

LEMBAR PENGESAHAN I
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR

**ANALISA MATERIAL PEMBUATAN HEATSINK TERHADAP
VOLTASE YANG DIHASILKAN**

Disusun Oleh :

DWIKI DARMAWAN

1307230104

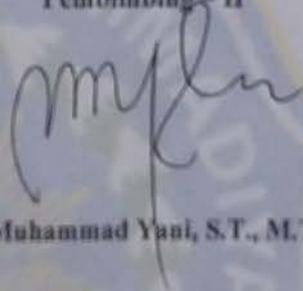
Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing - I



(H. Muharnif M, S.T., M.Sc)

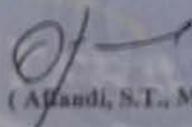
Pembimbing - II



(Muhammad Yani, S.T., M.T)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin



(Afandi, S.T., M.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

LEMBAR PENGESAHAN II
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
ANALISA MATERIAL PEMBUATAN HEATSINK TERHADAP
VOLTASE YANG DIHASILKAN

Disusun Oleh :

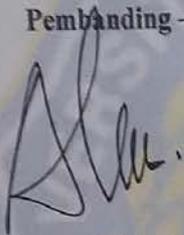
DWIKI DARMAWAN

1307230104

Telah Diperiksa Dan Diperbaiki
Pada Seminar Tanggal 27 Agustus 2018

Disetujui Oleh:

Pembanding – I



(Sudirman Lubis, S.T., M.T)

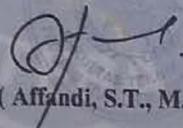
Pembanding – II



(Chandra A Siregar, S.T., M.T)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin



(Affandi, S.T., M.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018



Bila menjebeauratni agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA

Nama Mahasiswa : Dwiki Darmawan
NPM : 1307230104
Semester : X (Sepuluh)
SPESIFIKASI : Analisa Material Pembuatan Heatsink Terhadap Voltase

Yang Dihasilkan

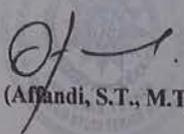
Diberikan Tanggal : 17 Februari 2018
Selesai Tanggal : 27 Agustus 2018
Asistensi : Lima Hari Sekali
Tempat Asistensi : Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

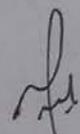
Diketahui Oleh :

Medan, 27 Agustus 2018

Ka. Program Studi Teknik Mesin

Dosen Pembimbing – I


(Affandi, S.T., M.T)


(H. Muharnif M, S.T., M.Sc)



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Diambil dari surat agar diikutkan
dan dibuktikan

DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGAS SARJANA

NAMA : Dwiki Darmawan PEMBIMBING – I : H. Muharnif M, S.T., M.Sc
NPM : 1307230104 PEMBIMBING – II : Muhammad Yani, S.T., M.T

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1.	12/05/2018	- Perbaiki BAB 1. BAB 2	f
2.	23/05/2018	- Perbaiki rumusan masalah	f
3.	08/06/2018	- Lembari whms rumus	f
4.		- Perbaiki Mero ole	f
5.	17/07/2018	- Perbaiki grafik di BAB 4	f
6.	20/07/2018	Lanjut ke Pembimbing II	f
7.	25/07/2018	- Perbaiki format penulisan	my.
8.	01/08/2018	- Perbaiki Flow chart.	my.
9.	Sabtu/11/08/2018	- Acc. & kembali ke pembimbing I. Acc, seminar	my. if

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK - UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 - 2019**

Peserta Seminar
 Nama : Dwiki Darmawan
 NPM : 1307230104
 Judul Tugas Akhir : Analisa Material Pembuatan Heatsink Terhadap Voltase Yang Dihasilkan.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing - I : H.Muharnif.S.T.M.Sc	:
Pembimbing - II : M.Yani.S.T.M.T	:
Pemanding - I : Sudirman Lubis.S.T.M.T	:
Pemanding - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T	:

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1307230126	RIZKI ANGGA PRATAMA	
2	1307230123	Dakiani Ramadhan	
3	1307230177	WAN MUKRIM	
4	1307230264	BAYU MANDALA PUTRA	
5	1307230070	EDI GUSTIAWAN	
6	1207230180	M.Syahid ARIEF	
7	1307230149	KHAIRIL PRATANDI	
8	1307230122	VERY IRWAN	
9	1307230062	ASRIL	
10	1307270109	KHAIRUDDIN	

Medan, 15 Dzulhijjah 1439 H
27 Agustus 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin

Affandi.S.T.

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Dwiki Darmawan
NPM : 1307230104
Judul T.Akhir : Analisa Material Pembuatan heatsink Terhadap Voltase Yang Di-Hasilkan.

Dosen Pembimbing - I : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing - II : Muhammad Yani.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*perbaiki grafik dan konversi
satu*

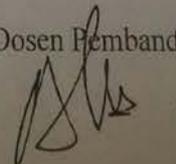
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 15 Dzulhijjah 1439H
27 Agustus 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T

Dosen Pemanding- 1


Sudirman Lubis.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Dwiki Darmawan
NPM : 1307230104
Judul T.Akhir : Analisa Material Pembuatan heatsink Terhadap Voltase Yang Di-Hasilkan.

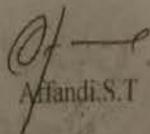
Dosen Pembimbing - I : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing - II : Muhammad Yani.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

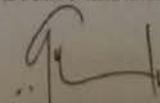
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
perapat. nistam set kam di had bulan sunya
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 15 Dzulhijjah 1439H
27 Agustus 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Afandi.S.T

Dosen Pemanding- II


Chandra A Siregar.S.T.M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : DWIKI DARMAWAN
Tempat / Tgl Lahir : Padangsidempuan/ 03 Maret 1995
NPM : 1307230104
Bidang Keahlian : Konstruksi Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
(UMSU)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas sarjana (skripsi) saya ini yang berjudul :

ANALISA MATERIAL PEMBUATAN HEATSINK TERHADAP VOLTASE
YANG DIHASILKAN

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan yang lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 27 Agustus 2018

Saya yang menyatakan,

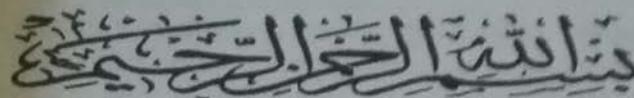

DWIKI DARMAWAN
1307230104

ABSTRAK

Termoelektrik merupakan komponen yang dapat menggantikan fungsi dari refrigerant. Thermoelektrik adalah hubungan anatara energi panas dengan energi listrik yang terjadi antara dua jenis logam yang berbeda. Efek termoelektrik dikembangkan dalam suatu alat yang dinamakan elemen peltier. Penggunaan elemen peltier ini dapat dirancang dalam suatu sistem yang dapat menggantikan sistem konvensional. Peltier adalah pendingin yang menggunakan elemen peltier sendiri, dan heatsink/kipas kombinasi yang kuat untuk mendinginkan TEC. Pada pengujian ini digunakan peltier tipe TEC1-12706 dengan dimensi TEC1-12706 berukuran 40mm x 40mm x 3,8mm massa 27 gram. Dari hasil pengujian ini dapat diketahui bahwa coldsink dan heatsink dengan material alumunium menghasilkan suhu yang baik pada termoelektrik. Dibandingkan dengan coldsink dan heatsink dengan material tembaga.

Kata Kunci : termoelektrik, coldsink, heatsink, konduksi, konveksi, pendingin kabin mobil.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan lancar. Tugas sarjana ini merupakan tugas akhir bagi mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dalam menyelesaikan studinya.

Untuk memenuhi syarat tersebut penulis dengan bimbingan dari pada dosen pembimbing merencanakan sebuah

“ANALISA MATERIAL PEMBUATAN HEATSINK TERHADAP VOLTASE YANG DIHASILKAN”

Dalam menyelesaikan tugas ini penulis banyak mengalami hambatan dan rintangan yang disebabkan minimnya pengetahuan dan pengalaman penulis, namun berkat petunjuk Allah SWT yang terus-menerus hadir dan atas kerja keras penulis, dan atas banyaknya bimbingan dari pada dosen pembimbing, serta bantuan moril maupun materil dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana.

Untuk itu penulis pada kesempatan ini menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua tercinta penulis yaitu Ayahanda Suprastio dan Ibunda Sugiarti telah membesarkan, mengasuh, mendidik, serta senantiasa memberikan kasih sayang, do'a yang tulus, dan dukungan moril maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ade Faisal, S.T., MSc, ph.D. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi, S.T., M.T. selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak H. Muharnif M, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I
7. Bapak Muhammad Yani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II
8. Bapak Sudirman Lubis, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I
9. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II dan selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Seluruh Dosen di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan selama di bangku kuliah.

11. Rekan – rekan seperjuangan kelas B1 Pagi stambuk 2013, serta rekan – rekan bidang keahlian konstruksi manufaktur dan konversi energi yang telah banyak memberi saran dan dukungan kepada penulis.
12. Khairil Imran S.T, Rizki Angga Pratama, Ramzi Valevi, Muhammad Ilham Akbar, Randy Juprastanta yang selalu memberikan semangat, saran, bantuan, dukungan serta motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tugas sarjana ini.
13. Fadillah Eka Prayogi S.S, Bagus Priambudi yang telah memberikan motivasi untuk segera menyelesaikan tugas sarjana ini.

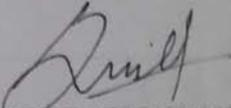
Penulis menyadari bahwa tugas ini masih jauh dari sempurna dan tidak luput dari kekurangan, karena itu dengan senang hati dan penuh lapang dada penulis menerima segala bentuk kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan tugas sarjana ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tugas sarjana ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Allah SWT selalu merendahkan hati atas segala pengetahuan yang kita miliki. Amin Ya Rabbal Alamin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 27 Agustus 2018

Penulis


DWIKI DARMAWAN
1307230104

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I	
LEMBAR PENGESAHAN II	
LEMBAR SPESIFIKASI	
LEMBAR ASISTENSI	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR NOTASI	viii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Elemen Peltier.....	4
2.1.1 Efek Seebeck	7
2.1.2 Efek Peltier	9
2.1.3 Cara Kerja Elemen Peltier	10
2.1.4 Faktor – Faktor Dalam Elemen Peltier	11
2.2 Perpindahan Kalor	13
2.2.1 Perpindahan Kalor Konduksi.....	13
2.2.2 Perpindahan Kalor Konveksi.....	13
2.3 Heatsink	16
2.4 Coldsink.....	17
2.5 Tembaga	18
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1 Tempat dan Waktu	20
3.1.1 Tempat.....	20
3.1.2 Waktu.....	20
3.2 Diagram Alir	21
3.3 Peralatan Pengujian.....	22
3.3.1 Alat – Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian	22
3.3.2 Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian.....	25
3.3.3 Alat Yang Akan Di Uji.....	27
3.4 Prosedur Pengujian.....	28

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Proses Pengambilan Data	29
4.2 Hasil Pengambilan Data	30
4.3 Perhitungan Coldsink.....	32
4.4 Menghitung Voltase Yang Dihasilkan Dari Pengujian	33
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran.....	40

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Elemen Peltier.....	5
Gambar 2.2 Ilustrasi Kerja Elemen Peltier.....	6
Gambar 2.3 Cara Kerja Elemen Peltier.....	10
Gambar 2.4 Heatsink.....	16
Gambar 2.5 Skema Gambar Heatsink.....	17
Gambar 2.6 Coldsink.....	18
Gambar 2.7 Tembaga.....	19
Gambar 3.1 Elemen Peltier.....	22
Gambar 3.2 Fan.....	22
Gambar 3.3 Pengukur Suhu.....	23
Gambar 3.4 ACCU/Batterai.....	23
Gambar 3.5 Power Supply.....	24
Gambar 3.6 Obeng.....	24
Gambar 3.7 IsolasiKabel.....	25
Gambar 3.8 Heatsink.....	25
Gambar 3.9 Coldsink.....	26
Gambar 3.10 Lem Thermal.....	26
Gambar 3.11 Tembaga.....	27
Gambar 3.12 Termoelektrik.....	27
Gambar 4.1 Grafik Suhu Coldsink Alumunium dan Heatsink Aluminium.....	31
Gambar 4.2 Grafik Suhu Coldink Tembaga dan Heatsink Tembaga.....	35
Gambar 4.3 Grafik Suhu Coldsink Alumunium dan Heatsink Tembaga.....	37
Gambar 4.4 Grafik Suhu Coldsink Tembaga dan Heatsink Alumunium.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Koefisien Sebeck	9
Tabel 3.1 Time Line	20
Tabel 4.1 Data Termoelektrik Dengan Bahan Aluminium.....	30
Tabel 4.2 Data Termoelektrik Dengan Bahan Tembaga	34
Tabel 4.3 Data Perbandingan Termoelektrik Bahan Aluminium dan Tembaga.....	35
Tabel 4.4 Data Perbandingan Termoelektrik Bahan Tembaga dan Aluminium.....	37

DAFTAR NOTASI

Simbol	Besaran	Satuan
Q	Energi kalor	Watt
K	Koefisien perpindahan kalor Konduksi	W/Mk
A	Luas permukaan	m ²
$\frac{dT}{dx}$	Gradien temperature	K/m
H	Koefisien perpindahan kalor Konveksi	W/m ² K
T _s	Temperatur permukaan	K
T _∞	Temperatur Ambient	K
Re _x	Bilangan Reynolds	
u _∞	Kecepatan aliran bebas	m/s
ν	Viskositas kinematik	m/s ²
x	Jarak lapisan batas	m
Pr	Bilangan Prandtl	
∞	Disfusivitas termal	m ² /s
Nu	Bilangan Nusselt	
V ₀	Tegangan keluaran	Volt
α _{xy}	Koefisien Seebeck antara dua Material X dan Y	Volt/K
T _h , T _c	Temperatur Termokopel Panas dan Dingin	K
V _{xy}	Tegangan	Volt
I _{xy}	Arus	Ampere
Q _c , Q _h	Kalor	Watt
θ	Tahanan Termal dan Elemen Peltier	°C/watt
P _{in}	Daya Input	Watt

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di zaman modern ini teknologi berkembang semakin canggih, pemanfaatan teknologi tersebut mencakup segala aspek kehidupan manusia, misalnya pada teknologi peralatan disekitar kita seperti alat pendingin AC. AC merupakan peralatan yang mempermudah manusia dalam kegiatan sehari-hari.

Pada perkembangan AC manusia menyadari akan adanya bahaya yang ditimbulkan dengan penggunaan bahan kimia didalamnya, salah satu contohnya adalah penggunaan refrigeran. Refrigeran merupakan bahan kimia yang dapat merusak struktur lapisan O_3 (ozone) jika terurai di udara. Upaya manusia mengatasi penggunaan refrigeran yang dapat merusak lapisan ozone adalah dengan mengganti bahan kimia lain yang tidak merugikan atau dengan metode yang tidak memerlukan bahan kimia.

Termoelektrik merupakan komponen yang dapat menggantikan fungsi dari refrigeran. Termoelektrik adalah hubungan antara energi panas dengan energi listrik yang terjadi antara dua jenis logam yang berbeda. Efek termoelektrik dikembangkan dalam suatu alat yang dinamakan Elemen Peltier. Penggunaan elemen peltier ini dapat dirancang dalam suatu sistem yang dapat menggantikan sistem konvensional.

Penelitian yang akan dirancang ini tentang aplikasi modul pendingin termoelektrik sebagai pendingin pada kabin mobil. Penelitian ini memanfaatkan elemen Peltier sebagai sistem pendingin untuk menurunkan suhu pada kabin mobil pada saat mobil diparkirkan ditempat terbuka dibawah sinar matahari,

temperatur dalam kabin mobil akan meningkat karena panas yang terperangkap kabin mobil dan tidak ada sirkulasi udara didalam kabin mobil sehingga panas menjadi terakumulasi.

Suhu dalam kabin mobil saat diparkir ditempat terbuka dibawah sinar matahari dapat mencapai 30^0 - 60^0 dimana kondisi tersebut tidak hanya berbahaya bagi pengemudi didalamnya namun juga dapat merusak peralatan yang terpasang pada interior mobil. Dari permasalahan tersebut diperoleh gagasan untuk dapat mengurangi panas yang ditimbulkan ketika mobil diparkirkan ditempat terbuka dibawah sinar matahari. Kemudian diputuskan untuk merancang alat yaitu “Pendingin Kabin Mobil Berbasis Termoelektrik”.

1.2. Perumusan Masalah

Bagaimana Menganalisa Material Pembuatan Heatsink Terhadap Voltase Yang Dihasilkan Pada Termoelektrik Di Kabin Mobil.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui material yang cocok pada elemen peltier
2. Untuk mengetahui jumlah faktor yang diserap dan dilepas peltier

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bahan *heatsink* yang digunakan adalah alumunium dan tembaga
2. Bahan *coldsink* yang digunakan adalah alumunium dan tembaga
3. Elemen peltier yang digunakan pada pengujian adalah TEC1-12706 berukuran 40mm x 40mm x 3,8mm massa 27 gram.

4. Power supply yang digunakan pada pengujian adalah jenis switch mode yang langsung menyearahkan dan menyuplai tegangan input AC (bolak-balik) untuk mendapatkan tegangan DC (searah). Power supply ini memiliki input 110 - 240V dan output 12V 10A.

1.5. Sistematika Penulisan

Penulisan ini dibagi menjadi lima bab dengan sistematika sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metode penulisan dan sistematika penulisan dari penelitian.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Berisikan penjabaran dari teori dasar perpindahan panas yang digunakan untuk mendukung penelitian.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Berisi tentang rincian perhitungan yang digunakan selama berlangsungnya penelitian

BAB 4 PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan mengenai proses pengambilan data, pengolahan data yang kemudian dipresentasikan dalam bentuk kurva beserta analisis hasil penelitian yang dilakukan.

BAB 5 KESIMPULAN

Merupakan kesimpulan dari seluruh rangkaian proses penelitian yang dilakukan.

BAB 2

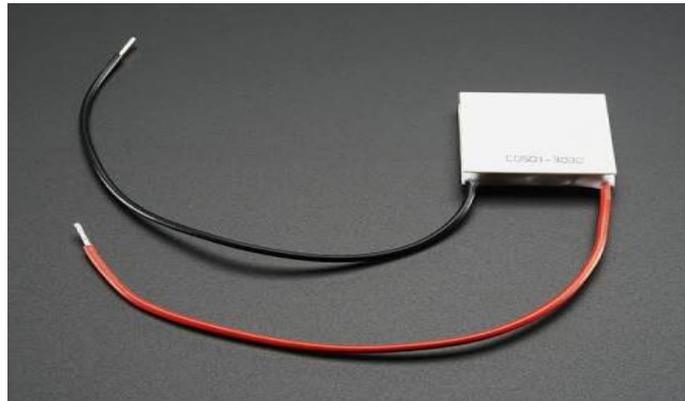
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Elemen Peltier (*Thermoelectric Cooler*)

Pada tahun 1821, JT Seebeck (1770-1831) menemukan bahwa logam berbeda yang terhubung pada dua lokasi yang berbeda (sambungan) akan mengembangkan mikro tegangan jika dua persimpangan diadakan pada temperatur yang berbeda. Efek ini dikenal sebagai “efek Seebeck” itu adalah dasar untuk termometer termokopel. Pada tahun 1834, seorang ilmuwan bernama Peltier menemukan kebalikan dari efek Seebeck, sekarang dikenal sebagai “efek Peltier”: Ia menemukan bahwa jika anda mengambil termokopel dan menerapkan tegangan ini menyebabkan perbedaan suhu antara persimpangan. Hal ini menghasilkan pompa panas kecil , kemudian disebut juga sebagai pendingin termo-listrik (TEC). Peltier adalah pendingin yang menggunakan elemen peltier (TEC). Peltier pendingin terdiri dari elemen peltier sendiri, dan heatsink / kipas kombinasi yang kuat untuk mendinginkan TEC.

Keuntungan dari elemen peltier setelah fokus pada masalah yang berkaitan dengan peltier pendinginan dibawah suhu ambient, tapi tidak seperti sistem pendingin yang lainnya yang memungkinkan hal ini (fase uap pendingin), mereka lebih murah dan lebih kompak. Elemen Peltier adalah perangkat solid-state tanpa bagian yang bergerak, mereka sangat handal dan tidak memerlukan pemeliharaan apapun. Termoelektrik adalah suatu perangkat yang dapat mengubah energi kalor (perbedaan temperatur) menjadi energi listrik menjadi proses pompa kalor / refrigrasi.

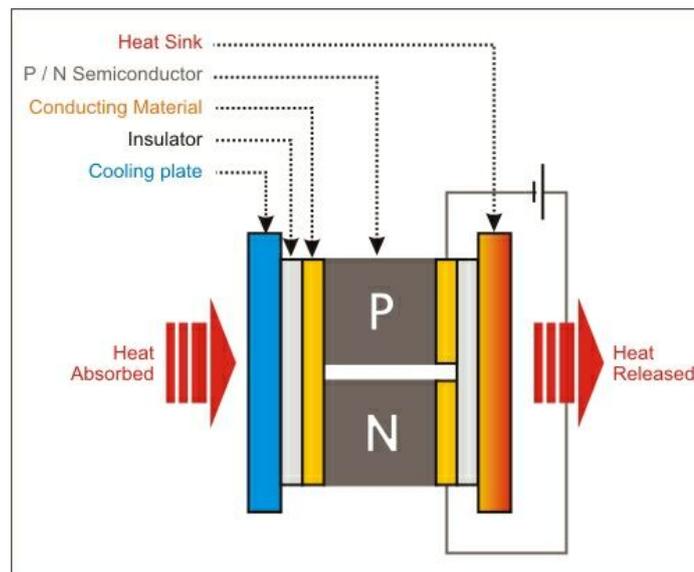
Peltier seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1, adalah suatu komponen yang mengaplikasikan Efek Peltier. Peltier merupakan sebuah komponen yang tergolong komponen Termoelektrik, dimana ketika terjadi perbedaan suhu diantara dua sisinya maka komponen ini mengubahnya menjadi besaran tegangan listrik, dan begitu pula sebaliknya, ketika suatu tegangan listrik diberikan kepada komponen ini, maka dia dapat mengubahnya menjadi dua suhu yang berbeda.



Gambar 2.1 Elemen Peltier

Dalam prakteknya, TEC menggunakan beberapa termokopel yang disusun seri yang memudahkan perpindahan panas. Umumnya bagian luar komponen ini dibungkus sejenis Keramik tipis yang berisikan batang-batang Bismuth Telluride di dalamnya. Material tersebut adalah suatu semikonduktor yang didalamnya ditambahkan suatu zat tambahan. Zat tambahan tersebut bertujuan untuk memberikan kelebihan electron bebas (N-type semiconductor) atau memberikan kekurangan electron bebas (P-type semiconductor). Bahan semikonduktor termoelektrik yang paling sering digunakan saat ini adalah Bismuth Telluride. Bismuth telluride adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Bi dan nomor atom 83. Logam dengan Kristal trivalen ini memiliki sifat kimia mirip dengan arsen dan antimon.

Dari semua jenis logam, unsur ini paling bersifat diamagnetik dan merupakan unsur kedua setelah raksa yang memiliki konduktivitas termal terendah. Senyawa bismuth bebas timbale sering digunakan sebagai bahan kosmetik dan dalam bidang medis. Bismuth telluride digunakan isolator topologi tidak superkonduktor konvensional, maupun untuk saluran listrik ultra efisien, karena hanya bisa membawa arus kecil, tetapi merupakan pergeseran paradigma dalam pengembangan microchip membuka jalan yang akan mengakibatkan aplikasi baru spintronics, yaitu penggunaan spinelektron untuk membawa informasi dan menggunakan, materi tiga dimensi tersebut mungkin matang teknologi manufaktur semikonduktor, tetapi juga sangat mudah untuk melaksanakan doping, sehingga dapat relatif mudah menyesuaikan kinerjanya.



Gambar 2.2 Ilustrasi Kerja Elemen Peltier

Elektron dari material yang kekurangan electron (P-type material) bergerak ke material yang kelebihan electron (N-type material). Dalam keadaan ini maka konektor akan menyerap energi. Ketika electron bergerak dari N-type, maka pada

konektor akan melepas energi. Energi yang diserap atau dilepas ini diberikan dalam bentuk panas. Ilustrasi kerja elemen peltier ditunjukkan pada gambar 2.2.

2.1.1 Efek Seebeck

Pada tahun 1821, J.T. Seebeck (1770-1831) menyatakan bahwa logam yang berbeda yang dihubungkan pada dua lokasi berbeda, maka akan pada tegangan mikro yang timbul jika kedua sisi plat memiliki perbedaan temperatur. Efek ini disebut "Efek Seebeck". Efek Seebeck merupakan fenomena yang mengubah perbedaan temperatur menjadi energi listrik. Jika ada dua bahan yang berbeda yang kemudian kedua ujungnya disambungkan satu sama lain maka akan terjadi dua sambungan dalam satu loop. Jika terjadi perbedaan temperatur diantara kedua sambungan ini, maka akan terjadi arus listrik akan terjadi. Prinsip inilah yang digunakan termoelektrik sebagai generator (pembangkit listrik). Untuk mengukur perubahan panas ini gabungan dua macam konduktor sekaligus sering dipakai pada ujung benda panas yang diukur.

Konduktor tambahan ini kemudian akan mengalami gradiasi suhu, dan mengalami perubahan tegangan secara berkebalikan dengan perbedaan temperatur benda. Menggunakan logam yang berbeda untuk melengkapi sirkuit akan menghasilkan tegangan yang berbeda, meninggalkan perbedaan kecil tegangan memungkinkan kita melakukan pengukuran, yang bertambah sesuai temperatur. Perbedaan ini umumnya berkisar antara 1 hingga 70 microvolt tiap derajat celsius untuk kisaran yang dihasilkan kombinasi logam modern. Setiap bahan memiliki koefisien Seebeck yang berbeda-beda. Semakin besar koefisien Seebeck ini, maka beda potensial yang dihasilkan juga semakin besar. Karena perbedaan temperatur

disini dapat diubah menjadi tegangan listrik, maka prinsip ini juga digunakan sebagai sensor temperatur yang dinamakan thermocouple.

Seebeck dalam percobaannya menghubungkan tembaga dan besi dalam sebuah rangkaian. Diantara kedua logam tersebut lalu diletakkan jarum kompas. Ketika sisi logam tersebut di panaskan, jarum kompas ternyata bergerak. Belakangan diketahui, hal ini terjadi karena adanya tegangan yang mengalir diantara kedua plat tersebut. Pada dunia elektronika, termokopel adalah sensor suhu yang banyak digunakan untuk mengubah perbedaan suhu dalam benda menjadi perubahan tegangan listrik (voltase). Termokopel terdiri dari setidaknya dua jenis logam berbeda yang dirangkai (kopel) dan ditempatkan pada dua kondisi temperatur berbeda. Perbedaan temperatur antara dua sambungan (hot junction dan cold junction) akan menghasilkan gaya gerak listrik yang besarnya sebanding dengan perbedaan temperatur antara dua titik sambungan, dikenal dengan hukum seebeck.

Tegangan (V_0) tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$V_0 = \alpha_{xy} X(T_h - T_c) \quad (2.1)$$

dimana :

V_0 = Tegangan keluaran (Volt)

α_{xy} = Koefisien Seebeck antara 2 material X dan Y (Volt / K)

T_h, T_c = Temperatur Termokopel panas dan dingin (K)

Nilai dari efek seebeck dapat ditentukan bergantung material yang digunakan.

Berikut adalah tabel nilai seebeck untuk beberapa material :

Tabel 2.1 Tabel Koefisien Seebeck

Material	Seebeck Coeff ($\mu\text{V} / ^\circ\text{C}$)	Material	Seebeck Coeff ($\mu\text{V} / ^\circ\text{C}$)	Material	Seebeck Coeff ($\mu\text{V} / ^\circ\text{C}$)
Aluminium	3.5	Gold	6.5	Rhodium	6
Antimony	47	Iron	19	Selenium	900
Bismuth	-72	Lead	4	Silicon	440
Cadmium	7.5	Mercury	0.6	Silver	6.5
Carbon	3	Nichrome	25	Sodium	-2
Constantan	-35	Nickel	-15	Tantalum	4.5
Copper	6.5	Platinum	0	Tellurium	500
Germanium	300	Potassium	-9	Tungsten	7.5

2.1.2. Efek Peltier

Pada 1834, seorang ilmuwan bernama Jean Charles Athanase Peltier menemukan suatu teori pembalikan Efek Seebeck. Teori tersebut disebut Efek Peltier. Efek Peltier kebalikan dari efek Seebeck yaitu ketika dua logam yang berbeda disambungkan kemudian arus listrik dialirkan pada sambungan tersebut, maka akan terjadi fenomena pompa kalor. Prinsip inilah yang digunakan termoelektrik sebagai pendingin / pompa kalor. Beliau menemukan bahwa ketika suatu termokopel diberikan tegangan, maka akan terjadi perbedaan temperatur pada kedua sisinya. Teori ini juga sering dikenal sebagai Thermo-Electric Cooler (TEC). Material yang dipilih memiliki koefisien Seebeck cukup tinggi saat ini kebanyakan termoelektrik menggunakan Bismuth-Telluride sebagai bahan pembuatannya.

Seperti yang dapat dilihat dari gambar 2.2 , ketika dua buah plat dialiri arus listrik maka akan timbul perbedaan suhu pada kedua plat tersebut. Jumlah kalor yang diserap dan juga yang dilepas dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$Q_C = Q_h = V_{xy} I_{xy} \quad (2.2)$$

Dimana :

$$V_{xy} = \text{Tegangan (Volt)}$$

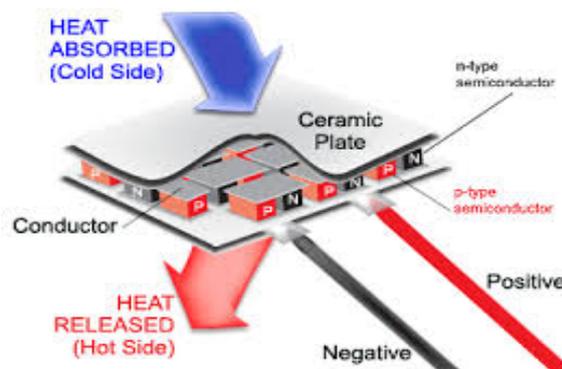
$$I_{xy} = \text{Arus (Ampere)}$$

$$Q_C = Q_h = \text{Kalor (Watt)}$$

Besar suhu di sisi panas dan sisi dingin dapat diubah - ubah tergantung arus polaritas yang diberikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses terjadinya efek peltier bersifat reversibel.

2.1.3. Cara Kerja Elemen Peltier

Suatu elemen peltier memiliki dua sisi dimana satu sisi bertindak sebagai bagian panas dan sisi lainnya bertindak sebagai bagian dingin. Cara kerja elemen peltier ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Cara Kerja Elemen Peltier

Elektron dari material yang kekurangan electron (P-type material) bergerak ke material yang kelebihan electron (N-type material). Dalam keadaan ini maka

konektor akan menyerap energi sehingga sisi ini akan menjadi sisi dingin dari Peltier. Dilain pihak, ketika elektron bergerak dari N-type , maka pada konektor akan melepas energi sehingga sisi ini akan menjadi sisi panas dari Peltier.

2.1.4. Faktor – Faktor Dalam Elemen Peltier

Elemen Peltier dapat digunakan untuk elemen pemanas dan elemen pendingin. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menentukan polaritas arus yang dipakai.

1. Faktor Termal

Ada tiga faktor thermal yang mempengaruhi penggunaan elemen peltier untuk aplikasi, yaitu:

a) Temperatur permukaan sisi panas (T_h)

Pada penggunaan elemen peltier, salah satu sisinya akan menjadi sisi panas. Dimana temperatur sisi panas. Dimana temperatur sisi panas (hot side) elemen peltier dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$T_h = T_\infty + (\Theta)(Q_h) \quad (2.3)$$

Dimana :

T_h = Temperatur sisi panas ($^{\circ}\text{C}$)

T_∞ = Temperatur Ambient ($^{\circ}\text{C}$)

Θ = Tahanan termal dari Elemen Peltier ($^{\circ}\text{C}/\text{watt}$)

$$Q_h = Q_c + P_{in} \quad (2.4)$$

Dimana :

Q_h = Kalor yang dilepaskan pada bagian sisi panas elemen peltier (watt)

Q_c = Kalor yang diserap pada bagian *cold side* elemen peltier (watt)

P_{in} = Daya input (watt)

Persamaan tersebut dapat digunakan ketika menggunakan pendinginan menggunakan udara secara natural maupun konveksi paksa (*forced convection*) misalnya dengan penambahan fan.

b) Temperatur permukaan sisi dingin (T_c)

Pada penggunaan elemen peltier, salah satu sisinya akan menjadi sisi dingin. Sisi dingin ini harus ditentukan agar suhunya lebih dingin dari temperatur yang diinginkan pada bagian yang didinginkan. Sisi dingin ini harus ditentukan agar tercapai suhu dingin yang diinginkan.

Perbedaan temperatur antara sisi panas dan sisi dingin disebut juga delta temperatur (ΔT) yang ditentukan dengan persamaan :

$$\Delta T = T_h - T_c \quad (2.5)$$

Pada elemen peltier konvensional, delta temperatur (ΔT) yang dapat dihasilkan berkisar antara $30^0\text{C} - 40^0\text{C}$ tergantung dari jenis dan kualitas elemen peltier yang digunakan.

c) Heat load yang dapat dialirkan dari obyek yang didinginkan (Q_c)

Faktor lain yang perlu dipertimbangkan dalam penggunaan elemen peltier untuk aplikasi umum ialah material alat yang digunakan dan pertimbangan terhadap lingkungan sekitar. *Heatsink* dan *Coldsink* harus dibuat dari material yang memiliki nilai konduktivitas thermal yang tinggi untuk memudahkan proses perpindahan kalor.

Faktor dari lingkungan seperti kelembaban (*humidity*) dan kondensasi dari sisi dingin (*cold side*) yang harus diminimalisir dengan metode sealing yang tepat. Sealing berfungsi untuk melindungi elemen

peltier dari kontak dengan air, gas, mengurangi kemungkinan korosi, korsleting listrik atau thermal yang dapat merusak elemen peltier.

2.2. Perpindahan Kalor

Perpindahan kalor terjadi karena adanya perbedaan temperature antara dua buah benda sehingga energi mengalir dari suhu yang lebih tinggi ke suhu yang lebih rendah. Perpindahan dapat terjadi secara konduksi, konveksi maupun radiasi.

2.2.1 Perpindahan Kalor Konduksi

Perpindahan kalor secara konduksi adalah perpindahan kalor tanpa diikuti perpindahan partikel/molekul benda tersebut. Persamaan yang digunakan dalam perpindahan kalor secara konduksi dikenal dengan persamaan Fourier.

$$Q = k \cdot A \cdot \frac{dT}{dx} \quad (2.6)$$

dimana :

Q = Energi kalor (Watt)

K = Koefisien perpindahan kalor konduksi (W/mK)

A = Luas permukaan (m²)

$\frac{dT}{dx}$ = Gradien temperatur (K/m)

2.2.2. Perpindahan Kalor Konveksi

Perpindahan kalor secara konveksi merupakan perpindahan kalor yang diikuti dengan perpindahan partikel/molekul benda tersebut atau dengan kata lain terjadi laju aliran massa pada benda/substansi tersebut. Konveksi terbagi menjadi dua yaitu konveksi bebas dan konveksi paksa.

Konveksi bebas terjadi apabila pergerakan fluida terjadi karena buoyant akibat perbedaan densitas fluida itu sendiri. Perbedaan densitas dapat terjadi akibat pemanasan sehingga pada bagian fluida yang terkena pemanasan densitasnya berkurang dan bertukar tempat dengan fluida yang tidak terkena pemanasan (densitasnya lebih rapat). Konveksi paksa terjadi apabila pergerakan fluida terjadi karena gaya atau pengaruh dari luar sehingga fluida tersebut bergerak, misalnya karena fan.

Pada perpindahan kalor konveksi berlaku hukum pendinginan Newton yaitu :

$$Q = h A (T_s - T_\infty) \quad (2.7)$$

dimana :

Q = Energi kalor (watt)

h = Koefisien perpindahan kalor konveksi (W/m^2K)

A = Luas permukaan (K)

T_s = Temperatur permukaan (K)

T_∞ = Temperatur Ambient (K)

Untuk menghitung nilai koefisien perpindahan kalor konveksi (h), digunakan perhitungan menggunakan bilangan tidak berdimensi antara lain bilangan Reynolds, bilangan Prandtl dan bilangan Nußelt.

Bilangan Reynolds ditentukan melalui persamaan :

$$Re_x = \frac{u_\infty x}{\nu} \quad (2.8)$$

dimana :

Re_x = Bilangan Reynolds

u_∞ = Kecepatan aliran bebas (m/s)

ν = Viskositas kinematik (m/s^2)

x = Jarak lapisan batas (m)

Bilangan Prandtl menggambarkan hubungan antara medan kecepatan dengan suhu. Bilangan Prandtl ditentukan melalui persamaan

$$\text{Pr} = \frac{\nu}{\alpha} \quad (2.9)$$

dimana :

Pr = Bilangan Prandtl

α = Difusitas termal (m/s^2)

ν = Viskositas kinematik (m/s^2)

Bilangan Nußelt menggambarkan hubungan antara bilangan Prandtl dan Reynolds. Bilangan Nußelt ditentukan melalui persamaan :

$$\text{Nu} = \frac{hx}{k} = \frac{0,3387 \text{Re}_x^{1/2} \text{Pr}^{1/3}}{\left[1 + \left(\frac{0,0468}{\text{Pr}} \right)^{2/3} \right]^{1/4}} \quad (2.10)$$

dimana :

Nu = Bilangan Nußelt

Re = Bilangan Reynolds

Pr = Bilangan Prandtl

Persamaan diatas merupakan persamaan Churchill dan Ozoe yang telah mengkorelasikan sejumlah besar data yang meliputi rentang angka Prandtl yang cukup luas untuk aliran laminar di atas plat rata yang isothermal. Untuk kasus fluks kalor tetap, angka 0,3387 diganti dengan 0,4637, dan 0,0468 diganti dengan 0,0207. Kemudian untuk menentukan nilai koefisien konveksi udara (h) digunakan persamaan :

$$h = \frac{Nu \cdot k}{x} \quad (2.11)$$

dimana :

h = Koefisien perpindahan kalor konveksi (W/m^0C)

Nu = Bilangan Nuβelt

K = Koefisien konduktivitas termal udara (W/m^0C)

x = Dimensi karakteristik yang ditempuh partikel dalam lapisan batas (m)

2.3. Heatsink

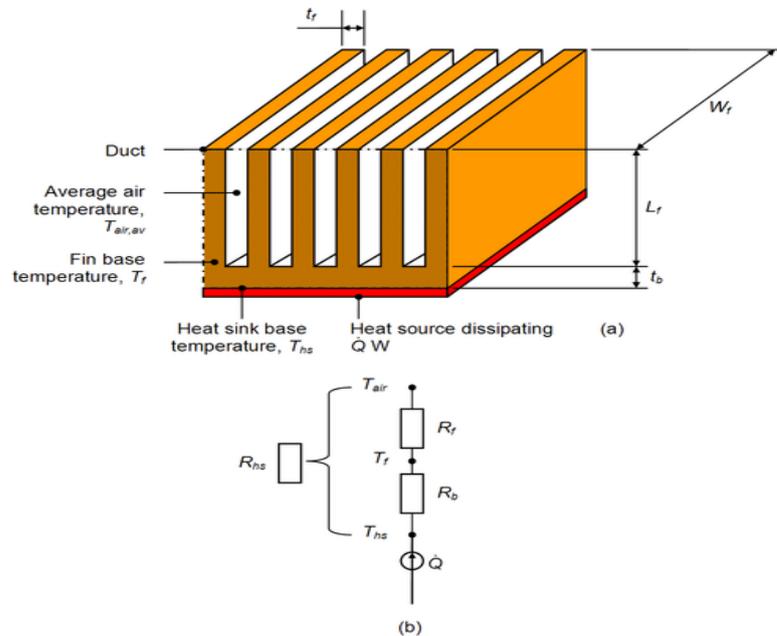
Heatsink adalah material yang dapat menyerap dan mendisipasi panas dari suatu tempat yang bersentuhan dengan sumber panas dan membuangnya seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4. Heatsink digunakan pada beberapa teknologi pendingin seperti refrigrasi, air conditioning, dan radiator pada mobil.



Gambar 2.4. Heatsink

Sebuah *heatsink* dirancang untuk meningkatkan luas kontak permukaan dengan fluida disekitarnya, seperti udara. Kecepatan udara pada lingkungan sekitar, pemilihan material, desain sirip (atau bentuk lainnya) dan surface treatment adalah beberapa factor yang mempengaruhi tahanan thermal dari *heatsink*. Thermal adhesive (juga dikenal dengan thermal grease) ditambahkan

pada dasar permukaan *heatsink* agar tidak ada udara yang terjebak diantara *heatsink* dengan bagian yang akan diserap panasnya.



Gambar 2.5. Skema Gambar Heatsink

2.4. Coldsink

Coldsink seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5, menggunakan mekanisme yang sama dengan heatsink namun yang membedakan seperti dalam penamaanya adalah bila heatsink berfungsi untuk memindahkan panas dari permukaan benda yang ingin didinginkan, maka *coldsink* berfungsi sebaliknya yaitu *coldsink* digunakan untuk memindahkan dingin (temperatur yang lebih rendah) dari sisi dingin peltier untuk mendinginkan udara dalam kabin mobil.



Gambar 2.6. Coldsink

Rumusan yang digunakan dalam perhitungan perpindahan kalor dari sisi dingin peltier ke *Coldsink* sama dengan yang digunakan pada Waterblock yaitu dengan menggunakan rumusan perpindahan kalor konduksi dengan diasumsikan *coldsink* seluruhnya merupakan aluminium.

$$Q = K_{\text{aluminium}} \cdot A \cdot \Delta T \quad (2.12)$$

dimana:

Q = Kalor yang dipindahkan (watt)

K = Koefisien perpindahan panas konduksi ($\text{watt/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$)

A = Luasan permukaan (m^2)

ΔT = Perbedaan temperatur sisi dingin peltier dengan *coldsink* (K) Dari persamaan diatas akan didapatkan temperatur pada sisi *coldsink* yang akan digunakan untuk mendinginkan udara dalam kabin mobil.

2.5. Tembaga

Tembaga adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik memiliki lambing Cu dan nomor atom 29. Lambangnya berasal dari bahasa latin Cuprum. Tembaga merupakan konduktor panas dan listrik yang baik. Selain itu unsur ini memiliki korosi yang cepat sekali. Tembaga merupakan logam yang berwarna kuning dan

keras bila tidak murni. Tembaga mudah di tempa dan bersifat elastic sehingga mudah di bentuk menjadi pipa, lembaran tipis dan kawat. Tembaga juga merupakan konduktor panas dan listrik yang baik, kedua setelah perak.



Gambar 2.7. Tembaga

Rumusan yang digunakan dalam perhitungan perpindahan kalor dari sisi dingin peltier ke *coldsink* sama dengan yang digunakan pada Waterblock yaitu dengan menggunakan rumusan perpindahan kalor konduksi dengan diasumsikan *coldsink* seluruhnya merupakan tembaga.

$$Q = K_{\text{tembaga}} \cdot A \cdot \Delta T \quad (2.13)$$

dimana:

Q = Kalor yang dipindahkan (watt)

K = Koefisien perpindahan panas konduksi (watt/m⁰C)

A = Luasan permukaan (m²)

ΔT = Perbedaan temperatur sisi dingin peltier dengan *coldsink* (K) Dari persamaan diatas akan didapatkan temperatur pada sisi *coldsink* yang akan digunakan untuk mendinginkan udara dalam kabin mobil.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Tempat penelitian dilaksanakan di Lab Prestasi Mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara, Jalan Kapten Muchtar Basri Medan.

3.1.2 Waktu

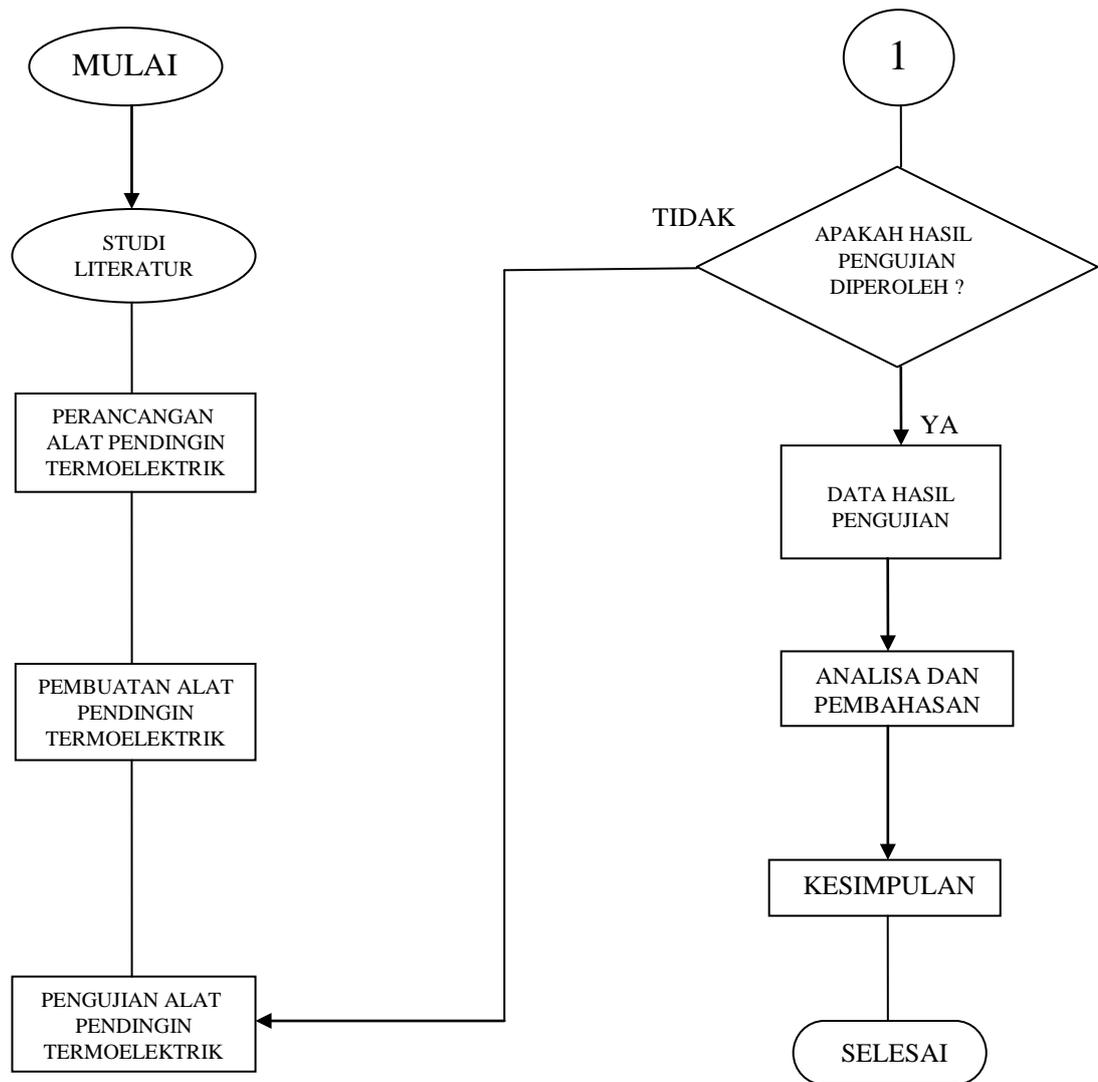
Waktu penelitian dilakukan selama 7 bulan setelah mendapatkan persetujuan judul dari Dosen Pembimbing, kemudian dilakukan perakitan dan pengambilan data.

No	Uraian Kegiatan	Waktu						
		2	3	4	5	6	7	8
1	Pengajuan Judul	■						
2	Penyiapan Bahan	■	■					
3	Penyiapan Bahan		■					
4	Pembuatan Alat		■	■	■	■		
5	Pengujian Alat					■		
6	Penyusunan Skripsi					■	■	■
7	Sidang Sarjana							

3.2. Diagram Alir

Agar penelitian dapat berjalan secara sistematis, maka di perlukan rancangan

Adapun diagram alir penelitian sebagai berikut :



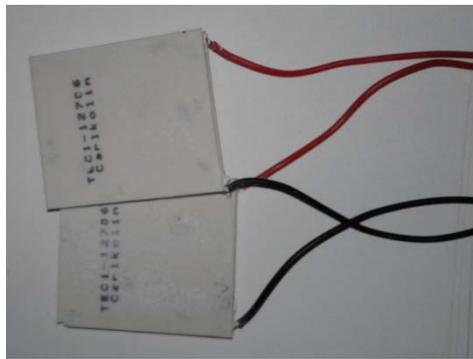
Gambar 3.1 Diagram Alir Perhitungan Pendingin Kabin Mobil

3.3. Peralatan Pengujian

3.3.1 Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Elemen Peltier

Elemen Peltier adalah suatu komponen yang mengaplikasikan efek peltier, ketika suatu tegangan listrik diberikan kepada komponen ini, maka dia dapat mengubahnya menjadi dua suhu yang berbeda. Dalam pengujian ini digunakan peltier TEC tipe TEC1-12706 dengan dimensi TEC1-12706 berukuran 40mm x 40mm x 3,8mm massa 27 gram.



Gambar 3.1. Elemen Peltier

2. Fan (kipas)

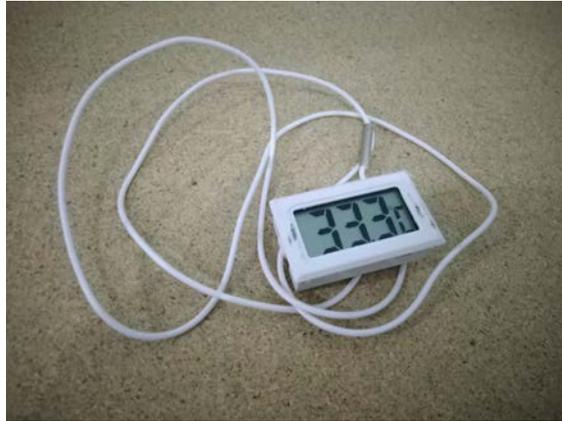
Kipas berfungsi untuk mengalirkan udara. Kecepatan udara berpengaruh terhadap laju perpindahan kalor konveksi.



Gambar 3.2. Fan

3. Pengukur suhu

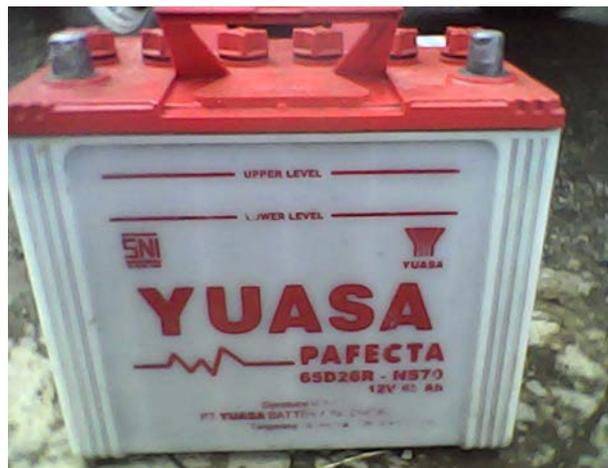
Pengukur suhu digunakan untuk mengukur suhu *heatsink*, *coldsink* dan suhu luar dalam kabin mobil.



Gambar 3.3. Pengukur suhu

4. Accu atau Battery

Alat pendingin kabin mobil berbasis termoelektrik ini mengambil kebutuhan listrik dari sumber listrik pada mobil, yaitu accu. Accu mobil mempunyai spesifikasi tegangan sebesar 12 Volt dan rata-rata memiliki arus sebesar 40 Ampere.



Gambar 3.4. Battery

5. Power Supply

Power supply ini adalah jenis switch mode yang langsung menyearahkan dan menyaring tegangan input AC (bolak-balik) untuk mendapatkan tegangan DC (searah). Power supply ini memiliki input 110 - 240V dan output 12V 10A.



Gambar 3.5. Power Supply

6. Obeng

Obeng digunakan untuk mengencangkan atau mengendorkan baut.



Gambar 3.6. Obeng

7. Isolasi Kabel

Isolasi kabel digunakan untuk menutup sambungan kabel. Sesuai dengan kegunaannya isolasi ini memiliki ketahanan panas tertentu.



Gambar 3.7. Isolasi Kabel

3.3.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

8. Heatsink

Heatsink di rekatkan pada elemen peltier *heatsink* adalah material yang dapat menyerap dan mendisipasi panas dari suatu tempat yang bersentuhan dengan sumber panas dan membuangnya.



Gambar 3.8. Heatsink

9. Coldsink

Coldsink menggunakan mekanisme yang sama dengan *heatsink* namun yang membedakan seperti dalam penamaannya adalah bila *heatsink* berfungsi untuk memindahkan panas dari permukaan benda yang ingin

didinginkan, maka *coldsink* berfungsi sebaliknya yaitu *coldsink* digunakan untuk memindahkan dingin dari sisi dingin peltier untuk mendinginkan udara dalam kabin mobil.



Gambar 3.9. Coldsink

10. Lem Thermal

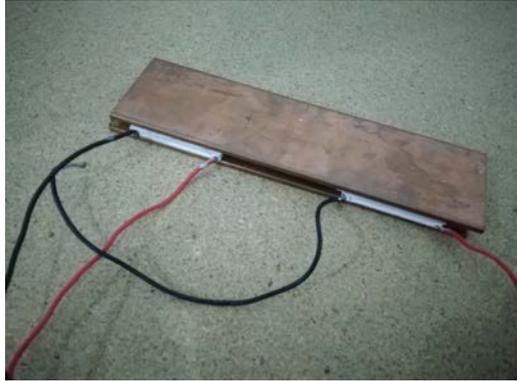
Lem thermal berfungsi untuk melekatkan elemen peltier ke *coldsink* dan *heatsink*. Lem thermal juga berguna agar panas dari elemen peltier bisa mengalir dengan baik ke *coldsink* dan *heatsink*.



Gambar 3.10. Lem Thermal

11. Tembaga

Tembaga merupakan konduktor panas dan listrik yang baik. Selain itu unsur ini memiliki korosi yang cepat sekali. Tembaga yang digunakan pada penelitian ini sebagai perbandingan dengan aluminium.



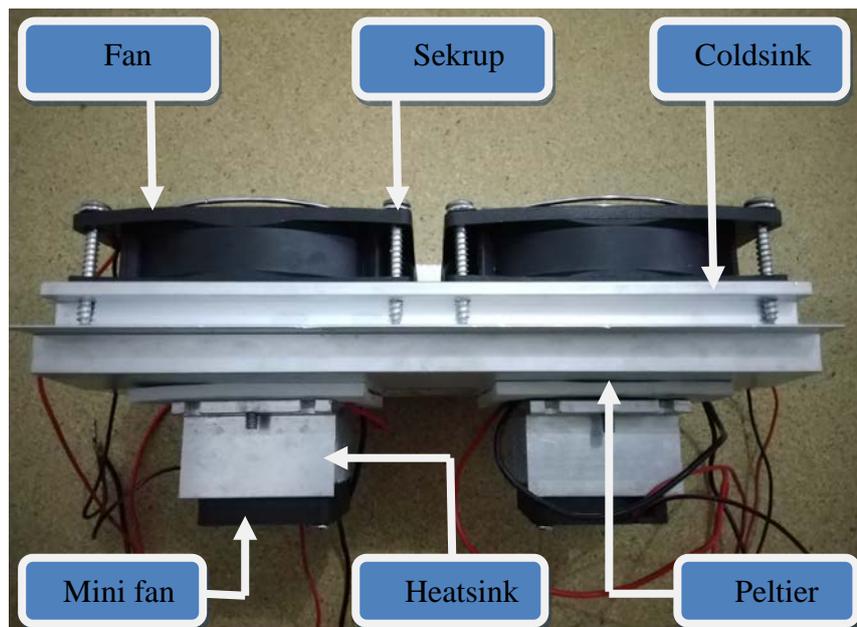
Gambar 3.11. Tembaga

3.3.3 Alat yang akan di uji

Adapun alat yang akan di uji dalam penelitian ini seperti gambar di bawah ini :

1. Termoelektrik

Termoelektrik adalah suatu alat teknologi yang dapat mengkonversikan energi panas menjadi listrik secara langsung, atau sebaliknya, yaitu dari energi listrik menjadi dingin (pendingin) .



Gambar 3.12. Termoelektrik

3.4 Prosedur Pengujian

Langkah – langkah yang dilakukan dalam melakukan prosedur pengujian termoelektrik ini adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan bahan dan alat untuk proses pengujian.
2. Memasang *heatsink* dan *coldsink* pada elemen peltier
3. Memasang fan (kipas) diantara *coldsink* dan *heatsink*
4. Merangkai dan menghubungkan
5. Melakukan pengukuran suhu luar dan dalam kabin
6. Memberikan daya ke elemen peltier dan kipas
7. Melakukan pengamatan data rata – rata setiap 10 menit

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Proses Pengambilan Data

Daerah pengambilan data yang dilakukan diharapkan dapat mewakili bagian tubuh pada manusia yang memiliki tingkat kepekaan yang lebih tinggi terhadap suhu.

a). Daya yang dihasilkan oleh elemen peltier

$$P_{in} = V_{xy} \cdot I_{xy} .$$

$$P_{in} = \frac{V_{xy}}{R_{xy}}$$

Dimana,

$$\frac{I}{R_{xy}} = \frac{I}{R_1} + \frac{I}{R_2} + \frac{I}{R_3} + \frac{I}{R_n} = \frac{10}{2,5} = 0,25 \text{ ohm}$$

$$R_{xy} = 0,25 \text{ ohm}$$

Maka,

$$P_{in} = \frac{V_{xy}^2}{R_{xy}} = \frac{5^2}{0,25} = 100 \text{ watt}$$

Temperatur sisi panas elemen peltier ditentukan dengan persamaan :

$$T_h = T_{\infty} + (\Theta) (Q_h)$$

$$T_h = T_{\infty} + \left(\frac{\Delta_x}{K_A} \right) (Q_h)$$

$$60 = 50 + (0,01584) (Q_h)$$

$$Q_h = \frac{60 - 50}{0,01584}$$

$$Q_h = 631 \text{ watt}$$

Temperatur sisi dingin elemen peltier ditentukan dengan persamaan :

$$Q_h = Q_c + P_{in}$$

$$Q_c = 631 - 100$$

$$Q_c = 531 \text{ watt}$$

4.2. Hasil Pengambilan Data

b). Perbedaan temperatur antara sisi panas dan sisi dingin

$$\Delta T = T_h - T_c$$

$$\Delta T = 60 \text{ }^\circ\text{C} - 14 \text{ }^\circ\text{C}$$

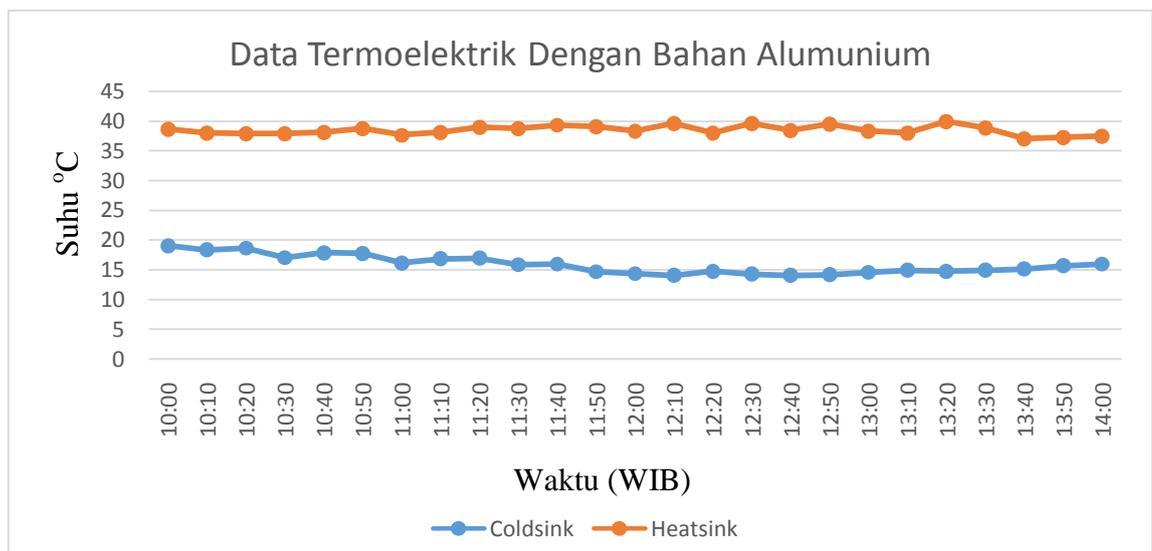
$$\Delta T = 46 \text{ }^\circ\text{C}$$

Tabel 4.1. Data Termoelektrik Dengan Bahan Aluminium

Waktu	Coldsink Aluminium (°C)	Heatsink Aluminium (°C)	Lingkungan (°C)	µVolt	Suhu Kabin (°C)
10:00	19,0	38,6	26,3	67,9	27,8
10:10	18,3	38,0	26,5	68,95	27,9
10:20	18,6	37,9	26,0	67,55	27,6
10:30	17,0	37,9	27,9	73,15	27,4
10:40	17,8	38,1	27,4	71,05	27,1
10:50	17,7	38,7	27,9	73,5	26,9
11:00	16,1	37,6	27,8	75,25	27,5
11:10	16,8	38,1	28,7	74,55	27,2
11:20	16,9	38,9	28,3	77	28,4
11:30	15,8	38,7	29,9	80,15	28,9
11:40	15,9	39,3	29,5	81,9	29,2
11:50	14,6	39,0	30,4	85,4	29,5
12:00	14,3	38,3	29,4	84	29,9

12:10	14,0	39,6	29,7	89,6	30,1
12:20	14,7	38,0	30,6	81,55	30,5
12:30	14,2	39,6	30,8	88,9	30,8
12:40	14,0	38,4	29,7	85,4	30,7
12:50	14,1	39,5	30,2	88,9	31,1
13:00	14,5	38,3	31,7	83,3	31,7
13:10	14,9	38,0	31,2	80,85	32,5
13:20	14,7	39,9	31,8	88,2	33,9
13:30	14,9	38,8	32,1	83,65	32,4
13:40	15,1	37,0	32,5	76,65	31,8
13:50	15,6	37,2	31,1	75,6	32,7
14:00	15,9	37,4	32,4	75,25	32,9

Dari table 4.1 dapat dilihat suhu *Heatsink* paling tinggi terjadi pada jam 13:20 WIB dengan suhu 39,9°C, dan suhu *Coldsink* paling rendah terjadi pada jam 12:40 WIB dengan suhu 14,0°C.



Gambar 4.1 Grafik Suhu Coldsink Alumunium dan Heatsink Alumunium

Dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa temperatur tertinggi dari *Heatsink* pada jam 13:20 WIB dengan suhu 39,9°C, dan suhu terendah dari *Coldsink* terjadi pada jam 12:40 WIB dengan suhu 14,0°C.

4.3. Perhitungan Coldsink

Coldsink berfungsi untuk memindahkan dingin (temperatur yang lebih rendah) dari sisi dingin elemen peltier, sehingga temperatur dingin dari *coldsink* dapat mendinginkan udara dalam kabin mobil.

Menghitung temperatur *coldsink*

$$Q = -K \cdot A \cdot \frac{dt}{dx}$$

$$Q = -K_A \cdot A \cdot \frac{T_2 - T_1}{\Delta_{XA}} = -K_B \cdot A \cdot \frac{T_3 - T_1}{\Delta_{XB}}$$

$$Q = \frac{T_3 - T_1}{\frac{\Delta_{XA}}{K_A A_A} + \frac{\Delta_{XB}}{K_B A_A}}$$

$$631 = \frac{T_3 - 60}{\frac{(3,8 \times 10^{-3})}{(150)(1,6 \times 10^{-4})} + \frac{(6 \times 10^{-4})}{(202)(0,0576)}}$$

$$T_3 = 48,56 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Dimana,

$$Q_h = 631 \text{ watt}$$

$$T_1 = 60 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$K_{\text{peltier}} = 150 \text{ watt / m c}$$

$$K_{\text{aluminium}} = 202 \text{ watt / m c}$$

$$X_{\text{peltier}} = 3,8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$X_{\text{aluminium}} = 0,6 \text{ mm} = 6 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$A_{\text{peltier}} = 1,6 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_{\text{aluminium}} = 0,0576 \text{ m}^2$$

4.4. Menghitung Voltase Yang Dihasilkan

Proses perpindahan panas secara konduksi dan radiasi dari lingkungan ke dalam sistem (kabin mobil) diabaikan, sehingga proses perpindahan panas secara konduksi hanya terjadi antara elemen peltier, *heatsink* dan *coldsink*.

Perhitungan perpindahan kalor pada kabin mobil berdasarkan dari kebutuhan jumlah daya yang dihasilkan oleh elemen peltier. Elemen peltier yang digunakan pada sisi panasnya menghasilkan rata – rata 60°C . Berdasarkan karakteristik umum elemen peltier dapat diketahui data sebagai berikut :

$$V = 12 \text{ Volt}$$

$$I = 3 \text{ Ampere}$$

$$\Delta T = 30^{\circ}\text{C}$$

Kinerja elemen peltier dapat lebih optimal, jika tegangan dan arus yang diberikan sebesar 5 V dan 20 A. Mobil menggunakan accu untuk memenuhi kebutuhan listriknya, begitu pula alat pendingin kabin mobil ini. Accu mobil mempunyai 12 V dan arus 40 A, sehingga digunakan alat penurun tegangan (inverter) dan pembatas arus (power supply) yang akan masuk ke dalam pendingin kabin mobil ini. Power supply ini akan menyuplai tegangan dari 12 V menjadi 5 V dan membatasi jumlah arus yang masuk hanya sebesar 20 A.

a). Voltase pada sisi panas peltier

$V = I R$. dimana nilai I didapat dari karakteristik elemen peltier

$$V = 3 \cdot 2,65 \times 10^{-8}$$

$$= 7,95 \times 10^{-8} \text{ V}$$

b). Voltase pada sisi dingin peltier

$$V = I R.$$

$$V = 20 \cdot 2,65 \times 10^{-8}$$

$$= 5,3 \times 10^{-8} \text{ V}$$

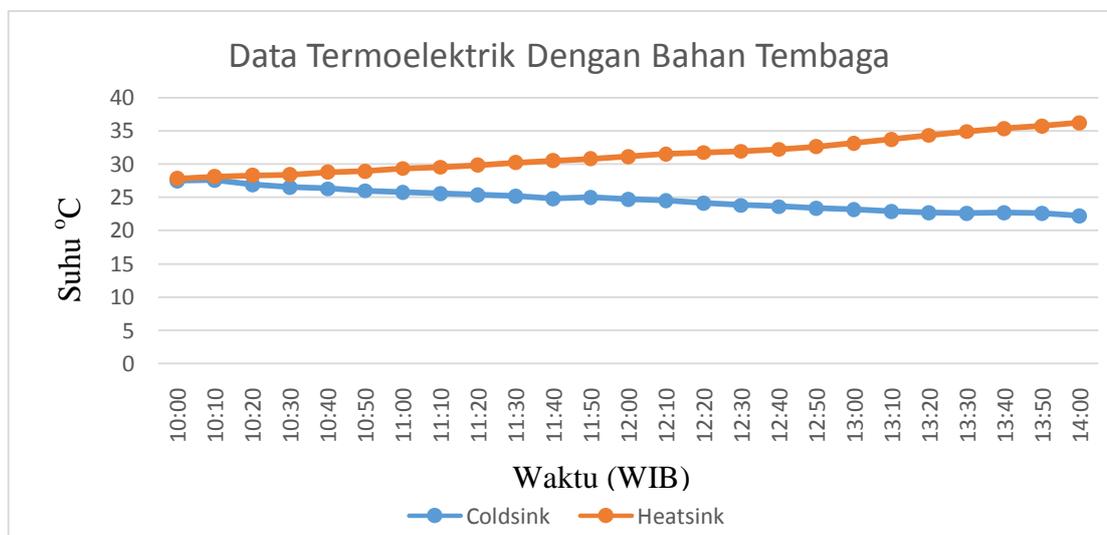
dimana nilai I didapat dari besar arus Accu sebesar 40 Ampere. Diturunkan dengan Power supply menjadi 20 Ampere.

Tabel 4.2 Data Termoelektrik Dengan Bahan Tembaga

Waktu	Coldsink Tembaga (°C)	Heatsink Tembaga (°C)	Lingkungan (°C)	μV	Suhu Kabin (°C)
10:00	27.5	27.8	27,7	1,95	28,2
10:10	27.6	28.1	27.9	3,25	28,5
10:20	26.9	28.3	28.1	9,1	28,7
10:30	26.5	28.4	28,3	12,35	28,9
10:40	26.3	28.8	28,5	16,25	29,2
10:50	26.0	28.9	28.8	18,85	29,5
11:00	25.8	29.3	29.2	22,75	29,7
11:10	25.6	29.5	29.4	25,35	29,9
11:20	25.4	29.8	29.6	28,6	30,3
11:30	25.2	30.2	29.7	32,5	30,6
11:40	24.8	30.5	30.2	37,05	30,5
11:50	25.0	30.8	30.4	37,7	30,8
12:00	24.7	31.1	30.6	41,6	31,1
12:10	24.5	31.5	30.9	45,5	31,4
12:20	24.1	31.7	31.3	49,4	31,7
12:30	23.8	31.9	31.5	52,65	31,9
12:40	23.6	32.2	31,7	55,9	32,3
12:50	23.4	32.6	31,9	59,8	32,2
13:00	23.2	33.1	32,2	64,35	32,5
13:10	22.9	33.7	32,5	70,2	32,8

13:20	22.7	34.3	32,6	75,4	33,1
13:30	22.6	34.9	32,8	79,95	33,4
13:40	22.7	35.3	33,3	81,9	34,6
13:50	22.6	35.7	33,6	85,15	34,7
14:00	22.2	36.2	33,4	91	34,9

Pada table 4.2 dapat dilihat terjadinya penurunan suhu dengan membandingkan antara suhu *coldsink* dan suhu *heatsink*.



Gambar 4.2 Grafik Suhu Coldsink Tembaga dan Heatsink Tembaga

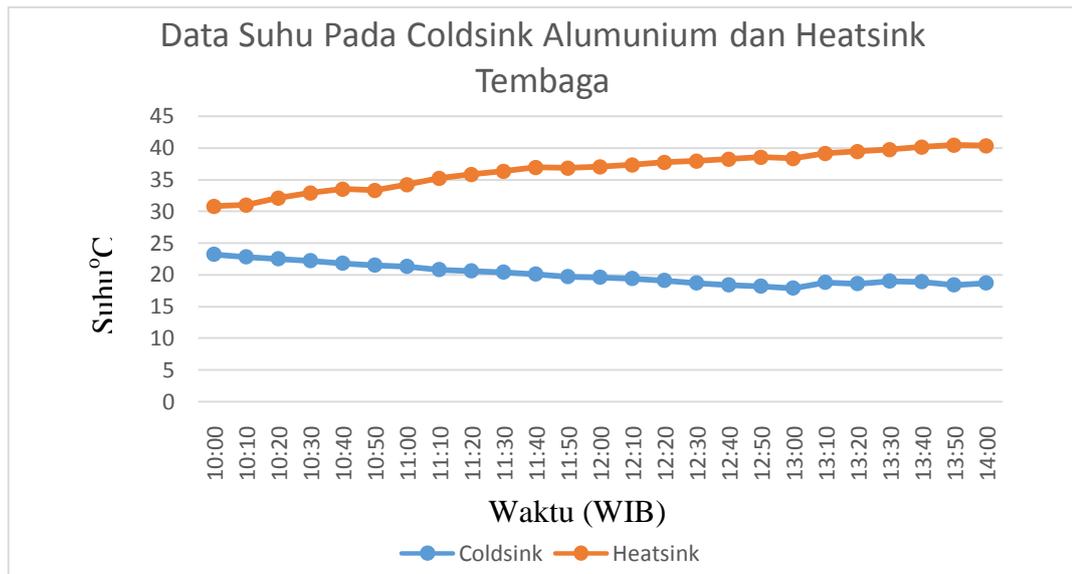
Dari gambar 4.2 dapat dilihat bahwa temperatur tertinggi dari *Heatsink* pada jam 14:00 WIB dengan suhu 36,2°C, dan suhu terendah dari *Coldsink* terjadi pada jam 14:00 WIB dengan suhu 22,2°C.

Tabel 4.3 Data Perbandingan Termoelektrik Bahan Aluminium dan Tembaga

Waktu	Coldsink Aluminium (°C)	Heatsink Tembaga (°C)	Lingkungan (°C)	μV	Suhu Kabin (°C)
10:00	23.2	30.8	28,1	119	28,4
10:10	22.8	31.0	28,3	121,7	28,6
10:20	22.5	32.1	28,5	129,9	28,7
10:30	22.2	32.9	28,9	136,15	28,8

10:40	21.8	33.5	29,3	141,45	29,2
10:50	21.5	33.3	29,5	141,2	29,5
11:00	21.3	34.2	29,8	147,75	29,7
11:10	20.8	35.2	30,1	156	29,6
11:20	20.6	35.8	30,4	160,6	30,3
11:30	20.4	36.3	30,6	164,55	30,6
11:40	20.1	36.9	30,9	166,9	30,4
11:50	19.7	36.8	31,2	170,25	30,8
12:00	19.6	37.0	31,5	171,9	31,1
12:10	19.4	37.3	31,8	174,55	31,4
12:20	19.1	37.7	32,3	178,2	31,7
12:30	18.7	37.9	32,5	180,9	31,9
12:40	18.4	38.2	32,7	183,9	32,3
12:50	18.2	38.5	33,0	186,55	32,2
13:00	17.9	38.3	33,3	186,3	32,5
13:10	18.8	39.1	33,7	188,35	33,8
13:20	18.6	39.4	34,8	202,82	34,2
13:30	19.0	39.7	34,6	191,55	33,4
13:40	18.9	40.1	34,5	194,5	33,2
13:50	18.4	40.4	34,1	198,2	33,7
14:00	18.7	40.3	33,9	196,5	33,1

Pada table 4.3 dapat dilihat suhu dengan menggabungkan antara material aluminium dan tembaga, *coldsink* dengan bahan aluminium dan *heatsink* dengan bahan tembaga.



Gambar 4.3 Grafik Suhu Coldsink Alumunium dan Heatsink Tembaga

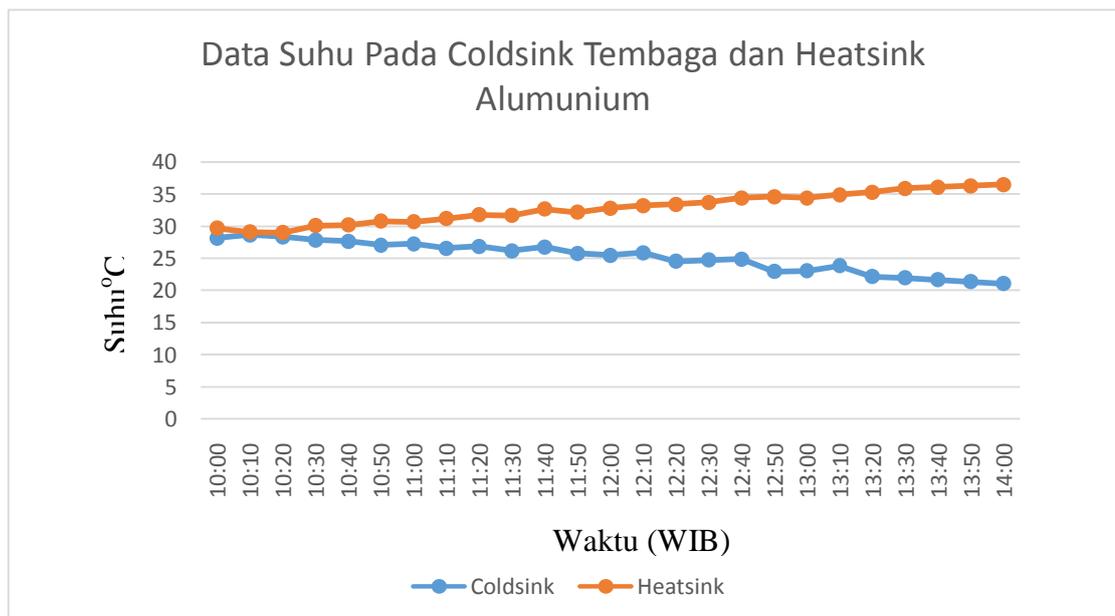
Dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa temperatur tertinggi dari *Heatsink* bahan material tembaga terjadi pada jam 13:50 WIB dengan suhu 40,4°C, dan suhu terendah dari *Coldsink* bahan material aluminium terjadi pada jam 13:00 WIB dengan suhu 17,9°C.

Tabel 4.4 Data Perbandingan Termoelektrik Bahan Tembaga dan Aluminium

Waktu	Coldsink Tembaga (°C)	Heatsink Alumunium (°C)	Lingkungan (°C)	μV	Suhu Kabin (°C)
10:00	28.2	29.7	28,1	79,35	29,8
10:10	28.7	29.1	28,3	84,7	29,7
10:20	28.4	29	28,5	83,1	30,2
10:30	27.9	30.1	28,7	76	30,4
10:40	27.7	30.2	28,9	74,35	30,7
10:50	27.1	30.8	29,2	68,35	31,3
11:00	27.3	30.7	29,6	70	31,4
11:10	26.6	31.2	29,4	63,7	31,6
11:20	26.9	31.8	29,9	63,55	31,8
11:30	26.2	31.7	30,1	59,35	32,1

11:40	26.8	32.7	30,6	59,75	32,4
11:50	25.8	32.2	30,9	55	32,6
12:00	25.5	32.8	31,2	50,95	32,5
12:10	25.9	33.2	31,4	52,15	32,7
12:20	24.6	33.4	31,6	43	33,0
12:30	24.8	33.7	32,3	43,25	33,2
12:40	24.9	34.4	32,5	41,45	33,5
12:50	23.0	34.6	32,9	28,4	33,7
13:00	23.1	34.4	33,3	29,75	34,1
13:10	23.9	34.9	33,6	33,2	34,3
13:20	22.2	35.3	33,8	20,75	34,5
13:30	22.0	35.9	34,2	17,35	34,8
13:40	21.7	36.1	34,5	14,7	34,7
13:50	21.4	36.3	34,7	12,05	34,5
14:00	21.1	36.5	34,8	9,4	34,3

Pada table 4.4 dapat dilihat suhu dengan menggabungkan antara material alumunium dan tembaga, *coldsink* dengan bahan tembaga dan *heatsink* dengan bahan alumunium.



Gambar 4.4 Grafik Suhu Coldsink Tembaga dan Heatsink Alumunium

Dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa temperatur tertinggi dari *Heatsink* bahan material aluminium terjadi pada jam 14:00 WIB dengan suhu $36,5^{\circ}\text{C}$, dan suhu terendah dari *Coldsink* bahan material tembaga terjadi pada jam 14:00 WIB dengan suhu $21,1^{\circ}\text{C}$.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisa data yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan yaitu :

- 1). Menggunakan material alumunium menghasilkan suhu yang lebih baik pada termoelektrik.
- 2). Jika menggunakan material tembaga dingin yang dihasilkan tidak begitu dingin karna suhu dingin *coldsink* dan suhu panas *heatsink* tidak terlalu signifikan.
- 3). Berdasarkan hasil perancangan, simulasi dan perhitungan tidak terdapat selisih data suhu yang signifikan.
- 4). Apabila sisi panas peltier sangat panas bagian sisi dingin nya juga akan semakin dingin sesuai jenis materialnya.
- 5). Termoelektrik menggunakan material alumunium lebih dingin *coldsink* mencapai 14,0°C dibandingkan dengan material tembaga suhu *coldsink* hanya mencapai 22,2°C dan untuk suhu material yang di gabungkan tidak suhunya tidak terlalu signifikan.

5.2. Saran

- 1). Perlu dibuat sirkulasi udara panas kabin mobil agar berkurang nya beban temperatur panas yang harus didinginkan oleh pendingin kabin mobil berbasis termoelektrik.
- 2). Sebaiknya menggunakan lebih banyak elemen peltier dan *coldsink* maupun *heatsink* yang luas untuk mencapai temperatur dingin yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Priyambada, Sandya. (2012). *Pendingin Kabin Mobil Berbasis Termoelektrik*. Jakarta: Universitas Indonesia

Prabowo, Anondo. (1981). *Perencanaan Dan Pembuatan Pendingin Efek Peltier*. Bandung: Institut Teknologi Bandung

Zuryati Djafar, Nandy Putra, dan Raldi A.Koester., 2009, "Karakteristik Modul Termoelektrik (Elemen Peltier) tanpa Spesifikasi sebagai Termoelemen Sistem Pendingin", Universitas Diponegoro, Semarang

Peltier Thermoelectric Cooling Modules. (2014). Thermoelectric Cooler TEC1-12706, dari <http://www.heibeiltd.com.cn?p=peltier.module>

<http://nonaerma.blogspot.com/2013/02/pengertian-dan-fungsi-tentang-heatsink.html>

<https://www.electricsart-bogipower.com/2014/11/mengenal-konsep-dasar-voltase-amper.html?m=1>

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Dwiki Darmawan
NPM : 1307230104
Tempat dan Tgl. Lahir : Padangsidimpuan, 3 Maret 1995
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Padangsidimpuan Komplek DPR Blok B
Kecamatan : Padangsidimpuan Selatan
Kabupaten : Tapanuli Selatan
Provinsi : Sumatera Utara
Nomor HP : 085206011077
Email : ddarmawan631@gmail.com

ORANG TUA

Nama Ayah : Suprastio
Nama Ibu : Sugiarti
Agama : Islam
Alamat : Padangsidimpuan Komplek DPR Blok B

PENDIDIKAN FORMAL

SDN NO. 200104 Padangsidimpuan Selatan, Tahun 2007
SMP N 2 Padangsidimpuan Selatan, Tahun 2010
SMK N 2 Padangsidimpuan Selatan, Tahun 2013
Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2018