

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN KOTAK PENDINGIN BERBASIS ELEMEN THERMOELEKTRIK

SKRIPSI

**DIAJUKAN KEPADA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
UNTUK MEMENUHI SEBAGIAN PERSYARATAN
MEMPEROLEH GELAR SARJANA TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**



Oleh :

**JACKY LIONO
NRP : 5103099044**

No. FBUK	2128/06
TGL. TERIMA	25-08-2006
W. C. H.	FTE
No. BUKU	

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK
WIDYA MANDALA
SURABAYA
2006**

LEMBAR PENGESAHAN

Ujian skripsi bagi mahasiswa tersebut di bawah ini :

Nama : Jacky Liono

NRP : 5103099044

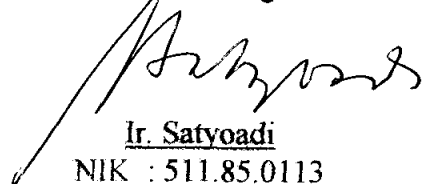
Telah diselenggarakan pada :

Tanggal : 15 Maret 2006

Karenanya yang bersangkutan dengan skripsi ini dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **SARJANA TEKNIK** di bidang **TEKNIK ELEKTRO**.

Surabaya, 3 April 2006

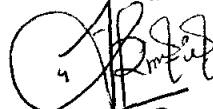
Pembimbing I



Ir. Satyoadi
NIK : 511.85.0113

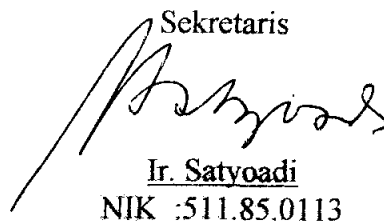
DEWAN PENGUJI

Ketua



Theresia Yuliati, S.Si, M.T
NIK : 511.99.0402

Sekretaris

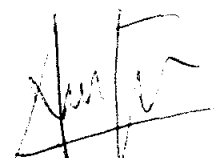


Ir. Satyoadi
NIK : 511.85.0113

ANGGOTA



Albert Gunadhi, S.T, M.T
NIK : 511.94.0209



Drs. Peter R. Angka Mkomp
NIK : 511.88.0136

FAKULTAS TEKNIK
DEKAN



Ir. Rasional Sitepu, M.Eng
NIK : 511.89.0154

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
KETUA



Ir. A. F. L. Tobing, M.T.
NIK : 511.87.0130

ABSTRAK

Pada skripsi ini dibuat kotak pendingin berbasis Elemen Thermoelektrik yang dilengkapi dengan pengaturan suhu yang dapat diatur sesuai dengan kebutuhan bersifat *portable*, praktis dan ramah lingkungan.

Selain penggunaan diatas, system pendingin ini dapat digunakan sebagai pendingin sampel organik (darah, sperma, organ tubuh), pendingin sampel laboratorium, pendingin *Central Processing Unit* (CPU), pendingin processor dan masih banyak aplikasi lainnya.

Pembuatan mekanik terdiri dari kotak yang terbuat dari bahan PVC yang dilapisi *Styrofoam*, *heat sink*, kipas, dan Elemen Thermoelektrik. Perangkat keras terdiri dari sensor suhu LM35, Rangkaian pengkondisi sinyal (RPS TLC272), *Analog digital converter* (ADC-0804), *Liquid Crystal Display* (LCD), *driver* (IRF-540), *pushbutton*, dan mikrokontroler AT89C51. Perangkat lunak menggunakan bahasa *assembly*.

Inputan diberikan melalui *Input pushbutton*. Data tersebut diolah oleh mikrokontroler AT89C51, yang kemudian ditampilkan pada LCD ($-\text{ }^{\circ}\text{C}$,suhu yang diinginkan). Mikrokontroler AT89C51 mengaktifkan Elemen Thermoelektrik untuk mencapai suhu yang diinginkan.

Dari perencanaan dan hasil pengukuran alat, disimpulkan bahwa semakin besar beban panas di dalam kotak yang harus dibuang, maka semakin lama waktu yang ditempuh untuk mendinginkan ruangan di dalam kotak. Suhu udara luar mempengaruhi penurunan suhu yang ada di dalam kotak dan waktu yang dibutuhkan, karena TEC tergantung pada ΔT . Harga tegangan dan arus catu daya yang memadai, dan relative stabil/ konstan, sangat mempengaruhi kinerja TEC.

KATA PENGANTAR

Puji syukur sebesar-besarnya atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa dengan kasih dan karunianya yang begitu besar sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ Perancangan Dan Pembuatan Kotak Pendingin Berbasis Elemen Thermoelektrik “ dengan baik.

Adapun maksud dan tujuan skripsi ini adalah untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dari berbagai pihak. Melalui kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih sebesar besarnya kepada :

1. Orang tua yang telah bersusah payah membiayai, dan memberi perhatian serta doa kepada penulis selama menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Unika Widya Mandala Surabaya.
2. Bapak Satyoadi, Ir selaku wali study dan sekaligus sebagai pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan, dan dapat menyelesaikan seluruh mata kuliah di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Unika Widya Mandala Surabaya.
3. Bapak Ir. A.F. Lumban Tobing, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Unika Widya Mandala Surabaya.
4. Bapak Rasional Sitepu, M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Unika Widya Mandala Surabaya.
5. Bapak Albert Gunadhi, S.T., M.T., selaku Kepala Lab Pengukuran yang telah meminjamkan semua fasilitas laboratorium hingga skripsi ini selesai. Terima kasih atas kepercayaan, dan kesempatan yang diberikan.
6. Para Dosen Penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan penilaian serta masukan – masukan yang berguna bagi penulis.

7. Ai Anyu Gosal yang telah membantu membiayai penulis selama kuliah di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Unika Widya Mandala Surabaya.
8. Teman-teman yang banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini terutama Astrie, Singgih, Dani, Bombom, Nando, serta pihak lain yang tidak sempat disebutkan satu persatu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan berkat dan rahmat atas kebaikan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini hingga selesai. Semoga skripsi ini dapat berguna bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia.

Surabaya, 15 Maret 2006

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
Bab I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud dan Tujuan.....	1
1.3. Perumusan Masalah.....	1
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Metodologi Perancangan.....	2
1.6. Sistematika	4
Bab II. TEORI PENUNJANG.....	6
2.1. Hukum Termodinamika	6
2.1.1. Temperatur	7
2.1.2. Kalor.....	8
2.1.2.1. Satuan Kalor	8
2.1.2.2. Kapasitas Kalor Dan Kalor Jenis.....	8
2.1.2.3. Kalor sensible	9

2.1.2.4. Perpindahan Kalor	9
2.1.3. Hukum Pertama Termodinamika	12
2.1.4. <i>Heat Pumps</i> dan <i>Refrigerators</i>	12
2.1.5. Hukum kedua Termodinamika.....	12
2.2. Pendinginan Secara Konvensional	13
2.2.1. Pendinginan Dengan Sistem Absorpsi	13
2.2.2. <i>Room Air Conditioner</i> (RAC)	16
2.2.2.1. Kerja Bahan Pendingin untuk RAC	16
2.2.2.2. Alat – alat Listrik pada RAC	17
2.2.3. Bahan Pendingin (<i>Refrigerant</i>)	18
2.2.3.1. Bahan Pendingin <i>Non-Fluorocarbon</i> (Non-CFC).....	19
2.2.3.2. Bahan Pendingin <i>Fluorocarbon</i> (CFC).....	19
2.3. Pendinginan Secara Termoelektrik	20
2.3.1. <i>Head Load</i>	21
2.3.1.1. <i>Head Load</i> Aktif.....	21
2.3.1.2. <i>Head Load</i> Pasif	22
2.3.2. <i>Heat Sink</i>	24
2.3.3. <i>Power Supply</i>	24
2.3.4. Sistemmatika Termoelektrik	25
2.4. Rangkaian Elektronik	27
2.4.1. Sensor Suhu LM35	27
2.4.2. Rangkaian Pengkondisi Sinyal	27
2.4.3. <i>Analog to Digital Converter</i> (ADC).....	28

2.4.4. Mikrokontroler AT89C51	29
2.4.5. <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD).....	32
2.4.6. <i>Driver</i> IRF540	34
Bab III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	35
3.1. Perancangan Mekanik	35
3.1.1. Kotak Pendingin.....	35
3.1.2. Pemasangan Elemen Thermoelektrik (TEC) pada <i>Heat sink</i>	35
3.1.3. Seleksi Thermoelektrik (TEC)	36
3.1.4. Estimasi Kinerja TEC.....	41
3.1.5. Perhitungan Beban Panas	43
3.2. Perancangan Rangkaian Elektronik.....	45
3.2.1. Sensor Suhu LM35	46
3.2.2. Rangkaian Pengkondisi Sinyal (RPS).....	47
3.2.3. <i>Analog to Digital Converter</i> (ADC).....	48
3.2.4. Mikrokontroler ATMEL AT89C51.....	49
3.2.5. <i>Liquid Crystal Display</i>	50
3.2.6. <i>Driver</i> IRF540	52
3.3. Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	52
3.4. Variabel yang Berpengaruh pada Alat	54
3.5. Perbandingan Elemen TEC dengan Lemari ES SJ-15SE.....	55
Bab IV. PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT	57
4.1. Pendahuluan	57
4.2. Pengukuran Suhu Dalam Kotak Dengan Kondisi Kosong.....	58

4.2.1. Dengan Supply 5A tipe GPS-1850D, GW Instek.	58
4.2.2. Dengan Aki Semi Kering 7AH, OSAKA GM 5Z-3B.....	60
4.2.3. Dengan Aki Mobil (12V, 35AH)	63
4.3. Pengukuran Suhu Dalam Kotak Dengan Kondisi Berisi.....	65
4.3.1. Dengan Supply 5A tipe GPS-1850D, GW Instek.	65
4.3.2. Dengan Aki Semi Kering 7AH, OSAKA GM 5Z-3B.....	68
4.3.3. Dengan Aki Mobil (12V, 35AH)	70
Bab V. PENUTUP.....	72
5.1. Kesimpulan	72
5.2. Pesan Dan Kesan	72
DAFTAR PUSTAKA.....	73
LAMPIRAN	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Gabungan Thermoelektrik dengan komponen lain	3
Gambar 2.1. Aliran kalor secara konduksi.....	10
Gambar 2.2. Proses Refrigerator	13
Gambar 2.3. Prinsip Kerja Sistem Absorpsi.....	14
Gambar 2.4. Aliran Bahan Pendingin dari RAC	16
Gambar 2.5. Rangkaian Listrik pada RAC.....	18
Gambar 2.6. Elemen Thermoelektrik	20
Gambar 2.7. GrafikTEC-12706.....	21
Gambar 2.8. Desain sederhana thermoelektrik	25
Gambar 2.9. Sensor Suhu LM35	27
Gambar 2.10. Rangkaian <i>Non-inverting Amplifier</i>	28
Gambar 2.11. Konfigurasi Pin ADC 0804	29
Gambar 2.12. Arsitektur AT89C51	30
Gambar 2.13. Susunan kaki mikrokontroler AT89C51	32
Gambar 2.14. Konfigurasi pin LCD	33
Gambar 2.15. Driver IRF540	34
Gambar 3.1. Pemasangan <i>heat sink</i> pada TEC.....	36
Gambar 3.2. Grafik $\Delta T/\Delta T_{\max}$ dengan $Q/Q_{\max}$	40
Gambar 3.3. Grafik $\Delta T/\Delta T_{\max}$ dengan $Q/Q_{\max}$ terhadap $I/I_{\max}$	42
Gambar 3.4. Blok diagram rangkaian elektronik	45
Gambar 3.5. Rangkaian LM35	47

Gambar 3.6. Rangkaian <i>non-inverting amplifier</i>	48
Gambar 3.7. Rangkaian ADC.....	49
Gambar 3.8. Mikrokontroler	50
Gambar 3.9. Diagram blok LCD	51
Gambar 3.10. <i>Driver</i> IRF540	52
Gambar 3.11. Diagram alir <i>software</i> alat	53
Gambar 4.1. Grafik pengukuran di dalam ruangan dengan menggunakan supply 5A tipe GPS-1850D, GW instek	58
Gambar 4.2. Grafik pengukuran di luar ruangan dengan menggunakan supply 5A tipe GPS-1850D, GW instek	60
Gambar 4.3. Grafik pengukuran di dalam ruangan dengan menggunakan aki semi kering 7AH, OSAKA GM 5Z-3BK	61
Gambar 4.4. Grafik pengukuran di luar ruangan dengan menggunakan aki semi kering 7AH, OSAKA GM 5Z-3BK	62
Gambar 4.5. Grafik pengukuran pada mobil dengan aki 12V, 35AH.....	64
Gambar 4.6. Grafik pengukuran di dalam ruangan dengan menggunakan supply 5A tipe GPS-1850D, GW instek dengan beban	66
Gambar 4.7. Grafik pengukuran di luar ruangan dengan menggunakan supply 5A tipe GPS-1850D, GW instek dengan beban	67
Gambar 4.8. Grafik pengukuran di dalam ruangan dengan menggunakan aki semi kering 7AH, OSAKA GM 5Z-3BK dengan beban	68
Gambar 4.9. Grafik pengukuran di luar ruangan dengan menggunakan aki semi kering 7AH, OSAKA GM 5Z-3BK dengan beban	70

Gambar 4.10. Grafik pengukuran pada mobil dengan aki 12V, 35AH, dengan beban	71
--	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kalor jenis beberapa bahan pada temperatur 25 °C.....	9
Tabel 2.2. Konduktifitas termal pada beberapa material.....	22
Tabel 2.3. Koefisien konveksi aliran panas.....	23
Tabel 2.4. Nilai konduktivitas thermal dari beberapa bahan.....	24
Tabel 2.5. Deskripsi pin AT89C51	31
Tabel 3.1. Nilai ΔT untuk <i>single & multi-stage</i> TEC.....	39
Tabel 3.2. Elemen termoelektrik	40
Tabel 4.1. Pengukuran di dalam ruangan dengan menggunakan Supply 5A tipe GPS-1850D, GW Instek	58
Tabel 4.2. Pengukuran di luar ruangan dengan menggunakan Supply 5A tipe GPS- 1850D, GW Instek.....	59
Tabel 4.3. Pengukuran di dalam ruangan dengan menggunakan Aki semi kering 7AH, OSAKA GM 5Z-3BK.....	61
Tabel 4.4. Pengukuran di luar ruangan dengan menggunakan Aki semi kering 7AH, OSAKA GM 5Z-3BK.....	62
Tabel 4.5. Pengukuran pada mobil dengan aki 12V, 35AH.....	63
Tabel 4.6. Pengukuran di dalam ruangan dengan menggunakan Supply 5A tipe GPS-1850D, GW Instek, dengan beban	65
Tabel 4.7. Pengukuran di luar ruangan dengan menggunakan Supply 5A tipe GPS-1850D, GW Instek, dengan beban.....	67

Tabel 4.8. Pengukuran di dalam ruangan dengan menggunakan Aki semi kering
7AH, OSAKA GM 5Z-3BK, dengan beban..... 68

Tabel 4.9. Pengukuran di luar ruangan dengan menggunakan Aki semi kering
7AH, OSAKA GM 5Z-3BK, dengan beban..... 69

Tabel 4.10. Pengukuran pada mobil dengan aki 12V, 35AH, dengan beban..... 70