

**ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA PEMBANGKIT
TERMOELEKTRIK DENGAN MEDIA PENDINGIN ALIRAN
STATIS DAN ALIRAN DINAMIS**

SKRIPSI

**OLEH:
PEBRIANTA GINTING
178130101**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 1/12/23

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

CS Dipindai dengan CamScanner

Access From (repository.uma.ac.id)1/12/23

**ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA PEMBANGKIT
TERMOELEKTRIK DENGAN MEDIA PENDINGIN ALIRAN
STATIS DAN ALIRAN DINAMIS**

SKRIPSI

OLEH:

**PEBRIANTA GINTING
178130101**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 1/12/23

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



Dipindai dengan CamScanner

Access From (repository.uma.ac.id)1/12/23

HALAMAN JUDUL

**ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA PEMBANGKIT
TERMoeLEKTRIK DENGAN MEDIA PENDINGIN ALIRAN
STATIS DAN ALIRAN DINAMIS**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin
Universitas Medan Area**



**OLEH:
PEBRIANTA GINTING
178130101**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 1/12/23

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



Dipindai dengan CamScanner

Access From (repository.uma.ac.id)1/12/23

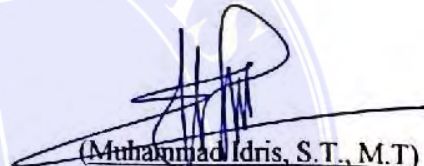
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Analisis Perbandingan Kinerja Pembangkit Termoelektrik
Dengan Media Pendingin Aliran Statis dan Aliran Dinamis
Nama Mahasiswa : Pebrianta Ginting
NIM : 178130101
Bidang Keahlian : Konversi Energi

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



(Indra Hermawan, S.T., M.T)
Pembimbing I



(Muhammad Idris, S.T., M.T)
Pembimbing II



(Dr. Bahriyah, S.Kom., M.Kom)
Dekan



(Muhammad Idris, S.T., M.T)
Ka. Prodi

Tanggal Lulus : 03 Oktober 2023

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 Mei 2023



Pebrianta Ginting
178130101

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Pebrianta Ginting
NPM : 178130101
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 Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: Analisis Perbandingan Kinerja Pembangkit Termoelektrik Dengan Media Pendingin Aliran Statis Dan Aliran Dinamis.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Medan
Pada tanggal: 28 Mei 2023
Yang menyatakan

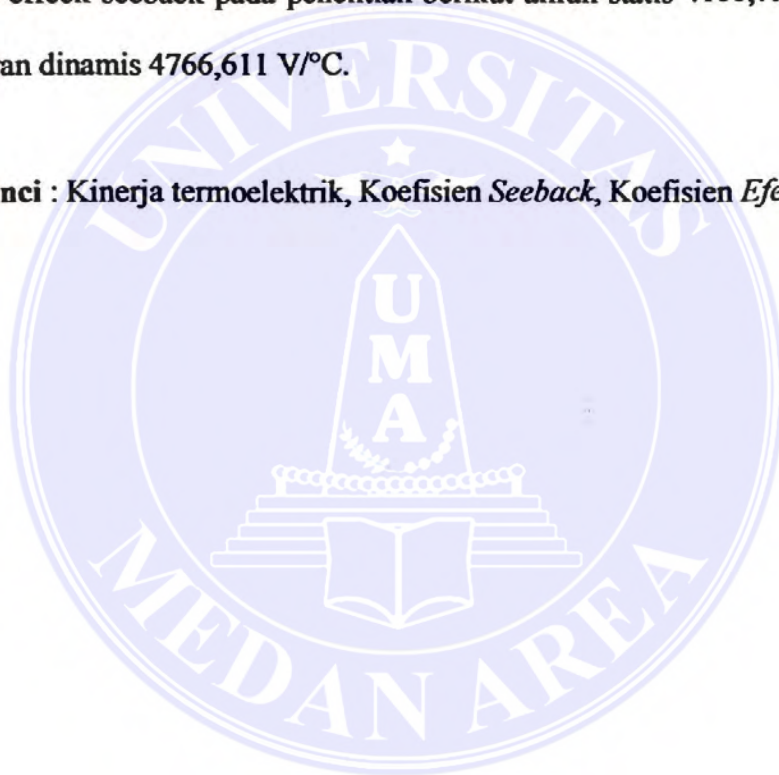


Pebrianta Ginting
(178130101)

ABSTRAK

Berdasarkan penelitian ini hasil pengujian dan hasil perhitungan yang telah dilakukan maka di dapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut: Hasil dari kinerja termoelektrik terdapat hasil rata rata tegangan output pada aliran statis 5,12 V dan pada aliran dinamis 5,10 V dan hasil dari perbedaan temperatur daya outputnya dari perumusan koefisien seeback aliran statis yaitu 205,496 V/°C dan koefisien seeback pada aliran dinamis sebesar 193,376 V/°C. Dan nilai tegangan tertinggi effect seeback pada penelitian berikut aliran statis 4100,798 V/°C, dan pada aliran dinamis 4766,611 V/°C.

Kata kunci : Kinerja termoelektrik, Koefisien *Seeback*, Koefisien *Efek Seeback*.



ABSTRACT

Based on this research, the results of the tests and the results of the calculations that have been carried out, the following conclusions can be obtained: The results of the thermoelectric performance show that the average output voltage results for a static flow of 5.12 V and for a dynamic flow of 5.10 V and the result of the difference in power temperature the output is from the formulation of the static flow seeback coefficient of 205,496 V/°C and the dynamic flow seeback coefficient of 193,376 V/°C. And the highest value of effect seeback voltage in the following studies is static flow 4100,798 V/°C, and in dynamic flow 4766,611 V/°C.

Keywords: *Thermoelectric performance, Seeback Coefficient, Seeback Effect Coefficient.*

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Pebrianta Ginting dilahirkan di Medan pada tanggal 22 Februari 1999, anak dari Pelita Ginting dan Yasmaria br Sembiring. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara. Penulis pertama kali menempuh pendidikan di SD Budi Murni 2 Medan pada tahun 2005 dan selesai pada tahun 2011 dan pada tahun yang sama melanjutkan pendidikan di SMP Budi Murni 2 Medan dan selesai pada tahun 2014, kemudian pada tahun 2014 melanjutkan pendidikan di SMKN 2 Medan, di SMK ini penulis mengambil Jurusan TKR (Teknik Kendaraan Ringan) dan selesai pada tahun 2017. Kemudian pada tahun 2017 melanjutkan pendidikan di Universitas Medan Area sampai 2023.



KATA PENGANTAR

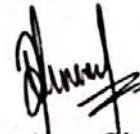
Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah Analisis Perbandingan Kinerja Pembangkit Termoelektrik Dengan Media Pendingin Fluida Statis Dan Fluida Dinamis

Terima kasih penulis sampaikan kepada Indra Hermawan, ST., MT dan Muhammad Idris, ST., MT selaku pembimbing yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan Bersama Motor yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkap terimakasih juga disampaikan kepada ayah Pelita Ginting dan ibu Yasmaria br Sembiring, serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir/skripsi, tesis ini masih memiliki kekurangan, oleh karena kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir/skripsi, tesis ini. Penulis berharap tugas akhir/skripsi/tesis ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat, akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

Medan, 03 Oktober 2023

Penulis



Pebrianta Ginting

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRAK.....	v
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Hipotesis Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Kinerja Thermoelektrik	4
2.2. Perpindahan Kalor	8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2. Bahan dan Alat	12
3.3. Metode penelitian	20
3.4. Populasi dan Sampel.....	20
3.5. Prosedur Kerja.....	22
3.5.1. Diagram Alir Penelitian.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Hasil	24
4.2. Pembahasan	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1. Kesimpulan	40
5.2. Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41

DAFTAR GAMBAR

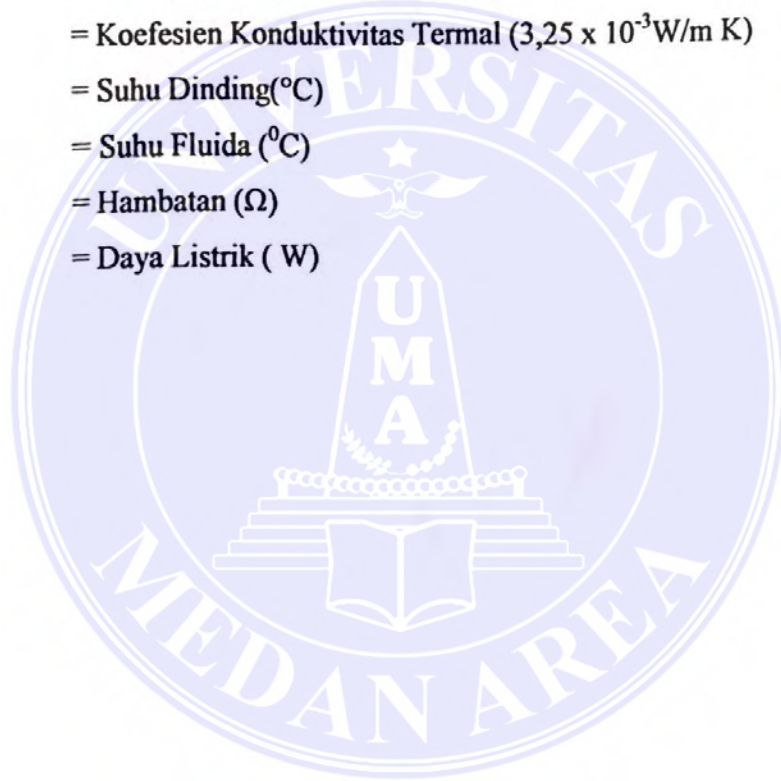
Gambar 2.1. Struktur TEG	5
Gambar 3.1. <i>Multitester</i>	12
Gambar 3.2. <i>Thermogun</i>	13
Gambar 3.3. <i>Thermometer Aquarium</i>	14
Gambar 3.4. Tempat duduk	14
Gambar 3.5. <i>Peltier TEG</i>	15
Gambar 3.6. <i>Sketsa Peltier</i>	16
Gambar 3.7. <i>Sketsa Heatsink 12 Sirip</i>	17
Gambar 3.8. <i>3D Heatsink 12 Sirip</i>	17
Gambar 3.9. Pompa Air	18
Gambar 3.10. Wadah Galon Air	19
Gambar 3.11. <i>Sketsa Wadah Galon</i>	19
Gambar 3.12. <i>Sketsa Rancangan</i>	21
Gambar 3.13. <i>Gambar Keseluruhan</i>	21
Gambar 3.14. <i>Diagram Alir</i>	23
Gambar 4.1. <i>Diagram Pengujian Tegangan Perbedaan Temperatur</i>	35
Gambar 4.2. <i>Pengujian Arus Perbedaan Temperatur</i>	36
Gambar 4.3. <i>Perbandingan Nilai Reyleight</i>	36
Gambar 4.4. <i>Perbandingan Nilai Nusselt</i>	37
Gambar 4.5. <i>Perbandingan Suhu Plat</i>	38
Gambar 4.6. <i>Perbandingan Suhu Air</i>	38
Gambar 4.7. <i>Perbandingan Hambatan Statis dan Dinamis</i>	39

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian	11
Tabel 3.3. Spesifikasi Gambar Rancangan	22
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Tegangan Terhadap Perbedaan Temperatur Aliran Statis	24
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Tegangan Terhadap Perbedaan Temperatur Aliran Paksa	24
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Koefesien Seeback Dan Effeck Seeback Aliran Statis.....	25
Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Koefesien Seeback Dan Effeck Seeback Aliran Dinamis	26
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Daya Listrik Aliran Statis.....	28
Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Daya Listrik Aliran Dinamis.....	29
Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Laju Perpindahan Panas Statis	30
Tabel 4.8. Hasil Perhitungan Laju Perpindahan Panas Dinamis.....	30

DAFTAR NOTASI

q	= Laju perpindahan panas(W)
E	= GGL (Gerak Gaya Listrik) termal <i>seeback</i> (V)
α_{pn}	= Koefesien <i>Seeback</i> (V/°C)
V	= Tegangan rata-rata yang dihasilkan (V)
ΔT	= Perubahan suhu (°C)
T	= Temperatur (K)
I	= Arus listrik (A)
dT	= Perubahan suhu (°C)
g	= Percepatan Gravitasi (9,81 m/s ²)
β	= Koefesien Konduktivitas Termal (3,25 x 10 ⁻³ W/m K)
T_w	= Suhu Dinding(°C)
T_{∞}	= Suhu Fluida (°C)
R	= Hambatan (Ω)
P	= Daya Listrik (W)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi yang semakin pesat menyebabkan kebutuhan energi semakin tinggi, terutama energi listrik. Manusia sangat bergantung pada energi listrik untuk menjalankan tugas sehari-hari. Bahkan sampai saat ini, minyak bumi masih menjadi sumber energi listrik. Namun, cadangan pasokan minyak bumi semakin menipis karena jumlah penduduk yang terus bertambah.

Solusi untuk masalah ini adalah energi matahari, yang juga ramah lingkungan. Seperti diketahui, Indonesia terletak di garis khatulistiwa yang mendapat sinar matahari melimpah selama 10 hingga 12 jam setiap hari, sepanjang tahun. Meskipun Indonesia memiliki potensi surya yang sangat besar 4,8 KWh/m, atau 1112.000 GWp—hanya 10 MWp yang benar-benar dimanfaatkan. Pemanfaatan energi surya sangat baik karena tidak bergantung pada bensin sebagai sumber energi utamanya, selain ramah lingkungan. Kita dapat menggunakan generator termoelektrik untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan panas dan radiasi cahaya.

Komponen termoelektrik (thermoelectric generator) berfungsi dengan mengubah energi panas secara langsung menjadi listrik. Komponen termoelektrik hanya diposisikan sedemikian rupa dalam rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin untuk menghasilkan energi. Bergantung pada jenis dan jumlah bahan yang digunakan, prototipe yang dikembangkan akan menghasilkan daya dalam jumlah tertentu. Penulis menggunakan enam generator termoelektrik tipe SP1848-27145SA dalam metode mereka menggunakan TEG sebagai sumber energi

listrik. Peneliti akan menggunakan wadah galon sebagai chiller ke dalam desain mereka.

1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Masalah yang dapat menentukan besar daya yang bisa didapatkan yaitu merancang agar panas yang dihasilkan setrika maksimal diterima oleh TEG, merancang plat aluminium sebagai penyimpan panas dari setrika untuk di teruskan ke TEG.

Peneliti akan memilih dan membatasi masalah dalam penelitian termoelektrik pada wadah galon ini untuk menyederhanakan parameter yang dihasilkan yaitu menggunakan media elemen panas yaitu setrika menggunakan plat aluminium tebal 1 mm.dari penelitian sebelumnya yang telah diteliti menggunakan sumber daya Energi Matahari,energi listrik yang dihasilkan tidak stabil atau berubah ubah,dan tidak dapat menghasilkan energi listrik yang merata karena suhu panas matahari yang diterima oleh termoelektrik tidak tetap.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian dan penulisan tugas akhir yaitu:

1. Mengetahui proses perakitan alat dengan menerapkan langsung sehingga penulis mampu menguasai dan mengaplikasikan alat.
2. Mengukur besar hasil tegangan dan arus yang dihasilkan oleh modul TEG menggunakan plat aluminium.
3. Menganalisis pengaruh perubahan temperatur suhu (ΔT) dengan media pendingin fluida statis dan fluida dinamis.

1.4 Hipotesis Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, perlu dirumuskan hipotesis yang merupakan dasar atau landasan dalam proses penelitian dan pengumpulan data. Selain itu hipotesis juga merupakan kesimpulan sementara terhadap masalah yang diteliti. Berdasarkan uraian diatas, hipotesis penelitian ini adalah aliran fluida sangat berpengaruh terhadap temperatur suhu air dan temperatur panas plat.

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini, diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu :

1. Mengetahui bahwa panas setrika dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik dengan menggunakan modul termoelektrik generator (TEG).
2. Mengetahui sistematika pemasangan alat pengujian dengan menggunakan media panas setrika dan plat aluminium sebagai penghantar panas ke modul termoelektrik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

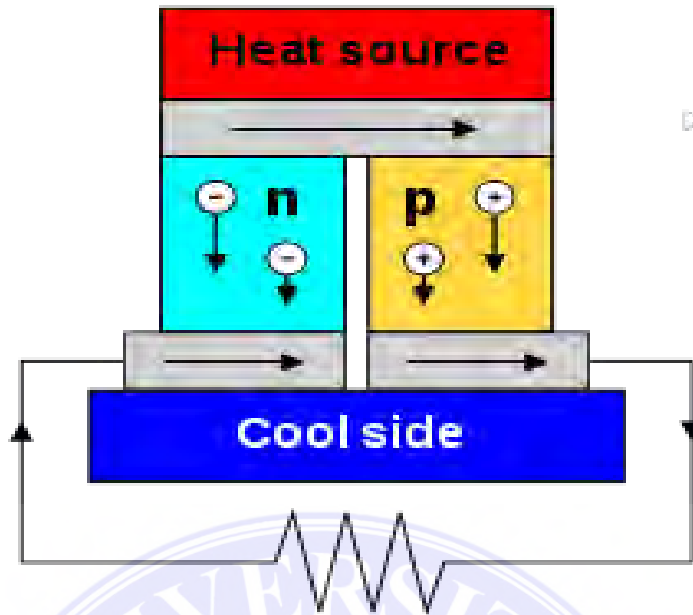
2.1 Kinerja Termoelektrik

Termoelektrik adalah teknologi yang bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi 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.

Jika diantara kedua permukaan termoelektrik terdapat perbedaan temperatur maka tegangan listrik dihasilkan dan tegangan tersebut dapat kita ukur melalui dua kabel termoelektrik dengan menggunakan voltmeter atau multitester. Jika perbedaan temperatur cukup besar, maka termoelektrik dapat menghidupkan sebuah lampu led kecil. Listrik yang dihasilkan pada termoelektrik generator adalah listrik searah (DC).

2.1.1 Prinsip Kerja Pada Thermoelektrik.

Prinsip kerja dari termoelektrik adalah dengan berdasarkan Efek Seebeck yaitu jika dua 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. Banyak susunan unsur tipe-N, atau bahan yang kekurangan elektron, dan susunan unsur tipe-P, atau bahan yang kelebihan elektron, terdapat dalam struktur TEG. Jika panas memasuki TEG dari satu sisi, ia juga akan keluar dari sisi yang berlawanan. Dapat kita lihat pada (Gambar 2.1) berikut.



Gambar 2. 1. Struktur TEG

Untuk keperluan pembangkit listrik tersebut umumnya bahan yang digunakan adalah bahan semikonduktor. Semikonduktor adalah bahan yang mampu menghantarkan arus listrik namun tidak sempurna. Bahan semikonduktor yang digunakan adalah bahan semikonduktor ekstrinsik. Terdapat tiga sifat bahan termoelektrik yang penting, yaitu:

1. Koefisien Seebeck (s)
2. Konduktivitas panas (k)
3. Resistivitas (ρ)

Efek Seebeck, efek Peltier, dan efek Thomson adalah tiga efek yang dapat digunakan untuk menentukan cara kerja generator termoelektrik.

a. Efeck Seebeck.

Efeck Seebeck merupakan fenomena yang mengubah perbedaan temperatur menjadi energi listrik. Jika ada dua bahan yang berbeda yang kemudian kedua ujungnya disambungkan satu sama lain maka akan terjadi dua sambungan dalam satu loop. Karena tegangan yang dihasilkan berbeda

untuk masing-masing bahan konduktor ini karena nilai koefisien Seebeck yang bervariasi. Koefisien juga menjelaskan bagaimana arus listrik dapat berpindah dari temperatur panas ke temperatur dingin ketika dipanaskan.

Tegangan dalam persamaan berikut memiliki kaitan dengan efek Seebeck:

$$E = \alpha p n \cdot (T_2 - T_1) \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

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

$\alpha p n$ = Koefesien *Seebeck* (V/°C)

T_2 = Temperatur Panas (°C)

T_1 = Temperatur Dingin (°C)

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

$$\alpha p n = V \Delta T \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

$\alpha p n$ = Koefesien *Seebeck* (V/°C)

V = Tegangan rata-rata yang dihasilkan (V)

ΔT = Perbedaan Temperatur (°C)

b. Efek Peltier

Berbeda dengan efek Seebeck, efek Peltier merupakan efek termoelektrik. Dapat dikatakan bahwa pengertian lain dari efek Petlier adalah suatu fenomena dimana energi panas dapat diserap oleh salah satu sambungan konduktor dan dilepaskan pada sambungan konduktor lainnya ketika suatu sambungan listrik mengalir dalam suatu rangkaian tertutup, atau dengan kata lain, efek Peltier dapat mengubah energi listrik menjadi perubahan

suhu. Efek Petlier ditemukan oleh seorang peneliti bernama Jean Petlier pada tahun 1834. Persamaan berikut digunakan untuk menentukan efek petlier:

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

Dimana:

Q_c = Panas pada terminal dingin (W)

Q_h = Panas pada terminal anas

α_{pn} = Koefisien *Seebeck*

T = Temperatur (K)

I = Arus listrik (A)

c. Efek Thomson

Pentingnya Efek Thomson selanjutnya akan dibahas. Efek Thomson terjadi ketika arus listrik mengalir melalui konduktor dengan perbedaan suhu yang signifikan, menyebabkan panas dilepaskan dan diserap saat konduktor sedang digunakan. Efek Peltier dapat dianggap dilanjutkan oleh efek Thomson. Karena proses pendinginan pada efek Thomson membutuhkan waktu yang sangat lama, material dengan konduktivitas rendah berdampak pada penggunaan daya yang sangat besar untuk proses pendinginan.

$$Q_t = \tau \cdot I \cdot dT/dx \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

Q_t = Panas thomson (W/cm)

τ = Koefesien thomson (V/K)

dT/dx = Gradien temperatur semikonduktor

I = Arus listrik yang mengalir (A)

2.2 Perpindahan Kalor

Ilmu tentang perpindahan energi yang disebabkan oleh variasi temperatur antara benda atau bahan dikenal dengan istilah perpindahan kalor. Kita dapat menyimpulkan dari termodinamika bahwa energi yang ditransmisikan dikenal sebagai panas atau disebut juga panas (*Heat*). Perpindahan panas dapat mengukur laju perpindahan panas yang terjadi dalam keadaan tertentu selain menjelaskan bagaimana energi panas diangkut dari satu item ke item lainnya [4].

2.2.1 Perpindahan Kalor Konduksi

Kami menyadari bahwa perpindahan panas melalui konduksi terjadi ketika dua benda bersentuhan. Biasanya benda padat bisa mengalami perpindahan ini. Benda padat akan bermigrasi ke lokasi yang lebih cenderung dingin karena panas yang dikandungnya. Namun, dalam transfer ini dikatakan bahwa prosedurnya panjang karena mobilitas partikel tidak ada [5]. Selain itu, setelah membahas konsep konduksi, kita akan membahas tentang rumus konduksi:

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

Dimana :

q = Laju perpindahan panas (W)

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

A = Luas Penampang pada Batang (m²)

dT = Perubahan suhu (°C)

dX = Ketebalan bahan (m)

2.2.2 Perpindahan Panas Konveksi

Konveksi Perpindahan panas didefinisikan sebagai perpindahan atau aliran

pencampuran dari komponen yang panas ke komponen yang dingin. Ada dua jenis perpindahan panas konveksi: konveksi paksa dan konveksi bebas. Jika ada pergerakan fluida yang disebabkan oleh konveksi bebas—variasi densitas yang disebabkan oleh perbedaan suhu. Jika gaya koersif eksternal, seperti pompa yang mendorong fluida sehingga mengalir melintasi permukaan, adalah sumber dari gerakan fluida [6]. (Gambar 2.2). Jumlah perpindahan panas yang dikenal sebagai konveksi bebas, yang terjadi ketika ada perubahan kerapatan tetapi tidak ada aliran atau gaya eksternal, meningkat. Gradien suhu fluida inilah yang menyebabkan variasi densitas.

2.2.3. Perpindahan Kalor Secara Radiasi

Benda bersuhu tinggi menghasilkan radiasi termal, yaitu energi yang disebabkan oleh perubahan konfigurasi elektron atom. Gelombang elektromagnetik atau lainnya digunakan untuk menyampaikan energi medan radiasi. Energi elektron yang dipancarkan adalah tempat dihasilkannya foton. Perpindahan panas secara konduksi dan konveksi tentunya membutuhkan media. Sebaliknya, tidak ada media transmisi panas yang diperlukan untuk radiasi. Tingkat perpindahan panas dapat dinyatakan sebagai berikut: Karena perpindahan panas radiasi sebenarnya lebih efisien dalam ruang hampa:

$$R_{\text{rad}} = \frac{1}{\sigma A \cdot \varepsilon (T_1 + T_2)(T_1^2 + T_2^2)} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

R_{rad} = Laju perpindahan panas radiasi (W)

ε = Emisivitas permukaan material

σ = konstanta Stefan- Boltzmann

$$= 5,669 \times 10^{-8} \text{W/m}^2 \cdot \text{K}^4$$

A = Luas permukaan perpindahan panas (m^2)

T = Temperatur Permukaan benda (K)

2.2.4 Hambatan Listrik

Dengan memasukkan komponen elektronik yang dikenal sebagai resistor ke dalam rangkaian listrik, hambatan listrik, komponen yang dapat menurunkan kecepatan dan volume aliran elektron dalam rangkaian listrik, digunakan untuk membatasi aliran listrik dan melindungi komponen rangkaian. Kita dapat menggunakannya untuk melindungi diri dari energi listrik berbahaya dengan menerapkannya. Ohm adalah simbol hambatan listrik. Menggunakan huruf Yunani omega (Ω). kilo, mega, dan giga ohm adalah tiga penanda unit resistensi yang berbeda berdasarkan Standar Internasional (SI).

$$R = V/I \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

R = Hambatan (Ω)

V = Tegangan (V)

I = Arus listrik (A)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kampus I Universitas Medan Area yang beralamat di Jalan kolam Nomor 1 Medan Estate/Jalan Gedung PBSI Medan, Indonesia, 20223.

3.1.2 Waktu Penellitian

Penelitian ini dilakukan sejak penanggung jawab program studi menyetujui proposal hingga selesai, yang dimaksudkan untuk waktu tertentu. Waktu kegiatan penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3. 1. Waktu kegiatan penelitian.

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)							
		Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	sept
1	Studi Literatur	■							
2	Penyusunan Proposal	■	■						
3	Seminar Proposal		■						
5	Pengujian Nilai Kalor			■	■	■	■		
6	Pengumpulan Data			■	■	■	■		
7	Analisa Data			■	■	■	■		
8	Laporan Penulisan						■		
9	Seminar Hasil							■	
10	Perbaikan								■
11	Ujian Sidang								■

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Peralatan

a. Multitester

Tegangan, resistansi, dan arus listrik semuanya dapat diukur dengan multitester. Tegangan dan arus pada peltier berikut diukur menggunakan multimeter dalam penyelidikan ini (Gambar 3.1).



Gambar 3.1. Multitester

Spesifikasi:

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

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

Resolusi = 0.1mV.

Impedansi Masukan = DCV : 10M~100MΩ, ACV 10M~11MΩ.

b. Thermogun

Termometer inframerah yang digunakan untuk mengukur suhu disebut termogun. Suhu di sekitar objek Peltier teg berikut diukur dalam penyelidikan ini menggunakan instrumen ini (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

Alat untuk mengukur suhu air adalah termometer akuarium. Saat menentukan suhu air mineral dan air es untuk dipelajari, instrumen ini digunakan.

Gambar 3.3



Gambar 3.3. Thermometer Aquarium

Spesifikasi:

Kisaran suhu = $-50 \sim +70^{\circ}\text{C}$

Resolusi tampilan suhu = 0.1 0.2

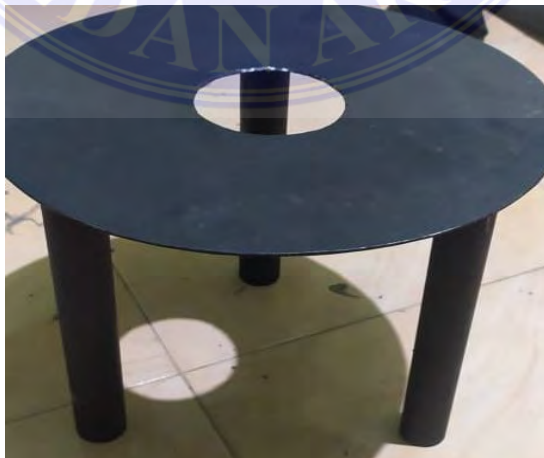
Akurasi pengukuran suhu = 1 C

Power dua tombol LR44 bertenaga baterai

3.2.2 Bahan

a. Tempat Dudukan Bawah

Tempat dudukan bawah adalah benda yang menopang galon air pada saat waktu penelitian. (Gambar 3.4.)



Gambar 3.4. Tempat dudukan

Dimensi:

Bahan Material = Plat Baja dan Pipa Besi

Diameter luar = 200×10^{-3} m

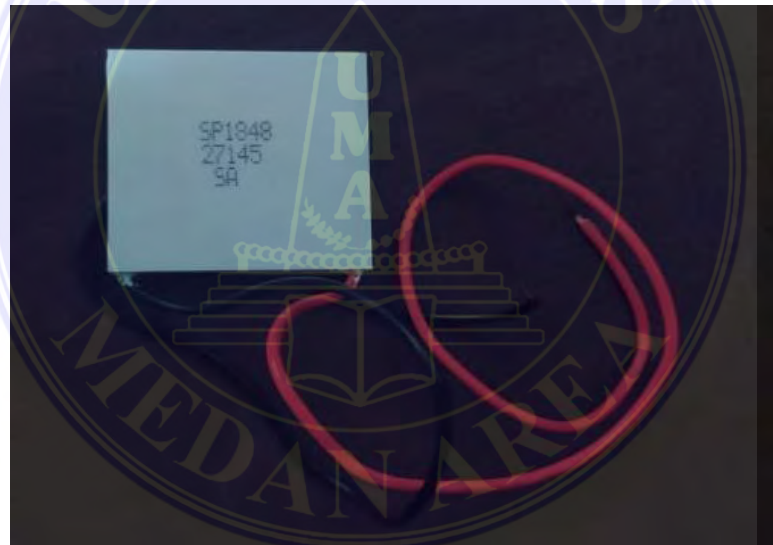
Diameter dalam = 65×10^{-3} m

Ketinggian tiang = 100×10^{-3} m

Diameter tiang = 10×10^{-3} m

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 3.5.)



Gambar 3.5. Peltier TEG

Dimensi:

Panjang = 40×10^{-3} m

Lebar = 40×10^{-3} m

Tebal = 4×10^{-3} m

Spesifikasi :

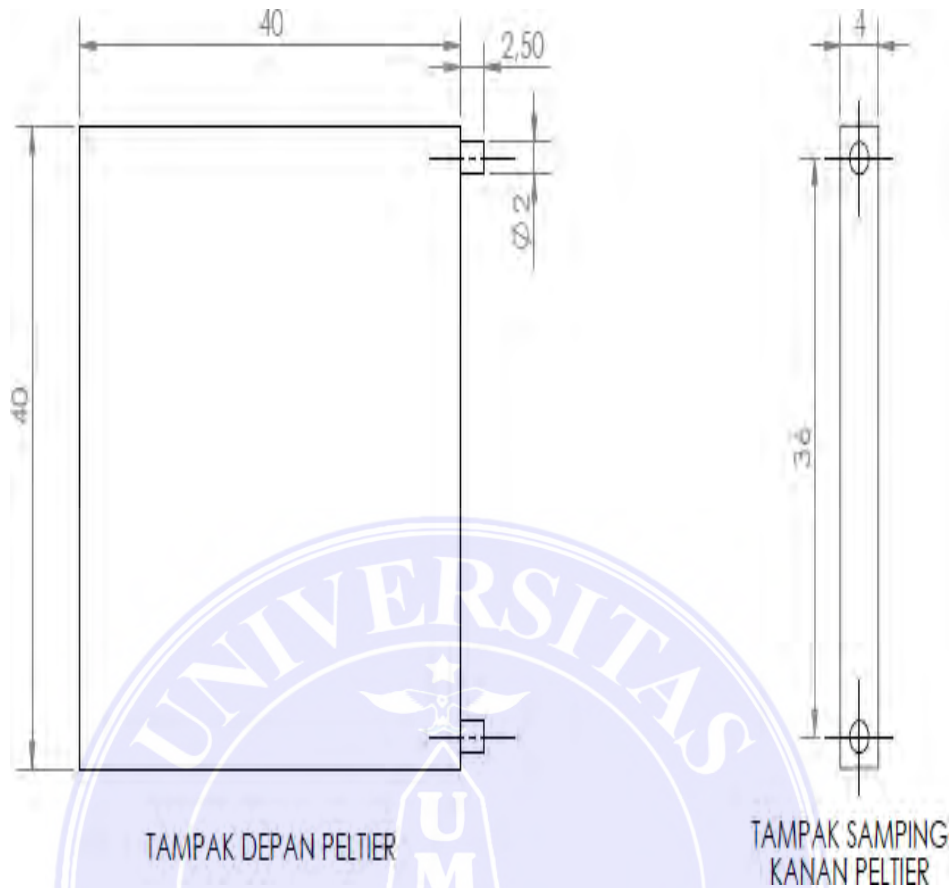
Bahan Material = Keramik

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

Δ Tmax = 62.0 - 70.6° C-dry N2

Qmax = 21.3-23.6 Watts

Vmax = 3.48-3.88 V



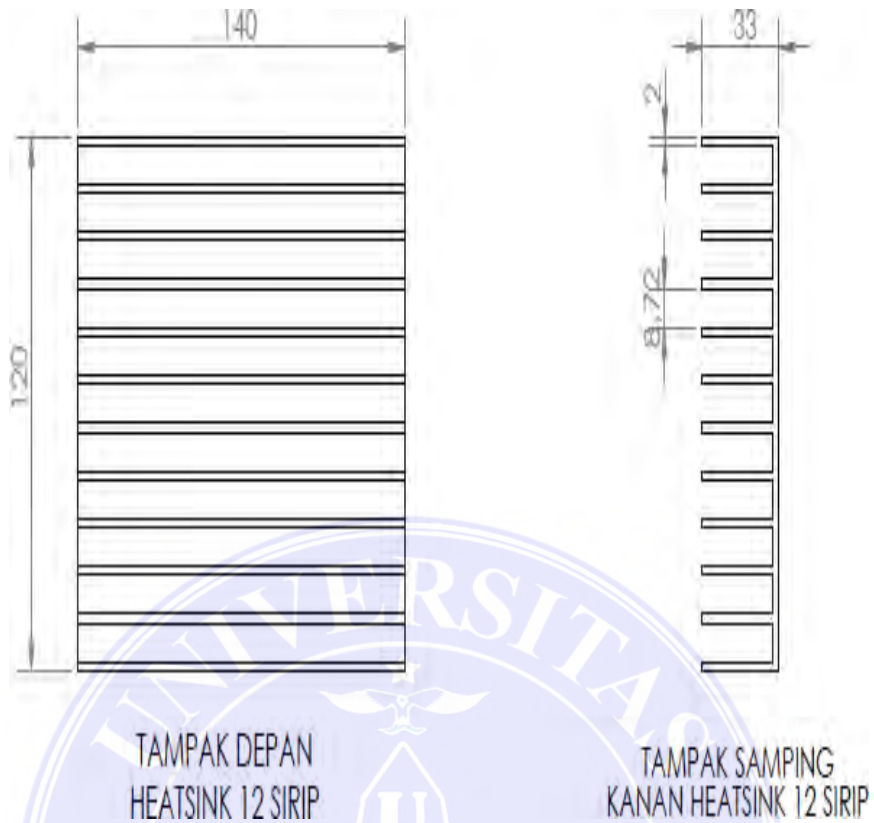
Gambar 3.6. Sketsa Peltier

c. Heatsink

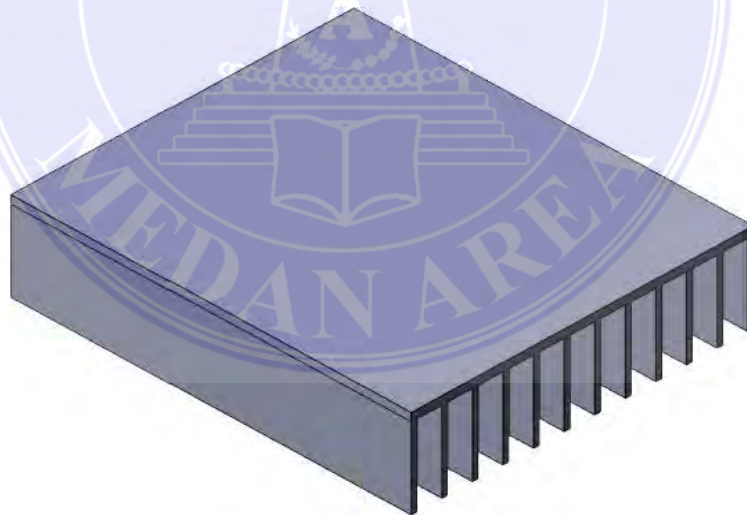
Heatsink adalah perangkat yang digunakan sebagai elemen pendingin dan untuk meningkatkan transmisi panas dari komponen lain. Benda tersebut didekatkan dengan air untuk penelitian ini. Pada Gambar 3.8

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 3.7 Sketsa Heatsink 12 Sirip



Gambar 3.8. 3D Heatsink 12 Sirip

d. Pompa air

Hingga 200 liter air dapat dipindahkan melalui aquarium setiap jam dengan menggunakan pompa ini. Dengan kapasitas sirkulasi yang demikian, aquarium dapat menampung peralatan tambahan dan daya nya hanya 25 watt.



Gambar 3.9. Pompa Air

Tabel 3.2. Spesifikasi Pompa Air.

Jenis pompa :	Power head
Tipe pemasangan :	Submersible
Flow rate :	2000 liter/jam
Daya :	25 Watt

e. Galon Air

Semua orang setuju bahwa satu galon air adalah satuan ukuran air. Galon adalah satuan ukuran yang terkadang disebut sebagai "botol lima galon" di Amerika Serikat. Jika lima galon air diubah menjadi liter, hasilnya adalah 19 liter air. Wadah air berukuran galon atau komponen pendingin digunakan dalam penyelidikan ini.

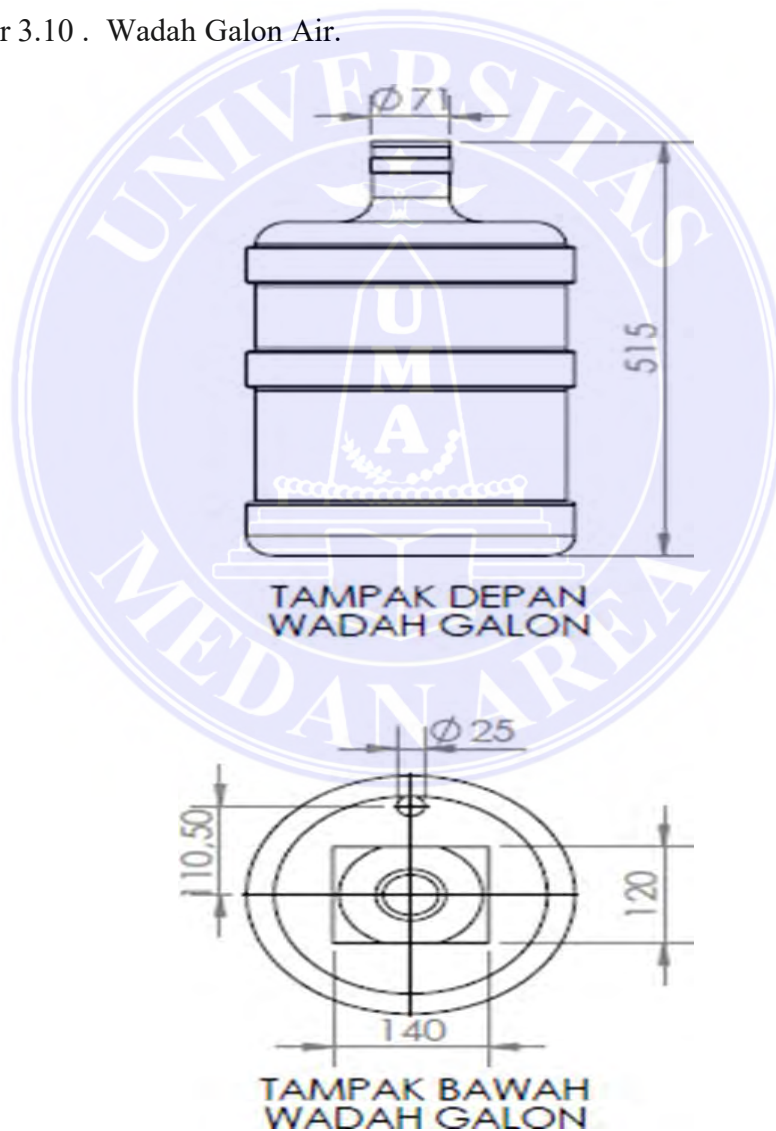
Pada Gambar 3.10

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.

3.3 Metode Penelitian

Di antara banyak teknik penelitian yang tersedia adalah:

- a. Teknik eksperimental melibatkan pengamatan dekat.
- b. Prosedur untuk membandingkan sifat heatsink dengan fluida.

Sistematika Penelitian

- a. Performansi thermoelectric generator dan heatsink terhadap temperatur dipengaruhi oleh pendekatan sistematik analisis.
- b. Membaca materi yang relevan diikuti dengan observasi ke lokasi penelitian untuk menentukan waktu yang tepat.
- c. Pengumpulan data mengikuti penelitian.
- d. Kerjakan perhitungan bilangan Reyleigh.
- e. Gunakan Nusselt Numbers sebagai dasar perhitungan.
- f. Hitung laju dan efisiensi perpindahan panas di atas sirip heatsink.
- g. Ambil keputusan. Prosedur Penelitian

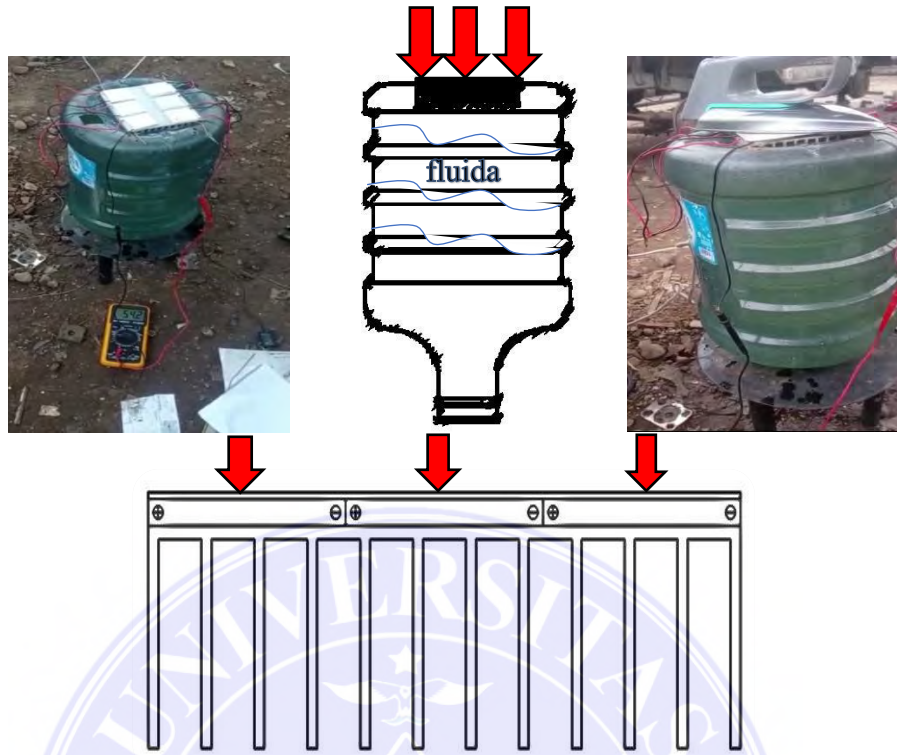
3.4 Populasi dan Sampel

3.4.1 Populasi

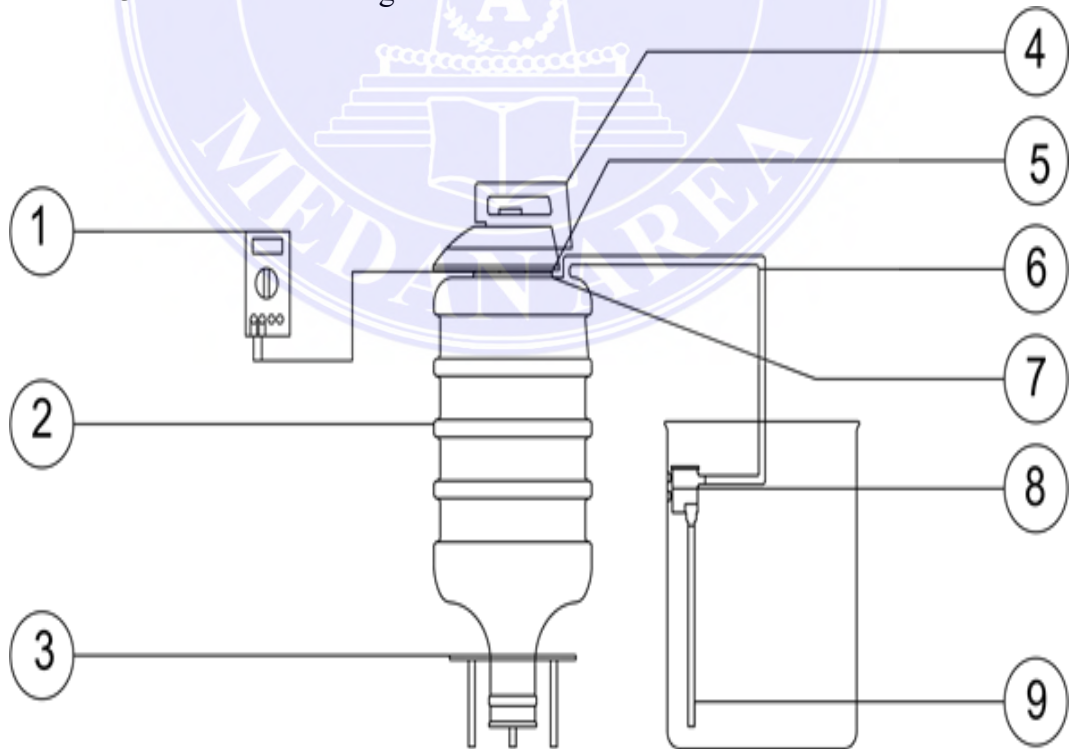
Populasi pada penelitian ini adalah sebuah heatsink, galon air dan beberapa peltier TEG SP-1848 yang digunakan dalam penelitian ini.

3.4.2 Sampel

Untuk memudahkan dalam memahami, mengevaluasi, dan peneliti cukup mendeskripsikan desain apa yang dikembangkan dan dipelajari untuk setiap perbandingan yang telah diputuskan, terdapat sketsa gambar desain untuk desain penelitian ini. Gambar ini menunjukkan sketsa alat atau sistem penelitian. Lihat Gambar 3.12. Sumber panas



Gambar 3.12. Sketsa Rancangan



Gambar 3.13. Gambar Keseluruhan.

Berikut merupakan keterangan bahan yang digunakan pada saat penelitian. Spesifikasi bahan penelitian dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3. Spesifikasi Gambar Rancangan

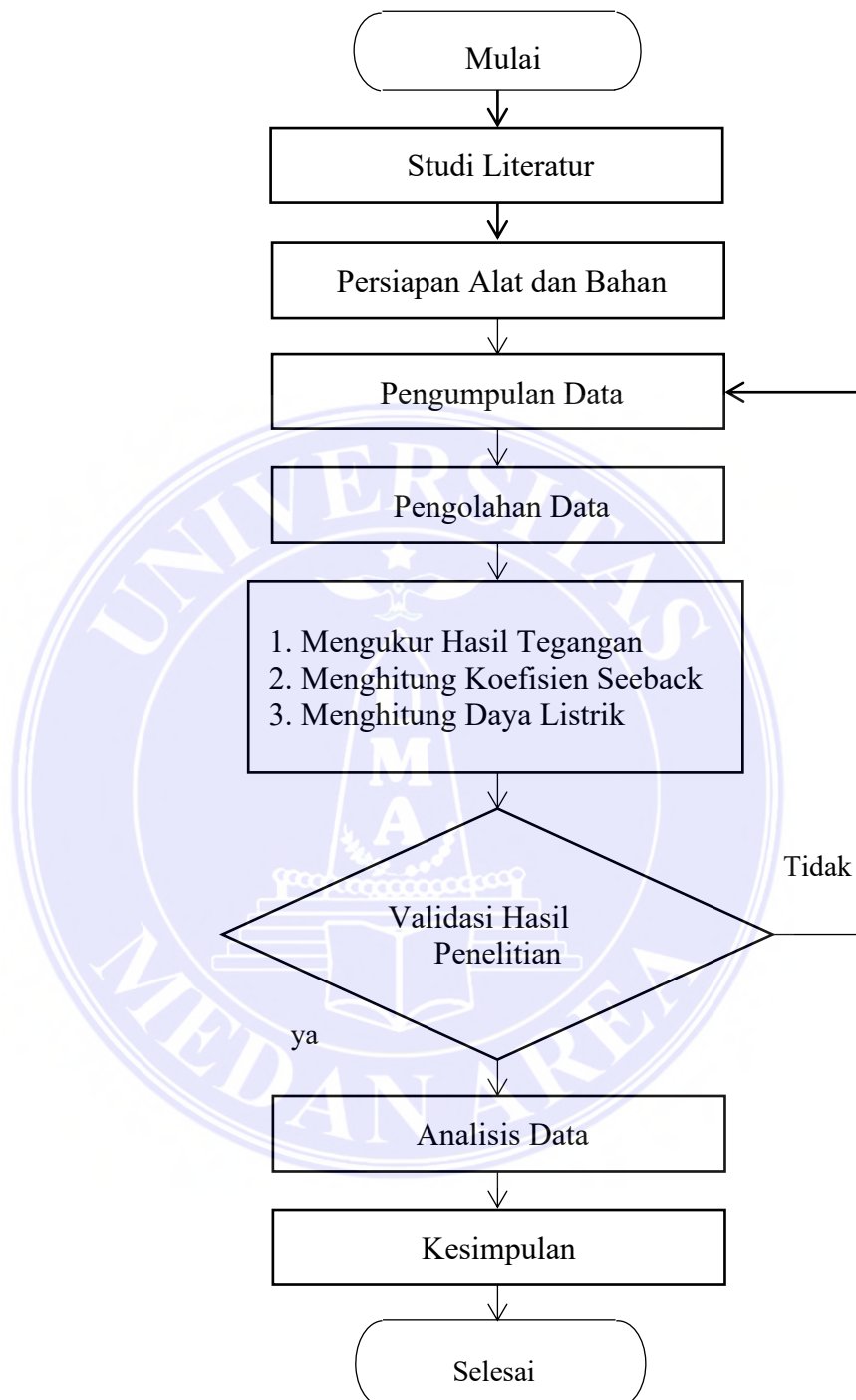
No.	Bagian
1	Multitester
2	Galon Air
3	Tempat Dudukan Galon
4	Setrika
5	Peltier
6	Selang Pompa Keluar
7	Heatsink
8	Pompa Air
9	Selang Hisap Pompa

3.5. Prosedur Kerja

Prosedur pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi 6 tahap untuk mendapatkan data yang akurat dan logis. Adapun tahapan prosedur sebagai berikut :

- a. Alat dan bahan untuk melakukan percobaan dan pengumpulan data telah disiapkan.
- b. Melaksanakan prosedur.
- c. Kumpulkan dan satukan susunan rangkaian menggunakan komponen heatsink dan peltier.
- d. Sebelum melakukan percobaan, suhu panas maksimal yang digunakan pada setrika sesuai dengan panas maksimal termoelektrik agar tidak merusak termoelektrik yang digunakan dengan menggunakan thermogun.
- e. Isi galon dengan air sebagai media pendingin.
- f. Menganalisis data dilakukan pada saat terjadi nya panas dan menghasilkan aliran listrik maka setiap alat ukur akan berkerja dan menampilkan data-data perubahan suhu, tegangan, kuat arus yang masuk pada termoelektrik generator. Data kemudian dicatat dan diola

3.5.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.14. Diagram Alir Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berikut kesimpulan yang ditarik dari penelitian ini, temuan pengujian, dan hasil perhitungan yang telah dilakukan:

1. Pada fluida statis 5,24 V dan fluida dinamis 5,25 V, kinerja termoelektrik menunjukkan hasil terbaik.
2. Kinerja termoelektrik menghasilkan nilai arus masing-masing 0,00484 A dan 0,00326 A untuk fluida statis dan dinamis.
3. Hasil analisis menunjukkan bahwa temperatur rata-rata fluida statis adalah 40,14 °C dan temperatur rata-rata fluida dinamis adalah 37,90 °C.

5.2. Saran

1. Setelah studi selesai, penulis merekomendasikan penggunaan aliran paksa atau turbolens untuk mengukur efisiensi dalam penyelidikan lebih lanjut dengan menyertakan instrumen seperti kipas.
2. Disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan wadah fluida yang lebih besar dan presisi sehingga benda kerja dapat dilihat dengan jelas pada penelitian selanjutnya.
3. Untuk meningkatkan akurasi dan arus dan tegangan maksimum, disarankan untuk menggunakan 8 elemen Peltier atau lebih pada penelitian yang dilakukan menggunakan 6 elemen Peltier

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- 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.
- 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.
- J.P. HOLMAN, *Heat Transfer Ninth Edition*, Ninth. New York, 2002.
- 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.
- 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.
- 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.
- B. Yunianto, "Pengujian Perpindahan Panas Konveksi Pada Heat Sink Jenis Extruded," *Rotasi*, vol. 10, 2008.