

PROCEEDING



Seminar Nasional Pendidikan Teknik Elektro



**Pola Kerjasama Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan (DPSMK)
dengan Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik UNY
Dalam Rangka Peningkatan Akreditasi SMK
Program Keahlian Teknologi dan Rekayasa**

Yogyakarta, 22 November 2014



Jurusan Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta

DAFTAR ISI

	hal
1 LAMPU HEMAT ENERGI BERBAHAN BAKU LIMBAH (LHE BBL) SEBAGAI UPAYA MENGURANGI PENGANGGURAN LULUSAN SMK Zamtinah, M.Pd., Herlambang Sigit Pramono, S.T. M.Cs, Ilmawan Mustaqim, S.Pd.T., M.T.	1
2 PENINGKATAN PENCAPAIAN KOMPETENSI MAHASISWA PADA MATA KULIAH ANALISIS SISTEM TENAGA LISTRIK MELALUI PEMBELAJARAN BERBASIS <i>LESSON STUDY</i> Drs. Sukir, M.T., Soeharto, Ed.D, Nurhening Yuniarti, M.T.	11
3 KARAKTERISTIK PENGEMBANGAN PROFESIONALISME BERKELANJUTAN GURU SMK TEKNIK AUDIO VIDEO Sri Waluyanti	22
4 PENGEMBANGAN <i>RECOGNITION OF WORK EXPERIENCE AND LEARNING OUTCOME</i>: SEBUAH MODEL HIPOTETIK BERBASIS KAJIAN DARI BERBAGAI NEGARA Zamtinah	30
5 SISTEM KENDALI PID JARAK JAUH ROBOT MANIPULATOR MENGGUNAKAN JARINGAN <i>INTERNET</i> BERBASIS <i>MATLAB</i> M. Khairudin	36
6 PERFORMANSI KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) DI SMK YOGYAKARTA K. Ima Ismara, M.Pd, M.Kes	42
7 PEMBUATAN RANGKAIAN SENSOR SUHU MENGGUNAKAN <i>THERMOELECTRIC COOLER</i> BERBASIS MIKROKONTROLER SEBAGAI MODUL PRAKTEK MATA KULIAH SENSOR DAN TRANSDUSER Ilmawan Mustaqim, S.Pd.T., M.T., Hartoyo, M.Pd., M.T.	50
8 PENINGKATAN KOMPETENSI PADA MATA KULIAH PRAKTIK KENDALI TERPROGRAM MAHASISWA D3 TEKNIK ELEKTRO FT UNY BERBANTUKAN SOFTWARE <i>FLUIDSIM</i> Yuwono Indro Hatmojo, S.Pd., M.Eng., Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd.	60
9 PENGEMBANGAN SISTEM TELEMETRI ANTARA <i>PAYLOAD</i> ROKET DAN <i>GROUND SEGMENT</i> Didik Hariyanto, Sigit Yatmono, Ariadie Chandra Nugraha	73
10 PEMBIAYAAN DALAM PENDIDIKAN DAN PELATIHAN TEKNIK DAN KEJURUAN Agus Budiman	81

11	EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN <i>INQUIRY BASED LEARNING</i> (IBL) TERHADAP PENGUASAAN KOMPETENSI PADA MATA PELAJARAN DASAR-DASAR KELISTRIKAN DI SMK TAMAN KARYA MADYA KEBUMEN Bonggo Pramono, Didik Hariyanto, M.T	89
12	METODE <i>EDUTAINMENT</i> DALAM PELATIHAN Yudi Andriyaningtiyas, Rahmatul Irfan	98
13	PENINGKATAN PRESTASI BELAJAR MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO PADA MATA KULIAH RANGKAIAN LISTRIK MELALUI PENERAPAN PEMBELAJARAN BERBASIS PORTOFOLIO Edy Supriyadi, Setya Utama, Sunyoto	107
14	PEMAHAMAN PARA GURU SMK DI KOTA YOGYAKARTA TERHADAP KURIKULUM 2013 Hartoyo, M.Pd., M.T.	117
15	KEEFEKTIFAN <i>PROJECT BASED LEARNING</i> UNTUK PENINGKATAN KOMPETENSI PENGUKURAN KOMPONEN ELEKTRONIK DI SMK NEGERI PLERET Rahman Dwi Saputro, Didik Hariyanto, M.T	127
16	PENGUASAAN KOMPETENSI MEMBUAT RANGKAIAN INSTALASI MOTOR LISTRIK DENGAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE <i>GROUP INVESTIGATION</i> BAGI SISWA KELAS XI PAKET KEAHLIAN TEKNIK INSTALASI PEMANFAATAN TENAGA LISTRIK SMKN 1 PUNDONG Widiastuti	143
17	PERANCANGAN SISTEM KENDALI MOTOR SERVO BERBASIS ARDUINO DAN LABVIEW SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH KENDALI DIGITAL Ilmawan Mustaqim, S.Pd.T.,M.T., Sigit Yatmono M.T.	151
18	PENGEMBANGAN BATIK BERMOTIF KELISTRIKAN MELALUI KOLABORASI PEMBELAJARAN MATA PELAJARAN PENERAPAN KONSEP DASAR LISTRIK ELEKTRONIKA DAN MUATAN LOKAL BATIK DI KELAS X PAKET KEAHLIAN TEKNIK INSTALASI PEMANFAATAN TENAGA LISTRIK SMKN 1 PUNDONG Sapto Budiyono, S.Pd	158
19	PENDIDIKAN KARAKTER SEBAGAI PILAR PENDIDIKAN KEJURUAN DALAM MENYIAPKAN GENERASI EMAS Nurhening Yuniarti, M.T	166
20	PERAN REKRUITMEN DALAM MENINGKATKAN KUALITAS INPUT PENDIDIKAN CALON GURU KEJURUAN Lutfiyah Hidayati	174

21	HAK DAN KEWAJIBAN SEKOLAH/PROGRAM KEAHLIAN MENGHADAPI PROSES AKREDITASI Fauzia, M.A.	182
22	PEMBINAAN AKREDITASI SMK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO YANG BERLATAR BELAKANG PONDOK PESANTREN Soeharto, Ed.D.	187
23	SISTEM PENILAIAN HASIL BELAJAR PADA BIDANG KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRO Nur Kholis, M.Pd., Ari Sapto Nugroho	193
24	PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI NILAI KULIAH UNTUK MENINGKATKAN PELAYANAN JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO TERHADAP MAHASISWA Deny Budi Hertanto, Ariadie Chandra Nugraha	202
25	KEMAMPUAN MERENCANA PEMBELAJARAN BERDASAR KURIKULUM 2013 GURU SMK DI KOTA YOGYAKARTA Hartoyo, Nur Kholis, dan Muhamad Ali	207
26	MODEL STRUKTURAL PENGARUH <i>SOFT-HARD</i> <i>QUALITY MANAGEMENT</i> TERHADAP KINERJA ORGANISASI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN Dr. Giri Wiyono, M.T.	214

Pembuatan Rangkaian Sensor Suhu Menggunakan *Thermoelectric Cooler* Berbasis Mikrokontroler Sebagai Modul Praktek Mata Kuliah Sensor dan Transduser

Ilmawan Mustaqim, S.Pd.T.¹⁾, M.T. Hartoyo, M.Pd., M.T.²⁾

^{1,2)} Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY

Kampus Karangmalang, Yogyakarta, 55281

¹⁾ilmawan@staff.uny.ac.id, ²⁾hartoyo@uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu rangkaian sensor suhu menggunakan sensor *thermoelectric cooler* untuk mendeteksi perubahan suhu baik panas maupun dingin yang mampu dimonitor secara langsung pada layar monitor komputer menggunakan peranti *mikrokontroller* dan bantuan *software C#*. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan mengikuti model *Linier Sequential Model* (LSM) yang terdiri dari 5 tahapan yaitu tahap analisis dan studi literatur, desain/perancangan, perakitan (*assembly-hardware*), pengkodean (*coding-software*), dan pengujian. Adapun hasil rancangan yang telah dibuat dan diuji terdiri dari *hardware* rangkaian dan *software* tampilan *monitoring* sensor suhu menggunakan TEC dan pembandingnya yaitu LM35. Program *monitoring* dibuat menggunakan *software* Microsoft Visual C#. Berdasarkan hasil percobaan diperoleh bahwa rata-rata kesalahan pengukuran adalah sebesar $0,23^{\circ}$ *Celcius* atau dalam persentase sebesar 0,6% sehingga dalam pembacaan suhu diperoleh hasil $\pm 0,23^{\circ}$ *Celcius* dari nilai sebenarnya. Tampilan *monitoring* pada komputer dapat menampilkan respon sensor TEC serta perubahan tegangan dan nilai suhu sehingga dapat diamati secara langsung melalui *software monitoring*.

Kata kunci: Sensor Suhu, *Thermo Electric Cooler*, Mikrokontroler

Pendahuluan

Mata kuliah Sensor dan *Transduser* merupakan mata kuliah wajib yang harus ditempuh oleh mahasiswa bidang studi mekatronika di Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika, Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta. Mata kuliah ini dilaksanakan sebesar 3 sks yang terdiri dari 1 sks praktikum dan 2 sks teori. Mata kuliah ini membahas ilmu dasar tentang sensor beserta *transduser*. Pentingnya mata kuliah ini ditempuh karena banyak sekali penerapan teknologi sensor dalam peralatan-peralatan modern saat ini.

Sejauh ini peralatan praktikum yang digunakan untuk praktek masih sangat terbatas baik secara jumlah maupun kualitas, sehingga diperlukan tambahan peralatan yang memadai. Modul praktek sensor yang digunakan sebagai media praktikum mata kuliah sensor dan *transduser* di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, selama ini aplikasinya masih sangat terbatas pada aplikasi sensor suhu LM35, sensor kelembaban HG-20, sensor infra merah, dan sensor gas FIGARO. Untuk mengikuti perkembangan teknologi dan juga memperluas pengetahuan mahasiswa maka dirasa perlu untuk

menambah beberapa jenis sensor dan aplikasinya dalam mata kuliah praktek sensor dan *transduser*.

Salah satu diantara sensor-sensor tersebut yang menarik untuk diteliti adalah sensor *thermoelectric cooler*. Selain faktor dari belum adanya modul praktek mengenai sensor ini, karakteristik bentuk dan sifat dari sensor *thermoelectric cooler* ini merupakan daya tarik tersendiri bagi peneliti untuk mempelajari sekaligus menerapkannya dalam bentuk modul praktek. Dengan mempelajari karakteristik dari sensor *thermoelectric cooler* melalui modul praktek yang akan dihasilkan pada penelitian ini, diharapkan mampu memberikan tambahan pengetahuan bagi mahasiswa sekaligus memberikan tambahan ilmu dan peralatan baru pada modul praktek kuliah sensor dan *transduser* di jurusan pendidikan teknik elektro khususnya program studi pendidikan teknik mekatronika. Karakteristik dari suatu sensor kurang lengkap jika hanya dipelajari melalui pengukuran secara langsung menggunakan alat ukur multimeter dan sejenisnya. Peneliti merasa tertarik untuk membuat rangkaian sensor yang mampu dilihat dan dimonitoring sekaligus melalui layar monitor komputer agar dapat diamati reaksi yang terjadi selama proses pendeteksian berlangsung.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu rangkaian sensor suhu menggunakan sensor *thermoelectric cooler* untuk mendeteksi perubahan suhu baik panas maupun dingin yang mampu dimonitor secara langsung pada layar monitor komputer menggunakan peranti *mikrokontroller* dan bantuan *software* Microsoft Visual C#

1. *Thermo Electric Cooler (TEC)*

Thermoelectric Cooler atau biasa disingkat menjadi TEC atau disebut juga perangkat *Peltier*, adalah suatu bahan padat pemindah panas yang bekerja menggunakan efek *Peltier*. Efek *Peltier* adalah efek pemanasan atau pendinginan ketika suatu arus listrik melalui dua buah konduktor. Suatu tegangan diterapkan pada dua buah bahan material yang berbeda akan menyebabkan perbedaan suhu. Dengan perbedaan suhu tersebut, pendinginan *Peltier* akan menyebabkan panas berpindah dari satu ujung ke ujung lainnya. Kapasitas perpindahan panas dari pendinginan sebanding dengan arus listrik dan jumlah dari pasangan elemen tipe-n dan elemen tipe-p. (Flaxer,Eli. 2008.)



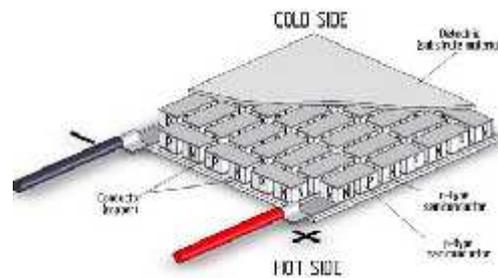
Gambar 1. *Thermoelectric Cooler (TEC)*
Sumber: Flaxer,Eli. 2008.

2. **Konstruksi *Thermo Electric Cooler***

Fenomena *Thermoelectric* pertama kali ditemukan oleh fisikawan Perancis dan meteorologi Jean Peltier (1785-1845) . Ide dasar dibalik efek *Peltier* adalah setiap kali

arus DC melewati sirkuit konduktor yang heterogen, panas akan dilepaskan atau diserap di persimpangan konduktor', dimana hal ini bergantung pada polaritas arus listrik. Perubahan panas yang dihasilkan sebanding dengan arus yang melewati konduktor.

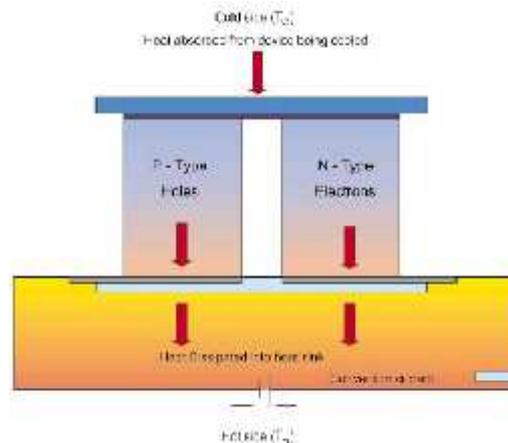
Dasar dari *Peltier* atau *Thermoelectric Cooler* adalah suatu *termokopel*, dimana terdiri dari elemen semikonduktor tipe-p dan tipe-n, atau pellets (partikel kecil biasanya dibuat dengan mengompresi bahan asli). Biasanya suatu *Thermoelectrical Cooler* terdiri dari *termokopel* yang dihubungkan kelistrikkannya secara seri dan berada di antara dua keping keramik Alumina. *Thermoelectric* umumnya dibungkus oleh keramik tipis yang berisikan batang-batang *Bismuth Telluride* di dalamnya. Jumlah *termokopel* dapat bervariasi mulai dari beberapa elemen hingga ratusan unit. Hal ini memungkinkan untuk membangun sebuah TEC dengan kapasitas pendinginan yang diinginkan mulai dari 1Watt hingga ratusan Watt.



Gambar 2. Struktur Thermo Electric Cooler (TEC)

Sumber: <http://www.kryotherm.ru/?tid=23>

Ketika arus DC bergerak melintasi pendingin *Peltier*, hal ini menyebabkan perbedaan suhu antara kedua sisi TEC. Akibatnya, satu sisi *thermoelectric cooler* pada sisi dingin akan didinginkan sementara sisi lainnya (sisi panas) secara bersamaan dipanaskan. Jika panas yang dihasilkan di sisi panas TEC secara efektif dihamburkan ke *heat sink* dan ke lingkungan sekitarnya, maka suhu di sisi pendingin TEC akan jauh lebih rendah dibandingkan dengan *ambien* hingga mencapai puluhan derajat. Kapasitas pendinginan TEC sebanding dengan arus yang melewatinya. Sisi dingin TEC yang akan dipanaskan dan sisi panas yang akan didinginkan jika polaritas TEC dibalik. (B. Huang and C. Duang).



Gambar 3. Perubahan Sistem dalam suatu Thermo Electric Cooler

Sumber: <http://www.electronics-cooling.com/1996/05/thermoelectric-thermal-regulation-systems/>

TEC memiliki perbedaan daya yang berbeda bergantung pada seberapa cepat sisi dingin dapat mendinginkan objek. Faktor lain yang lebih spesifik yaitu ΔT , yang merupakan perbedaan suhu maksimum antara kedua sisi.

Contoh TEC dengan ΔT sebesar 65° memiliki arti bahwa jika “sisipanas” adalah pada kondisi 50° derajat (dengan *heatsink*), maka temperatur minimum absolut yang dicapai pada sisi dingin adalah -15° . Jadi pendinginan pada sisi panas akan menyebabkan perubahan yang semakin dingin sisi dingin.

3. Mikrokontroler AT-Mega32

Mikrokontroler 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: (WardanaLingga, 2006).

- Tipe CISC atau *Complex Instruction Set Computing*, yaitu tipe yang mempunyai banyak instruksi namun fasilitas internal secukupnya saja.
- Tipe RISC atau *Reduced Instruction Set Computing* yaitu tipe yang mempunyai banyak fasilitas internal namun jumlah instruksi lebih sedikit.

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur tipe RISC yang mempunyai instruksi hanya sekitar 118 dan sebagian instruksi dieksekusi dalam satu detik. Secara umum, *mikrokontroler* AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga *ATtiny*, keluarga *AT90Sxx*, keluarga *ATmega*, dan *AT86RFxx*. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral*, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama. *Mikrokontroler* AT-Mega32 merupakan salah satu jenis *mikrokontroler* dari keluarga ATMEL.

AVR ATMEGA 32 merupakan seri *mikrokontroler* CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. ATMEGA 32 mempunyai 32 register *general-purpose*, *timer/counter* fleksibel dengan mode *compare*, *interrupt* internal dan eksternal, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan *mode power saving*, ADC dan PWM internal. ATMEGA 32 juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang mengizinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI.

4. Pemrograman Berbasis Objek dengan Software Microsoft Visual C#

Visual C# 2010 Express Edition adalah IDE (*Integrated Development Environment*) atau *tools* untuk membuat, menjalankan, dan men-debug program yang ditulis menggunakan bahasa C#. Selain menggunakan IDE yang disediakan oleh Microsoft, dapat juga menggunakan *tools* yang lain misalnya SharpDevelop (yang merupakan *project open source* yang juga dapat diunduh secara gratis). Programmer dapat membuat program C# hanya dengan menggunakan editor teks biasa seperti *notepad*, tetapi membutuhkan waktu yang lebih lama dalam proses pengembangan karena tidak adanya *tools* bantuan untuk debugging dan fitur lain sebaik yang adapada IDE yang khusus seperti Visual C# 2010 Express atau *SharpDevelop*.

Dalam pembuatan aplikasi kali ini digunakan bahasa pemrograman Visual C# dikarenakan kemudahan dalam pembuatan aplikasi, serta kemudahan dalam pengoperasian aplikasi yang akan di buat.

Metodologi Penelitian

Waktu yang digunakan dalam penelitian ini dijadwalkan selama 4 bulan dari bulan April sampai Juli. Sedangkan tempat yang digunakan di Bengkel Proyek Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.

Obyek penelitian adalah rangkaian sensor suhu yang dapat digunakan untuk mendeteksi suhu panas dan dingin menggunakan sensor *thermoelectric cooler* berbasis *mikrokontroler* dan *software* monitoringnya.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan mengikuti model *Linier Sequential Model* (LSM) yang terdiri dari 5 tahapan yaitu tahapan analisis dan studi literatur, desain/perancangan, perakitan (*assembly-hardware*), pengkodean (*coding-software*), dan pengujian. Kegiatan yang dilakukan untuk setiap tahap dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahapan analisis dan studi literatur:

Pada tahapan ini peneliti akan melakukan analisa dan studi literatur mengenai karakteristik sensor *thermoelectric cooler*, teknik akuisisi data, teknik pembuatan prototipe PCB, dan pemrograman berorientasi objek. Peneliti mengumpulkan informasi penting baik berupa data primer maupun sekunder termasuk menganalisis kebutuhan komponen-komponen yang akan digunakan dalam penelitian serta menyusunnya sehingga menghasilkan acuan dalam mendesain sistem.

2. Tahap Desain/ Perancangan sistem

Pada tahapan ini, peneliti akan merancang perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan sistem. Desain perangkat keras meliputi desain rangkaian pengolah sinyal, desain rangkaian antar muka mikrokontroler. Desain perangkat lunak meliputi desain tampilan program monitoring dan desain cara kerja sistem.



Gambar 4. Rancangan Aliran Data Sinyal.

3. Tahap Perakitan perangkat keras dan Pengkodean perangkat lunak

Setelah desain selesai, akan dilakukan implementasi perangkat keras dan perangkat lunak. Pada perangkat keras dibuat rangkaian catu daya sistem, rangkaian pengolah sinyal dari sensor, rangkaian sistem minimum mikrokontroler, rangkaian konversi TTL ke RS232. Pada implementasi perangkat lunak dibuat tampilan program.

4. Tahap pengujian

Setelah tahapan implementasi perakitan perangkat keras dan perangkat lunak selesai selanjutnya dilakukan pengujian kinerja alat dan *troubleshooting*, hingga sistem bekerja sempurna seperti yang direncanakan

Jenis data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi: Data-data yang berkaitan dengan nilai hasil pengujian *hardware*, dan data berupa nilai-nilai hasil pengujian *software* dengan teknik pengujian *black box testing* untuk mengetahui unjuk kerja program aplikasi dalam penelitian ini. Teknik pengumpulan data menggunakan pengukuran terhadap fungsi-fungsi *hardware* dan *software* sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan. Instrumen yang digunakan untuk mengambil data adalah instrumen pengujian dengan teknik *black box testing* dan instrumen pengukuran fungsionalitas sistem. Instrumen disusun mengacu pada kisi-kisi perancangan hasil sistem yang telah ditetapkan. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif yaitu mencoba memaparkan produk hasil rekayasa setelah diimplementasikan dalam bentuk *hardware* dan *software*, dan menguji tingkat kehandalan sistem untuk diujicobakan di lapangan.

Hasil dan Pembahasan

Hasil rancangan yang telah dibuat dan diuji terdiri dari *hardware* rangkaian dan *software* tampilan *monitoring* sensor suhu menggunakan TEC dan pembandingnya yaitu LM35.



Gambar 1. Rangkaian Sensor Suhu Menggunakan TEC

Hasil pembuatan perangkat lunak *monitoring* suhu menggunakan bantuan *software* pemrograman C# ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan *Software* Sensor *Thermo Electric Cooler*.

1. Hasil Pengujian Unjuk Kerja Rangkaian *Thermoelectric Cooler*

Sebelum dilakukan pengujian unjuk kerja rangkaian, terlebih dahulu dilakukan proses kalibrasi pengukuran. Proses kalibrasi ini dilakukan dengan cara mencatat pembacaan nilai ADC dari rangkaian dengan acuan nilai suhu dari hasil pengamatan suhu menggunakan *thermometer*.

Tabel 4.1 Hasil Kalibrasi TEC

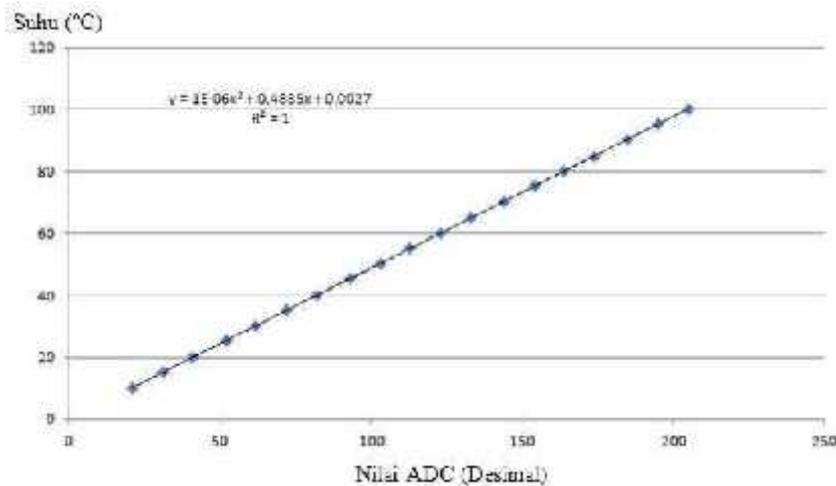
No	Suhu Acuan dari Thermometer (Celcius)	Tegangan TEC (Volt)	Nilai ADC (Desimal)
1	10	0,21	21
2	15	0,3	31
3	20	0,4	41
4	25	0,51	52
5	30	0,61	62
6	35	0,71	72
7	40	0,8	82
8	45	0,91	93
9	50	1,02	103
10	55	1,11	113
11	60	1,21	123
12	65	1,3	133
13	70	1,41	144
14	75	1,51	154
15	80	1,61	164
16	85	1,71	174
17	90	1,81	185
18	95	1,91	195
19	100	2,01	205

Dari hasil kalibrasi diolah menjadi persamaan regresi *polynomial* seperti ditunjukkan grafik pada Gambar 3.

PROCEEDINGS

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO 2014

Pola Kerjasama Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan (DPSMK) dengan Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik UNY dalam Rangka Akreditasi SMK Program Keahlian Teknologi dan Rekayasa



Gambar 3. Grafik Hasil Kalibrasi Nilai ADC terhadap Suhu sehingga diperoleh rumus sebagai berikut:

$$Y = 1.10^{-6}.x^2 + 0,4885.x + 0,0027 \quad (1)$$

Implementasi rumus tersebut yaitu:

$$Su u = 1.10^{-6}. \text{Nilai ADC}^2 + 0,4885 \text{ Nilai ADC} + 0,0027$$

Diperoleh hasil unjuk kerja rangkaian seperti yang tertuang dalam Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Unjuk Kerja Rangkaian TEC

No	Suhu Pembacaan Thermometer (Celcius)	Suhu Hasil Pembacaan TEC (Celcius)	Nilai BIT ADC (Desimal)	Selisih Pembacaan (Thermo-TEC)	Persentase Kesalahan
1	10	10,26	21	0,26	2,6
2	15	15,15	31	0,15	1
3	20	20,04	41	0,04	0,2
4	25	25,42	52	0,42	1,68
5	30	30,3	62	0,3	1
6	35	35,2	72	0,2	0,571428571
7	40	40	82	0	0
8	45	45,45	93	0,45	1
9	50	50,34	103	0,34	0,68
10	55	55,23	113	0,23	0,418181818
11	60	60,12	123	0,12	0,2
12	65	65	133	0	0
13	70	70,38	144	0,38	0,542857143
14	75	75,27	154	0,27	0,36
15	80	80,16	164	0,16	0,2
16	85	85,04	174	0,04	0,047058824
17	90	90,42	185	0,42	0,466666667
18	95	95,31	195	0,31	0,326315789
19	100	100,2	205	0,2	0,2

	Rata rata kesalahan	Rata-rata Persentase Kesalahan
	0,225789474	0,604868885

Berdasarkan data yang diperoleh terlihat bahwa rata-rata kesalahan pengukuran adalah sebesar 0,23° Celcius atau dalam persentase sebesar 0,6%.

2. Hasil Pengujian Unjuk Kerja *Software Monitoring Suhu Menggunakan TEC*

Software yang dibuat dalam penelitian ini diprogram menggunakan bahasa C# dengan tujuan mempermudah pembacaan data melalui *port* serial komputer sekaligus untuk *monitoring* suhu yang terdeteksi oleh sensor. Data diperoleh dari sebuah *mikrokontroler* yang mengirimkan data *output* sensor dan *output* tegangan dari sensor *Thermoelectric Cooler*.

Hasil pengujian *software* dapat menunjukkan bahwa suhu dari masing-masing sensor mampu diperlihatkan pada *software monitoring* sesuai dengan Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Software Monitoring*

No	Komponen Tampilan	Keterangan
1	Tampilan Pilihan Setting Koneksi dengan Komputer melalui konektor serial RS232	Ada
2	Tampilan Status Koneksi (Tersambung/Tidak Tersambung)	Ada
3	Tampilan Grafik Hasil Sensor Suhu Menggunakan TEC	Ada
4	Mampu Menampilkan Perubahan Grafik Hasil Pendeteksian Sensor Suhu Menggunakan TEC	Ya
5	Tampilan Grafik Hasil Sensor Suhu Menggunakan Sensor Pembanding (LM35)	Ada
6	Mampu Menampilkan Perubahan Grafik Hasil Pendeteksian Sensor Suhu Menggunakan TEC	Ya
7	Tampilan Grafik Tegangan Sensor Suhu TEC	Ada
8	Mampu Menampilkan Perubahan Grafik Tegangan Sensor Suhu TEC	Ya
9	Tampilan Nilai Suhu yang Terdeteksi Sensor TEC	Ada
10	Mampu Menampilkan Perubahan Nilai Suhu yang Terdeteksi Sensor TEC	Ya
11	Tampilan Nilai Tegangan dari Sensor TEC	Ada
12	Mampu Menampilkan Perubahan Tegangan dari Sensor TEC	Ya
13	Penyimpanan Data dari Hasil Pengukuran	Ada

Dari Tabel 3 terlihat bahwa tampilan program *monitoring* dapat telah dilengkapi dengan berbagai fungsi instrumentasi dan mampu memperlihatkan perilaku sensor dalam mengukur suhu dan perubahannya.

Kesimpulan

1. Sensor *Thermoelectric cooler* dapat digunakan sebagai *monitoring* suhu dengan menghubungkan output keluaran sensor pada rangkaian pengendali *mikrokontroler* dengan disertai rangkaian penguat tegangan serta keluaran data ditampilkan melalui komputer.

2. Berdasarkan hasil percobaan diperoleh bahwa rata-rata kesalahan pengukuran adalah sebesar $0,23^{\circ}$ Celcius atau dalam persentase sebesar 0,6% sehingga dalam pembacaan suhu diperoleh hasil $\pm 0,23^{\circ}$ Celcius dari nilai sebenarnya.
3. Tampilan monitoring pada komputer dapat menampilkan respon sensor TEC serta perubahan tegangan dan nilai suhu sehingga dapat diamati secara langsung melalui *software* monitoring. Perubahan suhu yang terukur maupun tegangan yang dihasilkan dapat diamati melalui *software* ini.

Daftar Pustaka

- B. Huang and C. Duang, 2000 “*System dynamic model and temperature control of a thermoelectric cooler,*” International Journal of Refrigeration, n. 23, pp. 197-207.
- Flaxer, Eli. 2008. “*Multi Channels PWM Controller for Thermoelectric Cooler Using a Programmable Logic Device and Lab-Windows CVI*”, Sensor & Transducers Journal Vol. 96, Issue 9, September 2008, pp. 93-103
- Heryanto, M. Ary dan Wisnu Adi P, , 2008 “*Pemrograman Bahasa C Untuk Mikrokontroler ATMEGA8535*”, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Wardana, Lingga. 2006 . “*Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega 8535*”.Yogyakarta: Andi.
- Sjachriyanto, Wawan. 2010 “*Teknik Pemrograman Delphi*”. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Kadir, Abdul. , 2006 “*Dasar Pemrograman Delphi*”.Yogyakarta: Penerbit Andi.