

# **RANCANG BANGUN DAN KARAKTERISTIK GENERATOR TERMOELEKTRIK DENGAN MENGGUNAKAN ENERGI PANAS SINAR MATAHARI**

Khilyatul Khoiriyah\*, Mustaqimah, Aji Sukma Famuja Al Maliin, Mukhammad Taufik Maaulana, dan  
Naufal Izzul Kamal

*SMA Negeri 3 Demak, Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Provinsi Jawa Tengah, Jl. Sultan  
Tremgono No. 81 Kalikondang Demak 59517, Indonesia*

*\* E-mail: khilyah@gmail.com*

*hp: +62-895363586032*

## **ABSTRAK**

Seiring dengan bertambah majunya pengetahuan dan teknologi, setiap orang pasti membutuhkan listrik untuk melakukan kegiatan sehari-hari. Sumber energi listrik yang sudah ada sangatlah terbatas. Berbagai usaha dilakukan untuk menemukan sumber energi listrik baru. Salah satunya adalah dengan generator termoelektrik. Generator termoelektrik merupakan pembangkit energi listrik dengan kapasitas mikro yang memanfaatkan energi panas. Pada penelitian ini, generator termoelektrik dirancang dan dibuat dengan menggunakan 4 modul Peltier TEC1-12706 dengan aluminium sebagai penerima panas dan heatsink sebagai media pendingin. Sumber panas yang digunakan adalah energi panas sinar matahari yang difokuskan melalui suryakanta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik serta unjuk kerja generator termoelektrik sebagai pembangkit energi listrik. Metode penelitian dilakukan secara eksperimen. Analisis data dilakukan secara manual dengan menggunakan perhitungan matematis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat ini bisa menghasilkan arus listrik sebesar 0,22  $\mu\text{A}$  dan tegangan listrik sebesar 12 mV. Berdasarkan hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa generator termoelektrik dapat menghasilkan listrik berkapasitas kecil dengan memanfaatkan energi panas sinar matahari.

**Kata Kunci:** Energi Panas Sinar Matahari; Generator Termoelektrik; Perbedaan Suhu;

## **ABSTRACT**

As knowledge and technology increase, everyone will need electricity to carry out daily activities. Existing electrical energy sources are very limited. Various attempts were made to find new sources of electrical energy. One of them is a thermoelectric generator. Thermoelectric generators are micro-electric power plants that utilize heat energy. In this study, a thermoelectric generator was designed and made using 4 Peltier TEC1-12706 modules with aluminum as a heat receiver and heatsink as a cooling medium. The heat source used is the heat energy of sunlight that is focused through a magnifying glass. This study aims to determine the characteristics and performance of thermoelectric generators as electrical energy generators. The research method was carried out experimentally. Data analysis is done manually by using mathematical calculations. The results of the study show that this tool can produce an electric current of 0.22  $\mu\text{A}$  and an electric voltage of 10 mV. Based on these results, it can be concluded that thermoelectric generators can produce small-capacity electricity by utilizing the heat energy of sunlight.

**Keywords:** Sunlight Heat Energy; Thermoelectric Generator; Temperature Difference;

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Energi listrik merupakan energi yang paling penting bagi kehidupan manusia. Energi ini tersimpan dalam arus listrik dengan satuan ampere (A) dan tegangan listrik dengan satuan volt (V). Di zaman modern seperti ini, manusia banyak menciptakan sumber energi listrik alternatif dengan memanfaatkan kondisi alam.

Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis dengan penyinaran matahari sepanjang tahun. Potensi energi matahari di Indonesia adalah 4,8 KWh/m<sup>2</sup> atau setara dengan 112.000 GWp[ 1]. Selain bersih dan ramah lingkungan, energi matahari tidak terbatas jumlahnya. Dengan adanya kondisi tersebut, maka timbul gagasan untuk membuat energi alternatif sederhana dengan memanfaatkan energi panas matahari.

Pemanfaatan panas sinar matahari yang jumlahnya tidak terbatas dan juga melimpah ini sangat menarik, karena tidak perlu menggunakan bahan bakar sebagai sumber energi. Pemanfaatan panas matahari ini juga tidak memberikan hasil gas rumah kaca dan juga limbah ataupun racun yang berlebihan.

Dalam pertemuan forum *International Renewable Energy Agency* (IRENA), di Hotel St. Regis, Abu Dhabi, tahun 2017, diperoleh gambaran bahwa negara-negara maju saat ini mulai meninggalkan energi fosil yang dinilai kotor dan mulai mengembangkan energi terbarukan yang ramah lingkungan. Negara-negara maju dan berkembang makin giat mengurangi ketergantungannya kepada energi fosil.

Berdasarkan pada realita dan fakta yang ada, penelitian ini dilakukan untuk membuat dan menciptakan alat penghasil energi listrik terbarukan secara sederhana. Alat itu adalah generator termoelektrik. Generator termoelektrik merupakan alat yang bisa mengkonversi energi panas menjadi energi listrik secara langsung. Sumber panas yang digunakan pada penelitian ini adalah panas sinar matahari.

Pada penelitian ini, generator termoelektrik yang digunakan terdiri atas 4 modul peltier TEC-12706 yang disusun seri. Suryakanta dipasang di atas generator termoelektrik sebagai pemfokus sinar matahari. Panas sinar

matahari yang dihasilkan setelah melewati kaca pembesar akan dikonversi menjadi listrik.

### 1.2. Tinjauan Pustaka

#### 1.2.1. Generator Termoelektrik

Generator termoelektrik adalah suatu pembangkit listrik yang didasarkan pada efek Seebeck, yang pertama kali ditemukan pada tahun 1821 oleh Thomas Johann Seebeck. Aplikasi penggunaan generator termoelektrik dapat digunakan secara luas terutama pada pembangkit-pembangkit yang membutuhkan energi panas sebagai sumber energi utama yang nantinya akan dikonversikan menjadi energi listrik.

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<sup>0</sup>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<sup>0</sup>C

#### 1.2.2. Sistem Konversi Energi Panas

##### Termoelektrik

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 diperoleh, besar daya *peltier* dapat dihitung berdasarkan persamaan :

$$P = I \times V \dots\dots\dots (2)$$

dimana:  $P$  = Daya (watt)

$I$  = Arus (ampere)

$V$  = Tegangan (volt)

#### 1.2.3. Koefisien Seebeck

Efek termoelektrik merupakan peristiwa pengkonversian secara langsung dari energi

panas menjadi energi listrik atau sebaliknya karena adanya beda suhu pada material. Material generator termoelektrik terdiri dari semikonduktor tipe p dan n. Ketika material diberikan beda suhu maka elektron akan bergerak dari sisi bersuhu panas ke sisi bersuhu dingin. Perpindahan elektron ini menyebabkan terjadinya perbedaan tegangan yang dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$V = S \times \Delta T \quad \dots\dots\dots (3)$$

dimana :  $V =$  Tegangan (V)

$S =$  Koefisien Seebeck (V/K)

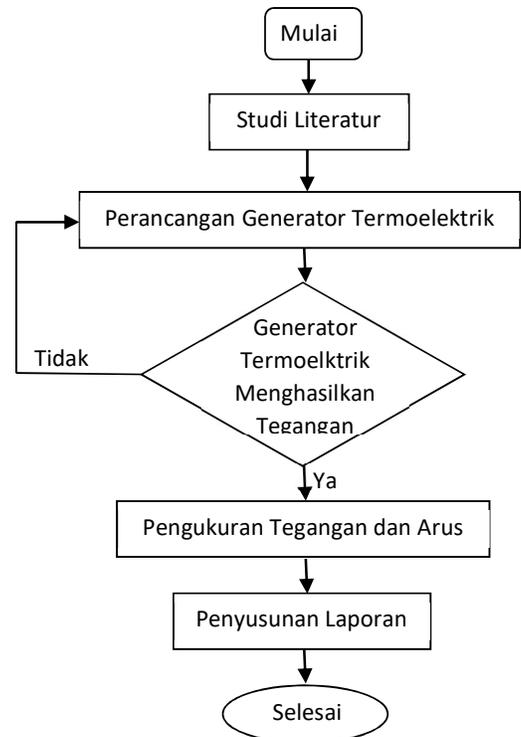
$\Delta T =$  perbedaan suhu antara suhu panas dengan dingin (K)

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Thermal pasta.
2. Suryakanta (5 buah).
3. Mur dan baut kecil (6 buah).
4. Mur dan baut besar (4 buah).
5. Bor.
6. Heatsink besar 30 (penghantar dingin).
7. Heatsink kecil 10 cm (penghantar panas).
8. Pipa aluminium 16 cm (4 buah).
9. Kaca datar 17x23 cm (2 buah).
10. Lemm dextone silicone sealant.
11. Lem fox.
12. Peltier TEC1-12706 (4 buah).
13. Stopkontak.
14. Meteran.
15. Papan.
16. Termometer.
17. Amperemeter.
18. Voltmeter.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

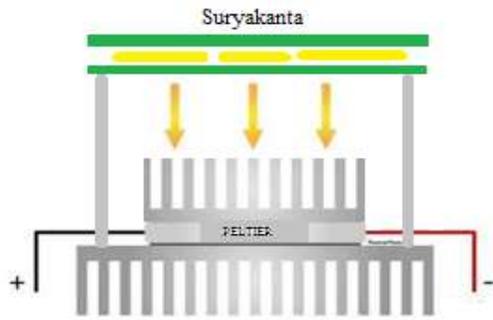
### 2.2. Metode

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen. Analisa data dilakukan secara kualitatif dengan perhitungan matematis sederhana. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Prosedur penelitian dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu: studi literatur, persiapan alat dan bahan, mendesain prototype generator termoelektrik, membuat prototype, pengujian alat, pengujian awal dan pengujian sistem ke beban untuk memperoleh hasil, dan penulisan laporan.

#### 2.2.1. Perancangan Generator Termoelektrik

Pada tahap ini peneliti menggunakan beberapa prosedur untuk membuat rancangan generator termoelektrik. Generator termoelektrik dibuat dengan model seperti skema yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Generator Termoelektrik

#### 2.2.1.1. Perancangan Kolektor Panas

Pada tahap ini peneliti merancang sebuah kolektor panas yang terbuat dari suryakanta. Suryakanta yang digunakan sebanyak lima buah. Agar proses penyerapan panas menjadi lebih maksimal, maka jatuhnya sinar radiasi matahari harus tepat di heatsink pemanas. Fungsi dari heatsink pemanas ini adalah untuk menyerap panas matahari.

#### 2.2.1.2. Pemasangan Peltier pada Heatsink

Heatsink yang digunakan berjumlah 2 buah dengan ukuran masing-masing 20 x 10 cm dan 30 x 10 cm. Jumlah peltier yang dipasangkan pada kedua heatsink adalah 4 modul. Bagian modul yang dipasangkan ke heatsink adalah bagian dingin dari modul termoelektrik yaitu bagian yang ditandai dengan sisi yang bertuliskan kode modul (dalam hal ini modul yang digunakan adalah TEC1-12706). Modul direkatkan dengan menggunakan thermal pasta yang berguna agar proses pemindahan panas dari modul ke heatsink menjadi lebih maksimal.

#### 2.2.1.3. Perangkaian Peltier secara Seri

Dalam penelitian ini, keempat peltier disambungkan dengan kabel secara seri. Jika dirangkai seri, maka prototipe akan menghasilkan tegangan yang bertambah namun arusnya tetap. Setelah tahap ini, generator termoelektrik siap untuk digunakan. Generator termoelektrik yang sudah jadi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Prototype Generator Termoelektrik



Gambar 4. Ilustrasi Pengujian Generator Termoelektrik

#### 2.2.2. Pengujian Generator Termoelektrik

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah generator termoelektrik bisa menghasilkan tegangan atau tidak. Ilustrasi pengujian dapat dilihat pada Gambar 4. Langkah yang dilakukan adalah:

- Meletakkan generator termoelektrik di tempat yang penuh paparan sinar matahari.
- 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 generator termoelektrik.

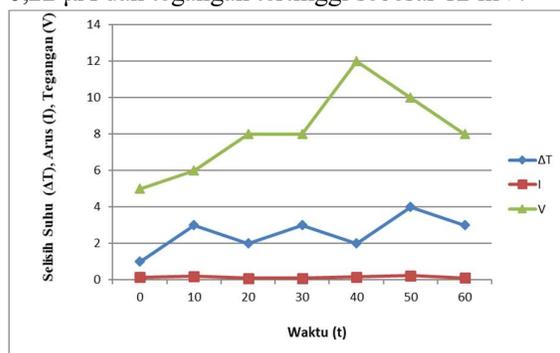
### 3. Hasil dan Pembahasan

Pengambilan data pada penelitian ini dicatat dalam Tabel 1. Pengamatan dilakukan dalam waktu penyinaran selama 1 jam (60 menit). Setiap 10 menit, data dicatat meliputi nilai suhu heatsink atas dan bawah, arus dan tegangan. Analisa data dilakukan secara manual dengan perhitungan matematis. Analisa data bersifat kualitatif.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian

Waktu (menit)	Suhu Heatsink Atas (°C)	Suhu Heatsink Bawah (°C)	Arus Listrik (μA)	Tegangan (mV)
0	37	36	0,13	5
10	43	40	0,19	6
20	41	39	0,08	8
30	42	39	0,08	8
40	42	40	0,16	12
50	44	40	0,22	10
60	43	41	0,10	8

Berdasarkan data pada Tabel 1, diperoleh koefisien Seebeck generator termoelektrik ini adalah 0,06 V/K. Nilai arus tertinggi sebesar 0,22 μA dan tegangan tertinggi sebesar 12 mV.



Gambar 5. Grafik Hubungan Waktu dengan Tegangan, Arus dan Selisih suhu

Pada pemanasan selama 30 menit, nilai tegangan cenderung naik dan turun pada menit ke-50 dan 60. Sedangkan arus yang dihasilkan

naik pada menit ke-10 dan kemudian turun pada menit ke-20 dan naik lagi pada menit ke-40. Posisi matahari sangat mempengaruhi hasil pengamatan ini. Seringkali suryakanta harus diatur posisinya supaya sinar matahari yang masuk bisa terfokus pada bagian tengah generator termoelektrik.

Gambar 5 merupakan grafik hubungan waktu dengan tegangan, arus dan selisih suhu. Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa pengaruh suhu pada heatsink panas dan dingin terhadap tegangan output adalah berbanding lurus. Semakin besar selisih suhu maka tegangannya akan semakin besar. Hal ini sesuai dengan teori efek Seebeck yang menyatakan bahwa besarnya tegangan yang dihasilkan sebanding dengan besarnya gradient selisih temperatur yang didapatkan.

Besaran arus yang dihasilkan, mengikuti besaran tegangan yang dihasilkan. Jika tegangan semakin besar maka arusnya akan semakin besar. Hanya saja nilai arus yang diperoleh pada penelitian ini sangat kecil, yaitu dalam skala mikro ampere. Hal ini mungkin disebabkan karena kurangnya tingkat presisi alat ukur yang digunakan. Dan heatsink bawah menjadi panas karena terinduksi panas dari tanah. Oleh karena itu, untuk mengatasi hal itu perlu ditambahkan pendingin pada heatsink bawah. Pendingin yang digunakan bisa berupa air.

### 4. Simpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Generator termoelektrik dapat mengkonversi energi panas matahari menjadi energi listrik.
2. Nilai tegangan dan arus yang dihasilkan sebesar 12 mV dan 22 μA
3. Generator termoelektrik sangat bergantung pada lamanya penyinaran cahaya matahari.
4. Semakin besar perbedaan suhu antara heatsink pemanas dan heatsink pendingin, maka tegangan listrik yang dihasilkan semakin besar.
5. Semakin besar tegangan yang dihasilkan maka arus listrik yang dihasilkan juga semakin besar.
6. Karena bisa menghasilkan energi listrik maka alat ini bisa menjadi alat unggulan untuk menjadi alternatif penghasil energi

listrik dalam skala mikro, terutama di wilayah yang belum memiliki instalasi listrik.

### **5. Ucapan Terima Kasih**

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya. Ucapan terima kasih penulis haturkan kepada kedua orang tua dan seluruh keluarga yang telah memberi limpahan kasih sayang dan perhatiannya. dukungan dan motivasi. Ucapan terima kasih juga penulis haturkan pada seluruh keluarga besar SMA N 3 Demak atas dukungan dan motivasinya.

### **6. Referensi**

- [1] Fay, James A. Golomb, Dan S. (2002). *Energy and Environment*. New York: Oxford University Press
- [2] Hamdi. (2016). *Energi Terbarukan*. Jakarta: Kencana
- [3] Khalid, Muammar, Mahdi Syukri, dan Mansur Gapy. (2016). *Pemanfaatan Energi Panas Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Berskala Kecil Dengan Menggunakan Termoelektrik*. Jurnal Online Teknik Elektro, Vol. 1, No. 3, hlm. 57-62.
- [4] Klara, Sherly dan Sutrisno. (2016). *Pemanfaatan Panas Gas Buang Mesin Diesel Sebagai Energi Listrik*. Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK) Volume 14, Nomor 1, Januari – Juni.
- [5] Nazir, Mohammad. (1988). *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- [6] Puspita, Shanti Candra, Hasto Sunarno, dan Bachtera Indarto. (2017). *Generator Termoelektrik untuk Pengisian Aki*. Jurnal Fisika dan Aplikasinya, Vol. 13, No. 2, hlm.84-87.
- [7] Rahardjo, Irawan dan Fitriana, Ira. (2005). *Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Indonesia*. FPMIPA UPI – JICA Bandung.
- [8] Ryanuargo, Syaiful Anwar, dan Sri Poernomo Sari (2013). *Generator Mini dengan Prinsip Termoelektrik dari Uap Panas Kondensor pada Sistem Pendingin*. Jurnal Rekayasa Elektrika, Vol. 10, No. 4, hlm. 180-185.
- [9] Siregar, Iskandar 2018. *Energi Terbarukan*. Jakarta: Lembaga Dakwah Islam Indonesia (LDII).