

PEMANFAATAN TUNGKU PEMBAKARAN BAGLOG JAMUR SEBAGAI SUMBER ENERGI GENERATOR TERMoeLEKTRIK DI HOME INDUSTRI BUDIDAYA JAMUR TIRAM

Anggi Hanafi¹⁾, Tulus Subagyo²⁾

^{1), 2)} Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Yudharta Pasuruan
Email : anggi.hanafi@gmail.com

Abstrak

Budidaya jamur tiram menggunakan tungku pembakaran untuk proses sterilisasi pada baglog jamur yang memiliki durasi $\pm 7-8$ jam sebelum dilakukan pembenihan jamur tiram, hal ini bisa dimanfaatkan. Maka dilakukan Penelitian dengan merakit alat mengenai konversi energi yang bersumber dari panas tungku pembakaran baglog jamur dalam industri rumahan ditempat budidaya. Konversi dilakukan dengan menggunakan Elemen Termoelektrik. Termoelektrik merupakan suatu alat yang berbentuk modul, yang dapat secara langsung mengubah energi panas menjadi energi listrik. Termoelektrik terbuat dari bahan semikonduktor yang tersusun dengan komposisi tipe-n dan tipe-p. Pengujian menggunakan sebanyak 9 elemen dengan rangkaian Seri dan 8 Elemen dengan rangkaian kombinasi seri paralel diletakkan diatas tungku pembakaran baglog jamur. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan waktu pengujian selama 180menit yang bertujuan Membuat pemasok listrik melalui generator termoelektrik, Untuk Mengetahui kemampuan generator termoelektrik jika diberikan beban pada rangkaian alat, dan sebagai salah satu solusi alternatif pembudidaya dalam mengatasi permasalahan pemasok listrik ditempat budidaya. Perhitungan yang dilakukan meliputi Daya (P), Kalor yang masuk (QH), dan Efisiensi alat generator. Hasil pengujian menunjukkan Daya tertinggi pada alat sebelum diberi beban terdapat pada rangkaian seri didurasi 120 menit yaitu 2,10 Watt dengan vii Tegangan 10,54 V dan Arus (I) 0,20 A. Sedangkan dengan beban alat yaitu 0,91 Watt dengan Tegangan 4,57 V dan Arus (I) 0,20 A. Kalor yang masuk (QH) tertinggi pada alat terdapat pada durasi 90 menit dirangkaian kombinasi seri paralel yaitu ≈ 474.79 Watt. Efisiensi pada alat terdapat pada rangkaian seri didurasi 120 menit yaitu $\approx 0,31\%$. Kata kunci: Generator, Baglog Jamur, Termoelektrik, Tungku pembakaran, Jamur Tiram.

Kata kunci: Generator, Baglog Jamur, Termoelektrik, Tungku Pembakaran, Jamur Tiram.

Abstract

Fungus cultivation using a burning hose for the sterilization process on a fungus baglog that has a duration of $\pm 7-8$ hours before filling the fungus, it can be exploited. Then the research was carried out by assembling a tool on the conversion of energy that is sourced from the heat of the combustion of mushrooms in the domestic industry at the cultivation site. Conversion is done using a thermoelectric element. A thermoelectric is a modular device that can directly convert heat energy into electricity. Thermoelectric is made of semiconductor material that is assembled with type-n and type-p compositions. The test used as many as 9 elements with series series and 8 elements with parallel series combination series placed on top of the mushroom baglog burning hose. The method used is an experiment with a test time of 180 minutes aimed at creating an electricity supplier through a thermoelectric generator, to know the capacity of a thermocouple generator if given a load on the device chain, and as one of the alternative solutions of the farmers in addressing the problem of the power supplier

at the site of cultivation. The calculations included Power (P), Input Calories (QH), and Generator Efficiency. The test results showed that the highest Power in the device before loading was found in the 120-minute series of diuretics, 2.10 Watt with Voltage 10.54 V and Current (I) 0.20 A. Whereas the load of the device was 0.91 Watt at Voltage 4.57 V and the current (I). The highest Input calories v were found in 90 minutes in the parallel series of combinations, ≈ 474.79 Watt. The efficiency of the tool was found on the 120 minute series of deuretications, which is $\approx 0.31\%$.

Keywords: *Generator, Mushroom Baglog, Thermoelectric, Furnace, Oyster Mushroom*

PENDAHULUAN

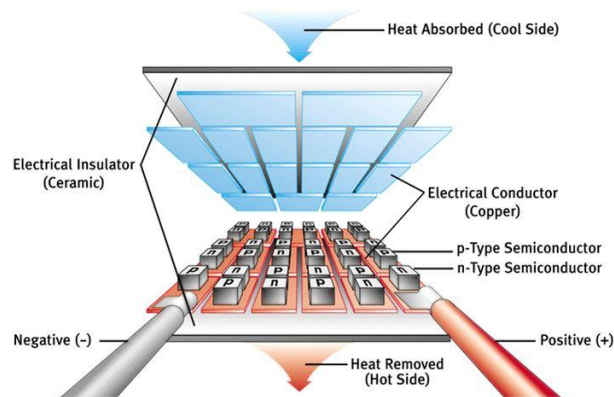
Rangkaian listrik adalah suatu kumpulan elemen atau komponen listrik yang saling dihubungkan dengan cara-cara tertentu dan paling sedikit mempunyai satu lintasan tertutup (Rosman et al., 2019). Secara umum efisiensi termal masih berlangsung sangat rendah, yang lain merupakan panas yang dibuang ke lingkungan (Sri Poernomo Sari et al., 2019). TEG atau dikenal dengan Thermoelectric Generator merupakan suatu pembangkit listrik berskala kecil yang bekerja berdasarkan efek Seebeck. Prinsip kerja dari efek Seebeck adalah jika terdapat dua buah material atau lempeng logam yang berbeda dan tersambung pada lingkungan dengan temperatur yang berbeda maka di dalam material atau lempeng logam yang berbeda tersebut akan mengalir arus listrik (Muhanif et al., 2022). modul termoelektrik dibagi menjadi dua jenis, yaitu termoelektrik sebagai pendingin (cooler) dan sebagai generator (Rimbawati et al., 2022).

Teknologi termoelektrik merupakan alternatif dalam menjawab kebutuhan energi listrik. Namun, pengembangan teknologi termoelektrik sebagai energi alternatif perlu diperhatikan baik dari pemerintah, industri, perguruan tinggi, dan masyarakat (Haryanto et al., 2004). Termoelektrik generator (TEG) dapat menghasilkan energi listrik apabila terdapat perbedaan temperatur diantara kedua sisi keping modul termoelektrik. Satu sisi panas dan sisi lainnya dingin (Arkundato et al., 2020). Bahan termoelektrik atau yang biasa disebut elemen peltier adalah bahan yang dapat mengkonversi energi panas menjadi energi listrik secara langsung (termoelektrik generator), atau sebaliknya sebagai penyerap panas (pendingin termoelektrik) tanpa menghasilkan gas beracun karbondioksida maupun polutan lain seperti elemen logam berat (Mohamad Diki et al., 2022). Perbedaan temperatur sisi panas dan dingin pada termoelektrik merupakan salah satu faktor yang penting, karena tidak hanya mempengaruhi ketercapaian target temperatur pendinginan namun juga besar pendinginan dan performansi yang dihasilkan (Prasetyo & Ayu, 2021).

Dalam proses produksi jamur tiram terdapat proses sterilisasi untuk mematikan mikroorganisme yang dapat mengganggu pertumbuhan jamur tiram dimana baglog jamur dengan menggunakan tungku pembakaran dengan durasi 7-8 jam pembakaran. Hal ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi generator termoelektrik. Untuk menghasilkan listrik, material termoelektrik cukup diletakkan dibagian atas tungku pembakaran baglog, dalam rangkaian material yang berbeda dengan menghubungkan sumber panas dan dingin. Dari rangkaian itu akan dihasilkan sejumlah listrik sesuai dengan jenis bahan yang dipakai yaitu aluminium. Aluminium memiliki lapisan oksida yang tipis dalam melindungi dari serangan korosi (Machruroh et al., 2021). 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 (Sasmita et al., 2019)

(Puspita et al., 2017) dalam penelitian berjudul “Generator Termoelektrik Untuk Pengisian Aki”. Hasil penelitian ini mengemukakan Peningkatan sistem pemanas dengan penggunaan shield aluminium dapat meningkatkan tegangan keluaran dari generator termoelektrik sebesar 4,435% dibandingkan dengan penelitian sebelumnya menggunakan SP184827145SA, yang menghasilkan tegangan sebesar $0,55 \pm 0,05$ Volt (dengan toleransi alat ukur 5% atau 0,05 Volt). Pengisian aki menggunakan TGPR-1W-2V-21S dapat menghasilkan tegangan sebesar $6 \pm 0,05$ Volt dengan arus $0,43 \pm 0,015$ Ampere, memerlukan waktu pengisian selama 10 jam. Semakin besar efisiensi yang dihasilkan. Contoh yaitu pada modul TEG-B kenaikan suhu sisi panas modul TEG-B sebesar 50°C - 110°C mengalami kenaikan nilai efisiensi sebesar 0,036% - 0,097% (Tocqiun, 2019). Perbedaan temperatur pada sisi panas dan sisi dingin termoelektrik generator sangat berpengaruh, dimana semakin besar beda temperaturnya maka semakin besar energi listrik yang dihasilkan (Syahnita, 2021). (Bagus Pradana et al., 2021) dalam penelitian yang berjudul “Perancangan Purwarupa Pembangkit Termoelektrik Sebagai Media Pembelajaran Konversi Energi”. Hasil penelitian ini mengemukakan Penelitian ini menunjukkan bahwa purwarupa berhasil direalisasikan sesuai dengan perencanaan. Purwarupa juga telah digunakan sebagai alat pembelajaran, sesuai dengan tujuan utama penelitian. IC MT3608 berfungsi dengan baik dalam meningkatkan tegangan keluaran, sehingga mampu menghasilkan tegangan yang cukup tinggi untuk berbagai penggunaan, seperti pengisian baterai.

(Mohamad Diki et al., 2022) dalam penelitian yang berjudul “Pemanfaatan Termoelektrik Sebagai Sumber Energi Terbarukan”. Hasil penelitian ini mengemukakan Generator TEG beroperasi berdasarkan suhu yang diterimanya; semakin tinggi suhu pada sisi panas, semakin besar tegangan output yang dihasilkan. Tegangan keluaran dari generator TEG dapat ditingkatkan dengan menggunakan modul step-up. Selain itu, daya yang dihasilkan oleh satu modul generator TEG akan meningkat jika menggunakan lebih dari satu modul termoelektrik.



Gambar1. Elemen Termoelektrik

Perhitungan

Daya Input dan Output Untuk menghitung besarnya daya listrik output yang dihasilkan oleh generator listrik, dapat digunakan persamaan berikut:

$$P = V \times I$$

Dimana: P = daya output generator (W)

I = Arus keluaran generator (A)

V = Tegangan keluaran generator (V)

Perpindahan panas dapat didefinisikan sebagai perpindahan energi akibat adanya perbedaan temperatur pada suatu permukaan dengan lingkungan sekitarnya (Ryanuargo et al., 2014). Perhitungan jumlah kalor yang masuk (QH) pada pelat aluminium dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Q_h = (S \times T_h \times I) - (0.5 \times I^2 R_c) + (Kc \times \Delta T)$$

Dimana: QH = masukan energy panas (watt)

Kc = Konduktansi termal termoelektrik (W/K)

Th = Temperatur panas termoelektrik (K)

ΔT= Perbedaan temperature panas dan dingin (K)

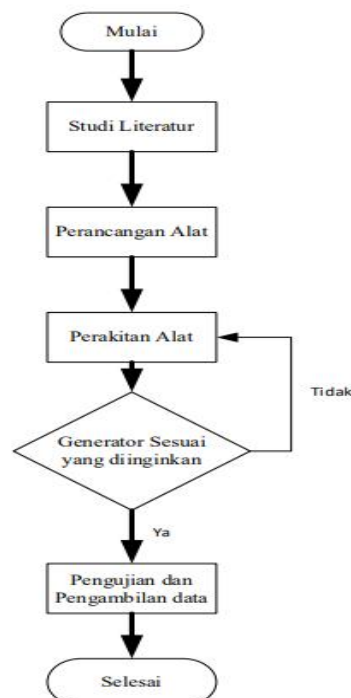
S = Koefisien Seebeck (V/K), untuk jenis alumuniumm,

S = 3.5 V/K Rc = Tahanan termoelektrik (ohm)

Perhitungan Efisiensi Daya Generator: Persamaan berikut dapat digunakan untuk mengetahui seberapa efisien sistem generator termoelektrik:

$$\eta_{Gen} = \frac{V \times I}{Q_h} \times 100$$

METODE PENELITIAN



Gambar 2. Metode Pelaksanaan

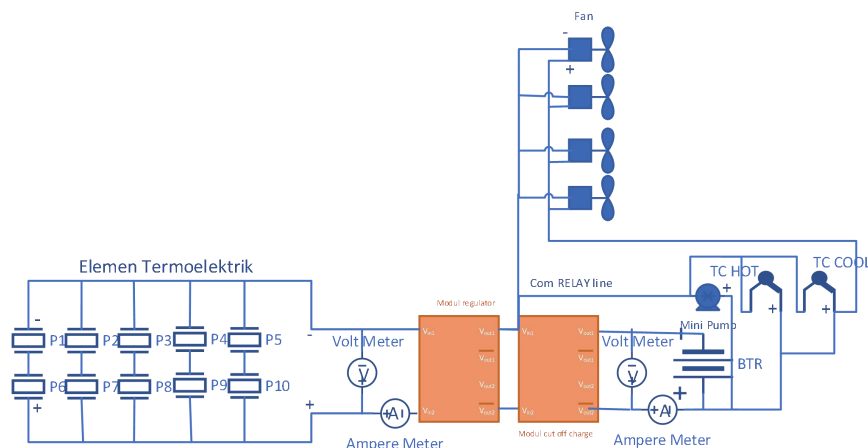
Metode Penelitian ini adalah eksperimen. Metode meliputi perancangan alat, pengujian dilakukan selama 180 menit, dan pengambilan data meliputi Tegangan (V), Arus (I), Daya (Watt).

Bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk perancangan

1. Elemen Termoelektrik
2. Kabel
3. Plat Alumunium 6063 dengan ketebalan 1mm
4. Heatsink
5. Modul Regulator
6. Modul Out Of Charge
7. Thermocouple
8. Pemotong kabel
9. Solder
10. Jack Banana

Rangkaian Pada Alat



Gambar 3. Rangkain Pada Alat

Elemen Peltier : Mengonversi panas dari tungku pembakaran baglog jamur menjadi listrik yang dialirkan melalui modul charge ke baterai.

Modul Regulator : Mengontrol arus dari elemen Peltier agar tidak mengisi baterai secara berlebihan (overcharge).

Modul Out Of Charge : Menghubungkan dan memutuskan arus antara elemen Peltier dan beban.

Baterai (12V) : Menyimpan daya listrik yang dihasilkan elemen Peltier.

Ampere Meter : Mengukur arus keluaran dari modul charge, ditampilkan pada panel indikator.

Kipas : Dihubungkan paralel dengan baterai untuk sistem pendingin.

Volt Meter : Mengukur tegangan dari baterai.

Thermocouple : Mengukur suhu panas dan dingin, informasinya ditampilkan pada panel indikator.

Pompa Mini : Mengalirkan daya dari baterai untuk mensirkulasikan air pada sistem pendingin waterblock.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perakitan Alat

Plat alumunium sebagai penerima panas dari tungku pembakaran baglog jamur sebagai sisi panas dari generator, elemen termoelektrik diletakkan diatasnya dengan dirangkai secara seri dan kombinasi seri paralel . *Waterblock* diletakkan diatas elemen termoelektrik sebagai sisi dingin. *HeatSink* diatas *waterblock* dan kipas dibagian paling atas direkatkan menggunakan pasta termal dan lem silikon.



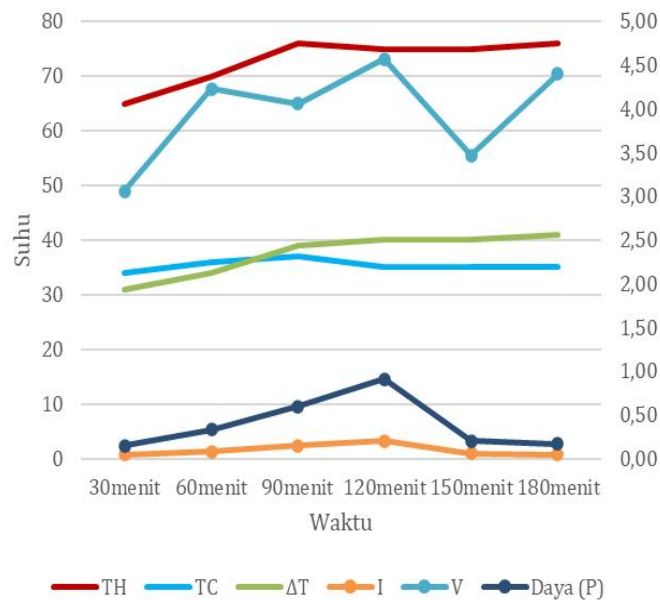
Gambar 4. Perakitan Alat

Pengujian Pada Alat

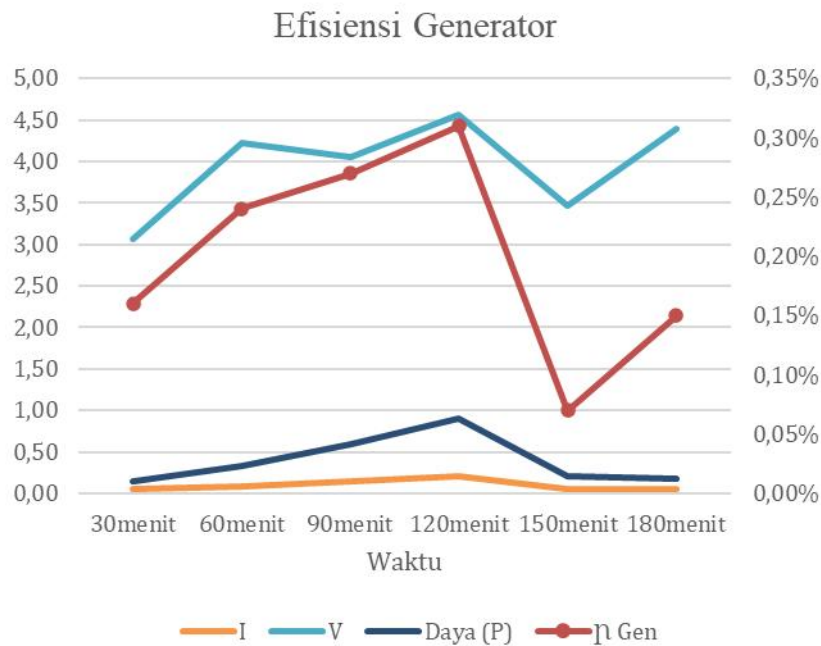
Berikut hasil uji pada rangkaian Seri.

Tabel 1. Hasil Uji Rangkaian Seri

Arus (I), Tegangan (V), Daya (P)



Grafik Pada Rangkaian Seri



Daya tertinggi pada alat tertinggi terdapat pada rangkaian seri didurasi 120 menit yaitu 0,91 Watt dengan Tegangan 4,57 V dan Arus (I) 0,20 A. Efisiensi pada alat terdapat pada rangkaian seri didurasi 120 menit yaitu $\approx 0,31\%$. Rangkaian Kombinasi Seri Paralel

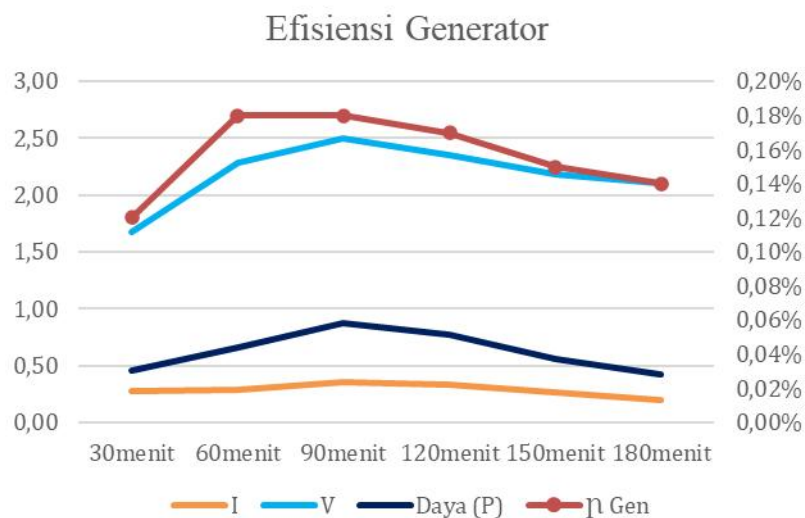
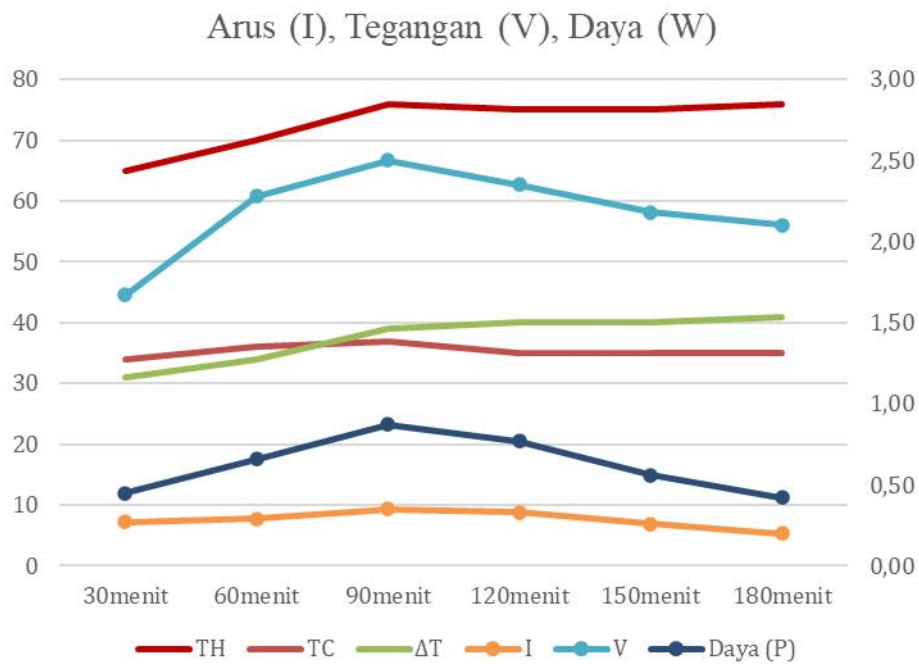
Tabel 2

Hasil Uji Rangkaian Kombinasi Seri Paralel

Waktu	30menit	60menit	90menit	120menit	150menit	180menit
T_h	65	70	76	75	75	76
T_c	34	36	37	35	35.3	35
T_Δ	31	34	39	40	40	41
I	0.27	0.29	0.35	0.33	0.26	0.20
V	1.67	2.28	2.50	2.35	2.18	2.10
R	6.18	7.86	6.41	7.12	8.38	10.5
P(Daya)	0.45	0.66	0.87	0.77	0.56	0.42
QH(W)	356.81	388.89	474.79	449.53	356.16	293.41
η_{Gen}	0.12%	0.18%	0.18%	0.17%	0.15%	0.14%

Daya tertinggi pada alat tertinggi terdapat pada rangkaian kombinasi seri-paralel didurasi 90 menit yaitu 0,87 Watt dengan Tegangan 2,50 V dan Arus (I) 0,35 A. Efisiensi pada alat terdapat pada rangkaian kombinasi seri-paralel didurasi 90 menit yaitu $\approx 0,18\%$.

Grafik Rangkaian Kombinasi Seri Paralel



KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan :

1. Dengan merangkai elemen secara seri dan kombinasi seri-paralel menghasilkan listrik dengan daya tertinggi pada alat sebelum diberi beban terdapat pada rangkaian seri didurasi 120 menit yaitu 2,10 Watt dengan Tegangan 10,54 V dan Arus (I) 0,20 A. Sedangkan dengan beban alat yaitu 0,91 Watt dengan Tegangan 4,57 V dan Arus (I) 0,20 A. Efisiensi pada alat terdapat pada rangkaian seri didurasi 120 menit yaitu \approx 0,31%.
2. Dengan daya yang dihasilkan termoelektrik generator dapat diintegrasikan dengan panel kontrol untuk menampilkan suhu, ampere dan volt meter.

3. Rangkaian seri lebih efektif dalam memaksimalkan tegangan (V) tetapi memiliki Arus (I) yang kecil dibandingkan dengan rangkaian kombinasi seri-paralel. Daya tertinggi pada alat sebelum diberi beban terdapat pada rangkaian seri didurasi 120 menit, yaitu 2,10 Watt dengan Tegangan 10,54 V dan Arus (I) 0,20 A. Sedangkan dengan beban alat yaitu 0,91 Watt dengan Tegangan 4,57 V dan Arus (I) 0,20 A. Efisiensi pada alat terdapat pada rangkaian seri didurasi 120 menit yaitu $\approx 0,31\%$.

DAFTAR PUSTAKA

- Arkundato, A., Misto, Jatisukanto, G., Maulina, W., & Khalif Ardian Syah. (2020). *Modul Teg (Termoelectric Generator) Konversi Panas Menjadi Listrik Untuk Aplikasi Pandebesri Artoto*. 24(1), 25–30. <http://dx.doi.org/10.15294/abdimas.v24i1.21248>
- Bagus Pradana, A., Wisnu, A., Saputra, B. D., Subakti, G., Yusuf, M., Roza Yunita, T., & Listrik, T. (2021). Perancangan Purwarupa Pembangkit Termoelektrik sebagai Media Pembelajaran Konversi Energi. *Jurnal Edukasi Elektro*, 05(1), 14–19. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jee>
- Haryanto, H., Makhsum, M. R., Saraswati, I., & Penelitian, A. M. (2004). Perancangan Modul Termoelektrik Generator. *Jurnal Teknik Elektro UNTIRTA*, 26–37.
- Machruroh, T., Pradani, Y. F., & Ghufro, W. (2021). *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*. 9(1), 71–79. <https://doi.org/10.23887/jptm.v9i1.32217>
- Mohamad Diki, Charis Fathul Hadi, Risk Fita Lestari, & Rezki Nalandari. (2022). Pemanfaatan Termoelektrik Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Journal Zetroem*, 4(1), 23–25. <https://doi.org/10.36526/ztr.v4i1.1913>
- 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. <https://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME/article/view/10260/7216>
- Prasetyo, B. Y., & Ayu, W. S. (2021). Kaji Eksperimental Termoelektrik Sebagai Sistem Pendingin Alternatif. *Politeknik Negeri Bandung*, 211–216.
- Puspita, S. C., Sunarno, H., & Indarto, B. (2017). Generator Termoelektrik untuk Pengisian Aki. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 13(2), 84. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v13i2.2748>
- Rimbawati, R., Prandika, B., & Cholish, C. (2022). Rancang Bangun Sistem Konversi Energi Panas Api Menjadi Energi Listrik Sebagai Alat Charger Baterai Menggunakan Termoelektrik. *Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.22373/crc.v6i1.10236>
- Rosman, A., Risdiana, Yuliani, E., & Vovi. (2019). Karakteristik arus dan tegangan pada rangkaian seri dan rangkaian paralel dengan menggunakan resistor. *Jurnal Ilmiah d'Computare*, 9, 40–43.
- Ryanuargo, Anwar, S., & Sari, S. P. (2014). Generator Mini dengan Prinsip Termoelektrik dari Uap Panas Kondensor pada Sistem Pendingin. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 10(4), 180–185. <https://doi.org/10.17529/jre.v10i4.1108>
- Sasmita, S. A., Ramadhan, M. T., Kamal, M. I., & Dewanto, Y. (2019). Alternatif Pembangkit Energi Listrik Menggunakan Prinsip Termoelektrik Generator. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 21(1), 57. <https://doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3249>
- Sri Poernomo Sari, Depi Kurniawan Saputra, & Donawan. (2019). Analisis Energi Listrik Dari Panas Kondensor Air Conditioner Dengan Insulasi Dan Generator Termoelektrik. *Jurnal ASIIMETRIK: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi*, 1(2), 65–72. <https://doi.org/10.35814/asiimetrik.v1i2.822>
- Syahrita, R. (2021). Analisa Pengaruh Jumlah Dan Susunan Termoelektrik Generator

Terhadap Karakteristik Termoelektrik Generator Pada Motor Bensin 4 Silinder. *Modul Biokimia Materi Metabolisme Lemak, Daur Asam Sitrat, Fosforilasi Oksidatif Dan Jalur Pentosa Fosfat*, 6.

Tocqiun, P. (2019). *EVALUASI PERFORMANSI MODUL TERMOELEKTRIK SEBAGAI GENERATOR LISTRIK PEFORMANCE EVALUATION OF THERMOELECTRIC MODULE AS ELECTRIC GENERATOR* Galih Yoganingwang1, Ahmad Qurthobi, S.T, M.T.2, Tri Ayodha Ajiwiguna, S.T, M.Eng.3 1,3Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas. 6(2), 1–19.