

**Peningkatan Kompetensi Pemrograman Mikrokontroler  
Guru-guru SMK Bidang Keahlian Teknik Elektronika  
Pasca Diundangkannya UUGD**

*Oleh :*

**Putu Sudira**

**Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta**

**ABSTRACT**

The main objective of this study was to describe the microcontroller programming competencies, describe and implemented strategies master in microcontroller programming competencies and assesment for teachers SMK electronics study program according to vocational education development principles. This activities used discussion methode, demonstration, problem solving, project work related microcontroller programming and interfacing. There are 14 sub competencies must be training in microcontroller programming and interfacing implemented with discussion dan practice approach. Teacher must be master in programming problem identification, problem define, programming algorithm, flowchart, used instruction set, writing program, running assembler, download program to microcontroller, and test the program.

**Keyword :** *competencie, microcontroller, vocational education*

**A. PENDAHULUAN**

**1. Analisis Situasi**

Pendidikan menengah kejuruan di Indonesai telah mengalami pasang surut sebagaimana pendidikan umum lainnya. Harapan pendidikan menengah kejuruan untuk mewujudkan lulusannya bekerja, melanjutkan, atau berwirausaha masih dihadapkan pada banyak kendala. Untuk memahami kendala, harapan, dan bagaimana pendidikan kejuruan dikelola menurut Wardiman (1998) perlu memperhatikan sembilan karakteristik pokok pendidikan kejuruan sebagai berikut.

- a. Pendidikan kejuruan diarahkan untuk mempersiapkan peserta didik memasuki lapangan kerja.
- b. Pendidikan kejuruan didasarkan atas “*demand-driven*” yaitu kebutuhan dunia kerja.

- c. Fokus isi pendidikan kejuruan ditekankan pada penguasaan kompetensi yang dibutuhkan oleh dunia kerja.
- d. Penilaian yang sesungguhnya terhadap kesuksesan siswa harus pada “*hand-on*” atau performa dalam dunia kerja.
- e. Hubungan erat dengan dunia kerja sebagai kunci sukses pendidikan kejuruan.
- f. Pendidikan kejuruan yang baik adalah responsif dan antisipatif terhadap kemajuan teknologi.
- g. Pendidikan kejuruan lebih ditekankan pada “*learning by doing*” dan “*hands-on experience*”.
- h. Pendidikan kejuruan memerlukan fasilitas mutakhir untuk praktek.
- i. Pendidikan kejuruan memerlukan biaya investasi dan operasional yang lebih besar daripada pendidikan umum.

Pendidikan kejuruan dengan orientasi pendidikan yang mengembangkan tenaga kerja yang “*marketable*” akan efektif jika gurunya telah mempunyai pengalaman yang sukses dalam penerapan ketrampilan dan pengetahuan pada operasi dan proses kerja. Guru harus memiliki kemampuan menghubungkan teori-praktek sesuai konteks tempat kerja “*linking theory to practice in the workplace*” (Browne & Lamb, 2000). Mendekatkan teori dengan praktek dalam kerangka membangun kompetensi individu memerlukan waktu yang tidak bisa direduksi. Setiap orang dalam program pelatihan dapat menjadi ahli pada pekerjaan dengan kualifikasi 95 sampai dengan 100 jika diberi pelatihan berkualitas dan waktu yang cukup (Blank, 1982). Ini merupakan prinsip pertama dari pendekatan berbasis kompetensi.

Kesenjangan antara konten dengan konteks pada pendidikan kejuruan sangat merugikan, karena pendidikan menjadi kurang bermakna bagi siswa (Chadd & Anderson, 2005). Pembelajaran harus membekali siswa dalam menghadapi permasalahan kehidupan sehari-hari. Siswa tidak diperlakukan sebagai objek keranjang kosong tempat menjejalkan informasi. Sebaliknya potensi siswa harus diberdayakan secara aktif kreatif.

Banyak permasalahan yang ada di SMK yang harus diperbaiki. Permasalahan pembelajaran menyangkut pendidikan dan latihan (diklat) dasar kompetensi kejuruan tidak diajarkan secara mendasar. Kesalahan dalam proses diklat diterima dan dimaafkan sebagai suatu kewajaran. Mutu hasil kerja dibiarkan apa adanya tanpa standar mutu. Pada tingkat awal mutu dianggap tidak penting. Padahal untuk mendapat hasil pendidikan yang bermutu harus diawali dengan dasar yang kuat dan benar. Siswa dibiarkan bekerja dengan mutu hasil kerja asal jadi. Hanya formalitas telah mengerjakan tanpa standar mutu. Guru memberi angka "angka guru" tidak ada hubungannya dengan standar mutu dunia kerja. Siswa dibiarkan bekerja bekerja dengan cara yang salah, bekerja di lantai bukan di tempat kerja, menggunakan peralatan tidak sesuai dengan fungsi dan tempatnya, tidak peduli dengan "*sense of quality*" dan "*sense of added value*", motivasi siswa rendah. Tidak mengikuti langkah, posisi tubuh dan gerak yang benar. Padahal kualitas teknis dan produktivitas kerja sangat ditentukan oleh cara kerja yang benar. Kegiatan praktek tidak mengikuti prinsip belajar tuntas "*mastery learning*" berbasis kompetensi. Siswa bekerja tanpa bimbingan dan pengawasan guru, tanpa persyaratan keselamatan kerja, tidak bertanggung jawab, tanpa lembar kerja.

Disamping itu masalah guru yang lemah mutunya ditugaskan mengajar di tingkat X (tingkat 1 SMK), alat yang sudah tua, tidak standar dipakai oleh siswa tingkat X, guru berada di sekolah hanya pada jam-jam mengajar saja. Menjadi "guru provinsi atau guru kabupaten" karena harus mengajar di banyak sekolah lintas kabupaten/kota. Menggunakan waktu belajar hanya untuk catat mencatat. Guru memahami Kurikulum (KTSP) hanya sebagai produk/naskah tidak memahami kurikulum sebagai program, kurikulum sebagai hasil yang diinginkan, dan kurikulum sebagai pengalaman belajar. Guru tidak mampu menggunakan multi media atau sekolah tidak memiliki perangkat

multi media. Guru tidak bisa menjabarkan kompetensi kunci, standar kompetensi, kompetensi dasar, menjadi kegiatan pembelajaran.

SMK kurang memiliki wawasan ekonomi. Mesin rendah waktu pemakaiannya. Kurang peduli membentuk etos kerja. Tidak ada modul belajar secara lengkap sesuai standar kompetensi atau tidak mampu mengembangkan bahan ajar/modul. Sulit mendapatkan institusi pasangan untuk menyelenggarakan *dual system*. Sekolah tidak memahami standar isi

Permasalahan dari "a" sampai "z" sebagian besar berhubungan dengan peran dan fungsi guru. Peningkatan kualitas pendidikan di SMK memerlukan perhatian bagi seorang guru dalam meningkatkan kompetensi profesi. Undang Undang Nomor 14 tahun 2005 tentang Guru dan Dosen, yang selanjutnya disebut Undang Undang Guru dan Dosen (UUGD), menuntut penyesuaian penyelenggaraan pendidikan dan pembinaan guru sebagai profesi tenaga kependidikan. Sertifikat guru sebagai tenaga kependidikan yang profesional akan diberikan oleh lembaga sertifikasi ketika guru yang bersangkutan telah memenuhi persyaratan kompetensi yang telah dipersyaratkan oleh undang-undang. Kompetensi yang dimaksud adalah: (a) kompetensi paedagogik, (b) kompetensi kepribadian, (c) kompetensi sosial, dan (d) kompetensi profesional.

Kompetensi profesional yang dalam UUGD mensyaratkan seorang guru harus kompeten dalam proses pembelajaran. Lebih spesifik lagi menurut Chadd & Anderson guru produktif dituntut mampu: (a) memberi instruksi kepada siswa bagaimana melakukan tugas; (b) mendemonstrasikan bagaimana tugas dilakukan; (c) melatih siswa seperti apa tugas dilakukan; (d) menjelaskan mengapa sebuah tugas dikerjakan dengan cara khusus; (f) memprakarsai siswa masuk dalam budaya tempat kerja; (g) memperkokoh nilai-nilai siswa sebagai pribadi yang memiliki bakat sebagai pekerja.

Oleh karena itu peningkatan kualitas pembelajaran yang dibarengi dengan peningkatan penguasaan substansi pembelajaran menjadi satu hal yang penting dan mendasar.

Workshop keterampilan kejuruan bidang keahlian teknik elektronika dilandasi oleh amanat KTSP SMK Bidang Keahlian Teknik Elektronika, dengan dua program keahlian, yaitu: Program Keahlian Audio Video dan Program Keahlian Teknik Elektronika Industri. Dalam KTSP SMK Bidang Keahlian Teknik Elektronika edisi 2006 terdapat substansi pembelajaran yang menuntut penguasaan kompetensi pemrograman mikrokontroler.

## **2. Permasalahan**

Mencermati tuntutan akan sertifikasi kompetensi bagi guru permasalahan adalah: (a) bagaimana deskripsi kompetensi profesional bidang keahlian teknik elektronika yang diamanatkan oleh KTSP SMK, khususnya yang berkaitan dengan pemrograman mikrokontroler?; (b) bagaimana strategi dan implementasi pencapaian kompetensi pemrograman mikrokontroler yang telah dideskripsikan kepada khalayak sasaran, dalam hal ini adalah guru-guru SMK?; (c) bagaimana strategi dan implementasi evaluasi pencapaian kompetensi pada workshop keterampilan kejuruan bidang keahlian teknik elektronika, khususnya substansi pembelajaran yang berkaitan dengan pemrograman mikrokontroler?.

## **3. Tujuan Kegiatan**

Tujuan yang hendak dicapai dalam kegiatan ini adalah: mendeskripsikan kompetensi pemrograman mikrokontroler, merumuskan dan mengimplementasikan strategi pencapaian kompetensi pemrograman mikrokontroler serta penilaian pencapaian kompetensi pemrograman mikrokontroler bagi guru-guru SMK bidang keahlian Teknik Elektronika sesuai dengan prinsip-prinsip pengembangan pendidikan kejuruan.

#### 4. Landasan Teori

##### a. Pendidikan Kejuruan

Pendidikan kejuruan berlandaskan filsafat "*matching the man to the job*" (Thompson,1973). Pandangan ini bermakna *what job was needed and what was needed to do the job*. Pekerjaan atau jabatan apa yang dibutuhkan di lapangan dan kompetensi apa harus dikuasai oleh lulusan SMK untuk mendapatkan atau melakukan pekerjaan itu.

Pendidikan kejuruan sebagai pendidikan orang dewasa (*adult education*) didisain menyiapkan siswa untuk memasuki dunia kerja. Dalam konteks ini pendidikan kejuruan adalah pendidikan untuk bekerja (*education for work*) (Finch & Crunkilton,1999).

Pendidikan kejuruan adalah pendidikan ekonomi sebab diturunkan dari kebutuhan pasar kerja, memberi urunan terhadap kekuatan ekonomi nasional, melayani tujuan sistim ekonomi. Karenanya pendidikan kejuruan harus memperhatikan permintaan pasar (*demand driven*) dan antisipatif terhadap perubahan kebutuhan pasar (*market driven*). Pengembangannya perlu memperhatikan studi sektor ekonomi, studi kebijakan pembangunan ekonomi, dan studi permintaan tenaga kerja (*man-power*) (Joko Sutrisno,2007).

Pendidikan kejuruan memiliki hubungan erat dengan DU-DI. Sistem ganda di Jerman telah membuat negara itu memiliki keunggulan kompetitif dari negara-negara lainnya. Reorganisasi dunia kerja membawa konsekuensi kebutuhan sumber daya manusia yang memiliki multi ketrampilan, multi bidang, luwes, melek teknologi, mudah dilatih ulang, serta memiliki jiwa kewirausahaan. Karenanya pendidikan kejuruan menjadi sangat penting makna dan posisinya dalam menyiapkan SDM yang dimaksud. Di Taiwan *Departemen of Technological and Vocational Education* (DTVE) dibawah

Menteri Pendidikan (MOE) menetapkan kebijakan implementasi pendidikan teknologi dan kejuruan pada semua jenjang bertujuan mengusahakan tumbuhnya tenaga kerja terampil untuk mendukung perkembangan ekonomi negara (Finlay, Niven, Young, 1998).

Taiwan secara terus menerus meningkatkan kapasitas sekolah menengah kejuruan untuk memenuhi meningkatnya permintaan tenaga kerja terampil. Strategi pendidikan diatur untuk mengantisipasi perkembangan iptek dan struktur industri dan okupasi dari *craft based*/berbasis kerajinan ke berbasis pengetahuan. Caranya: (1) mengurangi penambahan *senior vocational schools*; (2) *encouraging*/mendorong kemapanan sistem *comprehensive senior high school* dan *six-year high school*; (3) penambahan *institutes of technology* untuk memberikan saluran ke senior vokasional.

Taiwan terbukti sukses melakukan transformasi produk berkaitan dengan komputer. Strategi yang diambil pemerintah antara lain.

- 1) Memperkuat dan mengadakan program-program retraining untuk pekerja.
- 2) Menyediakan transfer pekerjaan dan training keahlian kedua (*second-expertise training*).
- 3) Memperkuat training pada bidang komputerisasi, otomasi industri, CNC, mekatronika, dan lain sebagainya.
- 4) Melakukan uji ketrampilan dan mengembangkan sistim sertifikasi.
- 5) Menyediakan training untuk tenaga kerja dalam rangka layanan industri.
- 6) Mendorong industri untuk melakukan program-program training.
- 7) Meningkatkan manajemen skil untuk administrasi dan personil manajer.

Pendidikan kejuruan di Indonesia sangat besar sumbangannya pada ekonomi nasional. Ada kurang lebih 128 program keahlian yang dilaksanakan di SMK-SMK di seluruh Indonesia. Penyelenggaraan program-program keahlian ini disesuaikan dengan kebutuhan lapangan kerja baik untuk sektor formal maupun sektor non formal pada bidang pertanian, peternakan, perikanan, industri, perdagangan, jasa, pertambangan,

manufaktur, listrik, gas, air, konstruksi, transportasi, komunikasi, bank, finansial, perhotelan, restaurant, dan jasa masyarakat lainnya.

Singapura juga melakukan terobosan-terobosan yang sama dalam menyiapkan tenaga kerja terampil dan unggul, memberi nilai tambah yang tinggi, menguasai teknologi tinggi, menghasilkan produk-produk berkualitas untuk kemajuan ekonomi bangsa Singapura.

Keunggulan industri suatu bangsa, sangat ditentukan oleh kualitas tenaga terampil yang terlibat langsung dalam proses produksi, tenaga kerja yang berada di “*front-line*”. Karena itu, mutu tenaga kerja pada bagian ini harus ditingkatkan.

Menurut Wardiman alasan pentingnya tenaga terampil yaitu: (1) tenaga kerja terampil memegang peranan penting dalam menentukan tingkat mutu dan biaya produksi; (2) tenaga kerja terampil sangat dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan industrialisasi suatu negara; (3) tenaga kerja terampil merupakan faktor keunggulan menghadapi persaingan global; (4) penerapan teknologi agar berperan menjadi faktor keunggulan tergantung tenaga kerja terampil yang menguasai dan mampu mengaplikasikannya; (5) orang yang memiliki keterampilan memiliki peluang tinggi untuk bekerja dan produktif. Semakin banyak warga suatu bangsa yang terampil dan produktif maka semakin kuat kemampuan ekonomi negara tersebut; (6) semakin banyak warga suatu bangsa yang tidak terampil, maka semakin tinggi kemungkinan pengangguran yang akan menjadi beban ekonomi negara (Wardiman,1998).

Keuntungan pendidikan kejuruan adalah: (1) meningkatkan pendapatan nasional, (2) menyediakan barang dan layanan yang lebih efisien, (3) meningkatkan standar kehidupan, (4) mentraining kembali para pekerja, (5) meningkatkan martabat pekerja, (6) meningkatkan kesejahteraan nasional.



Dapat disimpulkan bahwa pendidikan kejuruan adalah pendidikan dunia kerja sebagai penyedia tenaga terampil/professional yang memiliki peran kunci untuk berjalannya suatu industri (baca DU-DI) yang efektif dan efisien dalam kerangka kerja peningkatan kemajuan perekonomian bangsa. Pendidikan kejuruan merupakan ujung tombak karena peran dan fungsinya sebagai penyedia manusia sumber yang berdaya. Karenanya pendidikan kejuruan harus memberdayakan manusia.

#### **b. Pendidikan dan Latihan Kejuruan**

Pendidikan dan latihan (diklat) kejuruan harus melayani pengembangan ketrampilan dasar dan ketrampilan khusus/lanjut pada setiap individu untuk mendapatkan pekerjaan atau mengelola bisnis agar bisa bekerja lebih produktif, beradaptasi dengan teknologi baru, pekerjaan baru, atau lingkungan baru (Gasskov,2000). Di Amerika setidaknya-tidaknya pekerja membutuhkan fleksibilitas jabatan, kemampuan memperkirakan dan pengetahuan bagaimana memperoleh pekerjaan, mengerti hubungan antar pekerjaan, kompatibilitas sosial, dan ketrampilan yang dibutuhkan di beberapa tempat dalam dunia kerja.

Inovasi teknologi dan penemuan berjalan terus menghasilkan perangkat baru, metoda baru, proses baru. Secara pragmatis misi pokok pengembangan teknologi antara lain: membuat lebih nyaman, lebih aman, lebih murah, lebih mudah, lebih hemat, lebih cermat, proses lebih cepat, lebih efektif-efisien-produktif. Ini menunjukkan diklat kejuruan membutuhkan adaptasi dan readaptasi serta difusi teknologi.

Diklat kejuruan seharusnya diorientasikan pada kebutuhan tenaga kerja di masyarakat. Perlu penetapan/setting orientasi program apakah untuk skala lokal, nasional, regional, atau internasional (Thompson,1973).

Diklat kejuruan menggunakan pendekatan pembelajaran berbasis kompetensi mencakup prinsip-prinsip: (1) terpusat pada peserta didik; (2) berfokus pada penguasaan kompetensi; (3) tujuan pembelajaran spesifik; (4) penekanan pembelajaran pada unjuk kerja/kinerja; (5) pembelajaran lebih bersifat individual; (6) interaksi menggunakan multi metoda: aktif, pemecahan masalah dan kontekstual; (7) Pengajar lebih berfungsi sebagai fasilitator; (8) berorientasi pada kebutuhan individu; (9) umpan balik langsung; (10) menggunakan modul, (11) belajar di lapangan (praktek), (12) kriteria penilaian menggunakan patokan (PAP).

Prinsip dasar pendekatan berbasis kompetensi terfokus pada penjaminan perolehan tenaga kerja yang benar, dengan ketrampilan yang benar/cocok, pada waktu dan tempat yang benar untuk memenuhi tujuan-tujuan bisnis (Bartridge,2004). Prinsip-prinsip dasar itu antara lain.

- 1) Peserta diklat mempelajari ketrampilan-ketrampilan yang dibutuhkan untuk memecahkan permasalahan persyaratan pekerjaan dari hari kehari.
- 2) Peserta diklat berpartisipasi aktif selama proses pelatihan.
- 3) Tujuan pelatihan harus didefinisikan dan difahami dengan jelas oleh peserta diklat.
- 4) Keseluruhan aktivitas harus fokus pada keterlibatan peserta diklat sebab orang lebih ingat yang mereka kerjakan melebihi apa yang mereka baca.
- 5) Peserta diklat harus menyediakan dan mendorong dirinya menggunakan ketrampilan terbaru yang diperoleh pada saat melakukan pekerjaan sehari-hari.
- 6) Lingkungan belajar harus mendukung dan memberi kontribusi positif.

### **c. Pemrograman Mikrokontroler**

Membangun kompetensi pemrograman mikrokontroler memerlukan penguasaan arsitektur mikrokontroler. Arsitektur mikrokontroler yang dimaksud adalah *art of design* yang berkaitan dengan struktur register, kapasitas dan jenis memori, jumlah unit I/O, pengendalian interupsi, pengaturan timer/counter, dan komunikasi serial menggunakan set instruksi yang ada.

Setelah di-*interface*-kan dengan sistim diluar *chip*, Douglas (1992) memberikan formula bahwa pembentukan kompetensi pemrograman memerlukan kemampuan identifikasi perangkat *interface*, pendefinisian permasalahan, representasi kerja program, dan penemuan instruksi-instruksi yang benar serta penulisan program. Seseorang tidak begitu saja dapat menulis program tanpa memahami permasalahan yang harus diselesaikan menggunakan program (Sudira,2002). Program adalah susunan dan sejumlah instruksi yang membentuk suatu fungsi pemecahan atau penyelesaian masalah. Karenanya sebelum menulis program permasalahan program harus diidentifikasi dan didefinisikan terlebih dahulu secara jelas, diuraikan beberapa kemungkinan algoritma sebagai alternatif pendekatan pemecahan masalah. Algoritma yang benar ditambah diagram alir (*flowchart*) merupakan gambaran representasi kerja program. Penemuan instruksi yang benar dan penulisan program merupakan langkah akhir finalisasi pembuatan program komputer.

Pelatihan pemrograman mikrokontroler berkaitan dengan pembentukan kompetensi pemrograman setiap individu mahasiswa. Sesuai prinsip pembelajaran berbasis kompetensi maka pembelajaran yang cocok digunakan adalah pembelajaran *learning by doing*, *mastery learning*, *individual study*, dan *modular system*. Setiap orang harus mencoba melakukan sendiri-sendiri sampai diperoleh kompetensi tentang pemrograman sistim mikroprosesor. Diklat kompetensi yang dilakukan harus sampai tuntas untuk setiap modul dari sub kompetensi. Jika belum selesai harus melakukan remedial dan baru melanjutkan jika telah terkuasainya suatu sub kompetensi. Masalahnya bagaimana mengembangkan pelatihan kompetensi sehingga kompetensi pemrograman mikrokontroler dapat dicapai secara efektif efisien.

## **B. METODE**

### **1. Khalayak Sasaran**

Kegiatan penerapan iptek yang dilakukan meliputi kegiatan persiapan, yang mencakup aktivitas: observasi, penetapan lokasi, penetapan permasalahan dan penentuan topik yang akan disampaikan, penetapan khalayak sasaran, jadwal pelaksanaan, keterkaitan, kegiatan serta metode pendekatan yang digunakan.

Berdasarkan observasi dalam kegiatan penerapan Ipteks ini maka guru-guru SMK bidang keahlian Teknik Elektronika se Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang bertanggung jawab terhadap penguasaan kompetensi profesi siswa SMK bidang pemrograman mikrokontroler yang tergabung dalam Musyawarah Guru Mata Diklat (MGMD) digunakan sebagai khalayak sasaran.

### **2. Metode Penerapan Ipteks**

Metode yang digunakan dalam penerapan ipteks, meliputi :

- a. Metode diskusi dan demonstrasi, peserta penerapan ipteks akan dibekali dengan penguasaan pemrograman mikrokontroler, yang dibarengi dengan demonstrasi sistem yang hendak dilatihkan kepada khalayak sasaran, sehingga didapatkan gambaran yang utuh tentang kompetensi yang akan dilatihkan.
- b. Metode pemberian tugas, pada fase ini khalayak sasaran akan melakukan proses transfer pengetahuan dan keterampilan yang berkaitan dengan pemrograman mikrokontroler, melalui praktikum di laboratorium dengan kasus kasus pemrograman, dimulai dari kasus yang sederhana sampai dengan kasus yang kompleks.

### **3. Evaluasi**

Evaluasi merupakan kegiatan yang terstruktur dan komprehensif dari setiap aktivitas yang telah dilakukan. Oleh karena itu evaluasi merupakan aktivitas yang

berhubungan erat dengan upaya pengukuran dari aspek ketercapaian program kegiatan. Evaluasi kegiatan Iptek dilaksanakan dengan menggunakan evaluasi dengan model **Go** dan **No Go**. Artinya, setiap peserta akan dievaluasi setiap sub item kegiatan dengan pola Pedoman Acuan Patokan (PAP) untuk penguasaan kompetensi pemrograman mikrokontroler. Oleh karena itu peserta yang dinyatakan **Go** akan mendapatkan sertifikat workshop dengan keterangan materi pelatihan yang diajarkan pada masing-masing item kegiatan.

Hasil evaluasi kegiatan dituangkan dalam bentuk sertifikat pelatihan yang dikeluarkan oleh Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta (FT UNY) yang berkaitan dengan penguasaan materi workshop. Sebaliknya peserta yang dinyatakan **No Go** akan mendapatkan surat keterangan pernah mengikuti kegiatan penerapan iptek di FT UNY tahun 2007.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Deskripsi Kompetensi Pemrograman Mikrokontroler

Analisis kompetensi terhadap Silabus KTSP SMK bidang keahlian Teknik Elektronika dengan memperhatikan perkembangan pemanfaatan mikrokontroler dilapangan diperoleh deskripsi kompetensi pemrograman mikrokontroler seperti Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Deskripsi kompetensi pemrograman mikrokontroler

No.	Sub-Kompetensi	Indikator Pencapaian Sub-Kompetensi
1.	Mendeskripsikan Mikrokontroler sebagai sistim mikroprosesor	1.1. Pemahaman tentang mikroprosesor, sistim mikroprosesor, dan mikrokontroler dapat dijelaskan dengan baik dan benar. 1.2. Mikrokontroler dipahami sebagai sebuah sistim mikroprosesor dalam satu chip tunggal. 1.3. Perkembangan mikrokontroler dapat dijelaskan jenis dan macamnya dari berbagai sumber.

No.	Sub-Kompetensi	Indikator Pencapaian Sub-Kompetensi
		1.4. Jenis-jenis mikrokontroler dikumpulkan data sheetnya sebagai bahan kajian.
2.	Mendeskripsi kan Arsitektur Mikrokontroler	<p>2.1. Arsitektur mikrokontroler dipahami sebagai <i>art of design</i> terpadu antara <i>hardware</i> dan <i>software</i>.</p> <p>2.2. <i>Feature</i> setiap mikrokontroler dipelajari sebagai arsitektur umum.</p> <p>2.3. Susunan pin eksternal dan blok diagram internal sebagai arsitektur <i>hardware</i> dimanfaatkan dengan baik dan benar.</p> <p>2.4. Fungsi masing-masing bagian internal dari arsitektur sebuah mikrokontroler dipraktekkan kasus demi kasus.</p> <p>2.5. Fungsi masing-masing register sebuah mikrokontroler digunakan secara tuntas untuk kebutuhan pengembangan program.</p> <p>2.6. Pemetaan memori RWM, ROM (Plash) dipahami luas/kapasitas dan lokasi alamatnya.</p> <p>2.7. Pemetaan I/O dipahami luas/kapasitas dan lokasi alamatnya.</p> <p>2.8. Fungsi masing-masing pin dari sebuah mikrokontroler digunakan untuk perancangan interface aplikasi mikrokontroler.</p> <p>2.7. Fungsi masing-masing pin dari mikrokontroler difahami dalam kaitannya dengan pengembangan kebutuhan antar muka.</p>
3.	Mendeskripsikan <i>Instruction Set</i> Mikrokontroler	<p>3.1. <i>Instruction set</i> sebuah mikrokontroler dikaji secara tuntas detail sebagai dasar pemahaman pemilihan instruksi pada saat pengembangan program.</p> <p>3.2. <i>Instruction set</i> dipelajari dan dikelompokkan menjadi kelompok operasi aritmetika, operasi logika, transfer data, manipulasi variabel boolean, branching.</p> <p>3.3. Mode pengalamatan dipelajari pemanfaatannya dalam <i>instruction set</i>.</p> <p>3.4. Dapat memilih jenis-jenis instruksi sesuai kebutuhan algoritma.</p> <p>3.5. Dapat menjabarkan dengan rumus dan simbol cara kerja atau proses masing-masing instruksi.</p> <p>3.4. <i>Instruction set</i> digunakan secara tepat pada setiap pengembangan program.</p>
4	Menulis dan Menguji Program	<p>4.1. Bahasa pemrograman <i>assembly</i> digunakan secara baik dan benar.</p> <p>4.2. Proses kerja <i>assembly</i> dipahami secara benar.</p> <p>4.3. Jenis-jenis mnemonik dipahami secara benar.</p> <p>4.4. Assembler <i>directive</i> dipahami secara benar.</p> <p>4.5. Cara kerja <i>compiler</i> dipahami dengan baik.</p> <p>4.6. Kebutuhan program sistim instrumentasi dan kendali dikembang dengan empat langkah pemrograman yaitu: Identifikasi masalah, pengembangan algoritma dan flowchart program, pemilihan instruksi, dan penulisan program.</p> <p>4.7. Program sistim instrumentasi dan kendali ditulis sesuai dengan diagram alir program dan kebutuhan sistim.</p> <p>4.8. Sintak bahasa program diuji per blok program sesuai prosedur kerja</p> <p>4.9. Perangkat pemrograman mikrokontroler diaktifkan dan dipilih. sesuai jenis mikrokontroler.</p> <p>4.10. Semua hasil pemrograman disimpan selama pelaksanaan proses pemrograman dan setelah selesai pelaksanaan penulisan program.</p> <p>4.11. Perangkat pemrograman (ISP) dihubungkan pada terminal komunikasi PC.</p> <p>4.12. Catu daya dihidupkan sesuai prosedur/instruksi kerja.</p> <p>4.13. Software program di <i>download</i> ke Mikrokontroler sesuai</p>

No.	Sub-Kompetensi	Indikator Pencapaian Sub-Kompetensi
		<p>prosedur/instruksi kerja.</p> <p>4.14. Mikrokontroler dijalankan sesuai prosedur/instruksi kerja.</p> <p>4.15. Software yang telah di <i>download</i> diverifikasi dan diuji urutan kerjanya sesuai dengan urutan kerja algoritma/diagram alir program.</p> <p>4.16. Program dimodifikasi jika terdapat ketidak sesuaian dengan urutan kerja sistim instrumentasi dan kendali.</p> <p>4.17. Selesai pengujian, sumber daya mikrokontroler dimatikan dan hubungan kabel dilepas.</p>
5.	Memprogram Port sebagai Output dan Input Sederhana	<p>5.1. Dapat merangkai beban LED aktif Low dan beban LED aktif high.</p> <p>5.2. Dapat merangkai input push button aktif LOW dan aktif high.</p> <p>5.3. Dapat menyalakan dan mematikan beban LED pada port output.</p> <p>5.4. Dapat menyalakan satu LED bergerak ke kiri dan ke kanan.</p> <p>5.5. Dapat menyalakan dua LED bergerak dari tengah ke kiri dan ke kanan dan sebaliknya.</p> <p>5.6. Dapat menyalakan LED berkedip.</p> <p>5.7. Dapat menyalakan LED bervariasi menggunakan perintah <i>call subrutin</i>.</p> <p>5.8. Dapat membuat lampu hias.</p> <p>5.9. Dapat membuat traffic light perempatan jalan.</p> <p>5.10. Dapat membaca data input dari push button dan mengeluarkan ke output LED sebagai indikator/penanda.</p> <p>5.11. Dapat membuat variasi program pembacaan input dan akses output.</p>
6.	Memprogram Interface Display	<p>6.1. Dapat merangkai <i>interface seven segment</i> untuk common anoda dan common katoda.</p> <p>6.2. Dapat membuat tabel data penyalan karakter (angka/huruf).</p> <p>6.3. Dapat membuat tabel data pemilihan LED yang aktif untuk penyalan multiplek.</p> <p>6.4. Dapat memprogram penyalan LED statis.</p> <p>6.5. Dapat memprogram penyalan LED dinamis secara multiplek.</p> <p>6.6. Dapat merangkai interface LCD.</p> <p>6.7. Dapat memprogram penyalan LCD.</p> <p>6.8. Dapat merangkai interface Dot Matrix.</p> <p>6.9. Dapat memprogram penyalan Dot Matrix .</p>
7.	Memprogram input Keypad	<p>7.1. Dapat merangkai keypad tunggal dan jamak.</p> <p>7.2. Dapat memprogram keypad tunggal dan keypad matrik.</p> <p>7.3. Dapat membuat penyalan di output seven segment melalui keypad.</p>
8.	Memprogram interface Motor	<p>8.1. Dapat membuat interface motor Stepper.</p> <p>8.2. Dapat membuat interface motor DC.</p> <p>8.3. Dapat membuat program interface motor Stepper.</p> <p>8.4. Dapat membuat program interface motor DC.</p>
9.	Memprogram Interupsi	<p>9.1. Dasar-dasar interupsi dipahami dengan baik.</p> <p>9.2. Konsep dan pemrograman interupsi dikuasai dengan baik.</p> <p>9.3. Dapat membuat program berbasis interupsi.</p>
10.	Memprogram Timer Counter	<p>10.1. Dasar-dasar Timer Counter mikrokontroler dipahami dengan baik.</p> <p>10.2. Pemrograman Timer Counter dikuasai dengan baik.</p> <p>10.3. Dapat membuat program jam digital.</p>

No.	Sub-Kompetensi	Indikator Pencapaian Sub-Kompetensi
		10.4. Dapat membuat program pewaktu riil.
11.	Memprogram interface Pengukuran besaran Listrik	11.1. Dasar-dasar <i>interface</i> sensor dan transduser dipahami dengan baik. 11.2. Konsep dan pemrograman ADC dipelajari dengan baik. 11.3. Pengkondisi Sinyal dipahami dengan baik . 11.4. Sistim pengukuran arus listrik, tegangan listrik, dan daya listrik diperagakan dengan benar. 11.5. Dapat membuat program interface pengukuran arus listrik, tegangan listrik, dan daya listrik.
12.	Memprogram interface Pengukuran besaran Non Listrik	12.1. Dasar-dasar interface sensor dan transduser dipahami dengan baik. 12.2. Konsep dan pemrograman ADC dipelajari dengan baik. 12.3. Pengkondisi Sinyal dipahami dengan baik . 12.4. Sistim pengukuran Tekanan, gaya, Posisi, Suhu, dan Kelembaban diperagakan dengan benar. 12.5. Dapat membuat program interface pengukuran Tekanan, gaya, Posisi, Suhu, dan Kelembaban diperagakan dengan benar.
13.	Memprogram sistim kendali	13.1. Dapat membuat program interface sistim robot. 13.2. Dapat membuat program interface <i>line follower</i> .
14.	Membuat Laporan	14.1. Dapat mendokumentasikan program dalam bentuk file elektronik. 14.2. Dapat membuat laporan pemrograman dalam format fileword atau PDF. 14.3. Menyerahkan laporan tepat waktu.

## 2. Strategi Pencapaian Kompetensi Pemrograman Mikrokontroler

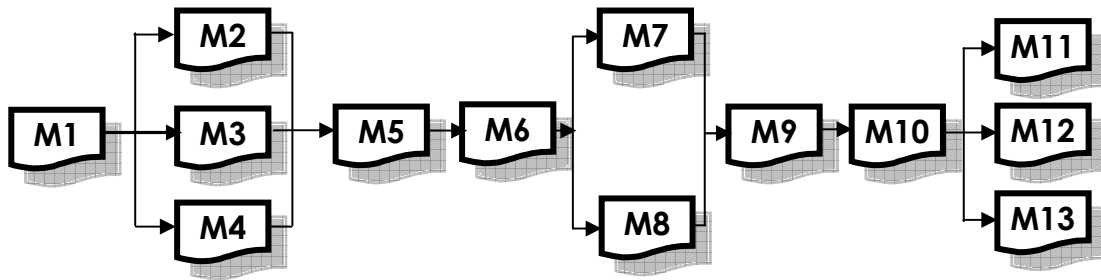
Kompetensi pemrograman mikrokontroler dengan empat belas sub kompetensi dan sejumlah indikator seperti tabel 1 dapat dicapai melalui berbagai pendekatan. Pendekatan pokok yang digunakan diskusi, praktikum, dan tutorial dengan ciri utama *learning by doing, hands-on experience, mastery learning, individual study*, dan *modular system*. Peningkatan pencapaian kompetensi pemrograman mikrokontroler dilaksanakan secara mendasar menggunakan peralatan atau trainer sesuai jenis mikrokontroler dan tidak dengan simulasi atau hanya teori saja. Modul praktikum pemrograman mikrokontroler disiapkan dan digunakan sebagai pedoman kegiatan. Guru memahami fungsinya sebagai fasilitator melakukan bimbingan dan pengawasan. Untuk



meningkatkan *matching* kompetensi pemrograman dengan kebutuhan lapangan studi kasus berbasis proyek atau kerjasama dengan DU-DI sangat baik dikembangkan.

### **3. Implementasi Pencapaian Kompetensi Pemrograman Mikrokontroler**

Kompetensi pemrograman diimplementasikan dalam bentuk modul. Ada tiga belas modul yang dikembangkan sesuai dengan deskripsi kompetensi. Setiap modul terdiri dari lima bagian yaitu : bagian 1 memuat tujuan umum pembelajaran, tujuan khusus pembelajaran, dan deskripsi materi. Bagian 2 memuat petunjuk kerja. Bagian 3 memuat pretest. Bagian 4 memuat post test, dan Bagian 5 memuat kunci jawaban. Satu modul dikembangkan dari satu sub kompetensi. Tujuan pembelajaran disusun berdasarkan kompetensi pada masing masing sub kompetensi. Deskripsi materi dikembangkan dari materi pokok pembelajaran yang memuat sikap, pengetahuan, dan ketrampilan sesuai dengan lingkup belajar. Lembar evaluasi pada modul dikembangkan untuk mengukur pencapaian kompetensi berdasarkan jabaran kriteria kinerja. Perbedaan kecepatan belajar dihargai dan secara integratif dikelola bermuara ke pencapaian profil kompetensi pemrograman. Pelatihan kompetensi pemrograman mengacu pada ketuntasan pencapaian kompetensi sebelum meneruskan ke kompetensi berikutnya (*mastery learning*). Proses dan hasil pelatihan mengacu pada aktivitas pemecahan masalah kompetensi (*Problem Solving*) yang ada di DU-DI menggunakan pendekatan kontekstual, dilakukan melalui kegiatan praktek atau pengalaman nyata di lapangan (*Experience-based Learning*). Kebulatan sepuluh modul dapat diselesaikan dengan sekuen sebagai berikut.



Gambar 1. Peta Pencapaian Kompetensi Per Modul

Keterangan :

- M1 : Mesdeskripsikan Mikroprosesor, Sistim Mikroprosesor, dan Mikrokontroler
- M2 : Mesdeskripsikan Arsitektur Mikrokontroler AT 89S51
- M3 : Mesdeskripsikan Instruction Set Mikrokontroler AT 89S51
- M4 : Menulis dan Menguji Program
- M5 : Memprogram Port Output Input Sederhana
- M6 : Memprogram Interface Output Display
- M7 : Memprogram Interface Input Keypad
- M8 : Memprogram Motor Stepper
- M9 : Memprogram Interupsi
- M10 : Memprogram Timer & Counter
- M11 : Memprogram Interface Pengukuran Besaran Listrik
- M12 : Memprogram Interface Pengukuran Besaran Non Listrik
- M13 : Memprogram Sistim Kendali

#### 4. Strategi Evaluasi Pencapaian Kompetensi Pemrograman Mikrokontroler

Kompetensi pemrograman mikrokontroler menyatakan performance atau kinerja atau kemampuan seseorang yang terobservasi berkaitan dengan penguasaan pengetahuan, ketrampilan, dan sikap terhadap pekerjaan atau tugas pemrograman mikrokontroler sesuai dengan standar performance/unjuk kerja. Strategi evaluasi yang tepat digunakan adalah evaluasi berbasis kinerja dengan empat asumsi pokok, yaitu: (1) asesmen kinerja yang didasarkan pada partisipasi aktif; (2) tugas-tugas yang diberikan atau dikerjakan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari keseluruhan proses diklat; (3) *assessment* tidak hanya untuk mengetahui posisi pada saat diklat, tetapi juga dimaksudkan untuk memperbaiki proses diklat itu sendiri; (4) dengan mengetahui lebih dahulu kriteria yang akan digunakan untuk mengukur dan menilai keberhasilan proses diklat, secara terbuka dan aktif peserta diklat berupaya untuk mencapai tujuan diklat.

## **5. Implementasi Evaluasi Pencapaian Kompetensi Pemrograman Mikrokontroler**

Evaluasi pencapaian kompetensi pemrograman mikrokontroler diimplementasikan secara terintegrasi dalam modul mencakup penilaian kemampuan mengidentifikasi permasalahan pemrograman, mendefinisikan masalah, merumuskan algoritma pemrograman, menyusun diagram alir, memilih jenis dan macam instruksi yang benar, menulis program, menjalankan assembler, mengunduh program ke mikrokontroler, dan melakukan uji coba program sesuai definisi permasalahan program. Secara umum kompetensi pemrograman mikrokontroler berkaitan dengan kemampuan bagaimana mengerjakan suatu tugas atau pekerjaan, bagaimana mengorganisasikannya agar pekerjaan tersebut dapat dilaksanakan, apa yang harus dilakukan jika terjadi sesuatu yang berbeda dengan rencana semula, dan kemampuan memecahkan masalah dengan kondisi yang berbeda.

Beberapa hal yang menjadi faktor pendukung dalam kegiatan pengabdian ini antara lain : (1) Peserta workshop sangat antusias di dalam mengikuti kegiatan workshop ini, hal ini disebabkan materi workshop merupakan materi yang mempunyai potensi untuk dikembangkan pada tataran aplikasi praktis di lapangan, terlebih lagi materi pemrograman mikrokontroler pada tataran pemrograman perangkat keras. Disamping itu juga pemrograman mikrokontroler merupakan substansi pembelajaran yang cukup potensial untuk dikembangkan dengan aplikasi-aplikasi khusus sistem otomasi di industri, baik pada skala kecil, menengah, maupun industri pada skala besar. (2) Seiring dengan masa-masa persiapan sertifikasi profesi, maka kegiatan ini menjadi semakin penting dalam rangka pemahaman substansi workshop dan pengumpulan "poin" jika sewaktu-waktu digunakan sebagai salah satu bukti fisik keikutsertaan para guru dalam kegiatan pengembangan akademik, terutama yang berkaitan dengan penilaian portofolio aktivitas akademik para guru.

## **D. SIMPULAN DAN SARAN**

### **1. Simpulan**

- a. Kompetensi pemrograman mikrokontroler dideskripsikan dari silabus KTSP SMK bidang keahlian teknik elektronika menjadi 14 sub kompetensi seperti tabel 1.
- b. Strategi pencapaian kompetensi pemrograman mikrokontroler yang telah dideskripsikan kepada khalayak sasaran, dalam hal ini adalah guru-guru SMK, diimplementasikan dengan pendekatan diskusi, praktikum dan tutorial secara individu menggunakan modul.
- c. Evaluasi pencapaian kompetensi pada workshop pemrograman mikrokontroler dilakukan dengan evaluasi berbasis kinerja secara terintegrasi dalam modul menggunakan penilaian kompetensi model *Go* atau *No Go*. Kemampuan pemrograman mencakup kemampuan mengidentifikasi permasalahan pemrograman, mendefinisikan masalah, merumuskan algoritma pemrograman, menyusun diagram alir, memilih jenis dan macam instruksi yang benar, menulis program, menjalankan assembler, mengunduh program ke mikrokontroler, dan melakukan uji coba program sesuai definisi permasalahan program.

### **2. Saran**

- a. Perlunya pemahaman yang komprehensif tentang hal-hal yang berkaitan dengan KTSP dan seluk beluk teknis pelaksanaan kurikulum yang dimaksud, sehingga harapan agar tercapainya standar isi masing-masing bidang keahlian dapat menjadi lebih terbuka, hal ini diperlukan sebagai upaya tindak lanjut workshop yang tidak hanya pada substansi pembelajarannya saja. Akan tetapi dimulai dari pencermatan deskripsi pembelajaran pada masing-masing kompetensi keahlian.
- b. Tindak lanjut dari aktivitas ini diperlukan dalam rangka penyegaran dan pendalaman pemahaman kompetensi tidak hanya sebatas pada pemrograman mikrokontroler,

akan tetapi juga untuk kompetensi-kompetensi yang lain, terutama yang berkaitan dengan aspek penguatan dan penajaman *knowledge skill* sebagai salah satu motor penggerak psikomotorik *skill*.

## DAFTAR PUSTAKA

- ., 2006, *Silabus Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan untuk SMK Bidang Keahlian Teknik Elektronika*, Direktorat Pembinaan SMK Ditjend Mandikdasmen Depdiknas, tidak diterbitkan.
- Bartridge, Tom. 2004. *Manager's role in Competence Based T&D System*. Ame Info
- Blank, WE.1982. *Handbook for Developing Competency-Based Training Programs*. London : Prentice-Hall, Inc.
- Browne. R.K. & Lamb.A. 2000. *Linking Theory to Practice in the Workplace*. AERC Proceeding
- Chadd J.& Anderson.M.A.2005. *Illinois Work-Based Learning Programs: Worksite Mentor Knowledge and Training*, Jurnal Career and Technical Education Research, Volume 30 nomor 1 Tahun 2005.
- Douglas. VH.1992. *Microprocessor and Interfacing Programming and Hardware*, London: MC Graw-Hill
- Finch & Crunkilton. 1999. *Curriculum Development in Vocational and Technical Education, Planning, Content, and Implementation*. United State of America : Allyn & Bacon A Viacom Company.
- Finlay, Niven,& Young. 1998. *Changing Vocational Education and Training an International Comparative Perspective* . London : Routledge
- Gasskov, Vladimir, 2000. *Managing Vocational Training Systems*. Internationa Labour Organization, Geneva
- Joko Sutrisno. 2007. *Menuju SMK Bertaraf Internasional*. Makalah Seminar FT UNY
- Sudira.Putu. 2002. *Modul Bahan Ajar Sistim Mikroprosesor*, Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Thompson, John F, 1973. *Foundation of Vocational Education Social and Philosophical Concepts*. Prentice-Hall, New Jersey
- Wardiman Djojonegoro, 1998. *Pengembangan Sumber Daya Manusia melalui SMK*. PT. Jayakarta Agung Offset, Jakarta.