

ANALISIS KINERJA TEG SP1848-27145SA PADA KOMPOR LPG DENGAN BEBAN DAN TANPA BEBAN PADA BUKAAN KNOB 45°

Vemas Aldi Pratama

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: vemasaldi.22002@mhs.unesa.ac.id

Handini Novita Sari

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: handinisari@unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja Thermoelektrik Generator (TEG) tipe SP1848-27145SA yang diintegrasikan pada kompor *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) dengan kondisi menggunakan beban masak dan tanpa beban masak pada bukannya 45°. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan melakukan pengujian selama 30 menit pada masing-masing kondisi untuk mengetahui pengaruh perbedaan temperatur terhadap daya listrik, efisiensi, dan energi panas yang dihasilkan modul TEG. Sistem dirancang menggunakan empat modul TEG yang disusun secara seri kemudian dipasang *stepdown* 5V dan dipasang pada plat aluminium dengan sistem pendingin *waterblock* dan radiator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi dengan beban masak menghasilkan performa yang lebih baik dibandingkan tanpa beban. Rata-rata daya listrik yang dihasilkan pada kondisi dengan beban sebesar 3,81 Watt, sedangkan tanpa beban sebesar 1,35 Watt. Efisiensi rata-rata sistem pada kondisi dengan beban mencapai 17,59%, lebih tinggi dibandingkan tanpa beban sebesar 14,81%. Selain itu, energi panas rata-rata yang diterima modul TEG pada kondisi dengan beban sebesar 48,40 Joule, sedangkan tanpa beban sebesar 42,59 Joule. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan beban masak mampu meningkatkan kestabilan distribusi panas sehingga proses konversi energi panas menjadi energi listrik berlangsung lebih optimal pada sistem TEG kompor LPG.

Kata Kunci: TEG, kompor LPG, energi panas, daya listrik, dan efisiensi

Abstract

This study aims to analyze the performance of a SP1848-27145SA Thermoelectric Generator (TEG) integrated into a Liquefied Petroleum Gas (LPG) stove under two operating conditions: with a cooking load and without a cooking load at a 45° knob opening. An experimental method was employed by conducting tests for 30 minutes under each condition to evaluate the effect of temperature differences on the electrical power output, efficiency, and thermal energy generated by the TEG module. The system was designed using four TEG modules connected in series, equipped with a 5 V step-down converter, and mounted on an aluminum plate with a waterblock and radiator cooling system. The results showed that the condition with a cooking load produced better performance than the condition without a cooking load. The average electrical power generated under the cooking-load condition was 3.81 W, while the no-load condition produced 1.35 W. The average system efficiency with a cooking load reached 17.59%, which was higher than the 14.81% obtained without a cooking load. In addition, the average thermal energy received by the TEG modules was 48.40 J under the cooking-load condition and 42.59 J without a cooking load. Based on these results, it can be concluded that the use of a cooking load improves heat distribution stability, thereby enhancing the conversion of thermal energy into electrical energy in the LPG stove TEG system.

Keywords: TEG, LPG stove, thermal energy, electrical power, and efficiency

PENDAHULUAN

Sepertiga populasi dunia menghadapi dua permasalahan utama yang harus segera diatasi terkait ketahanan energi, yaitu tingginya emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh sistem produksi energi saat ini, serta masih adanya sebagian masyarakat yang belum memiliki akses terhadap energi bersih (Roser, 2020). Salah satu bentuk energi yang sering kali terbuang sia-sia dalam kehidupan sehari-hari adalah energi panas atau kalor, yaitu energi yang berpindah akibat perbedaan suhu, dari benda bersuhu lebih tinggi ke benda bersuhu lebih rendah saat keduanya bersentuhan (Nurhayati dkk., 2021). Pemborosan energi panas ini terjadi di berbagai sektor, mulai dari industri, transportasi, hingga rumah tangga seperti pada penggunaan kompor. Meskipun kompor merupakan alat utama dalam kegiatan memasak di hampir setiap rumah tangga, sebagian besar energi panas yang dihasilkan

tidak sepenuhnya dimanfaatkan untuk memanaskan makanan, melainkan terbuang ke udara.

Berbagai jenis kompor, baik berbahan bakar gas, listrik, biomassa, maupun oli bekas, menunjukkan permasalahan umum berupa pembuangan panas yang sia-sia ke lingkungan. Kompor gas konvensional mengalami *heat loss* yang signifikan karena panas tidak seluruhnya terserap oleh media masak yaitu dengan efisiensi thermal yang diserap oleh beban adalah 49,49% (Agustina dkk., 2022). Kompor listrik juga mengalami pemborosan energi sebesar 20% jika tidak adanya sistem pengatur suhu otomatis (Aditia & Sutabri, 2024). Sementara itu, kompor biomassa T-LUD hanya mencapai efisiensi termal sebesar 29,17%, sehingga lebih dari 70% energi panas terbuang bersama udara dan gas buang (Putra dkk., 2024). Bahkan pada kompor berbahan bakar oli bekas, efisiensinya hanya sekitar 7,49%–10,91%, dengan hampir seluruh energi

panas hilang karena desain ruang bakar dan distribusi udara yang belum optimal (Mafruddin dkk., 2022).

Salah satu upaya untuk memanfaatkan panas yang terbuang adalah dengan mengonversinya menjadi energi listrik menggunakan TEG. TEG merupakan perangkat yang mampu mengubah energi panas secara langsung menjadi energi listrik berdasarkan efek *Seebeck*, yaitu fenomena munculnya arus listrik akibat perbedaan suhu pada dua material yang saling terhubung, sebagaimana pertama kali ditemukan oleh Thomas Johann Seebeck pada tahun 1821 (Mitul dkk., 2025). Proses konversi energi pada TEG berlangsung tanpa komponen bergerak dan memanfaatkan dua jenis material semikonduktor, yaitu tipe-P dan tipe-N. Ketika kedua material tersebut mengalami perbedaan suhu antara sisi panas dan sisi dingin, elektron akan mengalir melalui konduktor sehingga menghasilkan tegangan listrik. Prinsip kerja ini dikenal sebagai efek Seebeck dan menjadi dasar utama pengoperasian TEG (Khalid *et al.*, 2016).

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan TEG sebagai alternatif pembangkit listrik dengan memanfaatkan energi panas dari biomassa maupun energi surya. Liana dkk. (2020) mengembangkan sistem pembangkit listrik termoelektrik terintegrasi dengan kompor berbahan bakar sekam padi menggunakan enam modul TEG tipe TEC-12706 yang disusun seri dan mampu menghasilkan tegangan maksimum 6,21 V serta arus 2,40 A dari pembakaran 500 gram sekam padi, sehingga dapat digunakan untuk menyalakan lampu LED dan mengisi daya ponsel. Pemanfaatan energi surya dilakukan oleh Ginanjar dkk. (2019) melalui kompor surya tipe kotak yang dipadukan dengan enam modul TEG tipe SP 1848-27145 SA dan menghasilkan tegangan maksimum 3,56 V, arus 0,171 A, serta daya 0,609 W dengan efisiensi maksimum mencapai 28,6%. Selanjutnya, Karmal dkk. (2021) memanfaatkan limbah panas kompor biomassa menggunakan bahan bakar cangkang sawit, kayu meranti, dan kayu karet, dengan hasil terbaik diperoleh pada cangkang sawit yang menghasilkan energi panas rata-rata 871 W dan efisiensi termal 4,37%, sementara sistem TEG 10 modul mampu menyalakan lampu LED 5 watt dan menyimpan energi pada baterai DC 1,2 volt. Penelitian lain oleh Ernawati dkk. (2024) mengembangkan prototipe kompor biomassa berbasis TEG menggunakan tongkol jagung sebagai bahan bakar, di mana perbedaan suhu maksimum 67,4 °C mampu menghasilkan daya listrik hingga 1,99 watt. Berbagai penelitian tersebut menunjukkan bahwa teknologi TEG memiliki potensi besar sebagai sumber energi alternatif ramah lingkungan melalui pemanfaatan panas buangan biomassa dan energi surya.

Berdasarkan tinjauan dari berbagai penelitian sebelumnya, sebagian besar fokus pengembangan teknologi termoelektrik masih terpusat pada pemanfaatan sumber panas dari biomassa dan penggunaan kompor surya. Namun, sangat sedikit penelitian yang secara khusus diarahkan untuk memanfaatkan panas buangan dari kompor LPG. Padahal, panas yang terbuang dari permukaan dan sisi kompor LPG dapat dimanfaatkan lebih lanjut sebagai sumber energi alternatif melalui teknologi TEG. Menyikapi masalah ini, peneliti mengusulkan ide

untuk mengkonversi energi panas yang dihasilkan oleh kompor LPG menjadi energi listrik dengan menambahkan TEG.

Dengan mengintegrasikan teknologi TEG pada kompor LPG, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam upaya pemanfaatan energi panas yang selama ini terbuang sia-sia. Serta, hasil dari penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan teknologi TEG yang lebih aplikatif, efisien, dan mudah diadopsi oleh masyarakat luas, baik di perkotaan maupun di daerah terpencil.

METODE

Dalam penelitian ini digunakan metode eksperimental (*experimental research*), yaitu metode yang bertujuan untuk mengetahui hubungan sebab-akibat antara beberapa faktor yang saling memengaruhi. Penelitian dilakukan dengan pengaturan kondisi dan penggunaan peralatan yang telah disesuaikan agar data yang diperoleh bersifat valid dan dapat dipertanggungjawabkan. Penelitian ini meliputi analisis integrasi TEG pada kompor LPG dengan variasi bukaan knob 45° pada dua kondisi pengujian, yaitu tanpa beban dan dengan beban masak dengan waktu 30 menit pada masing-masing variasi. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui daya listrik yang dihasilkan, nilai efisiensi sistem, serta besarnya energi panas yang dihasilkan pada masing-masing variasi pengujian.

Waktu dan Tempat Penelitian

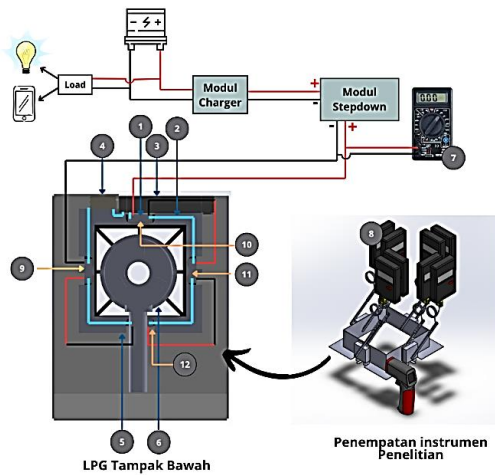
Waktu penelitian dilakukan setelah seminar proposal tugas akhir dan telah disetujui oleh penguji, yaitu mulai Oktober 2025 sampai Februari 2026. Penelitian dilakukan di dalam ruangan tertutup daerah Kabupaten Sidoarjo, Kecamatan Buduran.

Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas
Variasi pengujian menggunakan beban masak dan tanpa beban masak di bukaan knob 45°
2. Variabel Terikat
Variabel terikat pada penelitian ini adalah tegangan (V), arus (I) yang dihasilkan TEG SP1848-27145, serta temperatur (°C) yang dihasilkan dari sumber panas (kompor).
3. Variabel Kontrol
 - a. Kompor yang digunakan adalah LPG satu tungku Rinnai RI-301S
 - b. Bahan bakar gas LPG
 - c. Rangkaian listrik TEG disusun secara seri

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini dirancang untuk mengintegrasikan modul TEG dengan kompor LPG guna mengukur kinerja sistem secara menyeluruh. Rangkaian instrumen terdiri atas komponen utama dan perangkat pengukuran, susunan instrumen penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



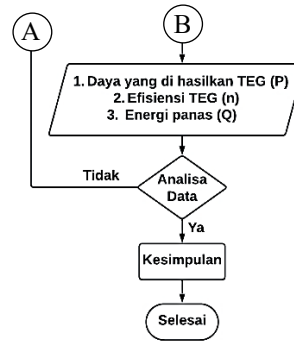
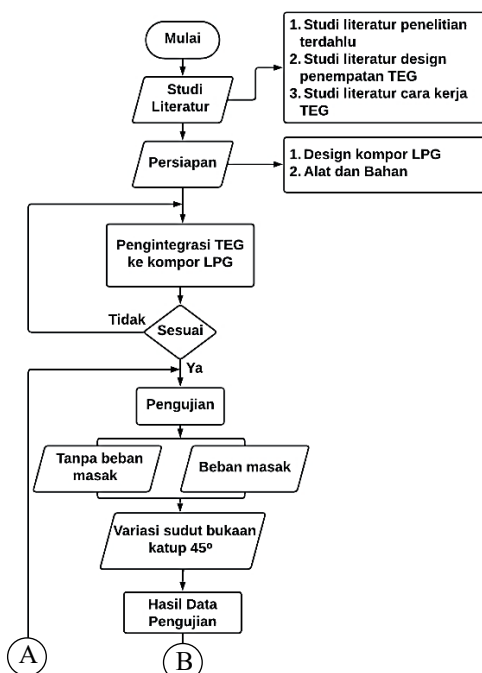
Gambar 1. Rangkaian Instrumen Penelitian Integrasi TEG ke Kompor LPG

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| 1. TEG dan Waterblock | 7. Multimeter |
| 2. Selang | 8. Thermocouple TM-902C |
| 3. Radiator | 9. TEG 2 |
| 4. Pompa | 10. TEG 1 |
| 5. Plat Aluminium | 11. TEG 4 |
| 6. Burner | 12. TEG 3 |

Tabel 1. Total Biaya Pemasangan Integrasi TEG Pada Kompor LPG

No	Nama	Type	Harga	Jumlah	Total
1	Termoelektrik	SP1848-27145	Rp 33.300	4 buah	Rp133.200
2	WaterBlock	40mm x 40mm x 12mm	Rp 50.000	4 buah	Rp 200.000
3	Pompa DC	Pompa Air Celup Brushless DC 3v-5v	Rp 16.000	1 buah	Rp16.000
4	Radiator	120 × 155 × 30mm	Rp 170.000	1 buah	Rp170.000
5	Selang Air	5/16 inch	Rp 2000	2 meter	Rp 4.000
6	Usb Stepdown	DC-DC Converter	Rp 10.000	1 buah	Rp10.000
7	Plat Aluminium	Tebal 1 mm	Rp 40.000	1 buah	Rp 40.000
			Total		Rp 573.200

Rancangan Penelitian



Sistem Perpindahan Panas Dengan Termoelektrik

Untuk menghasilkan listrik, material termoelektrik cukup diletakkan sedemikian rupa dalam rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin. Dari rangkaian itu akan dihasilkan sejumlah listrik sesuai dengan jenis bahan yang dipakai. Untuk menentukan perbedaan temperatur antara kedua permukaan didapatkan dengan rumus:

$$\Delta T = T_h - T_c \text{ (Cahya \& Agung, 2022)}$$

Keterangan:

T_h = Temperatur panas (°C)

T_c = Temperatur dingin (°C)

ΔT = Perbedaan temperatur (°C)

Kemudian daya yang dihasilkan TEG didapatkan dengan rumus:

$$P = V \times I \text{ (Cahya \& Agung, 2022)}$$

Keterangan:

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

Energi yang diterima oleh modul termoelektrik generator digunakan persamaan:

$$Q = \frac{\Delta T}{R_{total}} = \frac{T_{plat} - T_{waterblock}}{R_{plat} + R_{TEG} + R_{WB}} \text{ (Incropera et al., 2013)}$$

Keterangan:

Q = Energi panas (J)

T_{plat} = Temperatur plat (°C)

$T_{waterblock}$ = Temperatur waterblock (°C)

R_{plat} = Resistansi termal plat (°C /W)

R_{TEG} = Resistansi termal TEG (°C /W)

R_{WB} = Resistansi termal waterblock (°C /W)

Untuk menentukan Resistansi termal secara konduksi adalah:

$$R = \frac{h}{W.L.\lambda} \text{ (Incropera et al., 2013)}$$

Keterangan:

R = Resistansi termal (°C /W)

h = Tinggi plat (m)

W = lebar plat (m)

L = Panjang plat (m)

λ = Konduktivitas termal (W/m. °C)

Untuk menghitung efisiensi kompor terhadap TEG, diperlukan suatu persamaan atau metode analisis yang membandingkan antara energi panas yang dihasilkan oleh kompor, digunakan persamaan:

$$\eta = \frac{T_h - T_c}{T_h} \frac{\sqrt{1 + ZT} - 1}{\sqrt{1 + ZT} + \frac{T_c}{T_h}} \text{ (Mitul et al., 2025)}$$

Keterangan:

η = Efisiensi Termal TEG (%)

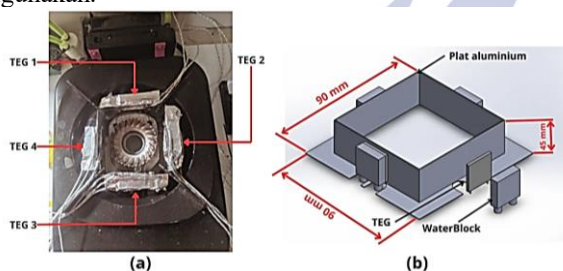
T_c = Temperatur waterblock ($^{\circ}\text{C}$)

T_h = Temperatur TEG ($^{\circ}\text{C}$)

ZT = Figure of merit dari bahan TEG (0,95)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses integrasi TEG pada kompor LPG dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah pemasangan modul TEG pada plat aluminium dengan ketebalan 1 mm yang disesuaikan dengan desain pada Gambar 1 bagian b. Selanjutnya, rangkaian TEG disusun secara seri untuk meningkatkan keluaran listrik yang dihasilkan. Setelah proses integrasi selesai, dilakukan pengujian performa TEG menggunakan bukaan knob 45° . Pengujian ini dilakukan dalam dua kondisi, yaitu dengan beban masak dan tanpa beban masak, guna mengetahui pengaruh beban terhadap kinerja sistem TEG. Gambar berikut menunjukkan hasil integrasi TEG pada kompor LPG beserta desain dan ukuran plat aluminium yang digunakan.



Gambar 1. Hasil integrasi TEG ke kompor LPG (a) Kompor LPG, (b) Design plat aluminium

Tabel 2. Hasil Data Pengambilan Temperatur, Tegangan, Dan Arus TEG Pada di Variasi Tanpa Beban

No	t (m)	T_h ($^{\circ}\text{C}$)				T_c ($^{\circ}\text{C}$)				Tegangan (V)	I (A)
		T_{h1} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{h2} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{h3} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{h4} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{c1} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{c2} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{c3} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{c4} ($^{\circ}\text{C}$)		
1	2	182,70	192,50	219,80	187,10	42,10	52,40	54,10	76,60	5,51	0,27
2	4	182,00	203,20	240,80	202,70	47,20	57,10	61,80	84,80	5,46	0,26
3	6	192,20	195,30	247,10	216,60	54,50	61,10	71,80	93,80	4,01	0,25
4	8	197,70	197,20	251,80	214,70	57,90	71,50	75,00	94,90	5,44	0,26
5	10	200,90	208,80	252,60	222,00	60,80	74,90	77,90	97,20	5,44	0,26
6	12	200,90	202,20	252,80	218,30	63,80	75,30	78,30	98,00	5,45	0,25
7	14	201,40	210,20	258,70	215,50	62,70	75,90	79,50	98,00	5,45	0,25
8	16	201,00	201,40	253,80	224,70	62,80	78,90	79,40	99,30	5,43	0,25
9	18	201,20	210,70	254,00	218,90	63,80	77,60	81,30	100,10	5,45	0,25
10	20	204,70	218,90	254,10	216,50	64,30	76,00	82,70	99,90	5,41	0,25
11	22	202,30	214,10	253,30	220,70	63,80	77,10	80,60	100,30	5,44	0,25
12	24	198,40	200,80	244,60	224,80	63,90	79,40	80,20	100,10	5,46	0,25
13	26	199,40	209,90	252,20	226,90	63,60	79,30	80,40	100,00	5,46	0,25
14	28	201,80	214,00	254,50	216,10	64,20	76,10	81,50	100,20	5,44	0,25
15	30	205,70	221,80	252,20	221,10	63,80	75,70	80,20	99,30	5,43	0,24

Tabel 3. Hasil Data Pengambilan Temperatur, Tegangan, Dan Arus TEG Pada di Variasi Dengan Beban

No	t (m)	T_h ($^{\circ}\text{C}$)				T_c ($^{\circ}\text{C}$)				Tegangan (V)	I (A)
		T_{h1} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{h2} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{h3} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{h4} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{c1} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{c2} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{c3} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{c4} ($^{\circ}\text{C}$)		
1	2	152,80	280,60	275,10	208,40	41,60	48,20	46,60	47,40	5,86	0,54
2	4	158,40	222,60	285,20	215,60	43,80	54,30	50,10	50,90	5,96	0,59
3	6	143,80	217,40	283,90	217,30	45,20	55,60	52,00	52,30	5,96	0,61
4	8	136,40	215,30	285,10	218,50	46,00	57,10	53,40	54,30	5,94	0,59
5	10	150,40	216,80	283,20	220,20	47,30	58,00	54,50	55,90	6,08	0,57
6	12	138,00	215,80	288,60	220,40	47,90	58,90	55,40	56,20	6,08	0,59
7	14	141,20	217,60	287,20	220,70	48,80	59,50	55,90	56,60	6,15	0,88
8	16	142,70	216,00	288,90	221,60	48,90	59,90	56,20	57,60	6,03	0,60
9	18	129,30	215,00	287,30	222,10	49,40	60,40	56,50	57,80	6,10	0,61
10	20	148,50	216,20	284,10	223,40	49,00	60,70	56,80	58,50	6,06	0,59
11	22	125,30	213,10	287,50	222,50	49,00	60,60	57,00	58,40	6,05	0,59
12	24	137,30	213,00	285,80	223,40	49,70	60,80	57,10	58,60	6,11	0,60
13	26	134,90	216,40	288,70	223,30	52,80	60,90	57,00	58,30	6,05	0,59
14	28	129,30	215,50	286,80	222,50	54,00	61,00	57,10	58,50	6,03	0,57
15	30	129,70	215,60	285,90	222,70	53,40	61,10	57,20	59,00	6,11	0,92

Tabel 4. Hasil Data Perhitungan Daya dan Perbedaan Temperatur Tanpa Beban

No	t (m)	Rata-Rata T_h ($^{\circ}\text{C}$)	Rata-Rata T_c ($^{\circ}\text{C}$)	ΔT ($^{\circ}\text{C}$)	Tegangan (V)	I (A)	P (W)
1	2	195,53	56,30	139,23	5,51	0,27	1,49
2	4	207,18	62,73	144,45	5,46	0,26	1,42
3	6	212,80	70,30	142,50	4,01	0,25	1,00
4	8	215,35	74,83	140,53	5,44	0,26	1,41
5	10	221,08	77,70	143,38	5,44	0,26	1,41
6	12	218,55	78,85	139,70	5,45	0,25	1,36
7	14	221,45	79,03	142,43	5,45	0,25	1,36
8	16	220,23	80,10	140,13	5,43	0,25	1,36
9	18	221,20	80,70	140,50	5,45	0,25	1,36
10	20	223,55	80,73	142,83	5,41	0,25	1,35
11	22	222,60	80,45	142,15	5,44	0,25	1,36
12	24	217,15	80,90	136,25	5,46	0,25	1,37
13	26	222,10	80,83	141,28	5,46	0,25	1,37
14	28	221,60	80,50	141,10	5,44	0,25	1,36
15	30	225,20	79,75	145,45	5,43	0,24	1,30
Rata-Rata							1,35

Tabel 5. Hasil Data Perhitungan Daya dan Perbedaan Temperatur Dengan Beban

No	t (m)	Rata-Rata T_h ($^{\circ}\text{C}$)	Rata-Rata T_c ($^{\circ}\text{C}$)	ΔT ($^{\circ}\text{C}$)	Tegangan (V)	I (A)	P (W)
1	2	229,23	45,95	183,28	5,86	0,54	3,17
2	4	220,45	49,78	170,68	5,96	0,59	3,48
3	6	215,60	51,28	164,33	5,96	0,61	3,65
4	8	213,83	52,70	161,13	5,94	0,59	3,52
5	10	217,65	53,93	163,73	6,08	0,57	3,47
6	12	215,70	54,60	161,10	6,08	0,59	3,61
7	14	216,68	55,20	161,48	6,15	0,88	5,41
8	16	217,30	55,65	161,65	6,03	0,60	3,60
9	18	213,43	56,03	157,40	6,10	0,61	3,71
10	20	218,05	56,25	161,80	6,06	0,59	3,57
11	22	212,10	56,25	155,85	6,05	0,59	3,54
12	24	214,88	56,55	158,33	6,11	0,60	3,67
13	26	215,83	57,25	158,58	6,05	0,59	3,59
14	28	213,53	57,65	155,88	6,03	0,57	3,45
15	30	213,48	57,68	155,80	6,11	0,92	5,62
Rata-Rata							3,81

Tabel 6. Hasil Data Perhitungan Efisiensi Tanpa Beban

No	t	η_1	η_2	η_3	η_3	Rata-Rata η
1	2	18,75%	17,29%	18,19%	12,96%	16,80%
2	4	17,73%	16,99%	17,83%	12,71%	16,31%
3	6	16,91%	15,94%	16,67%	12,28%	15,45%
4	8	16,59%	14,37%	16,43%	12,03%	14,86%
5	10	16,27%	14,48%	16,08%	12,15%	14,75%
6	12	15,78%	14,07%	16,04%	11,84%	14,43%
7	14	15,99%	14,41%	16,12%	11,68%	14,55%
8	16	15,95%	13,48%	15,94%	12,03%	14,35%
9	18	15,80%	14,19%	15,70%	11,61%	14,32%
10	20	15,90%	14,84%	15,53%	11,49%	14,44%
11	22	15,85%	14,44%	15,76%	11,68%	14,44%
12	24	15,64%	13,38%	15,45%	11,94%	14,10%
13	26	15,74%	13,90%	15,74%	12,07%	14,36%
14	28	15,77%	14,58%	15,70%	11,43%	14,37%
15	30	16,02%	15,03%	15,77%	11,83%	14,66%
Rata-Rata Total						14,81%

Tabel 7. Hasil Data Perhitungan Efisiensi Dengan Beban

No	t	η_1	η_2	η_3	η_3	Rata-Rata η
1	2	17,29%	20,94%	21,03%	18,86%	19,53%
2	4	17,14%	18,27%	20,79%	18,55%	18,69%
3	6	15,89%	17,86%	20,50%	18,39%	18,16%
4	8	15,15%	17,53%	20,34%	18,11%	17,78%
5	10	15,88%	17,45%	20,15%	17,92%	17,85%
6	12	14,84%	17,27%	20,17%	17,88%	17,54%
7	14	14,89%	17,25%	20,07%	17,83%	17,51%
8	16	14,98%	17,12%	20,07%	17,71%	17,47%
9	18	13,77%	16,99%	19,99%	17,70%	17,12%
10	20	15,39%	17,00%	19,87%	17,65%	17,47%
11	22	13,50%	16,88%	19,93%	17,62%	16,98%
12	24	14,38%	16,84%	19,87%	17,63%	17,18%
13	26	13,49%	16,98%	19,96%	17,67%	17,03%
14	28	12,73%	16,92%	19,90%	17,61%	16,79%
15	30	12,90%	16,91%	19,86%	17,54%	16,80%
Rata-Rata Total						17,59%

Tabel 8. Hasil Data Perhitungan Energi Panas Tanpa Beban

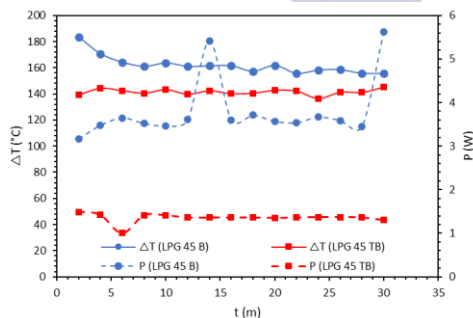
No	t	Q1 (J)	Q2 (J)	Q3 (J)	Q4 (J)	Rata-Rata Q (J)
1	2	42,33	42,18	49,89	33,27	41,92
2	4	40,59	43,99	53,90	35,50	43,49
3	6	41,46	40,41	52,78	36,97	42,91
4	8	42,09	37,85	53,23	36,07	42,31
5	10	42,18	40,32	52,60	37,58	43,17
6	12	41,28	38,21	52,54	36,22	42,06
7	14	41,76	40,44	53,96	35,38	42,88
8	16	41,61	36,88	52,51	37,76	42,19
9	18	41,37	40,08	52,00	35,77	42,30
10	20	42,27	43,03	51,61	35,11	43,00
11	22	41,70	41,25	52,00	36,25	42,80
12	24	40,50	36,55	49,50	37,55	41,02
13	26	40,89	39,32	51,73	38,21	42,54
14	28	41,43	41,52	52,09	34,90	42,48
15	30	42,73	43,99	51,79	36,67	43,79
Rata-Rata Total						42,59

Tabel 9. Hasil Data Perhitungan Energi Panas Dengan Beban

No	t	Q1 (J)	Q2 (J)	Q3 (J)	Q4 (J)	Rata-Rata Q (J)
1	2	33,48	69,97	68,80	48,48	55,18
2	4	34,51	50,67	70,79	49,59	51,39
3	6	29,69	48,72	69,82	49,68	49,48
4	8	27,22	47,63	69,76	49,44	48,51
5	10	31,04	47,81	68,86	49,47	49,30
6	12	27,13	47,24	70,22	49,44	48,51
7	14	27,82	24,60	48,69	69,43	42,64
8	16	28,24	47,00	70,07	49,38	48,67
9	18	24,06	46,55	69,49	49,47	47,39
10	20	29,96	46,82	68,44	49,65	48,72
11	22	22,97	45,92	69,40	49,41	46,93
12	24	26,38	45,83	68,86	49,62	47,67
13	26	24,72	46,82	69,76	49,68	47,75
14	28	22,67	46,52	69,16	49,38	46,93
15	30	22,97	46,52	68,86	49,29	46,91
Rata-Rata Total						48,40

PEMBAHASAN

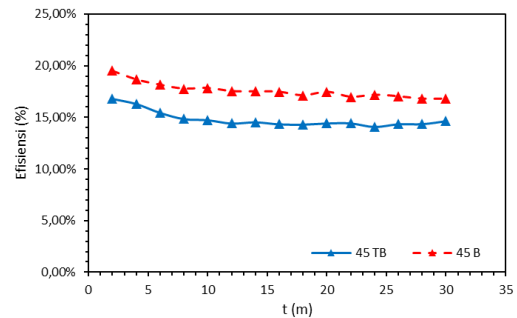
Pada penelitian ini dilakukan analisis kinerja TEG yang diintegrasikan pada kompor LPG dengan buka-an knob 45° pada kondisi tanpa beban dan dengan beban masak. Pembahasan difokuskan pada pengaruh perbedaan temperatur terhadap daya listrik, efisiensi, dan energi panas yang dihasilkan oleh modul TEG selama proses pengujian berlangsung.



Gambar 2. Diagram Hasil Daya Terhadap perbedaan Temperatur

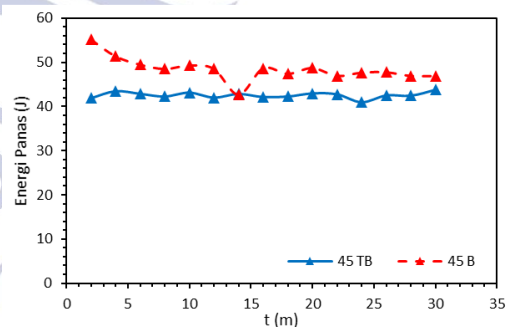
Berdasarkan Gambar 2, hubungan antara perbedaan temperatur (ΔT) dan daya listrik (P) pada modul TEG menunjukkan bahwa kondisi kompor LPG dengan beban masak menghasilkan performa yang lebih tinggi dibandingkan tanpa beban. Pada kondisi tanpa beban (45 TB), nilai ΔT cenderung berada pada kisaran 135–145 °C dengan daya listrik sekitar 4,0–4,5 W, sedangkan pada kondisi dengan beban (45 B), ΔT berada pada kisaran 155–180 °C dan menghasilkan daya yang lebih besar, yaitu sekitar 5,0–5,5 W. Hal ini menunjukkan semakin besar

perbedaan temperatur antara sisi panas dan sisi dingin modul TEG, maka daya listrik yang dihasilkan juga meningkat sesuai prinsip efek *Seebeck*. Selain itu, grafik memperlihatkan bahwa daya listrik pada kedua kondisi relatif stabil selama waktu pengujian 30 menit, meskipun terdapat sedikit fluktuasi akibat perubahan distribusi panas pada kompor LPG selama proses pembakaran.



Gambar 3. Diagram Hasil Efisiensi

Berdasarkan Gambar 3, efisiensi modul TEG pada kompor LPG dengan buka-an knob 45° menunjukkan perbedaan antara kondisi tanpa beban (45 TB) dan dengan beban masak (45 B). Pada kondisi dengan beban, efisiensi cenderung lebih tinggi dan berada pada kisaran 17–20%, sedangkan pada kondisi tanpa beban berada pada kisaran 14–17%. Nilai efisiensi tertinggi terjadi pada awal pengujian, kemudian mengalami penurunan secara bertahap hingga kondisi sistem mencapai kestabilan termal. Hal ini menunjukkan penggunaan beban masak mampu meningkatkan pemanfaatan panas pada modul TEG sehingga konversi energi panas menjadi energi listrik menjadi lebih optimal. Meskipun terdapat fluktuasi kecil selama pengujian 30 menit, pola grafik menunjukkan bahwa efisiensi sistem relatif stabil setelah temperatur kerja tercapai.



Gambar 4. Diagram Hasil Energi Panas

Berdasarkan Gambar 4, energi panas pada sistem TEG kompor LPG dengan buka-an knob 45° menunjukkan bahwa kondisi dengan beban masak (45 B) menghasilkan energi panas yang lebih tinggi dibandingkan kondisi tanpa beban (45 TB). Energi panas pada kondisi dengan beban berada pada kisaran 46–55 J, sedangkan tanpa beban berkisar 41–44 J. Pada awal pengujian, nilai energi panas dengan beban mencapai titik tertinggi, kemudian menurun dan cenderung stabil seiring bertambahnya waktu. Kondisi ini terjadi karena sisi dingin radiator yang berisi air belum mencapai titik didih pada menit-menit awal sehingga gradien temperatur masih tinggi. Sementara itu, kondisi

tanpa beban menunjukkan perubahan yang relatif kecil dan stabil selama 30 menit pengujian. Hasil ini menunjukkan bahwa adanya beban masak memengaruhi distribusi dan penyerapan panas pada sistem, sehingga energi panas yang diterima modul TEG menjadi lebih besar.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, integrasi TEG tipe *SP1848-27145SA* pada kompor LPG dengan bukaan knob 45° mampu memanfaatkan panas buangan menjadi energi listrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kondisi dengan beban masak menghasilkan performa yang lebih baik dibandingkan tanpa beban, ditinjau dari nilai perbedaan temperatur, daya listrik, efisiensi, dan energi panas yang dihasilkan. Rata-rata daya listrik yang diperoleh pada kondisi dengan beban mencapai 3,81 W, lebih tinggi dibandingkan tanpa beban sebesar 1,35 W. Selain itu, efisiensi rata-rata sistem pada kondisi dengan beban mencapai 17,59%, sedangkan tanpa beban sebesar 14,81%. Energi panas rata-rata yang diterima modul TEG juga lebih besar pada kondisi dengan beban, yaitu sebesar 48,40 J dibandingkan 42,59 J pada kondisi tanpa beban. Hal ini menunjukkan penggunaan beban masak mampu meningkatkan kestabilan distribusi panas sehingga proses konversi energi panas menjadi energi listrik berlangsung lebih optimal. Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa teknologi TEG berpotensi diterapkan sebagai alternatif pemanfaatan energi panas buangan pada kompor LPG untuk menghasilkan energi listrik yang ramah lingkungan dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditia, A. P., & Sutabri, T. (2024). Perancangan Sitem Kompor Listrik dengan Fitur Pengaturan Suhu Otomatis untuk Meningkatkan Efisiensi Energi. *Router : Jurnal Teknik Informatika dan Terapan*, 2(4), 104–107. <https://doi.org/10.62951/router.v2i4.289>
- Agustina, dewi, Ulma, Z., Nuruddin, M., & Rudiyanto, B. (2022). Studi Penambahan Grid dan Reflektor Terhadap Efisiensi Kompor. *EKSERGI Jurnal Teknik Energi*, 18.
- Cahya, D. D., & Agung, A. I. (2022). Peningkatan Penyerapan Panas Matahari pada Prototipe Pembangkit Listrik Termoelektrik Generator Menggunakan Penghantar Panas Kuningan dengan Pelapisan Warna Hitam. *11*.
- Ernawati, Andriani, T., Maulidyawati, D., & Hidayatullah, M. (2024). Prototype Kompor Biomassa Tongkol Jagung Penghasil Energi Listrik Berbasis Termoelektrik Generator.
- GINANJAR, Ayong Hiendro, & Dedy Suryadi. (2019). Perancangan Dan Pengujian Sistem Pembangkit Listrik Berbasis Termoelektrik Dengan Menggunakan Kompor Surya Sebagai Media Pemusat Panas.
- Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (Ed.). (2013). *Principles of heat and mass transfer* (7. ed., international student version). Wiley.
- Karmal, F., Hiendro, A., & Wicaksono, R. A. (2021). Kompor Biomassa-Generator Termoelektrik Sebagai Pembangkit Energi Listrik Untuk Penerangan. 3(2).
- Khalid, M., Syukri, M., & Gapy, M. (2016). Pemanfaatan Energi Panas Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Berskala Kecil Dengan Menggunakan Termoelektrik.
- Liana, Y. R., Yulianto, A. A., & Yulianti, I. I. (2020). Pembangkit Listrik Termoelektrik Terintegrasi Kompor Sekam Padi. *Wahana Fisika*, 5(1), 41–50. <https://doi.org/10.17509/wafi.v5i1.24000>
- Mafruddin, M., Ridhuan, K., Budiyanto, E., Kurniawan, K., Mubarak, M. A., & Pratama, N. B. (2022). Pengaruh laju aliran udara dan lubang uap air terhadap kinerja kompor dengan bahan bakar oli bekas. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 11(2). <https://doi.org/10.24127/trb.v11i2.2336>
- Mitul, R. Md. T., Mondol, N., Reza, Md. N., Roy, S., & Islam, Md. N. (2025). Enhance the efficiency of solar modules and produce electricity from waste heat using thermoelectric generators (TEGs): A comprehensive practical work. *Heliyon*, 11(5), e42869. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42869>
- Nurhayati, N., Saputra, F., Asmara, A. P., & Malahayati, M. (2021). Pengukuran Radiasi Kalor pada Beberapa Bohlam yang Berbeda-beda Warnanya. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 5(1), 80. <https://doi.org/10.22373/crc.v5i1.8342>
- Putra, R. A., Haina, Z., & Kholidah, N. (2024). Analisis Pengaruh Kecepatan Aliran Udara Terhadap Performa Kompor Biomassa Top-Lit Up Draft (T-LUD) Berbahan Bakar Biopellet Kayu Jati—Chips Bambu Betung. *Jurnal Penelitian Sains*, 26(3), 311. <https://doi.org/10.56064/jps.v26i3.1076>
- Roser, M. (2020). *The world's energy problem*. <https://ourworldindata.org/worlds-energy-problem>