masih dalam katagori cukup (Sri Waluyanti : 2007).

Subyek penelitian pada semester gasal tahun ajaran 2009/2010 belum mendapatkan pengajaran mikro, cara penyusunan RPP serta evaluasi pembelajaran maka di awal perkuliahan mahasiswa diberi pembekalan tentang cara penyusunan RPP, prinsip penyusunan instrumen evaluasi pembelajaran dan pengajaran mikro. Berdasarkan konsep dasar di atas dan latar belakang yang telah diuraikan secara eksplisit terdapat tiga permasalahan pokok yang diupayakan pemecahannya dalam penelitian ini : (1) Apakah penerapan model pembelajaran pendekatan kooperatif Jigsaw dan *peer teaching* mampu meningkatkan kompetensi pedagogi ; (2). Apakah penerapan model pembelajaran kooperatif Jigsaw dan *peer teaching* dapat meningkatkan kompetensi vokasional; (3) Bagaimanakah respon mahasiswa terhadap penerapan model pembelajaran kooperatif Jigsaw dan *peer teaching* dalam mata kuliah Sistem Video.

### **Kompetensi Guru**

Kompetensi diartikan sebagai pengetahuan, keterampilan, dan nilai-nilai dasar yang direfleksikan dalam kebiasaan berpikir dan bertindak (Depdiknas : 2003). Arti lain dari kompetensi adalah spesifikasi dari pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang dimiliki seseorang serta penerapannya di dalam pekerjaan, sesuai dengan standar kinerja yang dibutuhkan di lapangan. Dengan demikian kompetensi yang dimiliki oleh setiap guru akan menunjukkan kualitas guru yang sebenarnya. Kompetensi tersebut akan terwujud dalam bentuk penguasaan pengetahuan, keterampilan maupun sikap profesional dalam menjalankan fungsi sebagai guru. Berdasarkan pengertian tersebut, standar kompetensi guru adalah suatu pernyataan tentang kriteria yang dipersyaratkan, ditetapkan dan disepakati bersama dalam bentuk penguasaan pengetahuan, keterampilan dan sikap bagi seorang tenaga kependidikan sehingga layak disebut kompeten.

Berdasarkan PP No 19 tahun 2005 bab VI tentang standar pendidikan dan tenaga kependidikan pasal 28 ayat 3 tentang kompetensi agen pembelajaran pada jenjang pendidikan dasar dan menengah serta pendidikan anak usia dini meliputi : (a) kompetensi pedagogik ; (b) Kompetensi kepribadian ; (c) Kompetensi profesional; dan (d) Kompetensi sosial (Depdiknas : 2005) . Agar cakupan pengamatan dan pembinaan lebih dalam, penelitian dibatasi pada kompetensi pedagogi dan kompetensi profesional.

Kompetensi pedagogi dalam penelitian ini mengacu pasal 20 PP No 19 Tahun 2005 meliputi (a). Menyusun rencana pembelajaran, (b). Melaksanakan pembelajaran, (c). Menilai dan (d) mengevaluasi hasil pembelajaran. Sedangkan kompetensi profesional dibatasi pada penguasaan kompetensi di bidang audio video yang tidak lain adalah kompetensi vokasional berupa penguasaan materi secara teori dan praktek.

### **Pembelajaran Kooperatif Jigsaw**

Dalam pembelajaran kooperatif mahasiswa belajar dan bekerja dalam kelompok-kelompok kecil terdiri dari tiga sampai empat orang. Hal ini dimaksudkan agar interaksi mahasiswa menjadi maksimal dan efektif. Pembelajaran kooperatif tidak semata-mata meminta mahasiswa bekerja secara kelompok dengan cara mereka sendiri tetapi mereka harus bekerja sama untuk mencapai tujuan bersama. Model pembelajaran ini berpandangan bahwa mahasiswa akan lebih mudah menemukan dan memahami konsep-konsep yang sulit apabila mereka saling mendiskusikan konsep-konsep tersebut dengan teman sebayanya (Slavin, 1990).

Kooperatif Jigsaw atau model tim ahli dengan mengacu Aronson (1978) pembelajaran kooperatif Jigsaw dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut : (a) Mahasiswa dikelompokkan ke dalam 4 anggota atau sejumlah topik tiap tim . (b) Tiap mahasiswa dalam tim diberi bagian materi yang berbeda; (c) Tiap mahasiswa menyelesaikan tugasnya pada materi yang ditugaskan; (d) Mahasiswa anggota tim yang berbeda dengan tugas materi yang sama bertemu membentuk kelompok ahli untuk mendiskusikan materi; (e) Setelah selesai diskusi sebagai tim ahli tiap anggota kembali ke kelompok asal dan bergantian mengajar teman satu tim. Setiap tim ahli mempresentasikan hasil diskusi berlaku sebagai guru juga melakukan evaluasi hasil belajar temanya yang berlaku sebagai siswa.

### ***Peer Teaching***

Peer teaching dalam penelitian ini termasuk katagori simulasi bermain peran karena *peer teaching* adalah latihan mengajar yang dilakukan mahasiswa dimana mahasiswa berperan sebagai guru dan teman kelasnya sebagai siswa. Tujuan peer teaching meningkatkan keterampilan mengajar sebelum mengajar siswa yang sebenarnya. Berkaitan dengan pendekatan kooperatif Jigsaw peer teaching dilakukan pada putaran kedua sebagai ganti tutor sebaya pekerjaan meliputi membuat perangkat pembelajaran penyusunan RPP, media pembelajaran power point, menyusun instrument evaluasi dan menilai.

Pada saat *peer teaching* mahasiswa yang berperan sebagai guru dengan pedoman RPP melaksanakan pembelajaran sesuai dengan kaidah pengajaran mikro. Diakhir penyampaian materi mahasiswa yang berperan sebagai siswa memberi penilaian sesuai prinsip penilaian pengajaran mikro serta saran perbaikan.

### **Mata Kuliah Sistem Video**

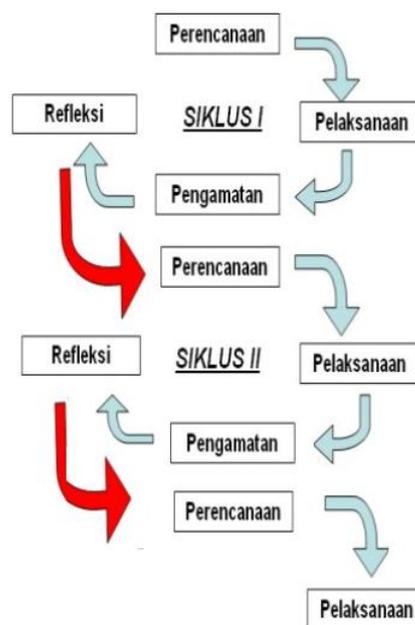
Mata kuliah ini bertujuan membekali kompetensi keahlian Audio Video bagi mahasiswa calon guru SMK. Meskipun hanya 3 SKS namun harus mampu memberi bekal kemampuan adaptasi dengan bahan ajar program keahlian audio video. Lingkup pembahasan mata kuliah Sistem Video meliputi: (a) Sistem Penerima Televisi; (b) Sistem Reproduksi Sinyal Audio video meliputi VCR, VCD dan DVD; (c) Pembuatan Dokumentasi Video.

Materi telah tersusun dalam bentuk softcopy maupun hard copy. Tugas mahasiswa adalah melengkapi materi yang telah tersusun dengan rencana pelaksanaan pembelajaran yang akan dilaksanakan pada saat peer teaching.

## B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas yang dengan sengaja dilakukan untuk merancang, melaksanakan kemudian mengamati dampak pelaksanaan tindakan pada subyek penelitian. Penelitian dilakukan melalui tiga siklus tindakan setiap siklus terdiri dari tahap perencanaan, observasi dan refleksi untuk mengambil keputusan dalam pelaksanaan siklus berikutnya. Adapun subyek penelitian ini adalah semua mahasiswa reguler yang mengambil mata kuliah Sistem Video pada semester ganjil tahun ajaran 2009/2010. Sedangkan obyeknya adalah penerapan model pembelajaran kooperatif Jigsaw dan peer teaching pada mata kuliah Sistem Video.

Prosedur penelitian dilaksanakan meliputi persiapan atau pra tindakan, pelaksanaan, observasi dan refleksi dengan menggunakan model penelitian tindakan kelas seperti gambar berikut, berulang hingga tiga siklus (Suharsimi Arikunto :2007).



Gambar 1. Rancangan Penelitian Tindakan Kelas (Suharsimi Arikunto : 2007)

### Tahap persiapan

Tahap persiapan atau pra tindakan kegiatan yang dilakukan meliputi menyusun pokok bahasan termasuk materi pembekalan kemampuan pedagogi, jadwal pelaksanaan tindakan sesuai dengan alokasi waktu yang tersedia, membekali mahasiswa pengetahuan cara menyusun rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), pengajaran mikro, dasar-dasar evaluasi hasil elajar, menyusun skenario pembelajaran, pedoman observasi, wawancara, kusioner. Mensosialisasikan metode pembelajaran pendekatan pembelajaran kooperatif Jigsaw dengan peer teaching pada mahasiswa, menyamakan persepsi pelaksanaan pembelajaran kooperatif Jigsaw dengan peerteaching antara peneliti dengan kolaborator, peneliti dengan mahasiswa.

### **Tahap pelaksanaan**

Membagi kelompok ahli untuk menyusun rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) lengkap dengan materi yang akan disampaikan, instrumen evaluasi hasil serta cara menilainya dan media pembelajaran. Peneliti memfasilitasi buku kejuruan teknik audio video beserta standar kompetensi dan kompetensi dasar kejuruan audio video dalam bentuk *softcopy* maupun *hardcopy*, link-link yang relevan pada e-learning BESMART, layanan konsultasi *chating*, e-mail selain tatap muka langsung. Tatap muka berikutnya mahasiswa berganti kelompok baru yang terdiri dari mahasiswa dari tim ahli yang berbeda topik. Masing-masing mahasiswa yang berkewajiban menjelaskan berperan sebagai guru mengajar sesuai RPP yang dibuat, sedangkan anggota lainnya berperan sebagai siswa serta menilai kemampuan mengajar mahasiswa yang berperan sebagai guru.

### **Tahap observasi dan evaluasi**

Pada tahap ini dosen melakukan observasi terhadap semua yang terjadi selama pelaksanaan tindakan, evaluasi hasil belajar dilaksanakan oleh mahasiswa yang berperan sebagai guru. Refleksi dilakukan untuk menyempurnakan pelaksanaan tindakan pada siklus berikutnya. Mengacu pada tujuan penelitian pengumpulan data disesuaikan jenis data yang diperlukan.

Tabel 1 Teknik Pengumplan Data dan Instrumen Penelitian

No	Jenis Data	Teknik Pengumpulan	Instrumen	Validitas	Reliabilitas

1.	Partisipasi	Observasi	Pedoman observasi		
2	Persiapan Pembelajaran	Observasi dan penilaian hasil kerja	angket	rx <sub>xy</sub> hitung 0,82 > rx <sub>xy</sub> tab 0,444	α cronbach = 0,84
3	Pelaksanaan	Penilaian teman	angket	rx <sub>xy</sub> hitung 0,91 > rx <sub>xy</sub> tab 0.444	α cronbach = 0,72
4	Penilaian	Observasi, penilaian	checklist	rx <sub>xy</sub> hit = 0.80	α cronbach = 0,67
5.	Tanggapan mahasiswa	Angket , wawancara	Pedoman wawancara, kuesioner		α cronbach = 0.845

Teknik analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik deskriptip. Prestasi belajar mahasiswa dianalisa berdasarkan tingkat penguasaan materi. Kompetensi pedagogi meliputi kemampuan membuat persiapan pembelajaran, pelaksanaan pembelajaran, kemampuan membuat instrumen evaluasi hasil pembelajaran dinilai dengan skala Likert dalam range (1) kurang, (2) cukup, (3) baik dan (4) baik sekali, evaluasi kemajuan hasil belajar dilihat dari rerata kelas. Kompetensi vokasional penilaian meliputi penguasaan teori dan praktek. Penguasaan teori diukur menggunakan tes tertulis merupakan kumpulan soal yang disusun tim ahli tertuang dalam RPP dengan skala penilaian 1 sampai 10. Penguasaan praktek dinilai dari tugas praktikum membuat program dokumentasi video penilaian meliputi perencanaan, proses pengambilan gambar, kualitas gambar, kualitas suara, kandungan informasi, editing,.

### **C. Hasil dan Pembahasan**

#### **Deskripsi proses dan hasil pembelajaran siklus I**

Penelitian tindakan kelas ini dilakukan pada mahasiswa regular jurusan Pendidikan Teknik Elektronika yang mengambil mata kuliah Sistem Video pada semester ganjil tahun ajaran 2009/2010 sejumlah 34 mahasiswa. Topik permasalahan yang dibahas

dalam siklus pertama adalah Sistem Penerima Televisi dan Aplikasinya dibagi dalam empat topik bahasan; (1) Sistem Penerima Televisi dan perkembangannya hingga kini; (2) Instalasi dan Operasi Sistem Penerima TV; (3) Perawatan Pesawat Penerima TV dan 4. Perbaikan Sistem Penerima TV. Adapun topik permasalahannya adalah : (1) Bagaimana membuat persiapan pembelajaran, (2) Bagaimana melaksanakan pembelajaran (3) Bagaimana mengevaluasi hasil belajar dan (4) Bagaimana prestasi belajar mahasiswa yang berperan sebagai siswa.

Hasil tindakan pada siklus pertama menunjukkan masih ada kerancuan mahasiswa dalam melakukan pembagian materi yang akan dibahas berdasarkan kompetensi dasar yang telah ditetapkan dalam pembagian topik. Mahasiswa masih kesulitan dalam menterjemahkan kompetensi dasar ke dalam indikator, mengidentifikasi kebutuhan materi, cara mengevaluasi, dari semua ini kurang nampak keterkaitan benang merahnya. Dalam melaksanakan diskusi terjadi penyeberangan kelompok sehingga ketika diuji validitas pelaksanaan tindakan dari sembilan kelompok diskusi terdapat 5 kelompok yang cacat secara metodologi. Dari 34 mahasiswa hanya ada 29 mahasiswa yang secara sempurna dapat mengikuti metode ini sehingga untuk pembahasan selanjutnya 5 mahasiswa ini di drop dari analisis. Sedangkan untuk prestasi belajar sudah bagus 10 (34,48 %) mahasiswa mendapat nilai > 90, 18 (62,07%) mahasiswa nilai > 70 dan hanya 1 (3,45%) mahasiswa mendapat kurang dari 70. Mahasiswa sangat antusias dalam menjalankan diskusi semua terlibat secara aktif.

Berdasarkan hasil dan observasi tindakan pada siklus I dilakukan refleksi yang difokuskan untuk meningkatkan kompetensi pedagogi, rekomendasi untuk siklus berikutnya adalah bimbingan penyusunan RPP dan pemahaman pelaksanaan pembelajaran pendekatan kooperatif jigsaw dengan peer teaching lebih diintensifkan. Agar kegiatan diskusi tidak terganggu adanya mahasiswa terlambat atau tidak masuk maka pada pelaksanaan peer teaching berikutnya ditukarkan dengan jam pratikum empat jam berturut-turut.

### **Deskripsi Proses dan Hasil Pembelajaran Siklus kedua**

Topik yang dibahas dalam siklus kedua adalah Sistem Reproduksi Audio Video meliputi VCR, DCD dan DVD. Kelompok ahli terdiri dari empat topik bahasan yaitu : 1. Sistem Reproduksi Audio Video dan perkembangannya. 2. Instalasi dan Operasi Sistem Reproduksi Sinyal Audio Video. 3. Perawatan Peralatan Sistem reproduksi

Sinyal Audio Video dan 4. Perbaikan Sistem Reproduksi Sinyal Audio Video. Adapun topik permasalahannya adalah : (1) Bagaimana membuat persiapan pembelajaran, (2) Bagaimana melaksanakan pembelajaran (3) Bagaimana mengevaluasi hasil belajar dan (4) Bagaimana prestasi belajar mahasiswa yang berperan sebagai siswa.

Kondisi KBM pada siklus kedua ini menunjukkan mahasiswa lebih bersemangat dalam membentuk kelompok, menguasai permasalahan yang dibahas, menyiapkan media pendukung penjelasan yang bagus, berani mengemukakan pendapat baik dalam menyampaikan materi maupun diskusi kesepahaman konsep. Mahasiswa sudah memahami pelaksanaan pembelajaran dengan pendekatan kooperatif Jigsaw dengan peer teaching. Kesan dan saran yang diberikan pada partner peer teaching lebih kritis dan lengkap disertai usulan solusi. Ditinjau dari kompetensi pedagogi terdapat peningkatan dalam hal :1. Membuat persiapan pembelajaran RPP sudah lebih jelas benang merahnya antara standar kompetensi, kompetensi dasar, deskripsi tujuan pembelajaran, indikator ketercapaian kompetensi, materi dan evaluasi hasil belajar. 2. Media pendukung pembelajaran juga sudah lebih lengkap dan sistematis. 3) pada skenario pembelajaran alokasi waktu masih belum terinci dengan baik. Sedangkan untuk prestasi belajar terjadi peningkatan walaupun tidak banyak 11 (37,93%) mahasiswa mempunyai skor > 90, 17 (58,62%) mahasiswa >73.3 dan hanya 1 (3,45%) < 70.

Berdasarkan hasil dan observasi tindakan siklus kedua dilakukan refleksi dengan menstimulus mahasiswa agar lebih bersemangat dan meningkatkan kualitas persiapan, pelaksanaan, evaluasi serta prestasi hasil belajarnya.

### **Deskripsi proses dan hasil pembelajaran Siklus ketiga**

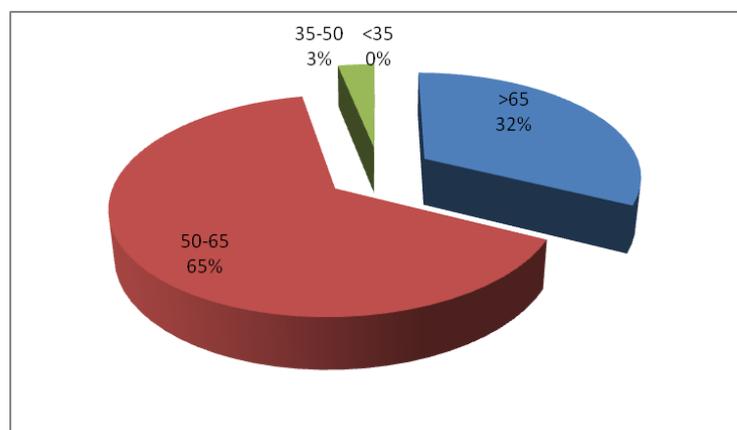
Topik yang dibahas dalam siklus ketiga adalah Pembuatan Dokumentasi Video. Kelompok ahli terdiri dari empat topik bahasan yaitu : 1. Persiapan Pembuatan Dokumentasi Video, 2. Pelaksanaan Produksi, 3. Paska Produksi dan 4. Perawatan Peralatan dan hasil Pembuatan Dokumentasi Video. Adapun topik permasalahannya tetap sama yaitu : (1) Bagaimana membuat persiapan pembelajaran, (2) Bagaimana pelaksanaan pembelajaran (3) Bagaimana mengevaluasi hasil belajar dan (4) Bagaimana prestasi belajar mahasiswa yang berperan sebagai siswa.

Kondisi KBM pada siklus ketiga ini terjadi peningkatan : 1. Interaksi *guru dan siswa*

sangat baik usaha mahasiswa sebagai guru untuk menjelaskan tampak percaya diri dan bertanggungjawab, 2. Sudah tidak ada pertanyaan yang belum terselesaikan dalam kelompok sebagaimana disetiap akhir siklus dosen mereview materi yang sudah dibahas serta mentuntaskan pertanyaan yang belum terselesaikan dalam diskusi kelompok. Untuk siklus ketiga tidak ada yang belum terselesaikan. RPP sudah mendekati sempurna benang merah dari standar kompetensi hingga evaluasi hasil belajar sudah tampak runtut dan sistematis, pelaksanaan pembelajaran mahasiswa terlihat lebih mantap, percaya diri dan bertanggungjawab. Prestasi hasil belajar meningkat terendah nilai 70 dengan komposisi mencapai 12 ( 41,38%) skor > 90 dan 17 (58,62%) >70. Dengan pencapaian nilai akhir 9 (31,03%) mahasiswa mencapai skor > 90 dan 20 (68,97%) > 77,5.

### Deskripsi Tanggapan Mahasiswa

Angket tanggapan terhadap model pembelajaran pendekatan kooperatif Jigsaw dengan peer teaching disusun untuk mengetahui pendapat mereka tentang KBM yang dialami dan dirasakan dalam perkuliahan Sistem Video. Angket terdiri dari 20 buah pertanyaan tertutup, mahasiswa diharapkan mengisi sesuai kondisi yang dialami dengan memberikan tanda centang pada salah satu dari empat pilihan sangat setuju, setuju, tidak setuju dan sangat tidak setuju. Juga disediakan 2 buah pertanyaan terbuka untuk menjangring pendapat mereka yang belum terakomodasi dalam pertanyaan tertutup. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tanggapan mahasiswa terhadap implementasi pembelajaran kooperatif Jigsaw dengan peer teaching : 32,26 % sangat setuju dan 64,52 % setuju dan 3,22 % tidak setuju.



Gambar 2. Tingkat Kecenderungan tanggapan mahasiswa terhadap implementasi pembelajaran kooperatif Jigsaw

Untuk melihat potensi sesungguhnya dan keberlanjutan pendekatan dilakukan analisis data angket tertutup terungkap bahwa : terdapat kecenderungan 32,26 % sangat setuju, 64,52 % setuju, dan. 3,22 % tidak setuju penggunaan pendekatan pembelajaran kooperatif Jigsaw dengan peer teaching. Ini berarti mahasiswa merasa tertarik, senang, termotivasi terhadap pembelajaran kooperatif Jigsaw dengan peer teaching sebagai pengalaman baru yang menyenangkan, dan pembelajaran model tersebut dapat diterapkan di kelas. Hal ini sesuai dengan pendapat Slavin (1990) bahwa model pembelajaran kooperatif dapat diterapkan pada berbagai mata pelajaran dan berbagai tingkat umur. Sedangkan analisis hasil angket terbuka yang dirasakan oleh mahasiswa dengan model pembelajaran kooperatif Jigsaw dengan peer teaching adalah mayoritas mahasiswa (83,87 %) menyambut positif, dengan alasan : sangat efektif bisa meningkatkan semangat, punya rasa tanggung jawab terhadap tugas yang diberikan, bisa saling tukar informasi, memberikan keleluasaan pada mahasiswa untuk saling berinteraksi dalam menyampaikan pendapatnya masing-masing, menarik karena bisa menumbuhkan motivasi belajar, membuat mahasiswa semakin aktif, aplikasi ini setuju karena membuat berani untuk mengutarakan pendapat, senang karena mau tidak mau harus belajar untuk mempresentasikan materi, termotivasi karena lebih percaya diri, cukup variatif karena tidak monoton, baik karena setiap mahasiswa dalam kelompok terlibat aktif, mudah memahami modul pembelajaran, merasa dilatih untuk belajar mengajar, mampu memberi gambaran tugas sebagai pengajar kelak.

Terdapat 16,13 % mahasiswa menyatakan kesulitan dalam memahami penjelasan teman karena cara mempresentasikan materi sangat cepat sehingga sulit untuk ditangkap. Ada sebagian merasa kurang termotivasi, karena merasa kesulitan menyusun materi yang baik. Saran yang diajukan mahasiswa : metode ini agar terus dikembangkan dan dilanjutkan, agar diterapkan juga pada mata kuliah lain karena metode ini berbeda dengan yang lain, dirasa adanya variasi model pembelajarannya, saat diskusi perlu dilibatkan dosen lebih banyak, bimbingan penyusunan RPP lebih diintensifkan. Hasil angket tertutup dan terbuka nampaknya tidak berbeda dan mayoritas menyambut positif, ini membuktikan bahwa metode yang diterapkan memang cocok dan disenangi oleh mahasiswa.

## Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan kondisi pelaksanaan tindakan maka dapat diformulasikan beberapa simpulan sebagai berikut :

Penerapan model pembelajaran kooperatif Jigsaw dengan *peer teaching* dapat meningkatkan kompetensi pedagogi meliputi kemampuan membuat persiapan pembelajaran, pelaksanaan pembelajaran, membuat instrument evaluasi hasil belajar.

Penerapan model pembelajaran kooperatif Jigsaw dengan *peer teaching* dapat meningkatkan kompetensi vokasional yang ditunjukkan dengan bertambahnya nilai rerata kelas dari siklus ke siklus. Pencapaian nilai akhir 9 (31,03%) mahasiswa mencapai skor > 90 dan 20 (68,97%) > 77,5.

Penerapan model pembelajaran pendekatan kooperatif Jigsaw dan *peer teaching* mendapat tanggapan positif sebagian besar mahasiswa 32,26 % sangat setuju, 64,52 % setuju. Karena dengan pendekatan ini pembelajaran sangat efektif, memotivasi belajar, percaya diri, pembelajaran menjadi cukup variatif tidak monoton, mudah memahami modul pembelajaran, merasa dilatih untuk belajar mengajar, mampu memberi gambaran tugas sebagai pengajar kelak.

Penelitian ini masih sangat sederhana dan memiliki banyak keterbatasan karena belum mengkaji secara mendalam berbagai aspek pembelajaran yang diperlukan dalam membangun kompetensi guru secara keseluruhan.

## Daftar Pustaka

- Aronson dkk. (1978). *Model Pembelajaran*. PPPG Matematika. Yogyakarta.
- Depdiknas. (2004). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2005 Tentang Standar Nasional Pendidikan Nasional*. Pusat data dan Informasi Balitbang : Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Husaini, Usman, dkk. 2003. *Pengantar Statistika*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Johnson David W. and Roger T. Johnson(2000). *Cooperative Learning Methods A Meta Analysis*. University of Minesota.
- Paulina Pannen dkk. (2001). *Konstruktivisme dalam Pembelajaran*. Jakarta. Proyek Pengembangan Universitas Terbuka Dirjen Dikti Depdiknas.

- Slavin, R. (1990). *Cooperative Learning : Theory, research and practice*. Boston : Allyn & Bacon.
- Sri Waluyanti. (2007). *Membangun Relevansi Internal Melalui Pendekatan Pembelajaran Kooperatif Jigsaw Pada Mata Kuliah Sistem Video*. Laporan Penelitian Fakultas Teknik UNY. Yogyakarta.
- Sugiyono. (2006). *Metode Penelitian Pendidikan, Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Penerbit Alfabeta. Bandung.
- Suharsimi Arikunto (2007). *Penelitian Tindakan Kelas (PTK) Untuk Guru, Kepala Sekolah, Pengawas, dan Penilai*. Universitas Negeri Yogyakarta diakses tanggal 6 Mei 2009 <http://www.scribd.com/doc/2473703/Penelitian-Tindakan-Kelas-PTK-SUHARSIMI-ARIKUNTO>.
- Universitas Negeri Yogyakarta. (2002). *Kurikulum 2002 Fakultas Teknik*. Universitas Negeri Yogyakarta .Yogyakarta.
- <http://www.laboratorium-um.sch.id/files/BAB%20X%20STRATEGI%20PEMBELAJARAN%20DENGAN%20SIMULASI.pdf>