

ANALISIS THERMOELEKTRIK GENERATOR DAN HEATSINK 12 SIRIP

SKRIPSI

OLEH:

**LIAN GALLED.S
178130142**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 19/12/22

Access From (repository.uma.ac.id)19/12/22

HALAMAN JUDUL

ANALISIS THERMOELEKTRIK GENERATOR DAN HEATSINK 12 SIRIP

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana di Program
Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



Oleh:
LIAN GALLED.S
NPM. 178130142

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 19/12/22

Access From (repository.uma.ac.id)19/12/22

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Analisis Thermoelektrik Generator Dan Heatsink
12 Sirip
Nama Mahasiswa : Lian Galled.S
NIM : 178130142
Fakultas : Teknik Mesin

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



Tanggal Lulus : 28 September 2022

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai sorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 28 September 2022



(Lian Galled,S)

(178130142)

**PALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lian Galled.S

NPM : 178130142

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Thermoelektrik Generator Dan Heatsink 12 Sirip. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan hak sebagai pemilik Hak cipta

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 28 September 2022

Yang menandatangani



(Lian Galled.S)

(178130142)

ABSTRAK

Thermoelektrik adalah suatu perangkat yang mengubah energi kalor atau disebut perbedaan temperatur dan menjadi energi listrik .Pembangkit daya thermoelektrik (Thermoelektrik Generator / TEG) juga digunakan untuk menghasilkan energi listrik .Ketika terdapat perbedaan temperatur antara dua material semikonduktoryang berbeda,maka yang dapat terjadi pada elemen thermoelektrik ini akan mengalirkan arus dan menghasilkan perbedaan tegangan . Adapun prinsip thermoelektrik ini dikenal dengan sebutan : Efek Seebeck yang merupakan kebalikan dari fenomena kebalikan dari Efek Peltier . Pada penelitian ini juga terdapat elemen pendingin yang disebut Heatsink ,terdiri dari 12 sirip . Heatsink adalah material yang dapat menyerap dan mendisipasi panas dari suatu tempat yang bersentuhan dengan sumber panas dan membuang nya dengan mentransfer panas yang dihasilkan oleh peralatan elektronik menuju bagian pendingin fluida

Hasil Penelitian yang telah dilakukan mendapatkan kinerja thermoelektrik pada hasil rata-rata tegangan output 2,2 Volt dan hasil rata-rata pada arus output 0,00172 Ampere dan hasil dari perbedaan temperatur daya output nya dari perumusan koefisien seebeck nya yaitu $0,79 \text{ V}^{\circ}\text{C}$. berikut nya hasil kinerja peltier nya dengan daya sebesar 0,0037906 W. Dan efisiensi Heatsink mendapatkan hasil sebesar 82 % , laju perpindahan panas pada sirip heatsink berkisar $5,38 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$.

Kata Kunci : Thermoelektrik Generator , Heatsink 12 Sirip.

ABSTRACT

Thermoelectric is a device that converts heat energy or called the temperature difference and into electrical energy. Thermoelectric power plants (Thermoelectric Generator / TEG) are also used to generate electrical energy. When there is a temperature difference between two different semiconductor materials, then what can happen to the thermoelectric element This will drain current and produce a voltage difference. The thermoelectric principle is known as the Seeback effect, which is the opposite of the Peltier effect. In this study there is also a cooling element called a heatsink, consisting of 12 fins. Heatsink is a material that can absorb and dissipate heat from a place that is in contact with a heat source and dissipate it by transferring the heat generated by electronic equipment to the fluid cooling section.

The results of the research that have been carried out get the thermoelectric performance at the average output voltage of 2.2 Volts and the average result at the output current of 0.00172 Ampere and the result of the difference in output power temperature from the seeback coefficient formulation is $0.79 \text{ V}/^{\circ}\text{C}$. the following is the result of the Peltier performance with a power of 0.0037906 W. And the heatsink efficiency is 82%, the heat transfer rate on the heatsink fin is around $5.38 \text{ W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$.

Keywords : Thermoelectric Generator, 12 Fin Heatsink.

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Lian Galled.S dilahirkan di Pematang Siantar pada tanggal 16 November 1996 dari ayah Jhonson Mangapul.S dan ibu Nurliana Butar-butar. Penulis merupakan putera pertama dari dua bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan di SD Swasta Siak Raya Mempura, Kabupaten Siak dan tamat pada tahun 2010. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Siak dan tamat pada tahun 2013. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan Pendidikan di SMK Negeri 1 Mempura, Jurusan Teknik Kendaraan Ringan dan tamat pada tahun 2016. Pada tahun 2017 penulis melanjutkan pendidikan menjadi mahasiswa di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area. Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Nissan PT.Wahana Lestari Medan. Dan tamat dari Universitas Medan Area pada tahun 2022.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan berupa kesehatan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penelitian ini merupakan Tugas Akhir guna memenuhi syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Universitas Medan Area.

Proposal ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi bagi setiap mahasiswa Universitas Medan Area untuk menyelesaikan pendidikan dengan mendapatkan gelar sarjana di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Dalam Penulisan dan penelitian skripsi ini banyak kendala yang penulis alami, namun berkat bantuan moral dan material dari berbagai pihak, maka skripsi ini dapat diselesaikan, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., Selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Susilawati, S.Kom, M.Kom, Selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Muhammad Idris, ST,MT, Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
5. Bapak Dr. Iswandi ST,MT, Selaku Sekretaris Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
6. Bapak Indra Hermawan, ST.,MT., Selaku Dosen Pembimbing I Dan Bapak Muhammad Idris, ST.,MT, Selaku Dosen Pembimbing II.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Teknik Mesin dan pegawai Fakultas Teknik di Universitas Medan Area
8. Ayahanda Johnson Mangapul.Simanjuntak Dan Ibunda Nurliana Butar-butur Selaku Orang Tua Saya Yang Selalu Mendoakan Dan Memberi Motivasi Kepada Saya .
9. Fredrich Abednego Simanjuntak Selaku Saudara Kandung Saya Yang Telah Mendukung Saya .
10. Christina Monika Siregar yang selalu mendukung dan memotivasi saya untuk bersama-sama menempuh skripsi.
11. Teman-teman dan saudara-saudara yang dikasihi selalu senantiasa mendukung penulis.

Penulis berusaha untuk memberikan yang terbaik, tetapi penulis menyadari sebagai seorang manusia tentunya tidak luput dari segala kesalahan. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis meminta maaf jika dalam skripsi ini masih terdapat berbagai kesalahan dan kekurangan. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak.

Medan, 28 September 2022

Penulis

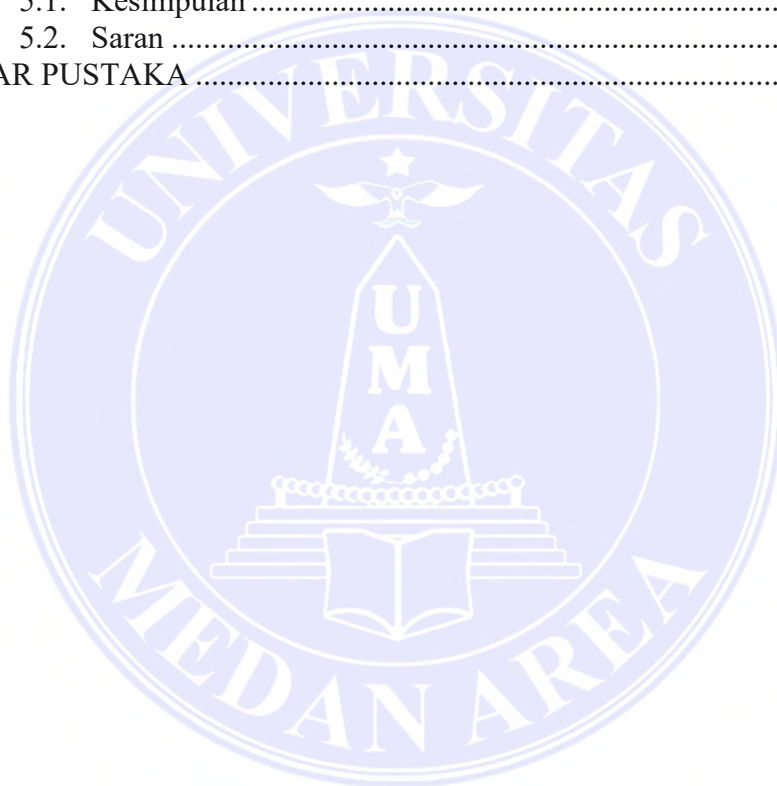


LIAN GALLED.S

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Idenstifikasi Dan Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Kinerja Thermoelektrik.....	4
2.1.1.Prinsip Kerja Pada Thermoelektrik.....	4
2.1.2.Daya Listrik.....	8
2.2 Perpindahan Kalor	9
2.2.1. Perpindahan Kalor Konduksi.	9
2.2.2. Perpindahan Panas Konveksi.	10
2.2.3. Bilangan Prandelt (Pr).....	10
2.2.4. Bilangan Rayleigh (Ra).....	11
2.2.5. Bilangan Nuselt (Nu).....	11
2.3. Definisi Heatsink	12
2.4. Effisiensi Sirip	14
2.5. Laju Perpindahan Panas Pada Sirip	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1. Waktu Dan Tempat Penelitian	16
3.1.1. Tempat Penelitian	16
3.1.2. Waktu Penellitian	16
3.2. Peralatan dan Bahan.....	16
3.2.1. Peralatan.	16
3.3. Bahan.	20
3.4. Metode Penelitian	27
3.4.1. Sistematika Penelitian	27
3.4.2. Prosedur Penelitian	27
3.5. Sketsa Gambar Rancangan Peneleitian.....	28
3.6. Diagram Alir Penelitian	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Hasil.	32
4.1.1. Kinerja termoelektrik sebagai berikut :	32

4.1.2. Laju Perpindahan Panas	33
4.1.3. Daya Listrik.....	34
4.1.4. Effisiensi Sirip Heatsink.....	35
4.1.5. Laju Perpindahan Panas Pada Sirip	35
4.1.6. Hasil Rata- Rata Pengujian Pada Peltier.....	36
4.1.7. Hasil Rata- Rata Pengujian Pada Heatsink	37
4.1.8. Hasil Perbandingan Suhu.....	37
4.2. Pembahasan.	39
4.2.1. Pengujian Tegangan Perbedaan Temperatur.	39
4.2.2. Pengujian Arus Perbedaan Temperatur.	40
4.2.3. Perbandingan Nilai Reyleight Dan Nusselt.....	41
4.2.4. Perbandingan Suhu Air Dan Heatsink.....	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1. Kesimpulan	43
5.2. Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Waktu Kegiatan Penelitian.....	16
Tabel 3.2. Spesifikasi Gambar Rancangan	30
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Tegangan Terhadap Perbedaan Temperatur	32
Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Koefesien Seeback Dan Efeck Seback.....	33
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Untuk Mendapatkan Koefesien Konveksi	34
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Daya Listrik	34
Tabel 4.5. Tabel Nilai Rata-rata Pada Per Peltier.	36
Tabel 4.6. Tabel Nilai Rata-rata Pada Sisi Heatsink.....	37
Tabel 4.7. Hasil Pengujian Dan Pengukuran 11 Juni 2022.....	38
Tabel 4.8. Hasil Pengujian Dan Pengukuran 11 Juni 2022.....	38



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur TEG	5
Gambar 2.2. Perpindahan Kalor Konveksi	12
Gambar 3.1. Multitester	17
Gambar 3.2 . Thermogun	18
Gambar 3.3. Thermometer Aquarium.....	19
Gambar 3.4. Solder Spesifikasi	19
Gambar 3.5. Tempat dudukan.....	20
Gambar 3.6. Peltier TEG.....	21
Gambar 3.7.Sketsa Peltier	22
Gambar 3.8 Sketsa Heatsink 12 Sirip	23
Gambar 3.9. 3D Heatsink 12 Sirip	24
Gambar 3.10 .Wadah Galon Air.	25
Gambar 3.11. Sketsa Wadah Galon	26
Gambar 3.12. Sketsa Rancangan.....	29
Gambar 3.13. Gambar 3d Keseluruhan.....	30
Gambar 4.1. Fin Efficiency Percent %	35
Gambar 4.2. Diagram Pengujian Tegangan Perbedaan Temperatur.....	39
Gambar 4.3. Diagram Pengujian Arus Perbedaan Temperatur.....	40
Gambar 4.4. Diagram Reyleight Dan Nusselt.....	41
Gambar 4.5. Diagram Perbandingan Suhu Heatsink Dan Peltier	41
Gambar 4.5. Diagram Perbandingan Suhu Air Dan Heatsink	42

DAFTAR NOTASI

E	=	GGL (Gerak Gaya Listrik) termal seeback (v)
α_{pn}	=	Koefesien Seeback ($V/^\circ C$)
T_2	=	Temperatur Panas ($^\circ C$)
T_1	=	Temperatur Dingin ($^\circ C$)
ΔT	=	Perbedaan Temperatur ($^\circ C$)
P	=	Daya Listrik (Watt)
V	=	Tegangan (Volt)
I	=	Arus Listrik (Ampere)
q	=	Laju Perpindahan Panas (W)
k	=	Konduktifitas thermal atau material ($W/m \cdot ^\circ C$)
A	=	Luas Penampang Batang (m^2)
C_p	=	Kalor Spesifik Fluida Pada Tekanan Tetap ($kJ/kg \cdot ^\circ C$)
μ	=	Viskositas Dinamik ($kg/s \cdot m$)
β	=	$1/T_f$ ($^\circ C^{-1}$)
g	=	Gravitasi Bumi ($9,81m/s^2$)
T_w	=	Suhu Dinding ($^\circ C$)
T_∞	=	Suhu Fluida
ν	=	Viskositas Kinematik (m^2/s)
h	=	Koefesien Konveksi ($W/m^2 \cdot C$)
Ra_L	=	Reyleight Number
Pr	=	Prandtl Number
Nu_L	=	Bilangan Nusselt

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Bahan dalam suatu komponen termoelektrik yaitu bahan yang dapat mengkonversi energi panas menjadi energi listrik. Terdapat konsep Seebeck sebagai efek dari dua buah material logam dan dua temperatur yang berbeda, maka pada material tersebut akan mengalir listrik. Sedangkan efek dari termoelektrik adalah kebalikan dari efek Seebeck yaitu efek Peltier jika 2 (dua) buah material semikonduktor yang perbedaannya disambungkan pada salah satu ujungnya, berikutnya diberikan suhu yang berbeda pada letak sambungannya dan terjadi perbedaan tegangan pada ujung yang satu dengan ujung yang lainnya.

Oleh sebab itu sangat diperlukan proses pendinginan pada komponen yang dapat menyerap panas atau membuang panas yang terjadi pada saat komponen-komponen tersebut bekerja. Maka diperlukan media untuk meningkatkan pelepasan panas pada komponen elektronik tersebut dengan menggunakan Heatsink jenis plat bersirip.

Panas matahari yang diserap oleh termoelektrik generator dapat menaikkan suhu pada modul surya dan menurunkan tegangan yang dihasilkan. Oleh karena itu sangat dibutuhkan untuk menurunkan suhu pada modul surya agar kinerja modul surya tetap dalam keadaan optimal. Pemasangan bahan heatsink mampu menurunkan suhu modul surya sebesar $45,9^{\circ}\text{C}$ dan suhu modul surya lebih besar dari pada tanpa menggunakan heatsink sebesar $53,3^{\circ}\text{C}$ sedangkan tegangan keluaran dari modul surya mampu ditingkatkan menjadi 20,03 volt. Maka dari hasil

penelitian sebelumnya dapat disimpulkan pemakaian bahan heatsink lebih akurat untuk dapat menurunkan suhu modul surya dari pada tanpa menggunakan heatsink.

[1]

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya maka penulis mengangkat sebuah penelitian yang berjudul “ Pengaruh Temperatur Fluida Pendingin Terhadap Prinsip Termoelektrik Media Galon Air Dengan Kapasitas 8 Watt”.

1.2 Idenstifikasi Dan Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan diatas, maka masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perbandingan perpindahan panas secara konveksi pada heatsink.
2. Bagaimana laju perpindahan panas pada sirip heatsink.
3. Bagaimana perubahan temperatur suhu heatsink dengan fluida air

1.3 Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Material yang digunakan dalam penelitian ini seperti modul TEG, heatsink dan galon air.
2. Heatsink yang digunakan adalah heatsink yang terbuat dari bahan alumunium dan jenis extrude.
3. Pengujian dilakukan selama ± 3600 s.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis kinerja termoelektrik generator.
2. Menganalisis efisiensi pada heatsink 12 sirip.
3. Menganalisis laju perpindahan panas pada sirip heatsink 12 sirip.

1.5 Manfaat Penelitian.

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut

:

1. Membuat alat pengujian dapat di manfaatkan untuk penyerapan panas matahari sebagai sumber energi listrik modul termoelektrik (TEG).
2. Mengetahui bahwa panas matahari dapat di manfaatkan untuk menghasilkan energi listrik dengan menggunakan modul termoelektrik generator (TEG).
3. Mengetahui sistematika pemasangan alat pengujian dengan dengan fluida air mineral dan air es yang dapat digunakan sebagai penghantar panas ke modul termoelektrik (TEG) dan mengetahui perbedaan temperatur yang di pindahkan ke modul termoelektrik generator (TEG) menuju heatsink .

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kinerja Termoelektrik.

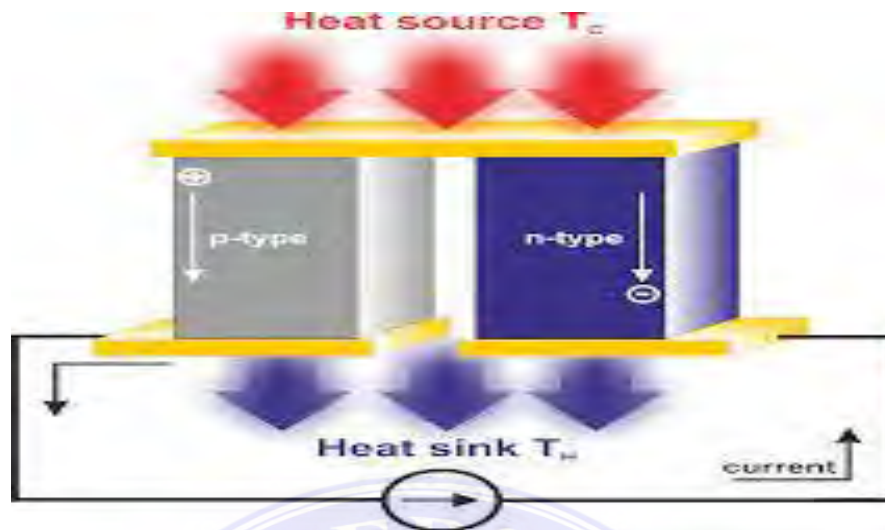
Thermoelectric Generator (TEG) merupakan teknologi pembangkit listrik dengan menggunakan energi panas (kalor). Teknologi termoelektrik bekerja dengan mengonversi energi panas menjadi listrik secara langsung (*Thermoelectric Generator*), atau sebaliknya dari listrik menghasilkan dingin (*Thermoelectric Cooler*).

Sebuah perangkat modul termoelektrik menghasilkan tegangan ketika terdapat suhu yang berbeda di setiap sisi. Sebaliknya, bila termoelektrik diberi tegangan listrik, maka menciptakan perbedaan suhu. Termoelektrik merupakan sebuah alat yang dapat digunakan sebagai pembangkit tegangan listrik dengan memanfaatkan konduktivitas atau daya hantar panas dari sebuah lempeng logam.

2.1.1. Prinsip Kerja Pada Termoelektrik.

Prinsip kerja pada TEG yaitu terdapat efek Seebeck jika 2 (dua) buah material semikonduktor yang perbedaan disambungkan pada salah satu ujungnya, berikutnya diberikan suhu yang berbeda pada letak sambungannya dan terjadi perbedaan tegangan pada ujung yang satu dengan ujung yang lainnya.[2]

Struktur TEG yang memiliki beberapa susunan elemen tipe-N atau material kekurangan elektron dan susunan elemen tipe-P atau material kelebihan elektron. Jika panas masuk di salah satu sisi TEG dan panas itu juga akan dibuang melalui sisi lainnya. Dapat kita lihat pada (Gambar 2.1)



Gambar 2.1. Struktur TEG

Prinsip dasar dari termoelektrik generator dapat ditentukan oleh 3 efek seperti yang telah dibahas sedikit pada thermoelectric, antara lain yaitu efek Seebeck, efek Peltier dan efek Thomson.

a. Efek Seebeck.

Efek seebeck merupakan fenomena yang mengubah perbandingan temperatur menjadi energi arus listrik. Apabila terdapat dua bahan kawat yang berbeda dan kedua ujung kawat tersebut terhubung maka akan timbul dua sambungan dalam satu LOOP.

Efek seebeck dapat diterapkan dalam beberapa bahan konduktor. Setiap bahan konduktor tersebut memiliki nilai koefisien seebeck yang berbeda-beda, sehingga tegangan yang dihasilkan berbeda pada setiap bahannya. Koefisien juga menjelaskan saat panas arus listrik juga dapat mengalirkan terperatur panas menuju terperatur dingin.

Terdapat hubungan effeck seebeck terhadap tegangan yang diberi dalam persamaan sebagai berikut:

$$E = \alpha_{pn} \cdot (T_2 - T_1) \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

E = GGL (Gerak Gaya Listrik) termal seebeck (v)

α_{pn} = Koefesien Seebeck ($V/^\circ C$)

T_2 = Temperatur Panas ($^\circ C$)

T_1 = Temperatur Dingin ($^\circ C$)

Adapun persamaan dasar yang digunakan dalam sistem termoelektrik yaitu persamaan dasar Koefesien Seebeck sebagai berikut :

$$\alpha_{pn} = \frac{V}{\Delta T} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

α_{pn} = Koefesien Seebeck ($V/^\circ C$)

V = Tegangan Rata-Rata Yang Dihasilkan (V)

ΔT = Perbedaan Temperatur ($^\circ C$)

b. Efek Peltier.

Efek peltier adalah termoelektrik yang dasar kerjanya merupakan kebalikan dari efek seebeck. Efek petlier ini ditemukan peneliti yang bernama Jean Petlier pada tahun 1834, atau dapat dikatakan pengertian lain efek petlier merupakan fenomena yang dimana energi panas dapat diserap oleh salah satu sambungan konduktor dan dilepas pada sambungan konduktor lainnya pada saat sambungan listrik dialirkan pada satu rangkaian tertutup atau dengan kata lain efek petlier dapat mengubah energi listrik menjadi perubahan suhu.

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung efek petlier tersebut adalah sebagai berikut :

$$Q_c \text{ atau } Q_h = \alpha_{pn} T I \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

Q_c = Panas Pada Terminal Dingin (W)

Q_h = Panas Pada Terminal Panas

α_{pn} = Koefisien Seebeck

T = Temperatur (K)

I = Arus Listrik (A)

c. Efek Thomson.

Selanjutnya kita akan membahas tentang pengertian Efek Thomson . Efek Thomson yaitu terdapat suatu konduktor yang dimana telah dialiri arus listrik dan ada terdapat perbedaan temperaturnya yang terlindungi sehingga terjadinya pelepasan panas dan penyerapan panas selama konduktor beroperasi . Dapat dikatakan bahwa efek Thomson ini adalah kelanjutan dari efek Peltier . Pada efek Thomson suatu bahan yang terdapat konduktivitas rendah berdampak kepada konsumsi listrik yang sangat besar untuk proses pendinginannya karena pada waktu yang telah dibutuhkan saat proses pendinginan sangat lama.

$$Q_t = \tau \cdot I \cdot \frac{dT}{dx} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

Q_t = Panas Thomson (W/cm)

τ = Koefisien Thomson (V/K)

dT/dx = Gradien Temperatur Semikonduktor

I = Arus Listrik Yang Mengalir (A)

2.1.2. Daya Listrik.

Daya listrik (Electrical Power) adalah jumlah energi yang dapat diserap atau di hasilkan dalam sebuah rangkaian/sirkuit . Dapat diketahui sumber energi seperti tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengan nya akan menyerap daya listrik tersebut . Dengan kata lain , daya listrik disebut juga tingkat konsumsi energi dalam sebuah rangkaian atau sirkuit listrik . Dapat kita mengambil contoh yaitu sebuah lampu pijar dan Heater atau bisa disebut pemanas , lampu pijar dapat menyerap daya listrik yang diterima nya dan dapat mengubahnya menjadi cahaya dan heater dapat mengubah serapan daya listrik tersebut menjadi panas . Semakin tinggi nilai Watt nya semakin tinggi pula daya listrik yang dikonsumsi nya .[3]

Besarnya daya listrik yang kita gunakan dapat diketahui dengan mengukur tegangan dan arus saat elemen termoelektrik bekerja . Berdasarkan definisi tersebut ,perumusan daya listrik adalah sebagai berikut :

$$P = V \cdot I \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

P = Daya Listrik (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus Listrik (Ampere)

$$I = \frac{V}{R} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

I = Arus Listrik (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

R = Hambatan (Ohm)

$$V = I \cdot R \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

V = Tegangan (Volt)

I = Arus Listrik (Ampere)

R = Hambatan (Ohm)

2.2. Perpindahan Kalor .

Perpindahan kalor (Heat Transfer) adalah ilmu untuk perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu diantara benda atau material. Dari termodinamika dapat kita ketahui yaitu energi yang pindah dinamakan kalor atau disebut juga panas (Heat). Perpindahan kalor tidak hanya menjelaskan bagaimana energi kalor itu berpindah dari suatu benda ke benda lain ,tetapi juga dapat membaca laju perpindahan panas yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu.[4]

2.2.1. Perpindahan Kalor Konduksi.

Dapat kita ketahui bahwa perpindahan konduksi yaitu perpindahan kalor yang terjadi kontak fisik. Biasanya perpindahan ini dapat terjadi pada suatu benda yang padat . Panas yang terdapat disuatu benda padat tersebut akan berpindah posisi ke area yang suhu nya lebih dipasti kan dingin . Akan tetapi pada perpindahan ini dijelas kan proses nya sangat lama karena tidak disertai pada perpindahan partikelnya. [5]

Selanjutnya setelah membahas tentang pengertian dari konduksi akan membahas suatu rumus dari konduksi tersebut : $q = -kA$

$$q = -kA \frac{dT}{dX} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

q = Laju perpindahan panas (W)

k = konduksi termal benda atau material (W/m.⁰C)

A = Luas Penampang pada Batang (m²)

dT = Perubahan suhu (⁰C)

dX = Ketebalan bahan (m)

2.2.2. Perpindahan Panas Konveksi.

Perpindahan Kalor Konveksi adalah perpindahan panas yang terdapat adanya gerakan/aliran pencampuran dari bagian panas ke bagian yang dingin. Perpindahan panas konveksi dapat di klasifikasikan menjadi dua yaitu konveksi bebas (free convection) dan konveksi paksa (forced convection). Bila terdapat gerakan fluida disebabkan adanya perbedaan kerapatan karena adanya perbedaan suhu (free convection). Bila gerakan fluida disebabkan oleh gaya pemaksa dari luar misalkan pompa yang menggerakkan fluida sehingga fluida mengalir diatas permukaan .[6] (Gambar 2.2)

Perpindahan panas konveksi bebas adalah perpindahan panas tanpa adanya aliran atau tenaga dari luar dan meningkat karena terdapat perbedaan densitas. Perbedaan densitas terjadi karena adanya gradien suhu pada fluida tersebut. Untuk menentukan setiap parameter nya maka perlu terlebih dahulu menentukan nilai bilangan Prandelt ,bilangan Grashof ,bilangan Reyleight dan bilangan Nusell.

2.2.3. Bilangan Prandelt (Pr).

Pada bilangan Prandtl dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$Pr = \frac{Cp \mu}{k} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

C_p = Kalor Spesifik Fluida Pada Tekanan tetap, (kJ/kg, °C)

K = Konduktifitas Termal (W/m °C)

μ = Viskositas Dinamik (kg/s m)

2.2.4. Bilangan Rayleigh (Ra).

Pada bilangan Rayleigh dapat di cari dengan menggunakan persamaan.

$$Ra = Gr.Pr = \frac{g \beta (T_w - T_\infty)L^3}{\nu^3} Pr \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana:

Pr = Bilangan Prandl

Gr = Bilangan Grashof

β = $1/T_f$ (°C⁻¹)

g = Gravitasi Bumi (9,81m/s²)

L = Panjang Karakteristik

T_w = Suhu Dinding °C

T_∞ = Suhu Fluida °C

ν = Viskoitas Kinematik, m²/s

2.2.5. Bilangan Nuselt (Nu).

Pada bilangan Nusselt dapat dicari menggunakan persamaan:

$$Nu = \frac{h L}{k} \text{ atau } h = \frac{Nu k}{L} \dots \dots \dots (2.11)$$

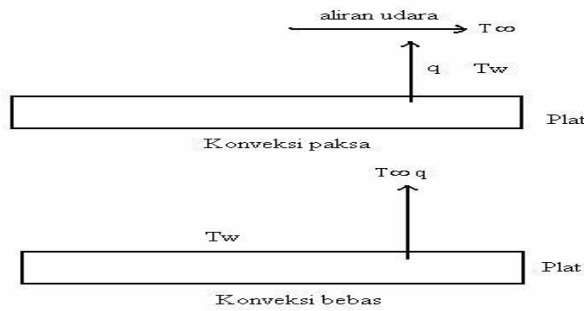
Dimana:

Nu = Bilangan Nusselt

K = Konduktivitas Termal Fluida,(W/m °C)

h = Koefesien Perpindahan Kalor Konveksi,(W/m² °C)

L = Panjang Karakteristik.(m)³



Gambar 2.2. Perpindahan Kalor Konveksi

Laju perpindahan panas pada beda suhu tertentu dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$q = h \cdot A (T_w - T_\infty) \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana:

q = Laju Perpindahan Panas (kj/s atau W).

h = Koefisien perpindahan Panas Konveksi (W/m².° C).

A = Luas Bidang Permukaan Perpindahan Panas (m²).

T_w = Temperature Dinding (°C).

T_∞ = Temperature Sekeliling (°C).

2.3. Definisi Heatsink .

Heatsink adalah material yang dapat menyerap dan mendisipasi panas dari suatu tempat yang bersentuhan dengan sumber panas dan membuangnya, dengan mentransfer panas yang di hasilkan oleh peralatan elektronik atau peralatan mekanikal ke pada pendingin yang ada disekitar, dan sering kali pendingin ini adalah udara bebas. Setelah panas ditransfer ke pendingin meninggalkan alat, hal ini memungkinkan temperatur pada alat kembali ke pada suhu standar.

Ada beberapa karakteristik heatsink : [7]

1. Luas area heatsink akan menyebabkan disipasi panas menjadi lebih baik karena akan memperluas area pendinginan yang dapat mempercepat proses pendinginan yang dapat mempercepat proses pembuangan panas yang diserap oleh heatsink.
2. Bentuk aerodinamik yang baik dapat mempermudah aliran udara panas agar cepat dikeluarkan melalui sirip-sirip pendingin. Khususnya pada heatsink dengan jumlah sirip banyak tetapi dengan jarak antara sirip berdekatan akan membuat
3. Aliran udara tidak sempurna sehingga perlu ditambahkan sebuah kipas untuk memperlancar aliran udara pada jenis heatsink tersebut .
4. Transfer panas yang baik pada setiap heatsink juga akan mempermudah pelepasan panas dari sumber panas ke bagian sirip-sirip pendingin. Desain sirip yang tipis memiliki konduktivitas yang lebih baik.
5. Desain permukaan dasar heatsink sampai pada tingkat kedataran yang tinggi sehingga dapat menyentuh permukaan sumber panas lebih baik dan merata. Hal ini dapat menyebabkan penyerapan panas lebih baik,tetapi untuk menghindari resistansi dengan sumber panas heatsink tetap harus menggunakan suatu pasta atau thermal compound agar permukaan sentuh juga lebih merata.

Menerangkan bahwa perpindahan panas antara bahan tertentu dengan udara terjadi secara konveksi dan ditentukan oleh bentuk permukaan serta model aliran fluida. Peningkatan jarak antar sirip menyebabkan aliran udara yang lebih optimal. Aliran fluida sangat mempengaruhi nilai koefisien perpindahan panas konveksi antara bahan dan fluida .

2.4. Effisiensi Sirip.

Dapat kita ketahui *Fin* (sirip) yaitu suatu luasan yang telah tersusun secara terstruktur dengan adanya ketebalan masing-masing dan jarak pada setiap sirip. Pada plat tersebut sirip heatsink berbentuk persegi dan untuk mengetahui unjuk kerja plat heatsink dapat ditentukan adanya suatu parameter yaitu efisiensi sirip.[4]

Unjuk kerja pada efisiensi sirip dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$Lc^{3/2} \cdot (h \cdot k \cdot A_m)^{1/2} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana:

L_c = Panjang Yang Dikoreksi

h = Koefisien konveksi ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

k = Konduktivitas termal bahan ($W/m \cdot ^\circ C$)

$A_m = (t \times L_c)$

2.5. Laju Perpindahan Panas Pada Sirip.

Efektifitas perpindahan panas melalui heatsink ditentukan nilai resistensi termal heatsink dan dipengaruhi beberapa faktor, yaitu konduktifitas termal bahan, luas penampang heatsink, dan efisiensi sirip.

Penggunaan sirip aluminium dengan luas sirip pada plat *heat sink* adalah berbentuk persegi dengan tebal yang relatif tipis, sehingga dalam analisis perpindahan panasnya didekati dengan ujung sirip yang diisolasi (adiabatis). Penggunaan sirip aluminium dengan luas permukaan lebih besar dapat meningkatkan performa heatsink. [8]

Laju perpindahan panas pada sirip dapat dinyatakan dengan persamaan

$$q_f = (\tanh mL_c) (\sqrt{h \cdot P \cdot k \cdot A \cdot \Theta}) \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

- h = Koefisien konveksi (W/m.⁰C)
- p = Keliling sirip (cm)
- k = Konduktivitas termal bahan (W/m.⁰C)
- A = Luas penampang (m²)
- L = Tebal sirip (mm)
- Θ = Perbedaan Suhu



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian.

3.1.1. Tempat Penelitian .

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Medan Area Kampus

I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate / Jalan Gedung PBSI, Medan 20223.

3.1.2. Waktu Penellitian .

Penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal pengesahan usulan oleh pengelola program studi sampai dinyatakan selesai yang direncanakan berlangsung selama waktu yang telah ditentukan . Waktu kegiatan penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1. Waktu Kegiatan Penelitian.

No.	Kegiatan	Waktu (Bulan)											
		Nov	Des	Jan	Feb	Maret	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sept	
1	Studi Literatur	■											
2	Perancangan Alat	■											
3	Penyusunan Proposal	■											
4	Seminar Proposal		■										
5	Pengujian Alat			■	■	■	■						
6	Pengumpulan data					■	■	■	■				
7	Analisa data							■	■	■	■		
8	Laporan Penelitian								■	■	■	■	
9	Seminar Hasil									■	■	■	
10	Perbaikan											■	■
11	Ujian Sidang											■	■

3.2. Peralatan dan Bahan

3.2.1. Peralatan

a. Multitester

Multitester adalah alat ukur yang digunakan untuk mengetahui tegangan listrik, resistansi, dan arus listrik. Pada penelitian ini, multitester mengukur tegangan dan arus pada peltier.(Gambar 3.1.)



Gambar 3.1. Multitester

Spesikasi :

Rentang pengukuran = 400m/4/40/400/600V.

Akurasi terbaik = $\pm(0.7\%+3)$

Resolusi = 0.1mV.

Impedansi Masukan = DCV : 10M~100M Ω , ACV

10M~11M Ω

b. Thermogun.

Thermogun adalah salah satu jenis termometer inframerah untuk mengukur temperatur suhu. Alat ini dipakai pada penelitian ini mengukur suhu pada sekitaran benda peltier teg.(Gambar 3.2.)



Gambar 3.2 . Thermogun

Spesifikasi:

Jarak pengukuran	= $1-2 \times 10^{-3} \text{m}$
Rentang pengukuran	= Dalam mode tubuh: $32 \text{ } ^\circ \text{C} - 43 \text{ } ^\circ \text{C}$
Akurasi pengukuran	= $\pm 0,2 \text{ } ^\circ \text{C}$
Resolusi	= $0,1 \text{ } ^\circ \text{C} \text{ } 0,1 \text{ } ^\circ \text{F}$
Shutdown otomatis	= 20 detik
Memori data	= 32 grup
Suhu pengoperasian	= $10 \text{ } ^\circ \text{C} - 40 \text{ } ^\circ \text{C}$
Satu daya	= DC 3.0V 2 baterai AAA
Unit tampilan	= $^\circ \text{F} / ^\circ \text{C}$
Ukuran produk	= $1508343 \times 10^{-3} \text{m}$

c. Thermometer Aquarium.

Termometer aquarium adalah alat untuk mengukur suhu air. Alat ini dipakai penelitian pada saat mengukur suhu air mineral dan air es. (Gambar 3.3)



Gambar 3.3. Thermometer Aquarium

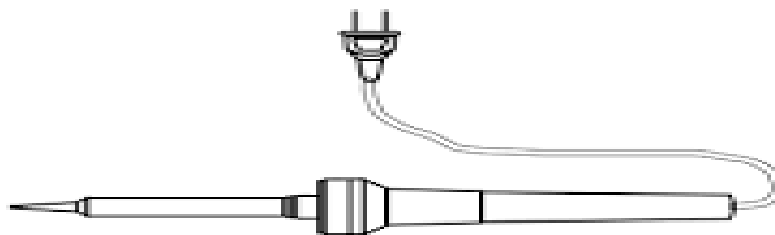
Spesifikasi:

- Kisaran suhu = -50~ +70C
- Resolusi tampilan suhu = 0.1 0.2
- Akurasi pengukuran suhu = 1C
- Power dua tombol LR44 bertenaga baterai

d. Solder.

Solder merupakan alat pemanas yang digunakan untuk menyambungkan sebuah rangkaian atau komponen pada peralatan elektronik. Solder bekerja dengan cara menghasilkan panas yang digunakan untuk melelehkan timah pada proses penyambungan rangkaian atau komponen pada peralatan elektronik (

Gambar 3.4.)



Gambar 3.4. Solder Spesifikasi

:

3.3. Bahan.

a. Tempat Dudukan Bawah

Tempat dudukan bawah adalah benda yang menopang galon air pada saat waktu penelitian. (Gambar 3.5.)

Dimensi:

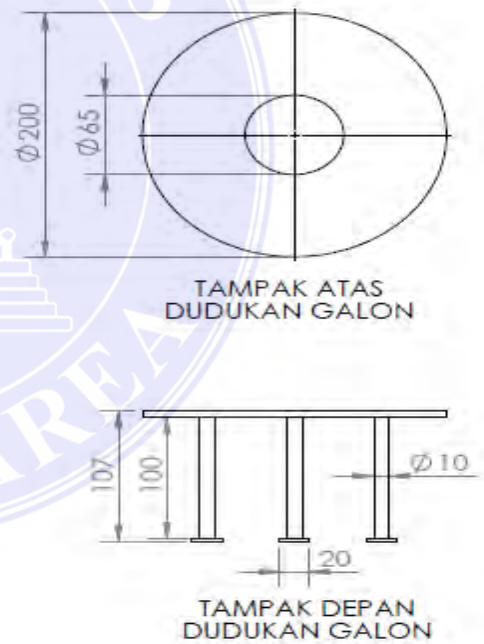
Bahan Material = Plat Baja dan Pipa Besi

Diameter luar = $200 \times 10^{-3} \text{m}$

Diameter dalam = $65 \times 10^{-3} \text{m}$

Ketinggian tiang = $100 \times 10^{-3} \text{m}$

Diameter tiang = $10 \times 10^{-3} \text{m}$



Gambar 3.5. Tempat dudukan

b. Peltier TEG SP-1848

Peltier TEG adalah komponenn listrik sebagai pembangkit listrik. Pada penelitian ini, peneliti merancang pembangkit listrik menggunakan peltier sebanyak 6 buah . (Gambar 3.6.)

Dimensi:

$$\text{Panjang} = 40 \times 10^{-3} \text{m}$$

$$\text{Lebar} = 40 \times 10^{-3} \text{m}$$

$$\text{Tebal} = 4 \times 10^{-3} \text{m}$$



Gambar 3.6. Peltier TEG

Spesifikasi:

Bahan Material = Keramik

Hot Side Temperature ($^{\circ}\text{C}$) = 27°C - 50°C

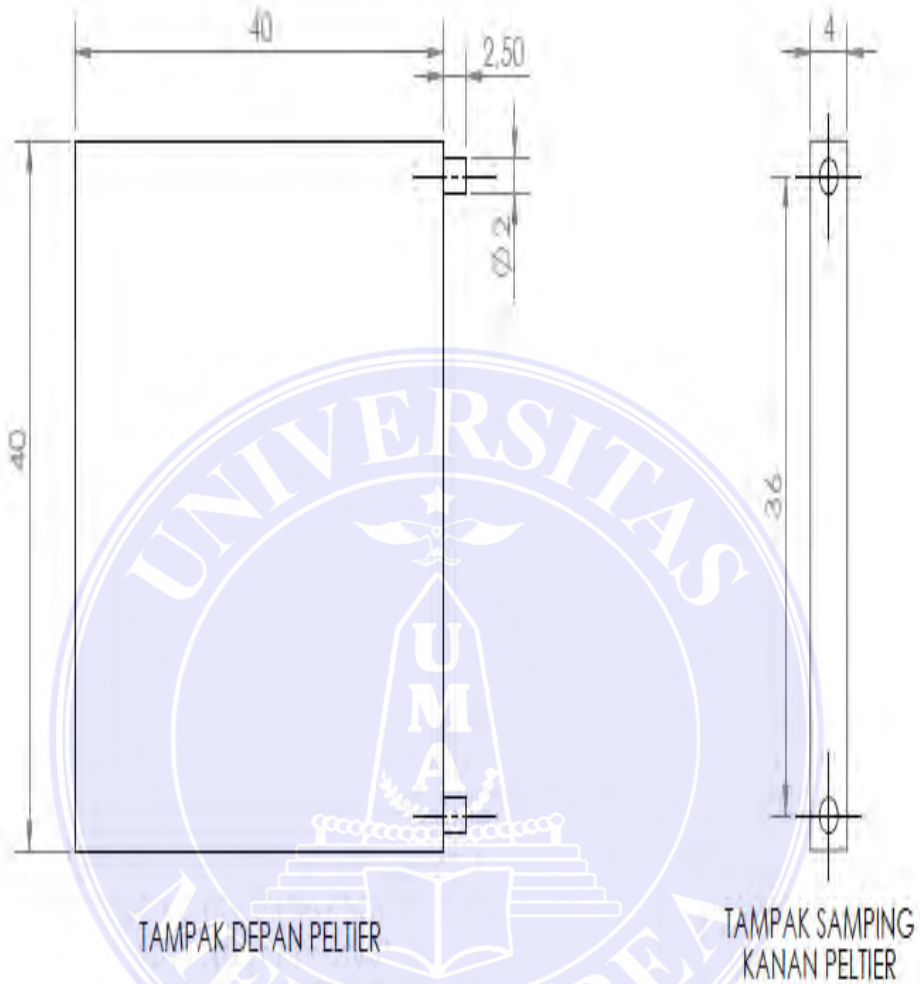
ΔT_{max} = 62.0 - 70.6°C -dry N_2

Q_{max} = 21.3 - 23.6 Watts

I_{max} = 9.36 - 9.24 A

V_{max} = 3.48 - 3.88 V

AC Resistance = 323×10^{-3} Ohm



Gambar 3.7. Sketsa Peltier

c. Heatsink.

Heatsink adalah benda yang memperluas transfer panas dari komponen lain dan sebagai elemen pendingin. Pada penelitian ini, benda tersebut diletakkan berhubungan dengan air. (Gambar 3.8.)

Dimensi:

Bahan Material = Aluminium

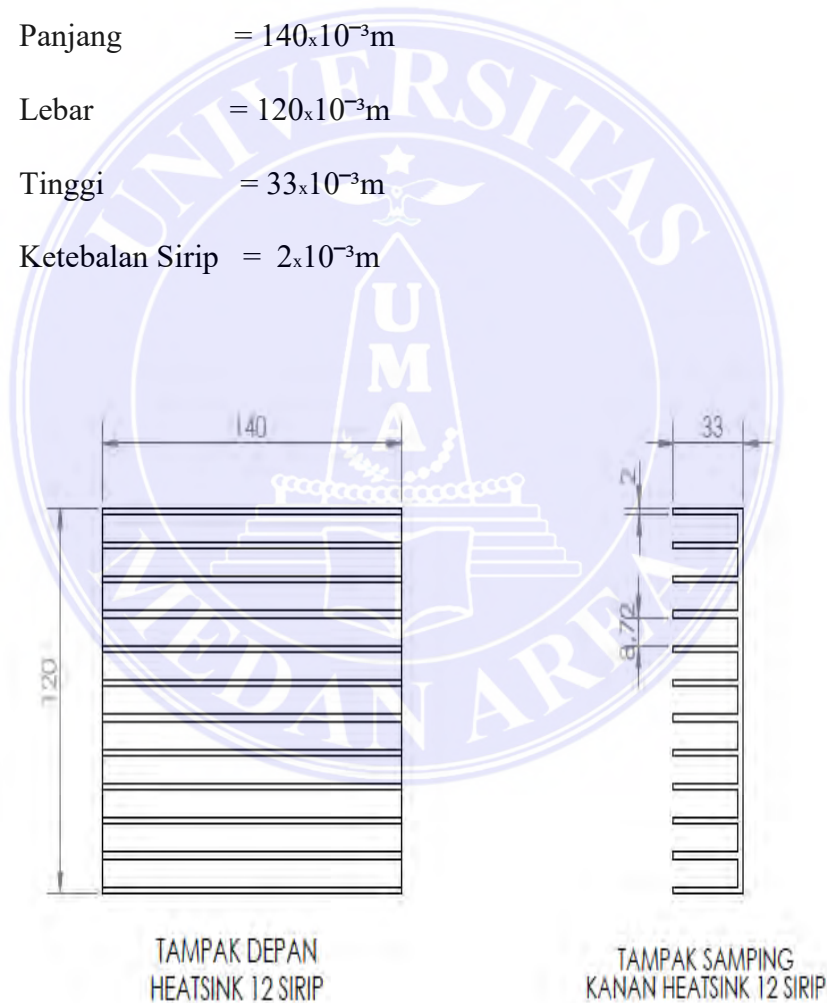
Jumlah sirip = 12

Panjang = $140 \times 10^{-3} \text{m}$

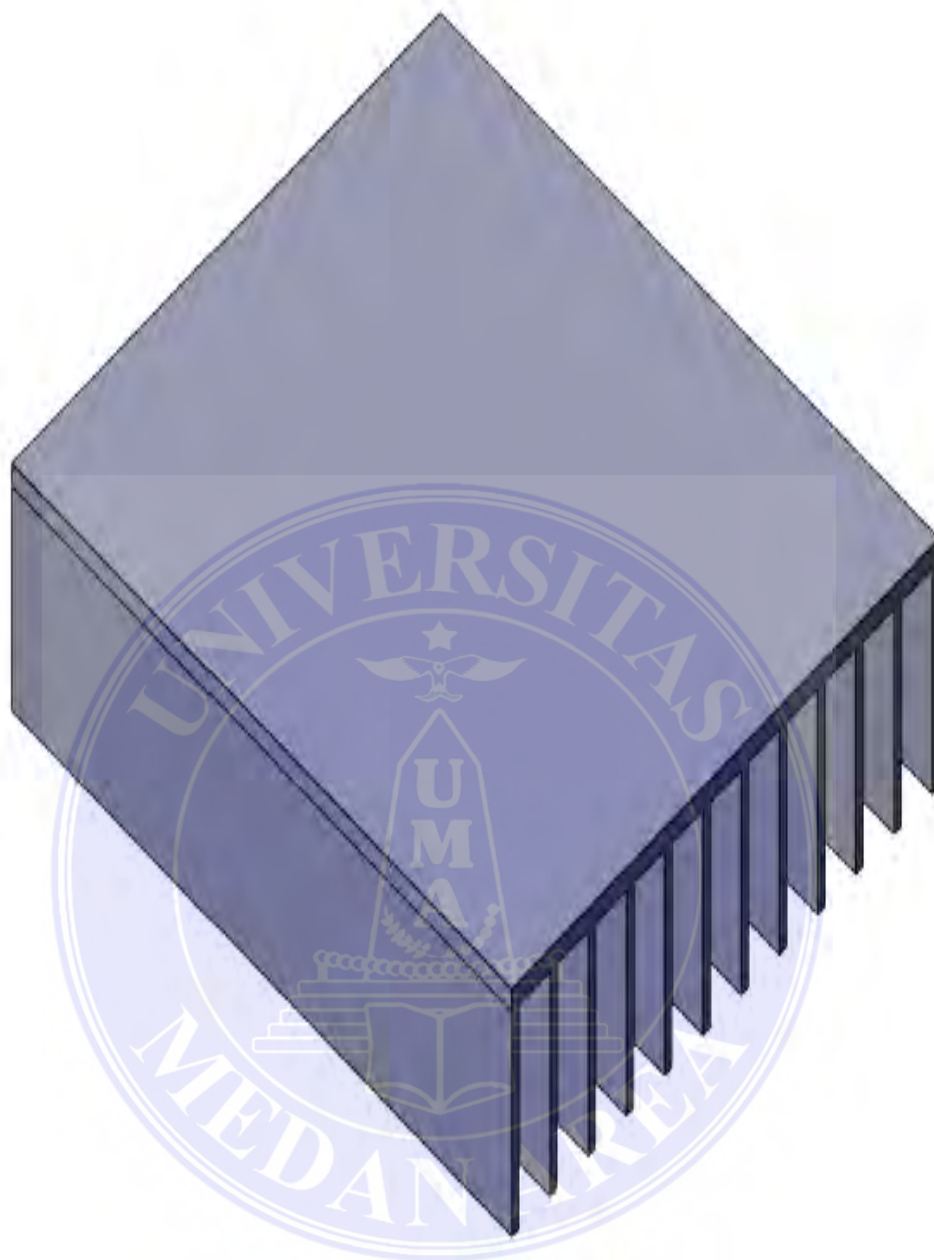
Lebar = $120 \times 10^{-3} \text{m}$

Tinggi = $33 \times 10^{-3} \text{m}$

Ketebalan Sirip = $2 \times 10^{-3} \text{m}$



Gambar 3.8 Sketsa Heatsink 12 Sirip



Gambar 3.9. 3D Heatsink 12 Sirip

d. Galon Air.

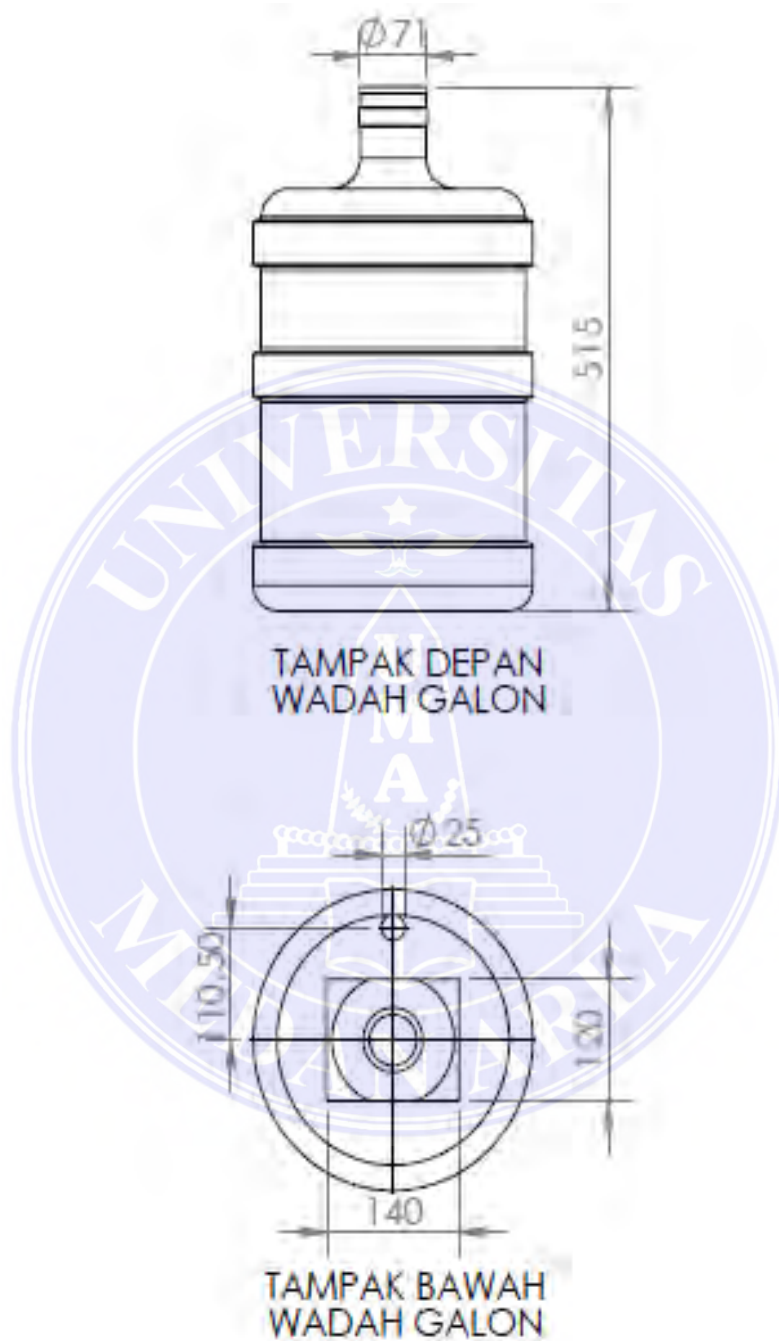
Galon air secara Universal diartikan sebagai ukuran air. Di Amerika Serikat gallon disebut satuan ukuran dimana dapat dinamai “five-gallon bottle” artinya kapasitas lima gallon air dikonversikan kedalam liter hasilnya yaitu 19 liter air . Pada penelitian ini gallon air digunakan sebagai wadah air atau elemen pendinginan.(Gambar 3.10.).

Dimensi:

Bahan material	= Plastik
Volume Galon	= 19 liter
Panjang	= $515 \times 10^{-3} \text{m}$
Diameter luar	= $276 \times 10^{-3} \text{m}$
Diameter dalam	= $56 \times 10^{-3} \text{m}$



Gambar 3.10 . Wadah Galon Air.



Gambar 3.11. Sketsa Wadah Galon

3.4. Metode Penelitian.

Ada beberapa metode penelitian yang dapat digunakan,yaitu:

- a. Metode eksperimen yaitu melalui pengamatan langsung.
- b. Metode pengujian karakteristik heatsink terhadap fluida.

3.4.1. Sistematika Penelitian

Sistematika pada analisis ini pengaruh kinerja thermoelektrik generator dan heatsink terhadap suhu.

- a. Studi literatur
- b. Observasi tempat penelitian guna untuk mendapatkan cahaya matahari yang akurat .
- c. Pengumpulan data-data setelah penlitian .
- d. Melakukan perhitungan terhadap bilangan Reyleight .
- e. Melakukan perhitungan terhadap bilangan Nusselt Number.
- f. Melakukan perhitungan terhadap effisiensi dan laju perpindahan panas pada sirip heatsink.
- g. Menarik Kesimpulan.

3.4.2. Prosedur Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi 4 tahap untuk mendapatkan data yang akurat dan logis. Adapun tahapan prosedur sebagai berikut :

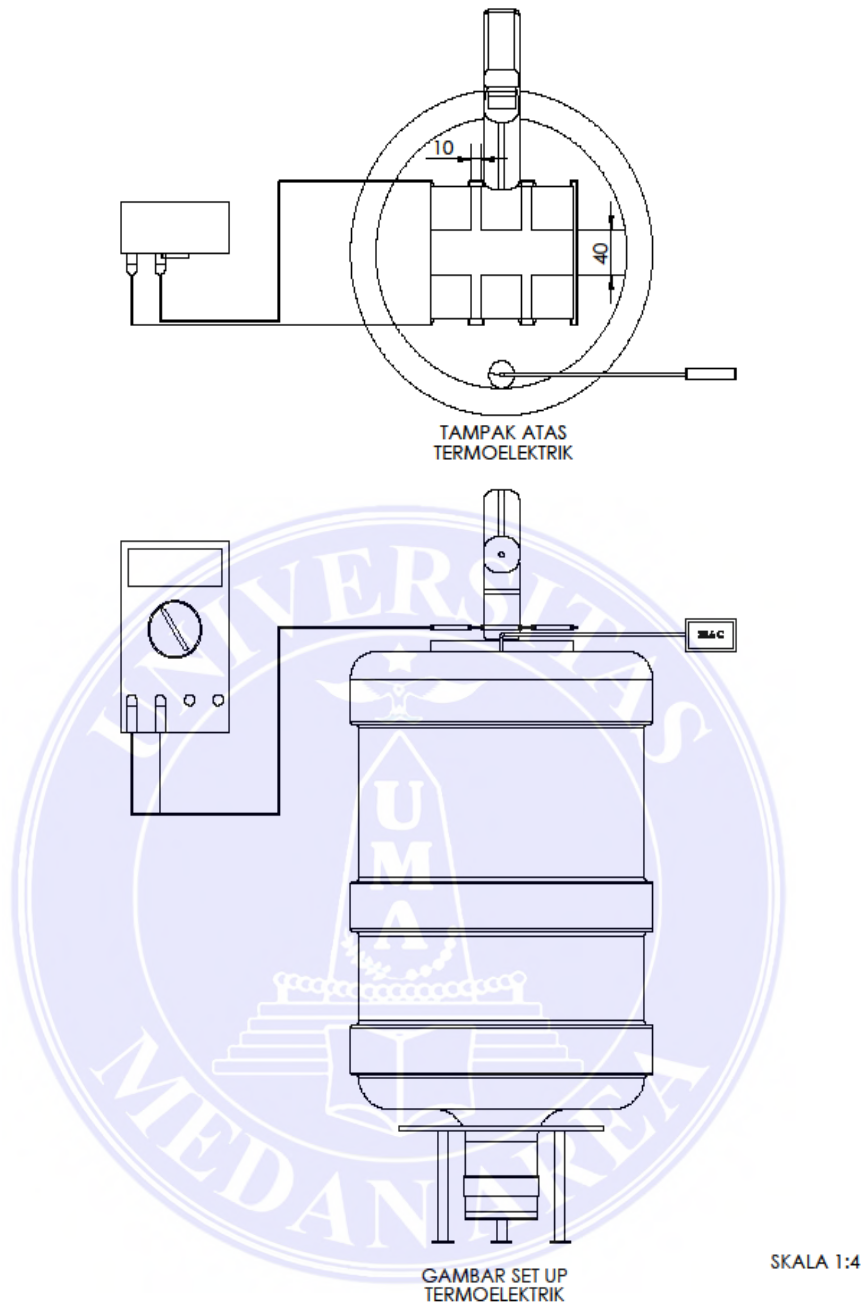
- a. Persiapan alat dan bahan telah dipersiapkan untuk melaksanakan percobaan dan pengambilan data.
- b. Melakukan pengoperasian

- c. Menyusun dan merangkai susunan seri pada komponen Peltier dan heatsink.
- d. Mengisi air pada wadah gallon.
- e. Meletakkan komponen yang sudah tersusun dengan tempat yang sudah disesuaikan.
- f. Analisis Data .

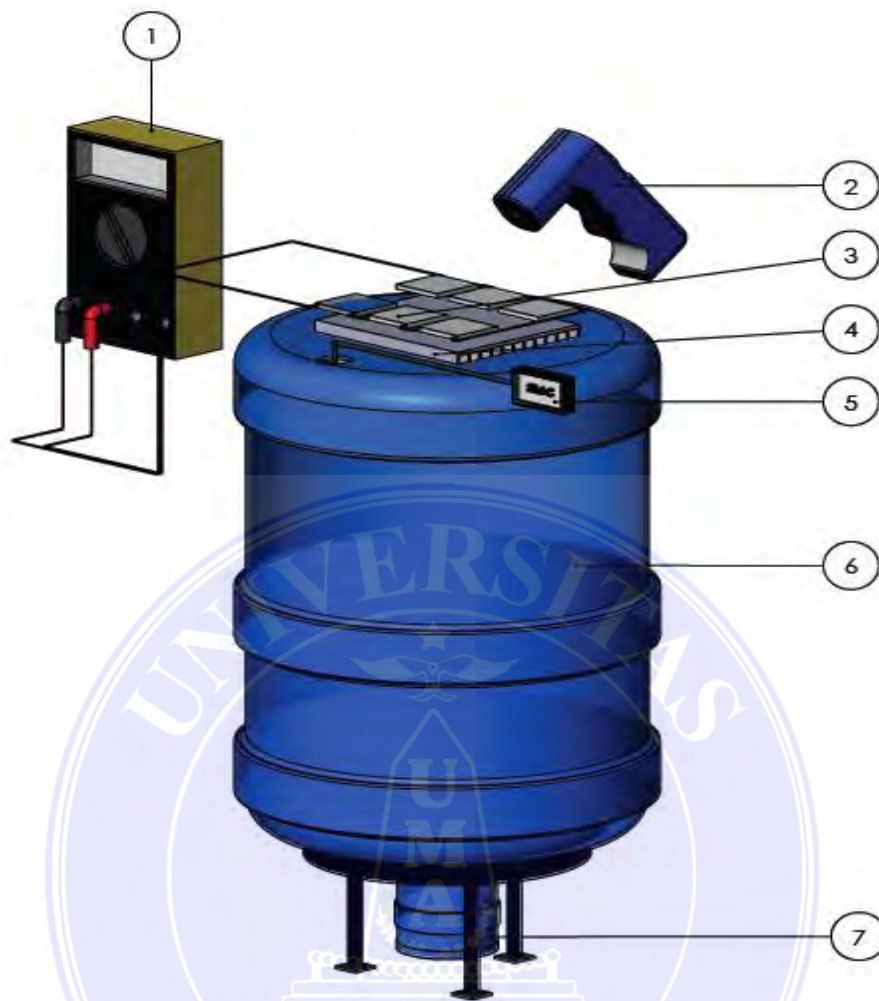
Pengambilan data dilakukan pada saat terjadinya panas dan menghasilkan aliran listrik maka setiap alat ukur akan bekerja dan menampilkan data-data perubahan suhu, tegangan, kuat arus yang masuk pada thermoelektrik generator. Data kemudian dicatat dan diolah.

3.5. Sketsa Gambar Rancangan Penelitian.

Sketsa gambar perancangan adanya rancangan penelitian ini terdapat sketsa untuk mempermudah mengetahui, menilai, dan peneliti mudah menjelaskan perancangan akan yang dirancang bangun dan dianalisis setiap perbandingan yang sudah ditentukan. Berikut gambar . merupakan sketsa alat/ sistem dalam penelitian ini. (Gambar 3.12.)



Gambar 3.12. Sketsa Rancangan



Gambar 3.13. Gambar 3d Keseluruhan

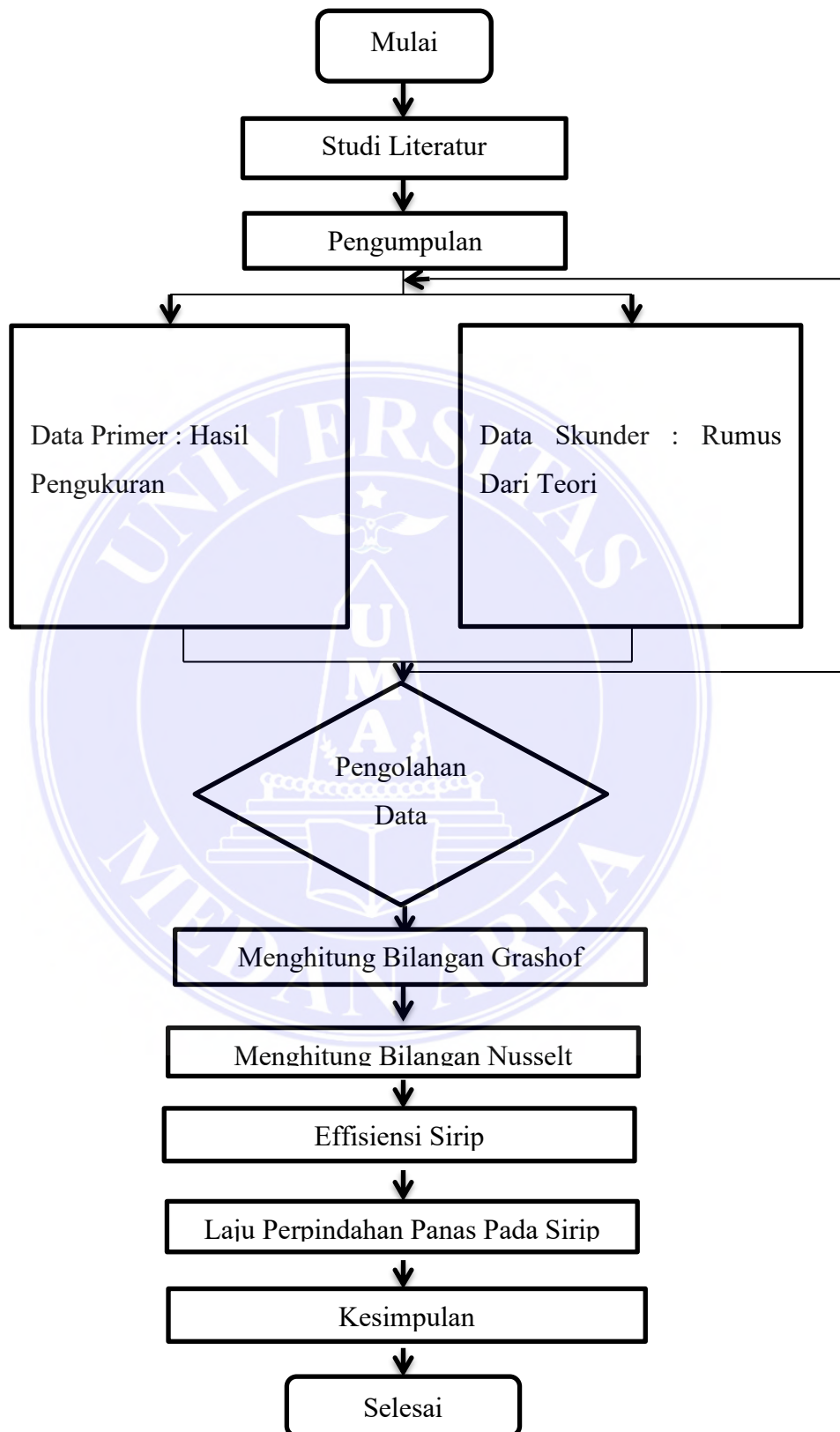
Berikut merupakan keterangan bahan yang digunakan pada saat penelitian.

Spesifikasi bahan penelitian dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Spesifikasi Gambar Rancangan

No.	Bagian
1	Multitester
2	Thermogun
3	Perltier
4	Heatsink
5	Digital Termometer
6	Galon Air
7	Tempat Dudukan Galon

3.6. Diagram Alir Penelitian



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan Penelitian ini hasil pengujian dan hasil perhitungan yang telah dilakukan maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil dari kinerja termoelektrik sebagai berikut:
2. Hasil rata-rata pada tegangan output (2,2V), Hasil rata-rata pada arus output (0,00172A) dan pengaruh perbedaan temperatur terhadap daya output dari perhitungan rumus koefisien seeback adalah (0,79 V/°C)
3. Hasil dari kinerja elemen peltier mendapatkan hasil daya sebesar (0,0037906 W)
4. Effisiensi sirip heatsink (82 %)
5. Laju perpindahan panas pada sirip heatsink (5,38 W/m.°C)

5.2. Saran

1. Setelah penelitian dilakukan penulis menyarankan untuk menentukan Effisiensi pada penelitian berikutnya menggunakan aliran paksa atau turbolens dengan menambahkan alat bantu seperti kipas.
2. Untuk penelitian berikutnya di sarankan menggunakan Wadah fluida yang lebih akurat dan besar supaya pada saat penelitian berikutnya bisa terlihat jelas pada saat dilakukan pengamatan pada benda kerja .
3. Pada penelitian yang telah dilakukan menggunakan elemen peltier dengan jumlah 6 buah dan untuk penelitian berikutnya di saran kan menambah elemen peltier dengan 8 buah atau lebih supaya tegangan dan arus bisa lebih akurat dan maksimal .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. M. Sya'rani D, I. D. Sara, and L. Hilma Sari, "Pengaruh Heatsink Terhadap Kinerja Modul Surya," *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 1, p. 13, 2019.
- [2] H. Rafika, R. I. Mainil, and A. Aziz, "Kaji Eksperimental Pembangkit Listrik Berbasis Thermoelectric Generator (Teg) Dengan Pendinginan Menggunakan Udara," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 15, no. 1, pp. 7–11, 2017.
- [3] A. Wahid, Junaidi, and M. Arsyad, "Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik Di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura," *J. Tek. Elektro UNTAN*, vol. 2, no. 1, p. 10, 2014.
- [4] J.P. HOLMAN, *Heat Transfer Ninth Edition*, Ninth. New York, 2002.
- [5] K. Eko, "Perhitungan Perpindahan Panas Konduksi Pada Pengujian Flammability dan Matrial Plastik Sebagai Media Pengujian," *J. Sains Teknol.*, vol. VOL.02 NO., pp. 92–109, 2018.
- [6] I. Supu, B. Usman, S. Basri, and Sunarmi, "Pengaruh Suhu Terhadap Perpindahan Panas Pada Material Yang Berbeda," *J. Din.*, vol. 7, no. 1, pp. 62–73, 2016.
- [7] E. S. A. Putra and W. Rhamadhani, "Pengaruh Jumlah Sirip Pendingin Heatsink dan Level Indikator Pendingin Kulkas terhadap Daya Output yang dihasilkan dari Termoelektrik Generator TEC 12706 yang menjadikan Kompresor Kulkas sebagai Sumber Energi Panas," *Publ. Online Mhs. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2018.
- [8] B. Yuniyanto, "Pengujian Perpindahan Panas Konveksi Pada Heat Sink Jenis Extruded," *Rotasi*, vol. 10, 2008.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Perhitungan Kinerja Termoelektrik.

- a) Hasil perhitungan Koefesien Seeback persamaan dasar (2.2.) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\alpha_{pn} &= \frac{V}{\Delta T} \\ &= 2,2 / 2,8 \\ &= 0,79 \text{ (V}^{\circ}\text{C)}\end{aligned}$$

Dimana =

α_{pn} = Koefesien Seeback (V/ $^{\circ}$ C)

V = Tegangan Rata-Rata Yang Dihasilkan (2,2V)

ΔT = Perbedaan Temperatur (2,8 $^{\circ}$ C)

- b) Hasil perhitungan mencari efek seeback dengan menggunakan persamaan (2.1.) .

$$\begin{aligned}E &= \alpha_{pn} \cdot (T_2 - T_1) \\ &= 0,79 \text{ (V}^{\circ}\text{C)} \cdot 34 - 31,2 \text{ (}^{\circ}\text{C)} \\ &= 0,79 \text{ (V}^{\circ}\text{C)} \cdot 2,8 \text{ (}^{\circ}\text{C)} \\ &= 2,2 \text{ (V)}\end{aligned}$$

Dimana =

E = GGL (Gerak Gaya Listrik) termal seeback (v)

α_{pn} = Koefesien Seeback (0,79 V/ $^{\circ}$ C)

T₂ = Temperatur Panas (34 $^{\circ}$ C)

T₁ = Temperatur Dingin (31,2 $^{\circ}$ C)

Lampiran 2. Laju Perpindahan Panas

- a) Berikut perpindahan panas secara konduksi dapat menggunakan persamaan (2.1).

$$q = -k.A . \frac{dT}{dX}$$

$$q = -202 (W/^0C) . 1,68 (m^2) . 2 \times 10^{-3} (^0C/m)$$

$$q = -6,8 W/m^2^0C$$

Dimana :

q = Laju perpindahan panas (W)

k = konduktivitas material (202 W/m.⁰C)

A = Luas Penampang (1,68m²)

dT = Perubahan suhu (⁰C)

dX = Ketebalan bahan (m)

Berikut untuk koveksi bebas dapat menggunakan persamaan (2.9),(2.10) dan (2.11) sebagai berikut:

- b) Nilai Bilangan Prandelt.

Berdasarkan data yang telah di peroleh untuk mencari laju perpindahan panas bebas. Dengan menggunakan persamaan (2.9) maka diperoleh nilai bilangan prandelt terlebih dahulu sebagai berikut :

$$Pr = \frac{Cp \cdot \mu}{k}$$

$$Pr = \frac{4,174(kj/kg.^0C) \cdot 7,65(kg/s.m)}{202 (W/m^0C)}$$

$$= 0.1580$$

Dimana :

C_p = Kalor Spesifik Fluida Pada Tekanan tetap, (4,174kJ/kg, °C)

k = Konduktifitas Termal (202 W/m °C)

μ = Viskositas Dinamik (7,65 kg/s.m)

Setelah mendapatkan nilai bilangan *Prandelt* berikut nya akan menentukan bilangan *grashof* , maka akan mendapatkan hasil dari bilangan *Rayleigh* dengan menggunakan persamaan (2.10) sebagai berikut :

c) Nilai Bilangan Reyleight.

$$Ra = Gr.Pr = \frac{g \beta (T_w - T_\infty) L^3}{\nu^2} Pr$$

$$Ra = Gr.Pr = \frac{9,81(m/s^2). 3,25 \times 10^{-3} (1/K) . 31,7 - 31,2 (^\circ C) . 0,14^3 (mm)}{49,89 \times 10^{-4} (m^2/s)}$$

$$= (14,09 \times 10^{11}).(0,1580)^{1/3}$$

$$= 7,42$$

Dimana :

Gr = Bilangan Grashof (14,09 x 10¹¹)

Pr = Bilangan Prandelt (0,1580)^{1/3}

g = Gravitasi Bumi (9,81 m/s²)

β = 1/T_f (°C⁻¹)

T_w = Suhu Dinding (36 °C)

T_∞ = Suhu Fluida (32 °C)

L = Panjang Karakteristik (0,14³mm)

ν^2 = Viskoitas Kinematik, (49,89 x 10⁻⁴(m²/s)

d) Nilai Bilangan Nusselt.

Berikut untuk mencari nilai dari bilangan nusselt menggunakan persamaan

(2.11) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Nu_L &= 0,16 \cdot (Gr.Pr)^{1/3} \\ Nu_L &= 0,16 (14,09 \times 10^{11}) \cdot (0,158)^{1/3} \\ &= 1,2 \end{aligned}$$

Berikut koefisien konveksi (h) =

$$\begin{aligned} h &= \frac{Nu_L \cdot k}{L^3} \\ &= \frac{1,2 \cdot 202}{(0,14)^3} \\ &= (8,19 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}) \end{aligned}$$

Dimana :

Nu_L = Bilangan Nusselt (1,2)

K = Konduktivitas Termal Fluida, (202 W/m $^\circ\text{C}$)

h = Koefisien Perpindahan Kalor Konveksi (8,19 W/m 2 $^\circ\text{C}$)

L = Panjang Karakteristik. (0,14m) 3

Jika sudah ditentukan nilai dari bilangan Prandelt , Reyleight dan Nuselt maka hasil Koefisien Konveksi nya yaitu (8,19 W/m 2 $^\circ\text{C}$)

Berikut nya setelah ditentukan parameter untuk nilai dari koefisien konveksi nya dapat kita tentukan perpindahan panas konveksi.

Berikut persamaan dasar (2.8) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_{konv} &= h \cdot A (T_w - T_\infty) \\ &= 8,19 \cdot 1,68 \cdot (31,7 - 31,2) \\ &= 68,8 \text{ kj/s atau W} \end{aligned}$$

Dimana:

q = Laju Perpindahan Panas (kj/s atau W).

h =Koefisien perpindahan Panas Konveksi (8,19W/m².° C).

A =Luas Penampang (1,68 m²).

T_w =Temperature Dinding (31,7°C).

T_{∞} =Temperature fluida (31,2°C).

dX = Ketebalan bahan (m)

Lampiran 3. Hasil Dari Daya Listrik

a) Berikut Persamaan dasar (2.5) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P &= V \cdot I \\ &= 2,2 \text{ (V)} \cdot 0,00172 \text{ (A)} \\ &= 0,0037906 \text{ (W)} \end{aligned}$$

Dimana:

P = Daya Listrik (W)

V = Tegangan (2,2 V)

I = Arus Listrik (0,00172 A)

Berdasarkan hasil dari pengujian dan perhitungan kinerja elemen perltier pada saat beroperasi maka menghasilkan daya sebesar 0,00309264 (W).

Lampiran 4. Effisiensi 12 Sirip

a) Effisiensi Sirip Heatsink.

Berikut pada saat koefesien konveksi nya telah diketahui ,maka selanjutnya akan menentukan Effisiensi sirip.

Dengan menggunakan persamaan (2.13)

$$Lc^{3/2} \cdot (h.k.A_m)^{1/2}$$

$$L_c = L + \frac{t}{2}$$

$$L_c = 0,14 + \frac{0,002}{2}$$

$$L_c = 0,14 + 0,001$$

$$L_c = 0,141$$

$$h = 8,19$$

$$k = 202$$

$$A_m = \text{tebal} \times L_c$$

$$= 0,002 \times 0,141$$

$$A_m = 0,000282$$

$$L_c^{3/2} \cdot (h \cdot k \cdot A_m)^{1/2}$$

$$= 0,141^{1/2} \cdot \left(\frac{8,19}{202/0,000282} \right)^{1/2}$$

$$= 0,52945 \cdot (143,77)^{1/2}$$

$$= 0,52945 \cdot 11,99$$

$$= 0,63$$

Berikut nya setelah mendapatkan hasil pada persamaan (2.13) maka akan mendapat kan hasil efisiensi sirip menggunakan Effisiensi Fin Percent pada gambar (4.6).

$$\frac{1-0,63}{1-0,5} = \frac{x}{13}$$

$$\frac{0,37}{0,5} = \frac{x}{13}$$

$$x = \frac{4,81}{0,5}$$

$$x = 9,62 \text{ (mm)}$$

Maka hasil perhitungan dari gambar (4.6) pada sumbu x adalah 9,62. Berikutnya langkah untuk mencari Effisiencinya pada gambar (4.6).

$$\frac{9,5}{10,5} = \frac{100-\eta}{100-80}$$

$$0,90 = \frac{100-\eta}{20}$$

$$18 = 100 - \eta$$

$$\eta = 100-18$$

$$\eta = 82 \%$$

Lampiran 5. Laju Perpindahan Panas Pada Sirip

a) Laju Perpindahan Panas Pada Sirip .

Berikut nya akan menentukan laju perpindahan panas pada sirip heatsink dengan menggunakan persamaan (2.14). Sebagai berikut :

$$\begin{aligned} q_f &= (\tanh mL_c) (\sqrt{h \cdot P \cdot k \cdot A \cdot \Theta}) \\ q_f &= (6,85 \cdot 0,141) (\sqrt{8,19 \cdot 0,00284 \cdot 202 \cdot 1,68 \cdot 4}) \\ q_f &= (0,96) (\sqrt{31,57}) \\ q_f &= 0,96 \cdot 5,61 \\ q_f &= (5,38 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}) \end{aligned}$$

Dimana:

- h = Koefisien konveksi (W/m.⁰C)
- p = Keliling sirip (cm)
- k = Konduktivitas termal bahan (W/m.⁰C)
- A = Luas penampang (m²)
- L = Tebal sirip (mm)
- Θ = Perbedaan Suhu

Maka dapat ditentukan hasil dari laju perpindahan panas per sirip nya sebesar (5,38 W/m.⁰C)