

TUGAS SARJANA
KONVERSI ENERGI
PERANCANGAN ALAT PENDINGIN
TERMOELEKTRIK PADA KABIN MOBIL

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh :

MUHAMMAD ILHAM AKBAR

1307230142



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

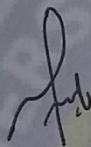
LEMBAR PENGESAHAN I
TUGAS SARJANA
KONVERSI ENERGI
PERANCANGAN ALAT PENDINGIN TERMOELEKTRIK
PADA KABIN MOBIL

Disusun Oleh :

MUHAMMAD ILHAM AKBAR
1307230142

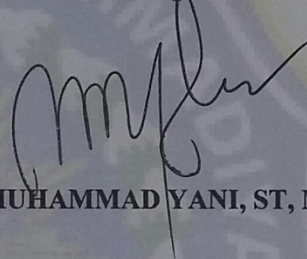
Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing – I



(H.MUHARNIF M, ST, M.Sc)

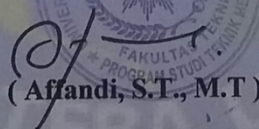
Pembimbing – II



(MUHAMMAD YANI, ST, M.T)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin


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

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
M E D A N
2 0 1 8

LEMBAR PENGESAHAN II
TUGAS SARJANA
KONVERSI ENERGI
PERANCANGAN ALAT PENDINGIN TERMOELEKTRIK
PADA KABIN MOBIL

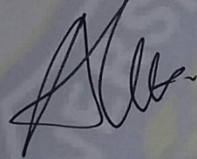
Disusun Oleh :

MUHAMMAD ILHAM AKBAR
1307230142

Telah Diperiksa Dan Diperbaiki
Pada Seminar Tanggal 01 September 2018

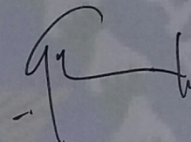
Disetujui Oleh:

Pembanding – I



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

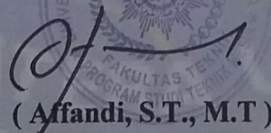
Pembanding – II



(Chandra A Siergar, 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
M E D A N
2 0 1 8



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>

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA

Nama : MUHAMMAD ILHAM AKBAR
NPM : 1307230142
Semester : X (SEPULUH)
SPESIFIKASI :
PERANCANGAN ALAT PENDINGIN TERMOELEKTRIK PADA KABIN MOBIL

Diberikan Tanggal : 17 Februari 2018
Selesai Tanggal : 01 September 2018
Asistensi : Lima Hari Sekali
Tempat Asistensi : Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Diketahui oleh :
Ka. Program Studi Teknik Mesin

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

Medan, 01 September 2018
Dosen Pembimbing – I

(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>

DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGAS SARJANA

NAMA : MUHAMMAD ILHAM AKBAR
NPM : 1307230142

PEMBIMBING – I : H. MUHARNIF M, M.Sc
PEMBIMBING – II : MUHAMMAD YANI, ST, M.T








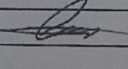


NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1	12 / 05 / 2018	- Perbaiki Bab 1 dan Bab 2	f
2	24 / 05 / 2018	- Perbaiki rumusan masalah	f
3	08 / 06 / 2018	- Perbaiki Gambar	f
4	12 / 07 / 2018	- Lengkapi Skema dan Perancangan	f
5	16 / 07 / 2018	- Perbaiki daftar Nitas - Lanjut ke pembung-bung akhir	f
6	20 / 07 / 2018	- Perbaiki Permat - Tuliskan pada Bab I, II, III & IV	my
7	25 / 07 / 2018	- Perbaiki flow chart Bab III dan Bab IV	my
8	11 / 08 / 2018	- Perbaiki daftar pustaka	my
9	14 / 08 / 2018	Acc Seminar	f

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

Peserta Seminar

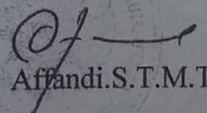
Nama : Muhammad Ilham Akbar
 NPM : 1307230142
 Judul Tugas Akhir : Rancangan Alat Pendingin Termoelektrik Pada Kabin Mobil.

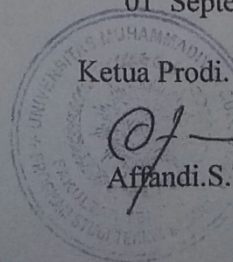
DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : H.Muharnif.S.T.M.Sc	:
Pembimbing – II : M.Yani.S.T.M.T	:
Pembanding – I : Sudirman Lubis.S.T.M.T	:
Pembanding – II : Chandra A Siregar.S.T.M.T	:

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1207230028	Suherman	
2	1207230099	SANDI PUTRA	
3	1207230036	WOKA HENDRIANJYAH SRG	
4	1207230041	ZWIYAHYUDA KURNIAADI	
5	1307230177	KIAN TUKRIM	
6	1307230087	POY CHARITIN JOMBANG	
7	1307230108	M GIPARI	
8	1307230109	KHAIRUDDIN	
9	1307230050	FACUZI RAFFUAD	
10	1307230163	RANDY SUPRANTANTA	

Medan, 20 Dzulhijjah 1439 H
01 September 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin


Affandi.S.T.M.T



**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Muhammad Ilham Akbar
NPM : 1307230142
Judul T.Akhir : Rancangan Alat Pendingin Termoelektrik Pada Kabin Mobil.

Dosen Pembimbing - I : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing - II : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pembanding - 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 :

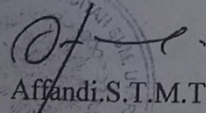
..... *Perbaiki skripsi (sejalan paragraf) dan*
..... *laporan 02% (perbaikan)*

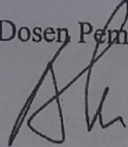
3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 22 Dzulhijjah 1439H
03 September 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I

Sudirman Lubis.S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Muhammad Ilham Akbar
NPM : 1307230142
Judul T.Akhir : Rancangan Alat Pendingin Termoelektrik Pada Kabin Mobil.

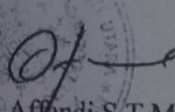
Dosen Pembimbing – I : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing – II : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T

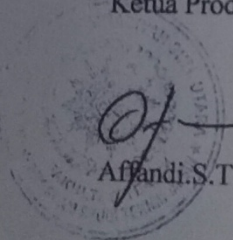
KEPUTUSAN

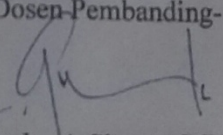
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
.....*lihat buku skripsi*.....
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 22 Dzulhijjah 1439H
03 September 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T



Dosen-Pemanding- II

Chandra A Siregar.S.T.M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Ilham Akbar
Tempat/Tgl Lahir : Medan, 21 Mei 1995
Npm : 1307230142
Bidang Keahlian : Konversi Energi
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
(UMSU)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Sarjana saya ini yang berjudul:

**“PERANCANGAN ALAT PENDNGIN TERMOELEKTRIK
PADA KABIN MOBIL”**

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 Sarjana saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian 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, 25 September 2018

Saya yang menyatakan,



Muhammad Ilham Akbar
1307230142

ABSTRAK

Mobil yang di parkir di tempat terbuka dibawah sinar matahari akan mengalami peningkatan temperatur didalam kabin mobil. Hal ini di sebabkan konduksi terhadap badan mobil, konveksi di dalam kabin mobil dan radiasi dari sinar matahari terhadap kaca mobil serta pantulan radiasi oleh interior didalam mobil. Untuk mengatasi peningkatan temperatur didalam kabin mobil maka dirancang sebuah pendingin kabin mobil berbasis termoelektrik tersebut memiliki dua sisi yaitu sisi panas dan sisi dingin dengan sumber listrik dari accu(baterai). Dengan demikian diharapkan pendingin kabin mobil berbasis termoelektrik ini dapat mengurangi temperatur didalam kabin mobil. Dari Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan pendingin kabin mobil berbasis termoelektrik ini dapat diketahui bahwa coldsink dan heatsink dengan material alumunium menghasilkan suhu yang baik pada termoelektrik dibandingkan dengan coldsink dan heatsink dengan material tembaga, suhu coldsink dari material alumunium dapat mencapai $14,0^{\circ}\text{C}$ dan suhu coldsink dari material tembaga hanya mencapai $22,2^{\circ}\text{C}$.

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

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala, 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 daripada dosen pembimbing merencanakan dan menguji

“Perancangan Alat Pendingin Termoelektrik Pada Kabin Mobil ”

Dalam menyelesaikan tugas ini penulis banyak mengalami hambatan dan rintangan yang disebabkan minimnya pengetahuan dan pengalaman penulis, namun berkat petunjuk Allah Subhanahu Wa Ta'ala 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.

Pada kesempatan ini penulis banyak berterima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Sang Khaliq Allah Subhanahu Wa Ta'ala Yang Maha Kuasa di atas segala-galanya, sebab karena Nikmat Iman dan Islam nyalah Penulis Mampu terhindar dari kekufuran dalam Menyelesaikan Tugas Akhir Yang Berjudul Perancangan Alat Pendingin Termoelektrik Pada Kabin Mobil
2. Kedua orang tua tercinta penulis yaitu Ayahanda Mislana dan Ibunda Suyatmi yang telah membesarkan, mengasuh, mendidik, serta senantiasa memberikan kasih sayang, do'a yang tulus, dan dukungan moral maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Ade Faisal, S.T, MSc,ph.D. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Bapak Affandi, S.T.,M.T selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak H.Muharnif M, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I.
8. Bapak Muhammad Yani, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing II.
9. Bapak Sudirman Lubis, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I.
10. Bapak Chandra A Siregar, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing II dan selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Keluarga besar Lab Teknik Mesin UMSU yang telah memberikan dukungan, semangat dan do'a yang tulus baik secara moril maupun materil kepada penulis.
12. Kepada Kelompok Alat Pendingin Termoelektrik Pada Kabin Mobil Ramzi Valevi, Dwiki Darmawan dan yang lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu persatu,karena kerja sama yang baik inilah penulis mampu menyelesaikan tugas akhirnya.
13. Seluruh teman-teman seperjuangan stambuk 2013 yang telah banyak memberikan bantuan, motivasi dan do'a yang tulus kepada penulis.

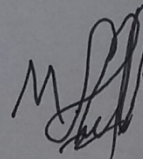
Penulis menyadari bahwa tugas ini masih jauh dari sempurna dan tidak luput dari kekurangan, karena itu dengan senang hati dan penuh lapang dada penulis menerima segala bentuk kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan tugas sarjana ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tugas sarjana ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang maha membolak balikkan hati selalu merendahkan hati atas segala pengetahuan yang kita miliki. Amin Ya Rabbal Alamin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 01 September 2018

Penulis



MUHAMMAD ILHAM AKBAR

1307230142

DAFTAR ISI

LEMBAR PRNGESAHAN I	
LEMBAR PENGEAHAN II	
LEMBAR SPESIFIKASI TUGAS SARJANA	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR NOTASI	viii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5 Manfaat	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Perpindahan Kalor	6
2.1.1 Perpindahan Kalor Konduksi	7
2.1.2 Perpindahan Kalor Konveksi	8
2.1.3 Perpindahan Kalor Dalam Mobil	10
2.2 Elemen Peltier	11
2.2.1 Efek Seebeck	12
2.2.2 Efek Peltier	13
2.2.3 Cara Kerja Elemen Peltier	14
2.2.4 Prinsip Kerja Elemen Peltier	15
2.2.5 Faktor – Faktor Dalam Elemen Peltier	16
2.2.2.5.1 Faktor Termal	16
2.3 Heatsink	18
2.4 Coldsink	19
BAB 3. METODE PERANCANGAN	
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
3.4 Set Up Alat Uji Termoelektrik	28
3.5 Prosedur Pengujian	29
3.6 Langkah – Langkah Kerja	29

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Proses Pengambilan Data	31
4.2 Hasil Pengambilan Data	31
4.2.1 Perhitungan Perpindahan kalor Termoelektrik Cooler	32
4.2.2 Perhitungan Colsink	34
4.2.3 Perhitungan Distribusi Penyebaran Suhu Panas	35
4.2.4 Perhitungan Nilai Konveksi	36
4.3 Analisa Data	38
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

No.	Nama Gambar	Halaman
2.2	Elemen Peltier	11
2.3	Cara Kerja Element Peltier	14
2.4	Heatsink	18
2.5	Colsink	19
3.1	Diagram Alir	21
3.2	Pengukur Suhu	22
3.3	Heatsink	22
3.4	Coldsink	23
3.5	Peltier	23
3.6	Fan	24
3.7	Multimeter	24
3.8	Lem Termal	25
3.9	Power Supply	25
3.10	Batterai	26
3.11	Isolasi Kabel	26
3.12	Obeng	27
3.13	Stopwatch	27
3.14	Set Up Alat Uji Termoelektrik	28
4.1	Letak Alat Pendingin Termoelektrik	31

DAFTAR TABEL

No.	Nama Tabel	Halaman
2.1	Tabel Koefesien Seebeck	13
3.1	Jadwal Proses Perancangan Alat Termoelektrik	20

DAFTAR NOTASI

No.	Simbol	Besaran	Satuan
1.	Q	Energi Kalor	Watt
2.	K	Koefesien Perpindahan Kalor Konduksi	W/mK
3.	A	Luas Permukaan	m ²
4.	$\frac{dT}{dx}$	Gradien Temperatur	k/m
5.	h	Koefesien Perpindahan Kalor Konveksi	W/m ²
6.	T _s	Temperatur Permukaan	K
7.	T _∞	Temperatur Ambient	K
8.	Re _x	Bilangan Reynold	
9.	u _∞	Kecepatan Aliran Bebas	m/s
10.	ν	Viskositas Kinematik	m/s ²
11.	x	Jarak Lapisan Batas	m
12.	pr	Bilangan Prandtl	
13.	α	Difusitas Termal	m/s ²
14.	Nu	Bilangan <i>Nuβelt</i>	
15.	V ₀	Tegangan Keluaran	Volt
16.	α _{xy}	Koefesien Seebeck Antara Dua Material X dan Y	Volt/K
17.	T _h , T _c	Temperatur Termokeper Panas dan Dingin	K
18.	V _{xy}	Tegangan	Volt
19.	I _{xy}	Arus	Ampere
20.	Q _c = Q _h	Kalor	watt
21.	Θ	Tahanan Termal Dari Elemen Peltier	⁰ C/watt
22.	P _{in}	Daya Input	watt

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada umumnya setelah mobil diparkirkan, bila pengguna mobil ingin mobilnya tidak panas ketika kembali kedalam mobil. Maka pengguna mobil biasanya menutup kaca depan dengan lembaran alumunium foil. Namun metode ini kurang efektif untuk mengurangi panas yang terkumpul didalam mobil karena pans yang sudah terperangkap tidak dapat keluar. Untuk itu diperlukan metode lain untuk mengatasi permasalahan tersebut. Diantara solusi yang telah ada antara lain adalah kaca film dan cooling fun. Mobil yang terjemur panas terik, bisa menghasilkan zat zat yang membahayakan kesehatan. Pada saat ini kita memakirkan mobil disuatu tempat yang terbuka dibawah sinar matahari langsung, temperatur dalam kabin mobil akan meningkat drastic kerana panas yang terperangkap dalam kabin mobil sehingga panas menjadi terakumulasi.

Pendingin merupakan suatu kebutuhan bagi manusia, sebagai pendingin ruangan di kabin mobil, penggunaan AC (*air conditioner*).Umumnya setelah mobil diparkirkan, bila pengguna mobil tidak ingin mengalami panas ketika masuk kembali ke dalam mobil, maka pengguna mobil biasanya menutup kaca depan (*whindshield*) dengan lembaran alumunium foil, autocool dan ada juga yang sudah menggunakan termoelektrik untuk mendinginkan atau mengatur suhu udara saat mobil di parkirkan agar tidak mengalami panas saat masuk kedalam mobil.

Penggunaan termoelektrik sudah banyak dilakukan untuk saat ini, namun disini kita belum mengetahui voltase yang dihasilkan oleh termoelektrik dengan variasi suhu yang berbeda. Suhu berbeda yang dimaksud yaitu pada saat matahari sedang terik, atau saat cuaca mendung dan sebagainya. Dengan demikian, untuk mengetahui voltase yang dihasilkan maka dari itu perlu dilakukan percobaan/pengujian untuk mengetahui kemampuan kerja yang dihasilkan oleh termoelektrik ini.

Termoelektrik ini terbuat dari beberapa bahan yang salah satunya *peltier*, yaitu komponen termoelektrik yang dimana ketika terjadi perbedaan suhu diantara dua sisinya maka komponen ini mengubahnya menjadi besaran tegangan listrik, dan begitu pula sebaliknya, ketika tegangan listrik diberikan kepada komponen ini, maka dia dapat mengubahnya menjadi dua suhu yang berbeda. Untuk mengetahui reaksi listrik dari peltier tersebut dibutuhkan bahan yang bernama *Coolsink* dan *Heatsink*. *Coolsink* adalah bahan yang terbuat dari aluminium, yang fungsinya untuk mengeluarkan/menyalurkan udara dingin yang dihasilkan dari reaksi listrik peltier itu sendiri dari salah satu sisi peltier tersebut. Dan *heatsink* adalah material yang terbuat dari aluminium yang fungsinya menyerap dan mendisipasi panas dari suatu tempat yang bersentuhan dengan sumber panas dan membuangnya.

Termoelektrik ini dipengaruhi oleh suhu, berdasarkan teori "*suhu semakin tinggi maka voltase yang dihasilkan juga semakin tinggi*" sehingga efek pendingin yang dihasilkan juga semakin bagus. Dari keterangan di atas dapat

diputuskan untuk membuat Tugas Akhir yang diberi judul “**Perancangan Alat Termoelektrik Pada Kabin Mobil**”.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahannya sebagai berikut.

Bagaimana cara merancang/merakit alat system pendingin termoelektrik pada kabin mobil?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang ditetapkan dalam skripsi ini adalah :

- a) Pendingin kabin mobil berbasis termoelektrik ini dirancang untuk mobil berjenis mini bus.
- b) Pendingin kabin mobil berbasis termoelektrik ini dirancang untuk kabin mobil bagian tengah dashboard.

1.4 Tujuan

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun yang menjadi tujuan umumnya yaitu untuk mengetahui tata letak alat termoelektrik pada kabin mobil.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Mengurangi temperature di dalam kabin mobil dengan menganalisa variasi suhu terhadap voltase yang dihasilkan pada termoelektrik di kabin mobil.

2. Menciptakan suasana nyaman saat memasuki kabin mobil agar aman dalam berkendara bagi pengemudi.
3. Mampu menghasilkan rancangan termoelektrik yang baik

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari perancangan ini adalah :

1. Hasil dari perancangan ini diharapkan akan bermanfaat untuk pengembangan mobil kedepannya nanti.
2. Memberikan informasi tentang caramerancang atau merakit alat termoelektrik pada kabin mobil.

1.6 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 PERANCANGAN

Berisikan tentang rincian perhitungan yang digunakan selama berlangsungnya penelitian.

BAB 4 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 Perpindahan Kalor

Dari sisi sejarah kalor merupakan asal kata *caloric* ditemukan oleh ahli kimia Perancis yang bernama Antonie Laurent Lavoisier (1743 – 1794), kalor merupakan suatu bentuk energi yang diterima oleh suatu benda yang menyebabkan benda tersebut berubah suhu atau wujud bentuknya. Kalor memiliki satuan Kalori (kal) dan Kilokalori (Kkal). 1 kal sama dengan jumlah panas yang dibutuhkan untuk memanaskan 1 gram air naik 1°C. Teori kalor dasar adalah :

- Kalor yang diterima sama dengan kalor yang dilepas. Azas Black. Penemunya adalah Joseph Black (1720 – 1799) dari Inggris.
- Kalor dapat terjadi akibat adanya gesekan. Penemunya adalah Benjamin Thompson (1753 – 1814) dari Amerika Serikat.
- Kalor adalah salah satu bentuk energi. Ditemukan oleh Robert Mayer (1814 – 1878).
- Kesetaraan antara satuan kalor dan satuan energi disebut kalor mekanik. Digagas oleh James Prescott (1818 – 1889).

Panas atau kalor adalah energi yang berpindah dari suhu tinggi ke suhu rendah. Kalor tersebut memiliki Satuan internasional (SI), yaitu joule. Benda yang bisa menghantarkan panas disebut dengan konduktor. Contoh benda konduktor ialah tembaga, besi, air, timah dan aluminium. Sementara itu, benda yang tidak

bisa menghantarkan panas disebut isolator. Contoh benda isolator ialah plastic, kain, kayu, karet, kertas, ban, dan lainnya.

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.

2.1.1 Perpindahan Kalor Konduksi

Perpindahan kalor secara konduksi adalah perpindahan kalor tanpa diikuti perpindahan partikel/molekul benda tersebut. Perpindahan kalor dengan cara konduksi biasa terjadi pada jenis zat penghantar yang berbentuk padat, seperti besi saat dipanaskan lalu dipegang ujung yang lain, pasti lama kelamaan sisi ujung besi juga akan panas.

Syarat terjadinya konduksi kalor suatu benda adalah adanya perbedaan suhu antara dua tempat pada benda tersebut. Persamaan yang digunakan dalam perpindahan kalor secara konduksi dikenal dengan persamaan Fourier

$$Q = k \cdot A \cdot \frac{dT}{dx} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

Q = Energi kalor (Watt)

K = Koefisien perpindahan kalor konduksi (W/mK)

A = Luas permukaan (m²)

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

2.1.2 Perpindahan Kalor Konveksi

Perpindahan kalor 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 karena fluida bergerak secara alamiah dimana pergerakan fluida tersebut lebih disebabkan oleh perbedaan massa jenis fluida akibat adanya variasi suhu pada fluida tersebut. Logikanya, kalau suhu fluida tinggi, tentunya dia akan menjadi lebih ringan dan mulai bergerak keatas. Sementara konveksi paksa terjadi karena Bergeraknya fluida bukan karena alamiah. Fluida bergerak karena adanya alat yang digunakan untuk menggerakkan fluida tersebut, seperti kipas, pompa, blower, dan sebagainya.

Pada perpindahan kalor konveksi berlaku hukum perdinginan Newton yaitu :

$$Q = h A (T_s - T_\infty) \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

Q = Energi Kalor (Watt)

h = Koefisien perpindahan kalor konveksi (W/m²K)

A = Luas permukaan (m²)

T_s = Temperatur permukaan (K)

T_∞ = Temperatur Ambient (K)

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

$$Re_x = \frac{U_\infty X}{\nu} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

Re_x = Bilangan Reynolds

u_∞ = Kecepatan aliran bebas (m/s)

ν = Viskositas kinematic (m/s²)

X = Jarak lapisan batas (m)

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

$$Pr = \frac{\nu}{\alpha} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

Pr = Bilangan Prandalt

α = difusitas termal (m/s²)

ν = Viskositas Kinematik (m/s²)

bilangan Nubelt menggambarkan hubungan antara bilangan Prandlt dan Reynolds. Bilangan Nubelt ditentukan melalui persamaan :

$$Nu = \frac{hx}{k} = \frac{0,3387 Re_x^{1/2} Pr^{1/2}}{\left[1 + \left(\frac{0,0468}{Pr}\right)^{2/3}\right]^{1/4}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

Nu = Bilangan Nubelt

Re = Bilangan Reynolds

Pr = Bilangan Prandlt

Persamaan diatas merupakan persamaan Churchill dan Ozoe yang telah mengkorelasikan sejumlah besar data yang meliputi rentang angka Prandalt 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

$$h = \frac{Nu \cdot K}{x} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

h = Koefisien perpindahan kalor konveksi (W/m²°C)

Nu = Bilangan Nubelt

k = Koefisien konduktivitas thermal udara (W/m°C)

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

2.1.3 Perpindahan Kalor Dalam Mobil

Keseimbangan termal dalam kabin mobil sangat dipengaruhi oleh berbagai macam pengaruh eksternal antara lain :

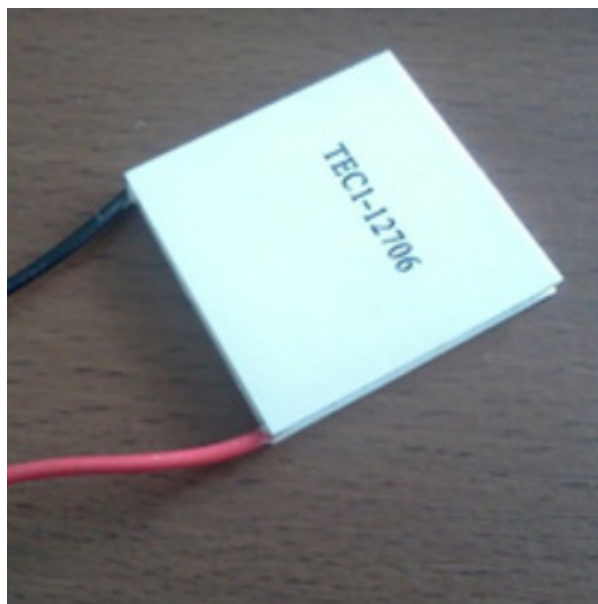
- a) Radiasi dari matahari pada waktu tertentu.
- b) Temperature diangkasa pada waktu tertentu.
- c) Kecepatan angin pada waktu tertentu.
- d) Temperature ambient disekitar mobil pada waktu tertentu.
- e) Kelembapan udara disekitar mobil pada waktu tertentu.

Sedangkan perubahan kalor dalam kabin mobil dipengaruhi oleh beberapa mekanisme antara lain :

- a) Transmisi kalor melalui kaca.
- b) Konduksi melalui body mobil.
- c) Konveksi udara dalam kabin mobil.
- d) Radiasi yang dipancarkan interior mobil.
- e) Ventilasi udara dalam mobil.

2.2 Element Peltier (*Thermoelectrik Cooler*)

Peltier merupakan sebuah komponen yang tergolong komponen termoelektrik, dimana ketika terjadi perbedaan suhu diantara kedua sisinya maka komponen ini akan mengubahnya menjadi besaran tegangan listrik, dan begitu pula sebaliknya, ketika suatu tegangan listrik diberikan kepada komponen ini, maka dia akan dapat mengubahnya menjadi dua suhu yang berbeda.



Gambar 2.2 Elemen Peltier

Saat peltier dilewati arus maka alat ini akan memindahkan panas dari satu sisi ke sisi lain, biasanya menghasilkan perbedaan panas sekitar 40°C – 70°C dalam perangkat *high-end* dapat digunakan untuk mentransfer panas dari satu tempat ke tempat yang lain.

2.2.1 Efek Seebeck

Efek Seebeck merupakan fenomena yang mengubah perbedaan temperature menjadi energi listrik. Jika ada dua buah bahan yang berbeda kemudian ujungnya di sambungkan satu sama lain maka akan terjadi dua sambungan dalam satu loop. Jika terjadi perbedaan temperature diantara kedua sambungan ini, maka akan terjadi arus listrik. Prinsip ini lah yang digunakan termoelektrik sebagai generator (pembangkit listrik).Setiap bahan memiliki koefisien seebeck yang berbeda-beda. Semakin besar koefisien seebeck ini, maka beda potensial yang dihasilkan juga semakin besar. Karena perbedaan temperature disinidapat diubah menjadi tegangan listrik, maka prinsip ini juga digunakan sebagai sensor temperatur yang dinamakan thermokopel. Tegangan (V_o) tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$V_o = \alpha_{XY} \cdot X(T_h - T_C) \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

V_o = 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)

Tabel 2.1 Tabel koefisien seebeck

Material	Seebeck Coef ($\mu\text{V} / ^\circ\text{C}$)	Material	Seebeck Coef ($\mu\text{V} / ^\circ\text{C}$)	Material	Seebeck Coef ($\mu\text{V} / ^\circ\text{C}$)
Alumunium	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	Potasium	-9	Tungsten	7.5

Didapat pada temperature 0°C (32°F)

2.2.2 Efek Peltier

Kebalikan dari efek seebeck, yaitu jika 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.

Termoelektrik terdiri dari dua buah bahan berbeda yang disambungkan. Material yang dipilih memiliki koefisien seebeck cukup tinggi. Saat ini kebanyakan termoelektrik menggunakan Bismuth-Telluride sebagai bahan pembuatnya.

Jumlah kalor yang diserap dan juga yang dilepas dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$Q_C = Q_h = V_{XY} I_{XY} \dots\dots\dots(2.8)$$

Di mana :

V_{XY} = Tegangan (Volt)

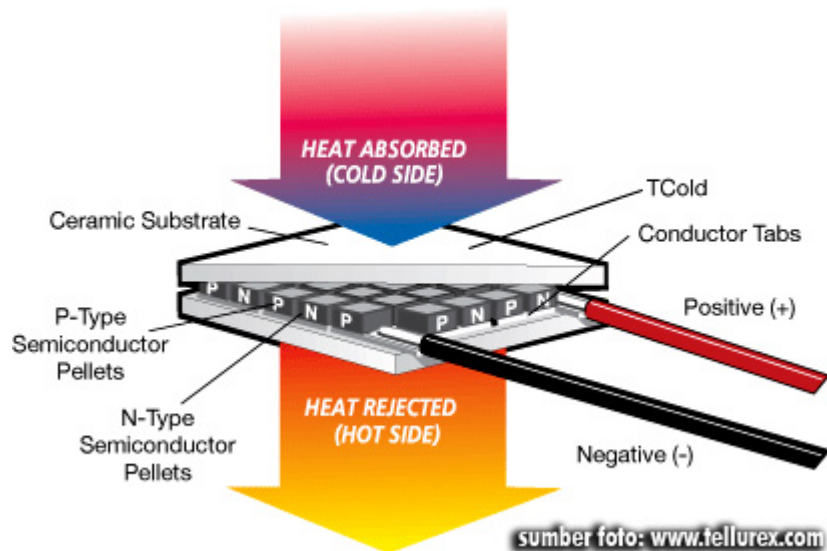
I_{XY} = Arus (Ampere)

$Q_C = Q_h$ = 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 reversible.

2.2.3 Cara Kerja Element 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

Berikut cara kerja elemen peltier :

- a) Teknologi termoelektrik bekerja dengan mengonversikan energi panas menjadi energi listrik secara langsung (generator termoelektrik), atau sebaliknya, dari listrik menghasilkan dingin (pendingin termoelektrik). Untuk menghasilkan listrik, material termoelektrik cukup diletakkan sedemikian rupa dalam rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin. Dari rangkaian itu akan dihasilkan sejumlah listrik sesuai dengan jenis bahan yang dipakai.
- b) Kerja pendingin termoelektrik pun tidak jauh berbeda. Jika material termoelektrik dialiri listrik, panas yang ada di sekitarnya akan terserap. Dengan demikian, untuk mendinginkan udara, tidak diperlukan kompresor pendingin seperti halnya di mesin mesin pendingin konvensional

2.2.4 Prinsip Kerja Elemen Peltier

Prinsip kerja dari termoelektrik adalah dengan berdasarkan Efek Seebeck yaitu *“Jika 2 buah logam yang berbeda disambungkan salah satu ujungnya, kemudian diberikan suhu yang berbeda pada sambungan, maka terjadi perbedaan tegangan pada ujung yang satu dengan ujung yang lain.” (Muhaimin, 1993).*

Untuk keperluan pembangkitan listrik tersebut umumnya bahan yang digunakan adalah bahan semikonduktor. Semikonduktor adalah bahan yang mampu menghantarkan arus listrik namun tidak sempurna. Semikonduktor yang digunakan adalah semikonduktor tipe n dan tipe p. bahan semikonduktor yang

digunakan adalah bahan semikonduktor ekstrinsik. Terdapat tiga sifat bahan termoelektrik yang penting, yaitu :

- a) Koefisien seebeck (s)
- b) Konduktifitas panas (k)
- c) Resistivitas (p)

2.2.5 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.

2.2.5.1 Faktor Termal

Ada tiga faktor termal yang mempengaruhi penggunaan elemen peltier, yaitu :

- a) Temperatur Permukaan Sisi Panas (T_h)

Pada penggunaan elemen peltier, salah satu sisinya akan menjadi sisi panas. Dimana temperature sisi panas (hot side) elemen peltier dapat di tentukan dengan persamaan :

$$T_h = T_{\infty} + (\Theta)(Q_h) \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

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

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

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

$$Q_h = Q_c + P_{in} \dots \dots \dots (2.10)$$

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 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 ditentukan agar suhunya lebih dingin dari temperature yang diinginkan pada bagian yang didinginkan.

Perbedaan suhu antara sisi dingin dan panas tersebut dan juga delta temperature (ΔT) yang ditentukan dengan persamaan :

$$\Delta T = T_h - T_C \dots\dots\dots(2.11)$$

Pada elemen peltier konvensional, delta temperature (ΔT) yang dapat dihasilkan berkisar antara 30 °C – 40 °C tergantung peltier yang digunakan.

c) *Head 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 terdapat lingkungan sekitar. *Heatsink* dan *coldsink* harus

dibuat dari material yang memiliki nilai konduktivitas thermal yang tinggi untuk memudahkan proses perpindahan kalor.

2.3 Heatsink

Heatsink adalah material yang dapat menyerap dan mendispersi panas dari suatu tempat yang bersentuhan dengan sumber panas dan membuangnya. Heatsink digunakan pada beberapa teknologi pendingin seperti refrijerasi, air conditioning, dan radiator mobil.

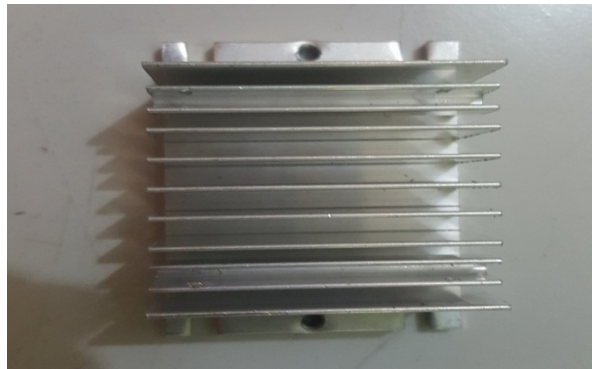


Gambar 2.4 Heatsink

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 faktor yang mempengaruhi tahanan thermal dari *heatsink*.

2.4 Coldsink

Coldsink menggunakan mekanisme yang sama dengan heatsink namun yang membedakan seperti dalam penamaannya adalah coldsink berfungsi untuk memindahkan dingin dari permukaan Peltier untuk mendinginkan udara dalam kabin mobil.



Gambar 2.5 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

$$Q = k_{\text{aluminium}} \cdot A \cdot \Delta T \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

Q = kalor yang dipindahkan (Watt)

K = Koefisien Perpindahan Panas Konduksi (Watt/m °C)

A = Luas permukaan (m²)

Δ = Perbedaan Temperatur sisi dingin Peltier dengan Coldsink
(K)

Dari persamaan diatas akan didapatkan temperature pada sisi coldsink yang akan digunakan untuk mendinginkan udara dalam kabin mobil.

BAB 3

METODOLOGI PERANCANGAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Tempat dilaksanakan pengujian di Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara, Jalan Kapten Muchtar Basri Medan pada lahan parkir gedung

3.1.2 Waktu

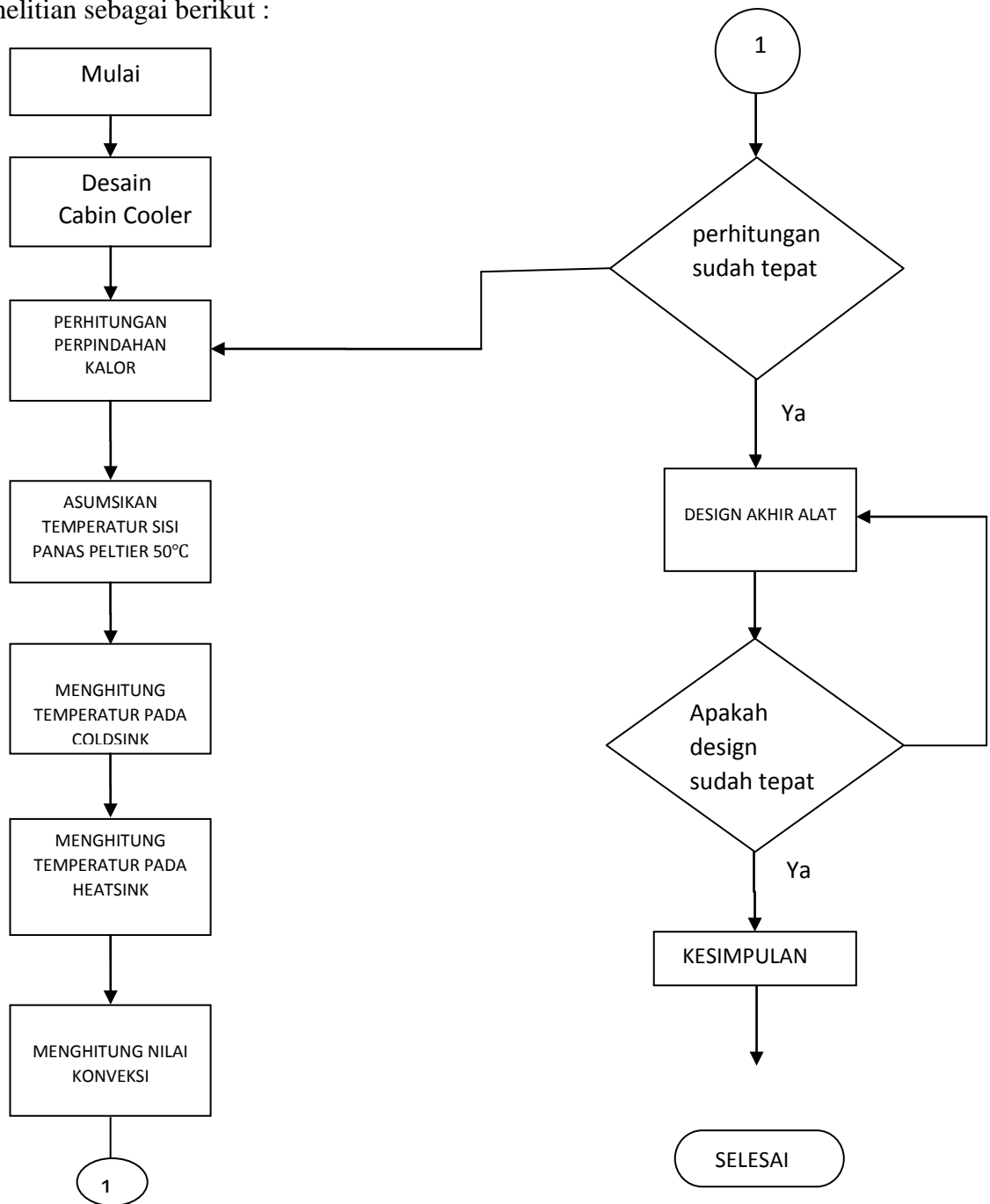
Waktu pelaksanaan perancangan dan pengujian pendingin kabin mobil berbasis termoelektrik selama 7 bulan.

Tabel 3.1 Jadwal proses perancangan alat termoelektrik

No	Uraian Kegiatan	Bulan						
		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 penelitian atau langkah – langkah penelitian. Adapun diagram alir penelitian sebagai berikut :



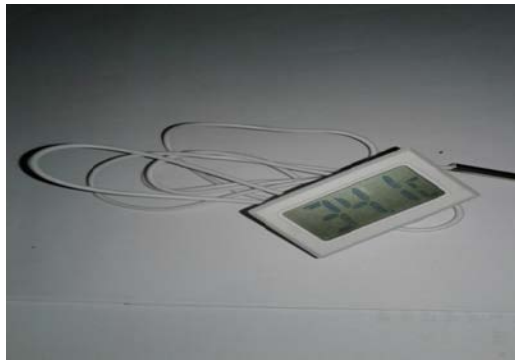
Gambar 3.1 Diagram alir

3.3 Peralatan Pengujian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengukur Suhu / Termometer

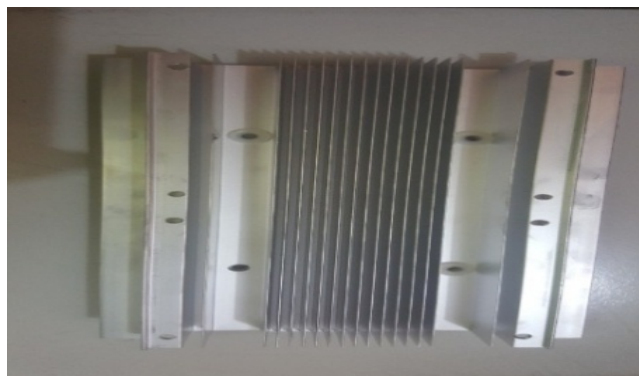
Thermometer berguna untuk mengukur suhu kabin mobil.



Gambar 3.2 Termometer

2. 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 3.3 Heatsink

3. Coldsink

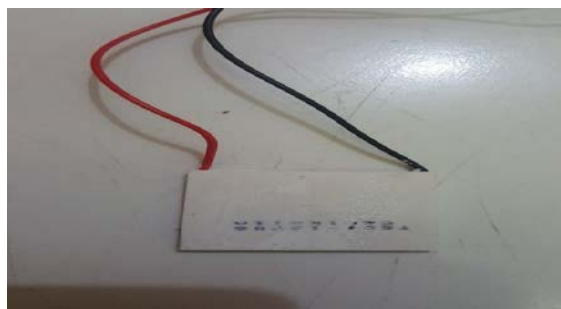
Coldsink menggunakan mekanisme yang sama dengan heatsink namun yang membedakan seperti dalam penamaannya adalah bila heatsink berfungsi untuk memindahkan panas dari permukaan benda yang ingin didinginkan, maka coldsink berfungsi sebaliknya yaitu coldsink digunakan untuk memindahkan dingin dari sisi dingin peltier untuk mendinginkan udara dalam kabin mobil.



Gambar 3.4 Coldsink

4. 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.



Gambar 3.5 Peltier

5. Fan

Fan direkatkan pada coldsink untuk membantu meratakan suhu dingin, menurunkan suhu panas dalam kabin.



Gambar 3.6 Fan

6. Multimeter

Multimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur tegangan listrik (volt) hambatan listrik (Ohm meter) dan arus listrik (ampere)



Gambar 3.7 Multimeter

7. Lem Thermal

Berfungsi untuk mengisi celah antara chip dengan heatsink dan mempercepat penyebaran panas ke sirip heatsink lem ini mampu menempel dengan kuat dan cepat kering



Gambar 3.8 LemTermal

8. Power Supply

Power Supply adalah perangkat keras yang berfungsi untuk menurunkan tegangan, untuk melakukan konversi arus listrik dari arus AC menjadi arus DC dan juga menyediakan tegangan yang sesuai dengan rangkaian elektronika.



Gambar 3.9 Power Supply

9. ACCU / Baterai

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 3.10 ACCU / Baterai

10. Isolasi Kabel

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



Gambar 3.11 Isolasi Kabel

11. Obeng

Obeng digunakan untuk mengencangkan atau mengendorkan baut pada alat termoelektrik.



Gambar 3.12 Obeng

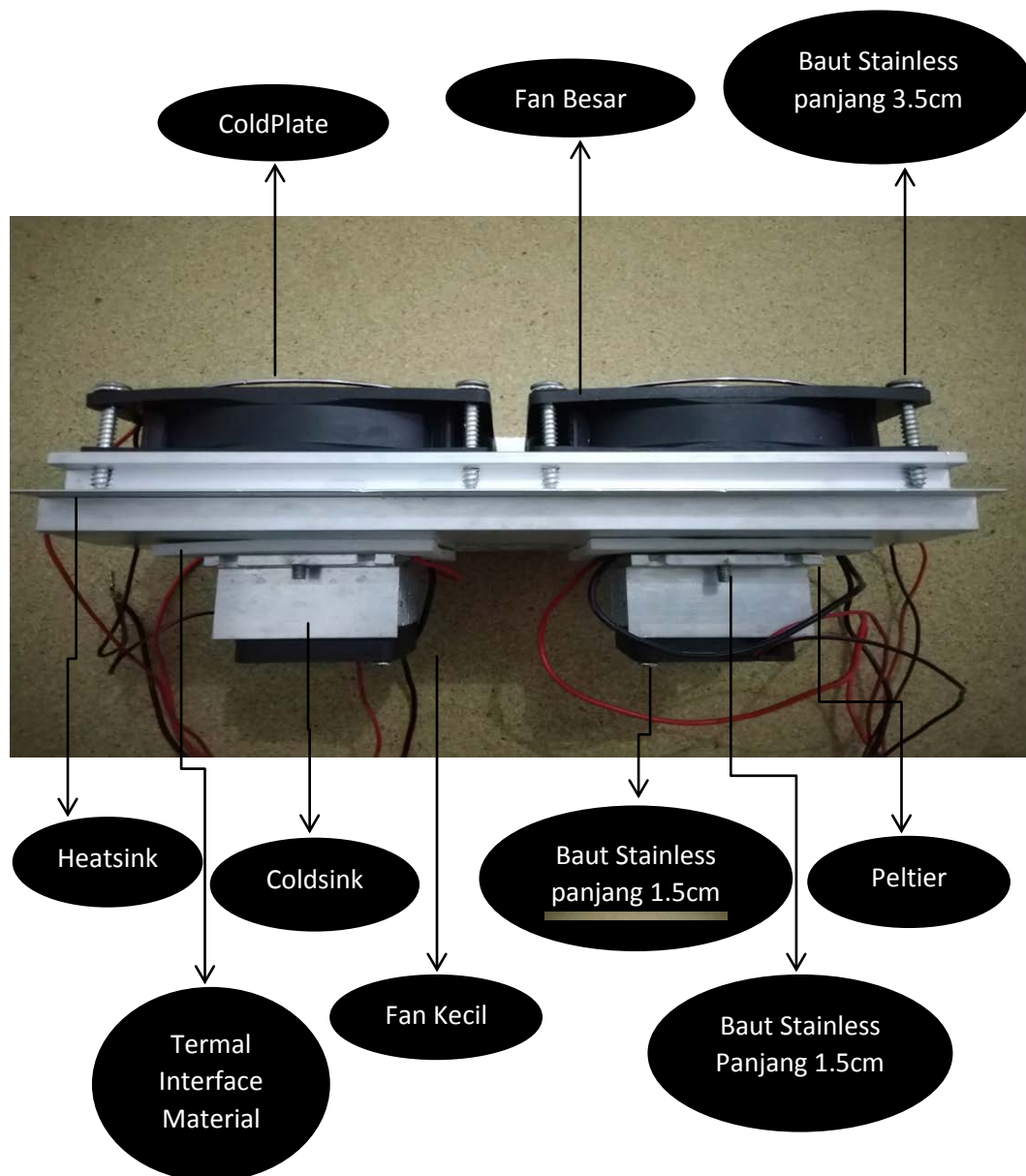
12. Stop Watch

Untuk menghitung waktu pada pengujian alat termoelektrik



Gambar 3.13 Stop Watch

3.4 Set Up Alat Uji Termoelektrik



Gambar : Set Up Alat Uji Termoelektrik

3.5 Prosedur Pengujian

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

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan di uji.
2. Memasang heatsink dan coldsink pada elemen peltier
3. Memasang fan (kipas) diantara coldsink dan heatsink
4. Persiapan *stopwatch* dan *pengukur suhu* saat pengujian berlangsung.
5. Melakukan pengukuran suhu luar dan suhu dalam kabin mobil
6. Memberikan daya ke elemen peltier dan kipas
7. Merangkai semua kabel yang ada di bahan pengujian
8. Sambungkan kabel dari power supply ke ACCU (baterai) mobil

3.6 Langkah – Langkah Kerja

Langkah – langkah kerja yang dilakukan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Mulai

Pembuatan tugas akhir dengan judul “perancangan alat pendingin termoelektrik pada kabin mobil”

2. Persiapan Alat dan Bahan

- Bahan yang digunakan saat pengujian adalah termoelektrik
- Persiapan *stopwatch* dan *pengukur suhu* saat pengujian berlangsung.
- Mempersiapkan tempat untuk melakukan pengujian pengukuran suhu seperti tempat parkir yang terbuka

3. Metode Pengujian

Metode pengujian yang dilakukan yaitu mengambil hasil dari pengukuran suhu. Dimana, proses pengukuran suhu yaitu dengan menghidupkan alat termoelektrik dan tunggu sampai beberapa menit, maka akan di dapat suhu yang di inginkan. Waktu tunggu untuk pengambilan perbedaan suhu yaitu 10 menit.

4. Pengambilan data

Data yang di ambil adalah :

- a. Perubahan suhu yang di alami pada kabin mobil setiap 10 menit.
- b. Suhu sebelum dan sesudah di uji.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pengambilan Data

Daerah pengambilan data yang dilakukan pada kabin mobil diharapkan dapat mewakili bagian tubuh pada manusia yang memiliki tingkat kepekaan yang lebih tinggi terhadap suhu. Pertimbangan ini diambil mengingat bahwa pada saat mengemudikan mobil, tubuh harus dalam keadaan nyaman, baik nyaman terhadap suhu di dalam kabin mobil maupun terhadap posisi mengemudi.



Gambar 4.1 Letak Alat Pendingin Termoelektrik

4.2 Hasil Pengambilan Data

Pengambilan data suhu kabin mobil dibagi menjadi dua tahap, yaitu data suhu tanpa menggunakan alat dan suhu saat menggunakan alat. Hal ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi dari alat pendingin kabin mobil berbasis termoelektrik ini.

4.2.1 Perhitungan Perpindahan Kalor *Thermoelectric Cooler*

Proses perpindahan panas secara konduksi dan radiasi dari lingkungan kedalam sistem (kabin mobil) diabaikan , sehingga proses perpindahan panas secara konduksi hanya terjadi antara elemen pelitier , heatsink dan coldsink perhitungan perpindahan kalor pada kabin mobil berdasarkan dari kebutuhan jumlah daya yang dihasilkan oleh elemen pelitier . elemen pelitier yang digunakan berjumlah dua buah sesuai dengan hasil rancangan skripsi yang berjudul perancangan pendingin kabin mobil berbasis thermoelektrik. Elemen peltier yang digunakan pada sisi panasnya menghasilkan rata-rata 30 °C. Berdasarkan karakteristik umum elemen peltier dapat diketahui data sebagai berikut :

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

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

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

Kinerja elemen peltier dapat lebih optimal ,jika tegangan dan arus yang diberikan sebesar 5 V dan 2 A. Mobil menggunakan *accu* untuk memenuhi kebutuhan listrik nya , begitu pula alat pendingin kabin mobil ini .*accu* mobil mempunyai tegangan 12 V dan arus 40 A, sehingga digunakan alat penurun tegangan dan pembatas arus (*inverter*) yang akan masuk ke dalam pendingin kabin mobil ini. *Inverter* ini akan menurunkan tegangan dari 12 V menjadi 5 V dan membatasi jumlah arus yang masuk hanya sebesar 20 A . Maka, daya yang di hasilkan oleh elemen peltier adalah :

$$Q_c = Q_h = V_{xy} I_{xy}$$

Dimana :

V_{XY} = Tegangan (Volt)

I_{xy} = Arus (Ampere)

$Qc = Qh$ = Kalor (watt)

$$Qc = \frac{V_{xy}^2}{R_{xy}}$$

$$\text{Dimana } \frac{1}{R_{xy}} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \frac{1}{Rn} = \frac{10}{2.5} = 0.4 \Omega$$

$$R_{xy} = 0.4 \Omega$$

$$\text{Maka, } Qc \frac{V_{xy}}{R_{xy}} = \frac{5^2}{0.4} = 62,5 \text{ Watt}$$

Jadi daya yang dihasilkan oleh sepuluh elemen peltier adalah sebesar 100 watt, atau dapat dikatakan juga kalor yang di hasilkan sepuluh elemen peltier adalah 100 warr. Suhu dingin yang ingin di capai pada saat mobil dalam kondisi terjemur adalah

$$T_c = T_h - \Delta T = 60^{\circ} \text{C} - 30^{\circ} \text{C}$$

Pada penggunaan peltier , salah satu sisi nya akan menjadi sisi panas , dimana temperatur sisi panas (*hot side*) elemen peltier dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

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

Dimana :

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

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

Θ = Tahanan ter,al dari elemen peltier ($^{\circ}\text{C}/\text{Watt}$)

$$T_h = T_{\infty} + (\underline{\Delta x}) (Q_h)(kA)$$

$$60 = 50 + (0,01667) (Q_h)$$

$$Q_h = \frac{60 - 50}{0,01667}$$

$$Q_h = 600 \text{ Watt}$$

Pada penggunaan elemen peltier, salah satu sisi nya akan menjadi sisi dingin. Dimana temperatur sisi dingin (*cold side*) elemen peltier dapat di tentukan dengan persamaan berikut :

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

$$Q_c = 600 - 62,5$$

$$Q_c = 537,5 \text{ Watt}$$

4.2.2 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.

Mengitung temperatur *coldsink* :

$$Q = -K.A. \underline{dT}$$

$$Q = k_A.A. \frac{T_2 - T_1}{\Delta_{XA}} = k_B.A. \frac{T_3 - T_2}{\Delta_{XB}}$$

$$Q = \frac{T_3 - T_1}{\frac{\Delta_{XA}}{k_A A_A} + \frac{\Delta_{XB}}{k_B A_B}}$$

$$600 = \frac{T_3 - 60}{\frac{(4 \times 10^{-3})}{(150)(1,6 \times 10^{-4})} + \frac{(6 \times 10^{-4})}{(202)(0,0576)}}$$

$$T_3 = 47.85^{\circ}\text{C}$$

Dimana,

$$Q_h = 600 \text{ watt}$$

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

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

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

$$X_{\text{peltier}} = 4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$K_{\text{aluminium}} = 0,5 \text{ mm} = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

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

$$A_{\text{aluminium}} = 0,0865 \text{ m}^2$$

Kalor yang dihasilkan pada sisi panas adalah 600 watt dan menghasilkan suhu panas 60°C . peltier disusun pada sisi *coldsink*, sehingga terjadi proses perpindahan kalor secara konduksi. Nilai T_3 adalah temperatur di sisi luar *coldsink* yang menghadap ke arah kabin pengemudi, sedangkan nilai T_1 adalah temperatur yang ada di sisi panas elemen peltier. maka temperatur yang dihasilkan oleh *coldsink* melalui proses perpindahan kalor secara konduksi terhadap elemen peltier adalah 49.97°C .

4.2.3 Perhitungan Distribusi Penyebaran Suhu Panas *Heatsink*

Heatsink adalah material yang dapat menyerap dan mendisipasi panas dari suatu tempat yang bersentuhan dengan sumber panas. Suhu yang dihasilkan sisi panas elemen peltier yang bersentuhan dengan *heatsink* adalah 60°C , suhu lingkungan rata-rata di dalam kabin mobil yang terjemur adalah 50°C .

4.2.4 Perhitungan Nilai 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.

Menghitung nilai konveksi :

a) Nilai Pr

Angka Prandtl merupakan parameter yang menghubungkan ketebalan relatif antara batas hidrodinamik dan lapisan batas termal. Temperatur rata-rata setelah mengambil data pada kabin mobil adalah 50°C . Maka, akan di dapat $T = 323\text{ K}$.

Pada lembar *lampiran 1* terdapat daftar A-5 sifat-sifat udara pada tekanan atmosfer untuk mencari nilai Pr dengan menggunakan metode interpolasi pada $T = 323\text{ K}$, Maka akan di dapat nilai $Pr = 0,703$, $\nu = 18,09 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$ dan $K = 0,02798$.

b) Nilai Re_x

$$Re_x = \frac{u_{\infty} x}{\nu}$$

dimana :

Re_x = Bilangan Reynolds

u_{∞} = kecepatan aliran bebas (m/s)

ν = viskositas kinematik (m^2/s)

x = jarak lapisan batas (m)

nilai u_{∞} adalah nilai kecepatan aliran bebas *fan* yang digunakan pada alat pendingin kabin mobil berbasis termoelektrik ini, yang mempunyai kecepatan

aliran sebesar 51 cfm atau 3.77 m/s. Sedangkan nilai x merupakan arah tegak lurus dari datangnya konveksi paksa yang dilakukan oleh fan sepanjang jarak 340 mm.

$$Re_x = \frac{(3,77 \text{ m/s}) \times 0,34 \text{ m}}{(18,09 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s})} = 70856,87.$$

c) Nilai Nu_x

Nilai Pr dan Re telah didapat dari perhitungan sebelumnya, kemudian kedua nilai tersebut akan digunakan pada persamaan Nusselt, yaitu :

$$Nu = \frac{0,3387 Re_x^{1/2} \text{ or } Pr^{1/3}}{\left[1 + (0,0468)^{2/3}\right]^{1/4}}$$

$$Nu = 77,16$$

d) Nilai koefisien konveksi

Nilai Nusselt yang didapat kemudian digunakan mencari nilai koefisien konveksi (h) yang terjadi pada kabin mobil setelah menggunakan alat pendingin kabin mobil berbasis termoelektrik.

$$h = \frac{Nu \cdot K}{X}$$

$$h = \frac{Nu \cdot K}{X} = \frac{(20,93)(0,02798)}{0,34} = 6,35 \text{ w/m}^2\text{C}$$

nilai rata-rata koefisien perpindahan kalor adalah dua kali nilai koefisien konveksi di atas, yaitu :

$$h = (2)(6,35) = 12,7 \text{ w/m}^2\text{C}$$

maka nilai aliran kalor

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

Jika diandaikan satu satuan kedalaman pada arah z di dalam kabin mobil adalah 0,4 m.

$$Q = (12,7) (0,5)(50- 47,85) = 13,65 \text{ Watt}$$

Jadi secara perhitungan , perpindahan kalor secara konveksi yang terjadi di dalam kabin mobil sejauh 0,4 m dari alat pendingin kabin mobil berbasis termoelektrik terjadi di daerah tempat duduk pengemudi. Nilai kalor pada kabin tempat duduk pengemudi adalah sebesar 0,1524 watt.

4.3 Analisa Data

Setelah melakukan proses perhitungan, pengambilan data kemudian dilakukan analisa terhadap fenomena yang terjadi pada kabin mobil.

Mobil yang di parkir di bawah sinar matahari mengalami peningkatan suhu pada jam 11.00 WIB sampai dengan jam 14.00 WIB. Peningkatan suhu yang paling tinggi terjadi pada jam 12.30 WIB. Hal ini dipengaruhi suhu lingkungan yang berubah-ubah terhadap intensitas matahari terhadap lingkungan di sekitar mobil di parkir.

Suhu pada permukaan *coldsink* berdasarkan perhitungan adalah sebesar 49,9⁰C. Tidak adanya sirkulasi udara yang dapat membuang udara panas yang dihasilkan secara konveksi menyebabkan bertambahnya suhu yang harus didinginkan oleh alat pendingin kabin mobil berbasis termoelektrik ini. Hal ini merupakan salah satu penyebab tidak tercapainya suhu awal yang diinginkan yaitu sebesar 30⁰C. Udara dari lingkungan luar akan membantu menurunkan perputaran udara panas yang terjadi secara konveksi di dalam kabin mobil, sehingga beban suhu yang harus didinginkan oleh pendingin berbasis termoelektrik ini tidak berputar terus menerus pada kabin mobil.

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 karena 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 dinginnya 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 $22,2^{\circ}\text{C}$ dan untuk suhu material yang digabungkan suhunya tidak terlalu signifikan.

5.2 Saran

1. Perlu dibuat sirkulasi udara panas kabin mobil agar berkurangnya beban temperature panas yang harus di dinginkan oleh pendingin kabin mobil berbasis termoelektrik.

2. Memperbanyak elemen peltier untuk mencapai temperature dingin yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Benny Rio Fernandez: Sintesis Nano Partikel. Makalah. Program Pasca Sarjana Studi Kimia. Universitas Andalas. Padang, 13, 2011.

Hamsal Y, Sintesis Senyawa Fasa Ruddlesden-Popper $Sr_{n+1}Ti_nO_{3n+1}$, 2 dan 3) dengan Metode Lelehan Garam dan Mempelajari Hantaran Listriknya, Skripsi, FMIPA, Universitas Andalas, Padang, 2015.

Jung, Wang, High Thermoelectric Performance of Niobium-Doped Strontium Titanate Bulk Material Affected by All-Scale Grain Boundary and Inclusions, Scripta Materialia, 2014.

Kanatzidis, M.G, Nanostructured Thermoelectrics: The New Paradigm, Chem. Mater, 2010, 22, 648-659.

Nandy P, Artono R, M. Adhitia, Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik Untuk Kendaraan Hibrid, Makara Teknologi, 2009, 2(13):53-58.

Ning, Wang, dkk, Solvothermal Synthesis of Strontium Titanate NanoCrystalline.

Plaff, Gerhard, Sol-Gel Synthesis of Strontium Titanate Powder of Various Compositions, Journal Mater Chemistry, 1993, 3 (7), 721-724.

Qiang Xu and Tetsuhiko Kobayashi, Advanced Materials for Clean Energy, CRC Press, 2015, 94.

Ryanuargo, Syaiful A, Sri Poernomo S, Generator Mini dengan Prinsip Termoelektrik dari Uap Panas Kondensor pada Sistem Pendingin, Jurnal Rekayasa Elektrika, 2013, 4(10):180-185.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Muhammad Ilham Akbar
NPM : 1307230142
Tempat/ Tanggal Lahir : Medan/21Mei 1995
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Jl.Pimpinan Gg.SukaDamai Dalam No.8
 Kel/Desa : Sei KerahHilir I
 Kecamatan : Medan Perjuangan
 Kabupaten/Kota : Kota Medan
 Provinsi : Sumatera Utara
Nomor HP : 0815-3343-6763
Nama Orang Tua
 Ayah : Mislan
 Ibu : Suyatmi

PENDIDIKAN FORMAL

2001-2007 : Madrasah Ibtidaiyah Negeri Medan
2007-2010 : MTs Swasta Islam Azizi Medan
2010-2013 : SMA Negeri 8 Medan
2013-2018 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara