

Pemanfaatan Panas Pada Kompor Gas Sebagai Energi Alternatif Menggunakan Generator Termoelektrik

Fatma Nuraida, Een Taryana, Naftalin Winanti

Program Studi Teknik Elektro
Universitas Jenderal Achmad Yani (UNJANI)
Jalan Terusan Jend. Sudirman PO.BOX 148 Cimahi 40531
Fatmanuraida01@gmail.com

Abstract

Nowadays the growth of the human race is highly increasing, therefore the need for electrical energy is increasing as well, while the existing of natural resources are going to run out. There are many new innovation to make alternative energy, one of which is thermoelectric generator. With the theory of the seebeck effect, this thermoelectric generator can make use of the heat energy of an electric stove. This study aims to determine the working principle of thermoelectric generators, to design and analyze power plants using thermoelectric generators. This research used 2 pieces of TEC1-12706 termoelektrik, stove as a source of heat energy, ice gel pac as a cooler. Conducting heat from the stove to the termoelektrik uses an iron plate and zinc as a cold conductor. The results showed maximum heat from the stove was 100°C and the lowest temperature in the ice gel pack was 4°C and the maximum current of the circuit using 2 termoelektriks arranged in series was 19,90mA, and the maximum voltage generated was 3,12V. From this result Cn be concluded, thermoelectric can produce electricity with its temperature difference.

Keywords: *Effect Seebeck, Temperature Difference, Thermoelectric*

Abstrak

Pada saat ini pertumbuhan manusia semakin meningkat maka kebutuhan energi listrik pun semakin bertambah, sedangkan sumber daya alam yang ada pada perut bumi sebagai salah satu sumber energi utama pada pembangkit listrik semakin berkurang. Dengan kondisi tersebut, saat ini banyak inovasi-inovasi baru untuk membuat energi alternatif, salah satunya ialah generator termoelektrik. Prinsip teori efek *seebeck* pada generator termoelektrik ini dapat digunakan untuk mengubah energi panas menjadi energi listrik. Prinsip konversi energi pada termoelektrik itulah yang dimanfaatkan pada penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prinsip kerja dari generator termoelektrik, merancang dan menganalisis pembangkit listrik dengan menggunakan generator termoelektrik menggunakan tipe TEC1-12706 sebanyak 2 buah. Sumber panas yang digunakan adalah kompor dan *ice gel pack* sebagai pendingin. Penghantar panas dari kompor ke termoelektrik menggunakan plat besi dan seng sebagai penghantar dingin. Dari penelitian ini, panas maksimal dari kompor ialah 100°C, dan suhu terendah pada *ice gel pack* ialah 4°C. Arus maksimal yang dihasilkan dari rangkaian dengan menggunakan 2 buah termoelektrik yang dirangkai seri sebesar 19,90mA, dan tegangan maksimal yang dihasilkan 3,12V. Dari hasil ini dapat disimpulkan, Termoelektrik dapat menghasilkan listrik dengan adanya perbedaan temperatur.

Kata kunci: Efek Seebeck, Perbedaan Temperatur, Termoelektrik.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik saat ini semakin meningkat, sumber daya alam yang ada pada bumi semakin lama akan semakin habis. Sedangkan bahan bakar untuk memproduksi sumber energi listrik berasal dari energi yang dihasilkan dari fosil seperti batu bara dan bahan bakar minyak lainnya. Diperkirakan pada tahun 2020 mendatang kebutuhan energi bertambah sekitar 40% [1]. Seiring dengan perkembangan zaman banyak inovasi-inovasi teknologi yang menghasilkan energi baru dan terbarukan untuk mengurangi

dampak terjadinya penyusutan sumber daya alam dan pemanasan global. Termoelektrik adalah salah satu solusi dari masalah masalah tersebut.

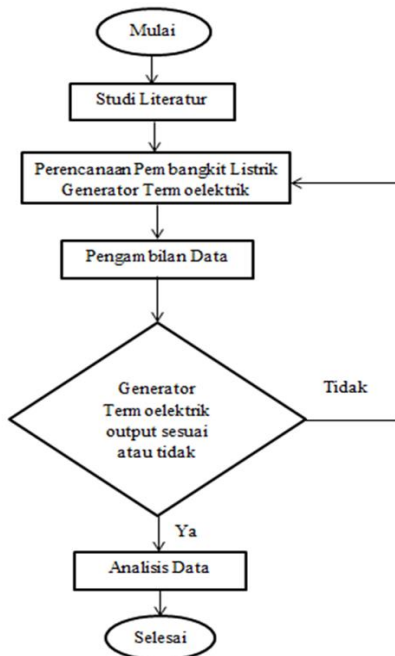
Pada saat ini karena keterbatasan minyak tanah masyarakat beralih ke gas *Liquified Petroleum gas* (LPG), penggunaan gas LPG saat ini sudah sangat umum, selain pada rumah tangga para pedagang kaki lima pun sudah menggunakan gas LPG. Penggunaan gas LPG ini dinilai lebih hemat dan mengurangi emisi udara. Banyak penelitian yang diarahkan untuk memperbaiki sistem perpindahan kalor api pembakaran ke perabot masak dan juga

penelitian mengenai pemanfaatan sebagian panas yang terbuang dari pembakaran tersebut. Salah satunya dengan menggunakan teknologi Termoelektrik.

Teknologi Termoelektrik bekerja dengan mengkonversi energi panas dan dingin (perbedaan temperatur) menjadi energi listrik. Potensi energi listrik ini bisa dimanfaatkan oleh rumah tangga maupun Usaha Menengah Kecil (UKM) atau pedagang kaki lima untuk memberikan penerangan. Teknologi ini menjadi energi alternatif untuk masa mendatang karena mempunyai beberapa kelebihan yaitu dapat diandalkan keawetannya, tanpa suara saat dioperasikan karena tidak memiliki bagian mekanik yang bergerak, tidak membutuhkan pemeliharaan, sederhana, memiliki ukuran yang sangat kecil dan ringan, dan ramah lingkungan. Dengan memanfaatkan panas dari gas LPG, penulis mencoba membuat pembangkit listrik dengan menggunakan Generator Termoelektrik.

II. METODE

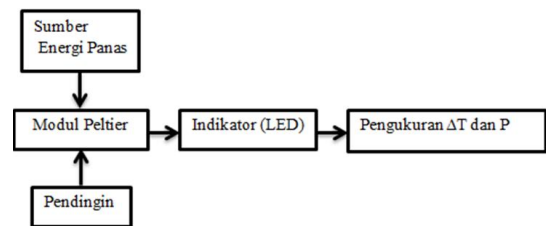
A. Perancangan Sistem



Gambar 1. Diagram Alir Penulisan

Berdasarkan Gambar 1 untuk memulai pembuatan alat yaitu di mulai dengan studi literatur untuk mencari referensi mengenai teori Generator Termoelektrik dan aplikasinya sebagai sumber energi alternatif. Kemudian dilanjutkan dengan menentukan desain, komponen, dan bahan untuk

perancangan pembangkit listrik Generator Termoelektrik. Setelah dilakukannya perancangan alat tersebut, dilanjutkan dengan pengukuran tegangan pada Generator Termoelektrik. Jika pada pengujian alat tersebut tidak terdapat tegangan atau tegangan yang dihasilkan tidak sesuai, maka dilakukan perencanaan kembali pada desain, komponen dan bahan pada alat tersebut. Dan jika pada saat pengujian tersebut terdapat tegangan, maka selanjutnya dilakukan pengumpulan data dan melakukan analisa yang bertujuan untuk mengetahui daya maksimal pada selisih temperatur.



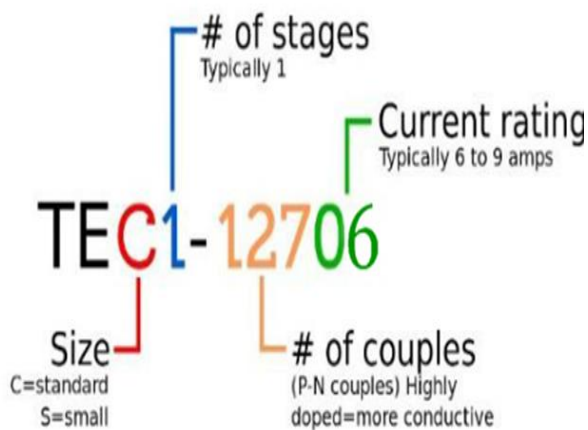
Gambar 2. Diagram Blok Sistem



Gambar 3. Desain Sistem dan peralatan

Gambar 2. Merupakan blok diagram sistem yang menjelaskan mekanisme sistem yang di buat. Untuk memulai sebuah sistem pembangkit listrik tenaga Termoelektrik pada penelitian ini, dimulai dengan menyalakan kompor terlebih dahulu sebagai sumber dari energi panasnya yang kemudian dibatasi oleh lempeng besi diantara Generator Termoelektrik dan kompor yang bertujuan sebagai perantara panas pada Generator Termoelektrik. Selanjutnya dilakukan pemasangan es batu sebagai pendingin, es batu yang digunakan ialah es batu yang menggunakan jelly dan dalam bentuk kemasan, es batu ini dipilih karena tidak banyak mengeluarkan air pada saat es batu mencair, disamping itu es batu jelly lebih tahan lama membeku di banding es batu menggunakan air biasa. Pendingin ini disekat oleh seng, seng dipilih karena mempunyai

konduktifitas yang baik dan harga yang terjangkau relatif murah. Setelah kompor dinyalakan dan pendingin dipasang akan terjadi kenaikan suhu pada satu sisi Generator Termoelektrik dan terjadi penurunan suhu pada sisi lainnya. Selanjutnya temperatur panas dan dingin akan di proses oleh Generator Termoelektrik dengan teori efek *Seebeck*, dari perbedaan temperatur ini generator tersebut menghasilkan tegangan. Untuk mengetahui keluaran arus dari generator ini penulis menggunakan LED sebagai indikatornya. Setelah itu melakukan perhitungan ΔT dan daya output. Peralatan yang digunakan, desain alat dan peletakkan termoelektrik ditunjukkan pada Gambar 4. Pada gambar, desain dari kompor gas dibuat sedemikian rupa sehingga termoelektrik



Gambar 4. Kode Pada Termoelektrik

dan alat ukur bisa berada di dalam kompor. Panah biru menunjukkan posisi heatsink sisi panas dan dingin. Panah Putih menunjukkan posisi diletakkannya termoelektrik.

B. Modul Termoelektrik TEC1-12706

Pada penelitian ini modul yang digunakan ialah modul seri TEC1-12706. Seri ini yang paling banyak digunakan untuk kehidupan sehari-hari misalnya, pada pendingin kulkas atau pendingin pada CPU. Tulisan pada modul termoelektrik menunjukkan spesifikasi, Gambar 4 menunjukkan cara pembacaan pada tulisan di modul termoelektrik.

Artinya jika modul termoelektrik yang digunakan seri TEC1-12706 mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- a) Ukuran = 40 x 40 x 3,9 mm

- b) Imaksimal = 6A
- c) $V_{maksimal}$ = 15,4V
- d) Q_c maksimal = 62,2W
- e) $T_{maksimal}$ = 69°C
- f) Suhu maksimal = 180°C
- g) Suhu minimal = -50°C

C. Ice Gel Pack



Gambar 5. Produk Ice Gel Pack

Ice Gel adalah gel beku untuk menjaga makanan atau minuman tetap dingin, tempera tur paling rendah pada saat beku mencapai 3°C. *Ice gel* disebut juga sebagai es kering, disebut es kering karena jika es didalamnya mencair pada bagian luarnya tidak mengeluarkan banyak air, tidak seperti es batu berisikan air. Biasanya *Ice gel pack* digunakan untuk pendingin ASI. Namun kali ini penulis menggunakan *Ice gel pack* sebagai pendingin agar bisa terjadi perbedaan suhu pada Generator Termoelektrik. *Ice gel* mempunyai beberapa kelebihan diantaranya dapat digunakan secara berulang, pada saat mencair tidak banyak mengeluarkan air, kemasannya aman tidak membuat bocor atau meleleh. *Ice Gel Pack* berukuran 17 cm x 13 cm, berat 500gr. Gambar 5 menunjukkan gambar *Ice gel pack* yang digunakan pada penelitian ini.

III. HASIL DAN DISKUSI

Setelah melakukan percobaan dan mendapatkan data yang dibutuhkan, maka selanjutnya adalah memproses data tersebut dan kemudian di analisa. Dalam proses pengambilan data, data yang di ambil ialah arus, tegangan, suhu panas, dan suhu dingin yang dihasilkan oleh Generator

TABEL 2. DATA HASIL PENGUJIAN MENGGUNAKAN PENDINGIN

No	Waktu	Tegangan (V)	Arus (mA)	Temperatur (°C)		ΔT (°C)	Kondisi lampu LED
				Dingin	Panas		
1	1 menit	2,48	0,05	4	45	41	Redup
2	2 menit	2,60	0,72	4	45	41	Redup
3	3 menit	2,72	2,97	5	50	45	Redup
4	4 menit	2,76	3,93	5	60	55	Terang
5	5 menit	2,78	4,28	6	70	64	Terang
6	6 menit	2,88	6,64	6	70	64	Terang
7	7 menit	2,93	8,13	6	75	69	Terang
8	8 menit	2,96	8,89	7	75	68	Terang
9	9 menit	2,98	9,42	7	80	73	Sangat terang
10	10 menit	3,05	10,55	8	80	72	Sangat terang

TABEL 1. DATA HASIL PENGUJIAN TIDAK MENGGUNAKAN PENDINGIN

No	Waktu	Tegangan (V)	Arus (mA)	Temperatur (°C)		ΔT (°C)	Kondisi lampu LED
				Dingin	Panas		
1	1 menit	0,69	0	23	45	22	Tidak menyala
2	2 menit	0,82	0	25	50	25	Tidak menyala
3	3 menit	0,97	0	25	60	45	Tidak menyala
4	4 menit	1,2	0	27	65	43	Tidak menyala
5	5 menit	1,34	0	30	65	35	Tidak menyala
6	6 menit	1,37	0	30	65	35	Tidak menyala
7	7 menit	1,39	0	34	70	36	Tidak menyala
8	8 menit	1,25	0	35	70	35	Tidak menyala
9	9 menit	1,1	0	40	75	35	Tidak menyala
10	10 menit	0	0	40	80	40	Tidak menyala

Termoelektrik yang dirangkai secara seri menggunakan 2 termoelektrik.

A. Pengujian Sistem

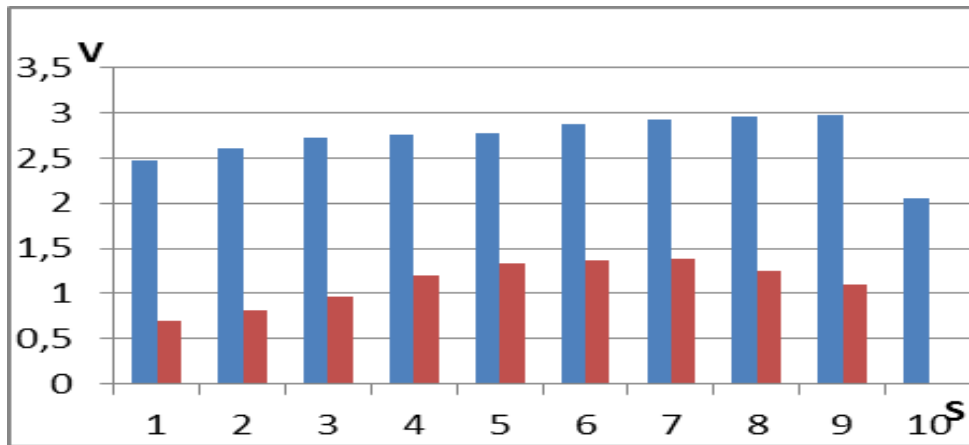
Pengujian dilakukan pada dua kondisi. Kondisi pertama adalah ketika sistem tidak menggunakan pendingin tambahan, hanya menggunakan udara sekitar sebagai pendingin, dan kondisi kedua adalah ketika sistem menggunakan pendingin tambahan berupa *ice gelpack*.

Data hasil pengujian kondisi pertama, tanpa menggunakan pendingin tambahan tertera pada TABEL 1. Dari data pengujian tersebut, nilai pengukuran suhu pada sisi panas mulai dari 45oC sampai dengan 80oC dan pada sisi dingin mulai

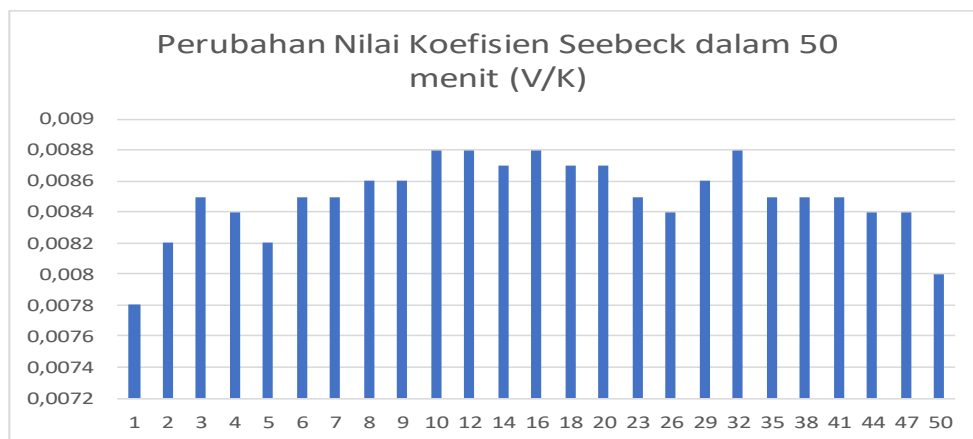
dari 23°C sampai dengan 40°C di menit ke 10. Untuk perbedaan suhu di pada kedua sisi adalah 22°C sampai 40°C. Pada kondisi ini, tidak ada nilai arus yang terukur. Untuk nilai tegangan yang terukur adalah sebesar 0,69 V sampai 1 V.

Dengan kondisi tersebut, LED yang terhubung pada sistem sebagai beban, tidak menyala.

Pada kondisi kedua seperti yang ditunjukkan pada TABEL 2, saat sistem diberi pendingin tambahan, pada sisi panas suhu tidak banyak berubah dari pengukuran pada kondisi pertama. Untuk pengukuran pada sisi dingin, didapat nilai suhu mulai dari 4oC sampai dengan 8oC. Dengan



Gambar 6. Perbandingan Tegangan Output Sistem Tanpa Pendingin dan Sistem Dengan pendingin



Gambar 7. Perubahan Nilai Koefisien Seebeck pada Sistem dengan Pendingin

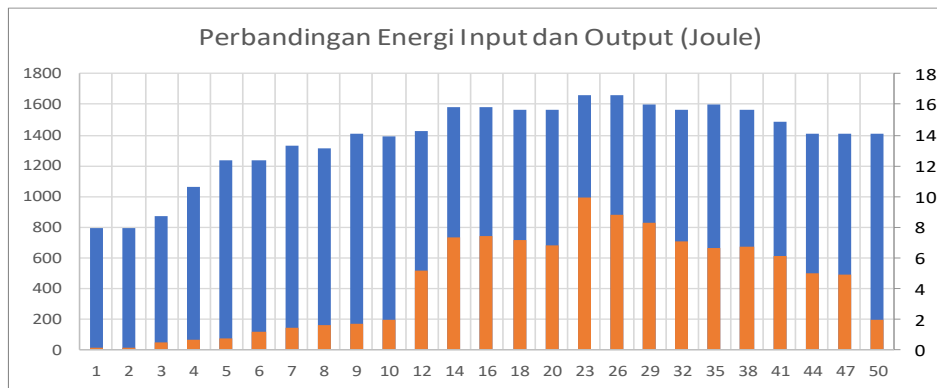
adanya perubahan nilai suhu pada sisi dingin, maka terjadi perubahan juga pada perbedaan suhu kedua sisi termoelektrik mulai dari 41°C sampai 72°C. Pada kondisi kedua ini pula, output arus mulai terbaca dari 0,05mA hingga 10,55mA dalam 10 menit dan terjadi perubahan nilai pada tegangan, mulai dari 2,48V hingga 3,05V dan lampu LED dapat menyala dengan terang. Pada kondisi dua, dengan menggunakan pendingin tambahan, data pengujian di teruskan hingga 50menit. Nilai tegangan dan arus tertinggi, terukur Pada menit ke-16 dan pada menit ke 50 terjadi penurunan nilai daya output yang dihasilkan oleh termoelektrik yang digunakan pada sistem ini.

B. Hasil Perbandingan Menggunakan Pendingin Tambahan dan Tidak Menggunakan Pendingin Tambahan.

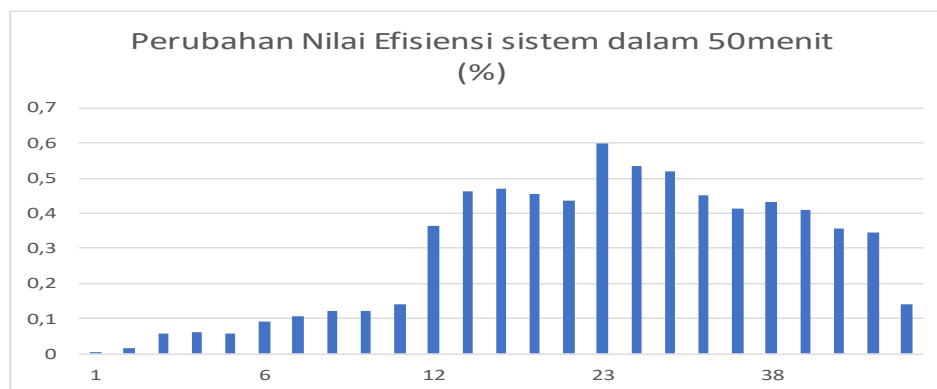
Perbandingan hasil yang sangat terlihat dari pengukuran dengan kedua kondisi yang dilakukan adalah adanya perubahan nilai arus sangat. Pada

pengujian ini yang tidak menggunakan pendingin tambahan tidak keluar arus dari menit pertama hingga menit ke-10. Kenaikan tegangannya pun tidak signifikan. Namun pada pengujian menggunakan pendingin tambahan hasil yang diperoleh sangat signifikan dan nilai tegangan lebih tinggi dari pada tidak menggunakan pendingin tambahan. Pada menit pertama perbedaan nilai tegangan sebesar 1,79V. Lalu pada menit ke-10 perbedaan tegangan mencapai 3,05V. Dari hasil pengujian ini didapatkan bahwa penggunaan Generator Termoelektrik lebih baik menggunakan pendingin tambahan dibandingkan hanya menggunakan suhu ruangan. Jika hanya menggunakan suhu ruangan disarankan menggunakan *Heat sink* agar suhu panas tidak mengalir pada sisi dingin Termoelektrik.

Gambar 6. Menunjukkan grafik perubahan nilai tegangan Ketika sistem tidak menggunakan pendingin tambahan dan Ketika sistem menggunakan pendingin tambahan ice gelpack dalam satu menit. Grafik berwarna biru menunjukkan nilai tegangan pada sistem dengan



Gambar 8. Perbandingan besar Energi Input dan Energi Output Pada Sistem dengan Pendingin Tambahan



Gambar 9. Perubahan Nilai Efisiensi Sistem dengan Pendingin Tambahan

tambahan pendingin sedangkan grafik berwarna merah menunjukkan nilai tegangan pada sistem tanpa tambahan pendingin. Perbedaan tegangan rata-rata kedua kondisi tersebut adalah sebesar 1,8V.

C. Perhitungan Koefisien Seebeck dengan Menggunakan 2 Termoelektrik dan Pendingin Tambahan

Efek Seebeck merupakan efek yang terjadi bila terjadi perbedaan temperatur antara dua titik pada konduktor atau semikonduktor yang menghasilkan perbedaan tegangan pada kedua titik tersebut dan Efek seebeck inilah yang terjadi pada termoelektrik. Dengan adanya efek seebeck yang terjadi, maka dapat dilihat nilai dari kenaikan tegangan termoelektrik pada setiap unit perbedaan temperatur di kedua ujungnya, yang disebut dengan koefisien seebeck. Koefisien seebeck dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1).

$$\alpha = \frac{\Delta V}{\Delta T} \quad (1)$$

Parameter yang menentukan dari nilai koefisien seebeck adalah perubahan tegangan dan perubahan arus yang terjadi. Nilai dari koefisien seebeck penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7, pada grafik tersebut dapat dilihat perubahan nilai koefisien seebeck sistem dalam 50 menit pengambilan data. Nilai terbesar berada pada pengambilan data di menit ke 16, dimana pada kondisi tersebut, nilai tegangan dan arus pada posisi maksimal atau paling besar.

Selain koefisien seebeck, hal lain yang perlu di analisa dan menjadi pertimbangan adalah nilai efisiensi sistem . Perhitungan efisiensi pada sistem dilakukan dengan menggunakan 2 termoelektrik yang dihubungkan seri dan menggunakan pendingin tambahan. Perhitungan efisiensi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2).

$$E\% = \frac{P_{out} (Watt)}{Q_{in} (Watt)} \times 100\% \quad (2)$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (3)$$

$$m = V \times \rho \quad (4)$$

Perhitungan efisiensi dilakukan dengan membandingkan energi yang digunakan pada

termoelektrik dan energi listrik yang dihasilkan oleh termoelektrik.

kalor yang digunakan pada perhitungan adalah masa jenis tembaga sebagai penghantar panas pada heatsink termoelektrik sebesar $390\text{J/kg}^\circ\text{C}$. Untuk massa termoelektrik yang digunakan, dihitung dengan persamaan (4) dengan volume termoelektrik sebesar $4 \times 4 \times 0,4\text{cm}$ dan massa jenis sebesar $7,5\text{gr/cm}^3$.

Pada Gambar 8, ditunjukkan perbandingan antara energi input dan energi output pada sistem selama 50menit. Untuk grafik berwarna biru menunjukkan Energi output sistem dengan nilai energi di sebelah kiri dan grafik berwarna kuning menunjukkan energi input dengan nilai energi di sebelah kanan. Dari grafik dapat dilihat bahwa

perbedaan energi input dan output rata-rata adalah sebesar 400joule.

Gambar 9 menunjukkan grafik efisiensi sistem dalam 50menit. Efisiensi terbesar terdapat pada pengambilan data menit ke 23, dengan nilai sebesar 06,% dan untuk nilai efisiensi rata-rata sistem adalah 0,4%.

Pada perhitungan diatas menunjukkan bahwa efisiensi dengan menggunakan dua termoelektrik yang dihubungkan secara seri ialah 0,4 %. Hasil yang di peroleh menunjukkan perlu diadakannya evaluasi pada desain kompor agar panas yang dihasilkan oleh kompor terpakai secara maksimal

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap Generator Termoelektrik. Berikut adalah hasil kesimpulan yang diambil, yaitu :

- 1) Dengan menggunakan 2 termoelektrik dengan tipe TEC1-12706 yang dihubung seri menghasilkan tegangan maksimal 3,12V dan arus 19,90mA pada perbedaan temperatur 82°C .
- 2) Pendinginan secara alami atau menggunakan temperatur udara sekitar sangat tidak cocok untuk generator termoelektrik. Perlu adanya pendingin tambahan agar keluaran dari tegangan dan arus tetap tinggi.
- 3) Generator Termoelektrik cocok untuk energi alternatif namun masih sekala kecil (mikro).
- 4) Nilai Rata – rata Koefisien *Seebeck* sebesar $0,0085\text{ V/K}$.

Energi input yang dibandingkan adalah berupa perbandingan suhu dari kompor dan ice gelpack yang dihitung dengan persamaan (3). Masa jenis

Efisiensi pada Termoelektrik yang dihubung seri dengan tipe TEC1-12706 ialah sebesar 0,4 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sukur, Edi. 2004. Melirik Teknologi Termoelektrik sebagai Sumber Energi Alternatif. <http://www.energi.lipi.go.id>
- [2] Mega Dinda Larasati. 2018. Energi Alternatif: Pengertian, Jenis, dan Dampak. <https://foresteract.com/energi-alternatif/>
- [3] Shanti, Hasto, Bachtera, “Generator Termoelektrik untuk Pengisian Aki”, Vol.13, no.2, 2017.
- [4] M. Abrar, “Studi Karakterisasi Modul Generator The rmoelektrik Tipe SP184827145SA”, Tugas Akhir, Fisika-FMIPA, ITS-Surabaya, 2016.
- [5] N. Putra, R.A. Koestoer, M. Adhitya, Ardian Roekettino, dan Bayu Trianto, “Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik Untuk Kendaraan Hibrid”, Depok 16424, Indonesia, 2009
- [6] Putra, Nandy. “Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik Untuk Kendaraan Hibrid”. Vol. 13, no. 2, 2009.
- [7] Culp, Archie, W., 1984, *Principles of Energy Conversion*. Diterjemahkan oleh Darwin Sitompul dan Khusnul Hadi dengan judul Prinsip-prinsip Konversi Energi. Jakarta, Erlangga.
- [8] Muammar, Mahdi, Mansyur, “Pemanfaatan Energi Panas Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Berskala Kecil Dengan Menggunakan Termoelektrik”. Vol. 1, no.3,2016.
- [9] Klara, Sherly dan Sutrisno, “Pemanfaatan Panas Gas Buang Mesin Diesel Sebagai Energi Listrik”. Vol. 14, no.1, 2016.
- [10] Anonim. 2019. Macam – macam Jenis Plat dan Kegunaannya. <https://kpssteel.com/blog/jenis-besi-plat-dan-kegunaannya/>
- [11] Anonim. 2016. Kelebihan dan Kekurangan Atap Seng Galvalum. <http://littlecottageshop.over-blog.com/2016/10/kelebihan-kekurangan-atap-seng-galvalume.html>

