

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan listrik Indonesia di tahun 2060 diperkirakan sebesar 1.885 *Terawatt Hour* (TWh), di mana *demand* PLN sekitar 1.728 TWh, dan *demand* non-PLN sekitar 157 TWh. Sementara diperkirakan konsumsi listrik perkapita akan mencapai lebih dari 5.000 KWh/kapita di tahun 2060 [1].

Indonesia saat ini masih mengandalkan penggunaan sumber daya fosil, terutama batu bara dan minyak bumi, sebagai sumber utama bahan bakar untuk pembangkit listrik nasional. Hal ini disebabkan oleh ketersediaan yang melimpah dan relatif murah sumber daya fosil tersebut di Indonesia [2].

Namun seiring meningkatnya kebutuhan akan energi listrik dan menipisnya sumber daya fosil hal ini menjadi sangat mengkhawatirkan, diperlukan gebrakan dalam pemenuhan energi listrik di Indonesia, salah satunya dengan pemanfaatan sumber energi batu tebarukan melalui pembangkit listrik alternatif atau konversi energi [1].

Dalam topik besar konversi energi ada salah satu topik yang sedang menjadi topik hangat di dunia yakni *energy harvesting*, *energy harvesting* (pengumpulan energi) adalah proses mengumpulkan energi dari sumber-sumber yang ada di sekitar kita dan mengubahnya menjadi energi yang dapat digunakan. Konsep ini bertujuan untuk memanfaatkan energi yang ada di sekitar kita, seperti energi cahaya matahari, energi panas, getaran mekanis, atau energi kinetik, dan mengubahnya menjadi bentuk energi yang dapat digunakan untuk mengoperasikan perangkat elektronik [3].

Generator termoelektrik (*thermoelectric generator*) merupakan salah satu teknologi di bidang konversi energi dan *energy harvesting*, *thermoelectric generator* merupakan teknologi yang cukup mahir mengubah gradien suhu menjadi energi listrik melalui *seebeck effect* dimana pembawa muatan dalam bahan *thermoelectric* tereksitasi secara termal untuk menginduksi muatan listrik. Bentuk konversi energi ini sangat berharga dalam hubungannya dengan aplikasi matahari

karena pemanasan alami matahari menghasilkan gradien suhu yang tersedia untuk pembangkit listrik termo-listrik [4].

*Thermoelectric generator* (TEG) SP1848 27145 SA salah satu dari kelas perangkat *solid-state* yang mengubah panas secara langsung menjadi listrik atau mengubah energi listrik menjadi tenaga panas untuk pemanasan atau pendinginan [5]. Perangkat tersebut didasarkan pada efek *thermoelectric* yang melibatkan interaksi antara aliran panas dan listrik melalui benda padat. *Thermoelectric generator* (TEG) SP1848 27145 SA memiliki konfigurasi dimana sumber panas menyediakan suhu tinggi, dan panas mengalir melalui konverter *thermoelectric* ke *cold sink*, yang dipertahankan pada suhu di bawah sumbernya.

Fokus utama dari *energy harvesting* adalah mengumpulkan energi terbuang atau tak terpakai menjadi sumber energi yang dapat digunakan, oleh karena itu daya yang dihasilkan dari pembangkitan energi listrik melalui proses *energy harvesting* terbilang kecil atau dalam skala kecil. ehingga dibutuhkan sebuah teknologi yang mampu menyimpan hasil konversi energi dan digunakan selanjutnya ketika energi yang dikumpulkan cukup banyak dan mampu dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia, baterai *li-ion* merupakan salah satu teknologi yang dapat mendukung kekurangan dari *energy harvesting*, dimana dengan diaplikasikannya baterai *li-ion* pada *energy harvesting*, energi listrik yang dikumpulkan melalui proses *energy harvesting* akan ditampung hingga energi listrik dapat dimanfaatkan [4].

Berdasarkan latar belakang tersebut, dilakukan penelitian berjudul “Rancang Bangun *energy harvesting* menggunakan *Thermoelectric generator* (TEG)”. Sistem pemanenan energi yang diusulkan memanfaatkan sumber panas dari matahari yang sesuai dengan prinsip *energy harvesting* yang memanfaatkan dengan sumber energi sekitar. Perbedaan suhu yang sesuai dipertahankan di seluruh permukaan TEG baik oleh radiasi matahari maupun air es sehingga menghasilkan keluaran listrik yang diinginkan untuk mengisi daya baterai *li-ion*.

## 1.2 *State of The Art*

*State of the art* adalah bentuk penegasan keaslian penelitian yang dilakukan untuk mencegah plagiarisme sebagai bentuk pembajakan pada karya orang lain,

selain itu, untuk memunculkan ide-ide baru dalam dunia teknologi yang sedang berkembang saat ini dan perbandingan dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang menjadi acuan dalam pengerjaan tugas akhir ini. Tabel 1.1 merupakan referensi jurnal penelitian serupa yang dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya.

Tabel 1.1 Tabel Referensi.

NO	JUDUL	NAMA PENELITI	TAHUN
1	Pemanfaatan energi panas sebagai pembangkit listrik alternatif berskala kecil dengan menggunakan termoelektrik	Muammar Khalid, Mahdi Syukri, Mansur Gapy	2019
2	<i>Study on the energy conversion in the thermoelectric liquefied petroleum gas cooking stove with different cooling methods</i>	Nugroho Tri Atmoko, Ibham Veza, Tri Widodo Besar Riyadi	2021
3	Perancangan dan pengujian sistem pembangkit listrik berbasis termoelektrik dengan menggunakan kompor surya sebagai media pemusat panas.	Ginanjar, Ayong Hiendro, Dedy Suryadi	2019
4	Analisa pemanfaatan arang sebagai sumber energi panas menjadi pembangkit energi listrik dengan menggunakan modul <i>hermoelectric generator paliter</i> .	Oky Alwinsyah, Eddy Warwan, Zulfikar	2019

Penelitian oleh Muammar Khalid dkk [1]. Bertujuan untuk mengetahui karakteristik serta unjuk kerja dari *thermoelectric* sebagai pembangkit energi listrik. Penelitian ini menggunakan *thermoelectric* tipe TEC1-12706 dengan aluminium sebagai penerima panas dan *heat sink* sebagai media pendingin. 4 buah modul *thermoelectric* yang dirangkai secara seri menghasilkan tegangan sebesar 1.4 V

dengan beda temperatur 31°K. Didapat efisiensi maksimal dari pembangkit yaitu 0.314% pada menit ke 60 sejak pemaparan sinar matahari dengan  $\Delta T$  sebesar 30°K. Pada pengujian dengan beban panas api, didapat efisiensi maksimal dari pembangkit yaitu 1% pada menit ke 6 sejak pemanasan dengan  $\Delta T$  sebesar 63.5°K.

Penelitian oleh Nugrohi Tri Atmoko dkk [2]. Bertujuan untuk menyelidiki pengaruh sistem pendingin yang berbeda, termasuk *heat sink* dengan air dingin, *heat sink + fan*, dan *water block* pada energi yang diserap oleh TEG, Menggunakan 4 buah *thermoelectric generator* dengan penopang panci kompor LPG yang dimodifikasi sebagai sumber panas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa energi panas yang diserap oleh *water block* dan *heat sink* dengan air dingin lebih tinggi dibandingkan *heat sink + kipas* dan *heat sink* saja.

Penelitian oleh Ginanjar dkk [3]. Menggunakan *thermoelectric* dan kompor surya, kompor surya tipe kotak dalam penangkapan sinar matahari dapat menghasilkan panas maksimum mencapai 58,7°C sedangkan *output* yang dihasilkan oleh *thermoelectric* bergantung pada perbedaan suhu yang terjadi pada kedua *heat sink* yaitu *heat sink* panas dan *heat sink* dingin. Pada pengujian 6 buah modul yang dirangkai seri didapatkan hasil tegangan maksimal 3,56 Volt dengan arus sebesar 0,171 Ampere dan daya 0,609 Watt dengan koefisien *seebeck* rata-rata minimal 0,128°K dan maksimal 0,181°K.

Penelitian oleh Oky Alwiansyah dkk [4]. Menggunakan modul *thermoelectric* yaitu *peltier*, dan menggunakan arang sebagai pemanas pada sisi *peltier*, dimana 22 *peltier* dirangkai secara seri, 13 *peltier* dirangkai secara *parallel*, kemudian 35 *peltier* di rangkai seri *parallel*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar daya *output* yang dihasilkan oleh *peltier* sebagai pembangkit energi listrik dengan menggunakan arang sebagai pemanas pada sisi *peltier*. Dari hasil pengukuran dan pengujian yang di lakukan dapat ditarik kesimpulan yaitu: Pada 22 *peltier* yang dirangkai seri daya yang dapat dihasilkannya sebesar 7.728Watt dengan perbedaan suhu ( $\Delta T$ ) rata rata 102°C, sedangkan 13 *peltier* yang dirangkai *parallel* menghasilkan daya sebesar 1.420Watt dengan perbedaan suhu ( $\Delta T$ ) rata rata 98°C, dan 35 *peltier* yang dirangkai seri *parallel* daya yang dihasilkan sebesar 10.665 Watt. dengan perbedaan suhu ( $\Delta T$ ) rata rata 110°C.

Berdasarkan Tabel 1.1 sudah ada peneliti yang menguraikan penelitian terkait dengan pemanfaatan berbagai sumber energi panas menjadi energi listrik menggunakan modul *thermoelectric generator*, maka dari itu penelitian ini akan difokuskan untuk mengembangkan alat pemanen dengan merancang dan membangun alat pemanen energi menggunakan *thermoelectric generator* (TEG) SP1848 27145 SA yang didesain khusus sebagai modul pembangkitan tenaga listrik, dengan menggunakan menggunakan 6 modul *thermoelectric generator* (TEG) SP1848 27145 SA yang disusun secara seri dan dirangkai dengan plat tembaga sebagai *heat sink* di bagian panas untuk mengumpulkan panas dari sumber panas (paparan sinar matahari) dan lensa sebagai alat bantu pemusat panas matahari, dengan aluminium desain sirip digunakan sebagai *cold sink* di bagian dingin, ditambahkan air es untuk mempertahankan suhu dingin pada sisi dingin *thermoelectric generator* (TEG) untuk selanjutnya *output* akan dioalah menggunakan modul MT3608 untuk pengaturan tegangan dan peningkatan tegangan DC, hasil *ouput* dari modul MT3608 akan dialirkan untuk mengisi daya pada baterai *li-ion* 3000 mAh 3.7 volt melalui modul TP4056.

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diuraikan beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun alat pemanen energi menggunakan *thermoelectric generator* (TEG)?
2. Bagaimana kinerja sistem rancang bangun alat pemanen energi menggunakan *thermoelectric generator* (TEG)?

### 1.4 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun rancang bangun alat pemanen energi menggunakan *thermoelectric generator* (TEG).
2. Menguji dan menganalisis kinerja sistem rancang bangun alat pemanen energi menggunakan *thermoelectric generator* (TEG).

## 1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk bidang praktis dan bidang akademis. Manfaat harus ditinjau dari 2 sisi: Manfaat akademik dan manfaat aplikatif.

1. Manfaat penelitian ini dibidang akademis adalah dapat menambah referensi atau pustaka bidang ilmu pengetahuan konversi energi dan *energy harvesting*.
2. Manfaat praktis yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah alternatif pembangkit energi listrik non-konvensional menggunakan *Thermoelectric generator*.

## 1.6 Batasan Masalah

Masalah yang berkaitan dengan penelitian ini sangat luas, oleh karena itu diperlukan adanya batasan masalah di dalam penelitian ini, agar hasil penelitian ini dapat lebih spesifik. Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

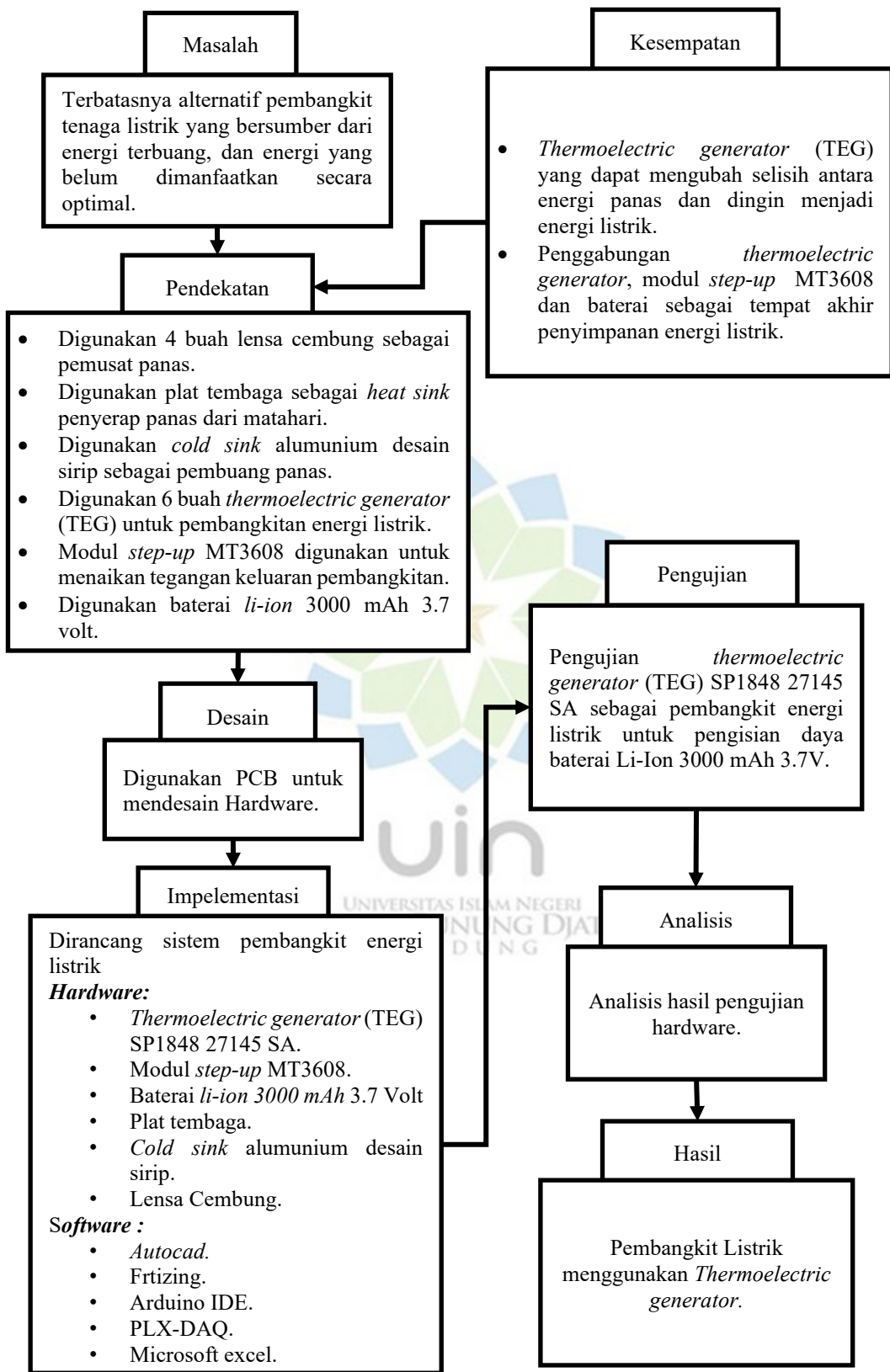
1. Digunakan 6 buah *thermoelectric generator* (TEG) SP1848 27145 SA yang disusun secara *parallel*.
2. Digunakan modul MT3608 untuk pengaturan tegangan dan peningkat tegangan DC.
3. Baterai *li-ion* 3000 mAh 3.7 volt digunakan sebagai media penyimpanan energi listrik.
4. Digunakan modul INA 219 sebagai sensor pengukur arus dan tegangan.
5. Modul GY-302 digunakan sebagai sensor pengukur intensitas cahaya.
6. Modul DHT22 digunakan sebagai sensor pengukur suhu sekitar.
7. Modul DS18B20 digunakan sebagai sensor pengukur suhu plat tembaga dan *cold sink* aluminium.
8. Arduino Uno digunakan sebagai mikrokontroler pengumpul data atau media akuisisi data.
9. Digunakan plat tembaga berukuran 20 cm x 10 cm sebagai *heat sink* disisi panas.
10. Digunakan *cold sink* aluminium desain sirip berukuran 20 cm x 10 cm sebagai *cold sink* disisi dingin.

11. Digunakan 4 lensa cembung berdiameter 6 cm, dengan jarak fokus 12 cm sebagai pemusat cahaya.
12. Berfokus pada pengumpulan data berupa nilai arus, dan tegangan yang mampu dihasilkan oleh thermoelectric generator.
13. Data yang digunakan untuk analisis adalah data arus dan tegangan DC.

### **1.7 Kerangka Berpikir**

Kerangka berpikir memuat jalan pemikiran yang berisi penjabaran sistematis mengenai informasi hasil pembuatan masalah penelitian, yang diperkirakan mampu diselesaikan melalui pendekatan, desain alat, implementasi alat, pengujian alat, dan analisis alat. Kerangka pemikiran ini dapat dijelaskan pada Gambar 1.1.





Gambar 1.1 Kerangka berpikir.



## 1.8 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini memiliki sistematika penulisan dengan total 6 bab, dimana setiap bab mempunyai isi, penjabaran dari isi setiap bab pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

### BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini meliputi latar belakang, *state of the art*, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, kerangka berpikir dan sistematika penulisan.

### BAB II TEORI DASAR

Pada bab ini berisi tinjauan pustaka atau penjelasan tentang seluruh aspek yang terkait dengan sistem, yaitu teori tentang energi, sumber-sumber energi panas, *thermoelectric generator*, besaran listrik, sistem *energy harvesting*, dan komponen komponen dari alat pemanen energi.

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi diagram alir serta tahapan-tahapan proses untuk pemecahan masalah yang terdapat pada penelitian dengan sistematis, agar mendapatkan hasil yang diinginkan.

### BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini menjelaskan tentang realisasi rencana penelitian dengan merancang alat pemanen energi, serta implementasi dari perancangan yang telah disusun. untuk mengetahui pengujian performa dari alat yang dibuat di lapangan.

### BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi tentang hasil pengujian dan analisis kinerja alat yang telah dibuat. Pengujiannya meliputi, pengujian alat pemanen energi tanpa pemfokus cahaya, pengujian alat pemanen energi dengan pemfokus cahaya, analisis tegangan keluaran alat pemanen energi, analisis koefisien *seebeck* dan efisiensi *thermoelectric generator*, dan analisis pengisian daya baterai *li-ion* dengan sumber daya alat pemanen energi.

### BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan bagian penutup dari penelitian, bagian penutup tersebut terdiri dari kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, serta saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya