

Alternatif Pembangkit Energi Listrik Menggunakan Prinsip Termoelektrik Generator

Sandy Anggriawan Sasmita¹, Muhammad Taufiq Ramadhan¹, Mochamad Iqbal Kamal¹, Yohannes Dewanto¹

ABSTRACT: *Thermoelectric generator (TEG) has been used to produce electrical energy, the working principle of TEG, the temperature difference between two materials, will flow current, and produce a potential difference. This principle is known as the "Seebeck effect" which is a reverse phenomenon of the Peltier (Thermoelectric Cooling, TEC) effect. This research was conducted to determine the electrical energy capacity produced for 10 TEG modules in series. Testing is done by utilizing heat energy from asphalt, water flow and connected to 10 TEG modules. The test results show that the maximum voltage is 18Voltdc 0.49 Ampere.*

KEYWORDS: *Thermoelectric Generator, Peltier effect, Seebeck effect.*

ABSTRAK: Pembangkit listrik termoelektrik (Thermoelectric Generator, TEG) telah digunakan untuk menghasilkan energi listrik, prinsip kerja TEG, perbedaan temperatur antar dua material, akan mengalirkan arus, dan menghasilkan beda potensial. Prinsip ini dikenal dengan "efek Seebeck" yang merupakan fenomena kebalikan dari efek Peltier (Thermoelectric Cooling, TEC). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kapasitas energi listrik yang dihasilkan untuk 10 modul TEG secara seri. Pengujian dilakukan dengan memanfaatkan energi panas dari aspal, aliran air dan terhubung pada 10 modul TEG. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan maksimal 18Voltdc 0,49Ampere.

KATA KUNCI: *Thermoelectric Generator, Peltier effect, Seebeck effect.*

PENDAHULUAN

Tahun mendatang diperkirakan kebutuhan energi listrik akan semakin bertambah, seiring bertambahnya populasi manusia. Jika hanya mengandalkan sumber energi yang ada sekarang seperti batu bara, minyak dan gas yang sudah hampir habis, maka hal tersebut lama-kelamaan tidak bisa memenuhi kebutuhan akan energy, untuk aktivitas sehari-hari yang semakin banyak. Pantai Pandansimo yang terletak di desa Poncosari, Srandakan, Kabupaten Bantul, Provinsi Yogyakarta adalah salah satu tempat yang sudah menggunakan pembangkit listrik tenaga hibrida seperti pembangkit listrik tenaga angin dan solar sel, saat ini pembangkit tersebut dapat menghasilkan daya sebesar 90KW yang digunakan untuk menghidupkan kurang lebih 100 warung yang ada di sekitar pantai [3]. Tempat wisata pantai Pandansimo semakin lama semakin banyak pengunjung, maka dapat dipastikan penggunaan listrik akan semakin bertambah, oleh karena itu alternatif pembangkit listrik Termoelektrik Generator ini dapat digunakan untuk memenuhi kurangnya pasokan listrik.

PENJABARAN IDE

Teknologi Termoelektrik Generator merupakan sumber alternatif dalam memenuhi kebutuhan energi listrik. Termoelektrik generator adalah alat yang mengubah energi panas menjadi energi listrik. Di samping relatif ramah lingkungan, teknologi ini sangat efisien dan mampu menghasilkan energi dalam skala besar maupun kecil. Termoelektrik generator dapat di implementasikan pada rumah-rumah dipedesaan, yang belum terpasok listrik khususnya pada daerah yang beriklim tropis.

Oleh karena itu sangat cocok digunakan dipantai Pandansimo yang suhu rata ratanya adalah 35°C.

Rumusan Masalah

Agar tujuan penelitian bisa dicapai dengan baik, masalah yang ada dirumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimana cara menguji karakteristik dari termoelektrik generator.
- b. Bagaimana cara mengukur tegangan listrik dari termoelektrik generator.
- c. Bagaimana cara mengukur temperatur media uji (prototipe) menggunakan termometer infrared.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin di capai pada penelitian, ini adalah:

- a. Memperoleh kurva karakteristik Termoelektrik Generator.
- b. Memperoleh data kenaikan tegangan dan kenaikan arus terhadap kenaikan suhu.

Batasan Masalah

Permasalahan yang dibahas pada tulisan ini, dibatasi sebagai berikut:

- a. Pengujian dilakukan dengan mencatat perbedaan temperature (suhu), media uji (aspal), pada sisi *hot side* sebanyak 6 (enam) kali.
- b. Bagian *cold side* dialirkan air, untuk menghilangkan panas, agar terjadi perbedaan suhu.

¹ Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma

PENJABARAN TEKNIS

Karakteristik Aspal sebagai kolektor Matahari

Aspal adalah bahan hidrokarbon yang bersifat melekat (*adhesive*), berwarna hitam kecoklatan dan tahan terhadap air^[2]. Aspal tergolong dalam benda hitam ideal, Oleh karena kemampuan penyerapan radiasi yang tinggi menyebabkan aspal memiliki suhu yang tinggi pada saat siang hari.

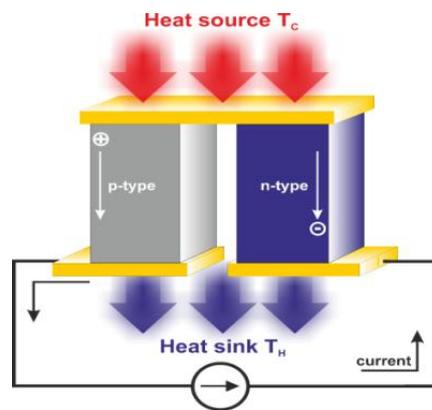
Melihat potensi dalam penyerapan radiasi matahari yang efektif maka panas aspal sangat cocok dimanfaatkan sebagai kolektor energi matahari, yang selanjutnya dapat dikonversi menjadi bentuk energi listrik.

Dasar Ilmu TEG

Perbedaan suhu pada dua komponen *Bismuth* dan *Telluride*, menyebabkan perpindahan elektron dari kutub negatif ke kutub positif, semakin besar perbedaan suhu, maka semakin cepat perpindahan elektron, sehingga arus yang dihasilkan, akan semakin besar [1].

Karakteristik TEG

Prinsip kerja dari TEG adalah berdasarkan efek *Seebeck* yaitu “jika 2 (dua) buah material semikonduktor yang berbeda disambungkan pada salah satu ujungnya, kemudian diberikan suhu yang berbeda pada sambungan, maka terjadi perbedaan tegangan pada ujung yang satu dengan ujung yang ujung yang lain” [1]. Umumnya bahan semikonduktor yang digunakan pada susunan TEG adalah *Bismuth* dan *Telluride*.



■ Gambar 1. Struktur TEG

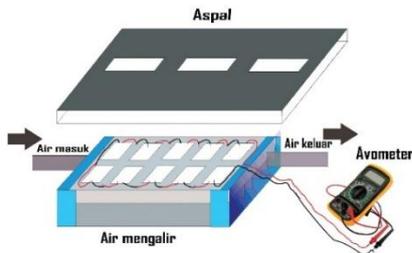


■ Gambar 2. Modul TEG

Struktur TEG dapat dilihat pada Gambar 1. tersebut menunjukkan struktur TEG yang terdiri dari susunan elemen tipe-N (material kekurangan *electron*) dan tipe-P (material kelebihan *electron*). Panas masuk pada salah satu sisi TEG dan panas tersebut dibuang melalui sisi lainnya. Proses *transfer* panas tersebut menghasilkan suatu tegangan yang melewati sambungan struktur TEG dan besarnya tegangan yang dihasilkan sebanding dengan perbedaan temperatur. Sedangkan Gambar 2, adalah modul TEG yang ada di pasaran.

Metodologi

Struktur rancangan termoelektrik generator pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.



■ **Gambar 3.** Rancangan Prototipe Alat Pengujian Aspal sebagai Kolektor Panas dan Aliran Air untuk Pembuangan Panas.



■ **Gambar 4.** Prototipe Alat yang Sudah Jadi.

Prototipe pada Gambar 4, dirancang menggunakan 10 modul TEG yang disusun secara seri. Komponen sistem ini diawali dengan lapisan aspal pada wadah alumunium, dibagian bawah terdapat *waterblock* sebagai tempat untuk aliran air yang berfungsi untuk melepas panas agar terjadi perubahan suhu (ΔT), antara aspal dan aliran air.

Metode Pengambilan Data

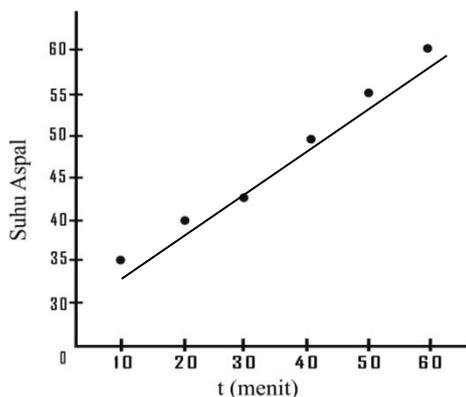
Pengambilan data, dilakukan pada siang hari pukul 13:00 sampai 14:00 WIB (60menit) hal ini, dikarenakan pada siang hari, intensitas matahari lebih banyak, sehingga aspal dapat menyerap panas dengan efektif. Pengambilan data, untuk penelitian ini adalah dengan mencatat kenaikan suhu aspal dan kenaikan tegangan pada keluaran alat uji selama 10 menit. Pengambilan data, menggunakan alat ukur termometer *infrared*, untuk mengukur suhu aspal, suhu aliran air. Sedangkan untuk mengukur tegangan yang dari alat pengujian digunakan *Avometer* digital.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian yang dilakukan selama 60 menit dari pukul 13.00 sampai 14.00 adalah:

Suhu air = 25° C

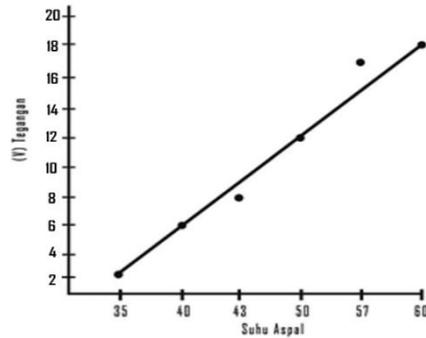
Suhu awal aspal = 30° C



■ **Gambar 5.** Grafik Peningkatan Suhu Aspal terhadap Waktu selama 60 Menit dari Pukul 13.00 sampai 14.00 WIB.

■ **Tabel 1.** Data Kenaikan Suhu Aspal Setiap 10 Menit

Menit ke-	Suhu Aspal
10	35° C
20	40° C
30	43° C
40	50° C
50	57° C
60	60° C



■ **Gambar 6.** Grafik Peningkatan Tegangan Terhadap Suhu Aspal.

Dari kedua grafik tersebut maka di dapat hubungan kenaikan suhu aspal berbanding lurus dengan tegangan.

■ **Tabel 2.** Kenaikan Suhu Terhadap Perubahan Tegangan

Suhu Aspal	Tegangan (Volt)
35° C	2
40° C	6
43° C	8
50° C	12
57° C	17
60° C	18

I(Arus) diapat dari hasil pengukuran menggunakan Avometer pada tegangan 2,6,8,12,17,18 Volt

■ **Tabel 3.** Pengukuran Arus Yang Dihasilkan Dan Penghitungan Daya

Menit ke-	Suhu Aspal	Tegangan (Volt)	I (Amp)	Daya (Watt)
10	35° C	2	0.08	0.16
20	40° C	6	0.18	1.08
30	43° C	8	0.22	1.76
40	50° C	12	0.33	3.96
50	57° C	17	0.42	7.14
60	60° C	18	0.49	8.82

■ **Tabel 4.** Estimasi Anggaran Pembuatan Prototype Alat

Nama Komponen	Quantity	Harga Satuan [Rp]	Total Harga [Rp]
Modul TEG	10	100.000	1.000.000
Heatsink 40x12x3.5cm	1	150.000	150.000

Heatsink 26x12x3.5cm	1	100.000	100.000
Aspal	5kg	100.000	100.000
Plat aluminium 50x50cm	1	50.000	50.000
Thermalpasta	2	40.000	80.000
Selang air	10m	6.000	60.000
TOTAL			1.540.000

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengaruh panas matahari yang ada, mengakibatkan Generator Termoelektrik yang tersusun seri sebanyak 10 buah modul TEG, dengan ΔT 35° C, mampu menghasilkan tegangan 18Vdc dan arus listrik sebesar 0,49A.
2. Secara garis besar, daya yang dihasilkan dari Generator Termoelektrik ini masih cukup kecil. Akan tetapi, penelitian ini menunjukkan bahwa pembangkit termoelektrik memiliki prospek yang cerah dimasa depan sebagai sumber energi alternatif.
3. Aplikasi Generator Termoelektrik cocok, digunakan untuk daerah beriklim tropis.

UCAPAN TERIMA KASIH

1. NEST UI 2018, Inovasi Pembangkit Listrik untuk Daerah 3T.
2. Prodi elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Culp, Archie, W., 1984, *Principles of Energy Conversion*. Diterjemahkan oleh Darwin Sitompul dan Khusnul Hadi dengan judul *Prinsip-prinsip Konversi Energi*. Jakarta, Erlangga.
- [2] Diansari, Serpiskha, 2016, *Aspal Modifikasi Dengan Penambahan Plastik Low Linear Density Poly Eethylene (LLDPE) Ditinjau Dari Karakteristik Marshall Dan Uji Penetrasi Pada Lapisan Aspal Beton (AC-BC)*. Jurusan Teknik Sipil-Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- [3] Pradityo, J., Winardi, B., & Nugroho, A., 2015, *Evaluasi Dan Optimasi Sistem OFF GRID Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) Bayu Baru, Bantul, D.I. Yogyakarta.*, Jurusan Teknik Elektro- Universitas Diponegoro Semarang