

## KAJI EXPERIMENTAL PEMBANGKIT LISTRIK TERMOELEKTRIK SP1848-27145SA SUMBER PANAS MATAHARI MENGGUNAKAN KUBAH KACA

Musrady Mulyadi<sup>1)</sup>, Abdul Rahman<sup>1)</sup>, Ahmad Multazam<sup>2)</sup>, AR Fifitasari<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

<sup>2)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

Thermoelectric generator temperature difference between the two sides to produce electricity. Research was conducted evaluating thermoelectric generators using a glass dome. The results showed an average intensity of solar radiation of  $960 \text{ W / m}^2$ , throughout the day the air temperature in the glass dome increased higher than the ambient temperature, while the temperature of the air inside glass domes vary on average  $47^\circ\text{C}$ , the effect of the use of glass domes that are able to maintain air temperatures in the glass dome. Thermoelectric generator temperature on the hot side varies depending on the intensity of solar radiation. Voltage 0.466 with a temperature difference of  $8.9^\circ\text{C}$ . Difference in temperature of  $7.4^\circ\text{C}$  and output voltage of 0.368. Electrical power can be obtained by a significant temperature difference on both sides of the thermoelectric generator, under conditions of intensity of solar radiation regarding the glass dome.

**Keywords:** *Thermoelectric, generator, radiation, dome*

### 1. PENDAHULUAN

Termoelektrik Generator (TEG) menyediakan tegangan input untuk alat pacu jantung dari perbedaan suhu yang ditemukan antara tubuh dan suasana. Dengan menggunakan teknik FBB, osilator tegangan rendah dan CP tegangan rendah telah dirancang dan disimulasikan yang memungkinkan rangkaian memulai dari tegangan input serendah 40 mV. Sirkuit pra pengisian untuk konverter penambah telah dirancang dan parameternya diperoleh. Osilator cincin dengan jumlah minimum tahapan telah dirancang untuk mendapatkan frekuensi osilasi maksimum dan output diumpankan ke sirkuit pompa pengisian. Pompa pengisian pellicani memompa tegangan hingga 1,2 V. Tegangan keluaran 2,4 V diperoleh dari Boost converter dengan disipasi daya rendah [1].

Meskipun efisiensi konversi energi termal menjadi listrik rendah, pengembangan unjuk kerja modul termoelektrik terus meningkat karena faktanya bahwa limbah panas atau panas buang dan berbagai sumber panas lainnya seperti panas matahari terus meningkat penggunaan dan manfaatannya. Oleh karena itu, kehadiran modul generator termoelektrik di pasar terus meningkat. Selain itu, generator yang digunakan saat ini memiliki rentang daya dari  $\mu\text{W}$  ke kW. Berdasarkan permasalahan tersebut maka diperlukan adanya suatu upaya pengembangan pengujian unjuk kerja termoelektrik generator (TEG) yang memiliki teknologi yang efisien dan efektif dalam memanfaatkan radiasi panas matahari kubah kaca dan cermin pengarah untuk membangkitkan listrik termoelektrik generator.

Berdasarkan uraian masalah maka tujuan penelitian dilakukan untuk menganalisa pemanfaatan sumber energi panas matahari kubah kaca arah sebagai sumber panas termoelektrik generator, pengaruh perubahan beda temperatur sisi panas dan dingin termoelektrik generator pada variasi intensitas radiasi matahari.

Penelitian ini mengembangkan pemanfaatan sumber energi panas matahari kubah kaca dan cooling ice box sebagai pendingin termoelektrik generator terhadap kemampuan untuk menghasilkan listrik dengan menganalisa unjuk kerja termoelektrik generator pada kondisi variasi intensitas radiasi matahari dan beda temperatur pada kedua sisi termoelektrik. Metode energi panas matahari kubah kaca dan cermin pengarah untuk memaksimalkan panas yang mengenai sisi termoelektrik generator dan menggunakan cooling ice box sebagai pendingin, hal ini sangat memungkinkan terjadinya efek Seebeck pada termoelektrik generator sebagai sumber energi untuk menghasilkan listrik yang dapat dimanfaatkan pada penggunaan sumber daya kecil.

Termoelektrik pada sistem pembangkit tenaga surya terkonsentrasi berdasarkan modul termoelektrik generator (TEG) menggunakan konsentrator parabola diperoleh nilai temperatur maksimum  $383^\circ\text{K}$  pada sisi panas termoelektrik dengan tingkat radiasi sinar matahari  $1050 \text{ W/m}^2$  dan efisiensi sistem 2,11% pada kondisi

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Musrady Mulyadi, Telp 085399148487, musrady\_mulyadi@poliupg.ac.id

tegangan maksimum modul termoelektrik yang dicapai adalah 4 volt [2]. Sistem pembangkit tenaga matahari skala kecil dengan menggunakan panas matahari berdasarkan prinsip termoelektrik generator menggunakan kolektor parabola sebagai cahaya dan panas matahari memanfaatkan modul Petier sebanyak 4 buah dengan hasil kinerja pembangkit listrik tegangan mencapai 3,9V ketika perbedaan suhu sebesar 40 derajat [3]. Modul termoelektrik surya skala kecil digunakan untuk mengevaluasi panas dan tenaga listrik yang dihasilkan oleh sistem, ini dengan mengukur suhu sistem ( $T_h$ ,  $T_c$  dan  $T_w$ ) serta output tegangan TEG pada kondisi sirkuit terbuka. Sistem ini terdiri dari lampu halogen sebagai sumber matahari, plat tembaga sebagai penyerap matahari, penukar panas yang direndam dalam wadah air, dan TEG diapit antara penyerap panas dan penukar panas. Stabilitas radiasi cahaya dari lampu halogen dengan intensitas cahaya  $1,7 \text{ kw} / \text{m}^2$  digunakan, karena halogen itu memberikan perkiraan yang lebih baik untuk spektrum surya. Prosedur perhitungan diverifikasi percobaan untuk mengetahui optimalisasi ukuran STEG optimal, yang menghasilkan nilai terbaik dari panas dan tenaga listrik Teknik yang ditetapkan menghitung daya listrik dan panas sebagai fungsi geometri termoelektrik generator. Perubahan  $\Delta T$  diubah seiring dengan perubahan ukuran TEG, estimasi  $\Delta T$  dibandingkan dengan  $\Delta T$  yang diukur pada kondisi yang sama [4].

Prototipe kolektor surya TEG diuji pada kondisi simulator (indoor) dan lingkungan nyata (outdoor) yang menghasilkan hasil  $T_{max} 57.95^\circ\text{C}$  di bawah suhu lingkungan ( $33.26^\circ\text{C} \pm 1.81 \text{ s.d.}$ ) untuk lingkungan nyata dan  $T_{max}$  sama dengan  $54.4^\circ\text{C}$  kondisi simulator, menggunakan modul termoelektrik  $40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$ , sistem ini dapat menghasilkan efisiensi hingga  $5,04 \times 10^{-3} \%$  rata-rata dengan standar deviasi  $1,10 \times 10^{-3}$  sepanjang hari [5]. Oleh karena itu, salah satu opsi yang lebih menarik untuk menganalisis unjuk kerja TEG dengan menggunakan kubah kaca sebagai perangkap panas konveksi dan media pendingin air yang relatif sederhana dengan modul termoelektrik komersial. Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis unjuk kerja pada generator termoelektrik kubah kaca panas matahari untuk pembangkit listrik skala kecil dan karakteristik kinerjanya di atas sinar radiasi matahari yang berlokasi di Kota Makassar pada koordinat  $5^\circ 8' 7,4364'' \text{ S}$  dan  $119^\circ 25' 25,6440'' \text{ E}$  dengan mengaplikasikan termoelektrik generator (TEG) dengan memanfaatkan radiasi kalor matahari dengan menggunakan kubah kaca untuk menampung kalor matahari. Perpindahan panas konveksi menyebabkan terjadi panas pada salah satu sisi modul termoelektrik generator. Hasil dari penelitian diharapkan mampu menjadi salah satu cara alternatif dalam menghasilkan energi listrik, khususnya dalam memanfaatkan radiasi kalor matahari. Aplikasi termoelektrik generator ini pada kubah kaca merupakan sumber energi ramah lingkungan yang terbebas dari polusi dan ketersediaan energi matahari yang sangat melimpah karena kondisi geografis Indonesia yang terletak di daerah tropis yang sangat memungkinkan untuk memanfaatkan energi tersebut secara maksimal.

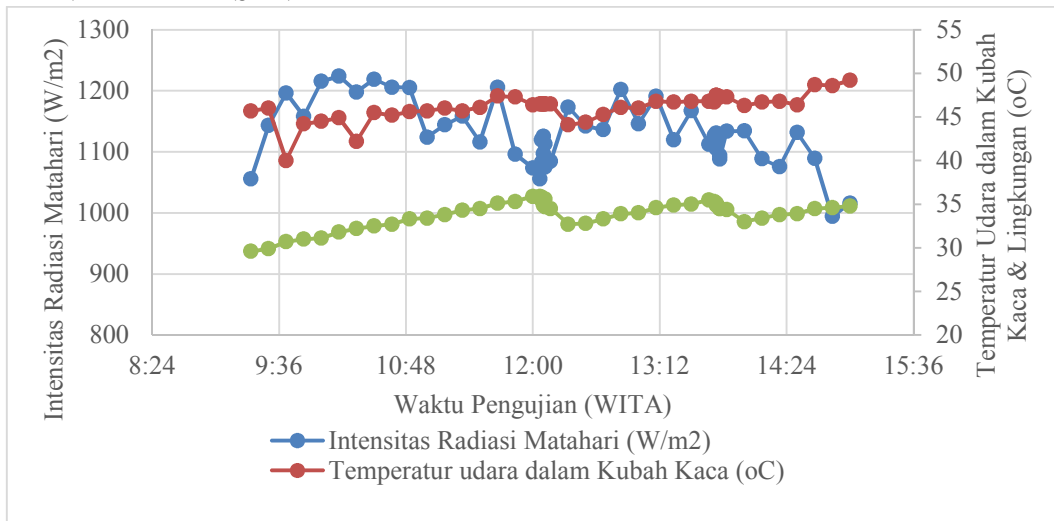
## 2. METODE PENELITIAN

Alat yang dirancang adalah pembangkit daya menggunakan modul generator termoelektrik. Jenis *thermoelectric generator* (TEG) yang digunakan adalah jenis TEG tipe SP1848-27145 SA dengan spesifikasi material keramik / *Bismuth Telluride*, berat modul 25gr dan ukuran modul  $4 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} \times 0.4 \text{ cm}$ .

Pembuatan rangka dan komponen pendukung alat uji seperti memasang modul generator termoelektrik pada bahan akrilik dan aluminium *heatsink* pada sisi dingin dan sisi panas modul generator termoelektrik. Memasang sensor suhu pada sisi dingin dan sisi panas modul generator termoelektrik, pemasangan pompa dan kotak sirkulasi air pendingin modul sisi generator termoelektrik. Prosedure pengujian dengan tahapan Menyiapkan alat ukur yang akan digunakan (voltmeter, amperemeter, termometer dan piranometer). Pengujian dilakukan dari jam 09.30-15.00, dengan interval waktu 10 menit untuk pengambilan data intensitas radiasi matahari,  $I_r$  ( $\text{Watt/m}^2$ ), temperatur sisi panas TEG,  $T_h$  ( $^\circ\text{C}$ ), temperatur dalam kubah,  $T_2$  ( $^\circ\text{C}$ ), temperatur sisi dingin TEG,  $T_c$  ( $^\circ\text{C}$ ), temperatur dalam kotak air pendingin modul generator termoelektrik,  $T_4$  ( $^\circ\text{C}$ ), temperatur dalam kotak sirkulasi air pendingin,  $T_5$  ( $^\circ\text{C}$ ), temperatur lingkungan,  $T_6$  ( $^\circ\text{C}$ ), tegangan keluaran TEG,  $V$  (Volt) dan arus keluaran TEG,  $I$  (Amp).

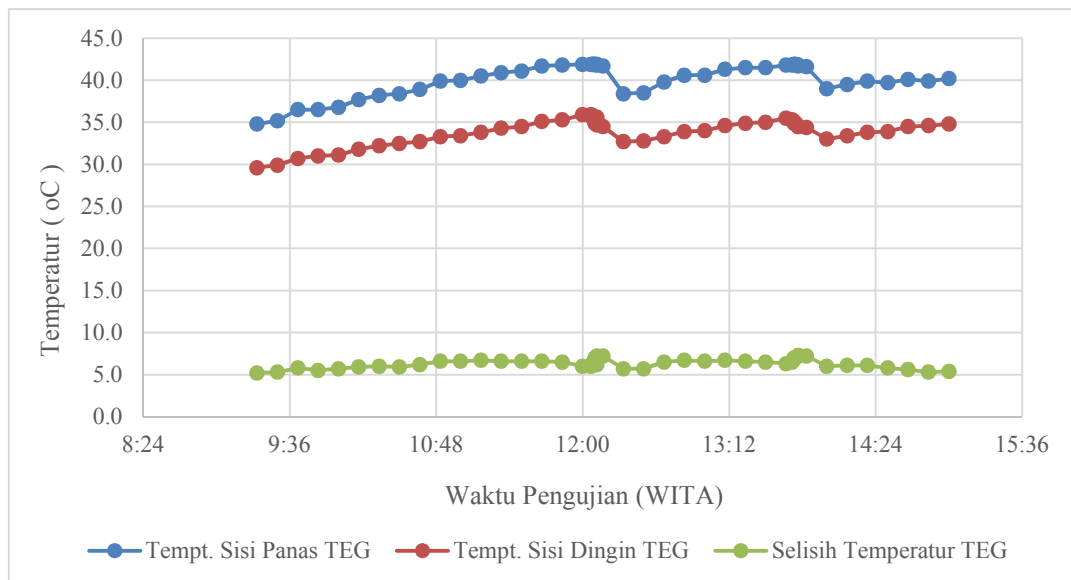
Generator termoelektrik mendapatkan sumber panas dari matahari dengan menggunakan kubah kaca untuk mempertahankan panas dari matahari. Di sisi dingin modul diberi heatsink dan pendingin air yang bersirkulasi. Perbedaan temperatur yang tinggi bisa mendapatkan tegangan dan arus listrik yang tinggi juga. Metode penelitian dilakukan secara desain dan uji eksperimental prototipe peralatan Termoelektrik Generator (TEG) di area terbuka bebas dari hambatan sinar matahari, yang akan ditekankan pada rancang bangun unit uji, pengujian kinerja, serta evaluasi. Penelitian akan dilakukan secara bertahap, yaitu dimulai dengan rancang bangun prototipe alat uji Termoelektrik Generator (TEG) sumber panas matahari kubah kaca, dilanjutkan dengan pengujian kinerja hasil desain dan diakhiri dengan evaluasi hasil.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**



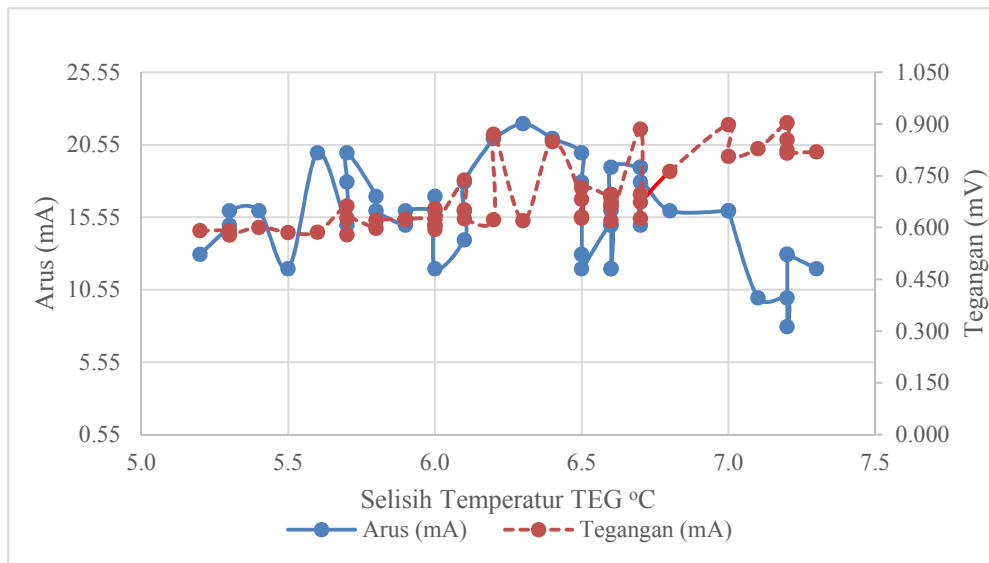
Gambar 6. Grafik hubungan waktu pengujian terhadap intensitas radiasi matahari, temperatur salam kubah dan lingkungan

Berdasarkan gambar 6 tentang grafik hubungan intensitas radiasi matahari harian terhadap waktu, menunjukkan nilai intensitas radiasi matahari sepanjang hari rata-rata  $960\text{W/m}^2$ , dengan tingginya nilai intensitas radiasi matahari sepanjang hari menyebabkan temperatur udara dalam kubah kaca meningkat bahkan lebih tinggi dari temperatur lingkungan. Tempertur lingkungan terjadi peningkatan sepanjang hari pada kondisi cuaca cerah dari  $31^\circ\text{C}$  hingga  $34^\circ\text{C}$ , sedangkan temperatur udara dalam kubah kaca cenderung konstan pada temperatur  $47^\circ\text{C}$ , hal inimenunjukkan efek penggunaan kubah kaca yang mampu mempertahankan temperatur udara dalam kubah yang tidak terpengaruh terhadap udara lingkungan. Efek panas terhadap penggunaan kubah kaca tersebut dimanfaatkan untuk memanaskan TEG pada sisi panasnya.



Gambar 7. Grafik hubungan waktu pengujian terhadap temperatur TEG

Gambar 7 menunjukkan perubahan temperatur TEG pada sisi panas dan sisi dinginnya terhadap waktu pengujian sepanjang hari. Untuk mendapatkan nilai tegangan TEG maka harus terjadi selisih temperatur antara TEG sisi panas dan sisi dingin. Temperatur TEG pada sisi panas cenderung konstan  $35^\circ\text{C}$  -  $37^\circ\text{C}$  tergantung intensitas radiasi matahari sepanjang hari, sedang temperatur TEG sisi dingin juga cenderung konstan pada temperatur  $29^\circ\text{C}$ . Selisih temperatur tertinggi pada  $7.5^\circ\text{C}$  pada waktu pengujian jam 12.10 wita.



Gambar 9. Grafik hubungan selisih temperatur TEG terhadap arus dan tegangan TEG

Berdasarkan gambar 9 tentang grafik hubungan tegangan output TEG (V) terhadap selisih temperatur ( $\Delta T$ ) dari pukul 09:20 WITA sampai pukul 15:00 WITA, menunjukkan bahwa nilai tegangan output berfluktuasi tergantung dari nilai selisih temperatur ( $\Delta T$ ). Nilai tertinggi tegangan output sebesar 0,466 V pada pukul 12:55 WITA dengan nilai selisih temperatur 8,9 °C. Sedangkan nilai terendah tegangan output sebesar 0,205 V pada pukul 14:50 WITA dengan nilai selisih temperatur 5,8 °C. Selama pengujian dari pukul 09:20 WITA sampai 15:00 WITA diperoleh nilai rata-rata selisih temperatur ( $\Delta T$ ) 7,4 °C dan nilai rata-rata tegangan output (V) 0,368 V. Hubungan arus (I) terhadap selisih temperatur TEG dari pukul 09:20 WITA sampai pukul 15:00 WITA, menunjukkan bahwa nilai arus berfluktuasi dan cenderung linier terhadap peningkatan selisih temperatur TEG. Nilai tertinggi arus sebesar 20 mA dengan tegangan 0.113 V dan nilai terendah arus sebesar 8 mA dengan tegangan 0.040 V.

#### 4. KESIMPULAN

- 1) Uji coba TEG tanpa menggunakan kubah kaca menunjukkan bahwa TEG sumber panas matahari untuk pengujian TEG 1 modul sampai dengan 6 modul, beda temperatur antara sisi panas dan sisi dingin yang dihasilkan rata-rata 7.36 °C dengan tingkat intensitas radiasi matahari berkisar 1000 – 1200 W/m<sup>2</sup> dengan tegangan keluaran TEG rata-rata 965.95 mV.
- 2) Temperatur udara rata-rata didalam kubah kaca yang merupakan sumber panas untuk sisi panas TEG mencapai 47.8 °C dan temperatur udara lingkungan 32.3 °C, hal ini menunjukkan adanya peningkatan temperatur yang signifikan didalam ruang kubah kaca.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Malathi D, Sabitha. (2018). *Battery less thermo electric energy harvesting generator for implantable medical electronic device*. Biomedical Research 2018; Special Issue: S150-S155 ISSN 0970-938X www.biomedres.info
- [2] Ning Zhua, Takeru Matsuura, Ryutaro Suzuki b and Takashi Tsuchiyaa. (2014). *Development of a Small Solar Power Generation System based on Thermoelectric Generator*. Alternative Energy in Developing Countries and Emerging Economies, Energy Procedia 52 (2014) 651 – 658.
- [3] Ramadan Kazuz. (2015). *The Optimal Flat Panel Solar Thermoelectric Geometries For Heat And Electric Power Production*. European Scientific Journal September 2015 edition vol.11, No.27 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431
- [4] Ahmad Zuhairi Noh, Mohd Nazari Abu Bakar. (2018). *Experimental Study On Performance Of Solar Thermoelectric Generator With A Dome-Shaped Glass Cover*. International Journal of Advances in Science Engineering and Technology, ISSN(p): 2321 –8991, ISSN(e): 2321 –9009 Vol-6, Iss-3, Spl. Issue-2 Sep.-2018, <http://iraj.in>

## **6. UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima Kasih kepada Direktur PNUP, Pembantu Direktur I, Kajar Teknik Mesin dan Ka.UPPM PNUP, atas dana DIPA PNUP sehingga capaian hasil penelitian dapat terlaksana dengan baik.