

**RANCANG BANGUN TUNGGU PEMBAKARAN SAMPAH
DENGAN PELTIER UNTUK PENGHASIL ENERGI LISTRIK
BERBASIS THERMOELEKTRIK**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Studi Strata Satu (S-1)
dan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)



OLEH :

MUHAMMAD ARISA ROMADHANI

NIM. 1921300027

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NURUL JADID
PAITON PROBOLINGGO TAHUN 2024**

**RANCANG BANGUN TUNGGU PEMBAKARAN SAMPAH
DENGAN PELTIER UNTUK PENGHASIL ENERGI LISTRIK
BERBASIS THERMOELEKTRIK**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Studi Strata Satu (S-1)
dan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)



OLEH :

MUHAMMAD ARISA ROMADHANI

NIM. 1921300027

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NURUL JADID
PAITON PROBOLINGGO TAHUN 2024**

PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi di bawah ini:

Nama : Muhammad Arisa Romadhani

NIM : 1921300027

Fak/Program Study : Fakultas Teknik/ Teknik Elektro

Judul : RANCANG BANGUN TUNGKU
PEMBAKARAN SAMPAH DENGAN PELTIER UNTUK PENGHASIL
ENERGI LISTRIK BERBASIS THERMOELEKTRIK

Telah memenuhi syarat untuk diajukan dalam Sidang Skripsi Fakultas Teknik Universitas Nurul Jadid Paiton Probolinggo Tahun Akademik 2023/2024 Genap. Demikian surat persetujuan ini kami buat dengan sebenar-benarnya, atas perhatiannya Disampaikan terimakasih.

Paiton, 6 Agustus 2024

Pembimbing I,

Pembimbing II

AMALIA HERLINA, SIIP., M.MT.

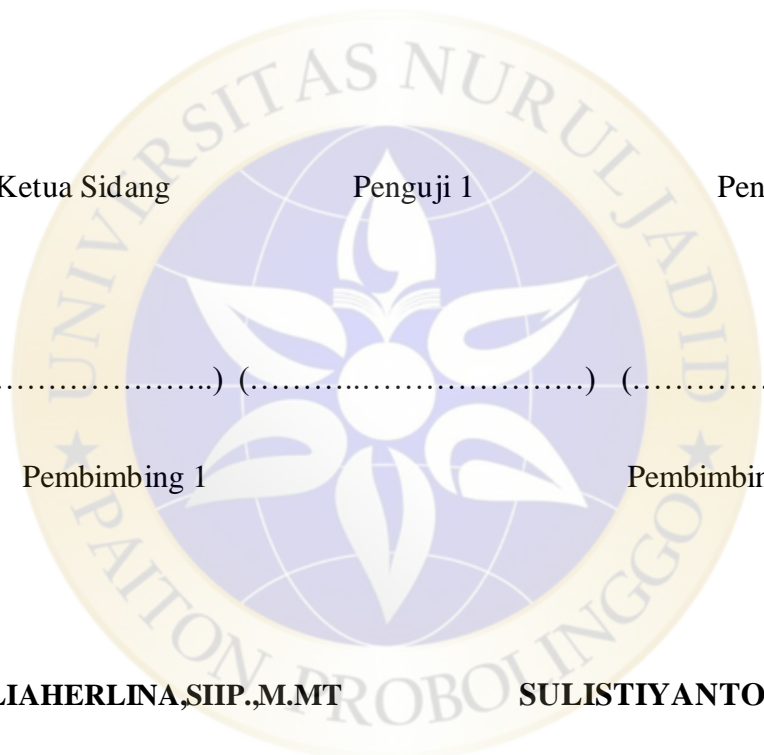
SULISTIYANTO, S.T., M.T.

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi **MUHAMMAD ARISA ROMADHANI** ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji Jurnal Fakultas Teknik Universitas Nurul Jadid Paiton Probolinggo, pada :

Hari :

Tanggal :



Ketua Sidang Penguji 1 Penguji 2

(.....) (.....) (.....)

Pembimbing 1 Pembimbing 2

AMALIAHERLINA,SIIP.,M.MT **SULISTIYANTO,S.T,M.T.**

Dekan

Zainal Arifin, M.Kom.

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. (UU No, 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan pasal 70)

Paiton, 6 Agustus 2024

MUHAMMAD ARISA ROMADHANI

1921300027

ABSTRAK

Pengembangan sumber daya energi terbarukan melibatkan penggunaan teknologi seperti perangkat Peltier, yang memanfaatkan gradien termal untuk menghasilkan energi listrik. Perangkat ini menggunakan modul termoelektrik untuk mengubah perbedaan suhu menjadi tegangan listrik. Meskipun efisiensi perangkat saat ini terbatas, teknologi ini dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk memanfaatkan limbah seperti sampah plastik untuk pembangkit listrik. Ini juga berpotensi meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi biaya operasional jangka panjang, menawarkan solusi yang lebih berkelanjutan untuk kebutuhan energi yang semakin meningkat. Penelitian ini menyajikan ide pemanfaatan panas pada tungku pembakaran limbah dengan teknologi Peltier. Alat dan bahan yang digunakan antara lain Peltier TEC1-12706, Modul Step Up MT3608, TP4056, Baterai Lithium 18650, Modul USB Boost 5V, dan tempat sampah besi. Konsep alat tersebut adalah memanfaatkan komponen peltier sebagai pembangkit listrik. Peltier dapat menghasilkan listrik karena adanya gradien termal yang diserap oleh perangkat Peltier. Sisi panas menyerap panas yang dihasilkan dari pembakaran di tempat sampah besi, sedangkan sisi dingin dihasilkan oleh udara luar. Listrik yang dihasilkan kemudian dikuatkan menggunakan modul Step-Up MT3608. Selanjutnya, TP4056 digunakan sebagai kontrol pengisian baterai. Baterai berfungsi sebagai media penyimpanan sementara.

Kata Kunci : THERMOELETRIK, PELTIER

ABSTRAK

The development of renewable energy resources involves the use of technologies such as Peltier devices, which utilize thermal gradients to produce electrical energy. This device uses a thermoelectric module to convert temperature differences into voltage. Although the efficiency of current devices is limited, this technology can be used in a variety of applications, including utilizing waste such as plastic waste for electricity generation. It also has the potential to improve energy efficiency and reduce long-term operational costs, offering a more sustainable solution to increasing energy needs. This research presents the idea of utilizing heat in a waste burning furnace with Peltier technology. The tools and materials used include Peltier TEC1-12706, Step Up Module MT3608, TP4056, Lithium 18650 Battery, USB Boost 5V Module, and metal trash can. The concept of this tool utilizes a peltier component as an electricity generator. Peltier can generate electricity due to the thermal gradient absorbed by the Peltier device. The hot side absorbs heat generated from combustion in the iron bin, while the cold side is generated by outside air. The electricity produced is then amplified using the MT3608 Step-Up module. Next, TP4056 is used as a battery charging control. The battery functions as a temporary storage medium.

Keywords : THERMOELETRIK, PELTIER

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga bisa merampungkan skripsi ini dengan baik, sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Teknik Universitas Nurul Jadid. Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. KH. Zuhri Zaini, BA, dan seluruh keluarga besar pengasuh Pondok Pesantren Nurul Jadid Paiton Probolinggo.
2. KH. Abd. Hamid Wahid, M,Ag, selaku Rektor Universitas Nurul Jadid Paiton Probolinggo.
3. Ibu AMALIA HERLINA,SIIP.,M.MT dan Bapak SULISTIYANTO,S.T,M.T. selaku Dosen Pembimbing Terimakasih telah bersedia membimbing direpotkan dan diganggu demi kelancaran kami menyelesaikan laporan ini Terimakasih banyak.
4. Bapak dan ibu, terimakasih atas doa terbaiknya hingga membawa penulis sampai ke tahap ini dan dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
5. Sahabat-sahabat terdekat, keluarga besar, dan teman-teman TE, terimakasih atas kesediaanya telah berkenan membantu penulis menyelesaikan laporan ini, Salam hormat penulis.

Penulis sadar bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, kritik dan saran yang membangun selalu penulis terima. Dan semoga penelitian ini bermanfaat bagi banyak orang aamiin.

Paiton, 31 juli 2023

MUHAMMAD ARISA ROMADHANI

Daftar Isi

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI.....	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
Daftar Isi	ix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Batasan Masalah	7
BAB II	8
KAJIAN PUSTAKA	8
2.1 Penelitian Yang Relevan	8
2.1 Teori Dasar	11
2.2.1 Tungku pembakaran sampah	12
2.2.2 Thermoelektrik Generator	13
2.2.3 Prinsip kerja Thermoelelrik	20
2.2.4 Efek-Efek thermoelektrik	21
2.2.5 Modul thermoelektrik Generator	26
2.2.6 Baterai lithium-ion	26
2.2.7 Converter Step up DC	27
METODE PENELITIAN	28
3.1 Metode Penelitian.....	28
3.2 Desain Perancangan Alat.....	30
3.3 Bahan penelitian	31
3.3.1 Alat dan Bahan	32
3.3.2 Blok Diagram sistem	32
3.4 Perancangan Alat.....	33

3.5	Pembuatan Alat	34
3.6	Uji Coba Alat.....	34
BAB IV		35
HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Hasil Pembahasan.....	35
4.1.1	Pengujian Karakteristik Peltier	35
4.1.2	Pengujian Proses Pengisian Baterai	37
4.1.3	Pengujian Penggunaan Baterai Sebagai penyimpanan Pada Tungku Pembakaran Sampah	38
4.1.4	Pengujian Jumlah Daya Alat Pada Tungku Pembakaran Sampah.....	39
KESIMPULAN DAN SARAN		40
5.1	Kesimpulan.....	40
5.2	Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA		43
BIODATA PENULIS		46

Daftar Tabel

Tabel 2.1	Koefisien Seeback	17
Tabel 3.1	Alat Dan Bahan.....	32
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Karakteristik Peltier.....	36
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Penggunaan Baterai.....	38
Tabel 4.3	Hasil Pengisian Baterai Dengan Beban lampu led.....	39

Daftar Gambar

Gambar 2.1	Tungku pembakaran sampah	12
Gambar 2.2	Struktur Elemen Peltier.....	13
Gambar 2.3	Rangkaian Ekvivalen Thermoelektrik	15
Gambar 2.4	Proses kerja pembakaran Thermoelektrik.....	16
Gambar 2.5	Thermoelektrik Sebagai Pompa Kalor.....	19
Gambar 2.6	Skema Prinsip Kerja Thermoelektrik Generator	21
Gambar 2.7	Modul thermoelektik Generator.....	26
Gambar 2.8	Baterai Lit-hium 18650.....	27

Gambar 2.9 Converter Step up DC..... 27
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....28
Gambar 3.2 Perancangan Tungku pembakaran sampah Penghasil Energi Listrik
..... 31
Gambar 3.3 Dibawah ini menunjukkan blok diagram sistem konversi..... 32
Gambar 3.4 Desain rangkaian control sistem konversi energi panas pada Tungku
pembakaran sampah menjadi energi listrik. 33



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Manfaat energi listrik yang substansial dalam menjalani kehidupan sosial, ekonomi, dan lingkungan hidup, serta berperan sebagai sistem pendukung kegiatan perekonomian domestik. Pemanfaatan energi terbarukan di Indonesia meningkat signifikan seiring dengan bertumbuhnya ekonomi dan belanja konsumen. Di sisi lain, peningkatan taraf hidup masyarakat memerlukan akses terhadap energi bersih dan terbarukan.

Praktis semua teknologi dan peralatan yang digunakan dalam aktivitas sehari-hari terkait dengan sejarah kemajuan teknologi dan mengandalkan daya listrik. Hal ini daya listrik dijadikan sebagai aset utama. Saat ini bahan bakar fosil banyak diambil kegunaannya sebagai bahan baku generator listrik. Namun bahan baku tersebut sebenarnya merupakan harta benda alam tak terbarukan yang tidak dapat diproduksi dengan menggunakan sumber energi yang tidak terbatas. Ketersediaannya akan sangat terbatas jika dipakai secara terus dalam jangka yang panjang. Meningkatnya kebutuhan akan tenaga listrik menyebabkan terjadinya ketidak seimbangan antara *supply* dan *demand* sehingga memerlukan sumber produksi energi listrik yang dapat diandalkan.

Peningkatan ini sejalan dengan meningkatnya konsumsi listrik, yang seringkali disebabkan oleh banyaknya penggunaan sumber listrik tak terbarukan yang tidak mampu mengimbangi pertumbuhan Indonesia. Pemanfaatan produk susu diproyeksikan meningkat sebesar 6,5% *year to the year* 2020.

Tingginya konsumsi listrik dapat menjadi tantangan karena jumlah listrik yang tersedia tidak mencukupi dibandingkan dengan kebutuhan. Sektor ketenagalistrikan nasional semakin menunjukkan kebijakan yang diterapkan Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai organisasi milik negara (BUMN) dalam menyediakan energi listrik. Dampaknya, percepatan tersebut lambat laun akan menguras asal energi listrik, khususnya sumber daya mineral tak terbarukan. Hal ini mengingatkan suatu negeri untuk mencari bahan bangunan opsi yang mempunyai daya tahan tinggi. Pernyataan tersebut mengakui krisis perbankan yang sedang berlangsung di Indonesia.

merupakan salah satu inovasi yang menarik dan potensial untuk memperkecil konsekuensi yang merugikan terhadap lingkungan. Dengan memanfaatkan teknologi ramah lingkungan seperti ini, kita dapat mempercepat transisi menuju energi bersih dan berkelanjutan. Selain itu, penggunaan perangkat Peltier juga dapat membantu memangkas pencemaran udara dan mengurangi keterikatan terhadap energi dari fosil.

Apabila suatu bahan logam yang digandeng diberi pengaruh suhu yang berbeda-beda pada lingkungannya, maka akan memperlancar gaya listrik atau aliran listrik. Sebaliknya, efek termoelektrik merupakan berlawanan dari efek Seebeck, ketika dua logam digabungkan dan arus listrik diarahkan melalui keduanya, sehingga menghasilkan perbedaan suhu diantara kedua sisi logam membara reversibel dari dampak elektroda, yang dikenal dari panas Peltier elektrokimia (EPH), juga merupakan besaran yang sangat signifikan dalam thermo-elektrokimia, sering dipergunakan untuk mempelajari reversibilitas termodinamika dan kinetik yang tidak lagi dapat dipenuhi oleh Perusahaan

Listrik Negara (PLN). Perubahan keseluruhan pada daya elektron bertanda berseberangan dengan perubahan daya elektrostatisnya. Jika partikel yang bermuatan beranjak bebas dalam wilayah bermuatan listrik, maka akan terjadi emisi energi. Tanda sebaliknya menunjukkan bahwa daya diserap pada sambungan termokopel. Percabangan panas dibedakan, dan persimpangan dingin dipanaskan.

Energy terbarukan adalah hasil modernisasi dari berbagai sumber daya yang telah tersedia. Berbagai ahli sedang mengembangkan sumber daya terbarukan atau yang dapat digunakan secara berkepanjangan, yang dapat dimanfaatkan dalam jangka yang lama tanpa khawatir akan habis saat digunakan. Ahli melakukan penelitian dan peningkatan terhadap sumber daya listrik karena kebutuhan daya listrik yang semakin meningkat. Menurut departemen lingkungan dan kebersihan, konsep energi termutakhir mulai mendapat pengakuan luas pada tahun 1970an. Akibat penggunaan energi tak terbarukan yang meluas dan masif, pengembangan energi terbarukan menjadi sebuah kemajuan yang signifikan. Salah satu energi pengganti atau terbarukan untuk memangkas penggunaan sumber tenaga yang notabennya dari alam sebagai sumber listrik adalah efek Peltier. Peltier dapat menghasilkan daya listrik apabila terdapat perbedaan suhu pada permukaan alat Peltier tersebut. Peltier merupakan elemen termoelektrik yang memanfaatkan efek aktifitas panas. Perangkat Peltier terdiri dari dua pelat, Antara dingin dan panas. Di antara plat tersebut terdapat beberapa termokopel yang terbuat dari Bismuth Telluride, yang merupakan semikonduktor dengan dua tipe yang tak sama, yaitu tipe N dan tipe P.

Bahan yang digunakan pada bagian generator termoelektrik (TEG) adalah zat yang dapat mengubah energi panas menjadi energi listrik, atau bisa dikenai daya listrik akan mengakibatkan perbedaan temperatur. Perangkat termoelektrik kecil ini tidak memproduksi gas karbon dioksida beracun atau polusi, seperti unsur logam. Ada dua prinsip dasar yang menjadi dasar operasi peltier, Konsep *seebeck* muncul dari kombinasi dua elemen. Ketika rangkaian terputus, tegangan dihasilkan karena perbedaan temperature antara dua hubungan termokopel. Tegangan bergantung pada suhu. Ini adalah fenomena Seebeck. Ketika susunan selesai, arus listrik menyebabkan sambungan di bagian dingin meningkat suhunya dan sambungan bagian panas menurunkan suhu. Fenomena ini kini mengurangi selisih suhu antara sambungan termokopel. Ketika sumber daya eksternal dihubungkan ke sirkuit angin, hal ini akan menghasilkan aliran arus listrik yang menyebabkan pendinginan per satu persimpangan dan tekanan pada persimpangan lainnya, tergantung pada arah aliran arus tersebut. Ini adalah fenomena Peltier. Perangkat termoelektrik dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik arus searah (DC) ketika ada perbedaan suhu. Namun Saat ini, bahan termoelektrik yang tersedia memiliki nilai ZT di bawah 1, dan efisiensi perangkat dalam memproduksi daya listrik jarang melebihi 5%. Kinerja generator termoelektrik dibatasi dalam situasi di mana kebutuhan akan pengoperasian jarak jauh, daya tahan, tidak adanya bagian yang bergerak, dan pengoperasian bebas kebisingan melebihi kekhawatiran mengenai kinerja yang lebih negatif, peningkatan biaya, dan keproduktifan yang rendah. Penggunaan perangkat Peltier sebagai penghasil daya listrik dapat melambungkan penggunaan sumber alternatif yang produktif

dan hemat biaya, karena sumber daya yang diolah mudah diakses di Bumi. Salah satu contohnya adalah pemanfaatan bahan limbah, seperti menumpuknya limbah plastik yang sering banyak di jalanan dan di sungai. Melimpahnya sumber yang tersedia yang lain, energi alternatif ini juga memerlukan biaya yang tidak sedikit. Jika digunakan limbah, limbah kering yang mudah terbakar dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit dari sumber panas menjadi listrik dengan menggunakan alat peltier. Energi yang mutakhir ini juga dapat dimanfaatkan untuk keperluan penerangan, seperti di beberapa pedesaan.

Sumber yang dimanfaatkan adalah kayu dan limbah tertentu hewan. Penelitian saat ini berfokus pada konstruksi TEC pada sepeda motor yang beroperasi pada putaran mesin 4500 rpm. TEC menggunakan sirip aluminium untuk pendinginan dan menggunakan modul termoelektrik HZ14. Selama periode 15 menit terlihat perbedaan suhu sebesar 65oC sehingga menghasilkan tegangan keluaran sebesar 664-665mVa. Oleh karena itu, penelitian ini menyajikan ide pemanfaatan pembakaran pada tungku pembakaran dengan teknologi Peltier. Alat dan bahan yang digunakan antara lain Peltier TEC1-12706, Modul Step Up MT3608, TP4056, Baterai Lithium 18650, Modul USB Boost 5V, dan tempat sampah besi. Konsep alat tersebut adalah memanfaatkan komponen seperti peltier sebagai pembangkit listrik. Peltier dapat mendapatkan daya listrik karena adanya gradien termal yang dicerna oleh perangkat Peltier. Sisi panas mengolah panas yang dihasilkan dari pembakaran sampah, Sebaliknya, sisi sebelahnya memperoleh dingin dari udara sekitar. Listrik yang diproduksi selanjutnya diperbesar menggunakan modul Step-Up. MT3608.

Selanjutnya, Digunakan TP4056 sebagai pengatur pengisian baterai. Baterai berfungsi sebagai media penyimpanan sesaat.

Selain itu, teknologi ini juga dapat meningkatkan efisiensi energi dan menurunkan biaya operasional dalam jangka panjang. Dengan kemajuan pengembangan teknologi ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih berkelanjutan dalam menyediakan sumber energi yang baik bagi lingkungan. Selain itu penggunaan perangkat Peltier juga dapat memberikan manfaat ekonomi dengan mengurangi biaya energi yang diperlukan untuk mengoperasikan perangkat listrik. Dengan demikian, Kemajuan teknologi dapat memberikan dampak positif yang signifikan dalam mengatasi tantangan lingkungan dan energi di masa yang akan datang.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana desain sistem perangkat tungku pembakar sampah yang menghasilkan energi listrik menggunakan Thermoelectric Generator?
2. Berapa banyak energi panas yang tersedia dalam tungku insinerator sampah yang dapat digunakan untuk menghasilkan listrik dengan mengoperasikan Generator Termoelektrik?
3. Berapa besar daya yang dapat dihasilkan dari insinerator sampah berbasis Thermoelectric Generator?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menghasilkan rancangan perangkat tungku pembakaran berbasis *Thermoelectric* Generator yang menghasilkan listrik dengan menggunakan bahan bakar limbah.

2. Penentuan besarnya energi panas dari tungku pembakaran yang dapat digunakan menjadi daya listrik dengan mengoperasikan *Thermoelectric* Generator berbahan bakar limbah.
3. Penentuan daya keluaran suatu alat tungku pembakaran berbasis *Thermoelectric* Generator dengan menggunakan bahan bakar bekas.
4. Menentukan pendingin peltier berjalan dengan lancar guna menjaga peltier awet dan tahan lama.

1.4 Manfaat Penelitian

Mengenai kelebihan penelitian ini adalah:

1. Untuk kegunaan panas yang dihasilkan dari Tungku pembakaran, kita dapat menggunakan *Thermoelectric* Generator yang beroperasi dengan menggunakan bahan bakar sampah.
2. Untuk menciptakan alat alternatif pembangkit listrik.

1.5 Batasan Masalah

Dalam perancangan ruang lingkup dalam pembahasan mengacu pada Batasan permasalahan sebagai berikut:

1. Suhu lingkungan selama pengumpulan data berkisar antara 25 hingga 29°C.
2. Jenis termoelektrik yang dimanfaatkan adalah yang tersedia di pasaran.
3. Memanfaatkan jenis kayu dan sampah tertentu.
4. Tidak memperhitungkan bobot sampah yang akan digunakan untuk pembakaran.
5. Jenis pendinginan yang digunakan adalah heatsink dan bahan cairan berupa air biasa.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Yang Relevan

Sesuai dengan temuan Analisis kami terdahulu yang relevan dengan topik tugas akhir ini, dimana ada lima penelitian terkait tetapi beda pembahasan dengan tema riset yang serupa yang hendak mengulas mengenai Rancang Bangun Tungku pembakaran sampah dengan peltier untuk mendapatkan Energi Listrik berbasis *Thermoelektrik Generator* (TEG) guna dijadikan materi masukan akurasi serta penerapan sistem yang diuraikan sebagai berikut:

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Putri Ramadhani Roziqin* Ratnasari Nur Rohmah (2022) yang berjudul “Pemanfaatan Panas pada Tungku Pembakaran *Sebagai Pembangkit Listrik dengan Peltier* ” menjelaskan bahwa, panas tungku pembakaran merupakan satu dari sumber energi alternatif potensial yang memiliki jumlah energi tersimpan yang cukup besar. Efek Seebeck Peltier merupakan salah satu sumber energi diantara beberapa sumber energi yang tersedia di permukaan bumi. Bahan bakar hasil pembakaran dapat diperoleh secara langsung dari tumbuhan yang kering dan dapat dimanfaatkan dalam jumlah yang maksimal dan berkelanjutan. Oleh karena itu, tungku pembakaran Peltier dikenal sebagai salah satu sumber energi terbarukan saat ini. Selain itu, secara tidak langsung produknya diperoleh dari sisa proses industri, pertanian, dan peternakan. Energi termoelektrik mempunyai kapasitas untuk dijadikan sebagai sumber energi yang di pertimbangkan sebagai pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi).

Pada penelitian ke dua dilakukan oleh (AT Agus Salim, Bachtera Indarto 2018) yang berjudul “ *Studi Eksperimental Karakterisasi Elemen Termoelektrik Peltier Tipe TEC* ” Sebuah studi eksperimen dilakukan untuk menentukan karakteristik termoelektrik dari TEC fungsi terbalik. Uji pemanasan dan pendinginan dilakukan pada masing-masing sisi elemen TEC untuk mendapatkan nilai tegangan dan arus. Karakteristik elemen ditentukan dengan memuatnya dengan resistor. TEC tipe termoelektrik telah dikarakterisasi untuk menentukan daya yang dapat disalurkan ke beban. Elemen termoelektrik dipanaskan dengan suhu $34,5^{\circ}\text{C}$ di satu sisi dan 135°C di sisi lain. Daya yang diperoleh sebesar $0,008501\text{W}$, tegangan sebesar $1,12\text{V}$, dan arus sebesar $0,00759\text{A}$. Dapat disimpulkan bahwa elemen termoelektrik TEC yang berfungsi sebagai pendingin secara umum dapat digunakan untuk pembangkit listrik panas langsung.

Pada penelitian ke tiga dilakukan oleh (Ayong Hiendro, Dedy Suryadi Romaria A.Wicaksono. 2019) yang berjudul “**Perancangan dan pengujian sistem pembangkit listrik berbasis termoelektrik dengan menggunakan kompor surya sebagai media pemusat panas**”*Termoelektrik generator* Dengan memanfaatkan gradien suhu lingkungan untuk menghasilkan energi listrik. Sebuah modul termoelektrik digunakan untuk menghasilkan arus dan tegangan. Ditempatkan pada dua wilayah dengan suhu berbeda. Perbedaan suhu ini akan menghasilkan energi listrik. Alat termoelektrik mampu berfungsi sebagai pembangkit tegangan dengan memanfaatkan daya hantar listrik atau panas suatu pelat metal. Kompor tipe solar box menangkap sinar matahari akibatnya mendapatkan panas maksimum sebesar $58,7^{\circ}\text{C}$, sedangkan keluaran

yang dihasilkan alat termoelektrik bersandar pada ketidaksamaan suhu antara kedua *heatsink* yaitu *hot heatsink* dan *cold heatsink*. Pada pengujian, ketika 6 modul dihubungkan secara seri, tegangan maksimum yang diperoleh adalah 3,56 Volt dengan arus 0,171 Ampere dan daya 0,609 Watt. Koefisien *Seebeck* rata-rata berkisar dari minimum 0,128 °Kelvin hingga maksimum 0,181 °Kelvin.

Pada penelitian keempat dilakukan oleh (**Hafidh Abdurrohman Al Fikri**) yang berjudul Efektifitas Modul Peltier TEC-12706 Sebagai Generator Dengan Memanfaatkan Energi Panas Dari Modul Peltier TEC-12706 Penelitian ini mengkaji efektivitas modul Peltier dalam beroperasi sebagai generator set dengan memanfaatkan prinsip efek *Seebeck* yang melekat pada modul Peltier. Generator set menguntungkan energi panas yang dihasilkan oleh satu modul Peltier ke modul Peltier lainnya. Pemanfaatan kedua prinsip yaitu efek *Seebeck* dan efek Peltier ini melibatkan penyusunan 6 buah modul Peltier demikian rupa sehingga menciptakan sebuah kubus yang masing-masing sisinya terdiri dari bagian-bagian modul Peltier, dan memanfaatkan berbagai rasio dalam penguntungannya.

Sebagai generator dan sebagai pendapatan panas. Pengujian yang dilaksanakan meliputi perbandingan rasio 2:4, 4:2, dan 3:3 (panas:-generator). Temuan penelitian menunjukkan bahwa ketiga kombinasi tersebut menunjukkan ketidak efektifan modul peltier TEC-12706 sebagai generator jika dibandingkan dengan modul peltier lain sejenis yang digunakan untuk pembangkitan panas.

Pada penelitian kelima dilakukan oleh (ST Umi Fadlilah) Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2020 Menggunakan elemen peltier sebagai Penghasil daya listrik darurat. Menggunakan efek seebeck Modul termoelektrik dapat dimanfaatkan sebagai sumber tenaga listrik pada saat darurat karena sifatnya yang terbarukan dan komponen praktis yang memerlukan perawatan minimal. Pemanfaatan modul termoelektrik telah dilakukan sebelumnya, memanfaatkan heat pipe pada sisi dingin modul termoelektrik dengan rangkaian seri sebanyak 10 unit. Penelitian tersebut melibatkan pengembangan pengisi daya baterai berbasis termoelektrik.

Setelah melakukan analisis terhadap referensi jurnal sebelumnya. Telah dikembangkan kompor pembakaran sampah yang memanfaatkan sampah sebagai bahan bakar dan menghasilkan tenaga melalui penggunaan komponen *Thermoelectric Generator* (TEG). Energi yang didapatkan dihubungkan dengan baterai lithium 18650 untuk keperluan penyimpanan daya listrik. Penelitian ini menggunakan *Thermoelektrik Generator*, cara kerjanya menggunakan dasar *efek seebeck* yaitu Memanfaatkan sistem gradien suhu untuk mendapatkan energi listrik. Panas didapatkan di komponen kompor yang panas, sedangkan cairan seperti air digunakan di bagian dingin *cooling*.

2.2 Teori Dasar

Studi sebelumnya tentang pembakaran limbah dan teknologi Peltier telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam hal produksi energi dan pengelolaan limbah.

Namun, masih ada tantangan dan keterbatasan yang perlu ditangani untuk memanfaatkan potensi penuh teknologi Peltier untuk produksi listrik.

Salah satu tantangan utama adalah efisiensi rendah perangkat Peltier, yang dapat membatasi aplikasi praktis mereka dalam produksi energi skala besar. Selain itu, biaya tinggi pembuatan perangkat Peltier juga dapat menghalangi adopsi luas mereka di sektor energi terbarukan. Terlepas dari tantangan ini, para peneliti sedang mengeksplorasi solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas teknologi Peltier untuk produksi energi berkelanjutan. Dengan mengatasi tantangan dan keterbatasan ini, kami dapat berkontribusi pada pengembangan sistem energi yang lebih berkelanjutan dan hemat energi yang dapat membantu mengurangi dampak perubahan iklim.

2.2.1 Tungku pembakaran sampah



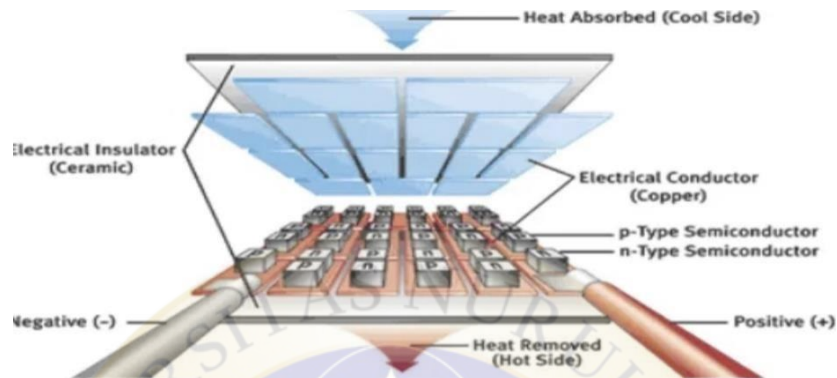
Gambar 2.1 Tungku pembakaran sampah

Mendemonstrasikan desain kompor yang digunakan. Dimensi tungku adalah sebagai berikut: $P \times L \times T$ (P 30 cm x L 20cm x T 20cm)

Digunakan untuk penempatan perangkat Peltier. Perangkat Peltier ditempatkan di atas kompor untuk menyerap panas secara efektif. Mengenai bagian atas juga dapat dibuka tutup supaya mempermudah

penempatan tempat sampah di luar halaman maupun di dalam ruangan. Sedangkan untuk pembakaran sampah dapat dibuka pada pintu bagian area samping tungku untuk mempermudah pembakaran.

2.2.2 Thermoelektrik Generator



Gambar 2.2 Struktur Elemen Peltier

Sumber : (<https://id.comprating.com/que-es-la-c-lula-peltier-y-c-mo-funciona>)

Penemuan termoelektrik terjadi pada tahun 1821 oleh fisikawan Jerman, Thomas Johann Seebeck. Saya menyatukan konduktor tembaga dan besi dalam suatu susunan. Selanjutnya jarum kompas diposisikan di tengah-tengah kedua benda logam tersebut. Jika sisi logam terkena panas, jarum kompas mengalami perpindahan. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa kejadian ini disebabkan oleh adanya arus listrik melalui logam mengakibatkan terciptanya lapangan magnet. fluks magnet inilah yang menyebabkan jarum kompas bergerak. Fenomena tersebut kemudian familiar dengan nama efek *Seebeck*. Penemuan efek *Seebeck* memberikan motivasi bagi Jean Charles Peltier untuk menyelidiki perbedaan dari fenomena tersebut.

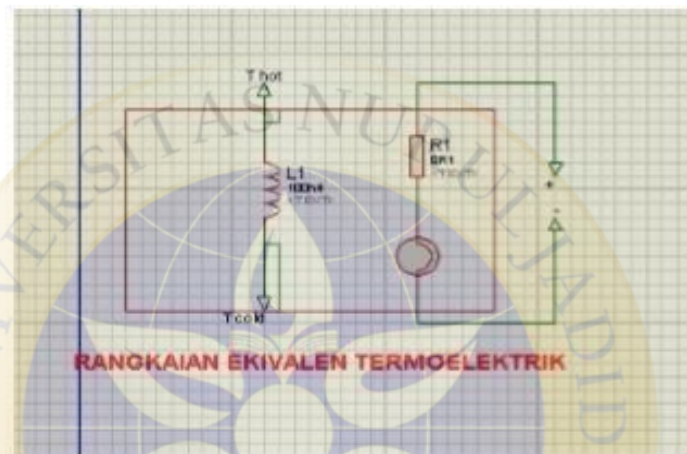
Peltier menghantarkan listrik pada dua logam yang diikat menjadi satu dalam suatu sirkuit. Ketika arus listrik dilewatkan, panas diserap di persimpangan dua logam dan dilepaskan di persimpangan lainnya. Pembuangan dan penyerapan panas terjadi sebaliknya seiring dengan pembalikan arah arus. Pengujian yang terjadi pada tahun 1934 ini kemudian dinamai dengan nama efek Peltier. Efek Seebeck dari efek Peltier merupakan landasan bagi pengembangan teknologi termoelektrik.

Generator termoelektrik merupakan suatu alat yang dapat mendapatkan energi listrik ketika terdapat suhu antara dua sisi bahan semikonduktor yang berbeda. Elemen termoelektrik akan menghasilkan arus sehingga menimbulkan perbedaan tegangan. Prinsip yang dikenal dengan efek *Seebeck*, yang merupakan bertolak belakang dari efek Peltier, diterapkan dalam Pendinginan Termoelektrik. Situmeang 2022

Namun dalam prinsip Termoelektrik, jika satu sisi dipanaskan dan panas di sisi lainnya dihilangkan, Akibatnya, tegangan akan dihasilkan. Elemen termoelektrik terbentuk dari semikonduktor tipe N dan tipe P, dengan bagian atas dan bawah dibungkus dengan konduktor tembaga untuk menghubungkan material tipe N dan tipe P. Bahan yang digunakan adalah bahan semikonduktor ekstrinsik. Pada dasarnya generator termoelektrik terdiri dari tiga unsur dasar menurut Vasquez dalam (Prandika 2021), yaitu:

- a. Para peneliti telah merancang struktur pendukung untuk menampung komponen termoelektrik dalam aliran gas buang. Beberapa komponen Ditempatkan untuk menggunakan panas dari dinding saluran buang gas agar menghindari terjadinya tekanan balik pada aliran gas buang.

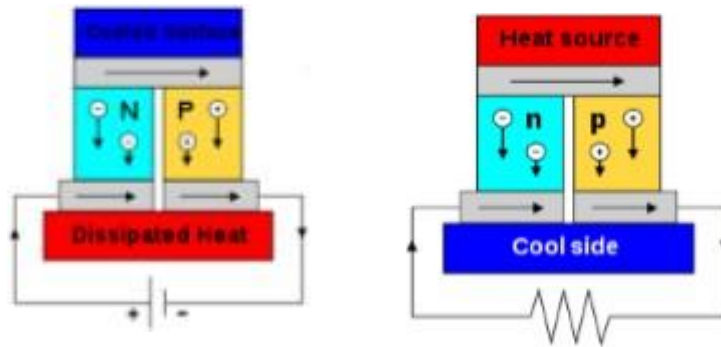
- b. Komponen Thermoelektrik yang bergantung pada suhu dapat menggunakan bahan Thermoelektrik rentang seperti silikonghermanium, leadtelluride, dan bismuth telluride.
- c. Sistem pembuangan panas yang mengatur penyaluran panas melalui *Thermoelektrik*



Gambar 2.3 Rangkaian Ekuivalen Thermoelektrik

Sumber : (<https://id.scribd.com/document/467825501/RIYAN-HIDAYAT-41416110010>)

Seperti digambarkan pada gambar di atas, sistem termoelektrik terdiri dari Generator termoelektrik ditempatkan di antara dua Reservoir suhu terdiri dari dua sisi berbeda: sisi panas (T_h) dan sisi dingin (T_c). Besarnya energi panas (Q_H) yang diserap oleh bahan termoelektrik dipengaruhi oleh perubahan suhu (ΔT), serta besarnya tegangan dan arus yang dihasilkan. Generator termoelektrik (TEG) dicirikan oleh batasan listrik isothermal (R), konduktivitas termal (K), dan koefisien Seebeck (S). Unsur konversi energi berfungsi dengan memanfaatkan efek *Seebeck*.



Gambar 2.4 Proses kerja pembakaran *Thermoelektrik*

Sumber :

https://id.m.wikipedia.org/wiki/Berkas:Thermoelectric_Generator_Diagram.svg

Kinerja termoelektriknya tidak jauh berbeda. Apabila arus listrik mengalir melalui bahan termoelektrik, panas di sekitarnya akan diabsorpsi. Ada panas yang terjadi di permukaan berlawanan. Saat ini tahun 2020. Koefisien *Seebeck* (S) disebut juga daya *thermoelektrik*, seperti terlihat pada persamaan berikut:

$$= \frac{dE_s}{dT} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan:

S = koefisien seebeck [mikroVolt/°K]

Des = potensial Thermoelektrik terinduksi [mikro Volt]

T = temperature [°K]

Berdasarkan rumus di atas, kita dapat mengacu pada Tabel 2.1

Dibawah yang menjadi patokan nilai koefisien Seebeck.

Tabel 2.1 Koefisien Seeback

Material	Seeback Coeff	Material	Seeback Coeff	Material	Seeback Coeff
Alumunium	3,5	Germanium	300	Nikel	-15
Bismuth	-72	Gold	6,5	Silicon	400
Carbon	3	Iron	19	Silver	6,5
Constanta	-35	Lead	4	Tungisten	7,5
Copper	6,5	-	-	-	-

Perpindahan energi panas ke bagian dalam pendingin ke sisi sebelahnya akan menimbulkan daya listrik pada rangkaian akibat efek Seebeck, yang biasa disebut dengan efek Joule. Dalam situasi khusus ini, Layaknya hukum Ohm, terjadi efek Joule dapat dinyatakan melalui persamaan berikut:

$$Q_j = I \cdot R \dots\dots\dots(2)$$

Dengan:

Q_j = efek Joule (panas Joule) [Watt]

I = arus [Ampere]

R = tahanan [Ohm]

Perpindahan Panas akan secara langsung dari lapisan yang bersuhu tinggi ke lapisan yang bersuhu rendah. Gerakan ini tidak dapat diubah dan

dilambangkan sebagai konsekuensi dari konduksi. Besarnya propagasi diukur dengan persamaan:

$$Q_c = U \cdot (T_h - T_c) \dots\dots\dots(3)$$

Dengan:

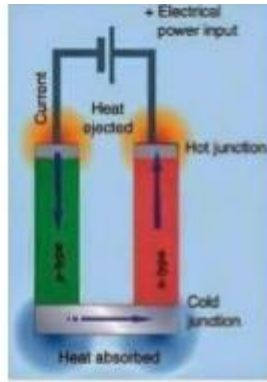
Q_c = laju aliran panas [Watt]

U = konduktivitas thermal [Watt/°K]

T_h = temperature *hot junction* [°K]

T_c = temperatur *cold junction* [°K]

Pada tahun 1834, Jean Charles Peltier menemukan efek Peltier, yang merupakan efek termoelektrik saat ini. Saya sedang menghantarkan arus listrik melalui dua logam yang telah disatukan dalam suatu rangkaian. Ketika arus dilewatkan, panas diserap pada katian logam dan panas juga dilepaskan pada kaitan lainnya. Pembuangan dan penyerapan panas dikenal sebagai efek Peltier. Ketika arus listrik melewati termokopel, suhu pada sambungan akan berubah, menyebabkan satu sisi menyerap panas dan permukaan lainnya melepaskan panas. Bila arah arus diubah maka bagian yang tadinya dipanaskan akan menjadi dingin, begitu pula perbedaannya. Gejala yang dijelaskan dikenal sebagai efek Peltier, yang menjadi dasar pendinginan termoelektrik. Berdasarkan analisa yang diketahui bahwa pergeseran panas berbanding lurus dengan arus yang menjalar (Ginanjaret al. 2019).



Gambar 2.5 Thermoelektrik Sebagai Pompa Kalor

Sumber :

(<https://jst.ejournal.unri.ac.id/index.php/JST/article/download/3990/3874>)

Kesamaan dari efek ini adalah sebagai berikut:

$$\pi_{ab} = Q_{Iab} \dots \dots \dots (4)$$

Dengan:

π_{ab} = koefisien Peltier [Volt]

Q = beban perpindahan panas dari *junction* [Watt]

I_{ab} = arus [Ampere]

Pada tahun 1854, William Thomson, seorang warga negara Inggris, mempresentasikan temuan penelitiannya, yang menunjukkan bahwa konduktor homogen yang mengalami variasi suhu dan daya listrik secara serentak menunjukkan penyerapan atau emisi panas secara timbal balik. Koefisien Thomson dapat direpresentasikan secara matematis menggunakan persamaan berikut:

$$r = Q \Delta T \dots \dots \dots (5)$$

Dengan:

r = koefisien Thomson

Q = beban perpindahan panas yang diserap konduktor [Watt]

I = arus [Ampere]

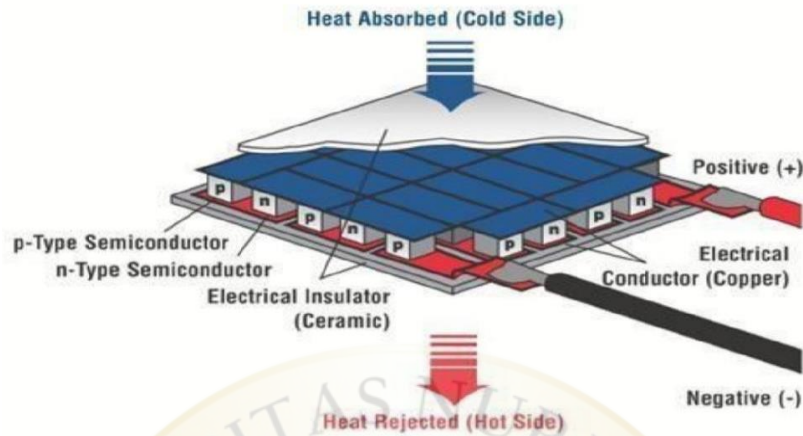
ΔT = perbedaan temperature [$^{\circ}K$]

2.2.3 Prinsip kerja Thermoelektrik

Prinsip kerja termoelektrik didasarkan pada efek Seebeck, yang menyatakan bahwa ketika dua logam yang berbeda dihubungkan pada salah satu ujung dan diberi suhu yang tak sama pada susunan berkaitan maka akan terjadi selisih tegangan antara kedua ujungnya. Teknologi termoelektrik beroperasi dengan cara mengubah energi panas langsung menjadi energi listrik yang dikenal dengan *Thermoelectric Generator*, atau sebaliknya mendapatkan suhu dingin dari listrik yang dikenal dengan *Thermoelectric Cooler*.

Teknologi Peltier sangat efisien dan ramah lingkungan karena tidak memerlukan bahan bakar atau proses kimia yang merusak lingkungan. Selain itu, penggunaannya yang fleksibel membuatnya cocok digunakan di berbagai industri, mulai dari transportasi hingga teknologi energi terbarukan. Dengan terus dikembangkannya teknologi ini, diharapkan dapat membantu mengurangi jejak karbon global dan mendorong kelestarian lingkungan di seluruh dunia. Untuk menghasilkan listrik, material Thermoelektrik dapat ditempatkan secara strategis dalam suatu mengaitkan yang sumber panas dan dingin. Susunan tersebut akan menghasilkan listrik dalam jumlah tertentu sesuai dengan bentuk jenis bahan yang digunakan. Pengoperasian pendingin termoelektrik tidak jauh berlainan. Apabila arus listrik mengalir melalui material termoelektrik, energi panas di sekitarnya

akan diserap. Prandika 2021



Gambar 2.6 Skema Prinsip Kerja Thermoelektrik Generator

Sumber : (<https://journal.umy.ac.id/index.php/qt/article/download/9536/pdf>)

Gambar di atas menggambarkan aliran elektron pada perangkat termoelektrik, dimana elektron berpindah dari semikonduktif tipe p ke semikonduktif tipe n. Ketika elektron dalam material tipe-p mampu bergerak, mereka akan menyerap panas, menyebabkan pendinginan pada sisi tersebut. Pembuangan panas ke lingkungan terjadi pada sisi panas, memfasilitasi pergerakan elektron dari semikonduktif tipe-n ke semikonduktif tipe-p.

2.2.4 Efek-Efek termoelektrik

2.2.4.1 Efek Seebeck

Termoelektrik beroperasi mengacu pada gagasan efek Seebeck, yang menyatakan bahwa ketika dua ujung logam yang berbeda dihubungkan dan terkena suhu yang berbeda-beda, akan timbul disparitas tegangan antara kedua ujung tersebut. Teknologi

termoelektrik berfungsi untuk mengubah energi panas menjadi daya listrik tanpa adanya perantara. Generator termoelektrik, atau alternatifnya, mendapatkan suhu dingin dengan menggunakan listrik. Pendingin termoelektrik.

Material termoelektrik dapat diposisikan dalam suatu Suatu sistem yang mengaitkan sumber panas dan sumber dingin untuk menghasilkan listrik. Dari sambungan ini akan dihasilkan daya listrik dalam jumlah tertentu sesuai dengan bahan material yang digunakan. Pengoperasian pendingin termoelektrik tidak jauh berbeda. Ketika arus listrik melewati bahan termoelektrik, ia menyerap panas dari lingkungannya. Akibatnya, kompresor tidak diperlukan untuk pendinginan udara, berbeda dengan perangkat pendingin tradisional. Dr Thomas Johan Seebeck pertama kali menemukan efek Seebeck pada tahun 1821. Selama mempelajari kejadian ini, pembangkitan energi listrik terjadi antara dua semikonduktif ketika ada gradien suhu. Energi panas ditransfer ke satu sisi sebelah dan dibuang dari sisi sebaliknya. Pembangkitan arus listrik berbanding lurus dengan selisih suhu panas dan sisi dingin. Tidak ada kekuatan yang mampu menghentikan proses konversi ini. Dengan demikian, generator listrik termoelektrik secara kategoris dianggap sebagai konverter daya. Efek *Seebeck* muncul ketika terdapat perbedaan suhu antara dua ujung bahan logam. Apabila suatu logam disambung maka akan terjadi perbedaan potensial listrik antara kedua ujungnya. Fenomena ini

disertakan dalam pengaplikasian termokopel.

Koefisien *Seebeck* menerangkan bahwa ketika termokopel dipanaskan, semikonduktor dengan okupansi elektron tinggi memiliki koefisien *Seebeck* negatif. Sebaliknya, semikonduktor dengan kekurangan elektron mempunyai koefisien *Seebeck* positif. Setiap logam memiliki koefisien *Seebeck* yang dapat bernilai positif atau negatif. Koefisien *Seebeck* bergantung pada perbedaan suhu dan selisih tegangan yang didapatkan, yang selanjutnya bergantung pada nilai koefisien *Seebeck*. selisih tegangan diterangkan dalam kesamaan:

$$V = S \times \Delta T \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan:

V = Tegangan

S = Koefisien Seebeck

ΔT = Perbedaan Temperatur panas dan dingin Dan Koefesien seebeck dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$S = V \cdot \Delta T$$

Keterangan:

S = Koefisien Seebeck

V = Tegangan

ΔT = Perbedaan Temperatur panas dan dingin

2.2.4.2 Efek *Peltier*

Unsur Peltier merupakan penyusun esensial dari generator termoelektrik, terdiri dari dua sisi yang tersusun dari bahan keramik. Satu sisi berfungsi sebagai sisi panas, sedangkan sisi lainnya berfungsi sebagai sisi dingin. Masing-masing sisi menghasilkan arus positif dan negatif. Besarnya daya Peltier dapat dihitung setelah nilai Tegangan (V) dan Arus (A) ditetapkan berdasarkan persamaan:

$$P = V.I \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan :

P = Daya (Watt)

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

Dan untuk menghitung arus dapat digunakan persamaan:

$$I = V.P$$

Keterangan :

P = Daya (Watt)

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

Ketika arus listrik melewati termokopel, suhu pada titik pertemuan dua logam berbeda akan berubah, mengakibatkan satu permukaan menyerap panas dan permukaan lainnya melepaskan panas. Jika arus dialihkan, bagian yang awalnya panas akan menjadi dingin dan sebaliknya. Terjadinya gejala ini dikenal dengan efek Peltier yang menjadi prinsip dasar pendinginan termoelektrik. Uji

coba telah menyatakan bahwa ada keterkaitan yang jelas antara perpindahan panas dan arus yang berjalan.

2.2.4.3 Efek Thompson

Pada logam seperti metal dan tembaga, ketika suhu naik pada potensial yang lebih baik dan suhu turun pada potensial yang lebih rendah, arus akan mengalir dari ujung panas ke ujung dingin, mengalir dari potensial rendah ke potensial tinggi, menghasilkan pelepasan panas. Fenomena ini biasa dikenal dengan dampak positif Thompson. Pada logam seperti kobalt, nikel, dan besi, terjadi penyerapan panas ketika arus mengalir dari ujung yang lebih dingin dengan potensi yang lebih tinggi ke ujung yang lebih panas dengan potensi yang lebih rendah. Efek Seebeck merupakan hasil gabungan pengaruh efek Peltier dan efek Thompson.

2.2.4.4 Efek Joule

Konduksi energi panas dari bagian dalam pendingin ke bagian luarnya akan menghasilkan arus listrik, pada rangkaian akibat efek *Seebeck*, dan fenomena ini dikenal dengan efek Joule. Secara khusus, ini sesuai dengan hukum Ohm.

2.2.5 Modul termoelektrik Generator



Gambar 2.7 Modul termoelektik Generator

Sumber : (<https://images.app.goo.gl/xauDGNyTYxBF7Caa8>)

Perangkat modul termoelektrik yang tersedia untuk dibeli adalah tipe SP1848/27145, berukuran 40mmx40mm dengan ketebalan 5mm, dan dilengkapi dengan dua kabel (sering berwarna merah dan hitam). Apabila terdapat kelainan suhu antara kedua permukaan *Thermoelektrik*, maka akan terjadi pembangkitan tegangan listrik. Tegangan ini dapat diukur melalui dua kabel *Thermoelektrik* dengan menggunakan voltmeter. (Wijaksono dkk., 2022).

2.2.6 Baterai lithium-ion

Baterai lithium-ion adalah baterai yang dapat diisi ulang. Selama pengosongan, ion litium berpindah dari elektroda negatif ke elektroda positif di dalam baterai ini, dan kemudian berbalik arah selama pengisian ulang.

Biasa digunakan pada perangkat elektronik seperti laptop, ponsel, kamera, bahkan rokok elektronik. Ini sering digunakan karena daya tahan baterainya yang relatif tinggi.

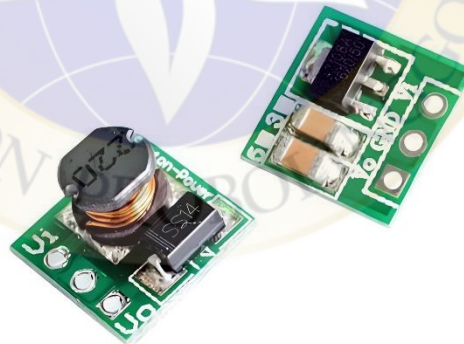


Gambar 2.8 Baterai Lit-hium 18650

Sumber : (<https://images.app.goo.gl/NNGeHa1N xuH1YQU s7>)

2.2.7 Converter Step up DC

Konverter DC ke DC step-up adalah rangkaian yang dapat meningkatkan tegangan masukan ke tingkat yang lebih tinggi. Tegangan masukan akan selalu lebih kecil dari tegangan keluaran. Rangkaian step-up ini mengambil tegangan DC dan mengeluarkan tegangan DC juga.



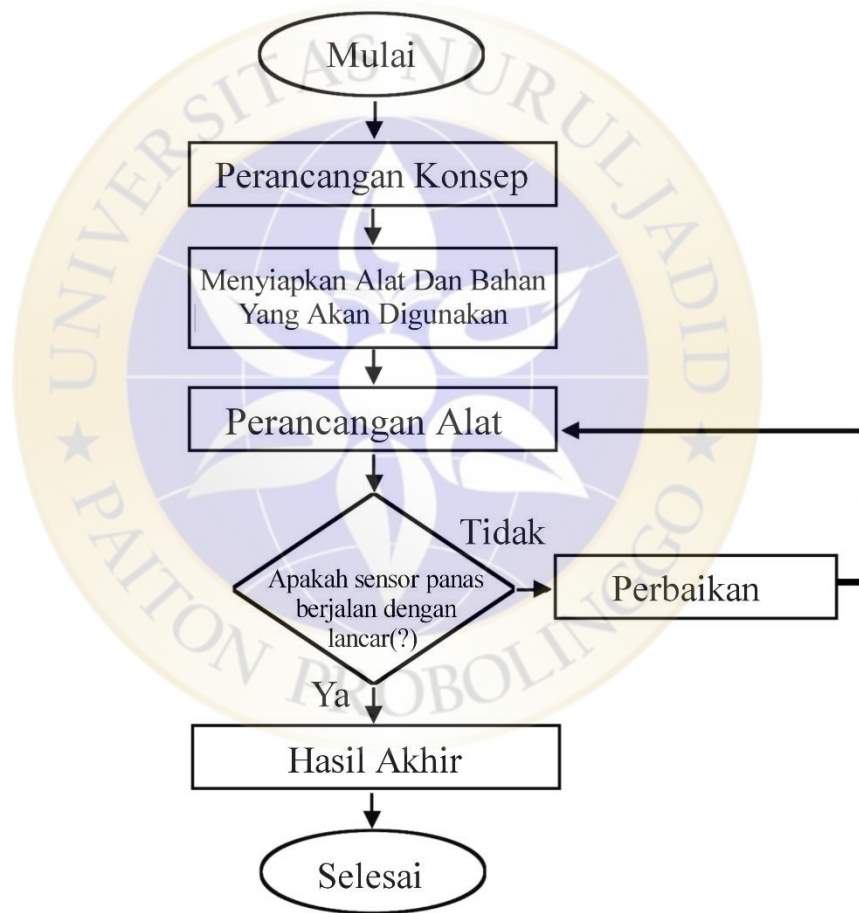
Gambar 2.9 Converter Step up DC

Sumber : (<https://www.tokopedia.com/mitra-abadi/mini-dc-dc-step-up-power-module-boost-converter-board-0-9-5v-ke-5v-t64>)

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Garis besar penelitian bertujuan untuk mendeskripsikan sistem yang dimaksud dan memahami alur sistem guna memandu proses implementasi:



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Dalam persiapan perancangan tungku pembakaran sampah penghasil energi listrik dengan memanfaatkan *Thermoelektrik Generator*, Media cetak, antara lain buku, media online, dan jurnal, digunakan sebagai sumber informasi dalam pengumpulan data. Setelah Anda mengumpulkan semua bahan penting. Tahap selanjutnya adalah membuat desain. Tungku pembakaran sampah penghasil energi listrik dengan memanfaatkan *Thermoelektrik Generator* hingga selesai. Kemudian melakukan pengujian pada tungku pembakaran sampah, untuk mengetahui apakah “tungku pembakaran sampah beserta modul *Thermoelektrik generator*” dan *cooler fan* berjalan sesuai yang di inginkan, selesai. Setelah alat beroperasi sesuai dengan keinginan, langkah selanjutnya adalah menyelesaikan pembuatan laporan.

Keterangan *flowchart*:

1. Mulai

Langkah pertama ialah mulai pengerjaan penelitian

2. Perancangan konsep

Melakukan penelitian teoritis, mencari jurnal, buku, dan sumber lain untuk melakukan penelitian, dan studi literatur.

3. Penyiapkan

Memperoleh dan menyiapkan peralatan dan bahan yang akan digunakan Mempersiapkan alat bernama “Insinerator Pembangkit Listrik Sampah Menjadi Energi” menggunakan *thermoelektrik generator* dan *cooler fan* sebagai pendingin peltier”

4. Peralatan

Peralatan dan Bahan Penelitian Saat ini, fokusnya adalah pada pengumpulan dan pengorganisasian alat dan bahan yang diperlukan untuk proses desain Tungku pembakaran penghasil energi listrik menggunakan termoelektrik generator dan *water cooler* sebagai pendingin peltier.

5. Perancangan

Pada tahap ini, peneliti akan terlibat dalam proses desain alat untuk menentukan kesesuaiannya.

6. Pembuatan Alat

Pada proses ini dilakukan pengujian alat Tungku pembakaran sampah penghasil energi listrik menggunakan *thermoelektrik generator cooling water* sebagai pendingin peltier”, apabila berhasil dilanjutkan untuk pengambilan data apabila tidak berhasil kembali ke perancangan alat

7. Hasil akhir

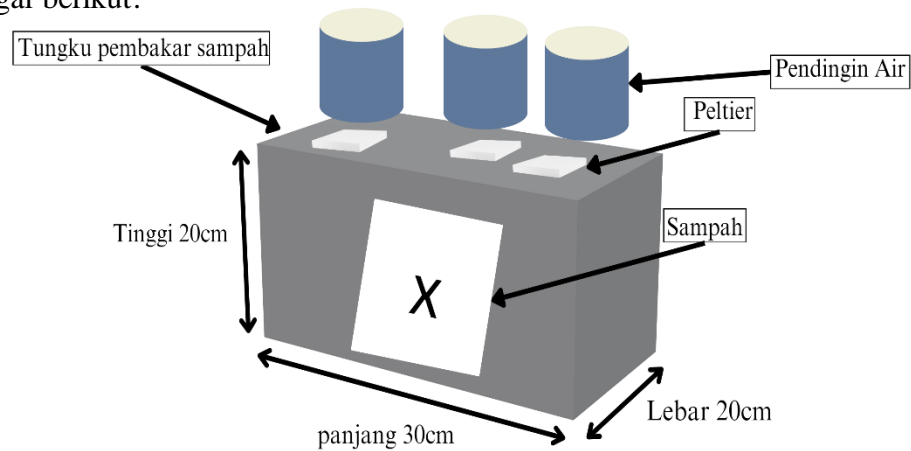
Tujuan dari laporan ini adalah untuk melengkapi seluruh tahapan penelitian yang telah dilakukan.

8. Selesai

3.2 Desain Perancangan Alat

Perancangan pada gambar 3.2 di bawah ini menggambarkan diagram alir kondisi tungku pembakaran sampah yang menghasilkan listrik, dimana terjadi proses konversi energi dari panas dalam tungku menjadi energi listrik.

Perancangan tungku pembakaran sampah untuk pembangkit listrik adalah sebagai berikut:



Gambar 3.2 Perancangan Tungku pembakaran sampah Penghasil Energi Listrik

3.3 Bahan penelitian

Beberapa bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantara lain sebagai berikut:

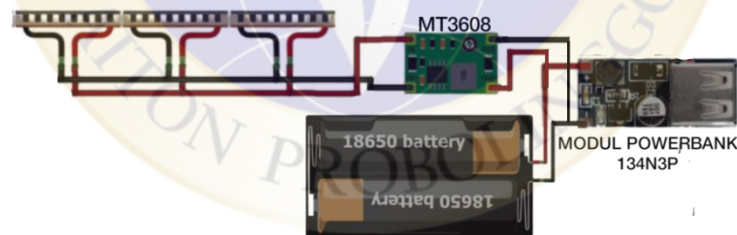
1. Tungku pembakaran sampah berfungsi sebagai tempat pembakar
2. Untuk mengubah energi panas menjadi daya listrik *Thermoelektrik Generator* berperan sebagai generator
3. Aki sebagai tempat penyimpanan tegangan
4. Modul *step up* Proteksi untuk melindungi baterai dari tegangan berlebihan
5. *Heatsink* untuk meratakan panas pada *thermoelektrik generator*
6. Kipas sebagai pendingin *thermoelektrik generator*
7. Termal pasta untuk merekatkan *thermoelektrik generator* pada heatsink energi panas pada Tungku pembakaran sampah menjadi energi listrik.

8. *Travo step up to 5v* untuk menghidupkan lampu dan ke modul power bank

3.3.1 Alat dan Bahan

Tabel 3.1 Alat Dan Bahan

NO	Alat	Spesifikasi
1	Peltier	Sebagai pembangkit listrik
2	Kaleng bekas	Sebagai wadah air
3	Air	Sebagai pendingin peltier
4	Lem	Untuk perekat bahan yang akan digunakan
5	Solder	Untuk menyambungkan atau membongkar jalur komponen yang akan digunakan
6	Timah	Untuk menyambungkan antara dua buah komponen
7	Grinda	Untuk memotong besi



Gambar 3.3 Blok diagram sistem konversi

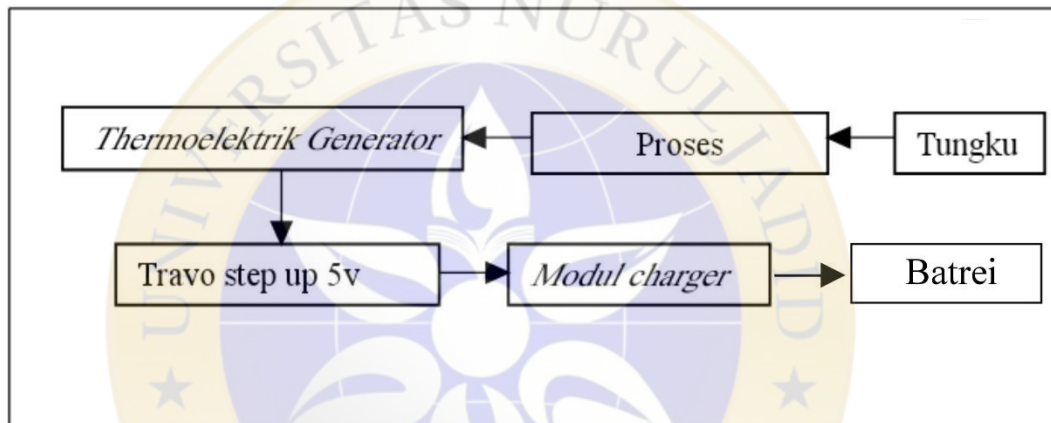
3.3.2 Blok Diagram sistem

Rangkaian susunan di atas menunjukkan bahwa masukan sistem adalah panas yang didapatkan oleh proses pembakaran di dalam Tungku pembakaran sampah. Panas tersebut kemudian diteruskan pada thermoelektrik generator, yang

akan mengubah energi panas menjadi energi listrik DC. Listrik dikumpulkan dan diatur sebagai proses stabilisasi. Setelah regulasi, tegangan output ditingkatkan dan daya yang dihasilkan disimpan oleh baterai. Selanjutnya, listrik tersebut dapat digunakan oleh pengguna.

3.4 Perancangan Alat

Saat merencanakan proyek penelitian, penting untuk memilih instrumen dan bahan yang sesuai dan memenuhi persyaratan saat ini. Peneliti akan menggunakan alat dan bahan sebagai berikut:



Gambar 3.4 Desain rangkaian control sistem konversi energi panas pada Tungku pembakaran sampah menjadi energi listrik.

Gambar di atas menggambarkan perancangan rangkaian sistem kendali pengubahan energi panas dari insinerator sampah menjadi energi listrik. Ini adalah sistem konversi energi panas di tungku pembakaran sampah menjadi energi listrik. Panas dari tungku akan dialihkan oleh *generator termoelektrik* dan dimodifikasi menjadi daya listrik yang kemudian disimpan menggunakan baterai. Tegangan kemudian akan dinaikkan menjadi 5 volt menggunakan trafo step-up, dan keluarannya akan diukur dengan volt dan ampere meter. Energi ini kemudian dapat digunakan untuk menyalakan lampu desa dan perangkat

lainnya. Input atau masukan sistemnya adalah panas yaitu panas yang ada di dalam tungku insinerator sampah. Komponen inputnya sendiri adalah *generator thermoelectric*. Fungsi *generator termoelektrik* adalah memodifikasi panas menjadi listrik secara seketika.

3.5 Pembuatan Alat

Setelah melakukan penelitian alat dan bahan, kemudian mendesain alat dan melakukan perancangan mekanikal dan elektrikal, langkah selanjutnya ialah melakukan implementasi alat dengan membuat alat pada penelitian ini.

3.6 Uji Coba Alat

Pengujian alat dan sistem diterapkan untuk memverifikasi bahwa alat dan perancangan ini beroperasi secara efektif. Penelitian ini meliputi pengujian tungku insinerator sampah, generator termoelektrik, heat sink, baterai, dan modul DC step-up sebagai keluarannya. Ini adalah langkah-langkah dalam melakukan uji coba. Insinerator untuk menghasilkan listrik dari sampah berbasis *thermoelektrik generator* :

1. Menyalakan api pada tungku menggunakan sampah yang sudah dibuang.
2. *Thermoelektik Generator, Heatsink*, step up DC dan baterai dalam keadaan terpasang dan siap digunakan.
3. *Thermometer* dan *Multi Meter* untuk mengukur suhu dan tegangan
4. Pengukuran suhu dan tegangan dicatat dengan interval 3 menit dengan total waktu 45 menit.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembahasan

Pada hasil penelitian rancang bangun tungku pembakaran sampah dengan peltier untuk penghasil energi listrik berbasis *thermoelektrik*.

Pengujian awal melibatkan manipulasi perbedaan suhu dengan menambahkan air dingin dan menghubungkan pendingin termoelektrik tiga TEC1-127061 secara seri, sehingga menghasilkan pengumpulan data tabulasi.

Ini membahas desain prototipe tungku pembakaran yang dilengkapi dengan peltier yang terpasang di bagian atas tungku. Gadget Peltier akan digunakan untuk mendapatkan tenaga listrik. Analisis dilakukan untuk mengukur kapasitas listrik yang diperoleh perangkat Peltier. Analisis dilakukan dengan melaksanakan pembakaran di dalam tungku, menggunakan berbagai temperatur yang dicapai dengan menggunakan rangkaian rangkaian Peltier.

4.1.1 Pengujian Karakteristik Peltier

Pengujian pada modul *Thermoelektrik* Penelitian ini menggunakan tiga buah modul peltier TEC1-12706 yang dihubungkan secara seri, sehingga memunculkan tegangan minimal 1,5V dan arus minimal 0,12A untuk mengaktifkan komponen pendukung lainnya pada saat pengujian.

Proses pengujian Tungku pembakaran sampah Penelitian ini dilakukan di luar ruangan dengan tujuan untuk mengidentifikasi daya yang diperoleh dan karakteristik dari peltier. Dengan demikian, parameter yang diperlukan adalah voltase rangkaian terbuka (V_{oc}) dan arus berkaitan singkat (I_{sc}). Pengukuran

besaran dilakukan pada pukul 07:00-07:45 WIB dan diamati, kemudian dicatat. Di bawah ini adalah hasil pengukuran yang dilakukan selama pengujian insinerator sampah, yang dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Karakteristik Peltier

Waktu(Detik)	Jumlah Peltier	Suhu Sisi Panas(C)	Tegangan(V)	Arus(A)
0	3	29°	0	0
30	3	30°	0,38	0.1
60	3	35°	0,40	0.5
90	3	40°	1	0.12
120	3	45°	1,8	0.12
150	3	50°	2,2	0.13
180	3	55°	2,5	0,15

Berdasarkan Tabel 4.1 Diperoleh informasi tentang kualitas pengisian daya dari tungku pemakaran sampah. Terlihat bahwa tegangan dan arus yang dihasilkan, pengisian energi listrimya tidak konsisten dikarenakan pada waktu 07.00 sampai 17.00 besarnya api selalu berubah ubah. Namun karena telah distabilkan Hasil tegangan dan arus dari tungku pembakaran sampah tersebut distabilkan hingga mencapai tegangan 5V dan arus terbesar 0,15 A selama pembakaran 8 Jam.

Dengan rumus yg tertera di atas untuk Menghitung daya, maka besarnya daya Peltier dapat ditetapkan berdasarkan persamaan:

$$P = V.I$$

Keterangan :

P = Daya (Watt)

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

$$V = 2,5V$$

$$I = 0,12 A$$

$$2,5 \times 0,12 = 0,3 \text{ Watt}$$

$$P = 0,3$$

Hasil

$$P = 0,3$$

4.1.2 Pengujian Proses Pengisian Baterai

Tujuan dari pengujian dan pengumpulan data ini adalah untuk mendapatkan kualitas pengisian suatu baterai ditinjau dari daya dan arus. Proses pengisian baterai terjadi ketika panas api diolah oleh perangkat Peltier dan diubah menjadi daya listrik. Selanjutnya tegangan listrik distabilkan untuk mengisi baterai menggunakan modul charger untuk mengontrol proses pengisian. Pengisian daya baterai ditunjukkan dengan LED berwarna merah, sedangkan LED biru menunjukkan bahwa baterai telah terisi penuh. Baterai dapat diisi selama sekitar 8 jam.

Hal ini dipengaruhi oleh kecilnya efek seeback dari pembakaran sampah untuk pengisian baterai. Dengan penggunaan yang memanfaatkan

baterai secara bersamaan dengan beban komponen seperti charger hp dan lampu led.

4.1.3 Pengujian Penggunaan Baterai Sebagai penyimpanan Pada Tungku Pembakaran Sampah

Tujuan pengumpulan data ini adalah untuk memastikan kapasitas baterai dengan menganalisis jumlah listrik yang diterima dan dibuang melalui beban. Hasil tes dapat diakses untuk dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Penggunaan Baterai

No	Jumlah peltier	Tegangan peltier (V)	Tegangan Input Konverter (V)	Tegangan output Konverter (V)
1	3	1,5	1,5V	5V
2	3	2,5	2,5V	5V
3	3	2,5	2,5V	5V

Berdasarkan Tabel 4.2 Cenderung terlihat bahwa tegangan dasar baterai dalam menyediakan *heap* tanpa sistem penstabil tegangan adalah 2,5 V dan tegangan input step up adalah 5V pada pukul 07.00 WIB. Berdasarkan tegangan dasar untuk pengisian baterai yaitu 5V, maka lama pemakaian baterai untuk tungku pembakaran sampah dari tegangan 5 V selama 1 jam. Dengan cara ini. Tungku pembakaran sampah dapat bekerja dengan baik penguatan listrik untuk beban ringan dan pengisi daya selama 1 jam dari waktu 07.00 - 08.00 WIB.

Tegangan baterai berkurang secara berkala dari 2,5V - 1V setiap 4 jam
Sehingga semakin kecil nilai tegangan baterai mempengaruhi laju penurunan
tegangan pada pengisian baterai.

4.1.4 Pengujian Jumlah Daya Alat Pada Tungku Pembakaran Sampah

Pengujian jumlah daya alat pada tungku pembakaran sampah sebagai sumber listrik dari efek seebeck peltier pada saat lampu LED menyala daya yang dikonsumsi sebesar 5V, sedangkan pada mengecaskan hp daya yang dikonsumsi sebesar 0,5A. Hasil pengujian jumlah daya listrik dapat disaksikan pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil Pengisian Baterai Dengan Beban lampu led

No	Alat	Kondisi	Lama Menyala	Daya
1	Lampu LED 5V	On	8 Jam	56%
2	Mengecas hp	On	1 Jam	20%

Pada tabel 4.3 Diatas Secara keseluruhan, pengujian ini menyimpulkan bahwa jumlah daya yang dikonsumsi selama periode 8 jam.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Tungku pembakaran sampah pembangkit listrik dengan peltier berbasis *Thermoelektrik* Ini dapat berfungsi sebagai sumber energi listrik untuk mengoperasikan perangkat dan mengisi daya perangkat elektronik seperti ponsel dan lainnya yang membutuhkan tegangan 5V. Besarnya daya listrik yang dihasilkan oleh efek Peltier sangat dipengaruhi oleh faktor efek Seebeck, panas yang diserap oleh Peltier, dan kondisi dingin. Rata-rata pengujian menghasilkan tegangan dan arus maksimum 2,5V dengan tegangan dan arus rata-rata 0,12A.

Penelitian ini dilakukan pada kondisi pembakaran yang kurang optimal watt yang dihasilkan hanya mencapai 0,03 Untuk muatan beban yang digunakan adalah sebuah lampu LED dan mengisi hp, dalam pemakaian 8 jam membutuhkan daya sebesar 8 watt. Daya yang diterima dari pembakaran sampah dengan peltier sebesar 2,5V dan 0.12A sedangkan daya yang disalurkan untuk modul step up dan menuju modul charger pada 8 Jam dengan situasi baterai seperti awal pengisian. Pengawasan parameter sensor yang digunakan dan kondisi peltier serta modul charger yang digunakan pada tungku pembakaran sampah dengan peltier dan dimonitoring secara bertahap

menggunakan pengecekan manual pada peltier dengan menggunakan multimeter dengan lcd bernilai sama.

Setelah melihat hasil analisis efisiensi dan efektivitas pembakaran limbah dengan teknologi Peltier, dapat disimpulkan bahwa teknologi ini memiliki potensi besar untuk memangkas dampak buruk terhadap lingkungan. Dibandingkan dengan sumber energi alternatif lainnya, output energi yang dihasilkan oleh teknologi Peltier cenderung lebih efisien dan efektif dalam mengelola limbah. Hal ini menunjukkan bahwa investasi dalam teknologi ini dapat memberikan manfaat jangka yang lama bagi lingkungan dan generasi mendatang.

Selain itu, pergeseran menuju sistem pengelolaan limbah yang lebih berkelanjutan dan efisien juga dapat tercapai dengan adopsi lebih luas dari teknologi Peltier di berbagai industri. Dengan adanya teknologi Peltier, diharapkan dapat membantu dalam memangkas emisi gas rumah kaca dan polusi udara yang dihasilkan oleh industri-industri. Selain itu, penggunaan teknologi ini juga dapat mengurangi pencemaran air dan tanah akibat limbah dari industri yang tidak terkelola dengan baik. Secara keseluruhan, teknologi Peltier tidak hanya memberikan solusi untuk kebutuhan energi yang berkelanjutan, tetapi juga dapat membantu dalam menciptakan lingkungan yang lebih higienis dan sehat bagi semua makhluk hidup di bumi.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya yaitu menggunakan peltier yang lebih banyak dan kapasitas baterai yang berkapasitas lebih besar dengan pendingin yang lebih baik Dengan demikian, daya yang diterima dapat dimaksimalkan dan disesuaikan dengan daya yang ditransmisikan sesuai perhitungan. Perlunya

memasukkan lebih banyak parameter pada penelitian selanjutnya, seperti intensitas panas pada saat pembakaran dan pendinginan, agar diperoleh hasil pengujian yang lebih optimal.

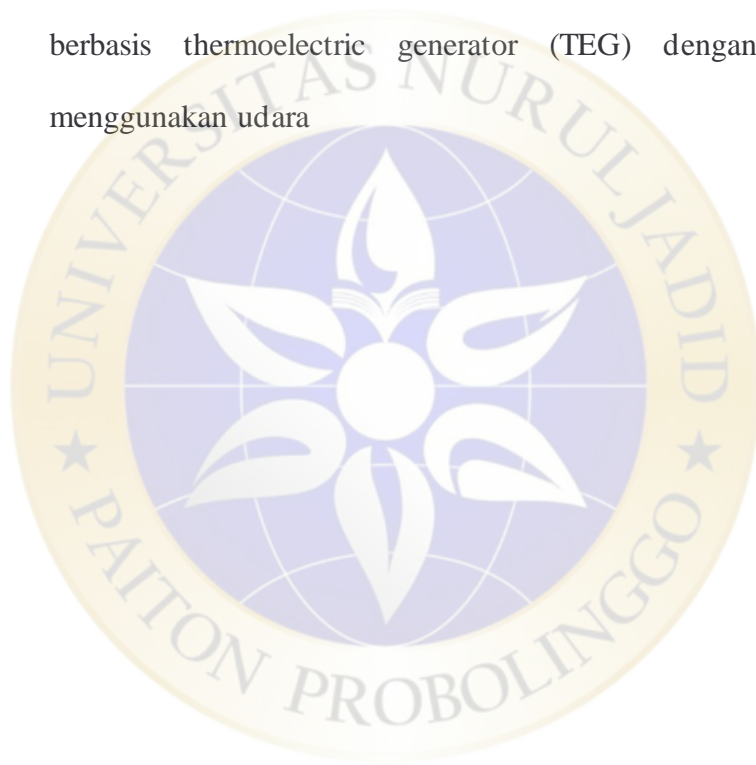


DAFTAR PUSTAKA

1. AT Agus Salim, Bachtera Indarto JEECAE (Journal of Electrical, Electronics, Control, and Automotive Engineering) 3 (1), 179-182, 2018 Studi Eksperimental Karakterisasi Elemen Termoelektrik Peltier Tipe TEC
2. Ayong Hiendro, Dedy Suryadi Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura 2 (1), 2019
3. Hafidh Abdurrohman Al Fikri Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2016
4. Walfred Tambunan, Lazuardi Umar, Dara Fuji Komunikasi Fisika Indonesia 12 (11), 720-726, 2015 Pengembangan Dan Optimalisasi Elemen Peltier Sebagai Generator Termal Memanfaatkan Energi Panas Terbuang
5. Muhammad Rodif Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2020 Pemanfaatan Sensor Peltier Sebagai Penghasil Energi Listrik Pada Media Knalpot Motor Injeksi Revo Fi 110 Cc
6. ST Umi Fadlilah Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2020 Penghasil daya listrik darurat dengan menggunakan elemen peltier
7. Ayong Hiendro, Dedy Suryadi Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura 2 (1), 2019 Perancangan dan pengujian sistem pembangkit listrik berbasis termoelektrik dengan menggunakan kompor surya sebagai media pemusat panas
8. Firanda Permata Salsabiila, Muhammad Hijriy Apriansyah, Nabila Rachmatika, Taufik Maulana, Tatun Hayatun Nufus, Emir Ridwan

Seminar Nasional Teknik Mesin 9 (1), 194-199, 2019 Konversi Energi Panas Surya menjadi Listrik menggunakan Peltier TEC 1-12706

9. Agung Gitrio, Rodiah Yuli, Amri Rosa Khairul Universitas Bengkulu, 2015 Karakteristik Pembangkitan Thermoelectric Menggunakan Enam Buah Modul Peltier Secara Seri dan Paralel
10. Hasra Rafika, Rahmat Iman Mainil, Azridjal Aziz Jurnal sains dan teknologi 15 (1), 7-11, 2016 Kaji eksperimental pembangkit listrik berbasis thermoelectric generator (TEG) dengan pendinginan menggunakan udara



Lampiran

1. Uji coba Alat, Pembuatan Alat



Pembuatan Tungku pembakaran Sampah



Pengujian Tungku Pembakaran sampah

BIODATA PENULIS



Muhammad arisa romadhani adalah nama penulis skripsi ini. Penulis lahir dari pasangan Bapak sanusi dan Ibu Suhairiyah yang merupakan anak tunggal. Penulis dilahirkan di Situbondo Jawa Timur pada 14 Juli 1999. Penulis beralamat di Desa Kalianget, Kecamatan Banyuglugur, Kabupaten Situbondo, Provinsi Jawa Timur. Penulis dapat dihubungi melalui email rhiza972@gmail.com. Pada tahun 2006 penulis memulai pendidikan formal di SD Negeri I Kalianget Banyuglugur (2006-2012), SMP plus Al-Mashduqiah (2012-2015), MA plus Al-Mashduqiah (2015-2018). Setelah selesai menempuh pendidikan menengah atas, penulis melanjutkan Pendidikan Strata (S1) Program Studi Teknik Elektro Universitas Nurul Jadid Paiton Probolinggo mulai dari tahun (2019-2024). Dengan ketekunan, motivasi tinggi untuk terus belajar, berusaha dan berdo'a untuk menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1), penulis berhasil menyelesaikan program studi yang ditekuni pada tahun 2019, dengan judul skripsi "RANCANG BANGUN TUNGKU PEMBAKARAN SAMPAH DENGAN PELTIER UNTUK PENGHASIL ENERGI LISTRIK BERBASIS THERMOELEKTRIK". Semoga dengan penulisan tugas akhir skripsi ini mampu memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan dan menambah khazanah ilmu pengetahuan serta bermanfaat dan berguna bagi sesama.