



Rancang Bangun *Prototype* Pembangkit Listrik Alternatif Termoelektrik Generator (TEG)

Muhammad Akbar*, Fiqri Al Faruqi, Abdul Manab, Ali Satria Wijaya

Universitas Jambi

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe pembangkit listrik alternatif *thermoelectric generator* (TEG) sebagai media pembelajaran energi terbarukan yang efisien. Metode penelitian yang digunakan adalah ADDIE yang meliputi tahapan *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Komponen utama prototipe terdiri dari tungku briket batok kelapa sebagai sumber panas, empat buah modul Peltier SP 1848-27145 SA yang disusun seri, sistem pendingin air, serta *boost converter* XL6009 untuk menstabilkan tegangan keluaran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa performa terbaik dicapai saat menggunakan sistem pendingin air radiator, dengan suhu sisi panas mencapai 150,5°C dan sisi dingin 34,9°C. Kondisi ini menghasilkan beda temperatur (ΔT) sebesar 115,6°C yang mampu membangkitkan tegangan hingga 3,44 Volt sebelum masuk ke *boost converter*. Melalui penggunaan *boost converter*, tegangan berhasil ditingkatkan menjadi 12,89 Volt untuk menyuplai beban lampu DC 10 Watt. Arus puncak yang dihasilkan tercatat sebesar 0,588 Ampere dengan daya listrik maksimum mencapai 7,58 Watt. Penelitian ini membuktikan bahwa prototipe mampu mengonversi energi panas menjadi listrik secara efektif untuk aplikasi skala kecil dan layak digunakan sebagai sarana edukasi teknologi energi baru terbarukan.

Kata Kunci: *Prototype*, Energi Baru Terbarukan, Termoelektrik Generator.

DOI:

<https://doi.org/10.47134/jte.v2i4.5506>

*Correspondence: Muhammad Akbar

Email: akbarjn0701@gmail.com

Received: 12-12-2025

Accepted: 12-01-2026

Published: 12-02-2026



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: *This research aims to design and build a prototype of an alternative thermoelectric generator (TEG) power plant as an efficient learning medium for renewable energy. The research method used is ADDIE which includes the stages of Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. The main components of the prototype consist of a coconut shell briquette furnace as a heat source, four Peltier SP 1848-27145 SA modules arranged in series, a water cooling system, and an XL6009 boost converter to stabilize the output voltage. The test results show that the best performance is achieved when using a radiator water cooling system, with a hot side temperature reaching 150.5°C and a cold side temperature of 34.9°C. This condition produces a temperature difference (ΔT) of 115.6°C which is able to generate a voltage of up to 3.44 Volts before entering the boost converter. Through the use of a boost converter, the voltage is successfully increased to 12.89 Volts to supply a 10 Watt DC lamp load. The peak current generated is recorded at 0.588 Amperes with a maximum electrical power reaching 7.58 Watts. This research proves that the prototype is capable of converting heat energy into electricity effectively for small-scale applications and is suitable for use as an educational tool for new renewable energy technology..*

Keywords: *Prototype, New Renewable Energy, Thermoelectric Generator.*

Pendahuluan

Listrik telah menjadi kebutuhan fundamental dalam mendukung kemajuan teknologi, industri, dan pendidikan di era modern. Namun, ketergantungan yang tinggi pada energi fosil memicu tantangan polusi dan penipisan sumber daya, sehingga diperlukan pengembangan pembangkit listrik mandiri yang ramah lingkungan (Watiningsih, 2015). Di Indonesia, potensi biomassa sangat melimpah namun belum optimal pemanfaatannya, terutama dalam pengolahan limbah menjadi briket arang sebagai sumber energi (Eka Putri & Andasuryani, 2017). Pengelolaan briket biomassa ini sangat krusial untuk mendukung sistem transmisi dan distribusi energi yang lebih merata (Syahputra, 2018).

Teknologi *Thermoelectric Generator* (TEG) muncul sebagai inovasi penting yang mampu mengubah energi panas menjadi energi listrik secara langsung melalui prinsip efek Seebeck (Tan dkk., 2016). Efektivitas konversi energi pada TEG sangat bergantung pada perbedaan temperatur (ΔT) yang dihasilkan antara sisi panas dan sisi dingin modul (Muhanif dkk., 2022). Selain faktor suhu, pengaturan susunan seri dan paralel pada modul termoelektrik juga sangat menentukan besaran daya keluaran yang akan dihasilkan (Naufal, 2019). Optimalisasi pada sisi pendingin menjadi kunci utama, karena penggunaan media pendingin yang berbeda seperti air radiator dapat memberikan hasil yang lebih stabil dibandingkan metode konvensional (Anggraini dkk., 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang *prototype* pembangkit listrik alternatif TEG menggunakan metode ADDIE sebagai media pembelajaran energi terbarukan (Husain, 2021). Fokus utama penelitian adalah mengintegrasikan tungku briket dengan sistem pendinginan yang dioptimalkan melalui penggunaan *waterblock* dan radiator guna menjaga stabilitas suhu (Wijaya, 2023). Untuk menjamin suplai listrik yang stabil pada beban, penggunaan *boost converter* XL6009 diimplementasikan guna menaikkan tegangan keluaran sesuai kebutuhan aplikasi (Pratama, 2020). Pemanfaatan teknologi ini diharapkan mampu memberikan solusi praktis dalam mengubah limbah briket menjadi energi listrik yang bermanfaat untuk skala kecil (Manap & Fikri, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang *prototype* pembangkit listrik alternatif TEG menggunakan metode ADDIE sebagai media pembelajaran energi terbarukan (Husain, 2021). Integrasi komponen elektronika daya seperti *boost converter* tipe XL6009 memegang peranan vital dalam sistem ini guna menaikkan tegangan rendah yang dihasilkan oleh modul Peltier (Pratama, 2020). Modul penguat ini diperlukan agar tegangan keluaran yang fluktuatif dapat ditingkatkan menjadi level yang stabil untuk menyuplai beban listrik nyata. Secara akademis, alat ini difungsikan sebagai media pembelajaran praktis bagi mahasiswa teknik elektro untuk memahami fenomena konversi energi secara langsung.

Kebaruan dalam penelitian ini diperkuat oleh analisis komparatif antara penggunaan air biasa dan air radiator sebagai media pendingin sisi dingin modul Peltier SP 1848-27145 SA. Referensi sebelumnya menunjukkan bahwa perbedaan suhu yang signifikan adalah kunci efektivitas TEG. Dengan membuktikan bahwa air radiator mampu menghasilkan (ΔT) hingga $115,6^{\circ}\text{C}$ dan daya mencapai 7,58 Watt, penelitian ini memberikan kontribusi baru dalam parameter teknis pendinginan yang lebih optimal dibandingkan metode konvensional.

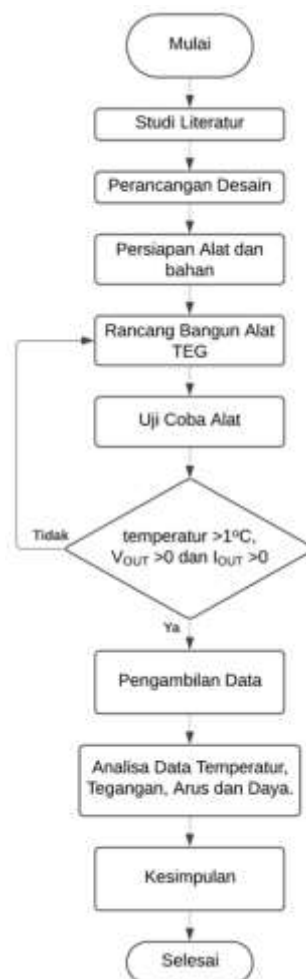
Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian dalam skripsi ini menggunakan metode ADDIE (Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi). Penelitian dilakukan selama sebelas bulan di Desa Mendalo Darat, Jambi. Langkah utama penelitian meliputi:

- Analisis kebutuhan dan studi literatur sebagai dasar perancangan alat.
- Perancangan desain prototipe pembangkit listrik berbasis Termoelektrik Generator (TEG), termasuk pemilihan komponen seperti tungku briket, modul Peltier, boost converter, waterblock, dan pompa air.
- Tahap perakitan komponen menjadi sistem yang terintegrasi.
- Prosedur pengujian meliputi pengukuran suhu sisi panas dan dingin, tegangan, arus, dan daya listrik yang dihasilkan oleh prototype, baik dalam kondisi tanpa beban maupun dengan beban (lampu DC 10 watt).

Data diambil secara kuantitatif selama pengoperasian alat untuk menganalisis kinerja dan efektivitas konversi energi panas menjadi listrik, serta evaluasi terhadap hasil pengujian untuk memastikan alat berfungsi sesuai harapan sebagai media pembelajaran energi terbarukan.

Secara garis besar, prosedur penelitian ini di jelaskan dalam diagram alur penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Pengerjaan Tugas Akhir

Hasil dan Pembahasan

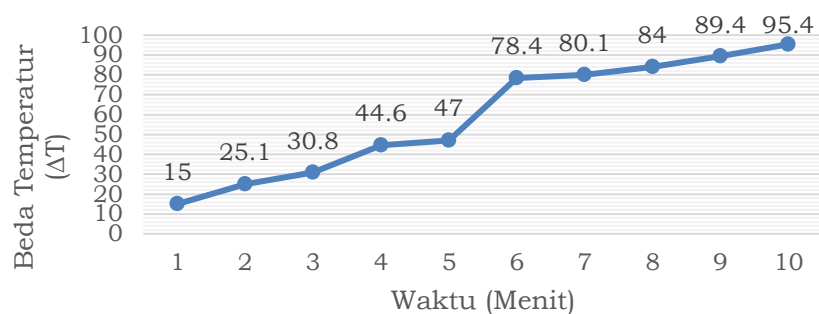
Setelah proses perancangan selesai, tahap berikutnya adalah pengujian komponen *prototype* pembangkit listrik alternatif termoelektrik generator (TEG).

Pengujian *Prototype* Pembangkit Listrik Tanpa Beban

Pada pengujian TEG tanpa beban adalah dengan mengukur secara langsung *output* generator menggunakan *multimeter* atau *wattmeter*. Panas yang dihasilkan berasal dari pembakaran briket sebanyak 250g, sedangkan sisi dingin pada TEG bersumber dari air biasa dan air radiator. Pengukur suhu pada sisi panas dan dingin menggunakan *thermometer* digital.

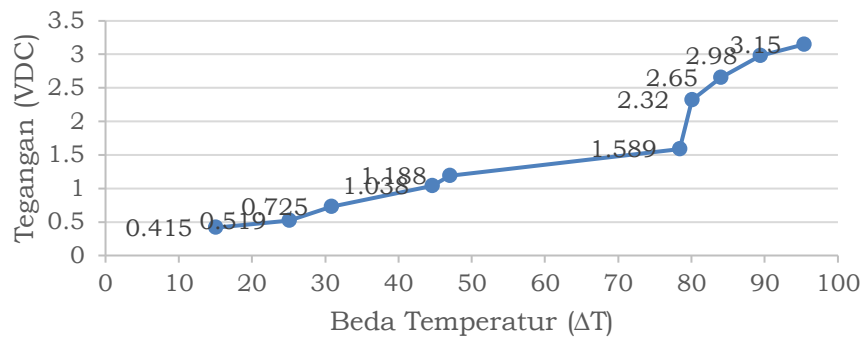
Tabel 1. Pengujian Tanpa Beban Menggunakan Pendingin Air Biasa

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)		Beda Temperatur (ΔT)	Tegangan (VDC)
	Sisi Panas (°C)	Sisi Dingin (°C)		
1	46,6	31,6	15	0,415
2	56,4	31,3	25,1	0,519
3	62,6	31,8	30,8	0,725
4	77,1	32,5	44,6	1,038
5	80,3	33,3	47	1,188
6	112,5	34,1	78,4	1,589
7	115,7	35,6	80,1	2,32
8	120,3	36,3	84	2,65
9	126,3	36,9	89,4	2,98
10	135,2	39,8	95,4	3,15



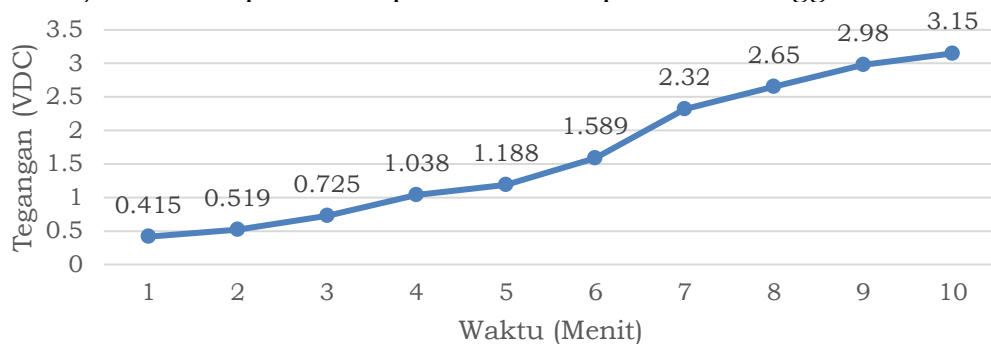
Gambar 2. Karakteristik Waktu terhadap ΔT Pendingin Air Biasa

Pada gambar 2 menunjukkan karakteristik waktu terhadap beda temperatur pada TEG yang Dimana setiap menitnya mengalami peningkatan beda temperatur yang signifikan dikarenakan perbedaan suhu antara sisi panas dan sisi dingin TEG.



Gambar 3 Karakteristik ΔT terhadap Tegangan Pendingin Air Biasa

Data hasil pengukuran pada gambar 3 TEG menunjukkan bahwa tegangan keluaran meningkat seiring bertambahnya beda temperatur antara sisi panas dan sisi dingin. Pada awal pengujian, ketika beda temperatur masih rendah (sekitar 15–47°C), kenaikan tegangan berlangsung secara bertahap dan cenderung linear, mulai dari 0,415 V hingga 1,188 V. Namun, setelah beda temperatur melewati kisaran 78°C, laju kenaikan tegangan menjadi lebih tajam, mencapai 3,15 V pada beda temperatur tertinggi 95,4°C.



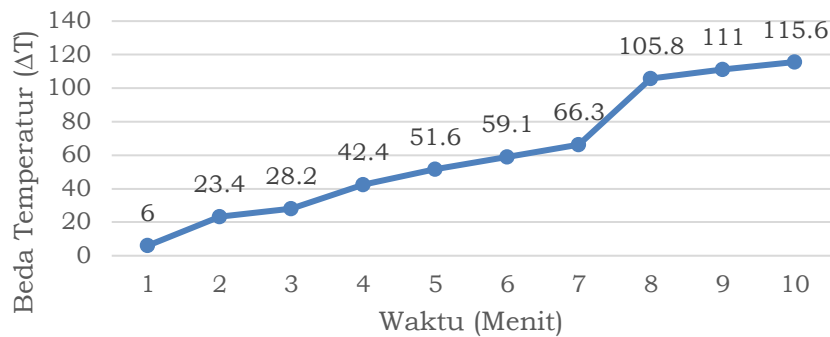
Gambar 4 Karakteristik Waktu terhadap Tegangan Pendingin Air Biasa

Berdasarkan data yang ada pada gambar 17, dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu berjalan, tegangan output sistem terus meningkat secara konsisten. Pada menit pertama, tegangan terukur sebesar 0,415 V, kemudian naik secara perlahan hingga mencapai 3,15 V pada menit kesepuluh. Kenaikan yang paling signifikan terjadi antara menit keenam dan ketujuh, yaitu dari 1,589 V sampai 2,32 V. Pola ini menunjukkan bahwa sistem membutuhkan waktu untuk mencapai kondisi stabil dan menghasilkan tegangan yang lebih tinggi. Secara keseluruhan, grafik ini menunjukkan kinerja sistem yang efisien dan bertahap, di mana tegangan keluaran meningkat seiring dengan berlangsungnya waktu operasi.

Tabel 2. Pengujian Tanpa Beban Menggunakan Pendingin Air Radiator

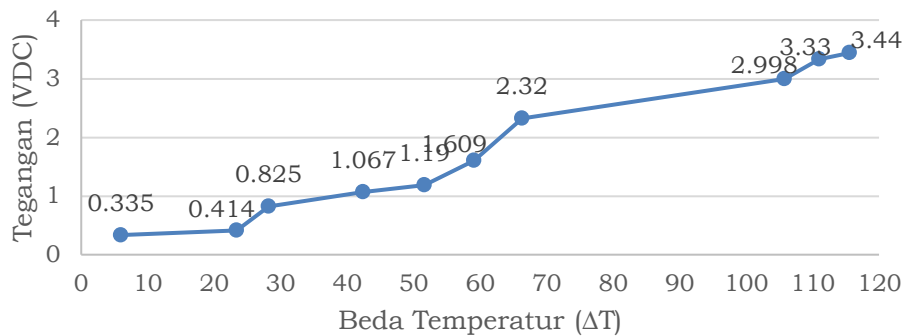
Waktu (Menit)	Temperatur (°C)		Beda Temperatur (ΔT)	Tegangan (VDC)
	Sisi Panas (°C)	Sisi Dingin (°C)		
1	37,7	31,7	6	0,335
2	54,8	31,4	23,4	0,414
3	60,2	32	28,2	0,825
4	74,8	32,4	42,4	1,067
5	84,3	32,7	51,6	1,19
6	92,2	33,1	59,1	1,609

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)		Beda Temperatur (ΔT)	Tegangan (VDC)
	Sisi Panas (°C)	Sisi Dingin (°C)		
7	99,8	33,5	66,3	2,32
8	139,6	33,8	105,8	2,998
9	145,6	34,6	111	3,33
10	150,5	34,9	115,6	3,44



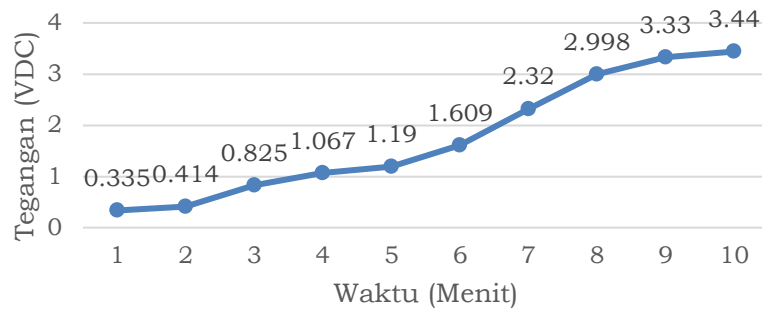
Gambar 5. Karakteristik Waktu terhadap ΔT Pendingin Air Radiator

Pada gambar 5 menunjukkan karakteristik waktu terhadap beda temperatur pada TEG yang Dimana setiap menitnya mengalami peningkatan beda temperatur yang signifikan dikarenakan perbedaan suhu antara sisi panas dan sisi dingin TEG.



Gambar 6. Karakteristik ΔT terhadap Tegangan Pendingin Air Radiator

Berdasarkan data pada tabel dan grafik yang ditampilkan, dapat dilihat bahwa tegangan keluaran dari termoelektrik generator meningkat seiring dengan bertambahnya beda temperatur antara sisi panas dan sisi dingin. Pada awal percobaan, ketika beda temperatur masih kecil (6°C), tegangan yang dihasilkan hanya sekitar $0,335\text{ V}$. Namun, seiring kenaikan beda temperatur hingga mencapai $115,6^{\circ}\text{C}$, tegangan yang dihasilkan juga meningkat secara signifikan hingga mencapai $3,44\text{ V}$. Hubungan antara beda temperatur dan tegangan ini terlihat cenderung non-linear, terutama setelah melewati beda temperatur sekitar 60°C , di mana kenaikan tegangan menjadi lebih tajam. Hal ini menunjukkan bahwa performa termoelektrik generator semakin optimal pada beda temperatur yang besar, sesuai dengan prinsip efek Seebeck. Secara keseluruhan, semakin besar perbedaan suhu antara kedua sisi, semakin besar pula tegangan listrik yang dapat dihasilkan oleh termoelektrik generator.



Gambar 7. Karakteristik Waktu terhadap Tegangan Pendingin Air Radiator

Berdasarkan grafik pada Gambar 7, dapat disimpulkan bahwa tegangan output (VDC) terus meningkat seiring berjalannya waktu. Pada menit pertama, tegangan tercatat sebesar 0.335 V, kemudian naik secara perlahan hingga mencapai 3.44 V pada menit kesepuluh. Naiknya tegangan terasa paling besar antara menit keenam dan ketujuh, di mana tegangan melonjak dari 1.609 V ke 2.32 V. Pola ini menunjukkan bahwa sistem memerlukan waktu untuk mencapai keadaan stabil dan menghasilkan tegangan yang lebih besar. Secara keseluruhan, grafik ini menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan efisien dan secara bertahap meningkatkan tegangan output seiring berlanjutnya waktu operasi.

Pengujian *Prototype* Pembangkit Listrik dengan Beban

Tabel 3. Pengujian dengan Beban Sebelum *Boost Converter*

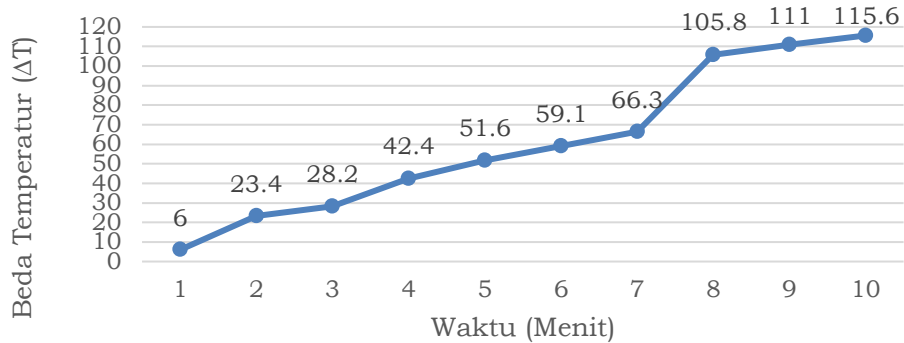
Waktu (Menit)	Temperatur (°C)		Beda Temperatur (ΔT)	Tegangan (VDC)
	Sisi Panas (°C)	Sisi Dingin (°C)		
1	37,7	31,7	6	0,335
2	54,8	31,4	23,4	0,414
3	60,2	32	28,2	0,825
4	74,8	32,4	42,4	1,067
5	84,3	32,7	51,6	1,19
6	92,2	33,1	59,1	1,609
7	99,8	33,5	66,3	2,32
8	139,6	33,8	105,8	2,998
9	145,6	34,6	111	3,33
10	150,5	34,9	115,6	3,44

Berdasarkan data pada tabel 3, tegangan output dari TEG mengalami kenaikan dari menit ke 1 sampai menit ke 10. Untuk menghidupkan lampu DC sebagai beban, diperlukan *boost converter* agar bisa mencukupi tegangan yang diperlukan oleh lampu DC tersebut sebesar 12 V.

Tabel 4. Pengujian dengan Beban Setelah *Boost Converter*

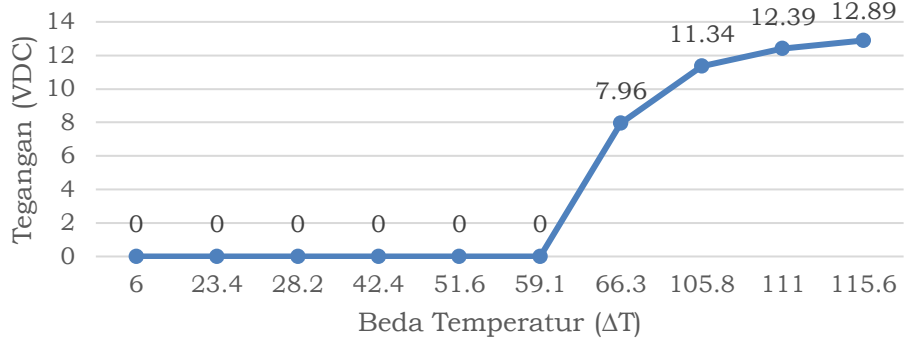
Waktu (Menit)	Temperatur (°C)		Beda Temperatur (ΔT)	Tegangan (VDC)	Tegangan terpakai (VDC)	Arus terpakai (I)	Daya terpakai (P)
	Sisi Panas	Sisi Dingin					
1	37,7	31,7	6	0	0	0	0
2	54,8	31,4	23,4	0	0	0	0
3	60,2	32	28,2	0	0	0	0

4	74,8	32,4	42,4	0	0	0	0
5	84,3	32,7	51,6	0	0	0	0
6	92,2	33,1	59,1	0	0	0	0
7	99,8	33,5	66,3	14,39	7,96	0,035	0,2786
8	139,6	33,8	105,8	14,39	11,34	0,42	4,7628
9	145,6	34,6	111	14,4	12,39	0,542	6,7154
10	150,5	34,9	115,6	14,37	12,89	0,588	7,5793



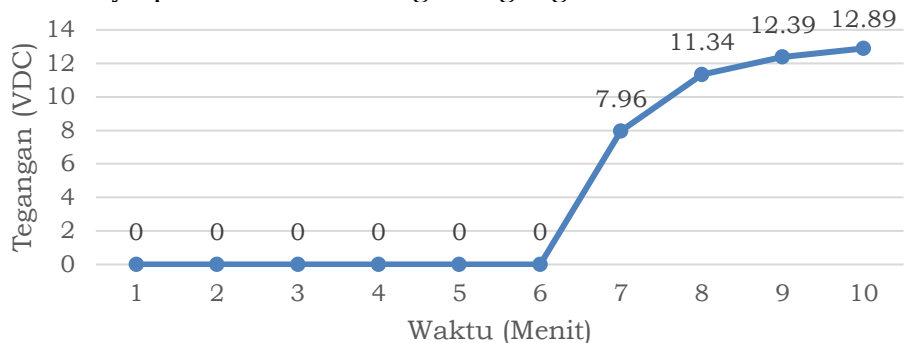
Gambar 8. Karakteristik Waktu terhadap ΔT dengan beban

Pada gambar 8 menunjukkan karakteristik waktu terhadap beda temperatur pada TEG yang Dimana setiap menitnya mengalami peningkatan beda temperatur yang signifikan dikarenakan perbedaan suhu antara sisi panas dan sisi dingin TEG.



Gambar 9. Karakteristik ΔT terhadap Tegangan dengan beban

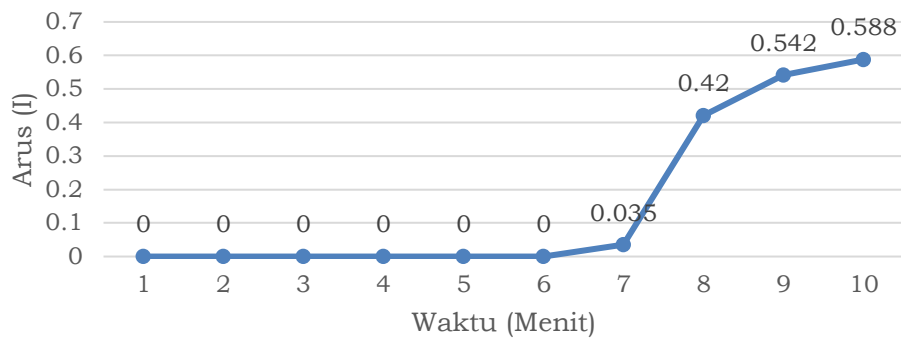
Berdasarkan gambar 9, menunjukkan karakteristik ΔT terhadap Tegangan dimana tegangan keluar pada ΔT 66,3 sebesar 7,96 V dan terus mengalami peningkatan seiring naiknya ΔT. Puncaknya pada ΔT 115,6 dengan tegangan sebesar 12,89 V.



Gambar 10. Karakteristik Tegangan terhadap Waktu dengan beban

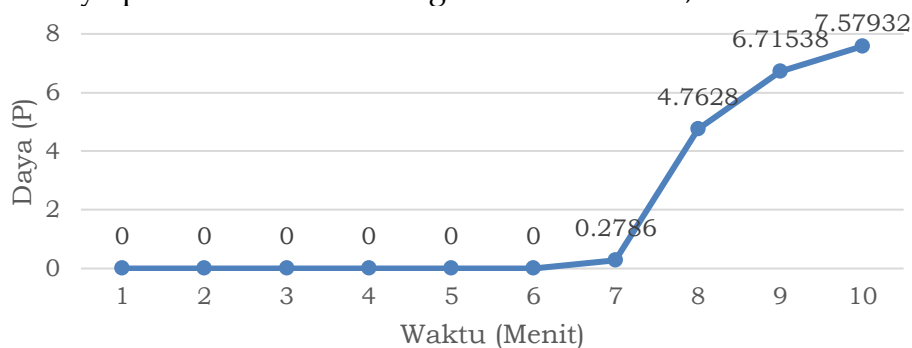
Berdasarkan gambar 10, menunjukkan karakteristik Tegangan terhadap waktu. Dimana tegangan keluar pada menit ke-7 sebesar 7,96 V dan terus mengalami

peningkatan seiring bertambahnya waktu pembakaran. Puncaknya pada menit ke-10 dengan tegangan sebesar 12,89 V.



Gambar 11. Karakteristik Arus terhadap Waktu dengan beban

Gambar 11 menunjukkan karakteristik arus terhadap waktu. Arus bergantung pada tegangan dan beban yang terpasang, dimana arus keluar pada menit ke-7 sebesar 0,035 A dan terus mengalami peningkatan seiring bertambahnya waktu pembakaran dan tegangan. Puncaknya pada menit ke-10 dengan arus sebesar 0,588 A.



Gambar 12. Karakteristik Daya terhadap Waktu dengan beban

Pada Gambar 12, menunjukkan karakteristik daya terhadap waktu. Daya bergantung pada tegangan, arus dan beban yang terpasang, dimana daya keluar pada menit ke-7 sebesar 0,2786 W dan terus mengalami peningkatan seiring bertambahnya waktu pembakaran, tegangan dan arus yang ada. Puncaknya pada menit ke-10 dengan daya sebesar 7,57932 W.

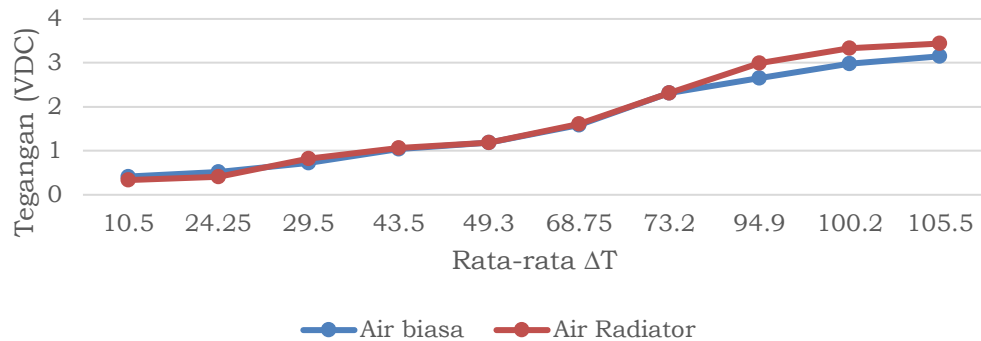
Perbandingan Tegangan (VDC) Antara Air Biasa dan Air Radiator

Pada perbandingan tegangan (VDC) antara air biasa dan air radiator adalah dengan mencari terlebih dahulu nilai rata-rata dari beda temperatur dari menit ke-1 sampai menit ke-10, setelah mendapatkan nilai rata-rata beda temperatur selanjutnya membandingkan tegangan keluaran dari TEG.

Tabel 5. Perbandingan Tegangan (VDC) Antara Air Biasa dan Air Radiator

Beda Temperatur (ΔT)		Rata-rata ΔT	Tegangan (VDC)	
Air Biasa	Air Radiator		Air biasa	Air Radiator
15	6	10,5	0,415	0,335
25,1	23,4	24,25	0,519	0,414
30,8	28,2	29,5	0,725	0,825
44,6	42,4	43,5	1,038	1,067
47	51,6	49,3	1,188	1,19

78,4	59,1	68,75	1,589	1,609
80,1	66,3	73,2	2,32	2,32
84	105,8	94,9	2,65	2,998
89,4	111	100,2	2,98	3,33
95,4	115,6	105,5	3,15	3,44



Gambar 13. Grafik Perbandingan Tegangan (VDC) air biasa dan air radiator

Pada gambar 13, menunjukkan grafik perbandingan tegangan (VDC) air biasa dan air radiator. Pada rata-rata ΔT 10,5 dapat dilihat jika tegangan yang terkecil ada pada pendingin air radiator sebesar 0,335 V. Seiring dengan meningkatnya ΔT tegangan terus mengalami peningkatan, dimana pada menit ke-10 dengan rata-rata ΔT 105,5, tegangan terbesar berada pada pendingin air radiator sebesar 3,44 V. Hal tersebut berpengaruh pada ΔT dimana pada saat *prototype* bekerja air radiator hanya mengalami sedikit kenaikan karena perbedaan titik didih antara air biasa dan air radiator. Berikut perhitungan untuk mencari ΔT pada TEG menggunakan persamaan 1

1. Perhitungan pada keluaran tegangan terkecil

- Air biasa

$$\Delta T = T_h - T_c$$

$$\Delta T = 46,6 - 31,6 = 15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Air radiator

$$\Delta T = T_h - T_c$$

$$\Delta T = 37,7 - 31,7 = 6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{\Delta T \text{ air biasa} + \Delta T \text{ air radiator}}{2} = \frac{15 + 6}{2} = 10,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2. Perhitungan pada keluaran tegangan terbesar

- Air biasa

$$\Delta T = T_h - T_c$$

$$\Delta T = 135,2 - 39,8 = 95,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Air radiator

$$\Delta T = T_h - T_c$$

$$\Delta T = 150,5 - 34,9 = 115,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{\Delta T \text{ air biasa} + \Delta T \text{ air radiator}}{2} = \frac{95,4 + 115,6}{2} = 105,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Analisis Prototype Pembangkit Listrik Analisis Komponen

Komponen utama yang digunakan dalam pembuatan *prototype* ini terdiri dari 4 buah generator termoelektrik tipe SP1848-27145 SA yang disusun secara seri, bahan bakar briket batok kelapa sebagai sumber panas, pendingin berupa air biasa dan air radiator, serta *boost converter* tipe XL6009 untuk menaikkan tegangan keluaran TEG.

Pengujian Prototype

Pengujian dilakukan dengan membakar 250 gram briket batok kelapa pada tungku pembakaran. Temperatur pada sisi panas dan sisi dingin TEG diukur untuk mendapatkan beda temperatur (ΔT). Tegangan keluaran TEG diukur dengan multimeter. Hasil pengujian menggunakan pendingin air biasa menunjukkan tegangan awal sebesar 0,415 V pada ΔT 15°C dan meningkat hingga 3,15 V pada ΔT 95,4°C setelah 10 menit pembakaran. Sementara itu, penggunaan pendingin air radiator menghasilkan tegangan yang lebih tinggi, yakni hingga 3,44 V pada ΔT 115,6°C. Grafik menunjukkan peningkatan tegangan output yang signifikan seiring dengan pertambahan ΔT dan waktu pengoperasian alat. Semakin lama waktu pembakaran dan semakin tinggi pertambahan ΔT maka, tegangan keluaran dari TEG akan semakin tinggi.

Pengujian dengan beban menggunakan lampu DC 10 watt sebagai beban utama. Tegangan setelah *boost converter* mampu terakumulasi hingga maksimum 12,89 V pada menit ke-10, dengan arus puncak sebesar 0,588 A dan daya maksimum yang dihasilkan sebesar 7,58 watt. Data pengukuran menunjukkan peningkatan tegangan dan arus yang konsisten seiring waktu pembakaran dan peningkatan ΔT . Hal ini membuktikan bahwa *prototype* dapat mengoperasikan beban listrik nyata dengan suplai listrik yang stabil.

Perbandingan Pendingin

Perbandingan hasil pengujian antara pendingin air biasa dan air radiator menunjukkan bahwa pendingin air radiator memberikan performa yang sedikit lebih baik dengan tegangan keluaran yang lebih tinggi pada kondisi ΔT yang sama. Hal ini disebabkan oleh karakteristik titik didih dan kapasitas pendinginan udara radiator yang lebih optimal.

Simpulan

Dari hasil pengujian, *Prototype* pembangkit listrik termoelektrik generator yang dirancang dan dibangun berhasil menghasilkan output listrik yang cukup signifikan untuk media pembelajaran pembangkit energi terbarukan. Pada pengujian tanpa beban pendingin air biasa, suhu di sisi panas *prototype* mencapai 135,2°C, sementara suhu di sisi dingin mencapai 39,8°C. Sementara pada pendingin air radiator, suhu di sisi panas *prototype* mencapai 150,5°C, sementara suhu di sisi dingin mencapai 34,9°C. Beda temperatur mencapai 115,6°C, Perbedaan suhu ini menghasilkan tegangan keluaran *prototype* lebih dari 2 V. Ketika dihubungkan dengan beban, yakni lampu berdaya 10 watt, arus keluaran *prototype* tercatat hingga 0,588 A. Dengan kombinasi tegangan dan arus tersebut, daya listrik maksimum yang mampu dihasilkan prototipe mencapai 7,58 W. Hasil ini menunjukkan bahwa *prototype* mampu mengubah energi panas menjadi energi

listrik secara efektif untuk aplikasi skala kecil dan mendukung tujuan penelitian sebagai alat pembelajaran energi terbarukan. Selain itu, penggunaan *boost converter* pada *prototype* juga memungkinkan peningkatan tegangan keluaran agar memenuhi kebutuhan daya beban yang digunakan.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan komponen-komponen dengan spesifikasi yang lebih tinggi agar kapasitas daya yang dihasilkan bisa lebih besar. Disarankan untuk penelitian selanjutnya agar lebih memperhatikan sisi dingin dan pendingin yang digunakan agar tegangan keluaran lebih maksimal dan sesuai harapan.

Referensi

- Ahiska, R., & Mamur, H. (2014). A Review: Thermoelectric Generators in Renewable Energy. *International Journal of Renewable Energy Research*, 4(1), 128-136.
- Andi, L. O., Balaka, R., & Mangalla, L. K. (2023). Sistem Konversi Energi Panas Briket Arang Menjadi Energi Listrik Sebagai Alat Charger Baterai Menggunakan Termoelektrik. *Enthalpy: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 8(4), 128. <https://doi.org/10.55679/enthalpy.v8i4.45194>
- Andrapica, G., Iman Mainil, R., & Azridjal Aziz, dan. (2015). Pengujian Thermoelectric Generator Sebagai Pembangkit Listrik Dengan Sisi Dingin Menggunakan Air Bertemperatur 10 oc. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 14(2), 45–50.
- Anggraini, D., dkk. (2021). Optimasi Output Tegangan Termoelektrik Generator dengan Variasi Sistem Pendinginan. *Jurnal Energi Terbarukan*.
- Bell, L. E. (2008). Cooling, Heating, Generating Power, and Recovering Waste Heat with Thermoelectric Systems. *Science*, 321(5895), 1457-1461.
- Eka Putri, R., & Andasuryani, A. (2017). Studi Mutu Briket Arang Dengan Bahan Baku Limbah Biomassa. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 21(2), 143. <https://doi.org/10.25077/jtpa.21.2.143-151.2017>
- Felix, A. S. (2022). Analisis Pembangkit Listrik Termoelektrik Generator Diradiasi oleh Panas Matahari. 1–66.
- Husain, S. (2021). Perancangan Media Pembelajaran Teknik Elektro Berbasis Trainer Kit Termoelektrik Generator. *Jurnal Pendidikan Vokasi*.
- Manap, M. A., & Fikri, A. (2020). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Alternatif Menggunakan Termoelektrik dengan Memanfaatkan pada Tungku Pemanas. *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPKA)*, 3(2), 53. <https://doi.org/10.33087/jepca.v3i2.41>
- Muhanif, M., Umurani, K., & Nasution, F. A. A. (2022). Analisis Termoelektrik Generator (TEG) sebagai pembangkit listrik Bersekala kecil terhadap perbedaan temperatur. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 5(1), 26–32.

- Naufal, M. (2019). Analisis Pengaruh Susunan Seri dan Paralel Modul Termoelektrik terhadap Daya Keluaran. *Jurnal Teknik Elektro*.
- Pratama, A. (2020). Karakteristik Boost Converter XL6009 dalam Aplikasi Pembangkit Listrik Skala Kecil. *Jurnal Teknologi Arus Lemah*.
- Rahim Siregar, A. (2022). Analisis Pengaruh Karakteristik Termoelektrik Generator Seabagi Peubah Energi Panas. *Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer*, 2(2), 2809–476. <https://doi.org/10.47709/jpsk.v2i2.1530>
- Ridzki, I., Hariz Santoso, A., Awan Setiawan, & Wijaya Kusuma. (2024). Rancang Bangun Thermoelectric Generator (TEG) Sebagai Suplai Daya Alternatif Germinasi Kacang Hijau. *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 11(1), 36–39. <https://doi.org/10.33795/elposys.v11i1.4581>
- Saad, A. A. (2011). Heat Transfer Over an Unsteady Moving Surface With Heat Generation and Thermal Radiation in Micropolar Fluid in the. 3(31), 1–7.
- Saksono, A. Y., Yuniarti, T., & Saepudin, S. (2022). Pengelolaan Pemanfaatan Arang Tempurung Kelapa Menjadi Briket Sederhana. *Ikra-Ith Abdimas*, 6(2), 154–160. <https://doi.org/10.37817/ikra-ithabdimas.v6i2.2421>
- Saputra, N., Mainil, R. I., & Aziz, A. (2023). Pembangkit Energi Listrik Memanfaatkan Penyerapan Panas Jalan Beton Menggunakan Teknologi Termoelektrik Generator (Teg) Dengan Pelat Penyerap Tembaga Berbentuk I. *Jurnal Teknologi*, 15(2), 325–336.
- Setiawan, B. (2022). Studi Komparasi Efisiensi Termal Briket Biomassa sebagai Sumber Panas TEG. *Jurnal Mekanik*.
- Subroto, E., Tensiska, dan Indiarto. R. (2014). Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan dalam upaya Mendukung Ketahanan Pangan di Desa Girijaya dan Mekarjaya, Kecamatan Cikajang, Kabupaten Garut. *Dharmakarya*. 13 (1) 1-4.
- Suwahyono, N. (2004). Pedoman Penampilan Majalah Ilmiah Indonesia. Jakarta: Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, LIPI.
- Syahputra, R. (2018). *Transmisi dan Distribusi Energi Listrik*. Yogyakarta: LP3M UMY.
- Tan, G., dkk. (2016). Non-equilibrium Processing for High-performance Thermoelectric Materials. *Chemical Reviews*.
- Wijaya, K. (2023). Aplikasi Waterblock dan Radiator dalam Menjaga Stabilitas Suhu Sisi Dingin Modul Peltier. *Jurnal Inovasi Teknologi*.
- Watiningsih, T. (2015). Pembangkit Listrik Mandiri Yang Ramah Lingkungan. *Techno*, 6(1), 1–9. <http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/techno>
- Conyers, D. (1994).

Perencanaan Sosial di Dunia Ketiga: Suatu Pengantar, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Zhao, D., & Tan, G. (2014). A Review of Thermoelectric Cooling: Materials, Modeling and Applications. *Applied Thermal Engineering*, 66(1-2), 15-24.