

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Konsumsi energi fosil semakin meningkat sejalan dengan pertumbuhan kebutuhan, menyebabkan cadangan energi fosil semakin terkikis. Oleh karena itu, transisi dari penggunaan energi fosil ke Energi Baru dan Terbarukan (EBT) menjadi suatu keharusan yang mutlak [1]. Persediaan energi fosil dapat habis dalam beberapa dekade ke depan, jika tingkat konsumsi terus bertambah tanpa adanya transisi ke sumber energi alternatif yang lebih berkelanjutan [1]. Energi fosil yang semakin menipis mendorong perlunya solusi alternatif, salah satunya melalui *energy harvesting*. *Energy harvesting* menawarkan potensi besar untuk menghasilkan energi dari sumber-sumber yang terbarukan dan terbuang [2].

Energy harvesting adalah proses di mana energi dikumpulkan dari lingkungan sekitar dan diubah menjadi energi yang dapat digunakan [2]. Teknologi ini memanfaatkan sumber energi non-konvensional seperti cahaya, getaran, panas, atau gerakan, dan mengonversinya menjadi energi listrik. Teknik *energy harvesting* mencakup piezoelektrik, termoelektrik, elektromagnetik, dan fotovoltaik [2]. Piezoelektrik memanfaatkan tekanan mekanis, termoelektrik mengubah perbedaan suhu menjadi listrik, elektromagnetik memanfaatkan medan elektromagnetik, dan fotovoltaik menggunakan sel surya untuk menghasilkan listrik dari cahaya matahari [2].

Thermoelectric generator (TEG) adalah teknologi yang memanfaatkan perbedaan suhu untuk menghasilkan energi listrik. Prinsip kerjanya didasarkan pada efek *seebeck* di mana perbedaan suhu antara dua sisi material semikonduktor menghasilkan arus listrik [3]. Pemanfaatan panas pada knalpot motor dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik secara efisien dan ramah lingkungan. Dengan pemanfaatan panas knalpot motor, TEG dapat dipasang di saluran knalpot untuk menangkap panas yang dihasilkan selama proses pembakaran bahan bakar. Hal ini memungkinkan konversi energi panas yang sebelumnya terbuang sia-sia menjadi sumber energi yang berguna untuk mengisi daya baterai atau mendukung sistem listrik kendaraan [4]. Fokus utama pada penelitian ini yaitu memanfaatkan panas knalpot motor yang digunakan untuk pengisian *power bank*.

Power bank adalah alat portabel yang digunakan untuk mengisi daya baterai perangkat elektronik, seperti *smartphone*, tablet, atau perangkat lainnya, ketika jauh dari sumber listrik [5]. *Power bank* memiliki banyak jenis diantaranya *jenis power bank portable*, *power bank wireless*, dan *power bank panel surya*. *Power bank portable* adalah perangkat yang dapat mengisi daya baterai secara portabel, *power bank wireless* memungkinkan pengisian nirkabel, dan *power bank panel surya* menggunakan energi matahari untuk pengisian daya [6]. Umumnya, jenis-jenis *power bank* memiliki tegangan *output* sebesar 5 volt, dan *power bank* ini hanya digunakan untuk perangkat elektronik yang memerlukan *input* tegangan sebesar 5 volt [6].

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka pada penelitian ini akan merancang dan meimplementasikan TEG pada knalpot motor. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan panas yang biasanya terbuang sia-sia dari knalpot motor untuk menghasilkan energi listrik melalui TEG, dan *power bank* sebagai media penyimpanan daya. Pengujian ini dilakukan secara menyeluruh untuk memastikan kinerja sesuai dengan tujuan. Diharapkan bahwa penelitian ini dengan judul “Rancang Bangun Pemanen Energi Menggunakan *Thermoelectric Generator* Dengan Memanfaatkan Panas Pada Knalpot Motor Untuk Pengisian *Power Bank*” akan berkontribusi pada pengembangan solusi inovatif dan ramah lingkungan untuk memenuhi kebutuhan energi sehari-hari.

1.2 Kajian Riset Terdahulu

Kajian Riset terdahulu merupakan penegasan keaslian penelitian yang akan dilakukan dan menjelaskan perbandingan terhadap riset sebelumnya yang menjadi referensi dalam pembuatan tugas akhir ini. Dalam tahap ini, penelitian akan diuraikan secara singkat sebagai bentuk memperkuat alasan mengapa penelitian ini dilakukan. Pada Tabel 1.1, merupakan referensi jurnal penelitian sejenis yang dilakukan beberapa peneliti sebelumnya.

Tabel 1. 1 Daftar Referensi Peneliti Terdahulu

| Nama Peneliti | Tahun | Judul Penelitian |
|---|--------------|---|
| Murtadho F, Firdaus R | 2023 | Pemanfaatan Panas Dinding Kompor Portabel untuk <i>Charging</i> Baterai Para <i>Campers</i> Berbasis <i>Thermoelectric Generator</i> |
| Maulana W | 2022 | Kaji Komparasi Pembangkit Energi Listrik Memanfaatkan Penyerapan Panas Aspal Jalan Menggunakan Teknologi <i>Thermoelectric Generator</i> (TEG) Dengan Pelat Penyerap Logam Dengan Kedalaman Berbeda |
| Abdul Rahim Siregar | 2022 | Analisis Pengaruh Karakteristik <i>Thermoelectric Generator</i> Sebagai Pengubah Energi Panas |
| Yudha Sukma Perdana dan Cahaya Kusuma | 2023 | <i>Development of Thermoelectric Generator for Energy Saving Device Using Exhaust Waste Heat in Patrol Boat</i> |
| Rizky Ramdhani Musthofa | 2023 | <i>Design and Implementation Energy Harvesting Using a Thermoelectric Generator (TEG) SP 1848-2715 SA with Solar Energy as a Source of Heat Energy</i> |

Penelitian yang dilakukan oleh Murtadho F dan Firdaus R [7] memanfaatkan panas dari dinding kompor portabel menggunakan lima *thermoelectric generator* (TEG) tipe SP 1848. Percobaan dilakukan untuk membandingkan efisiensi dan pengaruh *heatsink* pada variasi media pendingin, yaitu udara sekitar di dataran tinggi dengan bantuan kipas, dan air yang disemprotkan ke sisi dingin *heatsink* setiap 5 menit. Tujuannya adalah agar panas buangan dari dinding kompor portabel dapat digunakan sebagai sumber energi listrik untuk mengisi baterai. Hasil pengambilan data menunjukkan bahwa variasi *cold side* menggunakan udara sekitar mengalami penurunan tegangan pada temperatur 80°C karena ketidakstabilan suhu udara, sementara pada variasi *cold side* menggunakan air, tegangan konstan pada temperatur 80°C. Pada uji coba output DC converter ke baterai, variasi *cold side*

menggunakan udara sekitar mampu meningkatkan listrik dari 2.80 V menjadi 8.81 V pada temperatur 60°C, sedangkan variasi *cold side* menggunakan air meningkatkan listrik dari 2.76 V menjadi 5.37 V pada temperatur 80°C.

Penelitian yang dilakukan oleh Maulana W [8] bertujuan untuk membandingkan daya listrik yang dihasilkan oleh *thermoelectric generator* menggunakan tiga jenis pelat penyerap yang terbuat dari bahan logam berbeda, yaitu tembaga, aluminium, dan baja. Radiasi matahari dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik melalui *thermoelectric generator*, sebuah perangkat yang mengubah panas menjadi energi listrik melalui efek *seebeck*. Modul yang digunakan adalah *thermoelectric* tipe SP 1848. Eksperimen dilakukan menggunakan aspal tipe AC-WC dengan ukuran 300 mm x 300 mm x 100 mm. Ketiga pelat tersebut diperdalam dengan ukuran 2 cm, 4 cm, dan 6 cm. Pada pelat dengan kedalaman 2 cm, daya maksimum yang dihasilkan oleh pelat tembaga adalah 0.034 W saat radiasi matahari sebesar 887 W/m². Sedangkan, pada pelat tembaga dengan kedalaman yang sama, daya maksimum yang dicapai adalah 0.048 W. Berdasarkan hasil ini, pelat dengan kedalaman 2 cm dinilai lebih baik karena menghasilkan daya yang lebih besar dibandingkan dengan pelat kedalaman 4 cm dan 6 cm.

Penelitian yang dilakukan oleh Abdul Rahim S [9] merancang sebuah perangkat untuk mengevaluasi karakteristik *thermoelectric generator* tipe TEC1-12706 dalam mengubah energi panas menjadi energi listrik dengan tiga konfigurasi: tunggal, dua elemen tersusun secara seri, dan dua elemen tersusun secara paralel. Hasil penelitian tersebut menghasilkan persamaan pendekatan untuk karakteristik termoelektrik tipe TEC1-12706 dalam keadaan tanpa beban. Persamaan tersebut menunjukkan bahwa tegangan terbuka (V_{oc}) dipengaruhi oleh beda temperatur (ΔT), di mana $V_{oc} = 0,0275\Delta T - 0,036$ untuk konfigurasi tunggal, $V_{oc} = 0,0513\Delta T - 0,046$ untuk dua seri, dan $V_{oc} = 0,0253\Delta T - 0,0203$ untuk dua paralel. Selain itu, pengaruh beda temperatur (ΔT) terhadap arus (I) juga diamati, dengan persamaan $I = 0,0046\Delta T + 0,0017$ untuk konfigurasi tunggal, $I = 0,0054\Delta T + 0,0043$ untuk dua seri, dan $I = 0,0057\Delta T + 0,0039$ untuk dua paralel. Dengan persamaan ini, kemampuan elemen termoelektrik tipe TEC1-12706 dapat diperkirakan ketika

digunakan sebagai perangkat untuk memanen energi panas terbuang dalam bentuk energi listrik.

Penelitian yang dilakukan oleh Yudha Sukma Perdana dan Cahya Kusuma [10] memanfaatkan pemborosan energi dari mesin diesel pada kapal patroli. Kapal patroli sering kali memiliki mesin besar dan berkecepatan tinggi yang membuang banyak panas. Pembakaran mesin diesel hanya menghasilkan sekitar 30~40% energi mekanik yang tersedia, sementara sisanya dilepaskan ke lingkungan sebagai gas buang. Energi *thermal* dari gas buang ini terbuang sia-sia. Konsep *thermoelectric generator* digunakan untuk mengubah energi panas yang tidak terpakai dari gas buang menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh kapal patroli. Penelitian melibatkan pengujian perangkat dengan koneksi seri dan paralel pada mesin generator diesel kapal patroli. Dengan suhu rata-rata mesin mencapai 110°C , *thermoelectric generator* mampu menghasilkan tegangan 12,85V DC dan 5,88W energi listrik saat terhubung secara seri, dan tegangan 1,5V saat terhubung secara paralel, dengan daya sebesar 1,44W energi.

Penelitian yang dilakukan oleh Rizky Ramdhani Musthofa [11] memanfaatkan energi matahari sebagai sumber panas dan menggunakan lensa cembung untuk memfokuskan cahaya matahari. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental. Pengujian dilakukan selama dua minggu dengan dua kondisi berbeda: dengan pemfokusan cahaya dan tanpa pemfokusan cahaya. Hasil data menunjukkan bahwa penggunaan alat pemfokus cahaya menghasilkan tegangan tertinggi sebesar 4,85 V dan arus sebesar 387,75 mA pada intensitas cahaya sebesar 91,24%. Perbedaan suhu pada *thermoelectric generator* mencapai $31,02^{\circ}\text{C}$. Rata-rata nilai keluaran *thermoelectric* pada hari pertama dan kedua memungkinkan pengisian baterai li-ion berkapasitas 3000 mAh hingga 48,85% dalam waktu 330 menit. Penggunaan pemfokusan cahaya juga memengaruhi panas yang dikumpulkan pada plat tembaga dengan perbedaan suhu sebesar 6°C .

Dalam penelitian ini, terdapat kesamaan dengan studi sebelumnya pada tabel 1.1 yang membahas penggunaan *thermoelectric generator* (TEG) untuk mengubah energi panas menjadi energi listrik melalui efek *seebeck*. Yang membedakan penelitian ini dari studi sebelumnya adalah penekanan pada studi kasus perubahan

energi panas yang berasal dari knalpot sepeda motor matic *Honda Beat Street* 110 cc dan metode yang digunakan melibatkan penggunaan tiga TEG yang dirangkai seri, serta penggunaan media penyimpan daya dalam bentuk *power bank* 500 mAH. Dengan demikian, penelitian ini berupaya untuk mengoptimalkan pemanfaatan energi panas yang terbuang sia-sia dari knalpot motor untuk menghasilkan daya listrik yang berguna. Selain itu, *power bank* ini bisa digunakan untuk hal urgensi.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang masalah tersebut, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun pemanen energi menggunakan *thermoelectric generator* dengan memanfaatkan panas pada knalpot motor untuk pengisian *power bank*?
2. Bagaimana kinerja rancang bangun pemanen energi menggunakan *thermoelectric generator* dengan memanfaatkan panas pada knalpot motor untuk pengisian *power bank*?

1.4 Tujuan

1. Merancang dan mengimplementasikan pemanen energi menggunakan *thermoelectric generator* dengan memanfaatkan panas pada knalpot motor untuk pengisian *power bank*.
2. Melakukan analisis rancang bangun pemanen energi menggunakan *thermoelectric generator* dengan memanfaatkan panas pada knalpot motor untuk pengisian *power bank*.

1.5 Manfaat Penelitian

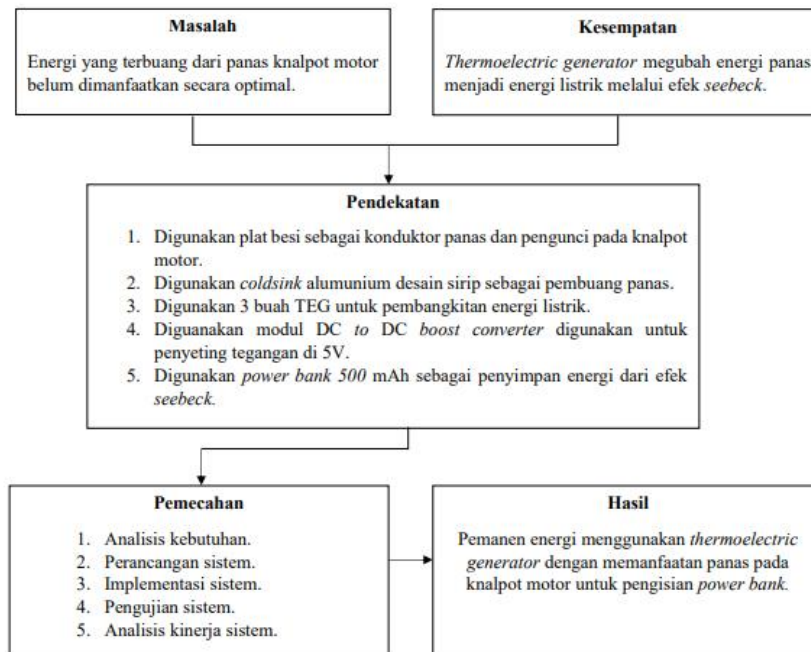
1. Manfaat akademis yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah memperkaya khazanah bidang ilmu pengetahuan di bidang pembangkit tenaga listrik terutama yang bertopik tentang *energy harvesting*.
2. Manfaat praktis yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah *thermoelectric generator* (TEG) digunakan sebagai kontribusi terhadap pemanfaatan energi yang terbuang sia sia dengan pemanfaatan dari panas knalpot motor.

1.6 Batasan Masalah

1. Digunakan 1 motor *Honda Beat Street* 110 cc sebagai implementasi alat pemanen energi.
2. Digunakan 3 buah *thermoelectric generator* (TEG) SP1848 27145 SA di susun seri sebagai media konversi energi panas secara langsung.
3. Digunakan klem besi pipa ukuran 2 cm x 2cm dengan jari-jari 2cm dengan ketebalan 1 mm untuk pengunci pada knalpot motor.
4. Digunakan pelat besi ukuran 6 cm x 7,5 cm tebal 2mm sebagai konduktor panas pada TEG dan pengunci pada knalpot motor.
5. Digunakan *coldsink* ukuran 9 cm x 10 cm sebagai sisi pendingin dengan model sirip pada TEG.
6. DC to DC *boost converter* 1,5v to 5v sebagai penyeting tegangan *output* 5volt untuk pengisian *power bank*.
7. Digunakan 1 buah *power bank* 500 mAh sebagai media penyimpanan energi listrik.
8. Digunakan *digital* volt ampere meter tegangan dan arus DC.
9. Digunakan Multimeter untuk mengukur tegangan dan arus DC.
10. Digunakan *digital display temperature with probe sensor thermometer* untuk mengukur suhu.
11. Berfokus pada pengumpulan data berupa nilai arus, dan tegangan yang mampu dihasilkan oleh *thermoelectric generator*.
12. Data yang digunakan untuk analisis adalah data arus dan tegangan DC.

1.7 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir yaitu berisi alur pemikiran yang memuat uraian sistematis tentang hasil perumusan masalah penelitian yang diperkirakan dapat diselesaikan melalui pendekatan yang dibutuhkan untuk “Rancang Bangun Pemanen Energi Menggunakan *Thermoelectric Generator* Dengan Memanfaatkan Panas Pada Knalpot Motor Untuk Pengisian *Power Bank*”. Secara umum, kerangka berpikir penelitian ini dapat dijelaskan pada Gambar 1.1



Gambar 1. 1 Kerangka berpikir

1.8 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini memiliki sistematika penulisan, berikut penjabarannya:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini meliputi latar belakang, peneliti terdahulu, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, kerangka berpikir dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Pada bab ini menjelaskan tentang hal-hal pokok sebelum melakukan penelitian, sehingga diperlukan pemahaman teori yang berhubungan dan menunjang dalam penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan metode dan tahapan-tahapan yang berisi diagram alir serta proses untuk penyelesaian masalah ketika melakukan penelitian.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPELENTASI

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. Pengujian dilakukan pada berbagai waktu seperti pagi, siang, sore, dan malam. Selain itu, pengujian juga dilakukan dalam keadaan motor bergerak dan diam dengan mesin menyala, analisis tegangan keluaran alat pemanen energi, analisis koefisien *seebeck* dan efisiensi *thermoelectric generator*, dan analisis pengisian daya *power bank* 500 mAh 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 selanjutnya.

