

**TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN COOL BOX BERBASIS HYBRID  
TERMOELEKTRIK**

**Diajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai gelar Sarjana Strata**

**Satu (S1)**



**Disusun Oleh**

**Nama : Daniel Sidabutar**

**NIM : 41313110087**

**Program Studi : Teknik Mesin**

**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCUBUANA**

**JAKARTA**

**2015**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Daniel Sidabutar  
NIM : 41313110087  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Skripsi : Rancang bangun cool box berbasis hybrid termoelektrik

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya Apabila ternyata di kemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkann sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib Universitas Mercubuana

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan

Jakarta, Februari 2015

Penulis



Daniel Sidabutar

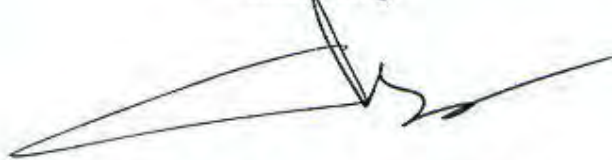
## LEMBAR PENGESAHAN

Rancang bangun cool box berbasis hybrid termoelektrik

Disusun Oleh :

Nama : Daniel Sidabutar  
NIM : 41313110087  
Program Studi : Teknik Mesin

Pembimbing



(Prof. Dr. Ir. Chandrasa Soekardi)

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir



(Imam Hidayat ST.MT)

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang senantiasa memberikan kesempatan yang baik dan kesehatan hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan “Rancang bangun coolbox berbasis hybrid termoelektrik” sebagai bahan tugas akhir yang merupakan salah satu syarat menempuh ujian akhir kesarjanaan di jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Mercubuana

Penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung dan membantu dalam proses penelitian dan pengerjaan tugas akhir ini pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu beserta seluruh keluarga yang dengan penuh kasih sayang telah banyak memberikan semangat dan harapan di setiap doanya
2. Prof Dr Ir Chandrasa Soekardi selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini
3. Dr Ing Darwin Sebayang selaku kaprodi sekaligus koordinator tugas akhir jurusan Teknik Mesin Universitas Mercubuana
4. Seluruh dosen Teknik Mesin Universitas Mercubuana yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama kegiatan perkuliahan
5. Megawati Tambunan yang tiada habisnya mendukung penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini
6. Seluruh rekan rekan mahasiswa Teknik Mesin Universitas Mercubuana yang senantiasa memberikan semangat dan arahan kepada penulis

7. Seluruh rekan kerja di PT Indonesia Power yang telah memberikan pengertian dan dukungan moral pada penulis
8. Semua pihak yang telah turut membantu terselesaikannya skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan-kekurangan yang disebabkan keterbatasan alat di pasaran, cara pengerjaan dan penguasaan materi, demi kesempurnaan tugas akhir ini penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak

Akhir kata semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan rahmat dan kebaikan kepada kita semua dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan banyak manfaat khususnya bagi rekan-rekan mahasiswa jurusan Teknik Mesin dan bagi masyarakat pada umumnya

Jakarta, Februari 2015



Daniel Sidabutar

## DAFTAR ISI

Halaman .....	i
Lembar Pernyataan .....	ii
Lembar Pengesahan .....	iii
Abstrak .....	iv
Kata Pengantar .....	v
Daftar isi .....	vii
Daftar Tabel .....	xi
Daftar Gambar .....	xii
Daftar Notasi .....	xiv

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Pembatasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penulisan .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3

### BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Sejarah dan Pengenalan termoelektrik .....	5
--	---

2.2	Panas Jenis .....	6
2.3	Insulasi kritis .....	7
2.4	Hukum Termodinamika .....	8
2.5	Pendingin Termoelektrik .....	11
2.5.1	Prinsip kerja pendingin termoelektrik.....	12
2.5.2	Data teknis pada pendingin termoelektrik .....	15
2.5.2.1	Koefisien seebeck .....	16
2.5.2.2	Hambatan termal .....	17
2.5.2.3	Hambatan listrik .....	17
2.6	Dasar perhitungan termoelektrik.....	17
2.6.1	Figure of merit .....	20
2.6.2	Arus optimum .....	21
2.6.3	Coefficient Of Performance .....	21

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1	Konsep Desain .....	22
3.2	Desain Alat.....	23
3.2.1	Komponen pada cool box.....	25
3.2.2	Komponen pendukung .....	31
3.3	Pembuatan alat .....	35
3.4	Spesifikasi teknis.....	39
3.5	Tujuan pengujian.....	40

3.6	Instalasi alat pengujian.....	40
3.6.1	Skema alat pengujian.....	41
3.6.2	Persiapan sebelum pengujian .....	42
3.7	Prosedur pengujian.....	44
3.8	Variasi pengambilan data pengujian .....	45

## **BAB IV HASIL DAN ANALISA**

4.1	Hasil dan Analisa pengujian .....	47
4.1.1	Perhitungan beban panas dari dalam cool box.....	47
4.1.2	Perhitungan beban panas dari luar cool box .....	48
4.1.3	Perhitungan insulasi kritis .....	51
4.1.4	Perhitungan parameter data teknis .....	53
4.2	Pengujian dengan variasi susunan peltier .....	54
4.3	Pengujian dengan menggunakan arus optimum.....	56
4.4	Pengujian dengan beban kaleng minuman.....	58
4.5	Analisa termodinamika.....	60
4.5.1	Penyerapan panas sisi dingin peltier .....	60
4.5.2	Pelepasan panas pada sisi panas peltier .....	61
4.5.3	Panas yang dihasilkan oleh sisi panas peltier.....	62
4.5.4	Coefficient of Performance .....	63
4.5.5	Kaji banding dengan produk sejenis .....	63



**BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan ..... 66

5.2 Saran..... 67

**DAFTAR PUSTAKA** ..... 68

**LAMPIRAN-LAMPIRAN** ..... 69



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data teknis termoelektrik.....	16
Tabel 3.1 Keterangan komponen pada coolbox .....	25
Tabel 3.2 Spesifikasi teknis coolbox .....	40
Tabel 4.1 Penurunan temperature pada pengujian variasi susunan peltier.....	55
Tabel 4.2 Pengujian pada arus optimum 4,6 A.....	57
Tabel 4.3 Penurunan temperature pada beban 6 kaleng minuman.....	59
Tabel 4.4 Kaji banding spesifikasi coolbox .....	64



MERCU BUANA

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aliran listrik timbul akibat pemanasan dua metal yang berbeda .....	6
Gambar 2.2 Tebal insulasi kritis pada silinder .....	7
Gambar 2.3 Aliran panas secara konduksi.....	9
Gambar 2.4 Aliran panas secara konveksi.....	10
Gambar 2.5 Aliran panas konduksi dan konveksi .....	11
Gambar 2.6 skema aliran panas pada modul peltier .....	13
Gambar 2.7 Arah aliran listrik (seri), arah aliran termal (paralel) .....	14
Gambar 3.1 Detail desain cool box .....	24
Gambar 3.2 coldsink fan .....	26
Gambar 3.3 coldsink .....	26
Gambar 3.4 Thermo pasta .....	27
Gambar 3.5 Elemen peltier .....	28
Gambar 3.6 water block .....	28
Gambar 3.7 Fin alumunium heatsink .....	29
Gambar 3.8 Heatsink fan .....	29
Gambar 3.9 pompa air .....	30
Gambar 3.10 Bodi cool box .....	30
Gambar 3.11 Multimeter digital .....	31
Gambar 3.12 Termokopel tipe-k .....	32
Gambar 3.13 Spesifikasi termokopel lutron .....	32
Gambar 3.14 Termometer infrared .....	33

Gambar 3.15 Spesifikasi termometer infrared .....	33
Gambar 3.16 regulated DC power supply .....	34
Gambar 3.17 Switching mode power supply .....	35
Gambar 3.18 Skema proses pembuatan alat .....	36
Gambar 3.19 Konfigurasi pemasangan selang air .....	37
Gambar 3.20 Thermal pasta yang dioleskan antar muka logam .....	38
Gambar 3.21 Coolbox .....	39
Gambar 3.22 Skema rangkaian pengujian alat .....	41
Gambar 3.23 Rangkaian pada peltier .....	42
Gambar 4.1 Perubahan profil coolbox menjadi silinder.....	52
Gambar 4.2 Grafik penurunan temperatur terhadap waktu .....	56
Gambar 4.3 Grafik Penurunan temperature pada arus optimum .....	58
Gambar 4.4 Grafik penurunan temperature pada beban 6 kaleng minuman .....	60
Gambar 4.5 Coolbox diaplikasikan ke box motor.....	64

## DAFTAR NOTASI

$\rho$	= Massa jenis ( $\text{kg/m}^3$ )
$m$	= Massa (kg)
$V$	= Volume ( $\text{m}^3$ )
$A$	= Luas permukaan ( $\text{m}^2$ )
$l$	= Tebal dinding (m)
$I$	= Arus listrik yang mengalir (Ampere)
$V$	= Tegangan listrik (Volt)
$P$	= Daya listrik (Watt)
$\Delta T$	= Perbedaan sisi dingin dan sisi panas peltier
$T_c$	= Temperature sisi dingin peltier (Kelvin)
$T_h$	= Temperature sisi panas peltier (Kelvin)
$cp$	= Panas jenis ( $\text{J/kg}^\circ\text{C}$ )
$Q_c$	= Kalor yang diserap sisi dingin peltier (Watt)
$Q_h$	= Kalor yang dilepaskan sisi panas peltier (Watt)
$k$	= Konduktifitas thermal ( $\text{W/m}^2^\circ\text{C}$ )
$h$	= Koefisien koonveksi ( $\text{W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ )
$\alpha$	= Koefisien seebeck (Volt/ $^\circ\text{K}$ )
$\theta$	= Hambatan thermal (Kelvin/Watt)
$R$	= Hambatan listrik (Ohm)
$V_{seebeck}$	= Tegangan seebeck (Volt)
$N$	= Sejumlah kopel pada tiap elemen peltier

*Z* = Figure of merit

*COP* = Koefisien performa pendinginan

