

Pemanfaatan Energi panas menggunakan Termoelektrik Generator dengan Variasi Peltier

A. A. Rokhim¹, Luluk Endahwati¹, S.Sutiyono¹

¹ Department of Mechanical Engineering, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

Email: surname@abc.ac.id

ABSTRAK

Energi listrik merupakan kebutuhan dasar dalam mendorong segala jenis aktivitas kehidupan manusia, oleh karena itu energi listrik begitu sangat diperlukan keberadaannya bagi kehidupan baik untuk beraktivitas sehari-hari maupun untuk yang lainnya. Banyak teknologi yang ditawarkan sebagai alternatif pembangkit listrik seperti solar cell (dengan memanfaatkan panas matahari), PLTS (pembangkit listrik tenaga sampah) akan tetapi diperlukan biaya yang besar untuk mewujudkannya. Pengujian untuk mengetahui apakah generator termoelektrik dapat menghasilkan tegangan atau tidak. Generator termoelektrik adalah sebuah alat yang dapat digunakan sebagai pembangkit tegangan listrik dengan memanfaatkan konduktivitas atau daya hantar panas dari sebuah lempeng logam. Untuk mendapatkan panas tentunya diikuti dengan perpindahan panas sesuai teori termodinamika. Perpindahan panas dari suatu zat ke zat lain seringkali terjadi dalam industri proses. Hal ini dikarenakan energi fosil membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat diperbarui. Maka dari itu Penggunaan Pembangkit Listrik Berbasis Termoelektrik Generator (TEG), dengan Variasi Peltier pada Kulkas diharapkan dapat membantu masyarakat dalam pemanfaatan energi panas yang dihasilkan oleh kulkas, sebagai suplai energi listrik yang efisien dan ramah lingkungan.

Keywords Energi, Termoelektrik Generator, Listrik

INTRODUCTION

Energi listrik merupakan kebutuhan dasar dalam mendorong segala jenis aktivitas kehidupan manusia, oleh karena itu energi listrik begitu sangat diperlukan keberadaannya bagi kehidupan baik untuk beraktivitas sehari-hari maupun untuk yang lainnya. Banyak teknologi yang ditawarkan sebagai alternatif pembangkit listrik seperti solar cell (dengan memanfaatkan panas matahari), PLTS (pembangkit listrik tenaga sampah) akan tetapi diperlukan biaya yang besar untuk mewujudkannya. Pemanfaatan energi alternatif lainnya yang efisien serta ramah lingkungan yang kami tawarkan salah satunya adalah dengan mengembangkan teknologi thermoelectric generator dengan menggunakan peltier pada kulkas sebagai wadah atau media untuk memusatkan energi panas agar mampu memanaskan kolektor. Selama ini, beberapa penggunaan alat elektronik digunakan selama 24 jam seperti halnya alat pendingin atau kulkas. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh I Made Rasta tahun 2009 bahwa nilai energi berupa panas yang dapat dimanfaatkan pendingin tersebut dengan penambahan adalah sebesar 1,508 kJ/detik dengan suhu 47,5°C [1]. Output yang dihasilkan oleh termoelektrik bergantung pada perbedaan suhu yang terjadi pada kedua heatsink yaitu heatsink panas dan heatsink 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 Kelvin dan maksimal 0,181 Kelvin [2]. Gagasan ini diajukan untuk mengetahui perolehan listrik dengan pemanfaatan teknologi menggunakan peltier pada kulkas.

METHOD

Selama ini, penggunaan mesin penyimpanan makanan (kulkas) dijalankan selama 24 jam penuh. Panas yang dihasilkan pada bagian belakang kulkas yaitu pada bagian peltier dapat dimanfaatkan panas yang dihasilkan sebagai alternatif pembangkit listrik berbasis Termoelektrik Generator (TEG) yang efisien dan ramah lingkungan.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah generator termoelektrik dapat menghasilkan tegangan atau tidak. Maka yang perlu dilakukan diantaranya :

- Meletakkan generator termoelektrik pada peltier kulkas.
- Menghubungkan generator termoelektrik dengan amperemeter
- Jika pada amperemeter terbaca ada arus, maka dilanjutkan dengan mengukur tegangan menggunakan voltmeter.
- Jika pada amperemeter tidak terbaca adanya arus listrik, maka perlu dilakukan perbaikan pada rancangan termoelektrik generator.

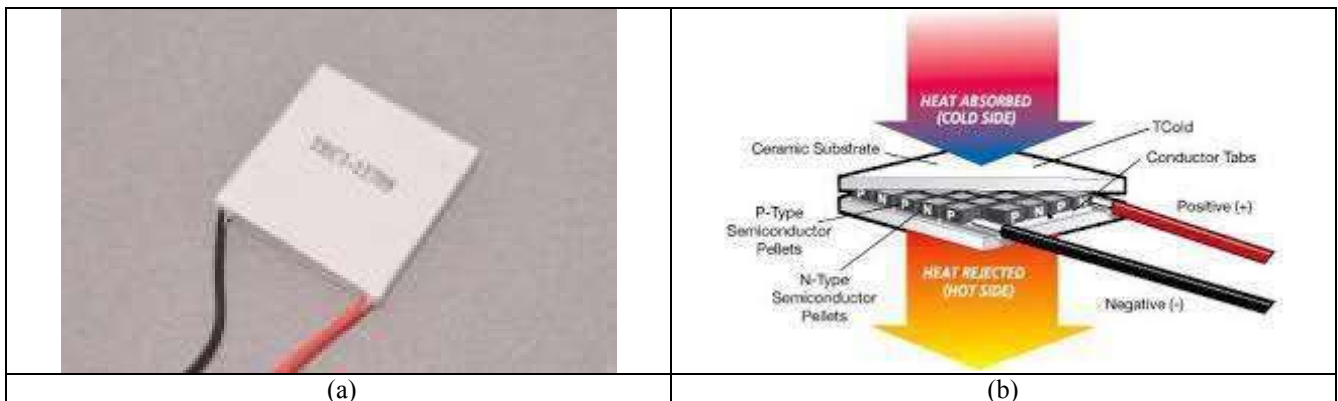
DISCUSSION

Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari “proses alam yang berkelanjutan”. Sejarah energi terbarukan dikenal pada tahun 1970-an. Sebagai upaya untuk membuat suatu inovasi agar energi tidak cepat habis dan untuk membantu mengimbangi pengembangan energi berbahan bakar nuklir dan fosil. Pengertian paling umum energi terbarukan adalah sumber energi yang dapat dengan cepat di perbarui kembali secara alami, dan prosesnya berkelanjutan. Dengan pengertian ini maka bahan bakar nuklir dan fosil tidak termasuk didalamnya [3].

Seiring berkembangnya teknologi kebutuhan akan energi listrik terus mengalami peningkatan, sebagian besar sumber energi yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik yaitu energi fosil seperti gas, minyak bumi, dan batubara. Penggunaan energi fosil secara terus menerus akan menyebabkan pesediaan energi tersebut semakin berkurang, hal ini dikarenakan energi fosil membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat diperbarui. Selain itu, penggunaan energi fosil sebagai sumber energi pembangkit listrik seringkali menimbulkan permasalahan seperti pencemaran udara. Berkembangnya pengetahuan mengenai penggunaan energi alternatif yang aman serta ramah lingkungan dapat dijadikan salah satu solusi untuk mengurangi penggunaan sumber energi fosil. Konsumsi listrik di Indonesia terus mengalami peningkatan. Pada 2015 konsumsinya baru 910 kilowatt jam (kWh) per kapita. Kemudian meningkat menjadi 1.084 kWh/kapita pada 2019[3]. Seperti yang kita ketahui harga listrik di Indonesia adalah 1.352 per kWh. Hal ini tentunya akan lebih efisien apabila pasokan listrik disuplai dari alternatif teknologi yang diajukan. Perlu diingat pula bahwa yang dimaksud dengan efisiensi energi adalah, suatu keadaan dimana dengan jumlah energi yang cukup, kita bisa melakukan pekerjaan dengan nyaman, tanpa hambatan, dan hasilnya tetap optimal.

Keramik peltier atau yang lebih umum dikenal dengan pelat Peltier adalah pelat berbahan dasar keramik dengan ciri yang sangat unik. Peltier adalah modul termoelektrik, biasanya terbungkus dalam keramik tipis yang mengandung batang telluride bismut. Ketika 12 volt hingga 15 volt DC disuplai, satu sisi akan menjadi panas dan sisi lainnya akan menjadi dingin. Elemen Peltier ini biasanya berbentuk pelat tipis, paling umum 40 mm x 40 mm, tebal 3 mm, dengan dua garis merah dan hitam[4]. Peltier memiliki 2 bagian yang berbeda yaitu :

- Sisi Dingin (Heat Absorbed) digunakan untuk menyerap panas (heat), jadi bagian ini adalah plat dingin.
- Sisi Panas (Heat Released) digunakan untuk melepaskan panas (heat), jadi bagian ini merupakan hot plate.



Gambar 1. (a) Peltier dan (b) Susunan Peltier

Fenomena termoelektrik pertama kali ditemukan tahun 1821 oleh ilmuwan Jerman, Thomas Johann Seebeck. Pada penemuannya, jika ada dua bahan yang berbeda yang kemudian kedua ujungnya disambungkan satu sama lain maka akan terjadi dua sambungan dalam satu loop. Jika terjadi perbedaan temperatur di antara kedua sambungan ini, maka akan terjadi arus listrik [5]. Efek Seebeck dirumuskan dalam persamaan :

$$E = \alpha (T_1 - T_0)$$

Dimana :

E = Tegangan(Volt)

α = Koefisien Seebeck

T₀ = Temperatur Cold junction atau sambungan dingin (K)

T₁ = Temperatur Hot junction atau sambungan panas (K)

Menurut Seebeck bahwa sebuah voltase timbul dalam sirkuit dua material yang tidak sama jika kedua simpangan ini dijaga pada temperatur yang berbeda [6]. Elemen thermo elektrik dapat menimbulkan perbedaan suhu antara kedua sisinya jika dialiri arus listrik searah pada kedua kutub material semi konduktor. Elemen peltier merupakan bagian terpenting dari generator termoelektrik, kedua sisi yang terbuat dari keramik memiliki fungsi sebagai sisi panas dan sisi dingin yang kemudian menghasilkan arus positif dan negatif. Jika nilai tegangan (V) dan arus (I) telah didapatkan, besar daya peltier dapat dihitung dengan persamaan :

$$P = I \times V$$

Efisiensi dalam penggunaan thermoelektrik generator dapat dihitung dengan :

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{I \times V}{Q} \times 100\%$$

Keterangan :

- P : daya (Watt)
- I : Arus (Ampere)
- V : Tegangan (Volt)
- Q : Panas (Joule)

Pada tahun 1834 seorang fisikawan bernama Jean Charle Athanase Peltier, menyelidiki kembali eksperimen dari efek Seebeck. Peltier menemukan kebalikan dari fenomena Seebeck yaitu ketika arus listrik mengalir pada suatu rangkaian dari material logam yang berbeda terjadi penyerapan panas pada sambungan kedua logam tersebut dan pelepasan panas pada sambungan yang lainnya [7]. Pelepasan dan penyerapan panas bersesuaian dengan arah arus listrik pada logam. Hal ini dikenal dengan efek Peltier:

$$QC \text{ atau } QH = (\phi A B I) = (\phi A - \phi B) \times I$$

Dimana :

- QC atau QH = aliran panas (J)
- $\phi A - \phi B$ = koefisien Peltier
- I = arus (A)

Generator termoelektrik adalah sebuah alat yang dapat digunakan sebagai pembangkit tegangan listrik dengan memanfaatkan konduktivitas atau daya hantar panas dari sebuah lempeng logam. Untuk mendapatkan panas tentunya diikuti dengan perpindahan panas sesuai teori termodinamika. Perpindahan panas dari suatu zat ke zat lain seringkali terjadi dalam industri proses. Pada kebanyakan pengerjaan, diperlukan pemasukan atau pengeluaran panas untuk mencapai dan mempertahankan keadaan yang dibutuhkan sewaktu proses berlangsung. Perpindahan panas dapat didefinisikan sebagai perpindahan energi akibat adanya perbedaan temperatur pada suatu permukaan dengan lingkungan sekitarnya. Perpindahan panas terjadi dengan tiga cara, yaitu : konduksi, konveksi, dan radiasi[8].

Untuk jenis perpindahan panas yang ada pada alternatif teknologi pembangkit listrik menggunakan thermoelektrik generator dengan variasi peltier kulkas adalah perpindahan panas secara konduksi. Dasar hukum perpindahan panas, Hukum Fourier.

$$q_k = kA \left(-\frac{dT}{dx} \right)$$

Keterangan :

- q_k = Laju perpindahan panas (KJ/det, W)
- k = Konduktifitas termal (W/m°C)
- A = Luas Penampang (m²)
- dT = Perbedaan temperatur (°C, °F)
- dx = Perbedaan Jarak (m)

Perpindahan panas (Heat Transfer) merupakan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan temperatur di antara benda atau material. Energi yang berpindah dinamakan kalor atau panas. Pada sistem pendingin thermoelectric peristiwa perpindahan panas terjadi di dalam ruangan pendingin atau pada saat alat di uji. Perpindahan panas yang terjadi di dalam ruangan tersebut dinamakan dengan perpindahan panas konveksi.

Apabila suatu benda dapat berhubungan (kontak) dengan fluida yang berbeda suhunya, akan terjadi perpindahan panas secara Konveksi, dari benda bersuhu rendah ke fluida bersuhu tinggi atau sebaliknya. Udara dingin yang dihasilkan thermoelectric akan berpindah ke ruangan atau ada aliran fluida yaitu udara yang bergerak dari thermoelectric ke ruangan. Untuk menghitung laju perpindahan panas konveksi dirumuskan sebagai berikut.

$$q = h \cdot A \cdot \Delta T$$

Dimana :

- q = Daya keluaran (Watt)
- h = Koefisien transfer panas konveksi (W/m²K)
- A = Luar permukaan (m²)
- ΔT = Selisih temperatur

Pada dasarnya generator termoelektrik terdiri dari tiga komponen dasar menurut [3] yaitu :

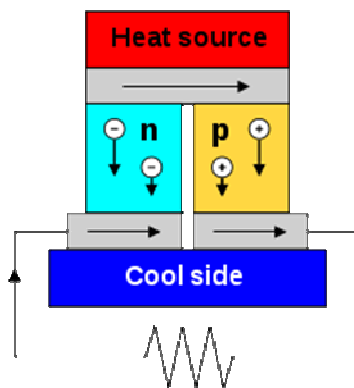
- Struktur penompang , yaitu tempat dimana komponen termoelektrik diletakkan, sebagaimana peneliti meletakkan di dalam aliran gas buang dan beberapa dengan hanya memanfaatkan panas dinding saluran gas buang untuk menghindari adanya back pressure aliran gas buang.
- Komponen termoelektrik yang tergantung pada jangkaun suhu, material termoelektrik yang dapat digunakan dapat berupa bahan silicon ghermanium, lead telluride, dan bismuth telluride.
- Sistem disipasi panas, yang mengatur transmisi panas melalui modul termoelektrik.

Prinsip kerja termoelektrik adalah pada perbedaan suhu antara kedua sisi termoelektrik sebut saja sisi dingin dan sisi panas. Termoelektrik sebagai generator listrik perbedaan suhu antara kedua sisi semakin besar maka luaran yang dihasilkan semakin besar. Karena termolektrik terbuat dari logam pasti kedua sisinya saling berpengaruh. Usaha lain perlu dilakukan agar perbedaan suhu semakin besar yaitu dengan menjaga sisi dingin supaya suhunya tidak berubah terlalu signifikan [9].

Selama ini, penggunaan mesin penyimpanan makanan (kulkas) dijalankan selama 24 jam penuh. Panas yang dihasilkan pada bagian belakang kulkas yaitu pada bagian peltier dapat dimanfaatkan panas yang dihasilkan sebagai alternatif pembangkit listrik berbasis Thermoelektrik Generator (TEG) yang efisien dan ramah lingkungan.

Penggunaan energi tersebut dimaksudkan sebagai bentuk upaya manusia untuk dapat mempertahankan keberadaannya dan mampu meningkatkan kesejahteraan. Energi terbarukan merupakan proses yang secara terus menerus dan secara berkelanjutan dapat terus diproduksi tanpa harus menunggu waktu jutaan tahun layaknya energi berbasis non terbarukan. EBT merupakan energi alternatif yang dapat dimanfaatkan oleh manusia di zaman modern ini sebagai pengganti dari energi fosil yang sifatnya tidak dapat diperbaharui dan tak terbarukan. Pemahaman EBT menurut Undang-Undang No 30 Tahun 2007 dapat diklasifikasikan menjadi 2 bagian, yaitu “Energi baru” yang berasal dari sumber energi baru yaitu jenis-jenis energi yang pada saat ini belum dipergunakan secara massal oleh manusia dan masih dalam tahap pengembangan teknologi. Sedangkan, “Energi terbarukan” merupakan energi yang berasal dari sumber energi terbarukan yang ketersediaan sumbernya bisa digunakan kembali setelah sumber itu digunakan atau dihabiskan. Pihak terkait tentang potensi pembangkit listrik EBT oleh diperlukan dukungan oleh PLN yang dapat dilakukan melalui penunjukan langsung oleh PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN) apabila sistem tenaga listrik setempat sedang dalam kondisi krisis atau kondisi darurat, seperti : darurat penyediaan listrik setempat, excess power, penambahan kapasitas pembangkit. Selain itu, untuk produksi produk secara komersial diperlukan pihak-pihak yang dapat mendukung proses packaging dengan baik serta pemasaran produk.

Potensi Pembangkit Listrik Berbasis Thermoelektrik Generator (TEG), dengan Variasi Peltier pada Kulkas dilaksanakan dengan metode seedback.



Gambar 2. Skema Generator Termoelektrik

Pada tahap ini peneliti menggunakan beberapa prosedur untuk membuat rancangan generator termoelektrik. Generator termoelektrik dibuat dengan skema seperti pada gambar. Modul termoelektrik Peltier umumnya dibungkus oleh keramik tipis yang berisikan batang-batang Bismuth Telluride di dalamnya. Gambar di atas adalah skema kerja sederhana dari modul termoelektrik. Sesuai dengan efek Seebeck bahwa perbedaan temperatur antara penghantar akan menghasilkan arus listrik. Jika kedua konduktor dibiarkan mencapai kesetimbangan termodinamika, proses ini akan menghasilkan panas yang didistribusikan secara merata sepanjang konduktor tersebut.

Cara kerja termoelektrik generator :

Suatu elemen Termoelektrik generator memiliki dua sisi dimana satu sisi bertindak sebagai bagian panas dan sisi lainnya bertindak sebagai bagian dingin. Berikut cara kerja element termoelektrik generator :

- Teknologi termoelektrik bekerja dengan mengonversikan energi panas menjadi energi listrik secara langsung (generator termoelektrik), atau sebaliknya. Untuk menghasilkan listrik, material termoelektrik cukup diletakkan sedemikian rupa dalam rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin. Dari rangkaian itu akan dihasilkan sejumlah listrik sesuai dengan jenis bahan yang dipakai.

- Kerja pendingin termoelektrik pun tidak jauh berbeda. Jika material termoelektrik dialiri listrik, panas yang ada di sekitarnya akan terserap [3].

Secara umum, material-material yang digunakan pada generator termoelektrik adalah Silicon Germanium, Lead Telluride dan Bismuth Telluride Alloys. Spesifikasi modul termoelektrik TEC1 12706 yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah :

- Ukuran sisi 40 mm x 40 mm dengan tebal 3,8 mm.
- Perbedaan temperature sisi panas dan dingin maksimal 66°C.
- Arus listrik yang mengalir maksimal 6 A.
- Tegangan listrik yang diperbolehkan maksimal 14,4 V.
- Material keramik insulator yang dipergunakan adalah Alumina.
- • Temperatur maksimal dalam penggunaannya sebesar 138 °C [10].

CONCLUSION

Seiring berkembangnya teknologi kebutuhan akan energi listrik terus mengalami peningkatan, sebagian besar sumber energi yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik yaitu energi fosil seperti gas, minyak bumi, dan batubara, hal ini dikarenakan energi fosil membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat diperbarui. Maka dari itu Penggunaan Pembangkit Listrik Berbasis Termoelektrik Generator (TEG), dengan Variasi Peltier pada Kulkas diharapkan dapat membantu masyarakat dalam pemanfaatan energi panas yang dihasilkan oleh kulkas, sebagai suplai energi listrik yang efisien dan ramah lingkungan.

REFERENCES

- [1] I Made Rasta, "Pemanfaatan Energi Panas Terbuang pada Kondensor AC Sentral Jenis Water Chiller untuk Pemanas Air Hemat Energi," *J. Ilm. Tek. Mesin CakraM*, vol. 3, no. 2, hal. 114–120, 2009.
- [2] Ginanjar, A. Hiendro, dan D. Suryadi, "Perancangan dan Pengujian Sistem Pembangkit Listrik Berbasis Termoelektrik dengan Menggunakan Kompor Surya sebagai Media Pemasat Panas," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 2, no. 1, 2019, [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/okta/article/view/38>
- [3] Ninla Elmawati Falabiba et al., "Prototipe Pembangkit Listrik Termoelektrik Generator Menggunakan Penghantar Panas Alumunium, Kuningan dan Seng," *Pap. Knowl. . Towar. a Media Hist. Doc.*, vol. 5, no. 2, hal. 40–51, 2014.
- [4] D. Aditya Artha, "Perancangan Generator Thermoelectric Untuk Charger Smartphone Menggunakan Peltier," vol. 3, no. 1, hal. 288–297, 2022.
- [5] M. S. Pua, A. H. J. Ontowirjo, P. D. K. Manembu, J. T. Elektro, U. S. Ratulangimanado, dan J. K. Bahu, "Studi Perbandingan Kontrol PID dan Metode ON-OFF Pada Sistem Kotak Pendingin Menggunakan Thermoelectric," hal. 1–13, 2019.
- [6] Wardoyo, "Studi Karakteristik Pembangkit Listrik Termoelektrik Melalui Pemanfaatan Panas Knalpot Sepeda Motor Sport 150 cc.," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 3, no. 2, hal. 70–75, 2016, doi: 10.21009/jkem.3.2.3.
- [7] H. Haryanto, M. R. Makhsum, dan I. Saraswati, "Perancangan Modul Termoelektrik Generator Menggunakan Peltier," *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 11, no. 1, hal. 26, 2015, doi: 10.36055/tjst.v11i1.6970.
- [8] R., S. Anwar, dan S. P. Sari, "Generator Mini dengan Prinsip Termoelektrik dari Uap Panas Kondensor pada Sistem Pendingin," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 10, no. 4, hal. 180–185, 2014, doi: 10.17529/jre.v10i4.1108.
- [9] D. N. Huda, "Identifikasi Termoelektrik Generator sebagai Pembangkit Tenaga Listrik,"
- [10] *Pros. Semin. Nas. Sains 2020*, vol. 1, no. 1, hal. 6–13, 2020.
- [11] T. Maulana, T. Azuar Rizal, dan Nazaruddin, "Rancang Bangun dan Evaluasi Kinerja Kotak Pendingin Berbasis Termoelektrik," *JURUTERA - J. Umum Tek. Terap.*, vol. 8, no. 1, hal. 1–10, 2021, doi: 10.55377/jurutera.v8i01.4473.