

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN THERMOELEKTRIK MENGGUNAKAN REFLEKTOR PARABOLA

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh :

MUHAMMAD USMAN
1407220082



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2018

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN THERMOELEKTRIK MENGGUNAKAN REFLEKTOR
PARABOLA

*Diajukan Guna Melengkapi Tugas – tugas dan Sebagai Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T) Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Telah Diuji dan Disidangkan Pada Tanggal :
(22 September 2018)

Oleh :
Muhammad Usman
1407220082

Pembimbing I



(Indra Roza ST.MT)

Pembimbing II



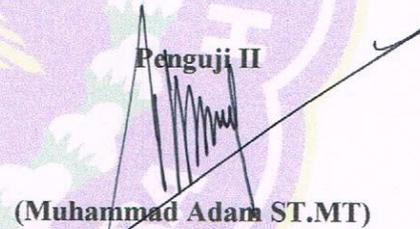
(Faisal Irsan Pasaribu ST.MT)

Penguji I




(Partaonan Harahap ST.MT)

Penguji II



(Muhammad Adam ST.MT)

Diketahui dan Disahkan
Ketua Prodi Teknik Elektro



(Faisal Irsan Pasaribu ST.MT)

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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Muhammad Usman
NPM : 1407220082
Tempat / Tgl Lahir : Halaban jati / 30 Juni 1995
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro



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

“PERANCANGAN THERMOELEKTRIK MENGGUNAKAN REFLEKTOR PARABOLA”

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

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses 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 Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2018

Saya yang menyatakan



Muhammad Usman
1407220082

ABSTRAK

Termoelektrik adalah suatu perangkat yang dapat mengubah energi kalor menjadi energi listrik secara langsung. Selain itu, termoelektrik juga dapat mengkonversikan energi listrik menjadi proses pompa kalor/refrigerasi. Dalam pengujian alat termoelektrik menggunakan reflektor parabola menghasilkan, hasil dari pengukuran selama 7 hari berturut-turut didapatkan hasil tegangan dan arus yang berdasarkan pengaruh faktor cuaca adalah senin 2,025 V dan 0,64 A dengan temperatur panas 59°C dan temperatur dingin 35°C , selasa 4,55 V dan 0,68 A dengan temperatur panas $63,5^{\circ}\text{C}$ dan temperatur dingin 35°C , rabu 8,4 V dan 1,10 A dengan temperatur panas 85°C dan temperatur dingin 34°C , kamis 7,8 V dan 1,28 A dengan temperatur panas 105°C dan temperatur dingin 41°C , jumat 11,7 V dan 1,56 A dengan temperatur panas 108°C dan temperatur dingin 38°C , sabtu 10,55 V dan 1,26 A dengan temperatur panas $102,5^{\circ}\text{C}$ dan temperatur dingin $40,5^{\circ}\text{C}$, minggu 9,5 V dan 1,15 A dengan temperatur panas 94°C dan temperatur dingin $39,5^{\circ}\text{C}$. Dalam pengujian termoelektrik menggunakan reflektor parabola bahwa cuaca sangat mempengaruhi hasil pengukuran.

Kata Kunci: modul termoelektrik, efek seebeck, energi surya.

ABSTRACT

Thermoelektrik is a device that can convert the heat energy directly into electrical energy. In addition, termoelektrik can also convert electrical energy into heat pumps/refrigeration process. In testing the tool thermoelektrik using parabolic reflectors produce, the result of measurement for 7 consecutive days obtained results of voltage and current that are based on the influence of weather factor is Monday 0.64 V and 2.025 A temperature 59 °C heat and temperature of the cold 35 °C, Tuesday 4.55 V and 0.68 A hot temperature with 63,5 °C, and the temperature of the cold 35 °C, Wednesday 8.4 V and 1.10 A heat 85 °C temperature and the temperature of the cold 34 °C, Thursday 7.8 V and 1.28 A heat 105 °C temperature and temperature cold 41 °C, Friday 11.7 V and 1.56 A heat 108 °C temperature and the temperature of the cold 38 °C, Saturday 10.55 V and 1.26 A temperature heat 102,5 °C and cold temperature 40,5 °C, Sunday 9.5 V 1.15 A and heat 94 °C temperature and the temperature of the cold 39,5 °C. In testing thermoelektrik using parabolic reflectors that weather greatly influences the measurement results.

Key words: thermoelektrik module , the effect of seebeck , solar energy.

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran ALLAH SWT atas rahmat dan karunianya yang telah menjadikan kita sebagai manusia yang beriman dan insya ALLAH berguna bagi alam semesta. Shalawat berangkaikan salam kita panjatkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad.SAW yang mana beliau adalah suri tauladan bagi kita semua yang telah membawa kita dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

Tulisan ini dibuat sebagai tugas akhir untuk memenuhi syarat dalam meraih gelar kesarjanaan pada Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun judul tugas akhir ini adalah **“Perancangan Thermoelektrik Menggunakan Reflektor Parabola”**.

Selesainya penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT, karena atas berkah dan izin-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir dan studi di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Ayahanda (Abdul Rahman) dan Ibunda (Mesinem) tercinta, yang dengan cinta kasih & sayang setulus jiwa mengasuh, mendidik, dan membimbing dengan segenap ketulusan hati tanpa mengenal kata lelah sehingga penulis bisa seperti saat ini.

3. Bapak Munawar Alfansury S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Ade Faisal, ST, M.Sc, 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 Faisal Irsan Pasaribu S.T, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Partaonan Harahap S.T, M.T, selaku Sekretaris Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Bapak Indra Roza ST, M.T. selaku Dosen Pembimbing I dikampus yang telah memberi ide-ide dan masukkan dalam menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir ini.
9. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing II dikampus yang selalu sabar membimbing dan memberikan pengarahan penulis dalam penelitian serta penulisan laporan tugas akhir ini.
10. Segenap Bapak & Ibu dosen di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Segenap kepada teman seperjuangan Fakultas Teknik yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu serta Keluarga Besar Teknik Elektro 2014 yang selalu memberikan semangat dan suasana kekeluargaan yang luar biasa. Salam Kompak.
12. Serta semua pihak yang telah mendukung dan tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik & saran yang membangun dari segenap pihak.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tulisan ini dapat menambah dan memperkaya lembar khazanah pengetahuan bagi para pembaca sekalian dan khususnya bagi penulis sendiri. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terima kasih.

Medan, 12 Oktober 2018
Penulis

Muhammad Usman
1407220082

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GRAFIK	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	5
2.2.1 Pengertian Termoelektrik (Peltier).....	10
2.2.2 Prinsip Kerja <i>Termoelektrik</i> (Peltier)	15
2.2.3 Bismut	16

2.3 Parabola.....	17
2.3.1 Titik Fokus Parabola	18
2.4 <i>Heatsink</i>	19
2.5 Panas	21
2.5.1 Perpindahan Panas Secara Konduksi	22
2.5.2 Perpindahan Panas Secara Konveksi	22
2.5.3 Perpindahan Panas Secara Radiasi.....	23
2.6 Waktu Efektif Panas Matahari	23
2.7 Sistem Pendingin Radiator.....	25
2.8 Boost Converter	26
2.8.1 Prinsip Kerja <i>Boost Converter</i>	27
2.9 Baterai	28
2.9.1 Prinsip Kerja Baterai	29
2.9.3 Kapasitas Baterai.....	30
2.10 Dioda.....	30
2.11 Thermal Pasta.....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Tempat dan Jadwal Penelitian.....	33
3.2.1 Alat Penelitian.....	33
3.2.2 Bahan Penelitian.....	34
3.3 Prosedur Penelitian.....	34

3.4 Gambar alat keseluruhan.....	38
3.5 Diagram Alir Penelitian	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1. Hasil Penelitian	41
4.2. Pembahasan.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	78
5.1. Kesimpulan	78
5.2. Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN.....	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 . 1 (a) Termoelektrik sebagai generator listrik, (b) Generator pendingin.	12
Gambar 2.2 Modul Termoelektrik	13
Gambar 2.3 Ukuran termoelektrik	14
Gambar 2.4 Datasheet Thermo-Elektrik	15
Gambar 2.5 Bismut	16
Gambar 2.6 parabola	18
Gambar 2.7 <i>Heatsink</i>	20
Gambar 2.8 Proses perpindahan panas konduksi	22
Gambar 2.9 Proses perpindahan panas konveksi	23
Gambar 2.10 Proses perpindahan panas radiasi	23
Gambar 2.11 Sistem pendingin	26
Gambar 2.12 <i>Boost Converter</i>	26
Gambar 2 . 13 Modul charger	27
Gambar 2.14 Prinsip Kerja <i>Boost Converter</i>	28
Gambar 2 . 15 Baterai lithium.....	29
Gambar 2.16 Dioda	32
Gambar 2.17 Thermal Paste	32
Gambar 3.1 Blok diagram sistem.....	35
Gambar 3.2 Perancangan alat keseluruhan	38
Gambar 3.3 Diagram alir penelitian.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data pengamatan hari senin	42
Tabel 4.2 Hasil perhitungan hari senin	46
Tabel 4.3 Data pengamatan hari selasa	47
Tabel 4.4 Hasil perhitungan hari selasa	51
Tabel 4.5 Data pengamatan hari rabu	52
Tabel 4.6 Hasil perhitungan hari rabu	56
Tabel 4.7 Data pengamatan hari kamis	57
Tabel 4.8 Hasil perhitungan hari kamis	61
Tabel 4.9 Data pengamatan hari jumat	62
Tabel 4.10 Hasil perhitungan hari jumat	66
Tabel 4.11 Data pengamatan hari sabtu	67
Tabel 4.12 Hasil perhitungan hari sabtu	71
Tabel 4.13 Data pengamatan hari minggu	72
Tabel 4.14 Hasil perhitungan hari minggu	76

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Hubungan antara nilai output terhadap waktu pengamatan hari senin	42
Grafik 4.2 Hubungan antara indeks suhu terhadap waktu pengamatan hari senin	43
Grafik 4.3 Hubungan antara nilai output terhadap waktu pengamatan hari selasa	47
Grafik 4.4 Hubungan antara indeks suhu terhadap waktu pengamatan hari selasa	48
Grafik 4.5 Hubungan antara nilai output terhadap waktu pengamatan hari rabu	52
Grafik 4.6 Hubungan antara indeks suhu terhadap waktu pengamatan hari rabu	53
Grafik 4.7 Hubungan nilai output suhu terhadap waktu pengamatan hari kamis	57
Grafik 4.8 Hubungan indeks suhu suhu terhadap waktu pengamatan hari kamis	58
Grafik 4.9 Hubungan nilai output terhadap waktu pengamatan hari jumat	62
Grafik 4.10 Hubungan indeks suhu terhadap waktu pengamatan hari jumat	63
Grafik 4.11 Hubungan nilai output terhadap waktu pengamatan hari sabtu	67
Grafik 4.12 Hubungan indeks suhu terhadap waktu pengamatan hari sabtu	68
Grafik 4.13 Hubungan nilai output terhadap waktu pengamatan hari minggu	72
Grafik 4.14 Hubungan indeks suhu terhadap waktu pengamatan hari minggu	73

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejalan dengan pertambahan jumlah penduduk dan kemajuan teknologi kebutuhan akan energi terutama minyak terus meningkat, sementara cadangan minyak bumi semakin menipis. Krisis energi ini sebenarnya dimulai dari ketergantungan pada energi yang berasal dari minyak bumi yang tidak dapat diperbarui. Salah satu solusi untuk mengatasi persoalan ini adalah dengan mencari inovasi baru sebagai sumber energi alternatif. Salah satu sumber energi potensial dengan inovasi baru yaitu penggunaan *thermoelectric* generator. Penggunaan *thermoelectric* generator sebagai sumber energi alternatif memerlukan penelitian lebih lanjut.

Saat ini penggunaan *thermoelectric* generator sebagai sumber energi belum dimanfaatkan secara optimal. Aplikasi *thermoelectric* generator masih sebatas pada dispenser yaitu panas yang dihasilkan oleh *thermoelectric* generator untuk memanaskan air, dan pada komputer yaitu panas yang dihasilkan oleh sumber panas dalam komputer digunakan untuk membangkitkan energi listrik, kemudian energi listrik itu digunakan untuk memutar kipas yang diarahkan ke sumber panas. Alat ini mampu menurunkan panas $\pm 32^{\circ}\text{C}$ [Putra,dkk,200].

Agar dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif dan bekerja dengan handal dan kontinyu, maka perlu adanya penelitian lanjut sebagai sumber energi listrik pengganti dalam penyediaan energi listrik. Pemanfaatan *thermoelectric*

generator sebagai penghasil listrik, yang nantinya perlu adanya penelitian atau kajian lebih lanjut untuk menghasilkan sistem yang optimal.

Energi panas matahari bisa dimanfaatkan sehingga bisa lebih berguna dengan mengkonversi atau mengubahnya menjadi energi listrik yang tentunya menggunakan pengubah atau pengkonversi yang dapat merubah dari energi panas menjadi energi listrik yang dinamakan termoelektrik/peltier. Modul peltier bisa dimanfaatkan sebagai generator panas dengan mengaplikasikan prinsip efek seebeck.

Berdasarkan dari prinsip-prinsip diatas dalam upaya penciptaan energi terbarukan yang ramah lingkungan maka perlu diadakannya penelitian untuk mengetahui sistem perancangan dan karakteristik dari modul peltier yang mana memanfaatkan efek seebeck yaitu dengan memanfaatkan energi matahari sebagai pemanasnya dan udara sekitar sebagai pendingin, yang efek tersebut bisa ditemukan pada bahan semikonduktor termoelektrik peltier.

Berdasarkan uraian diatas, maka judul pada penelitian ini akan membahas tentang “Perancangan alat konversi energi matahari menjadi energi listrik menggunakan parabola yang diarahkan ke peltier”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang di bahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah sistem kerja alat termoelektrik menggunakan reflektor parabola ?
2. Seberapa besar energi listrik yang di hasilkan oleh alat termoelektrik menggunakan reflektor parabola dengan pengamatan selama 7 hari?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui sistem kerja alat termoelektrik menggunakan reflektor parabola.
2. Untuk mengetahui seberapa besar hasil energi listrik yang dihasilkan dari alat termoelektrik menggunakan reflektor parabola dengan pengamatan selama 7 hari.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini permasalahan yang di bahas dibatasi pada :

1. Membahas sistem kerja alat.
2. Menganalisa hasil energi listrik yang dihasilkan oleh alat tersebut selama 7 hari.
3. Menggunakan parabola sebagai pemantul panas matahari.
4. Menggunakan 6 buah peltier.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diambil dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Dapat mengetahui sistem kerja alat termoelektrik menggunakan reflektor parabola.
2. Dapat mengetahui seberapa besar hasil energi listrik yang dihasilkan dari alat termoelektrik menggunakan reflektor parabola dengan pengamatan selama 7 hari.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini tersusun atas beberapa bab pembahasan. Sistematika penulisan tersebut adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan secara singkat latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi pembahasan penelitian terdahulu dan teori-teori yang berhubungan dengan penelitian yang di bahas.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan menerangkan tentang lokasi penelitian, alat dan bahan yang digunakan, diagram alir/*flowchart*, serta hal-hal lain yang berhubungan dengan proses perancangan.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi hasil dari pengujian alat yang telah dirancang.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulisan tugas akhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Pegujian yang telah dilakukan ialah dengan perbandingan 2 : 4, 4 : 2, dan 3 : 3 (penghasil panas : generator). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari ketiga kombinasi yang telah dilakukan menunjukkan untuk rangkaian kombinasi kubus peltier 2 : 4 (2 sebagai penghasil panas dan 4 sebagai generator) dengan memberikan tegangan 12 V dan arus 2,9 A hanya menghasilkan tegangan 0,45 V dan arus 0,0007 A. Untuk rangkaian kombinasi kubus peltier 4 : 2 (4 sebagai penghasil panas dan 2 sebagai generator) dengan memberikan tegangan 12 V dan arus 5,5 A hanya menghasilkan tegangan 0,55 V dan arus 0,00093 A. Untuk rangkaian kombinasi kubus peltier 3 : 3 (3 sebagai penghasil panas dan 4 sebagai generator) dengan memberikan tegangan 12 V dan arus 4,05 A hanya menghasilkan tegangan 0,44 V dan arus 0,00094 A. Dari ketiga kombinasi keeping peltier untuk menghasilkan daya yang paling besar adalah kombinasi keeping peltier 4 : 2, yaitu 0,00051 W [Fikri,2016].

Melakukan penelitian pengujian prototipe generator termoelektrik berbahan bakar minyak jelantah dengan menggunakan 2 buah *thermo elektrik*, dari hasil percobaan menunjukkan bahwa semakin besar selisih suhu (ΔT) maka tegangan keluaran (VRL), daya keluaran (Pout) dan efisiensi generator ($t h$) meningkat. Pout dan efisiensi generator maksimum terukur pada pemasangan RL = 11 ohm pada $\Delta T = 78,1$ 0C yaitu 0,86 watt dan 1,96%. Dengan menganalisa karakteristik keluaran daya generator pada pemasangan RL=11 ohm keluaran

daya didekati dengan suatu permodelan yang dibagi dalam dua bagian. Bagian I pada ΔT 2,5 0C sampai 18,3 0C menunjukkan $R_{in} = 15,58$ ohm dan $[S1]^2 = 0,33$ volt²/K² dengan $err = 17\%$ terhadap hasil percobaan. Sedangkan bagian II pada ΔT 18,4 0C sampai 78,1 0C diperoleh $[S2]^2 = 0,06$ volt²/K² dan $C = 0,458$ dengan $err = 2,2\%$ [Siswantika,dkk,2013].

Peningkatan efisiensi pembangkit listrik tenaga surya dengan reflektor parabola. Reflektor parabola yang dirancang berupa konsentrator asimetris yang ditempatkan pada permukaan horizontal agar radiasi dari setiap sudut dapat dikumpulkan. Dua modul surya yang digunakan dari jenis monokristal masing-masing berukuran panjang 0,639 m dan lebar 0,294 m dapat menghasilkan daya maksimum 20,124 W, arus hubung singkat 1,3 A, dan tegangan terbuka 21,2 V pada iradiasi matahari 1000 W/m² dan temperatur 25 °C. Modul surya sendiri memiliki efisiensi referensi sebesar 10,71 %. Satu modul surya dengan reflektor parabola dapat menghasilkan efisiensi rata-rata 11,13 % atau 1,039 kali lebih tinggi dibandingkan efisiensi referensi. Keseluruhan sistem pembangkit dengan dua modul surya dan reflektor parabola dapat menghasilkan daya maksimum 13,111 W dan efisiensi tertinggi sebesar 11,92 % atau 1,113 kali lebih tinggi dibandingkan efisiensi referensi [Ilyas,2017].

Melakukan penelitian menggunakan air pendingin pada temperatur lingkungan, dengan tegangan input voltage regulator 60 V dengan laju aliran 1,7 liter/menit, dengan pengujian menggunakan 1 modul, 2 modul, 3 modul, dan 4 modul termoelektrik, tegangan maksimum yang dihasilkan sebesar 0,39 V, 0,47 V, 0,54 V, dan 0,62 V, daya maksimum yang dihasilkan sebesar 0,032 W, 0,082

W, 0,164 W, dan 0,272 W dan efisiensi maksimum sebesar 0,36 %, 0,42%, 0,92%, dan 1,30 % [Suryanto,2017].

Melakukan penelitian konversi energi panas penggerak utama kapal berbasis *thermoelektrik* dengan menggunakan 2 buah peltier, daya yang dihasilkan dari 2 buah peltier disusun Paralel dengan perbedaan temperatur sisi panas dan dingin masing –masing 24 °C, 28 °C, 33 °C dan 33 °C adalah 2,2 Watt , 3,42 Watt , 5,2 Watt dan 7,67 Watt [Hariyanto,2015].

Penelitian dengan pemanfaatan perbedaan temperatur pada *main engine cooling system* sebagai energi alternatif untuk pembangkit listrik di kapal dengan temperatur 30°C didapatkan daya sebesar 32,4 Watt dari 12 *thermoelectric* yang dipasang, dengan penyerapan energi sebesar 0,4 persen [Julianto,dkk,2016].

Melakukan penelitian pada thermoelektrik generator model SP 1848-27145 sebagai accumulator charger, optimasi yang dicapai untuk *accumulator charger* adalah 12 Volt dc dengan arus 3,01 Amper pada temperatur 27°C, arus terbesar yang didapat adalah 3,3 Ampere pada tegangan 13,68 Volt dc dan pada temperatur 25,8°C. Pada kasus ini bukan pencapaian suatu titik optimasi karena tegangannya melampaui 12 Volt, dan arus terkecil yang didapat adalah 2,84 Ampere pada tegangan 11,4 Volt dc dan pada temperatur 27,5°C [Cekmas,2017].

Melakukan rancang bangun pendingin ruangan *portable* dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu pada *thermo electric cooler (tec)*, Pengujian yang dilakukan menggunakan alat ukur *Anemometer* dilihat dari hasil pengujian pada dua variabel yaitu 2 buah kipas sama-sama menghembuskan udara ke arah *heat sink* sisi panas didapat hasil sebesar 24,6°C dan 2 buah kipas sama-sama menarik panas dari heat sink sisi panas didapat hasil 24,8°C . Dari hasil kedua

variabel tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa posisi arah kipas sedikit mempengaruhi hasil pengujian atau relatif sama [Ahsani,2015].

Penelitian menggunakan dua tipe kompor gas LPG sebagai sumber panas dan dua tipe modul *thermoelectric* yang berbeda dengan pendinginan secara alami. Pengujian dengan kompor gas LPG RI-551A, nilai tegangan dan arus mencapai 2,69 V, 0.12 A lebih kecil dibandingkan menggunakan TEG 126-40A yang mencapai 3,59 V dan 0.34 A. Sedangkan nilai tegangan dan arus yang dibangkitkan TEG 127-40A pada kompor gas LPG RI-300 HP mencapai 3,77 V dan 0,39 A, masih lebih kecil dibandingkan menggunakan TEG126-40 A [Siswantoro,2012].

Melakukan penelitian dengan menggunakan 4 modul *thermoelectric generator* (TEG SP 1848) dan *thermoelectric cooler* (TEC 12706) dengan pendinginan menggunakan air pada temperature 10°C, daya maksimum yang dihasilkan sebesar 3,9 Watt dan 4,594 Watt dan efisiensi maksimum sebesar 3,09 % dan 3,5 % [Andrapica,dkk,2015].

melakukan penelitian dengan menggunakan *thermoelektrik generator* pada knalpot sepeda motor untuk pembangkit listrik menunjukkan hasil tegangan langsung naik sesaat setelah sepeda motor dihidupkan, setelah 15 menit motor dihidupkan tegangan yang di bangkitkan stabil berkisar 664-665 mV [Sugiyanto,dkk,2015].

Penelitian dengan memanfaatkan gas buang sepeda motor dengan menggunakan prinsip *thermocouple* yaitu adanya perbedaan suhu dari sisi panas dan sisi dingin TEG, maka tegangan dapat dihasilkan. Pengujian dilakukan dengan tiga titik uji yaitu di kepala, badan dan mulut knalpot. Tegangan output

maksimum yang dihasilkan di kepala knalpot lebih besar dibanding di badan dan mulut knalpot. Ini disebabkan karena perubahan suhu di kepala knalpot lebih besar dibanding posisi lain. Di kepala knalpot, tegangan output maksimum yang dihasilkan 1 modul, 2 modul dan 3 modul TEG berturut-turut adalah 1,26 V, 2,27 V dan 3,43 V [Latif,dkk,2015].

Pengujian dan perhitungan tegangan dan arus listrik dilakukan terhadap termoelektrik tunggal, sel termoelektrik terhubung seri dan sel termoelektrik terhubung paralel akibat kenaikan suhu pada sel-sel tersebut. Hasil memperlihatkan bahwa kenaikan suhu sebesar 71°C menghasilkan tegangan keluaran 1 volt dan arus 0.1 Amper. Sesuai dengan kaedah hubungan seri dan paralel, hubungan seri mampu melipat gandakan tegangan keluaran dan hubungan paralel melipat gandakan arus keluaran untuk tambahan setiap satu keping sel termoelektrik [Aulia,dkk,2017].

Penelitian sistem pemanas air energi surya menggunakan kolektor palung parabola posisi timur-barat Hasil eksperimen selama 14 hari pengamatan menunjukkan bahwa temperatur kolektor terendah rata-rata adalah $40,290^{\circ}\text{C}$ dengan temperatur air rata-rata di bak penampung sebesar $36,07^{\circ}\text{C}$ pada saat pukul 10.00 WIB sedangkan temperatur kolektor tertinggi rata-rata adalah $51,26^{\circ}\text{C}$ dengan temperatur air rata-rata di bak penampung sebesar $45,57^{\circ}\text{C}$ pada pukul 13.00 WIB. Pengamatan tersebut menunjukkan temperatur air tertinggi rata-rata di bak penampung terjadi pada pukul 13.00 WIB, hal ini disebabkan karena pada waktu tersebut intensitas radiasi matahari yang jatuh ke permukaan bumi pada keadaan cuaca cerah mencapai harga maksimum sebesar 448 W/m^2 . Laju kalor yang hilang secara konduksi terendah rata-rata sebesar $23,50\text{ J/s}$ pada

pukul 10.00 WIB sedangkan laju kalor yang hilang secara konduksi tertinggi rata-rata 36,60 J/s pada pukul 13.00 WIB. Volume air yang dihasilkan rata-rata sebanyak 39 liter dalam sehari selama 6 jam pengamatan dari pukul 09.00 WIB sampai dengan pukul 15.00 WIB. Hasil eksperimen secara keseluruhan menunjukkan bahwa semakin tinggi intensitas radiasi [Rianna,dkk,2015].

2.2.1 Pengertian Termoelektrik (Peltier)

Termoelektrik adalah suatu perangkat yang dapat mengubah energi kalor menjadi energi listrik secara langsung. Selain itu, termoelektrik juga dapat mengkonversikan energi listrik menjadi proses pompa kalor/refrigerasi.

Modul termoelektrik adalah sirkuit terintegrasi dalam bentuk solid yang menggunakan tiga prinsip termodinamika yang dikenal sebagai efek Seebeck, Peltier dan Thompson. Konstruksinya terdiri dari pasangan material semikonduktor tipe-p dan tipe-n yang membentuk termokopel yang memiliki bentuk seperti *sandwich* antar dua *wafer* keramik tipis. Modul ini dapat digunakan untuk menghasilkan panas dan dingin di masing-masing sisinya jika arus listrik digunakan biasanya diaplikasikan sebagai sistem pendingin, misalnya kotak pendingin vaksin, atau untuk menghasilkan listrik ketika panas dan dingin digunakan sebagai perbedaan temperaturnya [Riffat,2003].

1. Efek Seebeck

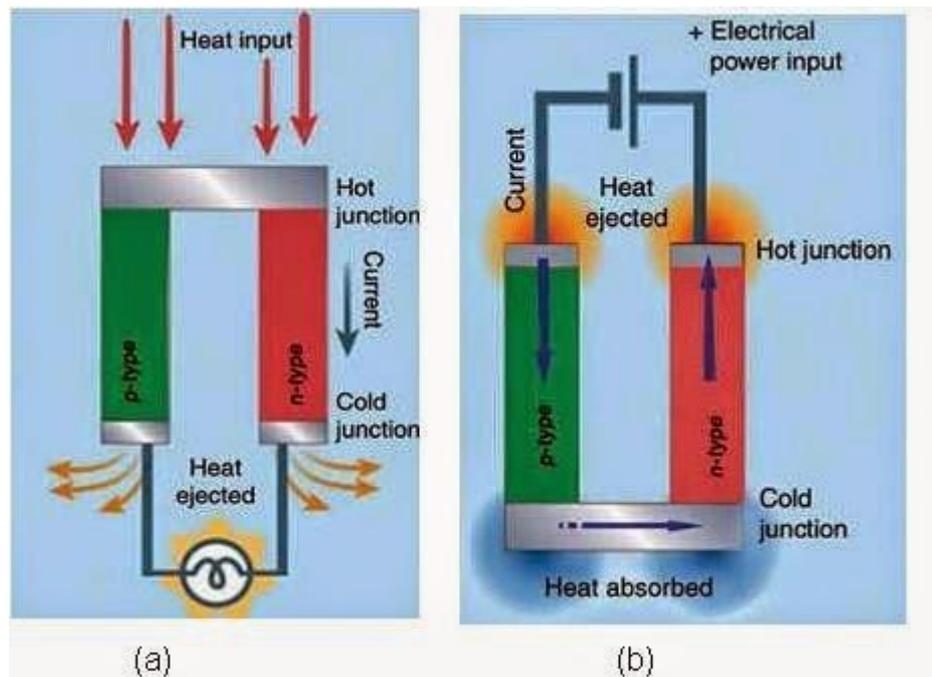
Konsep Seebeck menggambarkan bahwa jika dua buah material logam (biasanya semi konduktor) yang tersambung berada di lingkungan dengan dua temperatur berbeda, maka di material tersebut akan mengalir arus listrik atau gaya gerak listrik [G.Min,1994].

Efek seebeck merupakan fenomena yang mengubah perbedaan temperatur menjadi energi listrik. Jika ada dua bahan yang berbeda yang kemudian kedua ujungnya disambungkan satu sama lain maka akan terjadi dua sambungan dalam satu loop. Jika terjadi perbedaan temperatur diantara kedua sambunga ini, maka akan terjadi arus listrik akan terjadi. 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 temperatur disini dapat diubah menjadi tegangan listrik, maka prinsip ini juga digunakan sebagai sensor temperatur yang dinamakan thermocouple.

2. Efek Peltier

Kebalikan dari dari efek Seebeck, yaitu jika dua logam yang berbeda disambungkan kemudian arus listrik dialirkan pada sambungan tersebut, maka akan terjadi fenomenda pompa kalor. Prinsip inilah yang digunakan termoelektrik sebagai pendingin/pompa kalor.

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



Gambar 2 . 1 (a) Termoelektrik sebagai generator listrik, (b) Generator pendingin.

Perangkat modul termoelektrik yang dijual biasanya berbentuk plat tipis. Salah satu termoelektrik yang dapat dengan mudah kita dapatkan berukuran 40 mm x 40 mm dengan ketebalan 3 mm dan terdapat dua buah kabel. Jika diantara kedua permukaan termoelektrik terapat perbedaan temperatur maka tegangan listrik dihasilkan dan tegangan tersebut dapat kita ukur melalui dua kabel termoelektrik dengan menggunakan voltmeter. Jika perbedaan temperatur cukup besar, maka termoelektrik dapat menghidupkan sebuah lampu LED kecil. Listrik yang dihasilkan pada thermoelectric generator adalah listrik searah atau DC.



Gambar 2.2 Modul Termoelektrik

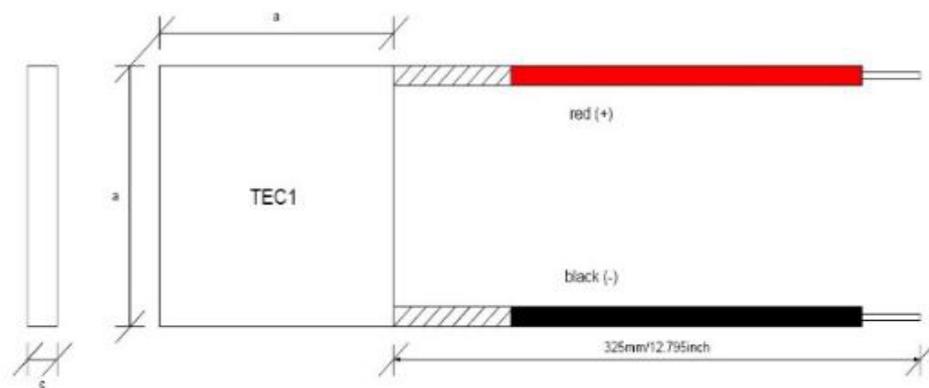
Sebaliknya jika modul termoelektrik ini diberi tegangan maka akan terjadi perbedaan temperatur antar permukaan yang satu dengan yang lain. Tegangan ini akan menyebabkan adanya aliran arus yang melalui bahan termoelektrik sehingga terjadi efek peltier. Fenomena inilah yang disebut dengan pompa kalor. Jika dibandingkan dengan teknologi refrigerasi kompresi uap, termoelektrik memiliki berbagai macam kelebihan antara lain: Pemanas atau pendingin dapat dengan mudah diatur dengan menyesuaikan arah arusnya, sangat ringkas, tidak berisik, tidak butuh perawatan khusus, tidak butuh refrigeran atau Freon, tidak ada getaran. Walau bagaimanapun juga, termolektrik masih memiliki kekurangan yaitu performanya masih rendah.

Tulisan yang tertera pada badan peltier menunjukkan seri dan spesifikasi dari modul peltier tersebut, dalam tulisan yang tertera pada badan peltier menunjukkan bahwa modul peltier tersebut memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. ukuran : 40 x 40 x 3.9mm
2. I_{max} - 7A
3. U_{max} - 15.4V
4. Q_{cmax} - 62.2W
5. T_{max} - 69C

6. 1.7 Ohm resistance
7. 127 thermocouples
8. Suhu max : 180°C
9. Suhu operasi min : - 50°C

Untuk lebih jelasnya dalam memahami atau membaca spesifikasi dari modul peltier bisa dilihat pada gambar di bawah ini. Modul peltier yang sering digunakan secara umum memiliki ukuran dimensi yang sama yaitu sekitar 4cm x 4cm, gambaran dari ukuran dimensi yang dimiliki modul peltier bisa dilihat pada gambar 3. Banyak jenis atau macam modul peltier yang ada dipasaran, namun yang masuk dan ada di Indonesia tidak begitu banyak. Di bawah ini bisa dilihat pada gambar 4 beberapa macam modul peltier yang banyak digunakan beserta spesifikasi yang dimiliki.



Gambar 2.3 Ukuran *thermoelectrik*

Model	a*a*c to mm/inc	Schenkel	I_{max} to A	U_{max} to V	Q_{max} to W ΔT=0	ΔT_{max} to K Q_c=0
TEC1- 12704T200	40*40*4,7	127	4	15,2	37,7	67,0
TEC1- 12705T200	40*40*4,2	127	5	15,2	47,1	67,0
TEC1- 12706T200	40*40*3,9	127	6	15,2	56,5	67,0
TEC1- 12708T200	40*40*3,6	127	8	15,2	75,4	64,0
TEC1- 12710T200	40*40*3,3	127	10	15,2	94,2	64,0

Gambar 2.4 *Datasheet ThermoElectric*

2.2.2 Prinsip Kerja *Thermoelektrik* (Peltier)

Prinsip kerja dari *Thermoelektrik* 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.

Berdasarkan efek peltier yaitu jika Dia mengalirkan listrik pada dua buah logam yang direkatkan dalam sebuah rangkaian. Ketika arus listrik dialirkan, terjadi penyerapan panas pada sambungan kedua logam tersebut dan pelepasan

panas pada sambungan yang lainnya. Pelepasan dan penyerapan panas ini saling berbalik begitu arah arus dibalik. Penemuan yang terjadi pada tahun 1934 ini kemudian dikenal dengan efek Peltier. Efek Seebeck dan Peltier inilah yang kemudian menjadi dasar pengembangan teknologi termoelektrik

2.2.3 Bismut

Bismut adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Bi dan nomor atom 83. Logam dengan kristal trivalen ini memiliki sifat kimia mirip dengan arsen dan antimon. Dari semua jenis logam, unsur ini paling bersifat diamagnetik dan merupakan unsur kedua setelah raksa yang memiliki konduktivitas termal terendah. Senyawa bismut bebas timbal sering digunakan sebagai bahan utama peltier, bahan kosmetik dan dalam bidang medis.



Gambar 2.5 Bismut

Di antara logam berat lainnya, bismut tidak berbahaya seperti unsur-unsur tetangganya seperti Timbal, Thallium, dan Antimon. Dulunya, bismut dikenal sebagai elemen dengan isotop yang stabil, namun sekarang diketahui bahwa itu tidak benar. Tidak ada material lain yang lebih natural diamagnetik dibandingkan

bismut. Bismut mempunyai ketahanan listrik yang tinggi. Ketika terbakar dengan oksigen, bismut terbakar dengan nyala yang berwarna biru.

A. Keberadaan bismut

Di dalam kulit bumi, bismut kira-kira 2 kali lebih berlimpah daripada emas. Biasanya tidak ekonomis bila menjadikannya sebagai tambang utama. Melainkan biasanya diproduksi sebagai produk sampingan hasil pemrosesan biji logam lainnya, misalnya timbal, tungsten dan campuran logam lainnya.

B. Kegunaan bismut

1. Sebagai magnet permanen yang kuat bisa dibuat dari campuran bismanol atau MnBi.
2. Sebagai bahan utama pembuatan *thermoelectrik* atau peltier.
3. Bismut digunakan dalam produksi besi lunak.
4. Bismut sedang dikembangkan sebagai katalis dalam pembuatan acrylic fiber.
5. Bismut telah digunakan dalam peyolderan, bismut rendah racun terutama untuk penyolderan dalam pemrosesan peralatan makanan.
6. Sebagai bahan lapisan kaca keramik.

2.3 Parabola

Antena parabola adalah sebuah antena berdaya jangkauan tinggi yang digunakan untuk komunikasi radio, televisi dan data dan juga untuk *radiolocation* atau radar, pada bagian UHF and SHF dari spektrum gelombang elektromagnetik. Panjang gelombang energi elektromagnetik yang relatif pendek pada frekuensi-frekuensi ini menyebabkan ukuran yang digunakan untuk antena parabola masih

dalam ukuran yang masuk akal dalam rangka tingginya unjuk kerja respons yang diinginkan baik untuk menerima atau pun memancarkan sinyal. Antena parabola yang kita ketahui biasanya yaitu berbentuk seperti piringan, antena parabola sering ditemui di atap-atap rumah masyarakat setempat.

Kebanyakan orang fungsi antena parabola yang umum diketahui oleh masyarakat kita di Indonesia yaitu sebagai alat untuk menerima sinyal siaran televisi satelit. Padahal selain antena parabola sebagai penerima sinyal siaran televisi satelit, antena parabola juga digunakan untuk mentransmisikan berbagai data, seperti sinyal telepon, sinyal radio dan sinyal televisi, serta beragam data lain yang dapat ditransmisikan melalui gelombang.



Gambar 2.6 parabola

2.3.1 Titik Fokus Parabola

Titik fokus merupakan daerah dimana sinyal pantulan dari satelit terkumpul, contohnya ketika melihat kaca cembung saat berada di bawah sinar matahari, kemudian ada titik panas, begitu juga antena parabola yang ada titik dimana sinyal yang dipantulkan tersebut bertemu dalam satu titik temu.

Pada dasarnya produsen antena parabola sudah mendesign sedemikian rupa dengan tiang penyangga LNB yang berada tepat pada titik fokus. Namun adakalanya pada saat merakitnya belum tentu 100% tepat pada titiknya, itulah sebabnya sinyal yang diterima terkadang kurang maksimal. Oleh sebab itu di bawah ini ada rumus menentukan dimana titik fokus yang tepat pada antena.

2.4 Heatsink

Heatsink adalah material yang dapat menyerap dan mendisipasi panas dari suatu tempat yang bersentuhan dengan sumber panas dan membuangnya, dengan mentransfer panas yang dihasilkan 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 kepada suhu standar. Pada komputer heatsink digunakan untuk mendinginkan CPU/*Central Processing Unit*) atau Graphic Processor. Pada komponen elektronik heatsink digunakan oleh semikonduktor daya tinggi seperti transistor daya dan optoelektronik seperti laser, dimana ketika kemampuan menyerap panas oleh peralatan tersebut tidak lagi mampu menahan panas yang dihasilkan oleh alat selama alat bekerja. Teknologi pendingin ini ditemukan oleh Daniel L Thomas pada tahun 1982.

Heatsink didesain untuk memaksimalkan area permukaan yang mengenai medium pendingin disekitar *heatsink*, seperti halnya udara. Kecepatan udara, pemilihan material, model permukaan yang menonjol dan bentuk permukaan adalah faktor utama yang mempengaruhi kinerja *heatsink*. Metode penambahan heatsink dan panas dari material penghubung juga mempengaruhi temperatur

operasi maksimum IC / Integrated Circuit. *Heatsink* mentransfer energi panas dari alat yang bernenergi panas tinggi ke medium gas atau cairan dengan panas yang lebih rendah. Medium yang sering digunakan adalah udara bebas, terkadang air, atau refrigerant.



Gambar 2.7 *Heatsink*

Heatsink digunakan untuk membantu meningkatkan pelepasan kalor pada sisi dingin sehingga meningkatkan efisiensi dari modul tersebut [Putra,dkk,2009]. *Heatsink* dapat diaplikasikan pada beberapa jenis pendingin, sehingga performa dari *heatsink* sendiri berbeda tergantung pada tambahan pendingin yang menyertainya, jika medium pendingin berupa air maka heatsink sering disebut dengan plat pendingin. Dalam termodinamika heatsink adalah sebuah penyimpan panas yang dapat menyerap panas tanpa mengubah suhu. Dalam penggunaannya heatsink alat elektronik memiliki panas yang lebih tinggi dari pada sekitar untuk mentransfer panas secara *konveksi*, *radiasi* dan *konduksi*. *Power Supply* pada peralatan elektronik tidak 100% efisien menghasilkan energi, jadi akan timbul panas yang akan mengganggu kinerja dari pada alat. *Heatsink* kadang dimasukkan

dalam sebuah rangkaian untuk mengurangi panas agar meningkatkan efisiensi penggunaan energi.

Untuk mengetahui cara kerja *heatsink*, kita harus tahu bahwa energi panas adalah sebuah respon dari sebuah proses sebuah arus listrik melewati suatu benda atau hambatan panas akan dihasilkan, nilai panas tersebut setara dengan nilai tegangan jatuh. Dan kita harus mengetahui jenis bahan yang digunakan dan juga hambatan termal. Sifat dari hambatan termal sama seperti hambatan listrik, semakin tinggi nilai panas maka semakin tinggi pula nilai hambatan termal pada benda atau hambatan tersebut.

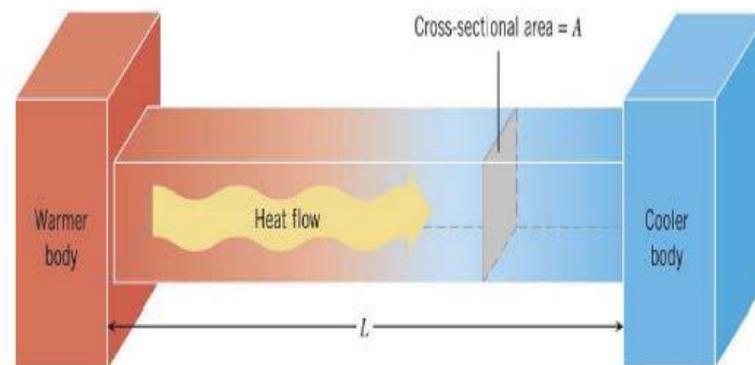
2.5 Panas

Panas merupakan suatu bentuk energi. Panas memiliki kaitan erat dengan getaran atau gerakan molekul. Molekul adalah bagian atau partikel dari suatu benda. Apabila benda dipanaskan molekul akan bergerak cepat sedangkan apabila didinginkan molekul akan bergerak lemah.

Jika panas diambil dari suatu benda maka temperatur benda itu akan turun. Makin banyak panas yang diambil temperatur benda menjadi makin rendah, tetapi setelah mencapai $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ maka panas itu tidak dapat lagi dikeluarkan dengan perkataan lain temperatur tersebut adalah yang terendah yang tidak dapat dicapai dengan cara apapun. Karena itu maka temperatur $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ dikatakan sebagai nol absolute dan didalam dunia ilmu dikenal sebagai $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.5.1 Perpindahan Panas Secara Konduksi

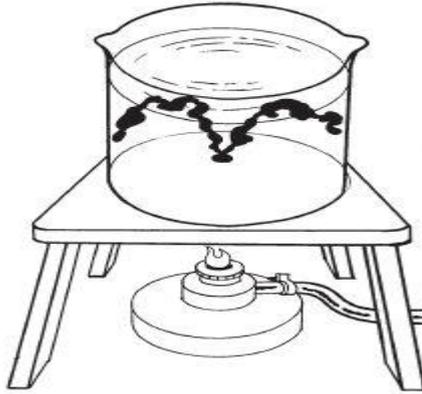
Perpindahan panas konduksi, dimana proses perpindahan panas terjadi antara benda atau partikel-partikel yang berkontak langsung melekat satu dengan yang lainnya, tidak ada pergerakan relatif diantara benda-benda tersebut. Misalnya panas yang berpindah di dalam sebuah batang logam akibat pemanasan salah satu ujungnya seperti terlihat pada gambar 2.8, ujung A menjadi naik temperaturnya walaupun yang dipanasi ujungnya adalah ujung B. Gambar 2.8 menunjukkan prinsip dari laju perpindahan panas konduksi pada dinding pelat.



Gambar 2.8 Proses perpindahan panas konduksi

2.5.2 Perpindahan Panas Secara Konveksi

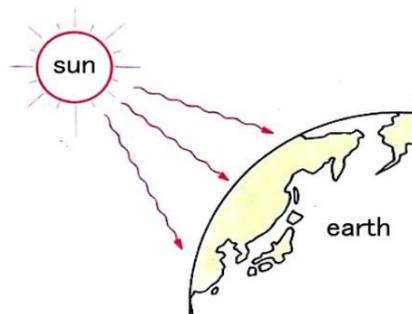
Perpindahan panas konveksi, dimana perpindahan panas terjadi di antara permukaan sebuah benda padat dengan fluida yang mengalir menyentuh permukaan tadi. Misalnya dinding pipa logam yang menjadi panas atau dingin akibat fluida panas atau dingin yang mengalir di dalamnya. Apabila aliran udara disebabkan oleh sebuah blower, kita menyebutnya sebagai konveksi paksa, dan apabila disebabkan oleh gradien massa jenis, maka disebut konveksi alamiah.



Gambar 2.9 Proses perpindahan panas konveksi

2.5.3 Perpindahan Panas Secara Radiasi

Perpindahan panas secara radiasi adalah perpindahan panas yang terjadi di antara dua permukaan yang terjadi tanpa adanya media perantara. Misalnya perpindahan panas antara matahari dengan mobil berwarna hitam yang diparkir di tempat yang terik. Udara bukanlah perantara dalam perpindahan panas ini karena temperatur udara di sekitar mobil tersebut lebih rendah daripada temperatur mobil tersebut.



Gambar 2.10 Proses perpindahan panas radiasi

2.6 Waktu Efektif Panas Matahari

Matahari atau surya adalah bintang di pusat tata surya, bentuknya nyaris bulat dan terdiri dari plasma panas bercampur medan magnet. Diameternya sekitar

1.392.684 km, kira-kira 109 kali diameter bumi dan massanya 330.000 kali massa bumi.

Energi surya atau matahari telah dimanfaatkan di banyak belahan dunia jika diekplotasi dengan tepat, energi ini berpotensi mampu menyediakan kebutuhan konsumsi energi dunia saat ini dalam waktu yang lebih lama. Matahari dapat digunakan secara langsung untuk memproduksi listrik atau untuk memanaskan bahkan untuk mendinginkan. Ada banyak cara untuk memanfaatkan energi dari matahari diantaranya mengubah sinar matahari secara langsung menjadi panas atau energi listrik untuk kegunaan sehari-hari.

Energi matahari atau surya merupakan energi berupa sinar dan panas dari matahari memiliki daya dihasilkan dari permukaan bumi sekitar $3,7 \times 10^{23}$ kW sehingga dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya sebagai media untuk memanaskan suatu benda ataupun objek yang dapat dimanfaatkan seperti pemanfaatan peltier yang di ubah dari energi panas menjadi energi listrik. Pemanfaatan energi radiasi matahari untuk memanaskan suatu objek dengan menggunakan seperangkat alat yang dapat mengumpulkan energi jatuh ke permukaan bumi dan mengubahnya menjadi energi panas yang berfungsi untuk menghasilkan listrik tersebut. Alat pengumpul energi radiasi matahari ini dapat berbentuk kolektor surya tipe pelat datar, cermin cekung, dan palung parabola [Howel,1982].

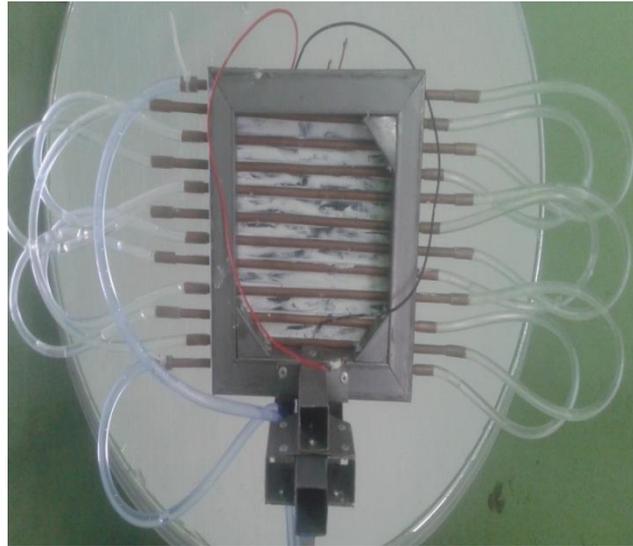
Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di indonesia, radiasi matahari di Indonesia dapat diklasifikasikan sebagai berikut : untuk kawasan barat dan timur Indonesia dengan distribusi penyinaran di kawasan barat Indonesia sekitar $4,5 \text{ kwh/m}^2$ per hari dengan variasi bulanan sekitar 9%.

Dengan demikian, potensi energi matahari rata-rata Indonesia sekitar 4,8 kwh/m² per hari dengan variasi bulanan sekitar 9%, dengan rata-rata waktu panas matahari yang paling efektif 7 jam per hari di Indonesia (Kementerian ESDM, 2011).

2.7 Sistem Pendingin Radiator

Sistem pendingin adalah sekumpulan komponen tambahan pada suatu alat untuk mencegah terjadinya panas yang melebihi kapasitas pada alat tersebut, melalui sistem ini, temperature alat akan dijaga agar tidak berlebihan. Sehingga, meski alat tersebut di pakai dalam waktu yang lama, temperature alat tersebut tidak akan berlebihan. Ini akan membuat alat bekerja secara efektif dan aman dalam jangka waktu yang lama.

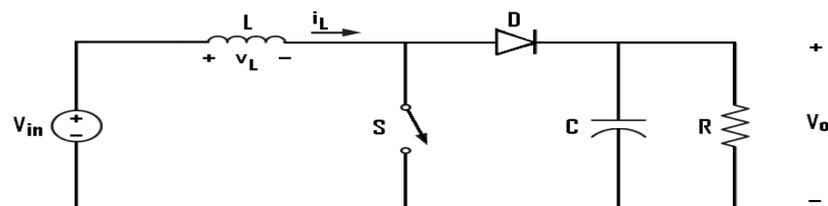
Sistem pendingin bekerja dengan prinsip perpindahan panas. Panas merupakan salah satu bentuk energi dan energi ini tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan. Sehingga, untuk mengurangi suhu pada alat yang panas tersebut tidak dihilangkan melainkan dipindahkan. Panas dari alat tersebut akan dipindahkan dalam udara bebas melalui serangkaian mekanisme yang disebut sistem pendingin, proses perpindahan panas ini, memerlukan bantuan sebuah media yang bisa menyerap, menyimpan dan melepaskan panas, umumnya media yang digunakan adalah air dan udara. Ketika suhu alat tinggi, panas didalam alat tersebut akan diserap oleh media pendinginan. Lalu media pendinginan tersebut akan disalurkan kedalam sebuah komponen bernama radiator.

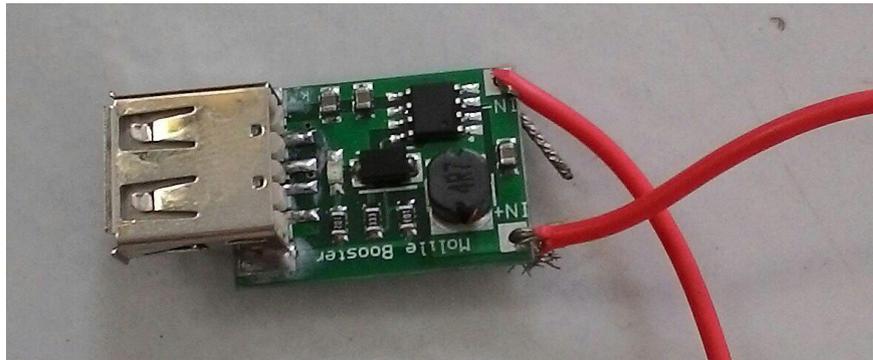


Gambar 2.11 Sistem pendingin

2.8 Boost Converter

Boost converter berguna untuk mengubah tegangan masukan yang rendah ke tegangan keluaran yang tinggi (penaik tegangan). Konverter ini bekerja secara periodik saat saklar terbuka dan tertutup. Rangkaian dapat dilihat pada Gambar di bawah ini. Untuk konverter ini, parameter yang dibutuhkan untuk dapat memperoleh rangkaiannya terdiri dari beberapa komponen yaitu saklar daya, dioda frekuensi tinggi, induktor, kapasitor, dan beban resistor. Saklar yang dipakai harus mempunyai respon yang cepat saat keadaan on dan off. Saklar yang dapat digunakan adalah saklar semikonduktor seperti MOSFET .

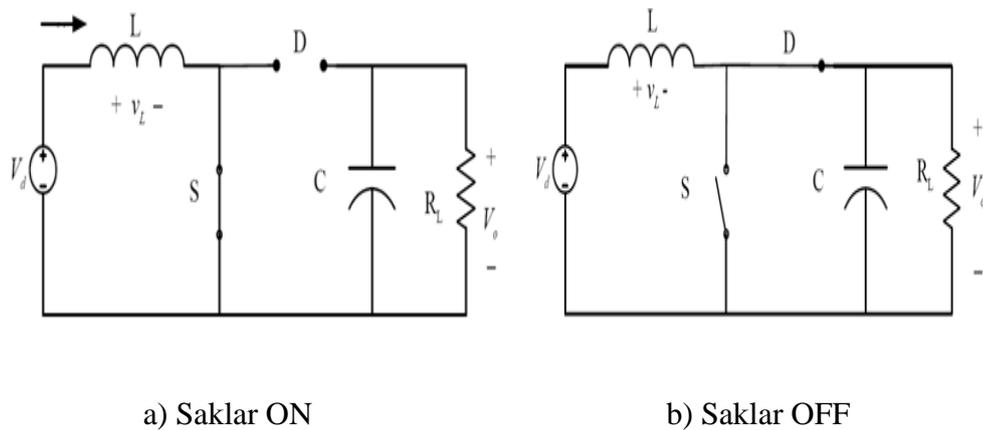
Gambar 2.12 *Boost Converter*



Gambar 2 . 13 Modul charger

2.8.1 Prinsip Kerja *Boost Converter*

Kemampuan *boost converter* untuk menaikkan tegangan dc berkaitan dengan prinsip *switch duration* ton dan toff *switch*. Saat saklar atau switch mosfet pada kondisi tertutup (ton), arus akan mengalir ke induktor sehingga menyebabkan energi akan tersimpan di induktor. Saat saklar mosfet terbuka, arus induktor ini akan mengalir menuju beban melewati dioda sehingga energi yang tersimpan di induktor akan menurun. Jika dilihat pada Gambar 2.14. Pada saat toff, beban akan disuplai oleh tegangan sumber ditambah dengan tegangan induktor yang sedang melepaskan energinya. Kondisi ini yang menyebabkan tegangan keluaran menjadi lebih besar dibandingkan dengan tegangan masukannya. Rasio antara tegangan keluaran dan tegangan masukan konverter ini sebanding dengan rasio antara periode penyaklaran dan waktu pembukaan saklar.



Gambar 2.14 Prinsip Kerja *Boost Converter*.

Dalam Operasionalnya, terdapat dua mode operasi untuk *boost converter*, yaitu *Continuous Conduction Mode* atau CCM dan *Discontinuous Conduction Mode* atau DCM. Pada *continuous mode*, arus induktor tidak pernah jatuh ke nol dalam semua siklus pensaklaran. Sedangkan untuk *discontinuous mode*, arus pada induktor akan jatuh ke nol sebelum selesai satu periode pensaklaran.

2.9 Baterai

Baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversibel* dengan efisiensi yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektoda-elektroda yang dipakai yaitu dengan melewatkan arus listrik dalam arah yang berlawanan di dalam sel.

Jenis sel baterai ini disebut juga *storage battery*, adalah suatu baterai yang dapat digunakan berulang kali pada keadaan sumber listrik arus bolak-balik terganggu. Tiap sel baterai ini terdiri dari dua macam elektroda yang berlainan,

yaitu elektroda yang positif dan elektroda negatif yang dicelupkan dalam suatu larutan kimia.

Baterai yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan baterai lithium yaitu baterai yang dapat disimpan lebih dari 10 tahun dan dapat bekerja pada suhu yang sangat rendah. Karena keunggulannya tersebut, Baterai jenis Lithium ini sering digunakan untuk aplikasi *Memory Backup* pada Mikrokomputer maupun Jam Tangan. Baterai Lithium biasanya dibuat seperti bentuk Uang Logam atau disebut juga dengan Baterai Koin atau *Coin Battery*. Ada juga yang memanggilnya Button Cell atau Baterai Kancing.



Gambar 2.15 Baterai lithium

2.9.1 Prinsip Kerja Baterai

- a. Proses discharge, bila sel dihubungkan dengan beban, maka elektron mengalir dari anoda melalui beban ke katoda, kemudian ion-ion negatif mengalir ke anoda dan ion-ion positif mengalir ke katoda.
- b. Pada proses pengisian, bila sel dihubungkan dengan power supply maka elektroda positif menjadi anoda dan elektroda negatif menjadi katoda dan proses kimia yang terjadi adalah sebagai berikut :
 1. Aliran elektron berubah arah, mengalir dari anoda melalui power supply ke katoda.
 2. Ion-ion negatif mengalir dari katoda ke anoda.

3. Ion-ion positif mengalir dari anoda ke katoda.

Jadi reaksi kimia pada saat pengisian atau *charging* adalah kebalikan dari saat pengosongan atau *discharging*.

2.9.3 Kapasitas Baterai

Besarnya energi yang diterima dan dikeluarkan oleh baterai disebut sebagai kapasitas baterai. Kapasitas baterai adalah jumlah ampere jam, artinya baterai dapat memberikan menyuplai sejumlah isinya rata-rata sebelum tiap selnya menyeluruh tegangan/voltase turun atau *drop voltage* yaitu sebesar 1,75 volt. Misalnya baterai 12 V 75 Ah, baterai ini bisa memberikan kuat arus sebesar 75 ampere dalam satu jam artinya memberikan daya rata-rata sebesar 900 watt, secara hitungan kasar dapat menyuplai alat berdaya 900 watt selama satu jam atau alat berdaya 90 watt selama 10 jam, walaupun pada kenyataannya tidak seperti ini.

2.10 Dioda

Dioda merupakan sebuah komponen yang dipakai sebagai penyearah atau rectifier pada sumber tenaga, karena pada umumnya dioda memiliki sifat merubah arus bolak-balik menjadi arus searah.

Secara umum, dioda merupakan suatu elemen sakelar elektronis yang hanya mengalirkan arus ke satu arah. Sebuah diode terdiri dari kristal dan silisium. Dalam kristalnya terdapat dua daerah yang disebut daerah-N dan daerah-P. Untuk melindungi kristalnya ia lalu disimpan dalam tabung gelas atau bahan buatan.

Kata dioda berasal dari pendekatan kata yaitu dua elektroda yang mana, di berarti dua mempunyai dua buah elektroda yaitu anoda dan katoda. Dioda adalah piranti elektronik yang hanya dapat melewatkan arus/tegangan dalam satu arah saja, dimana dioda merupakan jenis *vacuum tube* yang memiliki dua buah elektroda atau terminal. Karena itu, dioda dapat dimanfaatkan sebagai penyearah arus listrik, yaitu piranti elektronik yang mengubah arus atau tegangan bolak-balik atau AC menjadi arus atau tegangan searah atau DC.

Fungsi Dioda sangat penting didalam rangkaian elektronika. Karena dioda adalah komponen semikonduktor yang terdiri dari penyambung P-N. Dioda merupakan gabungan dari dua kata elektroda, yaitu anoda dan katoda. Sifat lain dari dioda adalah menghantarkan arus pada tegangan maju dan menghambat arus pada aliran tegangan balik.

Jenis-Jenis Dioda terbagi menjadi beberapa bagian, mulai dari *Light Emitting Diode* atau Dioda Emisi Cahaya yang biasa disingkat LED, *Diode Photo* atau Dioda Cahaya, *Diode Varactor* atau Dioda Kapasitas, *Diode Rectifier* atau Dioda Penyearah dan yang terakhir adalah *Diode Zener* yang biasa disebut juga sebagai *Voltage Regulation Diode*. Semua jenis dioda ini memiliki fungsi yang berbeda-beda yang sesuai dengan nama dioda itu sendiri.

Hampir semua peralatan elektronika memerlukan sumber arus searah. Prinsip kerja dioda digunakan untuk mendapatkan arus searah dari suatu arus bolak-balik. Arus atau tegangan tersebut harus benar-benar rata tidak boleh berdenyut-denyut agar tidak menimbulkan gangguan bagi peralatan yang dicatu.



Gambar 2.16 Dioda

2.11 Thermal Pasta

Thermal pasta adalah pasta penghantar panas sangat tinggi yang digunakan diantara dua buah objek/benda contohnya heatsink dan CPU/GPU agar dapat menghantarkan panas yang lebih baik. Thermal paste mengisi rongga mikroskopis yang terbentuk diantara dua buah objek contohnya heatsink dengan CPU/GPU, yang dapat menjebak udara masuk diantaranya sehingga mengakibatkan kerugian pelepasan panas menuju ke heatsink. Udara adalah konduktor panas yang sangat jelek. Thermal Interface Materials atau TIM dapat mengkonduksikan panas hingga 100 kali lebih besar dari pada udara. Namun, thermal pasta tidak lebih baik dari konduktor tembaga. Thermal pasta yang terlalu banyak juga akan menghambat proses pelepasan panas sehingga kinerja heatsink tidak bisa maksimal.



Gambar 2.17 Thermal Pasta

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Jadwal Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium teknik elektro kampus III Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Glugur Darat II Medan. Waktu Penelitian berlangsung selama kurang lebih 6 bulan, dimulai dari perencanaan alat, pembuatan alat, dan pengujian alat, pengambilan data, hingga pengolahan data.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan-bahan yang digunakan dalam perancangan sistem perancangan termoelektrik menggunakan reflektor parabola ini adalah sebagai berikut :

3.2.1 Alat Penelitian

1. Multitester
2. Ampere meter
3. Volt meter
4. Thermo meter
5. Tang
6. Obeng

3.2.2 Bahan Penelitian

1. Heatsink Plat aluminium
2. Modul charger
3. Kabel listrik
4. Dioda
5. Parabola
6. Aluminium foil
7. Steker banana
8. Peltier 6 buah
9. Baterai 3,7 V
10. Thermal pasta

3.3 Prosedur Penelitian

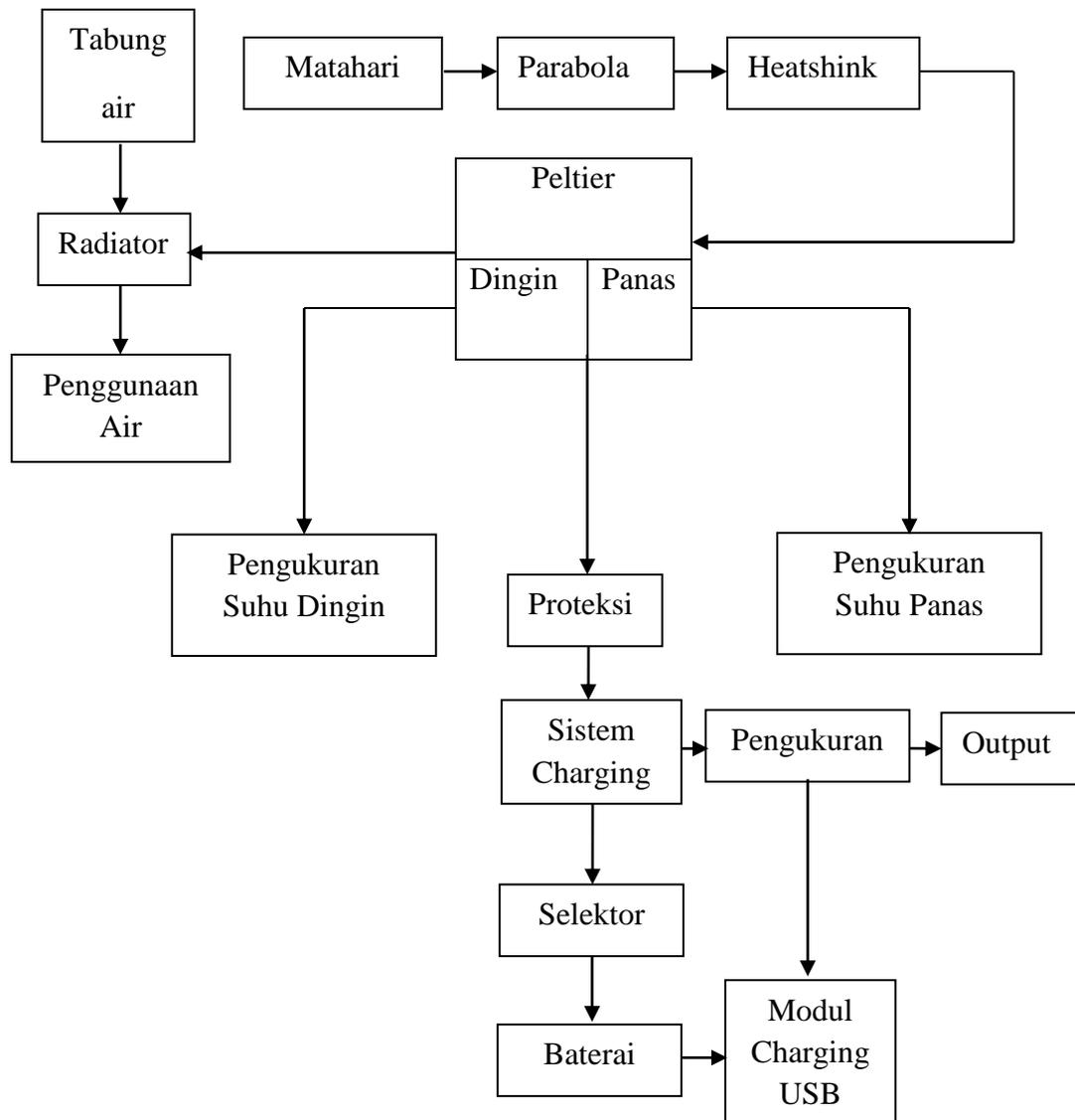
Langkah-langkah yang dilakukan pada perancangan model sistem secara keseluruhan adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Tahapan ini merupakan tahap pengumpulan dan pencarian literatur dari berbagai sumber baik skripsi, buku, jurnal, dan makalah ilmiah yang berkaitan dengan Perancangan termoelektrik menggunakan reflektor parabola. Khususnya penulis mempelajari sistem kerja dari sebuah perancangan alat konversi energi matahari menjadi energi listrik menggunakan parabola yang diarahkan ke peltier beserta karakteristik dan bagian-bagiannya.

2. Perancangan Blok Diagram Sistem

Perancangan blok diagram sistem bertujuan untuk mempermudah realisasi perancangan termoelektrik menggunakan reflektor parabola.



Gambar 3.1 Blok diagram sistem

Pada gambar diatas terdapat beberapa blok diagram sistem yang masing-masing berfungsi membentuk suatu koordinasi agar tercapai tujuan yang diinginkan, yaitu input, proses, dan output. Input adalah merupakan *setpoint* sistem, yaitu suatu nilai atau besaran yang dimasukkan agar diperoleh output yang diinginkan.

Pada awalnya panas dari sinar matahari dipantulkan oleh parabola yang diarahkan ke heatshink untuk memanaskan sisi panas peltier, ditengah heatshink tersebut terdapat peltier yang sudah tersusun, pada peltier terdapat sisi panas dan sisi dingin yang masing-masing sisi terdapat pengukuran suhu yaitu thermometer.

Kemudian sisi dingin dari peltier didinginkan menggunakan radiator yang telah dibuat, radiator tersebut awalnya di isi air menggunakan tabung air, untuk dialirkan ke radiator ataupun ke sisi dingin dari peltier, setelah itu aliran air yang melewati radiator akan mengalir ke penggunaan air yang dibutuhkan.

Setelah itu dari peltier menuju proteksi, lalu menuju ke sistem charging kemudian menuju ke selektor yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan yang dihasilkan oleh peltier, kemudian tegangan yang dihasilkan di simpan ke baterai yang berfungsi untuk menyimpan tegangan yang akan digunakan nantinya untuk mencharging handphone, setelah itu menuju ke modul charging USB yang sudah di lengkapi layar volt meter dan ampere meter maka secara otomatis akan tampak output pengukuran arus dan tegangan pada layar.

3. Implementasi perancangan termoelektrik menggunakan reflektor parabola

Implementasi dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

- a. Merancang pembuatan alat dan menentukan bahan yang digunakan.
- b. Melakukan pengujian alat dari setiap blok diagram.
- c. Menggabungkan setiap rangkaian blok diagram dengan diuji dan melakukan ulang.

4. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat yang dirancang dan dapat dilakukan dengan cara pengambilan data terhadap parameter referensi yang telah di tentukan.

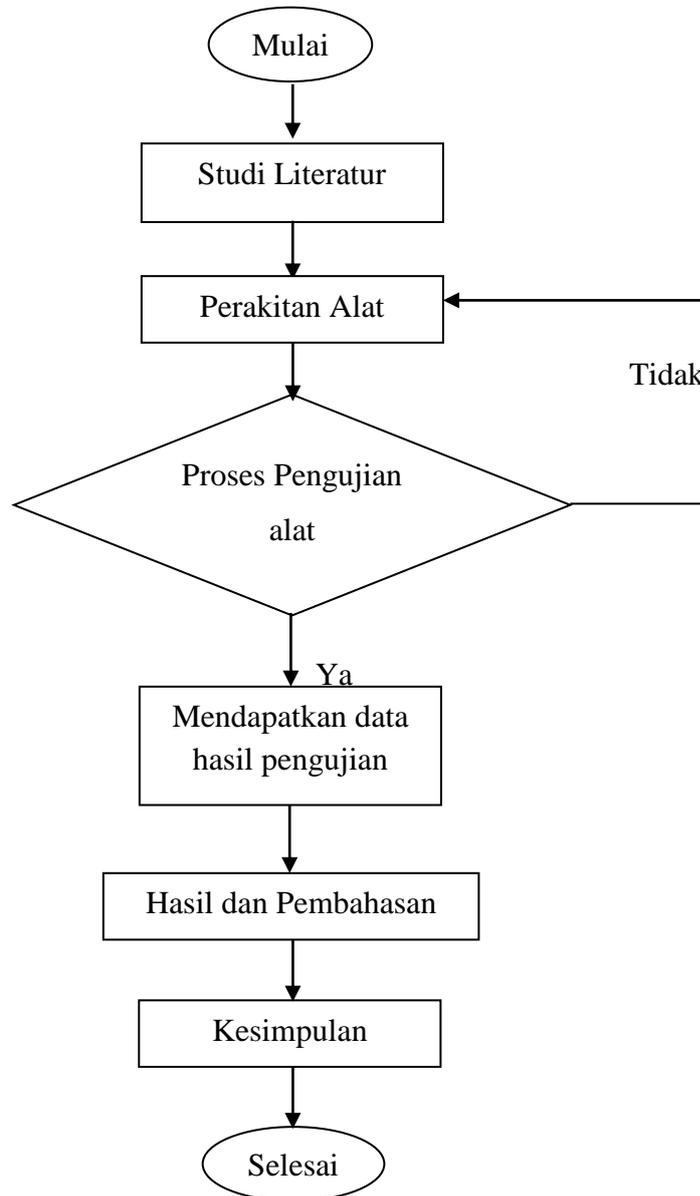
3.4 Gambar alat keseluruhan



Gambar 3.2 Perancangan alat keseluruhan

3.5 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir (*flowchart diagram*) untuk mempermudah memahami perancangan alat ini dan juga mempermudah dalam pembuatan program adalah sebagai berikut :



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian

Pada gambar diatas terdapat beberapa blok diagram alir penelitian yang masing-masing berfungsi membentuk suatu koordinasi supaya tercapai tujuan yang diinginkan.

Untuk mulai menentukan perancangan alat yang akan dirancang, terlebih dahulu menentukan studi literatur, yang maksudnya tahapan ini merupakan tahap pengumpulan dan pencarian literatur dari berbagai sumber baik skripsi, buku, jurnal, dan makalah ilmiah yang berkaitan, setelah itu mulai melakukan perakitan alat, setelah alat selesai dilakukan proses pengujian alat, jika dalam pengujian belum mampu mengeluarkan energi listrik maka kembali lagi ke melakukan perakitan alat, tetapi jika pengujian sudah berhasil maka akan mendapatkan data hasil pengujian yang akan keluar pada layar yang berisi arus dan tegangan yang dihasilkan oleh alat tersebut, setelah alat tersebut sudah mendapatkan hasil pengujian maka akan di buat pada hasil dan pembahasan, setelah itu hasil keseluruhan di buat pada kesimpulan setelah itu selesai.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Dalam Bab ini akan dibahas tentang hasil pengamatan secara keseluruhan dari penelitian ini ditampilkan dalam bentuk tabel data dan grafik. Data yang ditampilkan adalah nilai rata-rata dan perhitungan lainnya dari 7 hari pengamatan dari hari senin-sabtu, pengujian dilakukan setiap selang waktu 2 jam selama 4 jam dari pukul 10.00 – 14.00 WIB setiap satu hari, kemudian dari data tersebut dibuat grafik hubungan yang terdapat pada data terhadap waktu pengamatan.

4.2. Pembahasan

Hasil pengamatan secara keseluruhan dari penelitian ini ditampilkan dalam bentuk tabel data dan grafik. Data yang ditampilkan adalah nilai rata-rata dan perhitungan lainnya dari 7 hari pengamatan setiap selang waktu 2 jam selama 4 jam setiap satu hari, kemudian dari data tersebut dibuat grafik hubungan yang terdapat pada data terhadap waktu pengamatan. Dalam pengamatan ini awan juga berpengaruh terhadap intensitas radiasi matahari yang jatuh ke permukaan bumi sehingga menyebabkan panas yang diterima oleh reflektor parabola relatif sedikit, keadaan ini sangat mempengaruhi intensitas radiasi matahari yang diterima oleh reflektor parabola, sehingga sangat berpengaruh terhadap tegangan dan arus yang dapat dihasilkan oleh peltier.

Data-data tersebut terdapat pada tabel dan grafik di bawah ini sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data pengamatan hari senin

NO	Waktu Pengamatan (WIB)	TP (V)	A (A)	KS (V\K)	HL (ohm)	HP (K/W)	SP (°C)	SD (°C)
1	10.00-12.00	2,25	0,55	0,132	3,5	1,1	55	38
2	12.00-14.00	5,85	0,73	0,188	3,5	1,1	63	32

Keterangan :

TP : Tegangan peltier

HL : Hambatan listrik

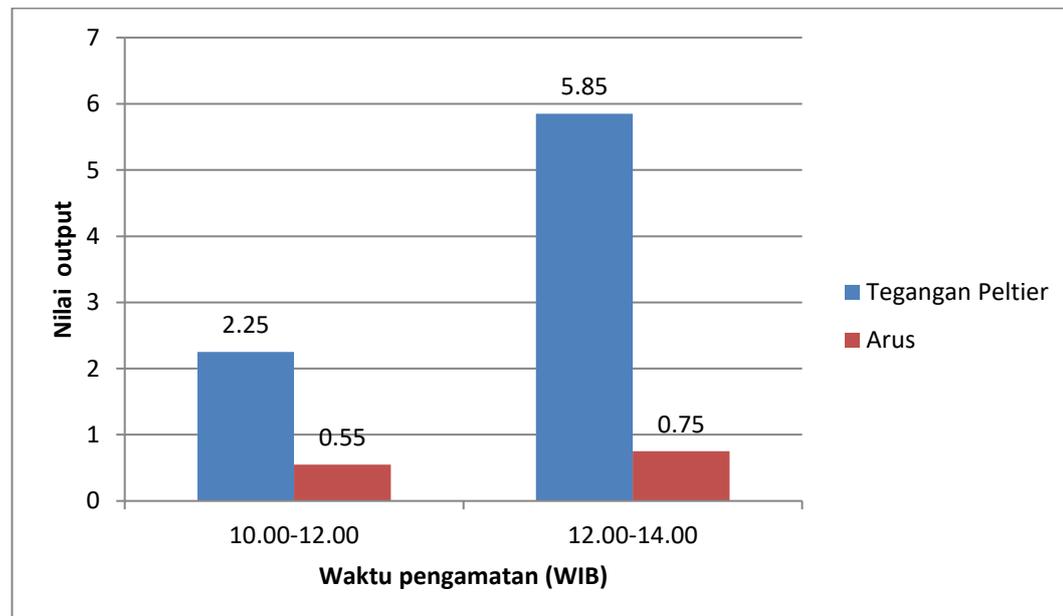
HP : Hambatan panas

SP : Suhu panas

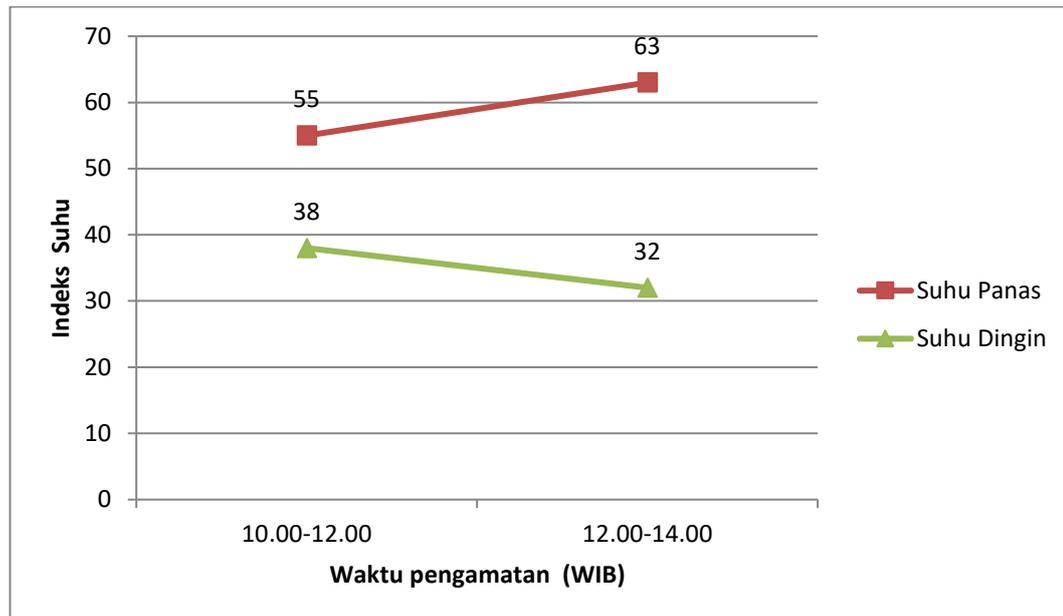
A : Arus

SD : Suhu dingin

KS : Koefisien seebeck



Grafik 4.1 Hubungan antara nilai output terhadap waktu pengamatan hari senin



Grafik 4.2 Hubungan antara indeks suhu terhadap waktu pengamatan hari senin

Dari data tabel dan grafik diatas pada jam 10.00-12.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 2,25 V dan arus sebesar 0,55 A dengan temperatur panas sebesar 55⁰C dan temperatur dingin sebesar 35⁰C, sedangkan pada jam 12.00-14.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 5,85 V dan arus sebesar 0,73 A dengan temperatur panas sebesar 63⁰C dan temperatur dingin sebesar 32⁰C. Hal ini disebabkan karena pada jam 10.00-12.00 awan sedikit menutupi matahari sehingga panas yang diterima oleh peltier relatif kecil di bandingkan panas pada jam 12.00-14.00 yang lebih besar sehingga energi listrik yang dihasilkan juga lebih besar dibandingkan pada jam 10.00-12.00. Dalam hal ini faktor cuaca sangat mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan oleh peltier.

Jam 10.00-12.00

Untuk sisi dingin :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,132 \cdot 0,55 \cdot (273 + 38) - \left\{\frac{17}{1,1}\right\} - \left\{\frac{0,55^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 22,57 - 15,4 - 0,529$$

$$q_{abs} = 6,64 \text{ W}$$

Untuk sisi panas :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,132 \cdot 0,55 \cdot (273 + 55) - \left\{\frac{17}{1,1}\right\} - \left\{\frac{0,55^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 23,81 - 15,4 - 0,529$$

$$q_{abs} = 7,88 \text{ W}$$

Tegangan

$$V = \alpha \Delta T + IR$$

$$V = 0,132 \cdot 17 + 0,55 \cdot 3,5$$

$$V = 2,244 + 1,925$$

$$V = 4,169 \text{ V}$$

Konsumsi energi listrik :

$$P_{el} = V \cdot I$$

$$P_{el} = 4,169 \cdot 0,55$$

$$P_{el} = 2,29 \text{ W}$$

Jam 12.00-14.00

Untuk sisi dingin :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\Theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,188 \cdot 0,73 \cdot (273 + 32) - \left\{\frac{31}{1,1}\right\} - \left\{\frac{0,73^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 41,85 - 28,1 - 0,9325$$

$$q_{abs} = 12,81 \text{ W}$$

Untuk sisi panas :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\Theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,188 \cdot 0,73 \cdot (273 + 63) - \left\{\frac{31}{1,1}\right\} - \left\{\frac{0,73^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 46,11 - 28,1 - 0,9325$$

$$q_{abs} = 17,07 \text{ W}$$

Tegangan :

$$V = \alpha \Delta T + IR$$

$$V = 0,188 \cdot 31 + 0,73 \cdot 3,5$$

$$V = 5,828 + 0,605$$

$$V = 6,433 \text{ V}$$

Konsumsi energi listrik :

$$P_{el} = V \cdot I$$

$$P_{el} = 6,433 \cdot 0,73$$

$$P_{el} = 4,696 \text{ W}$$

$$\text{Nilai rata - rata} = \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}}$$

Tegangan rata-rata :

$$\begin{aligned} V_r &= \frac{2,25 + 5,85}{2} \\ &= \frac{4,05}{2} = 2,025 \text{ V} \end{aligned}$$

Arus rata-rata :

$$\begin{aligned} I_r &= \frac{0,55 + 0,73}{2} \\ &= \frac{1,28}{2} = 0,64 \text{ A} \end{aligned}$$

Tabel 4.2 Hasil perhitungan hari senin

NO	Waktu Pengamatan (WIB)	Sisi Dingin (W)	Sisi Panas (W)	Tegangan (V)	Konsumsi Energi Listrik (W)
1	10.00-12.00	6,64	7,88	4,169	2,29
2	12.00-14.00	12,81	17,07	6,433	4,696

Tabel 4.3 Data pengamatan hari selasa

NO	Waktu Pengamatan (WIB)	TP (V)	A (A)	KS (V/K)	HL (ohm)	HP (K/W)	SP (°C)	SD (°C)
1	10.00-12.00	6,05	0,78	0,168	3,5	1,1	70	32
2	12.00-14.00	3,05	0,59	0,160	3,5	1,1	57	38

Keterangan :

TP : Tegangan peltier

HL : Hambatan listrik

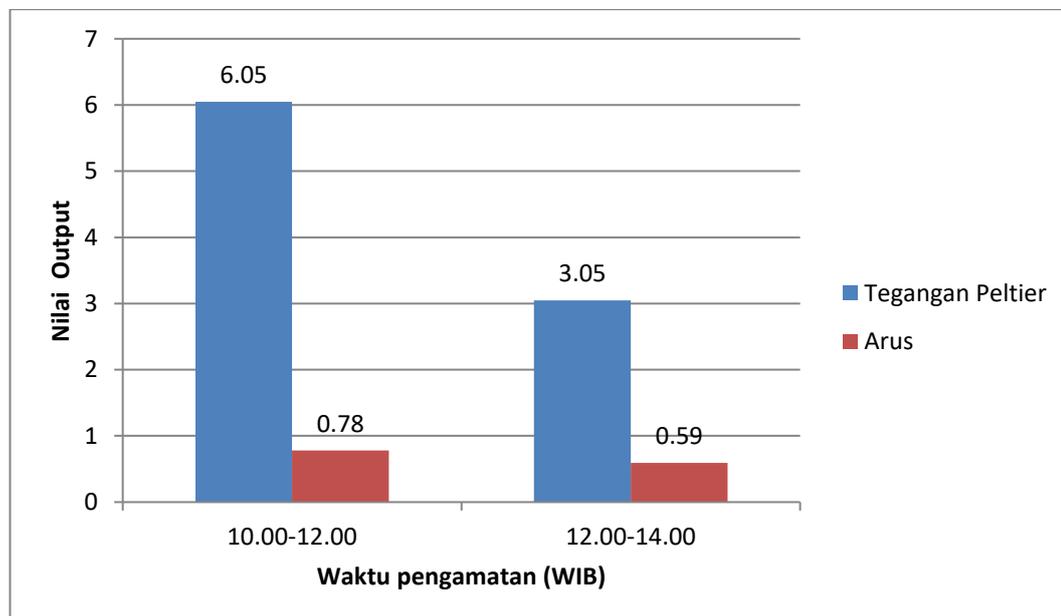
HP : Hambatan panas

SP : Suhu panas

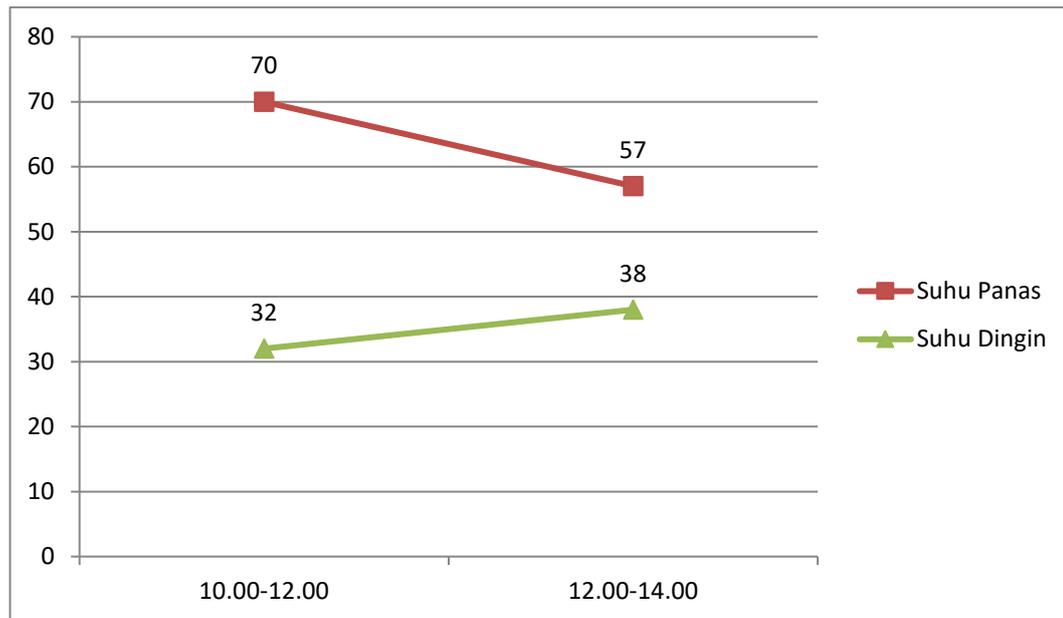
A : Arus

SD : Suhu dingin

KS : Koefisien seebeck



Grafik 4.3 Hubungan antara nilai output terhadap waktu pengamatan hari selasa



Grafik 4.4 Hubungan antara indeks suhu terhadap waktu pengamatan hari Selasa

Dari data tabel dan grafik diatas pada jam 10.00-12.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 6,05 V dan arus sebesar 0,78 A dengan temperatur panas sebesar 70⁰C dan temperatur dingin sebesar 32⁰C, sedangkan pada jam 12.00-14.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 3,05 V dan arus sebesar 0,59 A dengan temperatur panas sebesar 57⁰C dan temperatur dingin sebesar 38⁰C. Hal ini disebabkan karena pada jam 12.00-14.00 awan sedikit menutupi matahari sehingga panas yang diterima oleh peltier relatif kecil di bandingkan panas pada jam 10.00-12.00 yang lebih besar sehingga energi listrik yang dihasilkan juga lebih besar dibandingkan pada jam 12.00-14.00. Dalam hal ini faktor cuaca sangat mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan oleh peltier.

Jam 10.00-12.00

Untuk sisi dingin :

$$q_{abs} = \alpha I T_c - \frac{\Delta T}{\theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,168 \cdot 0,78 \cdot (273 + 32) - \left\{\frac{38}{1,1}\right\} - \left\{\frac{0,78^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 39,96 - 34,54 - 1,064$$

$$q_{abs} = 4,35 \text{ W}$$

Untuk sisi panas :

$$q_{abs} = \alpha I T_c - \frac{\Delta T}{\theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,168 \cdot 0,78 \cdot (273 + 70) - \left\{\frac{38}{1,1}\right\} - \left\{\frac{0,78^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 44,94 - 34,5 - 1,064$$

$$q_{abs} = 9,37 \text{ W}$$

Tegangan

$$V = \alpha \Delta T + IR$$

$$V = 0,168 \cdot 38 + 0,78 \cdot 3,5$$

$$V = 6,384 + 2,73$$

$$V = 9,114 \text{ V}$$

Konsumsi energi listrik :

$$P_{el} = V \cdot I$$

$$P_{el} = 9,114 \cdot 0,78$$

$$P_{el} = 7,10 \text{ W}$$

Jam 12.00-14.00

Untuk sisi dingin :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\Theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,160 \cdot 0,59 \cdot (273 + 38) - \left\{\frac{19}{1,1}\right\} - \left\{\frac{0,59^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 29,35 - 17,27 - 0,6091$$

$$q_{abs} = 11,47 \text{ W}$$

Untuk sisi panas :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\Theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,160 \cdot 0,59 \cdot (273 + 57) - \left\{\frac{19}{1,1}\right\} - \left\{\frac{0,59^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 31,152 - 17,27 - 0,6091$$

$$q_{abs} = 13,27 \text{ W}$$

Tegangan :

$$V = \alpha \Delta T + IR$$

$$V = 0,160 \cdot 19 + 0,59 \cdot 3,5$$

$$V = 3,04 + 2,065$$

$$V = 5,105 \text{ V}$$

Konsumsi energi listrik :

$$P_{el} = V \cdot I$$

$$P_{el} = 5,105 \cdot 0,59$$

$$P_{el} = 3,011 \text{ W}$$

$$\text{Nilai rata - rata} = \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}}$$

Tegangan rata-rata :

$$V_r = \frac{6,05 + 3,05}{2}$$

$$= \frac{9,1}{2} = 4,55 \text{ V}$$

Arus rata-rata :

$$I_r = \frac{0,78 + 0,59}{2}$$

$$= \frac{1,37}{2} = 0,68 \text{ A}$$

Tabel 4.4 Hasil perhitungan hari selasa

NO	Waktu Pengamatan (WIB)	Sisi Dingin (W)	Sisi Panas (W)	Tegangan (V)	Konsumsi Energi Listrik (W)
1	10.00-12.00	4,35	9,37	9,114	7,10
2	12.00-14.00	11,47	13,27	5,105	3,011

Tabel 4.5 Data pengamatan hari rabu

NO	Waktu Pengamatan (WIB)	TP (V)	A (A)	KS (V\K)	HL (ohm)	HP (K/W)	SP (°C)	SD (°C)
1	10.00-12.00	5,75	0,71	0,205	3,5	1,1	60	32
2	12.00-14.00	11,05	1,50	0,149	3,5	1,1	110	36

Keterangan :

TP : Tegangan peltier

HL : Hambatan listrik

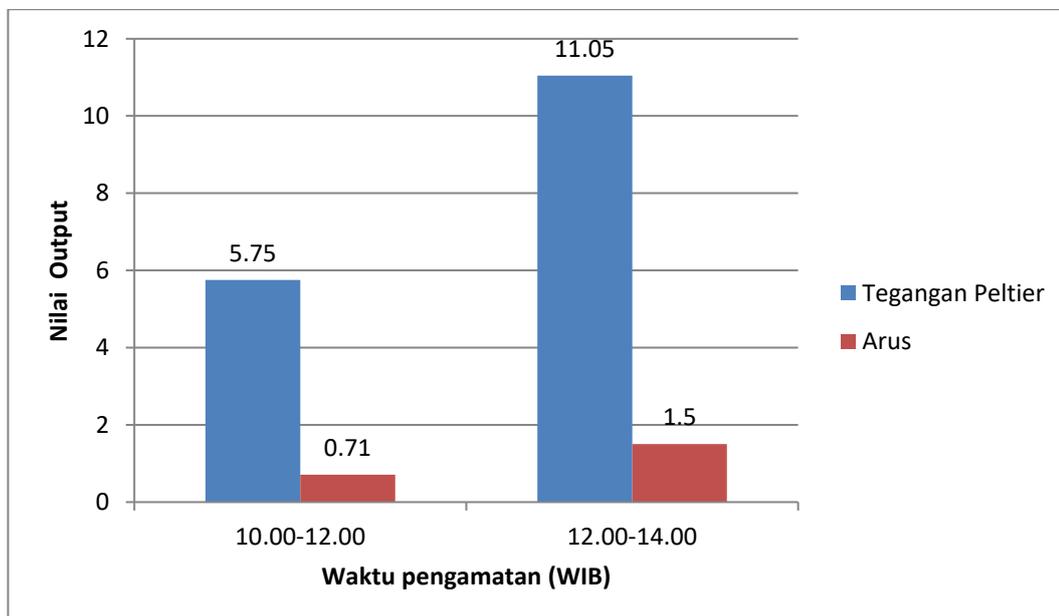
HP : Hambatan panas

SP : Suhu panas

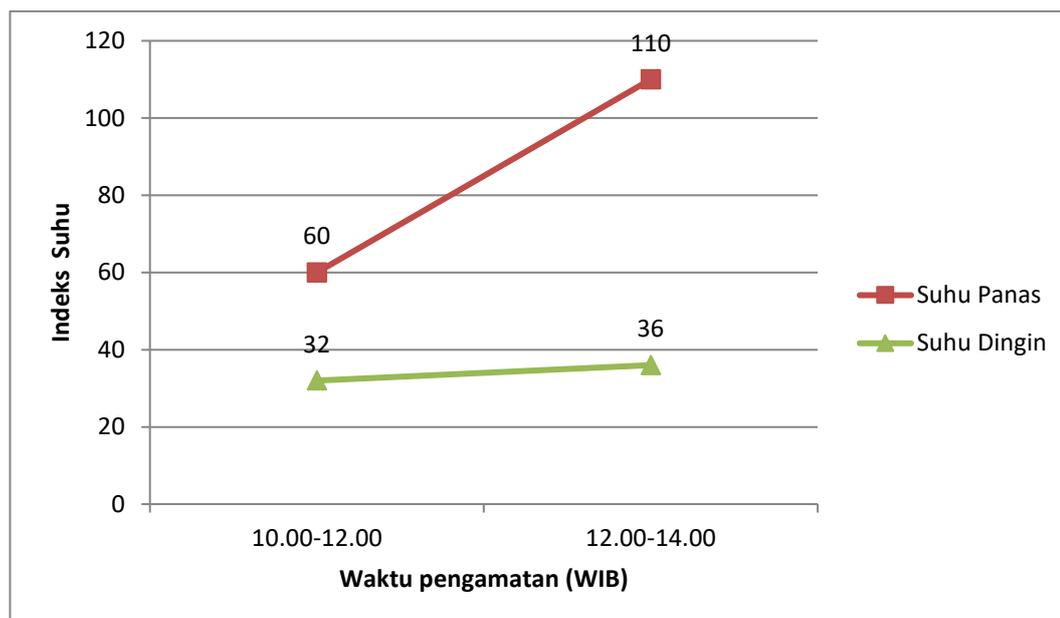
A : Arus

SD : Suhu dingin

KS : Koefisien seebeck



Grafik 4.5 Hubungan antara nilai output terhadap waktu pengamatan hari rabu



Grafik 4.6 Hubungan antara indeks suhu terhadap waktu pengamatan hari rabu

Dari data tabel dan grafik diatas pada jam 10.00-12.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 5,75 V dan arus sebesar 0,71 A dengan temperatur panas sebesar 60⁰C dan temperatur dingin sebesar 32⁰C, sedangkan pada jam 12.00-14.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 11,05 V dan arus sebesar 1,5 A dengan temperatur panas sebesar 110⁰C dan temperatur dingin sebesar 36⁰C. Hal ini disebabkan karena pada jam 10.00-12.00 awan sedikit menutupi matahari sehingga panas yang diterima oleh peltier relatif kecil di bandingkan panas pada jam 12.00-14.00 yang lebih besar sehingga energi listrik yang dihasilkan juga lebih besar dibandingkan pada jam 10.00-12.00. Dalam hal ini faktor cuaca sangat mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan oleh peltier.

Jam 10.00-12.00

Untuk sisi dingin :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\Theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,205 \cdot 0,71 \cdot (273 + 32) - \left\{\frac{28}{1,1}\right\} - \left\{\frac{0,71^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 44,39 - 25,45 - 0,882$$

$$q_{abs} = 18,05 \text{ W}$$

Untuk sisi panas :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\Theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,205 \cdot 0,71 \cdot (273 + 60) - \left\{\frac{28}{1,1}\right\} - \left\{\frac{0,71^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 48,46 - 25,45 - 0,882$$

$$q_{abs} = 22,12 \text{ W}$$

Tegangan

$$V = \alpha \Delta T + IR$$

$$V = 0,205 \cdot 28 + 0,71 \cdot 3,5$$

$$V = 5,74 + 2,485$$

$$V = 8,225 \text{ V}$$

Konsumsi energi listrik :

$$P_{el} = V \cdot I$$

$$P_{el} = 8,225 \cdot 0,71$$

$$P_{el} = 5,83 \text{ W}$$

Jam 12.00-14.00

Untuk sisi dingin :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\Theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,172 \cdot 1,50 \cdot (273 + 36) - \left\{\frac{64}{1,1}\right\} - \left\{\frac{1,50^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 79,72 - 58,18 - 3,9375$$

$$q_{abs} = 17,60 \text{ W}$$

Untuk sisi panas :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\Theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,172 \cdot 1,50 \cdot (273 + 100) - \left\{\frac{64}{1,1}\right\} - \left\{\frac{1,50^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 96,75 - 58,18 - 3,9375$$

$$q_{abs} = 34,63 \text{ W}$$

Tegangan :

$$V = \alpha \Delta T + IR$$

$$V = 0,172 \cdot 64 + 1,50 \cdot 3,5$$

$$V = 11,008 + 5,25$$

$$V = 16,258 \text{ V}$$

Konsumsi energi listrik :

$$P_{el} = V \cdot I$$

$$P_{el} = 16,258 \cdot 1,50$$

$$P_{el} = 24,387 \text{ W}$$

$$\text{Nilai rata - rata} = \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}}$$

Tegangan rata-rata :

$$V_r = \frac{5,75 + 11,05}{2}$$

$$= \frac{16,8}{2} = 8,4 \text{ V}$$

Arus rata-rata :

$$I_r = \frac{0,71 + 1,50}{2}$$

$$= \frac{2,21}{2} = 1,10 \text{ A}$$

Tabel 4.6 Hasil perhitungan hari rabu

NO	Waktu Pengamatan (WIB)	Sisi Dingin (W)	Sisi Panas (W)	Tegangan (V)	Konsumsi Energi Listrik (W)
1	10.00-12.00	18,05	22,12	8,225	5,83
2	12.00-14.00	17,60	34,63	16,58	24,387

Tabel 4.7 Data pengamatan hari kamis

NO	Waktu Pengamatan (WIB)	TP (V)	A (A)	KS (V\K)	HL (ohm)	HP (K/W)	SP (°C)	SD (°C)
1	10.00-12.00	9,6	1,10	0,177	3,5	1,1	95	41
2	12.00-14.00	12,5	1,65	0,168	3,5	1,1	115	41

Keterangan :

TP : Tegangan peltier

HL : Hambatan listrik

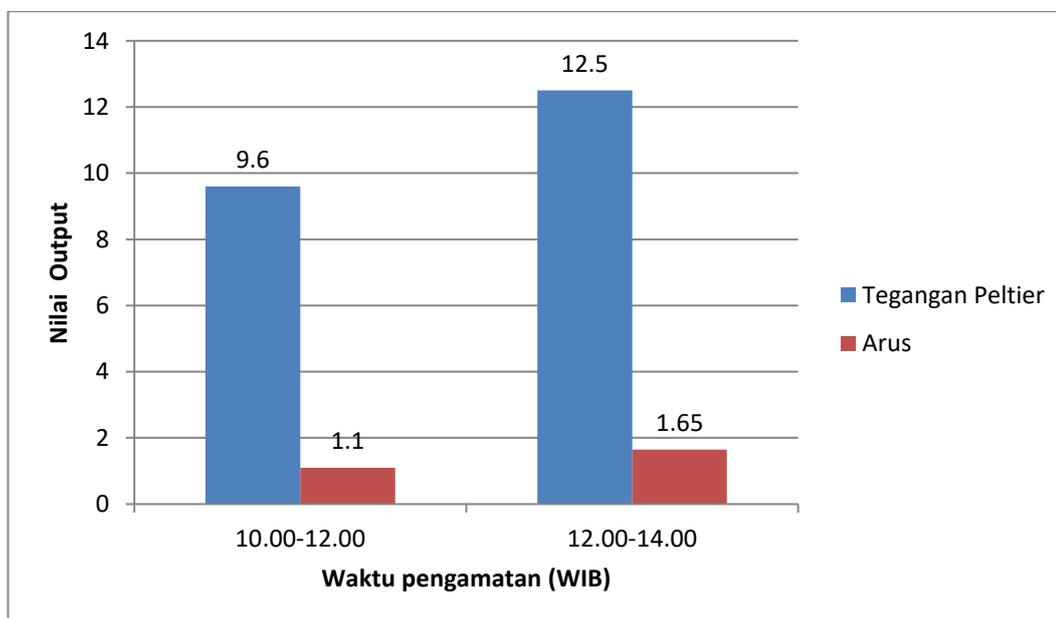
HP : Hambatan panas

SP : Suhu panas

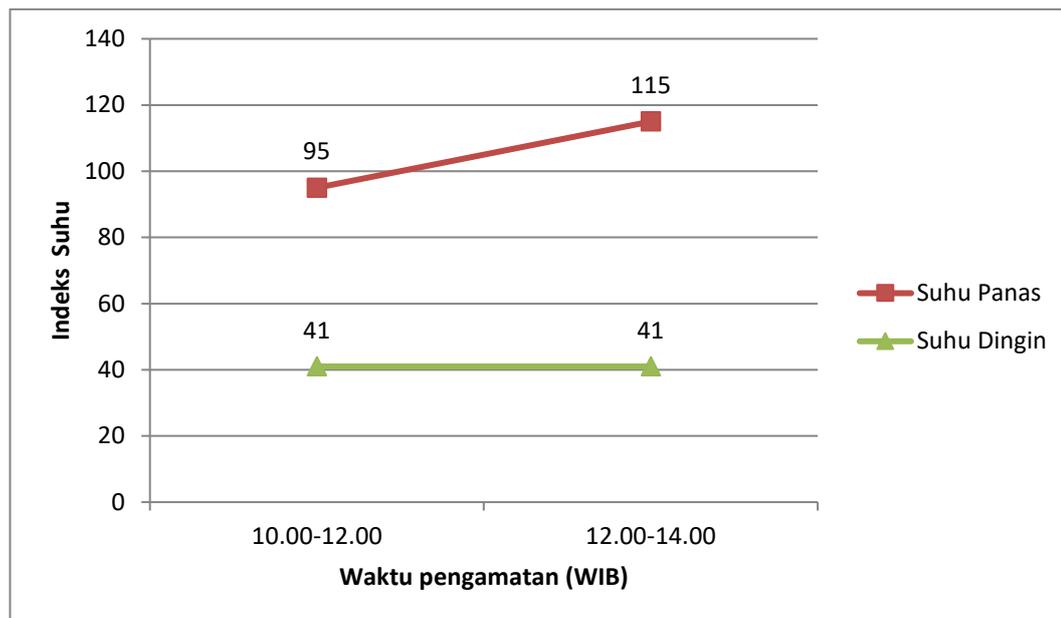
A : Arus

SD : Suhu dingin

KS : Koefisien seebeck



Grafik 4.7 Hubungan nilai output suhu terhadap waktu pengamatan hari kamis



Grafik 4.8 Hubungan indeks suhu suhu terhadap waktu pengamatan hari kamis

Dari data tabel dan grafik diatas pada jam 10.00-12.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 9,6 V dan arus sebesar 0,91 A dengan temperatur panas sebesar 95°C dan temperatur dingin sebesar 41°C , sedangkan pada jam 12.00-14.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 12,5 V dan arus sebesar 1,65 A dengan temperatur panas sebesar 115°C dan temperatur dingin sebesar 41°C . Hal ini disebabkan karena pada jam 10.00-12.00 awan sedikit menutupi matahari sehingga panas yang diterima oleh peltier relatif kecil di bandingkan panas pada jam 12.00-14.00 yang lebih besar sehingga energi listrik yang dihasilkan juga lebih besar dibandingkan pada jam 10.00-12.00. Dalam hal ini faktor cuaca sangat mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan oleh peltier.

Jam 10.00-12.00

Untuk sisi dingin :

$$q_{abs} = \alpha I T_c - \frac{\Delta T}{\theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,177 \cdot 1,10 \cdot (273 + 38) - \left\{\frac{54}{1,1}\right\} - \left\{\frac{1,10^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 60,55 - 49,09 - 2,117$$

$$q_{abs} = 9,343 \text{ W}$$

Untuk sisi panas :

$$q_{abs} = \alpha I T_c - \frac{\Delta T}{\theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,177 \cdot 1,10 \cdot (273 + 95) - \left\{\frac{54}{1,1}\right\} - \left\{\frac{1,10^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 71,64 - 49,09 - 2,117$$

$$q_{abs} = 20,43 \text{ W}$$

Tegangan

$$V = \alpha \Delta T + IR$$

$$V = 0,177 \cdot 54 + 1,10 \cdot 3,5$$

$$V = 9,55 + 3,85$$

$$V = 13,4 \text{ V}$$

Konsumsi energi listrik :

$$P_{el} = V \cdot I$$

$$P_{el} = 13,4 \cdot 1,10$$

$$P_{el} = 14,74 \text{ W}$$

Jam 12.00-14.00

Untuk sisi dingin :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\Theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,168 \cdot 1,65 \cdot (273 + 41) - \left\{\frac{74}{1,1}\right\} - \left\{\frac{1,65^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 87,04 - 67,27 - 4,7643$$

$$q_{abs} = 15,00 \text{ W}$$

Untuk sisi panas :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\Theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,168 \cdot 1,65 \cdot (273 + 115) - \left\{\frac{74}{1,1}\right\} - \left\{\frac{1,65^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 107,55 - 67,27 - 4,7643$$

$$q_{abs} = 35,515 \text{ W}$$

Tegangan :

$$V = \alpha \Delta T + IR$$

$$V = 0,168 \cdot 74 + 1,65 \cdot 3,5$$

$$V = 12,432 + 5,775$$

$$V = 18,207 \text{ V}$$

Konsumsi energi listrik :

$$P_{el} = V \cdot I$$

$$P_{el} = 18,207 \cdot 1,65$$

$$P_{el} = 30,041 \text{ W}$$

$$\text{Nilai rata - rata} = \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}}$$

Tegangan rata-rata :

$$\begin{aligned} Vr &= \frac{9,6 + 12,6}{2} \\ &= \frac{15,6}{2} = 7,8 \text{ V} \end{aligned}$$

Arus rata-rata :

$$\begin{aligned} Ir &= \frac{0,91 + 1,65}{2} \\ &= \frac{2,56}{2} = 1,28 \text{ A} \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Hasil perhitungan hari kamis

NO	Waktu Pengamatan (WIB)	Sisi Dingin (W)	Sisi Panas (W)	Tegangan (V)	Konsumsi Energi Listrik (W)
1	10.00-12.00	9,343	20,43	13,4	14,74
2	12.00-14.00	15,00	35,515	18,207	30,041

Tabel 4.9 Data pengamatan hari jumat

NO	Waktu Pengamatan (WIB)	TP (V)	A (A)	KS V\K	HL ohm	HP K/W	SP (°C)	SD (°C)
1	10.00-12.00	11,02	1,42	0,177	3,5	1,1	98	36
2	12.00-14.00	12,7	1,70	0,162	3,5	1,1	118	40

Keterangan :

TP : Tegangan peltier

HL : Hambatan listrik

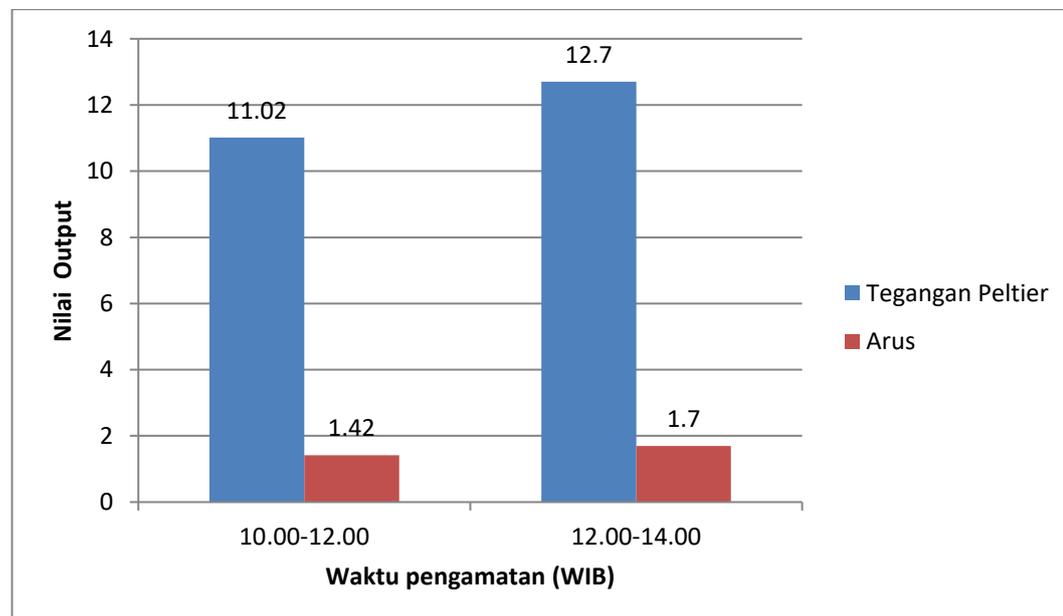
HP : Hambatan panas

SP : Suhu panas

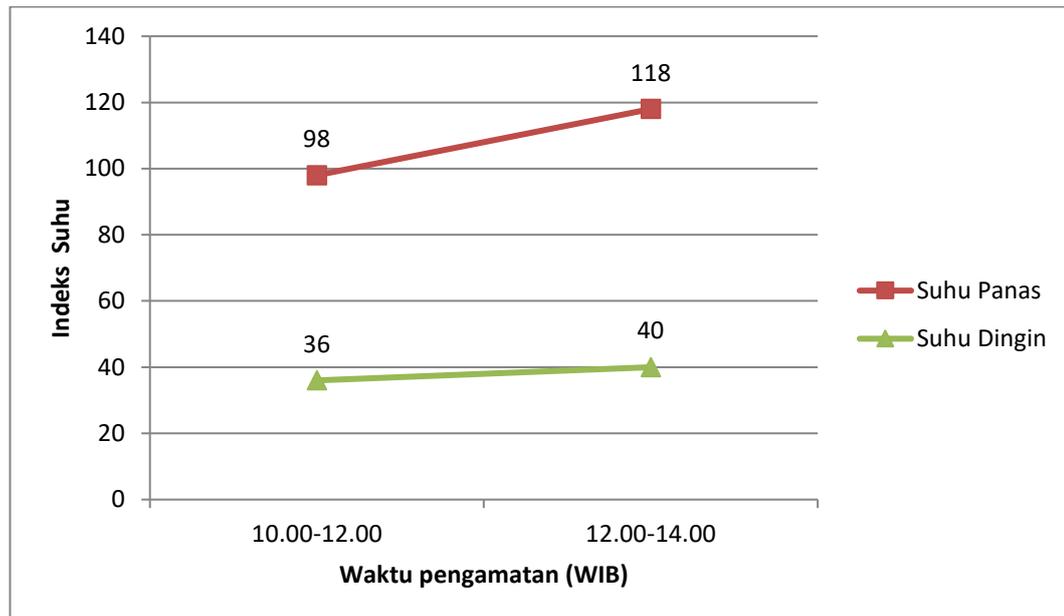
A : Arus

SD : Suhu dingin

KS : Koefisien seebeck



Grafik 4.9 Hubungan nilai output terhadap waktu pengamatan hari jumat



Grafik 4.10 Hubungan indeks suhu terhadap waktu pengamatan hari jumat

Dari data tabel dan grafik diatas pada jam 10.00-12.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 11,02 V dan arus sebesar 1,42 A dengan temperatur panas sebesar 98⁰C dan temperatur dingin sebesar 36⁰C, sedangkan pada jam 12.00-14.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 12,7 V dan arus sebesar 1,68 A dengan temperatur panas sebesar 118⁰C dan temperatur dingin sebesar 40⁰C. Hal ini disebabkan karena pada jam 10.00-12.00 awan sedikit menutupi matahari sehingga panas yang diterima oleh peltier relatif kecil di bandingkan panas pada jam 12.00-14.00 yang lebih besar sehingga energi listrik yang dihasilkan juga lebih besar dibandingkan pada jam 10.00-12.00. Dalam hal ini faktor cuaca sangat mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan oleh peltier.

Jam 10.00-12.00

Untuk sisi dingin :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,177 \cdot 1,42 \cdot (273 + 36) - \left\{\frac{62}{1,1}\right\} - \left\{\frac{1,42^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 77,66 - 56,36 - 0,288$$

$$q_{abs} = 21,012 \text{ W}$$

Untuk sisi panas :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,177 \cdot 1,42 \cdot (273 + 98) - \left\{\frac{62}{1,1}\right\} - \left\{\frac{1,42^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 93,24 - 56,36 - 0,288$$

$$q_{abs} = 36,592 \text{ W}$$

Tegangan

$$V = \alpha \Delta T + IR$$

$$V = 0,177 \cdot 62 + 1,42 \cdot 3,5$$

$$V = 10,97 + 4,97$$

$$V = 15,94 \text{ V}$$

Konsumsi energi listrik :

$$P_{el} = V \cdot I$$

$$P_{el} = 15,94 \cdot 1,42$$

$$P_{el} = 22,63 \text{ W}$$

Jam 12.00-14.00

Untuk sisi dingin :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\Theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,162 \cdot 1,70 \cdot (273 + 40) - \left\{\frac{78}{1,1}\right\} - \left\{\frac{1,70^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 86,20 - 70,90 - 5,0575$$

$$q_{abs} = 10,24 \text{ W}$$

Untuk sisi panas :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\Theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,162 \cdot 1,70 \cdot (273 + 118) - \left\{\frac{78}{1,1}\right\} - \left\{\frac{1,70^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 107,68 - 70,90 - 5,0547$$

$$q_{abs} = 31,725 \text{ W}$$

Tegangan :

$$V = \alpha \Delta T + IR$$

$$V = 0,162 \cdot 78 + 1,70 \cdot 3,5$$

$$V = 12,636 + 9,817$$

$$V = 22,453 \text{ V}$$

Konsumsi energi listrik :

$$P_{el} = V \cdot I$$

$$P_{el} = 22,453 \cdot 1,70$$

$$P_{el} = 38,170 \text{ W}$$

$$\text{Nilai rata - rata} = \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}}$$

Tegangan rata-rata :

$$\begin{aligned} Vr &= \frac{11,05 + 12,7}{2} \\ &= \frac{23,55}{2} = 11,7 \text{ V} \end{aligned}$$

Arus rata-rata :

$$\begin{aligned} Ir &= \frac{1,42 + 1,70}{2} \\ &= \frac{3,12}{2} = 1,56 \text{ A} \end{aligned}$$

Tabel 4.10 Hasil perhitungan hari jumat

NO	Waktu Pengamatan (WIB)	Sisi Dingin (W)	Sisi Panas (W)	Tegangan (V)	Konsumsi Energi Listrik (W)
1	10.00-12.00	21,012	36,592	15,94	22,63
2	12.00-14.00	10,24	31,725	22,453	38,170

Tabel 4.11 Data pengamatan hari sabtu

NO	Waktu Pengamatan (WIB)	TP (V)	A (A)	KS V\K	HL ohm	HP K/W	SP (°C)	SD (°C)
1	10.00-12.00	12,5	1,68	0,166	3,5	1,1	115	40
2	12.00-14.00	8,6	0,85	0,175	3,5	1,1	90	41

Keterangan :

TP : Tegangan peltier

HL : Hambatan listrik

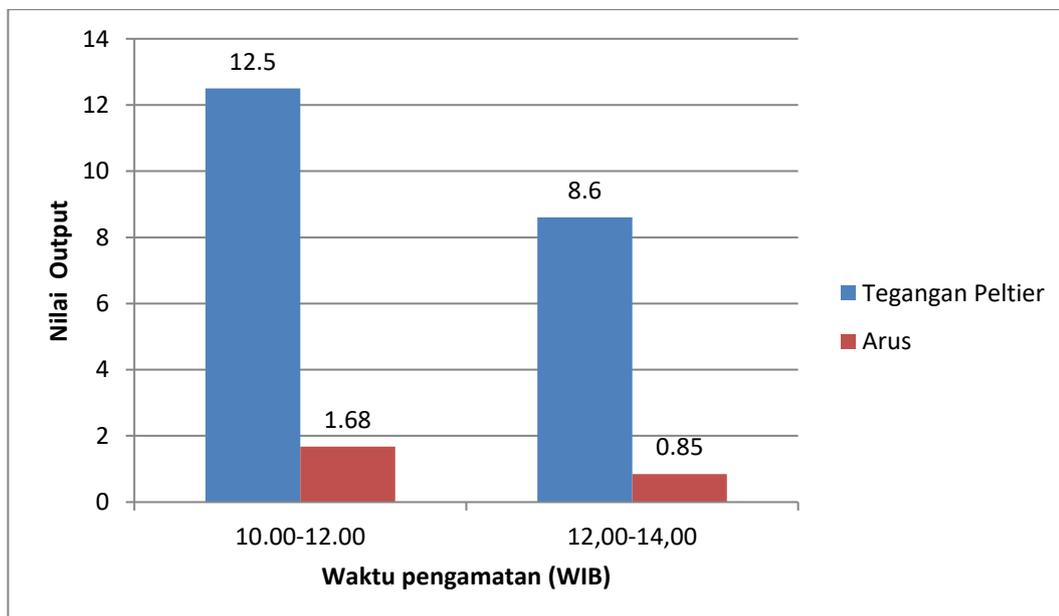
HP : Hambatan panas

SP : Suhu panas

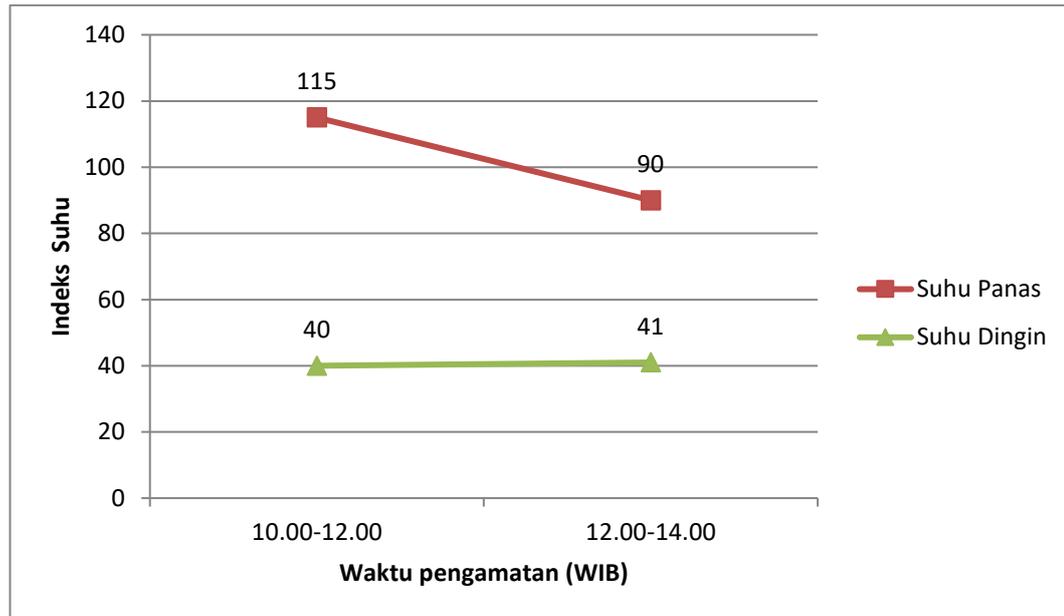
A : Arus

SD : Suhu dingin

KS : Koefisien seebeck



Grafik 4.11 Hubungan nilai output terhadap waktu pengamatan hari sabtu



Grafik 4.12 Hubungan indeks suhu terhadap waktu pengamatan hari sabtu

Dari data tabel dan grafik diatas pada jam 10.00-12.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 12,5 V dan arus sebesar 1,68 A dengan temperatur panas sebesar 115⁰C dan temperatur dingin sebesar 40⁰C, sedangkan pada jam 12.00-14.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 8,6 V dan arus sebesar 0,85 A dengan temperatur panas sebesar 90⁰C dan temperatur dingin sebesar 41⁰C. Hal ini disebabkan karena pada jam 12.00-14.00 awan sedikit menutupi matahari sehingga panas yang diterima oleh peltier relatif kecil di bandingkan panas pada jam 10.00-12.00 yang lebih besar sehingga energi listrik yang dihasilkan juga lebih besar dibandingkan pada jam 12.00-14.00. Dalam hal ini faktor cuaca sangat mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan oleh peltier.

Jam 10.00-12.00

Untuk sisi dingin :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,166 \cdot 1,68 \cdot (273 + 40) - \left\{\frac{75}{1,1}\right\} - \left\{\frac{1,68^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 87,28 - 68,18 - 4,939$$

$$q_{abs} = 14,161 \text{ W}$$

Untuk sisi panas :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,166 \cdot 1,68 \cdot (273 + 115) - \left\{\frac{75}{1,1}\right\} - \left\{\frac{1,68^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 108,20 - 68,18 - 4,939$$

$$q_{abs} = 35,081 \text{ W}$$

Tegangan

$$V = \alpha \Delta T + IR$$

$$V = 0,166 \cdot 75 + 1,68 \cdot 3,5$$

$$V = 12,45 + 5,88$$

$$V = 18,33 \text{ V}$$

Konsumsi energi listrik :

$$P_{el} = V \cdot I$$

$$P_{el} = 18,33 \cdot 1,68$$

$$P_{el} = 30,79 \text{ W}$$

Jam 12.00-14.00

Untuk sisi dingin :

$$q_{abs} = \alpha I T_c - \frac{\Delta T}{\theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,175 \cdot 0,85 \cdot (273 + 41) - \left\{\frac{49}{1,1}\right\} - \left\{\frac{0,85^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 46,70 - 44,54 - 1,2643$$

$$q_{abs} = 0,89 \text{ W}$$

Untuk sisi panas :

$$q_{abs} = \alpha I T_c - \frac{\Delta T}{\theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,175 \cdot 0,85 \cdot (273 + 90) - \left\{\frac{49}{1,1}\right\} - \left\{\frac{0,85^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 53,99 - 44,54 - 1,2643$$

$$q_{abs} = 8,186 \text{ W}$$

Tegangan :

$$V = \alpha \Delta T + IR$$

$$V = 0,175 \cdot 49 + 0,85 \cdot 3,5$$

$$V = 8,575 + 2,975$$

$$V = 11,55 \text{ V}$$

Konsumsi energi listrik :

$$P_{el} = V \cdot I$$

$$P_{el} = 11,55 \cdot 0,85$$

$$P_{el} = 9,817 \text{ W}$$

$$\text{Nilai rata - rata} = \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}}$$

Tegangan rata-rata :

$$\begin{aligned} V_r &= \frac{12,5 + 8,6}{2} \\ &= \frac{21,1}{2} = 10,55 \text{ V} \end{aligned}$$

Arus rata-rata :

$$\begin{aligned} I_r &= \frac{1,68 + 0,85}{2} \\ &= \frac{2,53}{2} = 1,26 \text{ A} \end{aligned}$$

Tabel 4.12 Hasil perhitungan hari sabtu

NO	Waktu	Sisi	Sisi	Tegangan	Konsumsi
	Pengamatan (WIB)	Dingin (W)	Panas (W)	(V)	Energi Listrik (W)
1	10.00-12.00	14,161	35,081	18,33	30,79
2	12.00-14.00	0,89	8,186	11,55	9,817

Tabel 4.13 Data pengamatan hari minggu

NO	Waktu Pengamatan (WIB)	TP (V)	A (A)	KS V\K	HL Ohm	HP K/W	SP (°C)	SD (°C)
1	10.00-12.00	10,1	1,35	0,177	3,5	1,1	95	38
2	12.00-14.00	8,9	0,95	0,171	3,5	1,1	93	41

Keterangan :

TP : Tegangan peltier

HL : Hambatan listrik

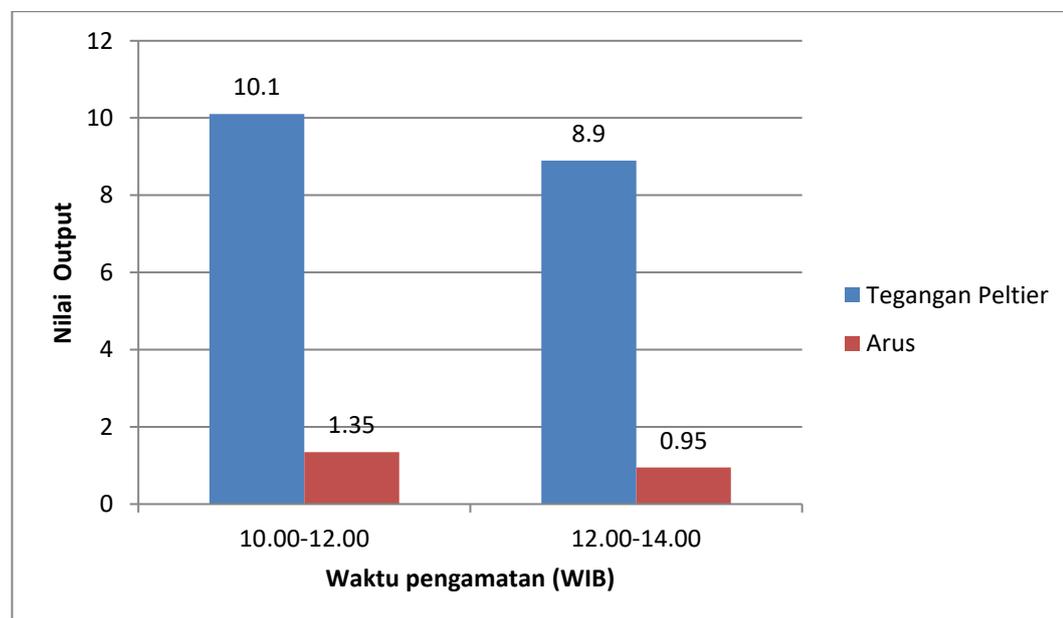
HP : Hambatan panas

SP : Suhu panas

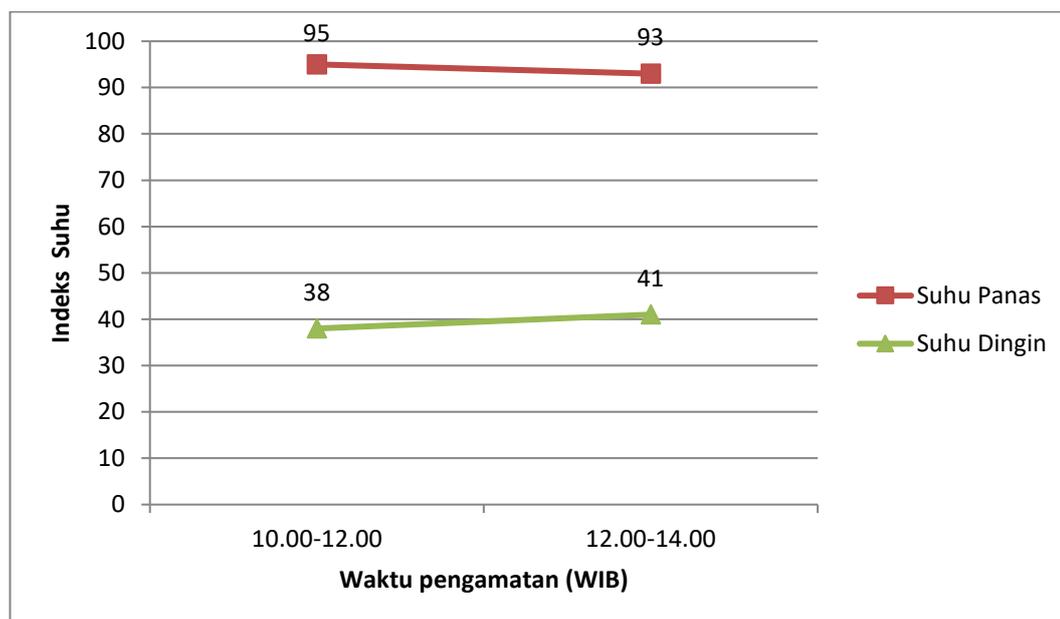
A : Arus

SD : Suhu dingin

KS : Koefisien seebeck



Grafik 4.13 Hubungan nilai output terhadap waktu pengamatan hari minggu



Grafik 4.14 Hubungan indeks suhu terhadap waktu pengamatan hari minggu

Dari data tabel dan grafik diatas pada jam 10.00-12.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 10,1 V dan arus sebesar 1,35 A dengan temperatur panas sebesar 95⁰C dan temperatur dingin sebesar 38⁰C, sedangkan pada jam 12.00-14.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 8,9 V dan arus sebesar 0,95 A dengan temperatur panas sebesar 93⁰C dan temperatur dingin sebesar 41⁰C. Hal ini disebabkan karena pada jam 12.00-14.00 awan sedikit menutupi matahari sehingga panas yang diterima oleh peltier relatif kecil di bandingkan panas pada jam 10.00-12.00 yang lebih besar sehingga energi listrik yang dihasilkan juga lebih besar dibandingkan pada jam 12.00-14.00. Dalam hal ini faktor cuaca sangat mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan oleh peltier.

Jam 10.00-12.00

Untuk sisi dingin :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,177 \cdot 1,35 \cdot (273 + 38) - \left\{\frac{57}{1,1}\right\} - \left\{\frac{1,35^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 74,31 - 51,81 - 3,189$$

$$q_{abs} = 19,311 \text{ W}$$

Untuk sisi panas :

$$q_{abs} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,177 \cdot 1,35 \cdot (273 + 95) - \left\{\frac{57}{1,1}\right\} - \left\{\frac{1,35^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 87,93 - 51,81 - 3,189$$

$$q_{abs} = 32,931 \text{ W}$$

Tegangan

$$V = \alpha \Delta T + IR$$

$$V = 0,177 \cdot 57 + 1,35 \cdot 3,5$$

$$V = 10,089 + 4,725$$

$$V = 14,81 \text{ V}$$

Konsumsi energi listrik :

$$P_{el} = V \cdot I$$

$$P_{el} = 14,81 \cdot 1,35$$

$$P_{el} = 19,99 \text{ W}$$

Jam 12.00-14.00

Untuk sisi dingin :

$$q_{abs} = \alpha I T_c - \frac{\Delta T}{\Theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,171 \cdot 0,95 \cdot (273 + 41) - \left\{\frac{52}{1,1}\right\} - \left\{\frac{0,95^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 51,00 - 47,27 - 1,57$$

$$q_{abs} = 2,16 \text{ W}$$

Untuk sisi panas :

$$q_{abs} = \alpha I T_c - \frac{\Delta T}{\Theta} - \frac{I^2 R}{2}$$

$$q_{abs} = \{0,171 \cdot 0,95 \cdot (273 + 93) - \left\{\frac{52}{1,1}\right\} - \left\{\frac{0,95^2 \cdot 3,5}{2}\right\}$$

$$q_{abs} = 59,45 - 47,27 - 1,57$$

$$q_{abs} = 10,67 \text{ W}$$

Tegangan :

$$V = \alpha \Delta T + IR$$

$$V = 0,171 \cdot 52 + 0,95 \cdot 3,5$$

$$V = 8,892 + 3,325$$

$$V = 12,217 \text{ V}$$

Konsumsi energi listrik :

$$P_{el} = V \cdot I$$

$$P_{el} = 12,217 \cdot 0,95$$

$$P_{el} = 11,606 \text{ W}$$

$$\text{Nilai rata - rata} = \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}}$$

Tegangan rata-rata :

$$\begin{aligned} V_r &= \frac{10,1 + 8,9}{2} \\ &= \frac{19}{2} = 9,5 \text{ V} \end{aligned}$$

Arus rata-rata :

$$\begin{aligned} I_r &= \frac{1,35 + 0,95}{2} \\ &= \frac{2,3}{2} = 1,15 \text{ A} \end{aligned}$$

Tabel 4.14 Hasil perhitungan hari minggu

NO	Waktu	Sisi	Sisi	Tegangan	Konsumsi
	Pengamatan	Dingin	Panas	(V)	Energi
	(WIB)	(W)	(W)		Listrik
					(W)
1	10.00-12.00	19,311	32,931	14,81	19,99
2	12.00-14.00	2,16	10,67	12,217	11,606

Berdasarkan dari hasil pengamatan yang diperoleh, tegangan maksimal yang mampu dihasilkan oleh 6 buah peltier yaitu sebesar 12,7 Volt, Arus 1,70 Ampere, dengan suhu panas sebesar 118⁰C dan suhu dingin sebesar 40⁰C

sehingga alat yang di rancang ini mampu di gunakan untuk mencharge handphone.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari perancangan thermoelektrik menggunakan reflektor parabola, kemudian dilakukan pengujian dan analisisnya sehingga didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari perancangan alat yang sudah dibuat, bahwa sistem kerja alat menggunakan energi matahari sebagai pemanas sisi atas peltier dan air sebagai pendingin sisi bawah peltier, semakin besar gradien suhu yang mengenai sisi peltier maka akan semakin besar energi listrik yang dihasilkan oleh peltier.
2. Dalam pengujian thermoelektrik menggunakan reflektor parabola menghasilkan, hasil dari pengukuran selama 7 hari berturut-turut didapatkan hasil tegangan dan arus yang berdasarkan pengaruh faktor cuaca adalah senin 2,025 V dan 0,64 A dengan temperatur panas 59⁰C dan temperatur dingin 35⁰C, selasa 4,55 V dan 0,68 A dengan temperatur panas 63,5⁰C dan temperatur dingin 35⁰C, rabu 8,4 V dan 1,10 A dengan temperatur panas 85⁰C dan temperatur dingin 34⁰C, kamis 7,8 V dan 1,28 A dengan temperatur panas 105⁰C dan temperatur dingin 41⁰C, jumat 11,7 V dan 1,56 A dengan temperatur panas 108⁰C dan temperatur dingin 38⁰C, sabtu 10,55 V dan 1,26 A dengan temperatur panas 102,5⁰C dan temperatur dingin 40,5⁰C, minggu 9,5 V dan 1,15 A dengan temperatur panas 94⁰C dan temperatur dingin 39,5⁰C.
3. Dalam pengujian thermoelektrik menggunakan reflektor parabola bahwa cuaca sangat mempengaruhi hasil pengukuran.

5.2. Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut dari alat ini agar lebih sempurna, maka beberapa saran sebagai berikut:

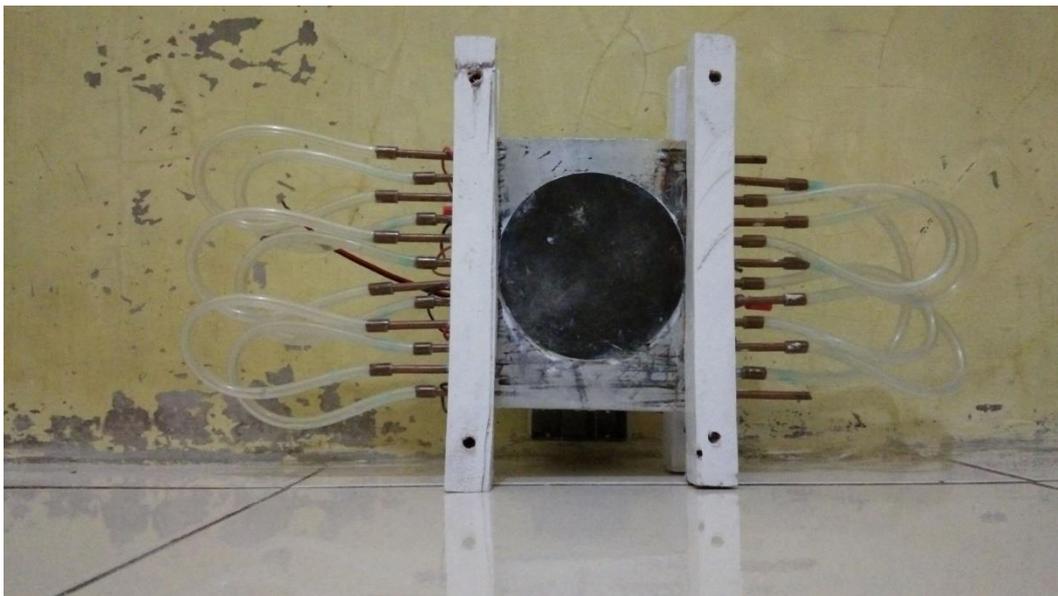
1. Pengembangan alat ini masih sangat memungkinkan dan dapat disempurnakan dengan adanya penambahan-penambahan sensor cahaya dan motor servo agar parabola dapat bergerak otomatis mengikuti letak matahari.
2. Perlunya ditambahkan juga alat pendingin otomatis yang terdapat tombol pengatur suhu sehingga peneliti dapat mengatur suhu yang di inginkan.
3. Adapun tugas akhir ini dapat dilanjutkan dengan penambahan metode-metode terbaru.

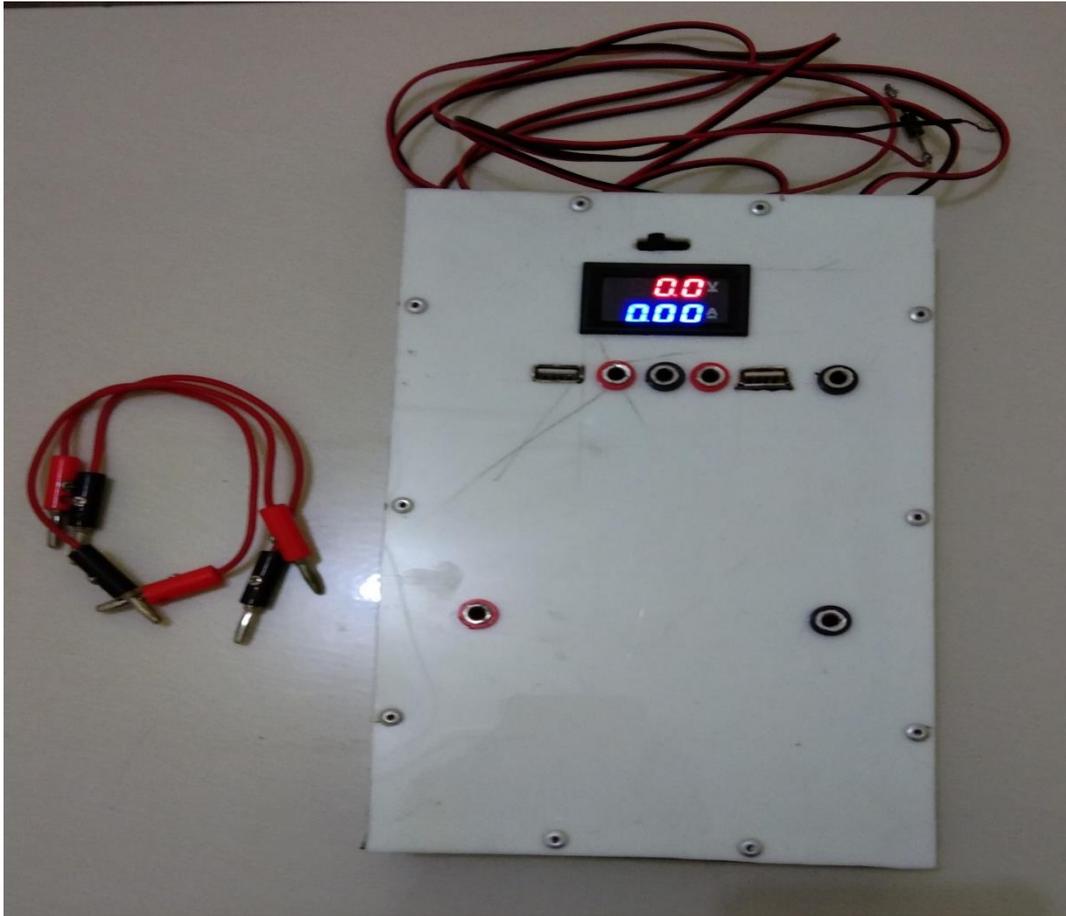
DAFTAR PUSTAKA

- A. S. Priskila Harli Siswantika, Nur Aji Wibowo, “Pengujian Prototipe Generator Termoelektrik Berbahan Bakar Minyak Jelantah,” *Ketenagalistrikan Dan Energi Terbarukan*, Vol. 12, No. 2, Pp. 113–122, 2013.
- B. Dan Agli Hariyanto, “Konversi Energi Panas Penggerak Utama Kapal Berbasis Thermoelectric,” *Ris. Dan Teknol. Kelaut.*, Vol. 13, Pp. 1–12, 2015.
- E. P. W. Aulia, Darwison, Faisyal Razak, “Pembangkit Listrik Pikotermal Matahari, Kajian Awal,” *Teknik*, Vol. 6, No. 1, Pp. 1–6, 2017.
- E. S. Sugiyanto, Muh Tarum N Umam, “Rancang Bangun Konstruksi Teg Pada Knalpot Sepeda Motor Untuk Pembangkitan Listrik Mandiri.” Pp. 56–63, 2015.
- G. Andrapica, R. Iman, And A. Aziz, “Pengujian Thermoelectric Generator Sebagai Pembangkit Listrik Dengan Sisi Dingin Menggunakan Air Bertemperatur 10 °C,” *Sains Dan Teknol.*, Vol. 14, No. September, Pp. 45–50, 2015.
- G. Min, D.M. Roe, Handbook of thermoelectrics, Peltier Devices as Generator, CRC Press LLC, Florida, 1994, p.479.
- H. A. Al Fikri, “Efektifitas Modul Peltier Tec-12706 Sebagai Generator Dengan Memanfaatkan Energi Panas Dari Modul Peltier Tec-12706,” 2016.
- Howell, J.R. 1982. *Solar Thermal Energy System*. United States of America: McGraw-Hill.
- M. Dan A. P. B. Ahsani, “Rancang Bangun Pendingin Ruangan Portable Dengan Memanfaatkan Efek Perbedaan Suhu Pada Thermo Electric Cooler (Tec) Munib Ahsani Agung Prijo Budijono Abstrak Abstract,” Vol. 03, Pp. 100–109, 2015.
- M. Latif And N. Hayati, “Potensi Energi Listrik Pada Gas Buang Sepeda Motor Melda,” *Rekayasa Elektr.*, Vol. 11, No. 5, Pp. 163–168, 2015.
- N. Putra, R. A. Koestoer, M. Adhitya, A. Roekettino, And B. Trianto, “Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik Untuk Kendaraan Hibrid,” *Teknologi*, Vol. 13, No. 2, Pp. 53–58, 2009.
- N. Suryanto *Et Al.*, “Pengujian Thermoelectric Generator (Teg) Dengan Sumber Kalor Electric Heater 60 Volt Menggunakan Air Pendingin Pada Jom Fteknik Volume 4 No . 2 Oktober 2017 Jom Fteknik Volume 4 No . 2 Oktober 2017,” Vol. 4, No. 2, Pp. 3–7, 2017.
- S.B. Riffat, X. Ma, *Appl. Therm. Eng.* 23/8 (2003) 913.

- S. Ilyas *Et Al.*, “Peningkatan Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Reflektor Parabola,” *Teknik*, Vol. 14, Pp. 67–80, 2017.
- T. Julianto, I. R. Kusuma, And J. Prananda, “Pemanfaatan Perbedaan Temperatur Pada Main Engine Cooling System Sebagai Energi Alternatif Untuk Pembangkit Listrik Di Kapal,” *Teknik*, Vol. 5, Pp. 0–4, 2016.
- S. Martha Rianna, Maksi Ginting, “Sistem Pemanas Air Energi Surya Menggunakan Kolektor Palung Parabola Posisi Timur-Barat Marthae,” *Fmipa*, Vol. 2, No. 1, Pp. 198–205, 2015.
- S. R. Cekmas Cekdin, “Optimasi Temperatur Dan Arus Untuk Menghasilkan Tegangan 12 Volt Dc Pada Thermoelectric Generator Model Sp 1848-27145 Sebagai Accumulator Charger,” *Surya Energi*, Vol. 2, No. 1, Pp. 120–127, 2017.
- S. Siswanto, “Pemanfaatan Panas Pada Kompor Gas Lpg Untuk Pembangkitan Energi Listrik Menggunakan Generator,” *Teknologi*, Vol. 7, Pp. 100–105, 2012.

LAMPIRAN





PERANCANGAN THERMOELEKTRIK MENGGUNAKAN REFLEKTOR PARABOLA

Muhammad Usman¹, Indra Roza², Faisal Irsan Pasaribu³

¹Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
^{2,3}Dosen Pembimbing Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Medan
Email: MU00818@gmail.com

ABSTRAK

Termoelektrik adalah suatu perangkat yang dapat mengubah energi kalor menjadi energi listrik secara langsung. Selain itu, termoelektrik juga dapat mengkonversikan energi listrik menjadi proses pompa kalor/refrigerasi. Dalam pengujian alat termoelektrik menggunakan reflektor parabola menghasilkan, hasil dari pengukuran selama 7 hari berturut-turut didapatkan hasil tegangan dan arus yang berdasarkan pengaruh faktor cuaca adalah senin 2,025 V dan 0,64 A dengan temperatur panas 59°C dan temperatur dingin 35°C, selasa 4,55 V dan 0,68 A dengan temperatur panas 63,5°C dan temperatur dingin 35°C, rabu 8,4 V dan 1,10 A dengan temperatur panas 85°C dan temperatur dingin 34°C, Kamis 7,8 V dan 1,28 A dengan temperatur panas 105°C dan temperatur dingin 41°C, jumat 11,7 V dan 1,56 A dengan temperatur panas 108°C dan temperatur dingin 38°C, sabtu 10,55 V dan 1,26 A dengan temperatur panas 102,5°C dan temperatur dingin 40,5°C, minggu 9,5 V dan 1,15 A dengan temperatur panas 94°C dan temperatur dingin 39,5°C. Dalam pengujian termoelektrik menggunakan reflektor parabola bahwa cuaca sangat mempengaruhi hasil pengukuran.

Kata Kunci: modul termoelektrik, efek seebeck, energi surya.

I. PENDAHULUAN

Sejalan dengan pertambahan jumlah penduduk dan kemajuan teknologi kebutuhan akan energi terutama minyak terus meningkat, sementara cadangan minyak bumi semakin menipis. Krisis energi ini sebenarnya dimulai dari ketergantungan pada energi yang berasal dari minyak bumi yang tidak dapat diperbarui. Salah satu solusi untuk mengatasi persoalan ini adalah dengan mencari inovasi baru sebagai sumber energi alternatif. Salah satu sumber energi potensial dengan inovasi baru yaitu penggunaan *thermoelectric* generator.

Saat ini penggunaan *thermoelectric* generator sebagai sumber energi belum dimanfaatkan secara optimal. Aplikasi *thermoelectric* generator masih sebatas pada dispenser yaitu panas yang dihasilkan oleh *thermoelectric* generator untuk memanaskan air, dan pada komputer yaitu panas yang dihasilkan oleh sumber panas dalam komputer digunakan untuk membangkitkan energi listrik, kemudian energi listrik itu digunakan untuk memutar kipas yang diarahkan ke sumber panas. Alat ini mampu menurunkan panas $\pm 32^{\circ}\text{C}$ [Putra,dkk,2009].

Agar dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif dan bekerja dengan handal dan kontinyu, maka perlu adanya penelitian

lanjut sebagai sumber energi listrik pengganti dalam penyediaan energi listrik. Pemanfaatan *thermoelectric* generator sebagai penghasil listrik, yang nantinya perlu adanya penelitian atau kajian lebih lanjut untuk menghasilkan sistem yang optimal.

Berdasarkan dari prinsip-prinsip diatas dalam upaya penciptaan energy terbarukan yang ramah lingkungan maka perlu diadakannya penelitian untuk mengetahui sistem perancangan dan karakteristik dari modul peltier yang mana memanfaatkan efek seeback yaitu dengan memanfaatkan energi matahari sebagai pemanasnya dan udara sekitar sebagai pendingin, yang efek tersebut bisa ditemukan pada bahan semikonduktor termoelektrik peltier.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Termoelektrik (Peltier)

Termoelektrik adalah suatu perangkat yang dapat mengubah energi kalor menjadi energi listrik secara langsung. Selain itu, termoelektrik juga dapat mengkonversikan energi listrik menjadi proses pompa kalor/refrigerasi.

Modul termoelektrik adalah sirkuit terintegrasi dalam bentuk solid yang menggunakan tiga prinsip termodinamika

yang dikenal sebagai efek Seebeck, Peltier dan Thompson. Konstruksinya terdiri dari pasangan material semikonduktor tipe-p dan tipe-n yang membentuk termokopel yang memiliki bentuk seperti *sandwich* antar dua *wafer* keramik tipis. Modul ini dapat digunakan untuk menghasilkan panas dan dingin di masing-masing sisinya jika arus listrik digunakan biasanya diaplikasikan sebagai sistem pendingin, misalnya kotak pendingin vaksin, atau untuk menghasilkan listrik ketika panas dan dingin digunakan sebagai perbedaan temperaturnya [Riffat,2003].

3. Efek Seebeck

Konsep Seebeck menggambarkan bahwa jika dua buah material logam (biasanya semi konduktor) yang tersambung berada di lingkungan dengan dua temperatur berbeda, maka di material tersebut akan mengalir arus listrik atau gaya gerak listrik [G.Min,1994].

Efek seebeck merupakan fenomena yang mengubah perbedaan temperatur menjadi energi listrik. Jika ada dua bahan yang berbeda yang kemudian kedua ujungnya disambungkan satu sama lain maka akan terjadi dua sambungan dalam satu loop. Jika terjadi perbedaan temperatur diantara kedua sambunga ini, maka akan terjadi arus listrik akan terjadi. 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 temperatur disini dapat diubah menjadi tegangan listrik, maka prinsip ini juga digunakan sebagai sensor temperatur yang dinamakan thermocouple.

Perangkat modul termoelektrik yang dijual biasanya berbentuk plat tipis. Salah satu termoeletrik yang dapat dengan mudah kita dapatkan berukuran 40 mm x 40 mm dengan ketebalan 3 mm dan terdapat dua buah kabel. Jika diantara kedua permukaan termoelektrik terapat perbedaan temperatur maka tegangan listrik dihasilkan dan tegangan tersebut dapat kita ukur melalui dua kabel termoeletrik dengan menggunakan voltmeter. Jika perbedaan temperatur cukup besar, maka termoelektrik dapat menghidupkan sebuah lampu LED kecil. Listrik yang dihasilkan pada thermoelectric generator adalah listrik searah atau DC.



Gambar 1 Modul Termoelektrik

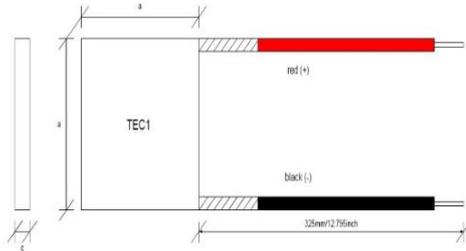
Sebaliknya jika modul termoelektrik ini diberi tegangan maka akan terjadi perbedaan temperatur antar permukaan yang satu dengan yang lain. Tegangan ini akan meyebabkan adanya aliran arus yang melalui bahan termoelektrik sehingga terjadi efek peltier. Fenomena inilah yang disebut dengan pompa kalor. Jika dibandingkan dengan teknologi refrigerasi kompresi uap, termoelektrik memiliki berbagai macam kelebihan antara lain: Pemanas atau pendingin dapat dengan mudah diatur dengan menyesuaikan arah arusnya, sangat ringkas, tidak berisik, tidak butuh perawatan khusus, tidak butuh refrigeran atau Freon, tidak ada getaran. Walau bagaimanapun juga, termoelektrik masih memiliki kekurangan yaitu performanya masih rendah.

Tulisan yang tertera pada badan peltier menunjukkan seri dan spesifikasi dari modul peltier tersebut, dalam tulisan yang tertera pada badan peltier menunjukkan bahwa modul peltier tersebut memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. ukuran : 40 x 40 x 3.9mm
2. I_{max} - 7A
3. U_{max} - 15.4V
4. Q_{cmax} - 62.2W
5. T_{max} - 69C
6. 1.7 Ohm resistance
7. 127 thermocouples
8. Suhu max : 180°C
9. Suhu operasi min : - 50°C

Untuk lebih jelasnya dalam memahami atau membaca spesifikasi dari modul peltier bisa dilihat pada gambar di bawah ini. Modul peltier yang sering digunakan secara umum memiliki ukuran dimensi yang sama yaitu sekitar 4cm x 4cm, gambaran dari ukuran dimensi yang dimiliki modul peltier bisa dilihat pada gambar 3. Banyak jenis atau macam modul peltier yang ada

dipasaran, namun yang masuk dan ada di Indonesia tidak begitu banyak. Di bawah ini bisa dilihat pada gambar 4 beberapa macam modul peltier yang banyak digunakan beserta spesifikasi yang dimiliki.



Gambar 2 Ukuran *thermoelektrik*

2.2.1 Prinsip Kerja *Thermoelektrik* (Peltier)

Prinsip kerja dari *Thermoelektrik* 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.

Berdasarkan efek peltier yaitu jika Dia mengalirkan listrik pada dua buah logam yang direkatkan dalam sebuah rangkaian. Ketika arus listrik dialirkan, terjadi penyerapan panas pada sambungan kedua logam tersebut dan pelepasan panas pada sambungan yang lainnya. Pelepasan dan penyerapan panas ini saling berbalik begitu arah arus dibalik. Penemuan yang terjadi pada tahun 1934 ini kemudian dikenal dengan efek Peltier. Efek Seebeck dan Peltier inilah yang kemudian menjadi dasar pengembangan teknologi termoelektrik

2.3 Parabola

Antena parabola adalah sebuah antena berdaya jangkau tinggi yang digunakan untuk komunikasi radio, televisi dan data dan juga untuk *radiolocation* atau radar, pada bagian UHF and SHF dari spektrum gelombang elektromagnetik. Panjang gelombang energi elektromagnetik yang relatif pendek pada frekuensi-frekuensi ini menyebabkan ukuran yang digunakan untuk antena parabola masih dalam ukuran yang masuk akal dalam rangka tingginya unjuk kerja respons yang diinginkan baik untuk menerima atau pun memancarkan sinyal. Antena parabola yang kita ketahui

biasanya yaitu berbentuk seperti piringan, antena parabola sering ditemui di atap-atap rumah masyarakat setempat.

Kebanyakan orang fungsi antena parabola yang umum diketahui oleh masyarakat kita di Indonesia yaitu sebagai alat untuk menerima sinyal siaran televisi satelit. Padahal selain antena parabola sebagai penerima sinyal siaran televisi satelit, antena parabola juga digunakan untuk mentransmisikan berbagai data, seperti sinyal telepon, sinyal radio dan sinyal televisi, serta beragam data lain yang dapat ditransmisikan melalui gelombang.



Gambar 3 parabola

2.3.1 Titik Fokus Parabola

Titik fokus merupakan daerah dimana sinyal pantulan dari satelit terkumpul, contohnya ketika melihat kaca cembung saat berada di bawah sinar matahari, kemudian ada titik panas, begitu juga antena parabola yang ada titik dimana sinyal yang dipantulkan tersebut bertemu dalam satu titik temu.

Pada dasarnya produsen antena parabola sudah mendesain sedemikian rupa dengan tiang penyangga LNB yang berada tepat pada titik fokus. Namun adakalanya pada saat merakitnya belum tentu 100% tepat pada titiknya, itulah sebabnya sinyal yang diterima terkadang kurang maksimal. Oleh sebab itu di bawah ini ada rumus menentukan dimana titik fokus yang tepat pada antena.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Pengujian alat dilakukan di Laboratorium teknik elektro kampus III Universitas Muhammadiyah Sumatera

Utara, jalan Kapten Mukhtar Basri No.3
Glugur Darat II Medan dan dilakukan
pengolahan data yang diperoleh dari hasil
pengujian secara matematis. Bahan dan alat
yang digunakan dalam penelitian ini yaitu
sebagai berikut:

7. Multitester
8. Ampere meter
9. Volt meter
10. Thermo meter
11. Tang
12. Obeng

Adapun gambar alat keseluruhan dapat
dilihat pada gambar di samping.



Gambar 4 alat keseluruhan

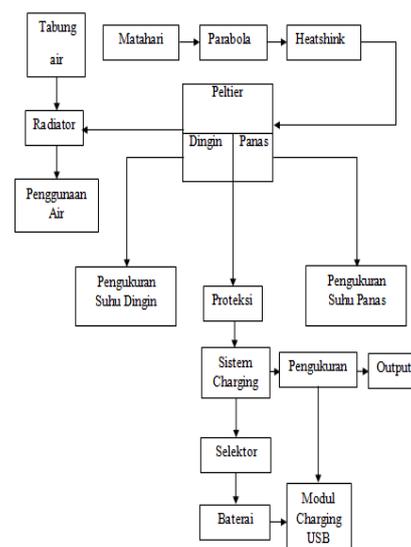
Prosedur Percobaan

1. Menghubungkan keluaran peltier ke line input dari panel yang sudah di buat sisi positif yang merah dan sisi negatif berwarna hitam.
2. Menghubungkan pengukuran voltmeter dan amperemeter di selektor dihubungkan ke sisi input, setelah sudah dihubungkan maka akan terbacalah keluaran dari peltier.
3. Mengkoneksikan baterai cadangan, setelah sudah di koneksikan maka akan terbaca arus pengisian dan tegangan pada saat pengisian.
4. Setelah itu melepas baterai cadangan lalu pindahkan selektor pengukuran voltmeter dan amperemeter ke sisi output maka akan terbaca keluaran dari modul charging sistem yang udah di buat, modul charging ada 2 yaitu modul arus

lemah 1 A tegangan kerja dari 0,9 V – 5V dan modul untuk arus yang lebih kuat 1 A tegangan kerja 2 V – 5 V.

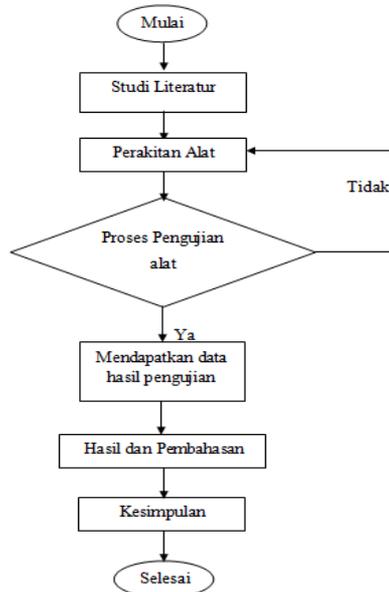
5. Setelah terhubung, selektor terhubung ke output lalu baterai cadangan dilepas dalam sistem ini berarti dari peltier masuk langsung ke modul langsung dipakai untuk mengecan handphone.
6. Pada saat modul pengecasan tidak digunakan atau peneliti ingin menyimpan daya baterai dan menyimpan daya listrik yang dihasilkan oleh peltier untuk beberapa waktu maka selektor diarahkan ke baterai cadangan lalu pengukuran diarahkan ke output.
7. Untuk menghemat baterai maka sistem dimatikan menjadi OFF maka sistem mati tidak ada terpakai untuk layar atau modul dan sebagainya semuanya terputus hanya yang berjalan modul pengisian dari peltier ke baterai cadangan.
8. Pada saat ingin digunakan tekan tombol ON maka akan terbaca nilai keluaran 5 V, ketika diberi beban maka akan terbaca berapa arus yang digunakan untuk mengecan handphone, untuk melihat berapa tegangan yang ada di baterai tinggal diarahkan selektor voltmeter sama amperemeter ke sisi input maka akan terbaca seberapa besar tegangan baterai.
9. Lalu dipindahkan ke output maka akan terbaca tegangan output 5 V dan akan terbaca seberapa arus di output.

Blok Diagram



Gambar 5 Blok diagram

Diagram Alir



Gambar 6 Diagram alir

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan secara keseluruhan dari penelitian ini ditampilkan dalam bentuk tabel data dan grafik. Data yang ditampilkan adalah nilai rata-rata dan perhitungan lainnya dari 7 hari pengamatan setiap selang waktu 2 jam selama 4 jam setiap satu hari, kemudian dari data tersebut dibuat grafik hubungan yang terdapat pada data terhadap waktu pengamatan. Dalam pengamatan ini awan juga berpengaruh terhadap intensitas radiasi matahari yang jatuh ke permukaan bumi sehingga menyebabkan panas yang diterima oleh reflektor parabola relatif sedikit, keadaan ini sangat mempengaruhi intensitas radiasi matahari yang diterima oleh reflektor parabola, sehingga sangat berpengaruh terhadap tegangan dan arus yang dapat dihasilkan oleh peltier.

Tabel 1 Data pengamatan hari senin

NO	Waktu Pengamatan (WIB)	TP (V)	A (A)	KS (VK)	HL (ohm)	HP (K/W)	SP (°C)	SD (°C)
1	10.00-12.00	2,25	0,55	0,132	3,5	1,1	55	38
2	12.00-14.00	5,85	0,73	0,188	3,5	1,1	63	32

Keterangan :

TP : Tegangan peltier

HL : Hambatan listrik

HP : Hambatan panas

SP : Suhu panas

A : Arus

SD : Suhu dingin

KS : Koefisien seebeck

Dari data tabel dan grafik diatas pada jam 10.00-12.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 2,25 V dan arus sebesar 0,55 A dengan temperatur panas sebesar 55°C dan temperatur dingin sebesar 35°C, sedangkan pada jam 12.00-14.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 5,85 V dan arus sebesar 0,73 A dengan temperatur panas sebesar 63°C dan temperatur dingin sebesar 32°C. Hal ini disebabkan karena pada jam 10.00-12.00 awan sedikit menutupi matahari sehingga panas yang diterima oleh peltier relatif kecil di dibandingkan panas pada jam 12.00-14.00 yang lebih besar sehingga energi listrik yang dihasilkan juga lebih besar dibandingkan pada jam 10.00-12.00. Dalam hal ini faktor cuaca sangat mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan oleh peltier.

Tabel 2 Data pengamatan hari Selasa

NO	Waktu Pengamatan (WIB)	TP (V)	A (A)	KS (VK)	HL (ohm)	HP (K/W)	SP (°C)	SD (°C)
1	10.00-12.00	6,05	0,78	0,168	3,5	1,1	70	32
2	12.00-14.00	3,05	0,59	0,160	3,5	1,1	57	38

Keterangan :

TP : Tegangan peltier

HL : Hambatan listrik

HP : Hambatan panas

SP : Suhu panas

A : Arus

SD : Suhu dingin

KS : Koefisien seebeck

Dari data tabel diatas pada jam 10.00-12.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 6,05 V dan arus sebesar 0,78 A dengan temperatur panas sebesar 70°C dan temperatur dingin sebesar 32°C, sedangkan pada jam 12.00-14.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 3,05 V dan arus sebesar

0,59 A dengan temperatur panas sebesar 57°C dan temperatur dingin sebesar 38°C . Hal ini disebabkan karena pada jam 12.00-14.00 awan sedikit menutupi matahari sehingga panas yang diterima oleh peltier relatif kecil di bandingkan panas pada jam 10.00-12.00 yang lebih besar sehingga energi listrik yang dihasilkan juga lebih besar dibandingkan pada jam 12.00-14.00. Dalam hal ini faktor cuaca sangat mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan oleh peltier.

Tabel 3 Data pengamatan hari rabu

NO	Waktu	TP	A	KS	HL	HP	SP	SD
	Pengamatan (WIB)	(V)	(A)	V/K	ohm	K/W	($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)
1	10.00-12.00	5,75	0,71	0,205	3,5	1,1	60	32
2	12.00-14.00	11,05	1,50	0,149	3,5	1,1	110	36

Keterangan :

TP : Tegangan peltier
 HL : Hambatan listrik
 HP : Hambatan panas
 SP : Suhu panas
 A : Arus
 SD : Suhu dingin
 KS : Koefisien seebeck

Dari data tabel diatas pada jam 10.00-12.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 5,75 V dan arus sebesar 0,71 A dengan temperatur panas sebesar 60°C dan temperatur dingin sebesar 32°C , sedangkan pada jam 12.00-14.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 11,05 V dan arus sebesar 1,5 A dengan temperatur panas sebesar 110°C dan temperatur dingin sebesar 36°C . Hal ini disebabkan karena pada jam 10.00-12.00 awan sedikit menutupi matahari sehingga panas yang diterima oleh peltier relatif kecil di bandingkan panas pada jam 12.00-14.00 yang lebih besar sehingga energi listrik yang dihasilkan juga lebih besar dibandingkan pada jam 10.00-12.00. Dalam hal ini faktor cuaca sangat mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan oleh peltier.

Tabel 4 Data pengamatan hari kamis

NO	Waktu	TP	A	KS	HL	HP	SP	SD
	Pengamatan (WIB)	(V)	(A)	V/K	ohm	K/W	($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)
1	10.00-12.00	9,6	1,10	0,177	3,5	1,1	95	41
2	12.00-14.00	12,5	1,65	0,168	3,5	1,1	115	41

Keterangan :

TP : Tegangan peltier
 HL : Hambatan listrik
 HP : Hambatan panas
 SP : Suhu panas
 A : Arus
 SD : Suhu dingin
 KS : Koefisien seebeck

Dari data tabel dan grafik diatas pada jam 10.00-12.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 9,6 V dan arus sebesar 0,91 A dengan temperatur panas sebesar 95°C dan temperatur dingin sebesar 41°C , sedangkan pada jam 12.00-14.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 12,5 V dan arus sebesar 1,65 A dengan temperatur panas sebesar 115°C dan temperatur dingin sebesar 41°C . Hal ini disebabkan karena pada jam 10.00-12.00 awan sedikit menutupi matahari sehingga panas yang diterima oleh peltier relatif kecil di bandingkan panas pada jam 12.00-14.00 yang lebih besar sehingga energi listrik yang dihasilkan juga lebih besar dibandingkan pada jam 10.00-12.00. Dalam hal ini faktor cuaca sangat mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan oleh peltier.

Tabel 5 Data pengamatan hari jumat

NO	Waktu	TP	A	KS	HL	HP	SP	SD
	Pengamatan (WIB)	(V)	(A)	V/K	ohm	K/W	($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)
1	10.00-12.00	11,02	1,42	0,177	3,5	1,1	98	36
2	12.00-14.00	12,7	1,70	0,162	3,5	1,1	118	40

Keterangan :

TP : Tegangan peltier
 HL : Hambatan listrik
 HP : Hambatan panas
 SP : Suhu panas
 A : Arus
 SD : Suhu dingin

KS : Koefisien seebeck

Dari data tabel dan grafik diatas pada jam 10.00-12.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 11,02 V dan arus sebesar 1,42 A dengan temperatur panas sebesar 98°C dan temperatur dingin sebesar 36°C, sedangkan pada jam 12.00-14.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 12,7 V dan arus sebesar 1,68 A dengan temperatur panas sebesar 118°C dan temperatur dingin sebesar 40°C. Hal ini disebabkan karena pada jam 10.00-12.00 awan sedikit menutupi matahari sehingga panas yang diterima oleh peltier relatif kecil di bandingkan panas pada jam 12.00-14.00 yang lebih besar sehingga energi listrik yang dihasilkan juga lebih besar dibandingkan pada jam 10.00-12.00. Dalam hal ini faktor cuaca sangat mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan oleh peltier.

Tabel 6 Data pengamatan hari sabtu

NO	Waktu	TP	A	KS	HL	HP	SP	SD
	Pengamatan (WIB)	(V)	(A)	VK	ohm	K/W	(°C)	(°C)
1	10.00-12.00	12,5	1,68	0,166	3,5	1,1	115	40
2	12.00-14.00	8,6	0,85	0,175	3,5	1,1	90	41

Keterangan :

TP : Tegangan peltier

HL : Hambatan listrik

HP : Hambatan panas

SP : Suhu panas

A : Arus

SD : Suhu dingin

KS : Koefisien seebeck

Dari data tabel dan grafik diatas pada jam 10.00-12.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 12,5 V dan arus sebesar 1,68 A dengan temperatur panas sebesar 115°C dan temperatur dingin sebesar 40°C, sedangkan pada jam 12.00-14.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 8,6 V dan arus sebesar 0,85 A dengan temperatur panas sebesar 90°C dan temperatur dingin sebesar 41°C. Hal ini disebabkan karena pada jam 12.00-14.00 awan sedikit menutupi matahari sehingga panas yang diterima oleh peltier relatif kecil di bandingkan panas pada jam 10.00-12.00 yang lebih besar sehingga energi listrik yang dihasilkan juga lebih besar dibandingkan pada jam 12.00-14.00.

Dalam hal ini faktor cuaca sangat mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan oleh peltier.

Tabel 7 Data pengamatan hari minggu

NO	Waktu	TP	A	KS	HL	HP	SP	SD
	Pengamatan (WIB)	(V)	(A)	VK	Ohm	K/W	(°C)	(°C)
1	10.00-12.00	10,1	1,35	0,177	3,5	1,1	95	38
2	12.00-14.00	8,9	0,95	0,171	3,5	1,1	93	41

Keterangan :

TP : Tegangan peltier

HL : Hambatan listrik

HP : Hambatan panas

SP : Suhu panas

A : Arus

SD : Suhu dingin

KS : Koefisien seebeck

Dari data tabel dan grafik diatas pada jam 10.00-12.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 10,1 V dan arus sebesar 1,35 A dengan temperatur panas sebesar 95°C dan temperatur dingin sebesar 38°C, sedangkan pada jam 12.00-14.00 tegangan yang dihasilkan sebesar 8,9 V dan arus sebesar 0,95 A dengan temperatur panas sebesar 93°C dan temperatur dingin sebesar 41°C. Hal ini disebabkan karena pada jam 12.00-14.00 awan sedikit menutupi matahari sehingga panas yang diterima oleh peltier relatif kecil di bandingkan panas pada jam 10.00-12.00 yang lebih besar sehingga energi listrik yang dihasilkan juga lebih besar dibandingkan pada jam 12.00-14.00. Dalam hal ini faktor cuaca sangat mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan oleh peltier.

V. KESIMPULAN

Dari perancangan thermoelektrik menggunakan reflektor parabola, kemudian dilakukan pengujian dan analisisnya sehingga didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

4. Dari perancangan alat yang sudah dibuat, bahwa sistem kerja alat menggunakan energi matahari sebagai pemanas sisi atas peltier dan air sebagai pendingin sisi bawah peltier, semakin besar

gradien suhu yang mengenai sisi peltier maka akan semakin besar energi listrik yang dihasilkan oleh peltier.

5. Dalam pengujian termoelektrik menggunakan reflektor parabola menghasilkan, hasil dari pengukuran selama 7 hari berturut-turut didapatkan hasil tegangan dan arus yang berdasarkan pengaruh faktor cuaca adalah senin 2,025 V dan 0,64 A dengan temperatur panas 59^oC dan temperatur dingin 35^oC, selasa 4,55 V dan 0,68 A dengan temperatur panas 63,5^oC dan temperatur dingin 35^oC, rabu 8,4 V dan 1,10 A dengan temperatur panas 85^oC dan temperatur dingin 34^oC, kamis 7,8 V dan 1,28 A dengan temperatur panas 105^oC dan temperatur dingin 41^oC, jumat 11,7 V dan 1,56 A dengan temperatur panas 108^oC dan temperatur dingin 38^oC, sabtu 10,55 V dan 1,26 A dengan temperatur panas 102,5^oC dan temperatur dingin 40,5^oC, minggu 9,5 V dan 1,15 A dengan temperatur panas 94^oC dan temperatur dingin 39,5^oC.
6. Dalam pengujian termoelektrik menggunakan reflektor parabola bahwa cuaca sangat mempengaruhi hasil pengukuran.

Saran

1. Pengembangan alat ini masih sangat memungkinkan dan dapat disempurnakan dengan adanya penambahan-penambahan sensor cahaya dan motor servo agar parabola dapat bergerak otomatis mengikuti letak matahari.
2. Perlunya ditambahkan juga alat pendingin otomatis yang terdapat tombol pengatur suhu sehingga peneliti dapat mengatur suhu yang diinginkan.
3. Adapun tugas akhir ini dapat dilanjutkan dengan penambahan metode-metode terbaru.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada dosen pembimbing dan seluruh dosen jurusan Teknik Elektro UMSU, yang telah memberikan fasilitas pendukung dan memberikan pengarahan sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

Daftar Pustaka

- G. Min, D.M. Roe, Handbook of thermoelectrics, Peltier Devices as Generator, CRC Press LLC, Florida, 1994, p.479.
- Howell, J.R. 1982. *Solar Thermal Energy System*. United States of America: McGraw-Hill.
- N. Putra, R. A. Koestoer, M. Adhitya, A. Roekettino, And B. Trianto, "Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik Untuk Kendaraan Hibrid," *Teknologi*, Vol. 13, No. 2, Pp. 53–58, 2009.
- S.B. Riffat, X. Ma, *Appl. Therm. Eng.*, 23/8 (2003) 913.