

**SISTEM PENGUKURAN SUHU MINYAK GORENG
BERBASIS TERMOKOPEL TIPE K**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-1**

Program Studi Fisika



Diajukan Oleh:

SLAMET RIADI
07620004

Kepada

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2014



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1865/2014

Skrripsi/Tugas Akhir dengan judul : Sistem Pengukuran Suhu Minyak Goreng Berbasis Termokopel Tipe K

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Slamet Riadi
NIM : 07620004
Telah dimunaqasyahkan pada : 26 Mei 2014
Nilai Munaqasyah : A
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Retno Rahmawati, M.Si
NIP.19821116 200901 2 006

Penguji I

Frida Agung Rahmadi, M.Sc
NIP.19780510 200501 1 003

Penguji II

Agus Eko Prasetyo, M.Si.

Yogyakarta, 25 Juni 2014
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D
NIP.19580919 198603 1 002

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Pengajuan Munaqosyah

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Slamet Riadi

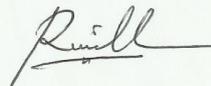
NIM : 07620004

Judul Skripsi : Sistem Pengukuran Suhu Minyak Goreng Berbasis Termokopel Tipe K

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi FISIKA Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Fisika Sains. Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 01 April 2014
Pembimbing I



Retno Rahmawati, M.Si.
NIP. 19821116 200901 2 006

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Yogyakarta, 1 April 2014



Slamet Riadi
07620004

MOTTO

- ❖ Tidak ada kata gagal, yang ada hanya berhasil atau belajar (Tung Desem Waringin).
- ❖ Semua ini berasal dari-Mu atasku, karena kemurahan-Mu demi kebaikanku.
- ❖ “Jika kamu menolong (agama) Allah, niscaya Dia akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu” (Q.S. Muhammad: 7).

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan skripsi ini untuk:

- ❖ Allah SWT.
- ❖ Ibu dan bapak, Sugeng dan Sarono yang telah mengijinkanku berjalan sejauh ini.
- ❖ Mas Kuadi, Mbak Sugini.
- ❖ Sahabatku, Seperjuanganku.
- ❖ Almamaterku.

KATA PENGANTAR

Segala Puji bagi Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini. Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang tentunya sangatlah berarti, untuk itu dengan segala kerendahan hati saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Thaqibul Fikri Niyartama, M.Si, Dosen pendamping akademik, yang telah mengarahkan segala hal terkait dengan proses keberlangsungan studi.
2. Frida Agung Rakhmadi M.Si selaku Ketua Prodi Fisika yang telah dengan sabar membimbing dan mengajarkan banyak hal.
3. Retno Rahmawati, M.Si, Dosen pembimbing, terimakasih atas kesabarannya dalam membimbing, memberisaran, mengkoreksi dan menasihati yang tak henti-hentinya selama 1 tahun lebih ini.
4. Nita Handayani, M.Si, Widayanti M.Si, Joko Purwanto, M.Si, Tatik Juwariyah M.Si, Cecilia Yanuarif M.Si. Elida Istiqomah M.Si. dan segenap Dosen Pengampu Mata kuliah Fisika terimakasih atas ilmu, inspirasi dan bimbingannya selama ini.
5. Seluruh jajaran staf administrasi Tata Usaha dan Laboratorium Terpadu UIN Sunan Kalijaga, terimakasih atas kerjasama terbaiknya.

6. Seluruh teman-teman di bidang minat minat instrumentasi fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
7. Mas Andi Asmara selaku tentor yang mengajarkan keahliannya dalam pembuatan sistem dari awal hingga akhir.
8. Sahabat Seangkatan 2007, Syarif, Icha, Santi, Teddy, Fakhri, Dita, Didik, Afif, Edi, Hanif tetap semangat dalam berlomba-lomba mencari ilmu tidak peduli walaupun sampai di semester 14 ini, jangan menyerah luruskan niat !
9. Sahabat Instrumen fisika, Izzi, Latif, Sulis, Irul, Bambang, Nana, Kholis, Ahmad, Gilang, Erfan, mari kita lanjutkan kreatifitas instrumen fisika.

Dengan segala keterbatasan penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Untuk itu saran dan kritik dari semua pihak, sangat penulis harapkan demi perbaikan dan peningkatan skripsi ini. Akhirnya penulis hanya bisa mendoakan semoga Allah SWT membalas semua kebaikan-kebaikan mereka selama ini. Amin.

Yogyakarta, 01 April 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIATISME	iv
MOTTO.....	v
PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
INTISAR	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Batasan Penelitian	4
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5

BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1.	Tinjauan Pustaka	6
2.2.	Landasan Teori.....	7
2.2.1.	Minyak Goreng	7
2.2.2.	Sensor	9
2.2.3.	Sensor Termokopel	11
2.2.4.	Karakteristik Sensor	15
2.2.5.	Karakteristik Sistem Pengukuran	20
2.2.6.	Mikrokontroler ATmega8	22
2.2.7.	Liquid Crystal Display (LCD).....	28
BAB III	METODE PENELITIAN.....	30
3.1.	Waktu Penelitian dan Tempat	30
3.2.	Alat dan Bahan.....	30
3.2.1.	Alat	30
3.2.2.	Bahan.....	31
3.3.	Prosedur Kerja Penelitian.....	32
3.3.1.	Pembuatan Sistem Pengukuran	32
3.3.2.	Karakteristik Sistem Sensor	34
3.3.3.	Karakteristik Sistem Pengukuran	37
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1.	Hasil dari Penelitian	40

4.1.1. Pembuatan Sistem	40
4.1.2. Karakteristik Sistem Sensor Termokopel Tipe K Dengan Penguatan.....	40
4.1.3. Pembuatan Sistem Pengukuran Suhu Minyak Goreng .	43
4.1.4. Karakterisasi Sistem Pengukuran Suhu Minyak Goreng	43
4.2. Pembahasan.....	45
4.2.1. Karakteristik Sistem Sensor Termokopel Tipe K Dengan Penguatan.....	45
4.2.2. Pembuatan Sistem Pengukuran Suhu Minyak Goreng .	46
4.2.3. Karakterisasi Sistem Pengukuran Suhu Minyak Goreng	49
BAB V PENUTUP	51
5.1. Kesimpulan	51
5.2. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengaruh Kenaikan Suhu Terhadap Titrasi Larutan Huble Pada Minyak Goreng	8
Tabel 2.2 Pengaruh Waktu Pemanasan Terhadap Titrasi Larutan Huble Pada Minyak Goreng	9
Tabel 2.3 Tipe-Tipe Termokopel	13
Tabel 3.1 Daftar Alat Penelitian.....	30
Tabel 3.2 Daftar Bahan Penelitian	31
Tabel 3.3 Tabel Pengambilan Data Karakterisasi Sistem Sensor	36
Tabel 3.4 Tabel Pengambilan Data Akurasi	38
Tabel 3.3 Tabel Pengambilan Data Presisi	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blok Fungsional Sensor	10
Gambar 2.2 Penelitian Thomas Johan Seebeck	11
Gambar 2.3 Prinsip Kerja Termokopel	12
Gambar 2.4 Rangkaian Termokopel	13
Gambar 2.5 Grafik Termokopel Tipe K.....	14
Gambar 2.6 Termokopel Tipe K.....	15
Gambar 2.7 Grafik Linearitas	16
Gambar 2.8 Grafik Penentuan <i>Error Repeatability</i>	20
Gambar 2.9 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega8.....	23
Gambar 2.10 Rangkaian LCD 2 X 16.....	29
Gambar 3.1 Langkah-Langkah Diagram Alir Prosedur Penelitian	32
Gambar 3.2 Langkah-Langkah Pembuatan Sistem Pengukuran.....	33
Gambar 3.3 Diagram Alir Prosedur Pembuatan Perangkat Keras	33
Gambar 3.4 Diagram Alir Prosedur Pembuatan Perangkat Lunak	34
Gambar 3.5 Langkah-Langkah Karakterisasi Sistem Sensor.....	35
Gambar 3.6 Langkah-Langkah Karakterisasi Sistem Pengukuran	37
Gambar 4.1 Susunan Sensor Dengan Penguat	40

Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Suhu Terhadap Tegangan.....	41
Gambar 4.3 Grafik Pengulangan Pengukuran.....	42
Gambar 4.4 Sistem Pengukuran Suhu Minyak Goreng	43
Gambar 4.5 Grafik Akurasi Suhu Sistem Dengan Suhu Phywe Temperature.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data Karakteristik Sensor Termokopel Dengan Penguat	55
Lampiran 2 : Perhitungan Karakterisasi Sistem Termokopel Dengan Penguat	62
Lampiran 3 : Data Akurasi Sistem Pengukuran	64
Lampiran 4 : Data Presisi Sistem Pengukuran	70
Lampiran 5 : Rangkaian Penguat Termokopel Tipe K	72
Lampiran 6 : Data Sheet Termokopel Tipe K Dari Digi-ware	76
Lampiran 7 : List Bahasa Pemrograman Termokopel Tipe K	77
Lampiran 8 : Proses Pembuatan Sistem Pengukuran Suhu	85
Lampiran 9 : Proses Pengambilan Data	87

Sistem Pengukuran Suhu Minyak Goreng Berbasis Termokopel Tipe K

Slamet Riadi
07620004

Intisari

Telah berhasil dibuat seperangkat sistem pengukuran suhu minyak goreng berbasis termokopel tipe K. Sistem pengukuran ini mampu mengukur suhu minyak goreng yang ditampilkan pada LCD. Sistem pengukuran yang telah dibuat ini kemudian dilakukan karakterisasi agar layak digunakan sebagai alat ukur suhu minyak goreng. Karakterisasi yang dilakukan secara statis, meliputi: linearitas, sensitivitas, *repeatabilitas*. Hasil pengukuran ditampilkan melalui LCD dalam satuan derajat celcius (°C). Perancangan sistem pengukuran ini menggunakan mikrokontroler ATmega8 sebagai pengontrol dari sistem sinyal masukan dan keluaran. Hasil akuisisi data dari karakterisasi sistem yang telah diperoleh menunjukkan bahwa sistem pengukuran ini mempunyai linearitas dengan nilai korelasi antara variabel sebesar $R^2 = 0,99$; nilai sensitivitas sebesar 0,0095 V/ °C; *error repeatabilitas* sebesar 1,7%; akurasi sebesar 98% dan presisi 98%.

Kata kunci: *Suhu, Minyak Goreng, Termokopel Tipe K, LCD.*

Type K Thermocouple-Based Cooking Oil Temperature Measurement System

Slamet Riadi
07620004

Abstract

A set of type K thermocouple-based cooking oil temperature measurement system had been successfully built. This measurement system was capable to measure the temperature of the cooking oil displayed on the LCD. A characterization was then performed on the measurement system built in order to make it feasible to be used as a cooking oil temperature measurement device. The characterization was performed statically, including; the linearity, the sensitivity, the repeatability. The measurement result was displayed by the LCD in degree Celsius (C^0). The designing of this measurement system used ATmega8 microcontroller as the controller of the input and output signal system. The data acquisition result of the system characterization obtained shows that the measurement system has linearity with the correlation value between the variables at $R^2= 0.99$; the sensitivity value at $0.0095 V/^0C$; the repeatability error at 1.7 %; the accuracy at 98% and the precision at 98 %.

Keywords: *Temperature, Cooking oil, Type-K Thermocouple.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Minyak goreng adalah salah satu bahan pokok bagi masyarakat Indonesia. Berdasarkan data Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS, 2012) bahwa konsumsi minyak goreng masyarakat Indonesia sebesar 8,24 liter per kapita di tahun 2011 dan meningkat menjadi 9,33 liter per kapita pada tahun 2012. Data tersebut menunjukkan adanya peningkatan konsumsi minyak goreng.

Salah satu langkah pemerintah untuk meningkatkan kesehatan masyarakatnya adalah dengan program *fortifikasi* vitamin A pada minyak goreng (SNI 7709:2012), namun kebiasaan buruk dalam penggunaan minyak goreng membuat kualitas minyak goreng menjadi tidak sehat. Hardinsyah mengatakan bahwa Kesalahan yang sering terjadi di masyarakat ialah penggunaan minyak yang sejatinya bagus menjadi buruk kualitasnya, karena tidak bijak dalam penggunaan dan pengolahan. Minyak yang dipanaskan hingga suhu tinggi akan mengalami peningkatan lemak jenuh, lemak trans, terbentuk radikal bebas, serta penurunan gizi (Kulinologi, 2012).

Penelitian ilmiah menyebutkan bahwa proses menggoreng sebaiknya 3 kali sampai 4 kali pengulangan dan menggunakan suhu di bawah 200⁰C dan minyak goreng yang telah rusak tidak hanya memberikan efek negatif bagi gizi dan kesehatan tetapi juga berdampak pada tekstur dan rasa makanan yang dihasilkan (Sartika, 2009). Wongso menjelaskan bahwa setiap orang bisa

memulai hidup sehat dengan mengkonsumsi makanan sehat, makanan yang sehat dapat berawal dari proses penggunaan minyak goreng benar (Kulinologi, 2012).

Proses penggorengan sangatlah penting untuk diperhatikan karena proses penggorengan adalah salah satu faktor yang menjadikan makanan tersebut baik untuk dikonsumsi. Makanan yang baik adalah makanan yang enak dimakan, mudah dicerna dan tidak menimbulkan penyakit dan gangguan, Seperti itulah yang terkandung dalam Al-qur'an surat An Nisaa': 4.

وَأْتُوا النِّسَاءَ صَدُقَاتِهِنَّ نِحْلَةً فَإِنْ طِبْنَ لَكُمْ عَنْ شَيْءٍ مِّنْهُ نَفْسًا فَكُلُوهُ

هَنِيئًا مَّرِيئًا

Artinya: “Berikanlah mas kawin (mahar) kepada wanita (yang kamu nikahi) sebagai pemberi dengan penuh kerelaan. Kemudian jika mereka menyerahkan kepada kamu sebagian dari mas kawin itu dengan senang hati, maka makanlah (ambillah) pemberian itu (sebagai makanan) yang hani’ (baik) lagi marii-a (baik akibatnya)” (Yayasan Penyelenggara Penterjemah Al-Qur’an, 1989).

Al Qurthubi menafsirkan maksud dari firman Allah *ta'ala* diatas adalah “*Hanii'* ialah yang baik lagi enak dimakan dan tidak memiliki efek negatif. Sedangkan *marii-a* ialah yang tidak menimbulkan efek samping pasca dimakan, mudah dicerna dan tidak menimbulkan penyakit atau gangguan”(Tafsir Al Qurthubi, 5:27). Oleh karenanya, jika sering mengidap

berbagai macam penyakit, maka koreksilah makanan kita, karena sesungguhnya yang baik tidaklah mendatangkan kecuali kebaikan.

Allah menganjurkan kita dalam Al-qur'an untuk mengonsumsi makanan yang sehat lagi baik. Contoh makanan sehat adalah makanan yang proses penggorengannya dilakukan pada suhu minyak goreng di bawah 200⁰C. Sistem pengukuran suhu minyak goreng sangat diperlukan untuk mengontrol proses penggorengan. Sistem pengukuran minyak goreng yang biasa digunakan di beberapa restoran ternama di Indonesia yaitu *deep fryer thermostat*, dengan jangkauan suhu pengukurannya dari 60 ⁰C sampai 200 ⁰C dan tampilan suhu *analog*.

Pengukuran suhu minyak goreng menggunakan sensor termokopel tipe K sangatlah tepat digunakan. Termokopel tipe K dapat mengukur suhu tinggi hingga lebih dari 200 ⁰C dibandingkan dengan *deep fryer thermostat* yang hanya dapat mengukur 200 ⁰C dan keluaran termokopel tipe K linear pada suhu 0⁰C sampai 350⁰C (www.maxim.com). Sensor termokopel tipe K keluarannya berupa tegangan listrik, sehingga nilai keluarannya memungkinkan untuk ditampilkan secara digital dan dibuat *portable*

Pada penelitian ini akan dibuat sistem pengukuran minyak goreng yang *portable* dan mampu mengukur suhu antara 30⁰C sampai 220⁰C yang menampilkan nilai suhu minyak goreng secara digital dan berbasis mikrokontroler ATmega8 dan sensor suhu termokopel tipe K. Dimana dengan sistem pengukuran suhu minyak goreng tersebut diharapkan nantinya bisa dijadikan sebagai pengontrol kualitas minyak goreng.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalahnya, yakni:

1. Bagaimanakah membuat seperangkat sistem pengukuran suhu minyak goreng berbasis sensor suhu termokopel tipe K ?
2. Bagaimanakah karakteristik sistem sensor termokopel tipe K yang akan dibuat ?
3. Bagaimanakah karakteristik sistem pengukuran suhu minyak goreng agar dapat digunakan sebagai alat ukur suhu minyak goreng ?

1.3 Batasan Penelitian

Dalam hal ini batasan penelitian yang akan diteliti, yakni:

1. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor suhu thermocouple tipe K tipe baut dengan pengukuran 30°C sampai 220°C .
2. Sistem yang akan dibuat berbasis mikrokontroler ATmega8 yang berfungsi mengatur seluruh kegiatan sistem.
3. Hasil pengukuran suhu minyak goreng akan ditampilkan melalui LCD (*Liquid Cristal Display*) berupa nilai besaran dalam derajat celcius.
4. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan minyak goreng sawit.
5. Sistem sensor dianalisa dengan menggunakan karakterisasi statis yang meliputi: linearitas, fungsi transfer dan error repeatabilitas.
6. Sistem pengukuran dianalisa dengan menggunakan karakterisasi statis yang meliputi: akurasi dan presisi.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, diantaranya:

1. Membuat suatu perangkat sistem pengukuran suhu minyak goreng berbasis sensor suhu termokopel tipe K.
2. Menentukan karakteristik sistem sensor suhu termokopel tipe K yang akan dibuat.
3. Menentukan karakteristik sistem pengukuran agar dapat digunakan sebagai alat pengukuran suhu minyak goreng.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini sangat penting untuk dilakukan, hal ini dikarenakan dengan membangun sistem pengukuran suhu minyak goreng berbasis termokopel tipe K akan membantu dalam mengetahui nilai suhu minyak goreng saat proses penggoreng. Sistem pengukuran ini akan membantu masyarakat dalam mengurangi kesalahan pemanasan minyak goreng saat penggorengan.

BAB V

PENUTUP

4.3 Kesimpulan

1. Telah dibuat seperangkat sistem pengukuran suhu minyak goreng berbasis Termokopel tipe K, yang mampu mendeteksi suhu minyak goreng sekaligus menampilkan dalam satuan derajat celcius pada 30⁰C sampai 220⁰C.
2. Hasil karakteristik sistem sensor pada penelitian ini, antara lain memiliki hubungan *input* dan *output* yang linier dengan nilai korelasi sebesar $R^2=0,99$, nilai sensitivitasnya sebesar 0.0095 V/ °C, *Repeatabilitas* sebesar 98,3%.
3. Hasil karakterisasi sistem pengukuran minyak goreng menunjukkan nilai akurasinya sebesar 98% dan presisi sebesar 98%.

4.4 Saran

1. Pemilihan sensor sebaiknya memiliki *data sheet* yang jelas, sehingga karakteristik sensor dapat diketahui.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih bagus sebaiknya pengkarakterisasian sistem pengukuran suhu menggunakan alat yang sudah terstandar.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim¹, 2013. *ATmega8 ATmega8L*. <http://www.atmel.com/image/doc2486.pdf>. Diakses tanggal 15 Januari 2013.
- Anonim², 2012. *Thermocouple & RTD Sensors*. <http://www.asbheat.com>. Diakses 19 November 2013.
- Anonim³, 2010. *Thermocouple baut tipe K max 400 der C*. <http://www.digi-ware.com>. Diakses 1 Maret 2013.
- Benedict, R. P. 1984. *Fundamental of Temperature, Pressure, and Flow Measurement*, Third Edition. John Wiley & Sons, New York.
- Edi Sukur, 2004. *Melirik teknologi termoelektrik sebagai sumber energi alternatif*. Diakses 03 Mei 2014 dari <http://www.energi.lipi.go.id>
- Edwar, 2011. “*Pengaruh pemanasan terhadap kejenuhan asam lemak minyak goreng sawit dan minyak goreng jagung*” *J Indo Med Assoc*, Volum:61. Universitas Andalas Padang.
- Djonoputro, b. Darmawan. 1984. *Teori Ketidakpastian Menggunakan Satuan SI*. Bandung: ITB.
- Fraden, J. 2003. *Hanbook of Modern Sensor Physics, Designs, and Applications*, Third Edition. United States of America: Springer-Verlag.
- D. Sharon,dkk. 1982. *Principles of Analysis Chemistry*. New York : Harcourt Brace College Publisher.
- Hasan, 1999. *Pokok-Pokok Materi Staistik. Edisi ke-dua*. PT. BumiAksara: Jakarta
- Ketaren. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Lawson. 1995. *Food Oils and Fats : Technology, Utilization, and Nutrition*. Chapman and Hall, New York.
- Manurung. 1999. *Skripsi Pembuatan Alat ukur digital dengan tranduser termokopel tembaga dan besi*, FMIPA, UGM, Yogyakarta.
- Maxim. 2014. *Modern Thermocouples and a High-Resolution Delta-Sigma ADC Enable High-Precision Temperature Measurement*. Diakses tanggal 25

desember 2013 dari [http:// maximintegrated.com/app-note/index.mvp/id/5032](http://maximintegrated.com/app-note/index.mvp/id/5032).

Mohtar, 2010. *Design of a wireless temperature acquisition system for laser cutting proses*. International journal of elektrocal & computer sciens. Ijecs-Ijens vol :10 no:06

Morris, Alan S. 2001. *Measurement and Instrumentation Principles (Third Edition)*. Penerbit: Butterworth-Heinemam, India.

Nasional Standardization Agency of Indonesia SNI 7709:2012.

Hardinsyah, 2012. *Majalah kulinologi Good Frying Practices (11 Vol IV)*, Media Pangan Indonesia, Bogor.

Protostack, 2013. *HD44780 Character LCD Displays-Part 1*. Diakses tanggal 12 Desember 2013 dari <http://www.protostack.com>.

Sartika. 2009, Artikel Penelitian Makara, Sains, Volum.13, No.1, April 2009:23-38. *Pengaruh suhu dan lama proses menggoreng (deep frying) terhadap pembentuKan asam lemaK trans*, Fakultas kesehatan masyarakat, UI Depok.

Setiawan, Iwan. 2009. *BuKu Ajar Sensor dan Transduser*. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.

Standar Internasional ISO/ISC 17025 2005

Survei Sosial Ekonomi Nasional 2012

Tim Fisika. 2011. *Panduan PraKtiKum FisiKa Dasar*. UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.

Tooley Make. 2003. *RangKaian EleKtroniKa: Prinsip dan ApliKasi*. penerbit Erlangga, Jakarta.

Wan, P.J. 2000. *Properties of Fats and Oils*. Di dalam: O'Brien, R.D., W.E. Farr, dan P.J. Wan (eds). *Introduction to Fats and Oils Technology 2nd ed*. AOCS Press, Illinois.

Warner, K. 2002. *Chemistry of Frying Oils*. Di dalam: C.C. Akoh dan D.B. Min(ed). *Food Lipids 2nd edition*. Marcel Dekker, Inc. New York.

Wongso, 2012. *Majalah kulinologi Good Frying Practices(11 Vol IV)*, Media Pangan Indonesia, Bogor.

Yayasan Penyelenggara penterjemah Al-Qur'an. 1989. *Al-qur'an dan terjemahannya*. Penerbit: Gema Risalah Press, Bandung.

Zulhan. 2004. *Prinsip Dasar Elektronika*. Penerbit: Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1.

Data Karakteristik Sistem Sensor Termokopel Tipe K

No	T(X_i) (°C)	V1 (V)	V2 (V)	$\bar{V}(Y_i)$ (V)	Δ max- min (V)	X_i (°C)	Y_i (V)	$X_i Y_i$ (V)	X_1^2 (V)	Y_1^2 (V)
1	30	0,066	0,066	0,066	0,000	30	0,066	1,976	900	0,004
2	31	0,074	0,075	0,075	0,001	31	0,075	2,315	961	0,006
3	32	0,085	0,085	0,085	0,000	32	0,085	2,719	1024	0,007
4	33	0,094	0,095	0,094	0,001	33	0,094	3,111	1089	0,009
5	34	0,103	0,104	0,104	0,001	34	0,104	3,521	1156	0,011
6	35	0,11	0,114	0,112	0,004	35	0,112	3,915	1225	0,013
7	36	0,121	0,123	0,122	0,002	36	0,122	4,397	1296	0,015
8	37	0,127	0,133	0,130	0,006	37	0,130	4,808	1369	0,017
9	38	0,138	0,142	0,140	0,004	38	0,140	5,329	1444	0,020
10	39	0,149	0,152	0,151	0,003	39	0,151	5,871	1521	0,023
11	40	0,155	0,162	0,158	0,007	40	0,158	6,333	1600	0,025
12	41	0,163	0,171	0,167	0,008	41	0,167	6,852	1681	0,028
13	42	0,172	0,181	0,176	0,009	42	0,176	7,410	1764	0,031
14	43	0,182	0,190	0,186	0,008	43	0,186	8,008	1849	0,035
15	44	0,194	0,200	0,197	0,006	44	0,197	8,669	1936	0,039
16	45	0,2	0,210	0,205	0,010	45	0,205	9,217	2025	0,042
17	46	0,209	0,219	0,214	0,010	46	0,214	9,849	2116	0,046
18	47	0,217	0,229	0,223	0,012	47	0,223	10,477	2209	0,050
19	48	0,224	0,238	0,231	0,014	48	0,231	11,098	2304	0,053
20	49	0,237	0,248	0,243	0,011	49	0,243	11,883	2401	0,059
21	50	0,246	0,258	0,252	0,012	50	0,252	12,590	2500	0,063
22	51	0,249	0,267	0,258	0,018	51	0,258	13,163	2601	0,067
23	52	0,26	0,277	0,268	0,017	52	0,268	13,957	2704	0,072
24	53	0,274	0,286	0,280	0,012	53	0,280	14,850	2809	0,079
25	54	0,278	0,296	0,287	0,018	54	0,287	15,498	2916	0,082
26	55	0,285	0,306	0,295	0,021	55	0,295	16,241	3025	0,087
27	56	0,298	0,315	0,307	0,017	56	0,307	17,169	3136	0,094
28	57	0,303	0,325	0,314	0,022	57	0,314	17,891	3249	0,099
29	58	0,31	0,334	0,322	0,024	58	0,322	18,687	3364	0,104
30	59	0,313	0,344	0,328	0,031	59	0,328	19,380	3481	0,108
31	60	0,327	0,354	0,340	0,027	60	0,340	20,417	3600	0,116
32	61	0,336	0,363	0,350	0,027	61	0,350	21,324	3721	0,122
33	62	0,346	0,373	0,359	0,027	62	0,359	22,281	3844	0,129

Lampiran 1. (Lanjutan)

No	T(X_i) (°C)	V1 (V)	V2 (V)	$\bar{V}(Y_i)$ (V)	Δ max- min (V)	X_i (°C)	Y_i (V)	$X_i Y_i$ (V)	X_1^2 (V)	Y_1^2 (V)
34	63	0,35	0,382	0,366	0,032	63	0,366	23,069	3969	0,134
35	64	0,36	0,392	0,376	0,032	64	0,376	24,062	4096	0,141
36	65	0,37	0,402	0,386	0,032	65	0,386	25,074	4225	0,149
37	66	0,415	0,411	0,413	-0,004	66	0,413	27,262	4356	0,171
38	67	0,433	0,421	0,427	-0,012	67	0,427	28,599	4489	0,182
39	68	0,444	0,430	0,437	-0,014	68	0,437	29,726	4624	0,191
40	69	0,452	0,440	0,446	-0,012	69	0,446	30,770	4761	0,199
41	70	0,464	0,449	0,457	-0,015	70	0,457	31,972	4900	0,209
42	71	0,469	0,459	0,464	-0,010	71	0,464	32,947	5041	0,215
43	72	0,477	0,469	0,473	-0,008	72	0,473	34,044	5184	0,224
44	73	0,486	0,478	0,482	-0,008	73	0,482	35,196	5329	0,232
45	74	0,497	0,488	0,492	-0,009	74	0,492	36,440	5476	0,242
46	75	0,509	0,497	0,503	-0,012	75	0,503	37,742	5625	0,253
47	76	0,517	0,507	0,512	-0,010	76	0,512	38,914	5776	0,262
48	77	0,523	0,517	0,520	-0,006	77	0,520	40,026	5929	0,270
49	78	0,532	0,526	0,529	-0,006	78	0,529	41,271	6084	0,280
50	79	0,543	0,536	0,539	-0,007	79	0,539	42,614	6241	0,291
51	80	0,555	0,545	0,550	-0,010	80	0,550	44,017	6400	0,303
52	81	0,56	0,555	0,558	-0,005	81	0,558	45,158	6561	0,311
53	82	0,572	0,565	0,568	-0,007	82	0,568	46,601	6724	0,323
54	83	0,578	0,574	0,576	-0,004	83	0,576	47,817	6889	0,332
55	84	0,59	0,584	0,587	-0,006	84	0,587	49,300	7056	0,344
56	85	0,598	0,593	0,596	-0,005	85	0,596	50,635	7225	0,355
57	86	0,608	0,603	0,605	-0,005	86	0,605	52,073	7396	0,367
58	87	0,617	0,613	0,615	-0,004	87	0,615	53,487	7569	0,378
59	88	0,626	0,622	0,624	-0,004	88	0,624	54,920	7744	0,389
60	89	0,637	0,632	0,634	-0,005	89	0,634	56,461	7921	0,402
61	90	0,649	0,641	0,645	-0,008	90	0,645	58,067	8100	0,416
62	91	0,655	0,651	0,653	-0,004	91	0,653	59,421	8281	0,426
63	92	0,668	0,661	0,664	-0,007	92	0,664	61,114	8464	0,441
64	93	0,674	0,670	0,672	-0,004	93	0,672	62,503	8649	0,452
65	94	0,68	0,680	0,680	0,000	94	0,680	63,908	8836	0,462
66	95	0,695	0,689	0,692	-0,006	95	0,692	65,756	9025	0,479
67	96	0,704	0,699	0,701	-0,005	96	0,701	67,341	9216	0,492
68	97	0,711	0,709	0,710	-0,002	97	0,710	68,847	9409	0,504

Lampiran 1. (Lanjutan)

No	T(X_i) (°C)	V1 (V)	V2 (V)	$\bar{V}(Y_i)$ (V)	Δ max- min (V)	X_i (°C)	Y_i (V)	$X_i Y_i$ (V)	X_1^2 (V)	Y_1^2 (V)
69	98	0,722	0,718	0,720	-0,004	98	0,720	70,566	9604	0,518
70	99	0,729	0,728	0,728	-0,001	99	0,728	72,107	9801	0,531
71	100	0,738	0,737	0,738	-0,001	100	0,738	73,765	10000	0,544
72	101	0,747	0,747	0,747	0,000	101	0,747	75,442	10201	0,558
73	102	0,762	0,756	0,759	-0,006	102	0,759	77,443	10404	0,576
74	103	0,77	0,766	0,768	-0,004	103	0,768	79,109	10609	0,590
75	104	0,776	0,776	0,776	0,000	104	0,776	80,688	10816	0,602
76	105	0,787	0,785	0,786	-0,002	105	0,786	82,545	11025	0,618
77	106	0,805	0,795	0,800	-0,010	106	0,800	84,793	11236	0,640
78	107	0,811	0,804	0,808	-0,007	107	0,808	86,427	11449	0,652
79	108	0,817	0,814	0,816	-0,003	108	0,816	88,077	11664	0,665
80	109	0,826	0,824	0,825	-0,002	109	0,825	89,906	11881	0,680
81	110	0,835	0,833	0,834	-0,002	110	0,834	91,754	12100	0,696
82	111	0,847	0,843	0,845	-0,004	111	0,845	93,786	12321	0,714
83	112	0,852	0,852	0,852	0,000	112	0,852	95,448	12544	0,726
84	113	0,864	0,862	0,863	-0,002	113	0,863	97,521	12769	0,745
85	114	0,875	0,872	0,873	-0,003	114	0,873	99,558	12996	0,763
86	115	0,881	0,881	0,881	0,000	115	0,881	101,328	13225	0,776
87	116	0,897	0,891	0,894	-0,006	116	0,894	103,693	13456	0,799
88	117	0,906	0,900	0,903	-0,006	117	0,903	105,675	13689	0,816
89	118	0,912	0,910	0,911	-0,002	118	0,911	107,498	13924	0,830
90	119	0,821	0,920	0,870	0,099	119	0,870	103,565	14161	0,757
91	120	0,932	0,929	0,931	-0,003	120	0,931	111,671	14400	0,866
92	121	0,938	0,939	0,938	0,001	121	0,938	113,545	14641	0,881
93	122	0,951	0,948	0,950	-0,003	122	0,950	115,862	14884	0,902
94	123	0,957	0,958	0,957	0,001	123	0,957	117,771	15129	0,917
95	124	0,977	0,968	0,972	-0,009	124	0,972	120,563	15376	0,945
96	125	0,983	0,977	0,980	-0,006	125	0,980	122,510	15625	0,961
97	126	0,989	0,987	0,988	-0,002	126	0,988	124,472	15876	0,976
98	127	1,001	0,996	0,999	-0,005	127	0,999	126,831	16129	0,997
99	128	1,009	1,006	1,007	-0,003	128	1,007	128,956	16384	1,015
100	129	1,017	1,016	1,016	-0,001	129	1,016	131,098	16641	1,033
101	130	1,028	1,025	1,027	-0,003	130	1,027	133,453	16900	1,054
102	131	1,034	1,035	1,034	0,001	131	1,034	135,501	17161	1,070
103	132	1,044	1,044	1,044	0,000	132	1,044	137,829	17424	1,090
104	133	1,054	1,054	1,054	0,000	133	1,054	140,176	17689	1,111

Lampiran 1. (Lanjutan)

No	T(X_i) (°C)	V1 (V)	V2 (V)	$\bar{V}(Y_i)$ (V)	Δ max- min (V)	X_i (°C)	Y_i (V)	$X_i Y_i$ (V)	X_1^2 (V)	Y_1^2 (V)
105	134	1,063	1,064	1,063	0,001	134	1,063	142,476	17956	1,131
106	135	1,076	1,073	1,075	-0,003	135	1,075	145,064	18225	1,155
107	136	1,082	1,083	1,082	0,001	136	1,082	147,199	18496	1,171
108	137	1,093	1,092	1,093	-0,001	137	1,093	149,692	18769	1,194
109	138	1,102	1,102	1,102	0,000	138	1,102	152,068	19044	1,214
110	139	1,112	1,111	1,112	-0,001	139	1,112	154,531	19321	1,236
111	140	1,122	1,121	1,122	-0,001	140	1,122	157,015	19600	1,258
112	141	1,131	1,131	1,131	0,000	141	1,131	159,447	19881	1,279
113	142	1,141	1,140	1,141	-0,001	142	1,141	161,969	20164	1,301
114	143	1,151	1,150	1,150	-0,001	143	1,150	164,511	20449	1,323
115	144	1,16	1,159	1,160	-0,001	144	1,160	167,000	20736	1,345
116	145	1,17	1,169	1,170	-0,001	145	1,170	169,580	21025	1,368
117	146	1,18	1,179	1,179	-0,001	146	1,179	172,180	21316	1,391
118	147	1,19	1,188	1,189	-0,002	147	1,189	174,799	21609	1,414
119	148	1,199	1,198	1,198	-0,001	148	1,198	177,365	21904	1,436
120	149	1,209	1,207	1,208	-0,002	149	1,208	180,023	22201	1,460
121	150	1,22	1,217	1,219	-0,003	150	1,219	182,775	22500	1,485
122	151	1,225	1,227	1,226	0,002	151	1,226	185,096	22801	1,503
123	152	1,234	1,236	1,235	0,002	152	1,235	187,735	23104	1,525
124	153	1,241	1,246	1,243	0,005	153	1,243	190,239	23409	1,546
125	154	1,25	1,255	1,253	0,005	154	1,253	192,914	23716	1,569
126	155	1,261	1,265	1,263	0,004	155	1,263	195,763	24025	1,595
127	156	1,273	1,275	1,274	0,002	156	1,274	198,710	24336	1,623
128	157	1,278	1,284	1,281	0,006	157	1,281	201,130	24649	1,641
129	158	1,29	1,294	1,292	0,004	158	1,292	204,117	24964	1,669
130	159	1,298	1,303	1,301	0,005	159	1,301	206,807	25281	1,692
131	160	1,309	1,313	1,311	0,004	160	1,311	209,756	25600	1,719
132	161	1,32	1,323	1,321	0,003	161	1,321	212,724	25921	1,746
133	162	1,327	1,332	1,330	0,005	162	1,330	215,390	26244	1,768
134	163	1,336	1,342	1,339	0,006	163	1,339	218,235	26569	1,793
135	164	1,347	1,351	1,349	0,004	164	1,349	221,262	26896	1,820
136	165	1,355	1,361	1,358	0,006	165	1,358	224,063	27225	1,844
137	166	1,367	1,371	1,369	0,004	166	1,369	227,213	27556	1,873
138	167	1,377	1,380	1,379	0,003	167	1,379	230,218	27889	1,900
139	168	1,385	1,390	1,387	0,005	168	1,387	233,075	28224	1,925
140	169	1,394	1,399	1,397	0,005	169	1,397	236,033	28561	1,951

Lampiran 1. (Lanjutan)

No	T(X_i) (°C)	V1 (V)	V2 (V)	$\bar{V}(Y_i)$ (V)	Δ max- min (V)	X_i (°C)	Y_i (V)	$X_i Y_i$ (V)	X_1^2 (V)	Y_1^2 (V)
141	170	1,406	1,409	1,407	0,003	170	1,407	239,265	28900	1,981
142	171	1,417	1,418	1,418	0,001	171	1,418	242,433	29241	2,010
143	172	1,423	1,428	1,426	0,005	172	1,426	245,192	29584	2,032
144	173	1,431	1,438	1,434	0,007	173	1,434	248,140	29929	2,057
145	174	1,44	1,447	1,444	0,007	174	1,444	251,192	30276	2,084
146	175	1,452	1,457	1,454	0,005	175	1,454	254,525	30625	2,115
147	176	1,46	1,466	1,463	0,006	176	1,463	257,527	30976	2,141
148	177	1,47	1,476	1,473	0,006	177	1,473	260,725	31329	2,170
149	178	1,48	1,486	1,483	0,006	178	1,483	263,942	31684	2,199
150	179	1,487	1,495	1,491	0,008	179	1,491	266,910	32041	2,223
151	180	1,496	1,505	1,500	0,009	180	1,500	270,074	32400	2,251
152	181	1,509	1,514	1,512	0,005	181	1,512	273,619	32761	2,285
153	182	1,518	1,524	1,521	0,006	182	1,521	276,823	33124	2,313
154	183	1,526	1,534	1,530	0,008	183	1,530	279,954	33489	2,340
155	184	1,535	1,543	1,539	0,008	184	1,539	283,194	33856	2,369
156	185	1,544	1,553	1,548	0,009	185	1,548	286,453	34225	2,398
157	186	1,553	1,562	1,558	0,009	186	1,558	289,731	34596	2,426
158	187	1,561	1,572	1,566	0,011	187	1,566	292,934	34969	2,454
159	188	1,574	1,582	1,578	0,008	188	1,578	296,624	35344	2,489
160	189	1,584	1,591	1,588	0,007	189	1,588	300,054	35721	2,520
161	190	1,591	1,601	1,596	0,010	190	1,596	303,218	36100	2,547
162	191	1,603	1,610	1,607	0,007	191	1,607	306,876	36481	2,581
163	192	1,612	1,620	1,616	0,008	192	1,616	310,267	36864	2,611
164	193	1,623	1,630	1,626	0,007	193	1,626	313,871	37249	2,645
165	194	1,625	1,639	1,632	0,014	194	1,632	316,622	37636	2,664
166	195	1,641	1,649	1,645	0,008	195	1,645	320,749	38025	2,706
167	196	1,65	1,658	1,654	0,008	196	1,654	324,216	38416	2,736
168	197	1,657	1,668	1,662	0,011	197	1,662	327,505	38809	2,764
169	198	1,665	1,678	1,671	0,013	198	1,671	330,909	39204	2,793
170	199	1,67	1,687	1,679	0,017	199	1,679	334,032	39601	2,818
171	200	1,686	1,697	1,691	0,011	200	1,691	338,270	40000	2,861
172	201	1,693	1,706	1,700	0,013	201	1,700	341,629	40401	2,889
173	202	1,706	1,716	1,711	0,010	202	1,711	345,611	40804	2,927
174	203	1,713	1,725	1,719	0,012	203	1,719	349,006	41209	2,956
175	204	1,724	1,735	1,730	0,011	204	1,730	352,826	41616	2,991
176	205	1,735	1,745	1,740	0,010	205	1,740	356,666	42025	3,027

Lampiran 1. (Lanjutan)

No	T(X_i) (°C)	V1 (V)	V2 (V)	$\bar{V}(Y_i)$ (V)	Δ max- min (V)	X_i (°C)	Y_i (V)	$X_i Y_i$ (V)	X_1^2 (V)	Y_1^2 (V)
177	206	1,743	1,754	1,749	0,011	206	1,749	360,218	42436	3,058
178	207	1,75	1,764	1,757	0,014	207	1,757	363,685	42849	3,087
179	208	1,762	1,773	1,768	0,011	208	1,768	367,687	43264	3,125
180	209	1,771	1,783	1,777	0,012	209	1,777	371,398	43681	3,158
181	210	1,785	1,793	1,789	0,008	210	1,789	375,652	44100	3,200
182	211	1,793	1,802	1,798	0,009	211	1,798	379,297	44521	3,231
183	212	1,801	1,812	1,806	0,011	212	1,806	382,960	44944	3,263
184	213	1,81	1,821	1,816	0,011	213	1,816	386,747	45369	3,297
185	214	1,818	1,831	1,825	0,013	214	1,825	390,445	45796	3,329
186	215	1,827	1,841	1,834	0,014	215	1,834	394,268	46225	3,363
187	216	1,836	1,850	1,843	0,014	216	1,843	398,110	46656	3,397
188	217	1,843	1,860	1,851	0,017	217	1,851	401,754	47089	3,428
189	218	1,855	1,869	1,862	0,014	218	1,862	405,959	47524	3,468
190	219	1,866	1,879	1,872	0,013	219	1,872	410,076	47961	3,506
191	220	1,874	1,888	1,881	0,014	220	1,881	413,820	48400	3,538

FS_{out}=1,888 Volt	Σ	X_i	Y_i	$X_i Y_i$	X_1^2	Y_1^2
		(°C)	(V)	(V)	(V)	(V)
Max Δ=0,032 Volt		23875	186,228	28841,133	3565015	234,872

Lampiran 2

Perhitungan Karakterisasi Sistem Sensor Termokopel Tipe K

1. Linieritas

Linieritas yang dibentuk dari grafik hubungan antara tegangan keluaran (volt) sebagai variabel terikat (Y) dan suhu minyak goreng (°C) sebagai variabel bebas (X), mempunyai nilai koefisien korelasi (r) yang sangat kuat, hal ini dibuktikan dengan menghitung langsung nilai r, yaitu:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - (\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2][n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2]}}$$

$$r = \frac{[(191)(28841,133)] - [(23875)(186,228)]}{\sqrt{[(191)(3565015) - (23875)^2][(191)(234,872) - (186,228)^2]}}$$

$$r = \frac{[(5508656)] - [(4446188)]}{\sqrt{[(680917865) - (570015625)] [(44860,623) - (34680,8)]}}$$

$$r = \frac{[1062469]}{\sqrt{[110902240][10179,845]}}$$

$$r = \frac{[1062469]}{\sqrt{[1128967656447]}}$$

$$r = \frac{[1062469]}{[1062528,897]}$$

$$r = 0,999$$

$$R = r^2 = (0,999)^2$$

$$=0,999$$

Pada hasil perhitungan tersebut, nilai koefisien korelasi adalah 0,999.

2. Sensitivitas sistem sensor dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$Y = a + bX$$

Perhitungan nilai *slope* (*b*), sebesar;

$$\begin{aligned} b &= \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \\ &= \frac{[(191)(28841,133)] - [(23875)(186,228)]}{[(191)(3565015) - (23875)^2]} \\ &= \frac{[(5508656,3) - (4446187,7)]}{[(680917865) - (570015625)]} \\ &= \frac{1062468,6}{110902240} \\ &= 0.0095 \end{aligned}$$

untuk mencari *nilai intersep* (*a*) dapat diperoleh dengan:

$$\begin{aligned} a &= \frac{\sum Y_i}{n} - b \frac{\sum X_i}{n} \\ &= \frac{(186,228)}{191} - 0.0095 \frac{(23875)}{191} \\ &= (0,9750144) - (0.0095)(125) \\ &= (0,9750144) - (1,1875) \\ &= -0,212 \end{aligned}$$

Maka didapat *intersep* (a) rata-rata, yaitu:

Fungsi regresi linier sederhana:

$$Y = a + bX$$

$$= -0,212 + 0.0095X$$

Sensitivitas didapatkan dari variabel b dalam fungsi transfer, sehingga didapatkan $0.0095 \text{ V/ } ^\circ\text{C}$ dan *Zero of set* sebesar $-0,212 \text{ Volt}$

3. *Repeatabilitas*

Berdasarkan grafik yang terbentuk pada tabel suhu berbanding tegangan penguatan adalah:

$$\text{Error Repeatabilitas } \delta = \frac{\Delta}{FS} \times 100\%$$

$$\delta = \frac{0,032}{1,888} \times 100\%$$

$$\delta = 0,017 \times 100\%$$

$$\delta = 1,7\%$$

Repeatabilitas didapat nilai *Error Repeatabilitas*

$$\text{Repeatabilitas} = 100\% - \delta$$

$$\text{Repeatabilitas} = 100\% - 1,7\%$$

$$\text{Repeatabilitas} = 98,3\%$$

Lampiran 3.

Data Akurasi Sistem Pengukuran Suhu

No	Thermometer (ns)	Sistem (nt)	Δ (ns-nt)	ketidakakurasian $((ns-nt)/ns)*100\%$	Akurasi (100-ketidakakurasian)
1	30 °C	30 °C	0 °C	0%	100%
2	31 °C	31 °C	0 °C	0%	100%
3	32 °C	32 °C	0 °C	0%	100%
4	33 °C	33 °C	0 °C	0%	100%
5	34 °C	34 °C	0 °C	0%	100%
6	35 °C	35 °C	0 °C	0%	100%
7	36 °C	36 °C	0 °C	0%	100%
8	37 °C	37 °C	0 °C	0%	100%
9	38 °C	38 °C	0 °C	0%	100%
10	39 °C	39 °C	0 °C	0%	100%
11	40 °C	39 °C	1 °C	3%	98%
12	41 °C	40 °C	1 °C	2%	98%
13	42 °C	40 °C	2 °C	5%	95%
14	43 °C	41 °C	2 °C	5%	95%
15	44 °C	42 °C	2 °C	5%	95%
16	45 °C	43 °C	2 °C	4%	96%
17	46 °C	44 °C	2 °C	4%	96%
18	47 °C	45 °C	2 °C	4%	96%
19	48 °C	46 °C	2 °C	4%	96%
20	49 °C	47 °C	2 °C	4%	96%
21	50 °C	48 °C	2 °C	4%	96%
22	51 °C	49 °C	2 °C	4%	96%
23	52 °C	49 °C	3 °C	6%	94%
24	53 °C	50 °C	3 °C	6%	94%
25	54 °C	51 °C	3 °C	6%	94%
26	55 °C	52 °C	3 °C	5%	95%
27	56 °C	54 °C	2 °C	4%	96%
28	57 °C	56 °C	1 °C	2%	98%
29	58 °C	58 °C	0 °C	0%	100%
30	59 °C	59 °C	0 °C	0%	100%
31	60 °C	60 °C	0 °C	0%	100%
32	61 °C	61 °C	0 °C	0%	100%

Lampiran 3. (Lanjutan)

No	Thermometer (ns)	Sistem (nt)	Δ (ns-nt)	ketidakakurasian $((ns-nt)/ns)*100\%$	Akurasi (100-ketidakakurasin)
33	62 °C	62 °C	0 °C	0%	100%
34	63 °C	63 °C	0 °C	0%	100%
35	64 °C	63 °C	1 °C	2%	98%
36	65 °C	64 °C	1 °C	2%	98%
37	66 °C	65 °C	1 °C	2%	98%
38	67 °C	66 °C	1 °C	1%	99%
39	68 °C	67 °C	1 °C	1%	99%
40	69 °C	69 °C	0 °C	0%	100%
41	70 °C	70 °C	0 °C	0%	100%
42	71 °C	70 °C	1 °C	1%	99%
43	72 °C	71 °C	1 °C	1%	99%
44	73 °C	72 °C	1 °C	1%	99%
45	74 °C	73 °C	1 °C	1%	99%
46	75 °C	75 °C	0 °C	0%	100%
47	76 °C	76 °C	0 °C	0%	100%
48	77 °C	76 °C	1 °C	1%	99%
49	78 °C	77 °C	1 °C	1%	99%
50	79 °C	77 °C	2 °C	3%	97%
51	80 °C	78 °C	2 °C	3%	98%
52	81 °C	80 °C	1 °C	1%	99%
53	82 °C	81 °C	1 °C	1%	99%
54	83 °C	81 °C	2 °C	2%	98%
55	84 °C	82 °C	2 °C	2%	98%
56	85 °C	83 °C	2 °C	2%	98%
57	86 °C	84 °C	2 °C	2%	98%
58	87 °C	85 °C	2 °C	2%	98%
59	88 °C	86 °C	2 °C	2%	98%
60	89 °C	87 °C	2 °C	2%	98%
61	90 °C	88 °C	2 °C	2%	98%
62	91 °C	90 °C	1 °C	1%	99%
63	92 °C	92 °C	0 °C	0%	100%
64	93 °C	92 °C	1 °C	1%	99%
65	94 °C	93 °C	1 °C	1%	99%
66	95 °C	93 °C	2 °C	2%	98%
67	96 °C	94 °C	2 °C	2%	98%
68	97 °C	96 °C	1 °C	1%	99%

Lampiran 3. (Lanjutan)

No	Thermometer (ns)	Sistem (nt)	Δ (ns-nt)	Ketidakkurasian $((ns-nt)/ns)*100\%$	Akurasi (100-ketidakkurasian)
69	98 °C	97 °C	1 °C	1%	99%
70	99 °C	98 °C	1 °C	1%	99%
71	100 °C	99 °C	1 °C	1%	99%
72	101 °C	100 °C	1 °C	1%	99%
73	102 °C	101 °C	1 °C	1%	99%
74	103 °C	102 °C	1 °C	1%	99%
75	104 °C	103 °C	1 °C	1%	99%
76	105 °C	104 °C	1 °C	1%	99%
77	106 °C	105 °C	1 °C	1%	99%
78	107 °C	106 °C	1 °C	1%	99%
79	108 °C	106 °C	2 °C	2%	98%
80	109 °C	107 °C	2 °C	2%	98%
81	110 °C	108 °C	2 °C	2%	98%
82	111 °C	110 °C	1 °C	1%	99%
83	112 °C	111 °C	1 °C	1%	99%
84	113 °C	112 °C	1 °C	1%	99%
85	114 °C	113 °C	1 °C	1%	99%
86	115 °C	114 °C	1 °C	1%	99%
87	116 °C	115 °C	1 °C	1%	99%
88	117 °C	116 °C	1 °C	1%	99%
89	118 °C	117 °C	1 °C	1%	99%
90	119 °C	118 °C	1 °C	1%	99%
91	120 °C	118 °C	2 °C	2%	98%
92	121 °C	119 °C	2 °C	2%	98%
93	122 °C	120 °C	2 °C	2%	98%
94	123 °C	121 °C	2 °C	2%	98%
95	124 °C	121 °C	3 °C	2%	98%
96	125 °C	122 °C	3 °C	2%	98%
97	126 °C	122 °C	4 °C	3%	97%
98	127 °C	123 °C	4 °C	3%	97%
99	128 °C	124 °C	4 °C	3%	97%
100	129 °C	125 °C	4 °C	3%	97%
101	130 °C	126 °C	4 °C	3%	97%
102	131 °C	127 °C	4 °C	3%	97%
103	132 °C	129 °C	3 °C	2%	98%

Lampiran 3. (Lanjutan)

No	Thermometer (ns)	Sistem (nt)	Δ (ns-nt)	ketidakakurasian $((ns-nt)/ns)*100\%$	Akurasi (100-ketidakakurasian)
104	133 °C	130 °C	3 °C	2%	98%
105	134 °C	131 °C	3 °C	2%	98%
106	135 °C	132 °C	3 °C	2%	98%
107	136 °C	133 °C	3 °C	2%	98%
108	137 °C	134 °C	3 °C	2%	98%
109	138 °C	134 °C	4 °C	3%	97%
110	139 °C	135 °C	4 °C	3%	97%
111	140 °C	136 °C	4 °C	3%	97%
112	141 °C	137 °C	4 °C	3%	97%
113	142 °C	138 °C	4 °C	3%	97%
114	143 °C	139 °C	4 °C	3%	97%
115	144 °C	140 °C	4 °C	3%	97%
116	145 °C	141 °C	4 °C	3%	97%
117	146 °C	142 °C	4 °C	3%	97%
118	147 °C	143 °C	4 °C	3%	97%
119	148 °C	144 °C	4 °C	3%	97%
120	149 °C	144 °C	5 °C	3%	97%
121	150 °C	145 °C	5 °C	3%	97%
122	151 °C	146 °C	5 °C	3%	97%
123	152 °C	149 °C	3 °C	2%	98%
124	153 °C	151 °C	2 °C	1%	99%
125	154 °C	152 °C	2 °C	1%	99%
126	155 °C	153 °C	2 °C	1%	99%
127	156 °C	153 °C	3 °C	2%	98%
128	157 °C	154 °C	3 °C	2%	98%
129	158 °C	154 °C	4 °C	3%	97%
130	159 °C	155 °C	4 °C	3%	97%
131	160 °C	156 °C	4 °C	3%	98%
132	161 °C	158 °C	3 °C	2%	98%
133	162 °C	159 °C	3 °C	2%	98%
134	163 °C	160 °C	3 °C	2%	98%
135	164 °C	161 °C	3 °C	2%	98%
136	165 °C	162 °C	3 °C	2%	98%
137	166 °C	163 °C	3 °C	2%	98%
138	167 °C	164 °C	3 °C	2%	98%

Lampiran 3. (Lanjutan)

No	Thermometer (ns)	Sistem (nt)	Δ (ns-nt)	Ketidakkurasian $((ns-nt)/ns)*100\%$	Akurasi (100-ketidakkurasian)
139	168 °C	165 °C	3 °C	2%	98%
140	169 °C	166 °C	3 °C	2%	98%
141	170 °C	166 °C	4 °C	2%	98%
142	171 °C	167 °C	4 °C	2%	98%
143	172 °C	168 °C	4 °C	2%	98%
144	173 °C	169 °C	4 °C	2%	98%
145	174 °C	170 °C	4 °C	2%	98%
146	175 °C	171 °C	4 °C	2%	98%
147	176 °C	172 °C	4 °C	2%	98%
148	177 °C	173 °C	4 °C	2%	98%
149	178 °C	173 °C	5 °C	3%	97%
150	179 °C	174 °C	5 °C	3%	97%
151	180 °C	175 °C	5 °C	3%	97%
152	181 °C	177 °C	4 °C	2%	98%
153	182 °C	178 °C	4 °C	2%	98%
154	183 °C	179 °C	4 °C	2%	98%
155	184 °C	180 °C	4 °C	2%	98%
156	185 °C	181 °C	4 °C	2%	98%
157	186 °C	181 °C	5 °C	3%	97%
158	187 °C	182 °C	5 °C	3%	97%
159	188 °C	183 °C	5 °C	3%	97%
160	189 °C	184 °C	5 °C	3%	97%
161	190 °C	185 °C	5 °C	3%	97%
162	191 °C	186 °C	5 °C	3%	97%
163	192 °C	187 °C	5 °C	3%	97%
164	193 °C	189 °C	4 °C	2%	98%
165	194 °C	190 °C	4 °C	2%	98%
166	195 °C	191 °C	4 °C	2%	98%
167	196 °C	191 °C	5 °C	3%	97%
168	197 °C	192 °C	5 °C	3%	97%
169	198 °C	193 °C	5 °C	3%	97%
170	199 °C	194 °C	5 °C	3%	97%
171	200 °C	195 °C	5 °C	3%	98%
172	201 °C	196 °C	5 °C	2%	98%
173	202 °C	197 °C	5 °C	2%	98%

Lampiran 3. (Lanjutan)

No	Thermometer (ns)	Sistem (nt)	Δ (ns-nt)	ketidakakurasian ((ns-nt)/ns)*100%	Akurasi (100-ketidakakurasian)
174	203 °C	198 °C	5 °C	2%	98%
175	204 °C	199 °C	5 °C	2%	98%
176	205 °C	200 °C	5 °C	2%	98%
177	206 °C	201 °C	5 °C	2%	98%
178	207 °C	202 °C	5 °C	2%	98%
179	208 °C	203 °C	5 °C	2%	98%
180	209 °C	204 °C	5 °C	2%	98%
181	210 °C	205 °C	5 °C	2%	98%
182	211 °C	207 °C	4 °C	2%	98%
183	212 °C	208 °C	4 °C	2%	98%
184	213 °C	209 °C	4 °C	2%	98%
185	214 °C	210 °C	4 °C	2%	98%
186	215 °C	211 °C	4 °C	2%	98%
187	216 °C	212 °C	4 °C	2%	98%
188	217 °C	212 °C	5 °C	2%	98%
189	218 °C	213 °C	5 °C	2%	98%
190	219 °C	214 °C	5 °C	2%	98%
191	220 °C	215 °C	5 °C	2%	98%
Σ				2%	98%

Hasil nilai akurasi 98%

Lampiran 4

Data Presisi Sistem Pengukuran Suhu

Suhu (°C)	Pengukuran (V)					\bar{X}	Deviasi (δx_i)(V)					Kuadrat Deviasi (δx_i) ² (V)					$\Sigma(\delta x_i)^2$ (V)	ΔX (V)	Presisi %
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
30	0,066	0,066	0,065	0,064	0,067	0,07	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,00	0,00002	0,00002	0,00003	0,00004	0,00001	0,00010	0,002	97
31	0,074	0,075	0,070	0,073	0,075	0,07	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00002	0,00003	0,00000	0,00001	0,00002	0,00008	0,002	97
32	0,085	0,085	0,075	0,080	0,079	0,08	0,01	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00003	0,00002	0,00003	0,00000	0,00000	0,00008	0,002	98
33	0,094	0,095	0,080	0,090	0,090	0,09	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00002	0,00002	0,00010	0,00000	0,00000	0,00014	0,003	97
34	0,103	0,104	0,095	0,105	0,100	0,10	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00001	0,00002	0,00003	0,00002	0,00000	0,00008	0,002	98
35	0,110	0,114	0,105	0,110	0,110	0,11	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00000	0,00001	0,00003	0,00000	0,00000	0,00004	0,001	99
36	0,121	0,123	0,112	0,120	0,118	0,12	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00000	0,00001	0,00006	0,00000	0,00000	0,00008	0,002	98
37	0,127	0,133	0,130	0,135	0,135	0,13	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00001	0,00001	0,00000	0,00003	0,00003	0,00007	0,002	99
38	0,138	0,142	0,140	0,143	0,140	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00000	0,00001	0,00000	0,00001	0,00000	0,00002	0,001	99
39	0,149	0,152	0,146	0,152	0,150	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00000	0,00000	0,00002	0,00000	0,00000	0,00003	0,001	99
40	0,155	0,162	0,155	0,163	0,160	0,16	-0,01	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00003	0,00000	0,00003	0,00001	0,00000	0,00006	0,002	99
41	0,163	0,171	0,162	0,170	0,168	0,17	-0,01	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00005	0,00000	0,00006	0,00000	0,00000	0,00012	0,002	99
42	0,172	0,181	0,170	0,180	0,175	0,18	-0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,00006	0,00000	0,00010	0,00000	0,00003	0,00019	0,003	98
43	0,182	0,190	0,180	0,190	0,183	0,19	-0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,00006	0,00000	0,00010	0,00000	0,00005	0,00021	0,003	98
44	0,194	0,200	0,195	0,200	0,193	0,20	-0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,00004	0,00000	0,00003	0,00000	0,00005	0,00011	0,002	99
45	0,200	0,210	0,205	0,210	0,203	0,21	-0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,00010	0,00000	0,00003	0,00000	0,00005	0,00017	0,003	99
$\Sigma =$						2,15												0,034	98

Hasil nilai presisi = 98%

Akurasi sistem pengukuran dapat ditentukan dengan persamaan;

$$\begin{aligned}\text{Ketidakakurasian} &= \left[\frac{ns-nt}{ns} \right] \times 100\% \\ &= 2\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Akurasi} &= 100\% - \% \text{Ketidaktepatan} \\ &= 98\%\end{aligned}$$

Sedangkan nilai presisi didapatkan dari persamaan;

$$\begin{aligned}\text{Ketidakpresisian} &= \frac{\Delta X}{\bar{X}} \times 100\% \\ &= 2\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Presisi} &= 100\% - \% \text{Ketidaktelitian} \\ &= 98\%\end{aligned}$$

Keterangan,

ns = Nilai sesungguhnya

nt = Nilai tertulis

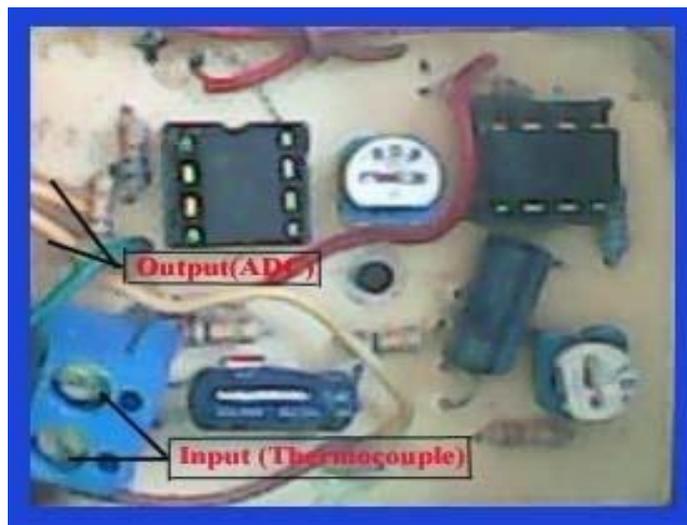
ΔX = Selisih hasil pengukuran

\bar{X} = Nilai rata-rata

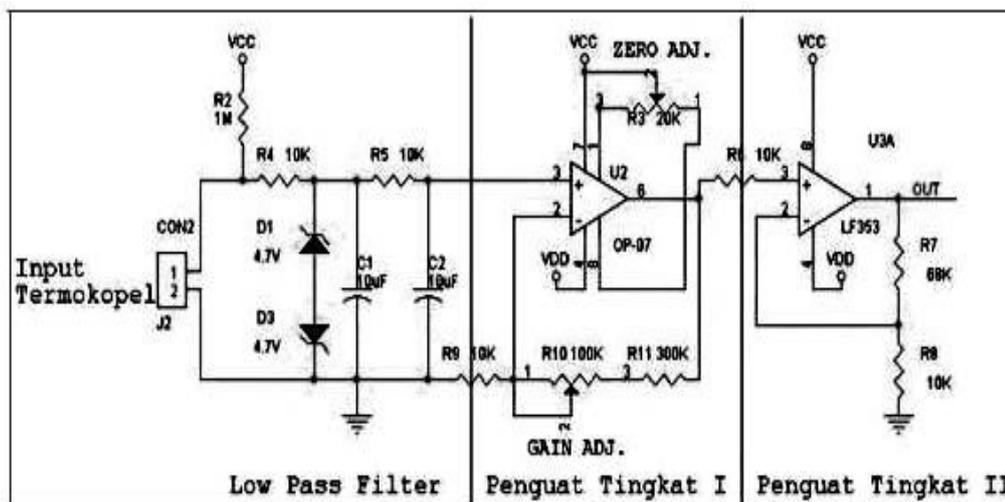
Lampiran 5.

Rangkaian Penguat Penguat Termokopel Tipe K

Rangkaian penguat termokopel tipe K berfungsi untuk mengolah tegangan dari sensor termokopel tipe K berupa tegangan yang cukup kecil menjadi tegangan yang lebih besar, sehingga output dari rangkaian ini dapat olah oleh *Analog Digital Converter* (ADC).



Gambar 5.1a. Rangkaian Penguat Termokopel Tipe K



Gambar 5.1b. Skema Rangkaian Penguat Termokopel tipe K

Rangkaian *signal conditioning* terbagi dalam 3 blok fungsi:

a) Penguat Tingkat I

Penguat tingkat I adalah rangkaian non Inverting OP-AMP menggunakan IC OP 07. Pememilih penguat jenis non inverting dengan pertimbangan penguat non Inverting memiliki impedansi masukan yang sangat tinggi dan impedansi keluaran yang rendah, selain itu sinyal input dari termokopel sebanding dengan kenaikan suhu. Didalam rangkaian ini terdapat 2 buah potensiometer. R3 sebagai Zero adjustment, berfungsi untuk mengatur besar kecilnya tegangan *offset* keluaran. Tegangan *offset* adalah tegangan yang timbul pada keluaran saat nilai inputannya nol. Tegangan ini digunakan untuk menentukan suhu terendah yang bisa dibaca alat ukur ini. R10 sebagai Gain Adjustment, berfungsi untuk mengatur besar penguatan pada tingkat ini, dengan menganggap tegangan *offset* = 0V, besar penguatannya adalah seperti berikut:

Penguatan saat potensiometer posisi minimal, yaitu $R10=0\Omega$:

$$\begin{aligned}\text{Penguat I } \min &= 1 + \frac{(R10+R11)}{R9} \\ &= 1 + \frac{(0+300)}{10} \\ &= 30\end{aligned}$$

Penguatan saat potensiometer posisi maksimal, yaitu $R10=100\Omega$:

$$\begin{aligned}\text{Penguat I } \max &= 1 + \frac{(R10+R11)}{R9} \\ &= 1 + \frac{(100+300)}{10} \\ &= 40\end{aligned}$$

Penguatan pertama mampu menguatkan *minimal* 30 kali *maKsimal* 40 kali dari output termokopel tipe K.

b) Penguat Tingkat II

Penguat tingkat II juga menggunakan penguat Non Inverting sama seperti penguat tingkat I. Op Amp yang digunakan adalah LF 353. Besar penguatannya adalah seperti berikut:

$$\begin{aligned}\text{Penguatan II} &= 1 + \frac{R7}{R8} \\ &= 1 + \frac{68}{10} \\ &= 6.8\end{aligned}$$

Penguatan kedua mampu menguatkan 6.8 kali dari output termokopel tipe K

Selanjutnya bila rangkaian di analisis secara keseluruhan, rangkaian penguatan memiliki pengkalian sebesar:

Penguatan saat potensiometer posisi *minimal*,

$$= \text{Penguat I} \times \text{Penguat II}$$

$$= 30 \times 6,8 = 204$$

Penguatan saat potensiometer posisi *maksimal*,

$$= \text{Penguat I} \times \text{Penguat II}$$

$$= 40 \times 6,8$$

$$= 272$$

Sehingga besar penguatan pada posisi potensiometer minimal adalah 204 kali dan pada posisi potensiometer maksimal adalah 272 kali dari inputnya.

Lampiran 6

Data Sheet Thermocouple Tipe K Dari Digi-Ware

Thermocouple Baut
Tipe K max 400 ° C



Range pengukuran	0 to 400°C
Panjang Kabel	1m (3.28ft)
Lebar kawat	6.35mm (1/4")
Pelindung luar	stainless steel braiding
Jumlah probe	1
Dimensi ujung sensor	12.7mm (1/2")
Berat	20g / 0.7oz

Lampiran 7

List Bahasa Pemrograman Sistem Pengukuran Suhu

/*****

This program was produced by the

CodeWizardAVR V2.05.0 Professional

Automatic Program Generator

© Copyright 1998-2010 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.

<http://www.hpinfotech.com>

Project :

Version :

Date : 13-May-2013

Author : NeVaDa

Company :

Comments:

Chip type : ATmega8

Program type : Application

AVR Core Clock frequency: 12.000000 MHz

Memory model : Small

External RAM size : 0

Data Stack size : 256

*****/

```

#include <mega8.h>

#include <stdio.h>

#include <delay.h>

#include <stdlib.h>

// Alphanumeric LCD Module functions
#include <alcd.h>

#define ADC_VREF_TYPE 0x20

// Read the 8 most significant bits
// of the AD conversion result
int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);

    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);

    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;

    // Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);

    ADCSRA|=0x10;

    return ADCH;
}

// Declare your global variables here

```

```

float a,tegangan,data_suhu1,g,h,y;

int data_suhu;

unsigned char lcd_buffer[30],lcd_buff[30];

void main(void)
{
// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization

// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x00;

// Port C initialization
// Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;

// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTD=0x00;

```

```

DDRD=0x00;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;

```

```
ICR1L=0x00;

OCR1AH=0x00;

OCR1AL=0x00;

OCR1BH=0x00;

OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization

// Clock source: System Clock

// Clock value: Timer2 Stopped

// Mode: Normal top=0xFF

// OC2 output: Disconnected

ASSR=0x00;

TCCR2=0x00;

TCNT2=0x00;

OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization

// INT0: Off

// INT1: Off

MCUCR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization

TIMSK=0x00;

// USART initialization
```

```
// USART disabled
UCSRB=0x00;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 750.000 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
// Only the 8 most significant bits of
// the AD conversion result are used
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x84;

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;
```

```

// Alphanumeric LCD initialization

// Connections specified in the

// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD menu:

// RS - PORTD Bit 0

// RD - PORTD Bit 1

// EN - PORTD Bit 2

// D4 - PORTD Bit 4

// D5 - PORTD Bit 5

// D6 - PORTD Bit 6

// D7 - PORTD Bit 7

// Characters/line: 16

lcd_init(16);

while (1)
{
// Place your code here

g=read_adc(0)/1;

h=g+23;

data_suhu=h;

//data_suhu=read_adc(0);

data_suhu1=read_adc(0);

a=data_suhu1/256;

tegangan=a*5;

lcd_clear();

sprintf(lcd_buffer,"SUHU: %u",data_suhu);

lcd_gotoxy(3,0);

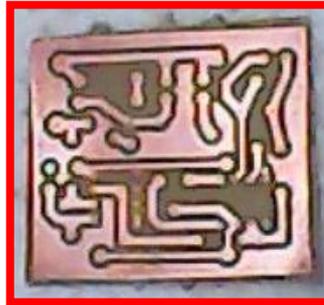
```

```
    lcd_puts(lcd_buffer);  
    lcd_putchar(223);  
    lcd_putsf("C");  
    ftoa(tegangan,3,lcd_buff);  
    lcd_gotoxy(0,1);  
    lcd_putsf("TEGANGAN:");  
    lcd_gotoxy(9,1);  
    lcd_puts(lcd_buff);  
    lcd_gotoxy(15,1);  
    lcd_puts("V");  
    delay_ms(50);  
};  
}
```

Lampiran 8

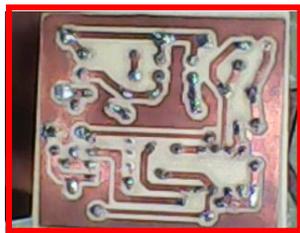
Proses Pembuatan Sistem Pengukuran Suhu

PCB Penguat Termokopel Tipe K Sesudah Pelarutkan



Rangkaian Penguat Setelah Dipasangi Komponen

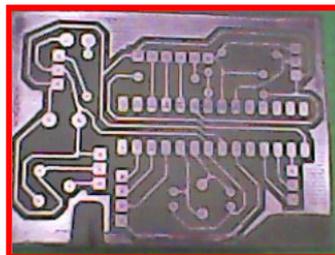
Tampak Bawah



Tampak Atas

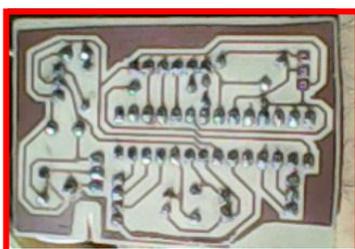


PCB Sistem Minimum ATmega8 Sesudah Pelarutan



Rangkaian Sistem Minimum ATmega8 Setelah Dipasangi Komponen

Tampak Bawah



Tampak Atas



Perakitan Sistem



Pembungkusan Sistem ke Box Multi



Pemrograman Mikrokontroler ATmega8



Lampiran 9

Poses Pengambilan Data

Pengambilan data Presisi Sistem



Pengambilan Data Akurasi Sistem



Posisi Sensor Termokopel Tipe K

