

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan masyarakat tidak akan terlepas dari energi untuk memenuhi kehidupan sehari-hari. Penggunaan energi di Indonesia sendiri didominasi oleh minyak, gas, dan batubara. Dalam jangka panjang, penggunaan sumber energi fosil pada pembangkit listrik konvensional akan berdampak bagi sistem kelistrikan Indonesia (Tharo, dkk, 2019). Permintaan listrik terus mengalami pertumbuhan yang lebih tinggi daripada sumber energi lainnya. Sehingga pada tahun 2050, diperkirakan permintaan listrik akan mencapai 2.214 TWh (skenario *Business as Usual*/BaU), 1.918 TWh (skenario Pembangunan Berkelanjutan/PB) dan 1.626 TWh (skenario Rendah Karbon/RK). Jumlah ini naik hampir 9 kali lipat dari permintaan listrik pada tahun 2018, yang mencapai 254,6 TWh. Rata-rata pertumbuhan permintaan listrik pada ketiga skenario tersebut adalah 7,0% (BaU), 6,5% (PB) dan 6,0% (RK) per tahun selama periode 2018-2050 (Suharyati, dkk, 2019).

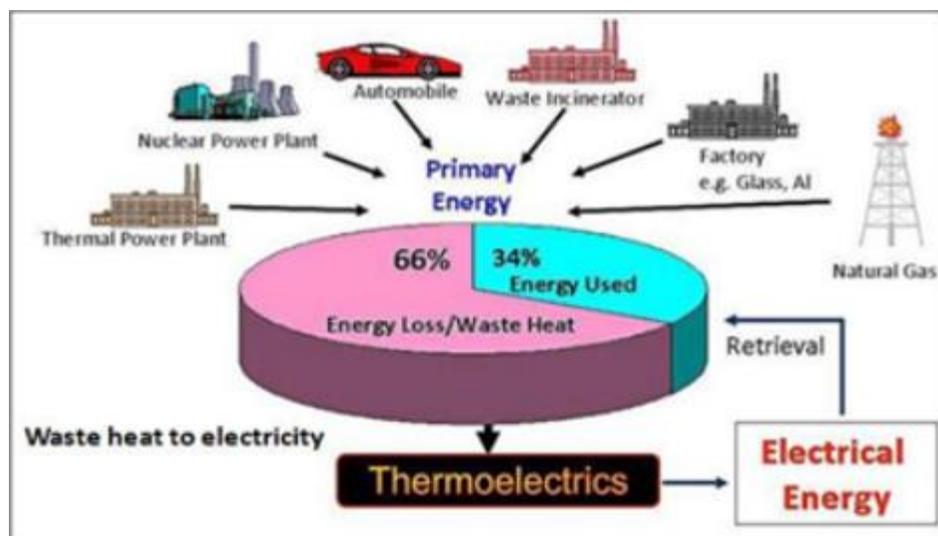
Saat ini, salah satu cara yang diusulkan untuk mengatasi krisis energi adalah dengan memanfaatkan Energi Baru Terbarukan (EBT). Sebagian besar EBT mampu dimanfaatkan untuk pembangkit listrik dan sisanya mampu dimanfaatkan untuk transportasi, industri dan juga untuk kebutuhan komersil. Macam-macam EBT itu sendiri tersedia dalam bentuk energi panas bumi, air, surya, angin, biomassa, sampah, biodiesel dan bioetanol (Suharyati, dkk, 2019). Para ilmuwan mulai meningkatkan

produksi energi listrik berbasis sumber energi ramah lingkungan untuk mengurangi permasalahan krisis energi (Jaziri, dkk, 2020). Kehadiran energi listrik sangat penting dalam kehidupan sehari-hari dan berbagai kegiatan lainnya. Sumber energi alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan listrik adalah energi panas (Simamora, 2020). Energi panas bumi adalah salah satu energi panas EBT yang telah umum digunakan dari panas yang dihasilkan oleh inti bumi (Adistia, dkk, 2020). Adapun energi panas selain energi panas bumi antara lain berasal dari sinar matahari dan benda-benda yang melepaskan panas, seperti setrika, panas pembakaran dapur industri dan knalpot kendaraan bermotor (Khalid, dkk, 2016).

Penggunaan energi panas yang mudah dijumpai dan belum dimanfaatkan dengan baik terdapat pada kendaraan bermotor. Meningkatnya penggunaan sepeda motor maka semakin banyak juga energi panas yang belum mampu dimanfaatkan dari hasil sumber energi fosil yang digunakan (Farissy, 2018). Polusi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor merupakan hasil sisa pembakaran dalam bentuk gas buang, yang mengandung energi panas (Wardoyo, 2016). Hasil pembakaran menurut Farissy (2018) ketika aliran energi mesin terjadi karena pembakaran sumber energi fosil dan udara, sekitar 25% energi digunakan untuk operasi kendaraan, 5% untuk menggerakkan aksesoris atau peralatan tambahan, 25% digunakan untuk pendinginan, 5% hilang karena gesekan dan 40% energi akhirnya dikeluarkan melalui knalpot dalam bentuk gas buang. Dengan menggunakan teknologi termoelektrik, knalpot kendaraan bermotor yang mengeluarkan gas buang dan menghasilkan energi panas dapat dikonversi menjadi energi listrik, sehingga gas buang yang dikeluarkan mampu dimanfaatkan

dengan baik. Teknologi termoelektrik telah banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang, termasuk biomedis, militer, dan satelit luar angkasa (Cekdin, dkk, 2020).

Termoelektrik merupakan teknologi yang dapat mengubah perbedaan suhu menjadi energi listrik atau sebaliknya. Teknologi ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan teknik konversi energi konvensional, antara lain tidak memerlukan komponen mekanik, tahan lama, lebih minimalis dan tidak menghasilkan emisi berbahaya selama operasinya, sehingga menjadikannya teknologi yang lebih ramah lingkungan (Zhang dan Zhao, 2015). Teknik konversi termoelektrik merupakan salah satu opsi teknologi *waste-heat recovery* yang bermanfaat untuk mengoptimalkan pemakaian suatu sumber energi utama. **Gambar 1.1** menunjukkan bahwa hanya sekitar 34% energi pembakaran sumber energi fosil yang dikonversikan sebagai pembangkit daya, sementara sebagian besar sisanya terbuang sebagai panas (Akbar, 2020).



Gambar 1.1. Pemanfaatan panas terbuang menjadi energi listrik
(Sumber: Akbar, 2020)

Thermoelectric generator (TEG) merupakan penerapan termoelektrik untuk menghasilkan energi listrik dari energi panas. TEG yang dapat dioperasikan secara bersandingan dengan pembangkit-pembangkit daya pada **Gambar 1.1**, mampu menghasilkan energi listrik dengan memanfaatkan panas yang terbuang. Sehingga energi panas yang dihasilkan dari pembakaran sumber energi fosil dapat dikonversikan menjadi energi listrik secara efisien (Lekbir, dkk, 2019).

Penelitian mengenai TEG yang memanfaatkan energi panas sebagai sumber penghasil listrik telah banyak dikemukakan. Pada penelitian Farissy (2018) dengan 12 modul TEG SP1848 yang dihubungkan secara seri dan diberi panas knalpot motor serta *heat exchanger*, mampu menghasilkan perbedaan suhu dan tegangan listrik masing-masing 37,8°C dan 2,95 V ketika tanpa menggunakan kipas, 34,7°C dan 2,49 V ketika menggunakan kipas. Penelitian tersebut mampu menghasilkan tegangan listrik yang lebih besar karena penyusunan modul yang disusun secara seri dan berjumlah 12 buah sehingga memiliki nilai tegangan listrik 12 kali lebih besar seperti rangkaian penghasil tegangan listrik lainnya yang apabila disusun secara seri maka tegangannya merupakan akumulasi dari setiap penghasil tegangan listrik dan arus listrik yang dihasilkan merupakan sama dengan nilai arus masuk. Penelitian tersebut masih menggunakan jumlah modul yang terlalu banyak sehingga keefektifan dalam pemasangan TEG pada knalpot motor masih belum baik, selain itu penggunaan kipas sebagai penurun suhu yang mampu membantu memindahkan kalor secara konveksi paksa tidak mampu menahan perubahan yang lebih lama. Pada penelitian tersebut pun variasi kipas masih memiliki tegangan listrik yang lebih kecil dibanding dengan variasi tanpa kipas. Sama

halnya dengan penelitian Syafriyuddin, dkk (2021) yang menggunakan 10 buah modul TEG SP1848 dengan diberi panas knalpot motor, tetapi keluaran tegangan listrik TEG ini dihubungkan juga dengan *Voltage Booster* XL36008 yang mampu memberikan peningkatan tegangan listrik hingga 12 V. Pemasangan *Voltage Booster* yang dihubungkan pada TEG mampu memberikan keefektifan tegangan listrik yang menjadi lebih stabil, tetapi penggunaan modul yang terlalu banyak masih menjadi kendala karena penempatan modul yang harus menggunakan sumber panas berupa knalpot motor membuat tidak efisien di kendaraan bermotor. Hanya menggunakan *heatsink* sebagai pemberi dingin juga membuat kalor yang berpindah dari knalpot motor masih sulit terurai ketika menyentuh modul bagian sisi dingin. Sedangkan penelitian lain seperti Nasution (2021) yang menggunakan tiga buah lilin sebagai sumber panas, lalu kalor yang diberikan mengalir secara konduksi dengan menyentuh plat aluminium. Mampu memberikan perbedaan suhu yang diterima TEG dengan nilai 12°C dan tegangan listrik 3,70 V. Hal tersebut sudah memberikan tegangan listrik yang besar tetapi untuk daya yang dihasilkan yaitu 0,04107 W. Perpindahan kalor yang cepat akibat sumber panas dari api lilin yang memiliki suhu tinggi tidak mampu mengalirkan arus listrik yang begitu besar pada TEG, aliran elektron yang dihasilkan pada TEG merupakan hasil pengaruh dari perbedaan suhu yang terjadi pada sisi yang menyerap kalor dan yang melepas kalor, sehingga besar kecilnya listrik yang dihasilkan dipengaruhi oleh perbedaan suhu. Adapun penelitian Rodif (2020) yang telah melakukan penelitian dengan memberikan satu buah modul pada panas knalpot motor dan hasil keluarannya dihubungkan dengan *Voltage Booster* mampu menghasilkan

perbedaan suhu, tegangan dan daya listrik terbesar masing-masing $68,7^{\circ}\text{C}$, $3,66\text{ V}$ dan $0,8\text{ W}$. Pengujian tersebut sudah menghasilkan keluaran yang optimal, namun pemberian es batu sebagai sumber dingin belum efisien karena efek perpindahan panas secara konduksi dari knalpot motor juga memberikan perpindahan panas tanpa perantara yang dinamakan radiasi. Sehingga es batu yang berada pada TEG tersebut lebih mudah mengalami perbedaan suhu yang menyebabkan perubahan wujud dari benda padat ke cair dan suhu berubah menjadi besar lebih cepat ketika sudah mencair.

Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan TEG dengan dua buah modul tipe TEG SP1848 yang diberi masukan berupa panas knalpot motor dan mendapat pengaruh dingin dari *heatsink*, kipas dan modul TEC1-12706 untuk menghasilkan perbedaan suhu yang lebih besar. Sedangkan untuk keluaran berupa tegangan listrik ditingkatkan dengan menggunakan *Voltage Booster 0,9 to 5 V* dan *Voltage Booster MT3608* agar menghasilkan keluaran berupa tegangan listrik yang lebih besar, stabil dan memberi daya listrik yang lebih efisien.

1.2. Identifikasi Masalah

Masalah-masalah yang dapat dikemukakan sehubungan dengan latar belakang yang sudah diuraikan sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Kebutuhan energi sebagai sumber penghasil listrik sudah mengalami krisis.
2. EBT menjadi solusi dari krisis energi.
3. Banyak energi panas yang tidak tergunakan salah satunya pada knalpot kendaraan bermotor.
4. TEG belum maksimal menghasilkan energi listrik agar tergunakan.

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka penelitian ini menggunakan modul tipe TEG SP1848 dengan jumlah yang minimalis untuk menghasilkan tegangan listrik yang maksimal sebagai TEG. Knalpot motor sebagai sumber panas serta *heatsink*, kipas dan modul *cooler* sebagai sumber dingin menjadi penghasil suhu agar memiliki perbedaan suhu yang besar. *Voltage Booster* berjumlah dua buah menjadi peningkat dan penstabil keluaran listrik agar menghasilkan nilai yang maksimal.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran identifikasi masalah di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh suhu panas knalpot motor terhadap TEG?
2. Bagaimana nilai daya listrik dari TEG yang diberi *Voltage Booster*, suhu panas knalpot motor serta suhu dingin *heatsink*, kipas dan modul *cooler*?

1.5. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas dapat dirumuskan tujuan dari penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh suhu panas knalpot motor terhadap TEG.
2. Mengetahui nilai daya listrik dari TEG yang diberi *Voltage Booster*, suhu panas knalpot motor serta suhu dingin *heatsink*, kipas dan modul *cooler*.

1.6. Manfaat Penelitian

Perancangan TEG Tipe TEG SP1848 pada knalpot kendaraan bermotor akan bermanfaat pada hal-hal seperti berikut:

1. Dapat mengurangi energi panas yang tidak terpakai.
2. Dapat menghasilkan energi listrik dari EBT yang maksimal dan ramah lingkungan.