



Evaluasi Penerapan Termoelektrik Sebagai Penghasil Listrik Berbasis Energi Panas Dari Tungku Pembakaran

¹⁾Muhammad Irfan

¹Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar

Irfan.muhtar@gmail.com

ABSTRACT

Thermoelectricity is an alternative source to answer energy needs. Because thermoelectrics are a device that is capable of converting heat energy into electrical energy directly based on the Seebeck effect which will generate DC voltage, thermoelectrics also have low maintenance costs and no operating costs, and electricity generation technology that uses the Seebeck effect which can change temperature differences in semiconductor materials into electricity. If a thermoelectric material is electrified, the surrounding heat will be absorbed. Thus, to cool the air, a cooling compressor is not needed as is the case with conventional cooling machines. This research uses the concept of Series and Parallel circuits by utilizing the principle of the Seebeck effect as a generator. The heat energy source used is burning charcoal as a heat source. This is to get a good temperature to ensure that the thermoelectric generator is suitable for use as a generator. The research method used is experimental research, which aims to determine the results of thermoelectricity as a producer of electrical energy. Research results from the evaluation of the application of thermoelectricity as a producer of electricity based on heat energy from a combustion furnace with a maximum voltage generated electronic device load of 2.25 Volts at ΔT 46°C and a maximum generated power of 0.09 Watts. Thermoelectric power as a producer of electricity based on heat energy from a combustion furnace is obtained from 3 different configurations, single, series and parallel, the highest thermoelectric power produced is the series configuration where the power obtained is worth 0.25 Watts, while the results from the parallel arrangement have The power value is very small, namely 0.02 watts and the highest efficiency value only reaches 3.40%.

Keywords: Evaluation, Thermoelectric, Electricity, Energy, Combustion Furnaces.

ABSTRAK

Termoelektrik merupakan sumber alternatif dalam menjawab kebutuhan energi. Karena Termoelektrik merupakan sebuah alat yang mampu mengkonversi energi panas menjadi energi listrik secara langsung berdasarkan efek *Seebeck* yang akan membangkitkan tegangan DC, termoelektrik juga memiliki biaya perawatan yang murah dan tidak ada biaya pengoperasian, dan teknologi pembangkit listrik yang menggunakan efek *Seebeck* dimana dapat mengubah perbedaan temperatur pada material semikonduktor menjadi listrik. Jika material termoelektrik dialiri listrik, panas yang ada di sekitarnya akan terserap. Dengan demikian, untuk mendinginkan udara, tidak diperlukan kompresor pendingin seperti halnya di mesin-mesin pendingin konvensional. Penelitian ini menggunakan konsep rangkaian Seri dan Paralel dengan memanfaatkan prinsip dari efek *seebeck* sebagai generator, Sumber energi panas yang digunakan adalah pembakaran arang sebagai sumber panas. Hal ini untuk mendapatkan suhu yang baik agar memastikan bahwa termoelektrik generator layak digunakan sebagai generator. Metode penelitian yang digunakan yaitu jenis penelitian eksperimen yakni bertujuan untuk mengetahui hasil termoelektrik sebagai penghasil energi listrik. Hasil penelitian dari evaluasi penerapan termoelektrik sebagai penghasil listrik berbasis energi panas dari tungku pembakaran dengan beban alat elektronik tegangan maksimum yang dihasilkan senilai 2,25 Volt pada ΔT 46°C dan daya yang dihasilkan maksimum 0,09 Watt. Kekuatan termoelektrik sebagai penghasil listrik berbasis energi panas dari tungku pembakaran yang didapat dari 3 buah susunan konfigurasi yang berbeda tunggal, seri dan paralel, daya yang dihasilkan termoelektrik tertinggi adalah konfigurasi seri dimana daya yang didapat senilai 0,25 Watt, adapun hasil dari susunan paralel memiliki nilai daya yang sangat kecil yaitu 0,02 watt dan nilai efisiensi tertinggi hanya mencapai 3,40%.

Kata Kunci: Evaluasi, Termoelektrik, Listrik, Energi, Tungku Pembakaran.



I. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi di bidang energi alternatif yang semakin tinggi merupakan keharusan bagi teknisi di bidang tersebut untuk meningkatkan wawasan dan keahliannya, agar para teknisi tidak tertinggal dalam menghadapi perkembangan teknologi yang semakin cepat. Abad 21 ini manusia mulai menyadari pentingnya energi bersih dalam mengurangi efek karbon. Upaya yang dilakukan adalah dengan memanfaatkan energi baru terbarukan. Pertimbangan penggunaan energi juga mencakup bagaimana memanfaatkan energi tanpa merusak alam atau pun keberlangsungan ekosistem di bumi ini. Penggunaan energi yang bersih menjadi *concern* yang besar, salah satu pemanfaatan energi baru terbarukan adalah *harvesting energi* atau memanen energi. 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 [1]. Energi listrik merupakan salah satu keperluan yang harus terpenuhi bagi kehidupan manusia dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari. Energi listrik dapat dibangkitkan dari beberapa sumber, energi yang sering digunakan di Indonesia yaitu batubara, minyak, surya, angin, air dan perbedaan suhu [2].

Energi terbarukan adalah sumber energi yang dapat dengan cepat diperbarui kembali secara alami, dan prosesnya berkelanjutan. dalam memanen energi banyak energi alternatif yang bisa dimanfaatkan mulai dari getaran, suara, sinyal elektromagnetik, panas yang berasal dari berbagai sumber [3]. Energi panas merupakan energi yang dapat dengan mudah dijumpai dalam kehidupan kita sehari-hari, mulai dari panas yang disediakan oleh alam yaitu dari panas matahari, panas yang berasal dari reaksi kimia, maupun panas yang dihasilkan oleh gesekan permesinan hingga tungku pembakaran. Apabila energi panas tersebut dapat dikonversikan ke dalam bentuk energi listrik tentunya akan dapat membantu memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat. Termoelektrik merupakan sumber alternatif dalam menjawab kebutuhan energi tersebut. Karena Termoelektrik merupakan sebuah alat yang mampu mengkonversi energi panas menjadi energi listrik secara langsung berdasarkan efek *Seebeck* yang akan membangkitkan tegangan DC, termoelektrik juga memiliki biaya perawatan yang murah dan tidak ada biaya pengoperasian, dan teknologi pembangkit listrik yang menggunakan efek

Seebeck dimana dapat mengubah perbedaan temperatur pada material semikonduktor menjadi listrik [4]. jika material termoelektrik dialiri listrik, panas yang ada di sekitarnya akan terserap. Dengan demikian, untuk mendinginkan udara, tidak diperlukan kompresor pendingin seperti halnya di mesin-mesin pendingin konvensional. Penelitian ini menggunakan konsep rangkaian Seri dan Paralel dengan memanfaatkan prinsip dari efek *seebeck* sebagai generator, Sumber energi panas yang digunakan adalah pembakaran arang sebagai sumber panas. Hal ini untuk mendapatkan suhu yang baik agar memastikan bahwa termoelektrik generator layak digunakan sebagai generator.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu jenis penelitian eksperimen yakni bertujuan untuk mengetahui hasil termoelektrik sebagai penghasil energi listrik.

2.2 Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan yaitu termoelektrik SP1848-27145 SA.

2.3 Pembuatan Alat dan Bahan Ekperimen

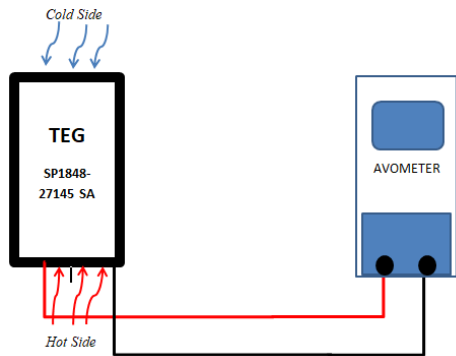
2.3.1 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan alat dan bahan yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

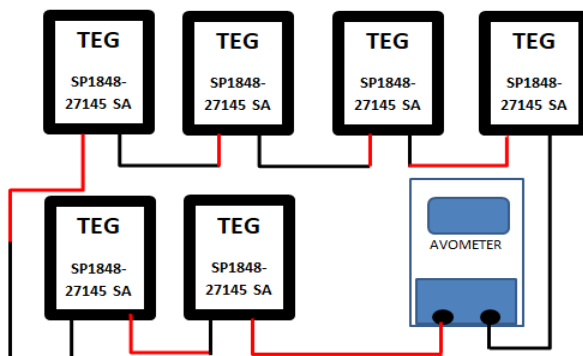
TABEL 2.1 ANALISIS KEBUTUHAN

Alat Dan Bahan	Spesifikasi	Jumlah
Termoelektrik generator	SP 184827145 SA	7 buah
Heatsink	28 x 10 x 4cm	1 buah
Multimeter	Sanwa YX360TRF	1 buah
Thermometer digital	Value VCM 202	1 buah
Thermal grease	HT WT-160	7 buah
Kotak pendingin	26 x 10 x 4cm	1 buah
Tungku pembakaran	15 x 16 x 5cm	1 buah
Power Bank	Robot 10.000 mAh	1 buah

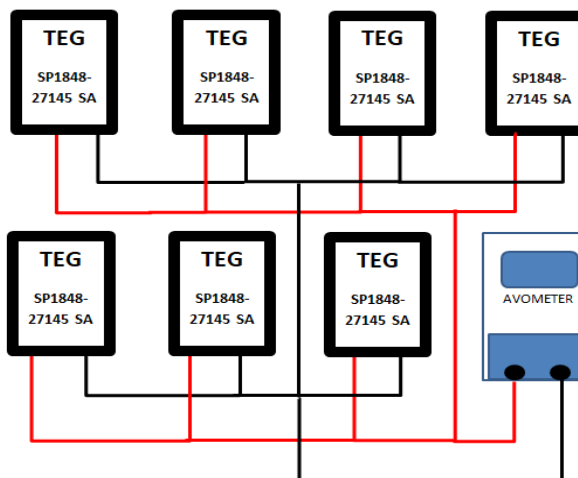
2.3.2 Skema Rangkaian



GAMBAR 2.1 KONFIGURASI TUNGGAL



GAMBAR 2.2 KONFIGURSI SERI 7 BUAH

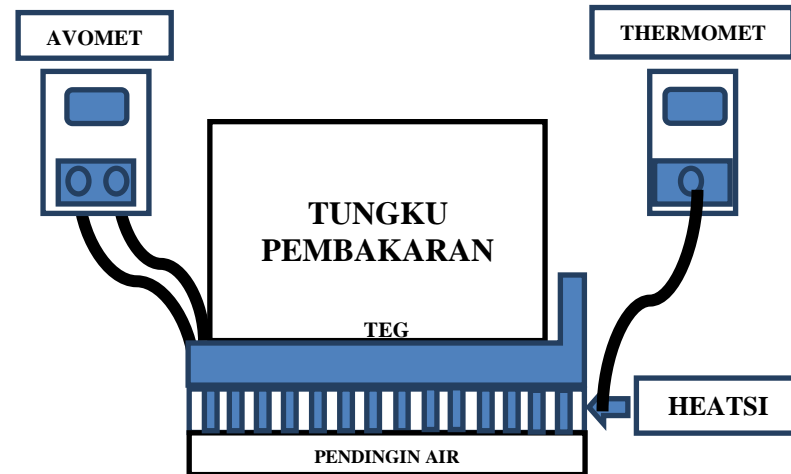


GAMBAR 2.3 KONFIGURASI PARALEL 7 BUAH

2.3.3 Membangun Peralatan Percobaan

Langkah pertama yang dilakukan pada tahap ini yaitu membuat desain dari alat yang digunakan untuk memanfaatkan energi yang terbuang pada tungku

pembakaran dengan cara *harvesting energy*. Setelah membuat desain dari alat, lalu membuat alat sesuai dengan desain yang telah dibuat sebelumnya. berikut adalah gambar desain prototipe pembangkit.



GAMBAR 2.4 DESAIN PROTOTIPE

2.4 Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

2.4.1 Teknik Dokumentasi

2.4.2 Teknik Observasi

2.4.3 Teknik Pengukuran

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Analisis Kebutuhan

Hasil analisis kebutuhan antara lain, thermoelektrik yang di gunakan sebanyak 7 buah, kemudian *heatsink* sebagai pendingin dibantu dengan pendingin air ditempatkan pada nampan, adapun tungku pembakaran berjumlah satu buah sebagai media sumber panas dari bahan bakar arang. *Thermal Grease* atau pasta dioleskan pada modul thermoelektrik agar perpindahan panas lebih optimal.

3.2 Hasil Desain Prototype

Hasil desain tungku pemanggang terdapat beberapa alat/komponen yang digunakan untuk membangkitkan energi listrik yaitu:

- 1) Thermoelektrik *Generator* (SP184827145SA) berfungsi sebagai alat untuk membangkitkan energi listrik.
- 2) *Avometer* digunakan sebagai alat ukur tegangan dan arus yang dihasilkan thermoelektrik .

- 3) *Thermoemeter* digunakan sebagai alat ukur suhu pada tungku pembakaran.
- 4) *Heatsink* berfungsi sebagai pendingin modul termoelektrik .

Pendingin yang digunakan adalah air yang terdapat pada wadah guna membatu *Heatsink* untuk menjaga sisi dingin tetap optimal, sehingga perbedaan suhu dengan baik tercapai.

Setelah mendesain perancangan percobaan tungku, tahap selanjutnya adalah membuat alat percobaan perangkat tungku dan termoelektrik yang dilakukan untuk merealisasikan desain perancangan tungku sesuai kebutuhan pengguna yang sudah dibuat sebelumnya. Proses perakitan perangkat hasil perancangan alat dengan menggabungkan beberapa komponen di bawah ini.

GAMBAR 3.1 PEMBUATAN *PROTOTYPE* ALAT

Langkah awal pembuatan prototipe tungku otomatis yaitu dengan menyiapkan besi *stainless*, Besi siku, dan Besi plat kemudian disusun membentuk persegi sebagai tempat bahan yang akan digunakan, setelah tungku untuk penempatan peralatan selesai, selanjutnya pemasangan setiap komponen yang akan digunakan. Perangkat utama yang digunakan adalah Termoelektrik *Generator* (TEG), *Avometer*, *Thermometer*, *heatsink*, dan wadah pendingin air, adapapun perangkat pendukung antara lain, *cutter*, mistar besi, spidol dan ragum.

GAMBAR 3.2 HASIL PEMBUATAN *PROTOTYPE*

3.3 Hasil data Pengujian Penerapan Termoelektrik

Tahap pengujian merupakan lanjutan dari tahap sebelumnya dengan tujuan untuk mengetahui apakah alat yang telah dibuat sudah sesuai dengan penerapan kebutuhan pembuatan tungku dan apakah sudah memenuhi persyaratan pengguna, maka perlu adanya pengujian. Pada tahapan ini dilakukan evaluasi dari hasil penerapan termoelektrik.

Hasil Pengukuran termoelektrik didapatkan hasil ukur pada *prototipe* tungku pemanggang. Penerapan Termoelektrik *Generator* pada tungku pemanggang Pengujian ini dilakukan selama 2 jam yang dibagi menjadi 3 kali percobaan dengan menghasilkan tegangan dan arus keluaran yang bervariasi, sehingga diperoleh data sebagai berikut:

TABEL 3. 2 INSTRUMEN PENGUKURAN KONFIGURASI 7 BUAH MODUL SECARA SERI

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)		ΔT (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (VA)	Tahanan Dalam (Ω)
	Th (°C)	Tc (°C)					
5	40	30	10	0,7	0,04	0,03	3k
10	46	32	14	1,4	0,04	0,05	3k
15	50	33	17	1,8	0,05	0,08	3k
20	50	36	14	2,6	0,05	0,12	3k
25	62	38	24	3,2	0,06	0,18	3k
30	72	43	29	3,6	0,07	0,25	3k
Rata-rata				2,2	0,05	0,07	3k

TABEL 3. 2 INSTRUMEN PENGUKURAN KONFIGURASI 7 BUAH MODUL SECARA PARALEL

Waktu (Menit)	Temperatur(°C)		ΔT (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (VA)	Tahanan Dalam (Ω)
	Th (°C)	Tc (°C)					
5	56	37	19	0,4	0,07	0,02	6,3
10	58	43	15	0,5	0,08	0,02	6,3
15	60	44	16	0,5	0,09	0,04	6,3
20	62	46	16	0,5	0,1	0,05	6,3
25	64	48	16	0,4	0,12	0,05	6,3
30	65	50	15	0,3	0,09	0,02	6,3
Rata-rata				0,4	0,09	0,02	6,3



TABEL 3. 3 PENGUKURAN MODUL DENGAN BEBAN ELEKTRONIK

Waktu (Menit)	Temperatur(°C)		ΔT (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (VA)	Tahanan Dalam (Ω)
	Th (°C)	Tc (°C)					
5	49	39	10	2,18	0,03	0,05	3K
10	72	40	32	2,22	0,04	0,07	3K
15	86	46	40	2,23	0,04	0,08	3K
20	96	50	46	2,25	0,05	0,09	3K
25	98	61	37	1,73	0,06	0,09	3K
30	95	58	37	1,68	0,06	0,10	3K
Rata-rata				2,05	0,05	0,05	3K

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Evaluasi penerapan termoelektrik sebagai penghasil listrik berbasis energi panas dari tungku pembakaran dengan beban alat elektronik tegangan maksimum yang dihasilkan senilai 2,25 Volt pada ΔT 46°C dan daya yang dihasilkan maksimum 0,09 Watt.
2. Kekuatan termoelektrik sebagai penghasil listrik berbasis energi panas dari tungku pembakaran yang didapat dari 3 buah susunan konfigurasi yang berbeda tunggal, seri dan paralel, daya yang dihasilkan termoelektrik tertinggi adalah konfigurasi seri dimana daya yang didapat senilai 0,25 Watt, adapun hasil dari susunan paralel memiliki nilai daya yang sangat kecil yaitu 0,02 watt dan nilai efisiensi tertinggi hanya mencapai 3,40%. Dalam penelitian ini sumber panas yang berasal dari tungku pembakaran adalah panas sisa yang terbuang dari bahan bakar yaitu arang, sehingga suhu yang didapat tidak stabil dan konstan. Kemudian untuk konfigurasi susunan seri paling cocok digunakan untuk penghasil energi listrik dikarenakan daya yang dihasilkan akan tetapi dari semua hasil pengukuran nilai efisiensi dari ketiga buah susunan konfigurasi termoelektrik nilai daya yang dihasilkan tidak mencapai 1 Watt walaupun telah menggunakan pendinginan air, sehingga performa termoelektrik dalam menghasilkan energi listrik sangat rendah.

V. SARAN

Berdasarkan hasil Penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti menyarankan:

1. Untuk penelitian selanjutnya termoelektrik komersial disarankan menambah jumlah termoelektrik lebih banyak agar mendapatkan nilai efisiensi dan performa serta daya yang lebih tinggi.
2. Disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan pendinginan air yang mengalir, sehingga suhu air tidak ikut panas ketika sisi panas telah mencapai suhu yang tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah membantu melakukan penelitian ini. Kepada rekan-rekan peneliti, pembimbing dan juga orang tua yang selalu mensupport riset yang saya lakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Pradana and M. Widyartono, "PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TERMOELEKTRIK GENERATOR MENGGUNAKAN PENGHANTAR PANAS ALUMINIUM, KUNINGAN DAN SENG," *J. Tek. Elektro Vol.*, vol. 09, no. 8, pp. 251–258, 2020, doi: 10.1088/1751-8113/44/8/085201. *Conference on Information Technology*, 2003, pp. 1–8
- [2] M. Bachtari, "Prosedur Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya" *SMARTek*, Vol.4, No.3, pp.176-182, 2006.
- [3] Vries, P. de, Conners, M., & Jaliwala, R. (2011). *Energi Yang Terbarukan. Buku Panduan Energi Terbarukan*, 106.
- [4] Zhang, H., Xu .T, Hashimoto.S and Watanabe.T, "The Possibility of mW-Class-On-Chip Power Generation Using Ultrasmall SI Nanowire-Based Thermoelectric Generator," *IEEE Transactions*, 65, 1-8, 2018.
- [5] Agus Salim, A. T., & Indarto, B. (2018). Studi Eksperimental Karakterisasi Elemen Termoelektrik Peltier Tipe TEC. *JEECAE (Journal of Electrical, Electronics, Control, and Automotive Engineering)*, 3(1), 179–182. <https://doi.org/10.32486/jeecae.v3i1.211>



- [6] Bi, T., Ansys, S., Fisika-fia, D., Teknologi, I., Nopember, S., & Its, K. (2018). *Fabrikasi dan Simulasi Termoelektrik Cooler Menggunakan Material Semikonduktor Bismuth*. 7(2), 7–9.
- [7] Mahmud, K. H., Yudistirani, S. A., & Ramadhan, A. I. (2015). Analysis Of Power Characteristics Of Model Thermoelectric Generator TEG Small Modular. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 4(8), 161–167.