

**RANCANG BANGUN SISTEM KONVERSI ENERGI PANAS
MENJADI ENERGI LISTRIK BERSEKALA KECIL,
MENGUNAKAN *PELTIER***

SKRIPSI

OLEH :

LOIS NIKEL MAHULAE

208120013



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2025

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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



Document Accepted 5/8/25

CamScanner

Access From (repository.uma.ac.id)5/8/25

**RANCANG BANGUN SISTEM KONVERSI ENERGI PANAS
MENJADI ENERGI LISTRIK BERSKALA KECIL
MENGUNAKAN *PELTIER***

SKRIPSI

OLEH :

LOIS NIKEL MAHULAE

208120013



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2025

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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



Document Accepted 5/8/25

CamScanner

Access From (repository.uma.ac.id)5/8/25

**RANCANG BANGUN SISTEM KONVERSI ENERGI PANAS
MENJADI ENERGI LISTRIK BERSKALA KECIL
MENGUNAKAN *PELTIER***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

LOIS NIKEL MAHULAE

20.812.0013

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Konversi Energi Panas Menjadi Energi Listrik Berskala Kecil Menggunakan Peltier

Nama : Lois Nikel Mahulae

Npm : 208120013

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik elektro



Dr. Ir. Supriatno, S.T., MT
Dekan



Ir. Habib Satria, MT, M.Kom., ASEAN Eng.
Ka.prodi

Tanggal Lulus : 11 Maret 2025

HALAMAN PERNYATAAN

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

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



Medan, 11 Maret 2025



LOIS NIKEL MAHULAE

NPM. 20.812.0013

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : LOIS NIKEL MAHULAE
NPM : 20.812.0013
Program Studi : Teknik Elektro
Falkultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“RANCANG BANGUN SISTEM KONVERSI ENERGI PANAS MENJADI ENERGI LISTRIK BERSKALA KECIL MENGGUNAKAN PELTIER”.

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini universitas medan area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal : 11 Maret 2025

Yang menyatakan



(LOIS NIKEL MAHULAE)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem konversi energi panas menjadi energi listrik menggunakan modul termoelektrik Peltier. Modul Peltier memanfaatkan perbedaan suhu antara sisi panas dan dingin untuk menghasilkan listrik melalui efek Seebeck. Penggunaan teknologi ini relevan dalam upaya pemanfaatan energi terbarukan, khususnya dalam memanfaatkan panas buangan dari mesin atau sumber panas lain yang tidak terpakai. Sistem yang dirancang terdiri dari modul Peltier, sumber panas, dan rangkaian elektronik pendukung untuk mengoptimalkan konversi energi. Pengujian dilakukan pada berbagai tingkat suhu untuk mengukur tegangan, daya listrik yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan daya listrik hingga beberapa watt, Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja sistem, seperti perbedaan suhu, dan kualitas modul, dianalisis untuk memberikan saran pengembangan lebih lanjut. Penelitian ini menunjukkan potensi aplikasi modul Peltier pada sistem pemanfaatan energi panas skala kecil, meskipun diperlukan peningkatan efisiensi dan optimasi desain untuk penggunaan yang lebih luas.

Kata kunci: Konversi Energi Panas, Modul Peltier, Efek Seebeck, *Termoelektrik*, Energi Terbarukan.

ABSTRACT

This research aimed to design and test a system for converting heat energy into electrical energy using a Peltier thermoelectric module. The Peltier module utilized the temperature difference between the hot and cold sides to generate electricity through the Seebeck effect. The use of this technology was relevant in efforts to utilize renewable energy, particularly in harnessing waste heat from engines or other unused heat sources. The system designed consisted of a Peltier module, a heat source, and supporting electronic circuits to optimize energy conversion. Testing was conducted at various temperature levels to measure voltage and generated electrical power. The results of the research showed that the system was able to generate electrical power up to several watts. Factors affecting system performance, such as temperature difference and module quality, were analyzed to provide further development suggestions. This research demonstrated the potential application of the Peltier module in small-scale heat energy utilization systems, although improvements in efficiency and design optimization were needed for wider usage.

Keywords: *Heat Energy Conversion, Peltier Module, Seebeck Effect, Thermoelectric, Renewable Energy.*



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Perbaungan, Deli Muda pada tanggal 11 Maret 2002 dari Marolop Mahulae dan ibu Lindawati Sinaga. Penulis merupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Tahun 2020 Penulis lulus dari SMA Swasta Setia Budi Abadi dan pada tahun 2020 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada tanggal 11 Februari 2023 hingga 11 April 2023 penulis melakukan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. Industri Nabati Lestari.



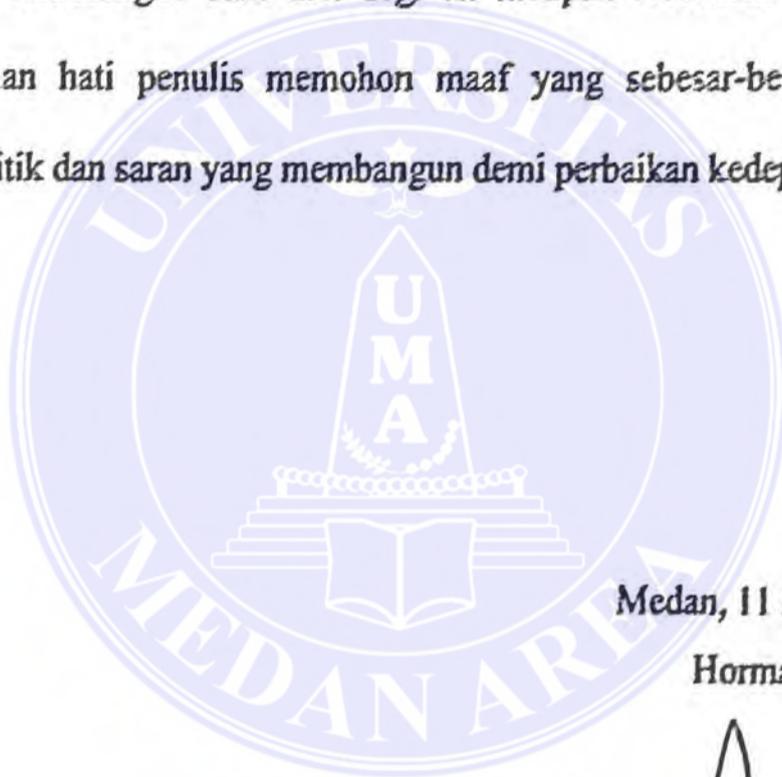
KATA PENGANTAR

Ucapan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya penulis bisa menyelesaikan Proposal yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Konversi Energi Panas Menjadi Energi Listrik Bersekala Kecil”. Penulisan Proposal ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan untuk meraih gelar sarjana dari Program Studi Teknik Elektro Strata Satu, Universitas Medan Area (UMA) tahun 2025. Proposal ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar berkat bantuan berbagai pihak, baik bantuan material maupun moril. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan yang maha esa yang memberi kelancaran membuat tugas akhir
2. Kedua orang tua dan kedua saudara penulis yang telah memberi dukungan berupa moril/spiritual dan material kepada penulis.
3. Bapak Prof. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, Selaku Rektor Universitas Medan Area.
4. Bapak Dr. Eng.Supriatno S.T.,MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik.
5. Ibu Dr.Ir Dina Maizana MT, Selaku Dosen Pembimbing Untuk Tugas Akhir Ini Yang Memberikan Saran Dan Kritik Yang Membangun Dalam Penyusunan Tugas Akhir Ini.
6. Bapak Ir Habib Satria, MT., M.Kom.,IPM., ASEAN Eng. Selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Universitas Medan Area
7. Para Staff dan Pengajar Universitas Medan Area khususnya Program Studi Teknik Elektro yang telah membantu dalam akademik dan administrasi.

8. Rekan-rekan penulis terkhususnya buat Himpunan Mahasiswa Elektro dan Teknik Elektro Angkatan 2020 yang telah memberikan banyak dukungan, motivasi, dan upaya dalam membantu menyelesaikan Proposal Skripsi ini.

Dan harapan penulis proposal ini menambah pengetahuan dan pengalaman bagi para pembaca, untuk kedepannya dapat memperbaiki bentuk maupun menambah isi proposal ini agar menjadi lebih baik lagi karena keterbatasan maupun pengalaman penulis. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa proposal ini memiliki banyak kekurangan baik dari segi isi maupun referensi. Untuk itu, dengan kerendahan hati penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya dan mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan kedepannya.



Medan, 11 Maret 2025

Hormat Penulis

Lois Nikel Mahulae

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematik Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Peltier	5
2.1.1 Efek Peltier	6
2.1.2 Cara Kerja Peltier.....	7
2.2 Sistem Konversi Energi Listrik.....	8
2.2.1 Sistem Konversi Energi Panas Menjadi Listrik Menggunakan Peltier	8
2.2.2 Daya Listrik	9
2.2.3 Hubungan Kalor Dengan Daya Listrik	10
2.3 Soket Kabel.....	11
2.4 Konduktor Atau Penghantar Listrik.....	12
2.5 Ampermeter	13

2.6 Voltmeter	13
2.7. Thermometer.....	13
BAB III METODOLOGI	15
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian	15
3.1.1 Tempat Penelitian	15
3.1.2 Waktu Penelitian.....	15
3.2 Bahan Dan Alat.....	16
3.3. Harga Pada Bahan Yang Di buat	16
3.4 Jenis Data	17
3.4.1 Data Primer	17
3.5 Teknik Pengumpulan Data.....	17
3.5.1 Observasi	17
3.5.2 Studi Dokumentasi.....	17
3.6 Teknik Analisa Data	17
3.7 Metode Penelitian	17
3.8 Parameter Yang Akan Di Analisis.....	20
3.8.1 Pengukuran	20
3.8.2 Prosedur Penelitian	21
3.8.3 Skema Rangkaian	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil Perancangan Peltier	24
4.2 Pengujian Alat Menggunakan Peltier	26
4.3 Hasil Pengukuran Pada Peltier.....	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34
Lampiran 1 Performa Speksifikasi Peltier	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peltier.....	5
Gambar 2.2 Ilustrasi Efek Seeback.....	6
Gambar 2.3 Ilustrasi Efek Peltier.....	7
Gambar 2.4 Aliran elektron dari titik P ke N.....	8
Gambar 2.5 Soket Kabel.....	10
Gambar 2.6 Konduktor Atau Penghantar Listrik.....	11
Gambar 2.7 Ampermer Dan Voltmeter.....	12
Gambar 2.8 Thermometer.....	13
Gambar 3.1 flowchart.....	17
Gambar 3.2 Rangkain yang akan di buat.....	20
Gambar 3.3 Rangkaian satu buah <i>peltir</i>	20
Gambar 3.4 dua buah Peltier menggunakan rangkaian seri dan parallel.....	21
Gambar 3.5 tiga buah Peltier menggunakan rangkaian seri dan parallel.....	21
Gambar 3.6. Panel box sambungan.....	22
Gambar 4.1 Rancangan Peltier.....	23
Gambar 4.2 Partikel di dalam power supllly.....	24
Gambar 4.3 Proses Pengujian Alat.....	24
Gambar 4.4 Perubahan Suhu Lilin Terhadap Waktu.....	28
Gambar 4.5 Perubahan Tegangan Terhadap Waktu.....	28
Gambar 4.6 Perubahan Arus Terhadap Waktu.....	28
Gambar 4.7 Perubahan Daya Terhadap Waktu.....	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kondufitas Panas Pada Konduktor.....	11
Tabel 3.1 Waktu Penelitian.....	14
Tabel 3.2 Bahan dan Alat.....	15
Tabel 3.3 Harga Bahan.....	15
Tabel 3.4 Hasil Pengukuran Yang Didapat.....	19
Tabel 4.1 Menggunakan 1 Peltier.....	25
Tabel 4.2 Menggunakan 2 Peltier Secara Seri.....	25
Tabel 4.3 Menggunakan 2 Peltier Secara Paralel.....	26
Tabel 4.4 Menggunakan 3 Peltier Secara Seri.....	26
Tabel 4.5 Menggunakan 3 Peltier Secara Paralel.....	26
Tabel 4.6 Menggunakan 4 Peltier Secara Seri.....	27
Tabel 4.7 Menggunakan 4 Peltier Secara Paralel.....	27
Tabel 1 Performa Speksifikasi Peltier.....	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini penggunaan pada energi dalam kebutuhan kehidupan selalu semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman. Dari berbagai energi yang selalu meningkat tersebut salah satunya adalah energi listrik. Di kehidupan yang kita hadapi ini, energi listrik sangat memiliki peranan penting, dan karena begitu pentingnya sehingga konsumsi dalam pemakaian energi listrik tersebut meningkat dengan pesat. Tahun 2025 yang akan mendatang, diperhitungkan untuk pemakaian energi listrik akan mencapai dari 40 persen dari pemakaian sekarang. Untuk memecahkan masalah ini adalah dengan menggunakan termoelektrik yang sebagai jalan keluar untuk mengatasi permasalahan untuk pemakaian energi yang semakin meningkat tahun demi tahun seiring kemajuan teknologi. (Tambun et al., 2023)

Termoelektrik merupakan suatu alat yang berbentuk modul, yang dapat secara langsung mengubah energi panas menjadi energi listrik. Termoelektrik terbuat dari bahan semikonduktor yang tersusun dengan komposisi tipe-n dan tipe-p. Fenomena termoelektrik ditemukan tahun 1821 untuk pertamakalinya oleh ilmuwan Jerman yaitu Thomas Johann Seebeck. Thomas Seebeck mencoba menyambungkan tembaga dan besi pada suatu rangkaian. Kemudian diantara logam tembaga dan besi tersebut diletakkan sebuah jarum kompas. Fenomena yang terjadi saat kedua logam tersebut dipanaskan yaitu jarum kompas mulai bergerak. Bergeraknya jarum kompas menyatakan bahwa timbul medan listrik pada kedua logam tersebut akibat dipanaskan salah satu sisinya, oleh karena hal itu, fenomena tersebut disebut efek Seebeck. Modul termoelektrik TEC12706 dapat dimaksimalkan kegunaannya, karena ketersediaan dan harganya yang relatif murah untuk dijadikan sebagai pembangkit listrik skala pico. Perangkaiannya dapat dilakukan dengan cara seri dan parallel. Berdasarkan sifat-sifat yang dimiliki dan kegunaannya, modul termoelektrik dibagi menjadi dua jenis, yaitu termoelektrik sebagai pendingin (cooler) dan sebagai generator, dimana proses kerjanya menggunakan efek Peltier untuk membuat aliran panas (heat-flux) pada percabangan antara dua jenis material yang berbeda. Konsep Seebeck sebagai efek dari dua buah material logam yang tersambung berada di lingkungan dengan dua

temperatur berbeda, maka pada material tersebut akan mengalirkan arus listrik atau gaya gerak listrik. Selain bersih dan ramah lingkungan, dengan ini peneliti pemanfaatan panas api, dan sangat bermanfaat bagi masyarakat. Dengan adanya kondisi tersebut, maka timbul gagasan untuk membuat energi alternative sederhana dengan memanfaatkan energi panas api . Pemanfaatan panas dari lilin sebagai sumber energi. Pemanfaatan panas matahari ini juga tidak memberikan hasil gas rumah kaca dan juga limbah ataupun racun yang berlebihan. Dalam pertemuan forum International. (Rimbawati et al., 2022)

Sensor yang digunakan yaitu TECI-1204T200 berfungsi mengubah kalor menjadi listrik dengan menggunakan efek termoelektrik, Cara kerja alat ini menggunakan 2 metode dimana metode pertama melalui uap panas yang di peroleh dari pembakaran 3 buah lilin dalam wadah tertutup. Metode yang kedua melalui uap panas yang di peroleh dari air yang mendidih dalam wadah tertutup. Kemudian di letakkan sensor TECI-1204T200 diatas wadah yang tertutup pada kedua metode tersebut untuk menghasilkan listrik DC. Listrik yang dihasilkan menggunakan skala kecil

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang sebuah alat konversi energi dari api menjadi listrik
2. Bagaimana tingkat kelayakan alat untuk menghasilkan listrik melalui TECI-1204T200

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian adalah :

1. Alat bekerja untuk mengontrol listrik melalui TECI-1204T200
2. Beban yang digunakan lampu
3. Menggunakan 3 lilin

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang sebuah pembangkit listrik bersekala kecil dengan memanfaatkan energi panas
2. Menguji kinerja alat untuk menghasilkan listrik melalui TECI-1204T200

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari pembuatan alat ini

1. Dalam keadaan darurat disaat listrik tidak hidup dalam semalaman jadi memanfaatkan energi panas menjadi listrik
2. Bermanfaat bagi masyarakat pendalaman yang susah mendapatkan listrik



1.6 Sistematik Penulisan

Sistematik penulisan pada masing-masing bab adalah sebagai berikut.

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang pembuatan laporan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematik penulisan.

2. BAB II TEORI PENUNJANG

Bab ini berisi landasan teori berupa konsep dasar dalam penyusunan alat dan laporan sehingga menghasilkan karya yang bernilai ilmiah dan memiliki daya guna.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode penelitian alat yang digunakan, yang meliputi bagaimana cara pengambilan data.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang penyajian hasil pengujian alat serta pembahasan

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang simpulan dan saran dari pembuatan alat dan laporan sebagai upaya untuk perbaikan kedepan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peltier

Termoelektrik atau peltier adalah Peltier adalah komponen elektronika yang dapat membuat aliran panas pada sambungan antara dua jenis material yang berbeda. Komponen ini bekerja sebagai pompa panas aktif dalam bentuk padat yang memindahkan panas dari satu sisi ke sisi permukaan lainnya yang berseberangan, dengan konsumsi energi listrik tergantung pada arah aliran arus listrik. Komponen ini dikenal dengan nama peltier *thermoelectric cooler* (TEC). TEC dapat juga digunakan sebagai pemanas dengan cara membalik komponen elektronika ini. Dengan demikian, TEC dapat digunakan sebagai alat pengontrol temperatur. TEC mengabsorpsi panas melalui salah satu sisinya dan memancarkan panas melalui satu sisi lainnya. Pada bagian sisi TEC yang mengabsorpsi panas terjadi efek pendinginan, inilah yang dimanfaatkan untuk berbagai keperluan pendinginan. Efek peltier adalah efek timbulnya panas pada satu sisi dan timbulnya dingin pada sisi lainnya manakala arus listrik DC dilewatkan kepada untaian dari dua tipe material berbeda yang dipertemukan. Material tersebut adalah material thermoelectric element yang dibuat dari bahan semikonduktor. (Elyakim Nova Supriyedi Patty, dkk 2020). Performa peltier bisa dilihat di lampiran.



Gambar 2.1 Peltier

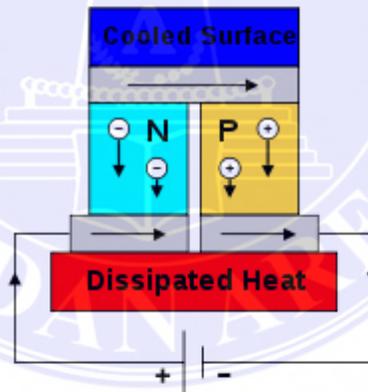
(<https://images.app.goo.gl/uRCXPmz2ixt1KazSA>)

2.1.1 Efek Peltier

Termoelektrik adalah teknologi yang bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi listrik secara langsung (generator termoelektrik), atau sebaliknya, dari listrik menghasilkan dingin (pendingin termoelektrik). Untuk menghasilkan listrik, material termoelektrik cukup diletakkan sedemikian rupa dalam rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin. Dari rangkaian itu akan dihasilkan sejumlah listrik sesuai dengan jenis bahan yang dipakai. Efek termoelektrik dipengaruhi oleh tiga efek yg berbeda yaitu :

1. Efek Seebeck

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. Fenomena ini pertama kali ditemukan oleh Seebeck sehingga disebut efek Seebeck atau umumnya dikenal dengan nama prinsip termokopel. Tegangan yang dihasilkan ini sebanding dengan perbedaan temperature diantara dua junction. Semakin besar perbedaan temperatur, semakin besar tegangan diantara junction.



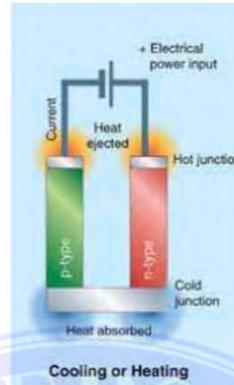
Gambar 2.2 Ilustrasi Efek Seebeck

(<https://images.app.goo.gl/4NfZJ3gR9TK2htzR6>)

2. Efek Peltier

Penemuan Seebeck memberikan inspirasi pada Jean Charles Peltier untuk melihat kebalikan dari fenomena tersebut. 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 kemudian dikenal dengan efek Peltier.



Gambar 2.3 Ilustrasi Efek Peltier

(<https://images.app.goo.gl/fPKc6kVKew2seGAM8>)

3. Efek Thomson

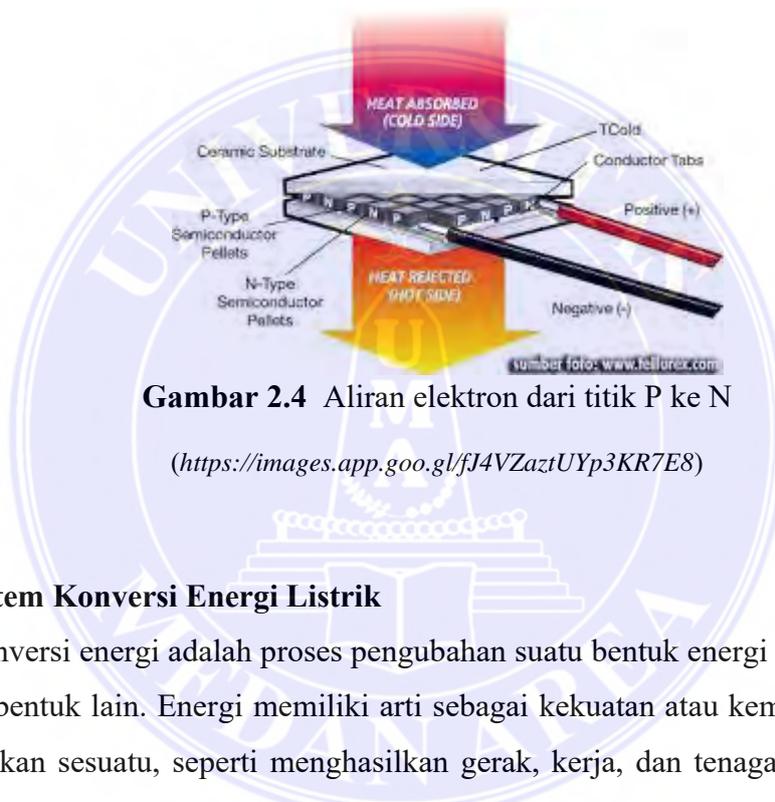
Efek Thomson menyatakan bahwa terdapat penyerapan atau pelepasan panas bolak-balik dalam penghantar homogen yang terkena perbedaan panas dan perbedaan listrik secara simultan. Didapat bahwa gradien potensial hasil dari perbedaan temperatur adalah positif searah dengan gradien temperatur.

Dalam Semikonduktor tipe-n, elektron bertindak sebagai pembawa muatan mayoritas. Sebaliknya, pada semikonduktor tipe-p, jumlah elektron sangat sedikit. Ketika elektron berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi, tempat yang ditinggalkan *electron* kemudian disebut sebagai hole. Hole bertindak sebagai pembawa muatan positif. Karena satu *elektron* bergerak, dia meninggalkan sebuah hole yang kemudian akan diisi oleh *elektron* lain. Satu *electron* berpindah untuk mengisi hole tadi dan meninggalkan hole baru. Hal ini mengakibatkan hole tampak bergerak ke arah yang berlawanan dengan arah elektron. Dalam semikonduktor tipe-p, pembawa muatan mayoritas adalah hole (Muhammad Ilham dkk, 2013).

2.1.2 Cara Kerja Peltier

Prinsip kerja pendingin termoelektrik berdasarkan efek peltier adalah ketika elemen peltier dialiri arus listrik DC pada pasangan sel semikonduktor tipe P

(yang mempunyai tingkat energi yang lebih rendah) dan tipe N yang mempunyai tingkat energi yang lebih tinggi) maka akan mengakibatkan salah satu sisi elemen peltier menjadi dingin, ada proses penyerapan kalor dan sisi satunya lagi menjadi panas, ada proses pelepasan kalor ke lingkungan. Penentuan sisi panas dan sisi dingin itu tergantung pada arah aliran listrik yang di alirkan pada elemen peltier. Penyerapan kalor terjadi pada sisi dingin elemen peltier, sehingga proses inilah yang dapat dimanfaatkan untuk proses pendinginan (Muhammad Faizal S, 2015).



Gambar 2.4 Aliran elektron dari titik P ke N

(<https://images.app.goo.gl/fJ4VZaztUYp3KR7E8>)

2.2 Sistem Konversi Energi Listrik

Konversi energi adalah proses perubahan suatu bentuk energi menjadi energi dalam bentuk lain. Energi memiliki arti sebagai kekuatan atau kemampuan untuk melakukan sesuatu, seperti menghasilkan gerak, kerja, dan tenaga. Energi listrik adalah daya atau tenaga dalam bentuk listrik. Energi listrik adalah daya atau kekuatan yang dihasilkan dari adanya gesekan atau proses kimia. Konversi Energi Listrik adalah perubahan bentuk energi dari yang satu menjadi bentuk energy yang lain. Selain itu fungsi konversi energi untuk efisiensi agar pemborosan energi dapat dihindarkan.

2.2.1 Sistem Konversi Energi Panas Menjadi Listrik Menggunakan Peltier

Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja dari lilin dan modul thermoelectric generator ialah lamanya waktu terjadi uap panas dari lilin dan besarnya intensitas

radiasi termal matahari, persamaan-persamaan yang digunakan dalam perhitungan adalah.(Billy Prandika, 2021)

Kalor yang diserap oleh lilin dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (5) sebagai berikut:

$$Qu = m. Cp. (Th - Tc) \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

Qu = Kalor yang diserap oleh lilin

m = Laju aliran massa udara (kg/s)

Cp = Panas jenis udara (J/kg.°C)

Th = Temperatur Panas (°C)

Untuk menghitung efisiensi lilin dapat digunakan persamaan :

$$\eta = \frac{Qu}{ITAc} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

η = efisiensi (%)

Qu= Kalor yang diserap (Joule)

IT = Intensitas radiasi kalor (W/m²)

AC = Luas permukaan (m²)

Energi yang diterima oleh modul thermoelectric generator digunakan persamaan:

$$Q = M.C.\Delta T \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

Q = Kalor yang diserap (Joule)

M = massa benda (kg)

C = Kalor jenis (J / kg oC)

ΔT = Perbedaan suhu (oC)

2.2.2 Daya Listrik

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam siste tenaga listrik, daya merupakan jumlah yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya memiliki satuan Watt, yang merupakan perkalian dari Tegangan (volt) dan arus (ampere). Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I.

Keterangan : $P = \text{Daya (Watt)}$

$V = \text{Tegangan (Volt)}$

$I = \text{Arus (Ampere)}$

$\text{Cos } \varphi = \text{Faktor Daya}$

$\text{Sin } \varphi = \text{Besaran Vektor Daya}$

2.2.3 Hubungan Kalor Dengan Daya Listrik

Kalor didefinisikan sebagai energi panas yang dimiliki oleh suatu zat. Secara umum untuk mendeteksi adanya kalor yang dimiliki oleh suatu benda yaitu dengan mengukur suhu benda tersebut. Jika suhunya tinggi maka kalor yang dikandung oleh benda sangat besar, begitu juga sebaliknya jika suhunya rendah maka kalor yang dikandung sedikit.

Dari hasil percobaan yang sering dilakukan besar kecilnya kalor yang dibutuhkan suatu benda(zat) bergantung pada 3 faktor

1. massa zat
2. jenis zat (kalor jenis)
3. perubahan suhu

Sehingga secara matematis dapat dirumuskan :

$$Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

Q adalah kalor yang dibutuhkan (J)

m adalah massa benda (kg)

c adalah kalor jenis (J/kgC)

$(t_2 - t_1)$ adalah perubahan suhu (C)

Hubungan antara kalor dengan energi listrik Kalor merupakan bentuk energi maka dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain. Berdasarkan Hukum Kekekalan Energi maka energi listrik dapat berubah menjadi energi kalor dan juga sebaliknya energi kalor dapat berubah menjadi energi listrik. Dalam pembahasan ini hanya akan diulas tentang hubungan energi listrik dengan energi kalor. Alat yang digunakan mengubah energi listrik menjadi energi kalor adalah ketel listrik, pemanas listrik, dll.

Besarnya energi listrik yang diubah atau diserap sama dengan besar kalor yang dihasilkan. Sehingga secara matematis dapat dirumuskan.

$$W = Q \dots \dots \dots (5)$$

Untuk menghitung energi listrik digunakan persamaan sebagai berikut :

$$W = P.t \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan :

W adalah energi listrik (J)

P adalah daya listrik, (W)

t adalah waktu yang diperlukan (s)

Bila rumus kalor yang digunakan adalah $Q = m.c.(t_2 - t_1)$ maka diperoleh persamaan ;

$$P.t = Q$$

$$P = Q/t$$

2.3 Soket Kabel

Soket listrik adalah sebuah titik penghubung yang mengantarkan listrik utama ketika sebuah colokan dicolok ke dalamnya. Dia merupakan lawan dari colokan, dan biasanya memiliki jenis perempuan. Setiap negara memiliki colokan dan soket listrik yang berbeda tipe, bentuk, ukuran, batasan voltase dan arus listrik nya. Tipe yang digunakan di setiap negara mengacu kepada standar nasional masing-masing. Untuk Indonesia mempergunakan tipe C dan F pada tegangan listrik 230 V dan frekuensi 50 Hz menggunakan standar pembuatan SNI.



Gambar 2.5 Soket Kabel

(<https://images.app.goo.gl/TyQoMD9fiHVW2tgi9>)

2.4 Konduktor Atau Penghantar Listrik

Konduktor atau penghantar listrik adalah suatu material yang mudah menghantarkan arus listrik. Sifat hantarannya adalah memindahkan elektron-elektron dari satu titik kelistrikan ke titik kelistrikan lainnya secara mudah. Kegunaan utama dari penghantar listrik adalah mengalirkan arus listrik.

Konduktor memiliki inti atom dengan elektron yang terikat secara lemah dan dapat bergerak secara bebas. Proses penghantaran listrik terjadi ketika material yang bermuatan positif dihubungkan dengan penghantar listrik. Interaksi yang timbul ialah perpindahan elektron dari penghantar listrik ke material yang bermuatan positif. Wadah terbuat dari bahan konduktor bahan – bahan konduktro adalah besi, tembaga, perak, aluminium, paku, karbon, klip kertas, dan uang logam Memiliki konduktifitas panas pada konduktor dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Konduktifitas panas pada konduktor

No	Material	Konduktifitas
1	Aluminium (Al)	0 – 18000 C
2	Tembaga (Cu)	22360 – 23400 C
3	Seng (Zn)	9070 C
4	Timah (Sn)	2360 C



Gambar 2.6 Konduktor Atau Penghantar Listrik

(<https://images.app.goo.gl/EqBCsBPL5HMc12e26>)

2.5 Ampermeter

Ampermeter adalah alat untuk mengukur kuat arus listrik. Berdasarkan arus listrik yang diukurnya ampermeter dibedakan atas ampermeter DC dan ampermeter AC. Ampermeter DC digunakan untuk mengukur kuat arus listrik DC, Ampermeter AC digunakan untuk mengukur kuat arus listrik AC. Ampermeter digunakan untuk mengukur besaran listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian listrik. Ampermeter terhubung secara seri pada alat yang di ukur sehingga arus listrik mengalir melalui ampermeter

2.6 Voltmeter

Voltmeter adalah alat untuk mengukur beda potensial listrik. Berdasarkan beda potensial listrik yang diukurnya voltmeter dibedakan atas voltmeter DC dan voltmeter AC. Voltmeter DC digunakan untuk mengukur beda potensial listrik DC, voltmeter AC digunakan untuk mengukur beda potensial listrik AC. Voltmeter terhubung melalui parallel dengan komponen atau titik yang di ukur tegangannya sehingga dapat terbaca langsung dari besaran tegangan listrik tersebut



Gambar 2.7 Ampermer Dan Voltmeter

(<https://images.app.goo.gl/GsDZn54kbTxjRwHA8>)

2.7. Thermometer

Thermometer adalah alat ukur yang berfungsi mengukur suhu atau gradien suhu menggunakan berbagai prinsip yang berbeda namun tidak mengubah

kinerjanya. Termometer memiliki dua elemen penting: sensor suhu di mana beberapa perubahan fisik terjadi dengan suhu, ditambah beberapa cara mengkonversi perubahan fisik ini menjadi nilai numeric. Thermometer juga bisa untuk mengukur suhu atau kehangatan suatu benda atau lingkungan sekitar. Termometer ini bekerja dengan cara menampilkan hasil pengukuran temperatur yang diukur oleh sensor elektronik pengukur temperatur. Saat ini, temperatur elektronik dalam dan luar ruangan sudah bersifat *wireless* (tanpa kabel).

Sensor pada thermometer adalah termistor sensor elektornika yang dipakai untuk mengukur suhu. Prinsip dasar termistor adalah perubahan nilai tahanan, jika suhu atau tempratur yang mengenai termistor akan berubah. Termistor merupakan gabungan antar Temo (suhu) Resistor (alat ukur tahanan)



Gambar 2.8 Thermometer

(<https://images.app.goo.gl/uZK6jRHmSiPHQ74Z9>)

2.9 Power Supply

Power supply adalah perangkat yang berfungsi untuk mengalirkan arus listrik ke komponen-komponen atau periferal komputer dalam bentuk tegangan DC (arus searah). Letaknya biasanya berada di bagian belakang casing komputer, berbentuk kotak dengan kabel dan konektor yang menjulur keluar.



Gambar 2.9 Power Supply

BAB III METODOLOGI

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Pembuatan dan pengujian Rancang Bangun Sistem Konversi Energi Panas Menjadi Energi Listrik Berskala Kecil Menggunakan Peltier dilakukan di :

Nama Tempat :

Alamat :

Waktu yang dilakukan pada penelitian ini adalah selama kurang lebih 1-3 bulan

3.1.2 Waktu Penelitian

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

NO	Kegiatan penelitian	BULAN											
		I				II				III			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur												
2	Pengumpulan Alat dan Bahan												
3	Perancangan Alat												
4	Pengumpulan Data												
5	Analisa Data												
6	Penulisan Laporan												

3.2 Bahan Dan Alat

Kebutuhan perangkat yang penulis gunakan di dalam penelitian ini ialah sebagai berikut :

Tabel 3.2 Bahan Dan Alat

No	Komponen	Spesifikasi	Satuan
1	Peltier	TEC1-12706	3 unit
2	Soket Kabel	26AWG	10 unit
3	Konduktor	Aluminium	1 unit
4	Ampermeter	5 A	1 unit
5	Voltmeter	0 – 100V	1 unit
6	Beban resistif	Lampu	1 unit
7	Thermometer	-20 – 100 ° C	1 unit

3.3. Harga Pada Bahan Yang Di buat

Tabel 3.3 Harga Bahan

No	Komponen	Harga Satuan	Satuan
1	Peltier	36.000	3 Unit
2	Soket Kabel	38.000	1 Lusin
3	Konduktor	5.000	1 Unit
4	Ampermeter	23.000	1 Unit
5	Voltmeter	23.000	1 Unit
6	Beban resistif	17.000	1 Unit
7	Thermometer	12.000	1 Unit
Total			226.000

3.4 Jenis Data

3.4.1 Data Primer

Data Primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data yang di ambil secara langsung dilapangan.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

3.5.1 Observasi

Observasi merupakan sebuah teknik yang dilakukan lewat pengamatan langsung.

3.5.2 Studi Dokumentasi

Studi Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data dan mempelajari data-data yang diperoleh dari buku-buku, literatur, jurnal, internet dan sumber-sumber lain yang berhubungan dengan penelitian ini.

3.6 Teknik Analisa Data

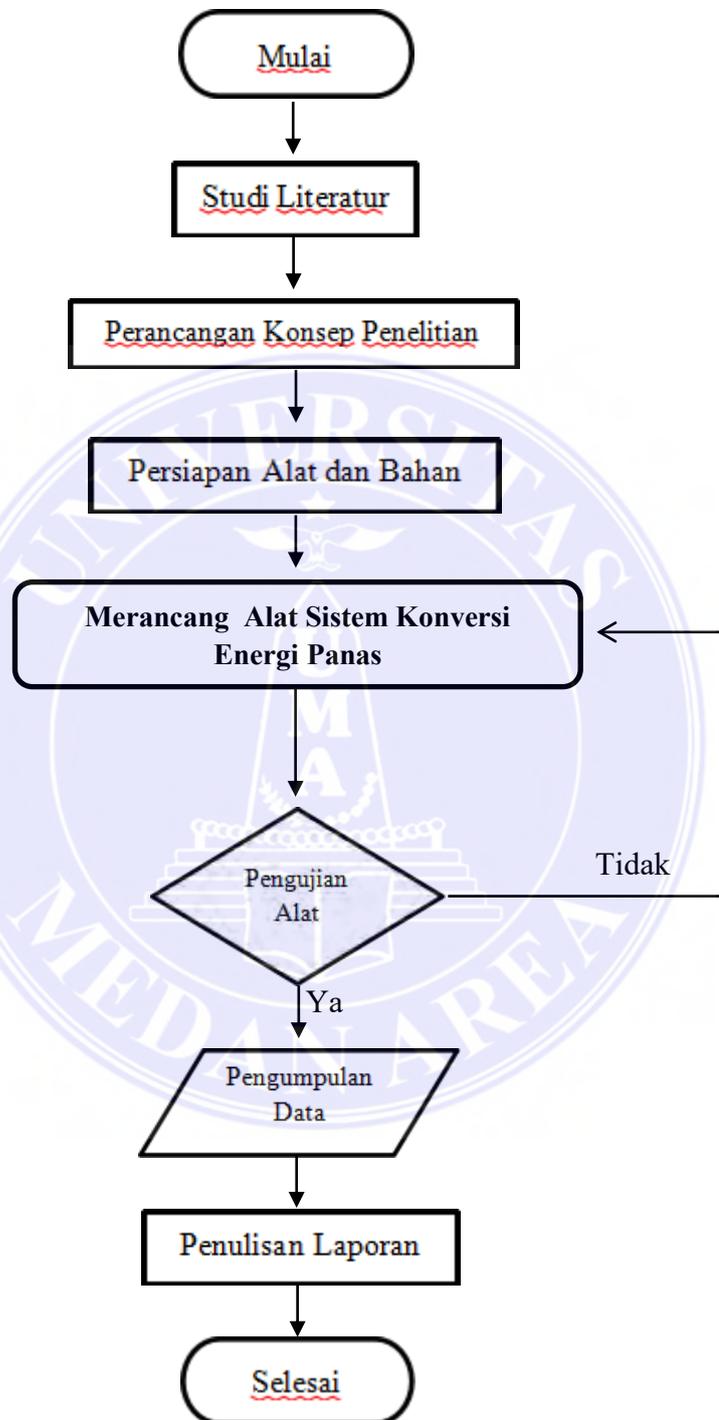
Metode yang sesuai dengan penelitian adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif.

1. Metode deskriptif merupakan cara merumuskan dan menafsirkan data yang ada sehingga memberikan gambaran jelas melalui pengumpulan, penyusunan, penganalisisan data, sehingga dapat diketahui gambaran umum perusahaan yang sedang diteliti.
2. Pendekatan Kuantitatif adalah pendekatan ilmiah yang memandang suatu realitas dapat diklasifikasi, konkrit, teramati, dan trukur, hubungan variabelnya bersifat sebab akibat dimana data penelitiannya berupa angka-angka dan analisisnya menggunakan statistik.

3.7 Metode Penelitian

Metode Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap untuk mempermudah dan memperjelas arah penelitian yang akan di laksanakan. Adapun berikut ini *flowchart* atau kerangka berfikir dalam penelitian yang akan disajikan dalam bentuk blok diagram pada Gambar berikut ini, dimana berdasarkan *flowchart* ini ialah sebagai tahapan yang akan dilakukan oleh peneliti dalam melaksanakan penelitian Rancang Bangun Sistem Konversi Energi Panas Menjadi Energi Listrik Berskala Kecil Menggunakan *Peltier*

Bentuk flowchart kegiatan penelitian yang dilakukan pada proses pelaksanaan tugas akhir ini dapat dilihat pada bagian gambar



Gambar 3.1 flowchart

Adapun penjelasan tentang *flowchart* kerangka berfikir diatas ialah :

1. Mulai, untuk melakukan permulaan mencari referensi dan hal yang terkait penelitian.
2. Studi Literatur serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelolah bahan penelitan.
3. Perancangan Konsep Penelitian melakukan sketsa atau desain penelitian yang akan di persiapkan.
4. Persiapan alat dan bahan merupakan suatu hal yang sangat penting untuk kelancaran dalam merancang alat yang akan di analisis.
5. Merancang Alat sistem konversi energi panas, kegiatan yang akan mempengaruhi hasil dari pengambil data dalam penelitian ini.
6. Pengujian alat adalah hal yang akan layak tidaknya rancangan dalam pengujiannya jika tidak kembali ke perancangan alat. Jika Ya akan langsung pengumpulan data.
7. Pengumpulan data, merupakan hal yang akan dilakukan untuk melihat masukan dan keluaran nilai yang telah diambil oleh alat yang sudah baik.
8. Analisa data serangkaian kegiatan yang akan menganalisis nilai dari pengumpulan data yang akan berubah-berubah sesuai kondisi yang diteliti.
9. Penulisan Laporan kegiatan yang mendeskripsikan hasil dari analisa data yang merupakan tekstual atau terlampir yang akan di masukan kedalam hasil penelitian yang telah dilakukan.
10. Selesai.

3.8 Parameter Yang Akan Di Analisis

Parameter yang akan dianalisa pada proposal ini berjudul Rancang Bangun Sistem Sistem Konversi Energi Panas Menjadi Energi Listrik Berskala Kecil Menggunakan *Peltier* adalah sebagai berikut :

3.8.1 Pengukuran

Pengukuran memiliki manfaat penting dalam menentukan kelayakan atau kesesuaian suatu komponen atau sistem dengan spesifikasinya, terutama dalam hal tegangan. Melalui pengukuran tegangan, kita dapat memastikan bahwa tegangan yang diberikan sesuai dengan nilai yang diinginkan atau yang disarankan oleh komponen atau peralatan yang digunakan. Hal ini penting untuk menjaga agar peralatan tidak menerima tegangan yang terlalu tinggi atau terlalu rendah, yang dapat menyebabkan kerusakan atau kinerja yang tidak optimal. Selain tegangan, pengukuran juga penting untuk mengetahui arus yang digunakan oleh suatu komponen atau peralatan. Dengan mengetahui besaran arus yang dipakai, kita dapat memastikan bahwa peralatan tersebut beroperasi dengan baik dan sesuai dengan batas arus yang ditentukan. Pengukuran arus juga membantu dalam mengidentifikasi adanya masalah, seperti kebocoran arus yang tidak normal atau ketidakseimbangan pada beban listrik.

Daya yang dikeluarkan adalah :

1. 1 Buah Modul Peltier adalah V.I.P.T. °C
2. 2 Buah Modul Peltier adalah V.I.P.T. °C
3. 3 Buah Modul Peltier Adalah V.I.P.T. °C

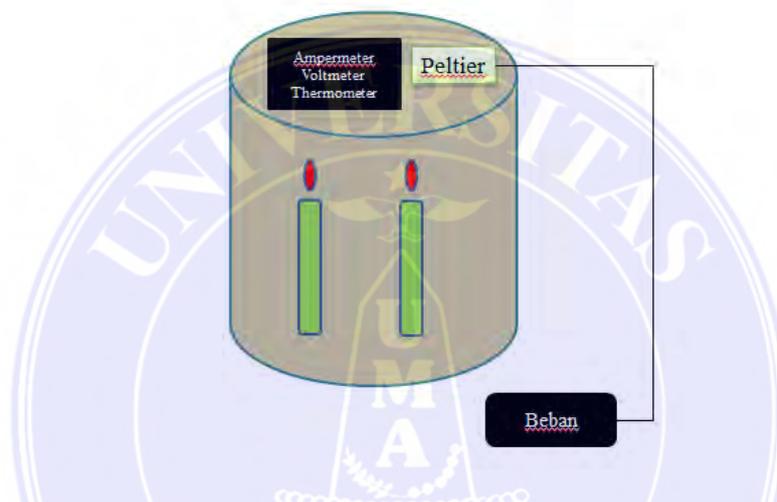
Tabel 3.4 Hasil Pengukuran Yang Didapat

NO	T(Menit)	°C	V	A	Watt
1					
2					
3					
Dst					

3.8.2 Prosedur Penelitian

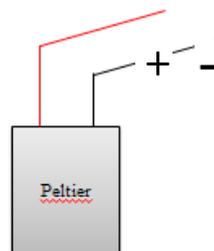
Prosedur pada penelitian ini adalah menggunakan 1, 2, dan 3 Peltier bertujuan untuk mengetahui arus yang didapat pada rangkaian seri dan paralel, Pengujian panas juga dilakukan untuk mengetahui berapa skala suhu yang dapat untuk menghasilkan listrik yang ideal

3.8.3 Skema Rangkaian



Gambar 3.2 Rangkain yang akan di buat

Pada gambar 3.2 menunjukan alat yang akan di buat, pada saat lilin di hidupkan maka terjadi panas pada wadah yang di antarkan oleh api, Dan di baca oleh sensor peltier, dari sensor peltier yang akan mengantarkan arus listrik mengalir ke beban. Fungsi voltmeter untuk mengukur tegangan yang mengalir ke beban, Dan Ampermeter untuk mengukur kuatnya arus listrik yang dibaca oleh sensor peltier, Thermometer untuk membaca panas pada wadah tersebut.



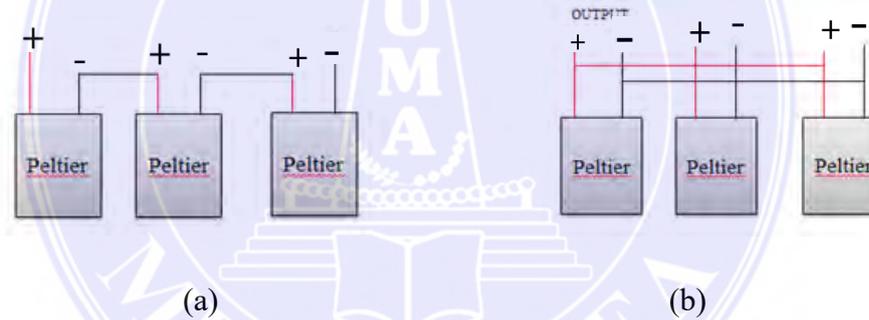
Gambar 3.3 Rangkaian satu buah *peltier*

Gambar 3.3 menunjukkan satu buah peltier dimana berapa arus yang akan didapatkan menggunakan satu buah peltier pada sebuah rangkaian yang akan dibuat.



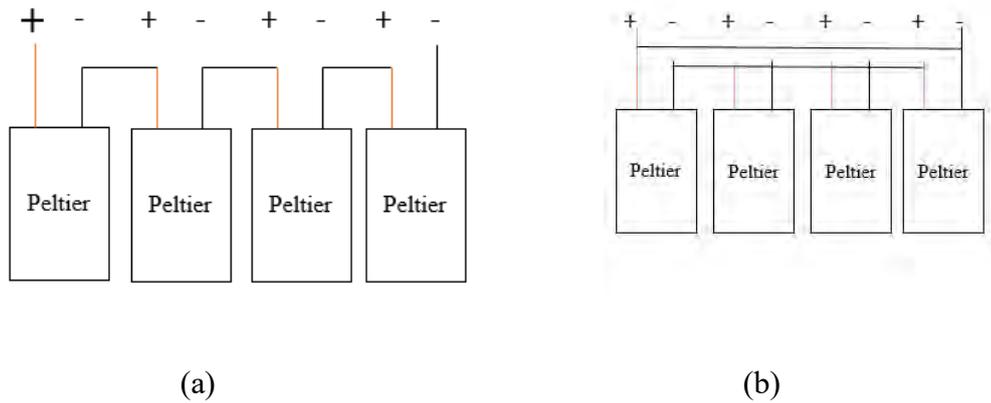
Gambar 3.4 dua buah Peltier menggunakan rangkaian seri dan parallel

Gambar 3.4 menunjukkan sambungan dua buah *Peltier* dimana pada gambar 3.4.(a) Peltier terhubung seri , sedangkan gambar 3.4.(b) menunjukkan peltier terhubung parallel.



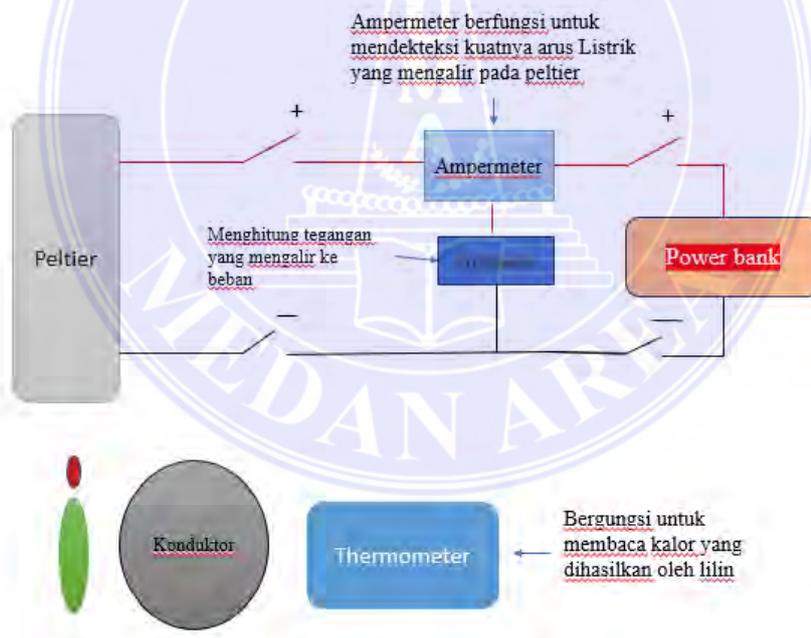
Gambar 3.5 3(tiga) buah Peltier menggunakan rangkaian seri dan parallel

Gambar 3.5 menunjukkan sambungan tiga buah *Peltier* dimana pada gambar 3.5.(a) Peltier terhubung seri , sedangkan gambar 3.5.(b) menunjukkan peltier terhubung parallel.



Gambar 3.6 4(empat) buah Peltier menggunakan rangkaian seri dan parallel

Gambar 3.6 menunjukkan sambungan tiga buah *Peltier* dimana pada gambar 3.6.(a) Peltier terhubung seri , sedangkan gambar 3.6.(b) menunjukkan peltier terhubung parallel.



Gambar 3.6. Panel box sambungan

Pada gambar 3.6 menjukan cara rangkaian alat yang akan di buat untuk menjalankan sebuah alat berfungsi dengan baik .

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dirancang untuk mengkonversi energi panas menjadi energi listrik menggunakan teknologi Peltier cukup efektif, meskipun dayanya masih di bawah teknologi konversi energi lainnya. Dengan rata-rata konversi daya berkisar 0.2 Watt, sistem ini menunjukkan potensi yang menjanjikan dalam memanfaatkan panas buangan, terutama pada aplikasi skala kecil dan situasi di mana sumber energi alternatif sulit diakses. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perbedaan suhu yang signifikan antara sisi panas dan dingin modul Peltier berkontribusi pada peningkatan output listrik, namun faktor-faktor seperti kualitas modul dan efektivitas sistem pendinginan juga mempengaruhi kinerja secara keseluruhan. Penelitian ini menggarisbawahi pentingnya pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan efisiensi modul Peltier dan optimasi desain sistem, serta memberikan pemahaman yang lebih baik tentang aplikasi praktis teknologi termoelektrik dalam konversi energi. Dengan pendekatan yang tepat, sistem ini dapat menjadi solusi yang bermanfaat untuk memanfaatkan energi terbuang di berbagai sektor, mendukung transisi menuju penggunaan energi yang lebih berkelanjutan dan efisien.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut dalam konversi energi panas menjadi listrik menggunakan teknologi Peltier mencakup beberapa pendekatan yang dapat diambil untuk meningkatkan efisiensi dan aplikabilitas sistem. Penelitian tentang sistem hybrid yang menggabungkan teknologi Peltier dengan sumber energi terbarukan lainnya juga dapat memberikan solusi yang lebih berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Elyakim Nova Supriyedi Patty, C. S. (2018). Pemanfaatan Panas Pada Elemen Peltier Untuk Membuat Charger Handphone. *Jurnal Edukasi Sumba (JES)*.
- Muhammad Ilham, R. M. (2013). MODUL 3 TERMOELEKTRIK.
- Nisya Tambun, D. M. (2023). RANCANG ALAT KONVERTER ENERGI PANAS MENJADI ENERGI LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN THERMOELEKTRIK SEDERHANA. *Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*.
- Rimbawati, B. P. (2022). Rancang Bangun Sistem Konversi Energi Panas Api Menjadi Energi Listrik Sebagai Alat Charger Baterai . *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*.
- S, M. F. (2015). Perancangan dan Pembuatan Pendingin Minuman *Portable* Dengan Menggunakan Elemen *Peltier*.
- Billy Prandika (2021). Rancang Bangun Sistem Konversi Energi Panas Api Menjadi Energi Listrik Sebagai Alat Charger Baterai Menggunakan Termoelektrik

Lampiran 1 Performa Speksifikasi Peltier

Hot Side Temperature (°C)	25°C	50°C
Qmax (Watts)	50	57
Delta Tmax (°C)	66	75
I _{max} (Amps)	6.4	6.4
V _{max} (Volts)	14.4	16.4
Module Resistance (Ohms)	1.98	2.30



Tabel I Performa Speksifikasi Peltier

Kurva Kinerja

