

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENAMBAHAN KARBON AKTIF PADA PENDINGINAN WATERBLOK TERHADAP KINERJA MODUL THERMOELEKTRIK GENERATOR

Musthofa Ahmad Al Hamdi; Tri Widodo Besar Riyadi, S.T., M.Sc., Ph.D
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menguji dampak dari penambahan karbon aktif dalam jumlah yang berbeda (0 gr, 10 gr, 20 gr, dan 30 gr) pada sistem pendingin waterblock terhadap kinerja generator termoelektrik. Proses eksperimen yang dilakukan melibatkan beberapa pengujian, seperti perbedaan suhu, keluaran arus listrik, dan efisiensi. Uji coba dengan menambahkan 10 gram karbon aktif menghasilkan daya listrik yang tinggi, sedangkan ketika menambahkan 30 gram karbon aktif, daya listrik yang dihasilkan menjadi rendah. Penambahan 30 gram karbon aktif mengakibatkan terciptanya arus listrik yang besar, penambahan 20 gram karbon aktif menghasilkan tegangan yang tinggi, dan jika tidak ada tambahan karbon aktif, maka hasilnya adalah efisiensi yang tinggi.

Kata Kunci : Thermoelektrik Generator, Karbon Aktif, TEG

Abstract

This research aims to test the impact of adding activated carbon in different amounts (0 gr, 10 gr, 20 gr, and 30 gr) to the waterblock cooling system on the performance of the thermoelectric generator. The experimental process involved several tests, such as temperature differences, electric current output, and efficiency. Tests by adding 10 grams of activated carbon produced high electrical power, whereas when adding 30 grams of activated carbon, the resulting electrical power was low. The addition of 30 grams of activated carbon results in the creation of a large electric current, the addition of 20 grams of activated carbon produces a high voltage, and if there is no additional active carbon, the result is high efficiency.

Keywords: Thermoelectric Generator, Activated Carbon, TEG

1. PENDAHULUAN

Penggunaan energi tidak terbarukan perlu diimbangi oleh pemanfaatan energi terbarukan yang ada di bumi. Cadangan pada negara Indonesia cukup besar seperti panas bumi yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik. Dalam konteks ini, minat yang meningkat adalah penggunaan energi terbarukan dari sumber alam yang ditinggalkan antara lain seperti radiasi RF, termal, matahari, getaran/energi mekanik, dll., yang dapat diubah menjadi energi listrik untuk memasok perangkat dan mesin elektronik dengan pertumbuhan secara eksponensial.(Jaziri et al., 2020).

Energi termal adalah salah satu energi yang tersedia sangat melimpah yang dapat ditemukan di berbagai sektor, seperti pengoperasian perangkat elektronik (sirkuit terpadu, telepon, komputer,

dll.). Berdasarkan pemanfaatan sumber energi baru terbarukan, khususnya energi termal untuk menghasilkan energi listrik, yaitu menggunakan generator termoelektrik (TEG) sebagai sumber energi alternatif. (Puspita, 2017). Salah satu dari sumber energi alternatif dengan pemanfaatan energi termal tersebut yaitu thermoelectric generator.

Termoelektrik merupakan suatu perangkat yang dapat mengubah energi kalor (perbedaan temperatur) menjadi energi listrik. Pembangkit daya termoelektrik (Thermoelectric Generator) digunakan untuk menghasilkan energi listrik. Ketika perbedaan temperatur terjadi antara dua material semi konduktor yang berbeda, maka elemen termoelektrik ini akan mengalirkan arus sehingga menghasilkan perbedaan tegangan. Prinsip ini dikenal dengan nama 'efek Seebeck' yang merupakan fenomena kebalikan dari efek peltier TEC (Thermoelectric Cooling). (Rafika et al., 2016)

Pada kondisi sekarang penggunaan sumber energi terbarukan mulai dikembangkan seperti pada rumah yang menggunakan panel surya sebagai cadangan sumber energi listrik. Maka melihat dari kondisi lingkungan sekitar dengan pembuatan alternatif dari panel surya yaitu termoelektrik yang memanfaatkan panas matahari sebagai sumber energi.

Menurut (Nuwayhid et al., 2005), pengembangan dan pengujian pembangkit thermoelectric dengan sisi bagian panas yang dikombinasikan pada perapian lama di Libanon sehingga mendapatkan daya 4,2 W.

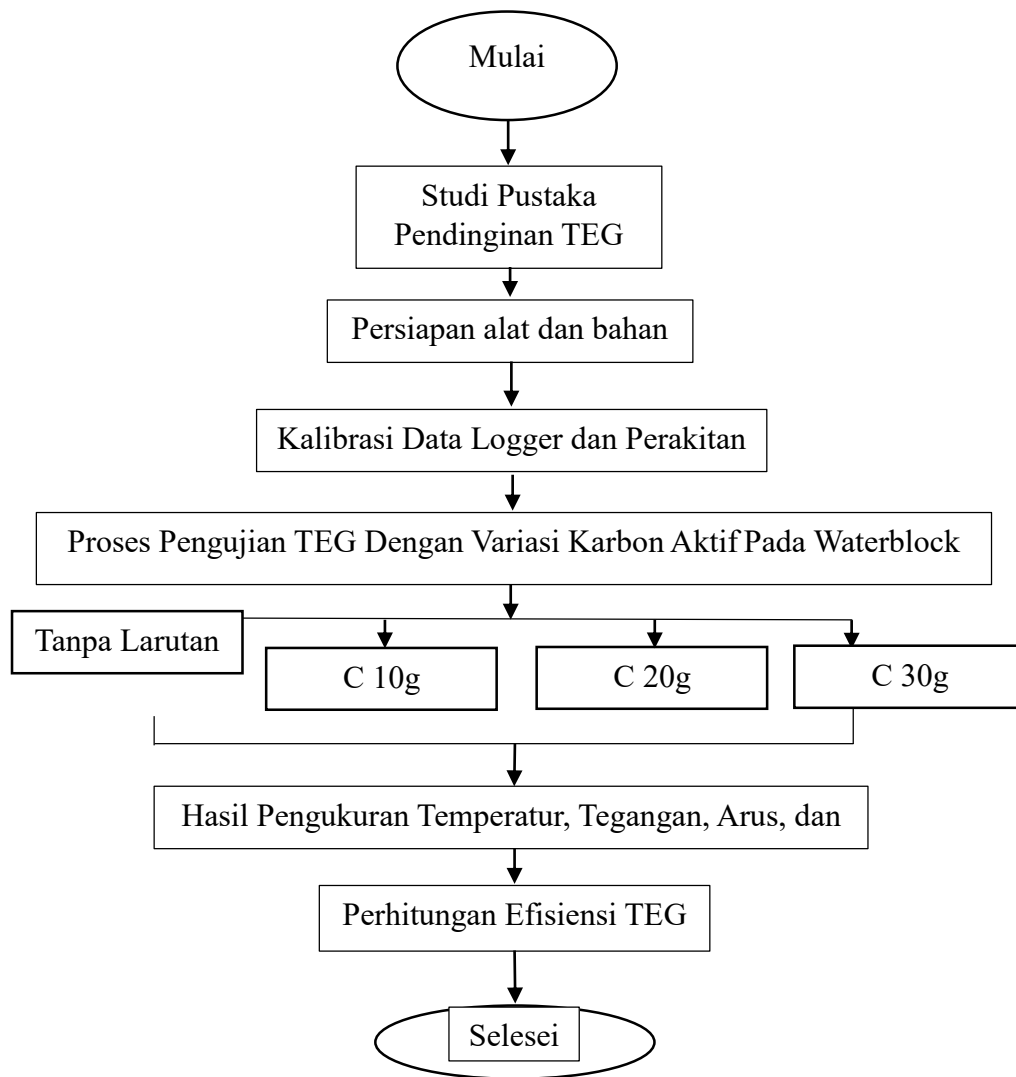
Hasil penelitian (Putra et al., 2009) menggunakan pemanas dengan tegangan, yaitu 110 V dan 220 V. Hasil pengujian dengan 12 elemen thermoelectric rangkaian seri keluaran tegangan 220 V, mengeluarkan daya output maksimum 8,11 W yaitu perbedaan suhu rata – rata 42,82 °C. (Wirawan, 2012), melakukan penelitian menggunakan heat pipe pada sisi dingin thermoelectric dirangkai seri 8 buah modul thermoelectric, menghasilkan tegangan maksimal sebesar 15,6 V dan daya yang dihasilkan 2,4 W dengan menggunakan resistor 100 Ω sebagai beban. Penelitian ini bertujuan sebagai sumber energi listrik alternatif untuk memenuhi kebutuhan penerangan lampu yaitu lampu led.

Permasalahan yang dirumuskan dari latar belakang diatas adalah bagaimana efisiensi yang dihasilkan Termoelektrik Generator sebagai sumber pembangkit listrik dengan variasi larutan *karbon aktif* (C), bagaimana pengaruh keluaran listrik setelah diberi penambahan variasi larutan *karbon aktif* (C) dengan variasi penambahan 10g, 20g, dan 30g.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *karbon aktif* (C) pada air dengan variasi penambahan 10g, 20g dan 30g pada air pendinginan terhadap daya yang dihasilkan oleh *Thermoelectric Generator* (TEG), untuk mengetahui efisiensi yang dihasilkan dari Thermoelectric generator (TEG) dengan variasi penambahan *karbon aktif* (C) pada air pendingin.

2 METODE

2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir

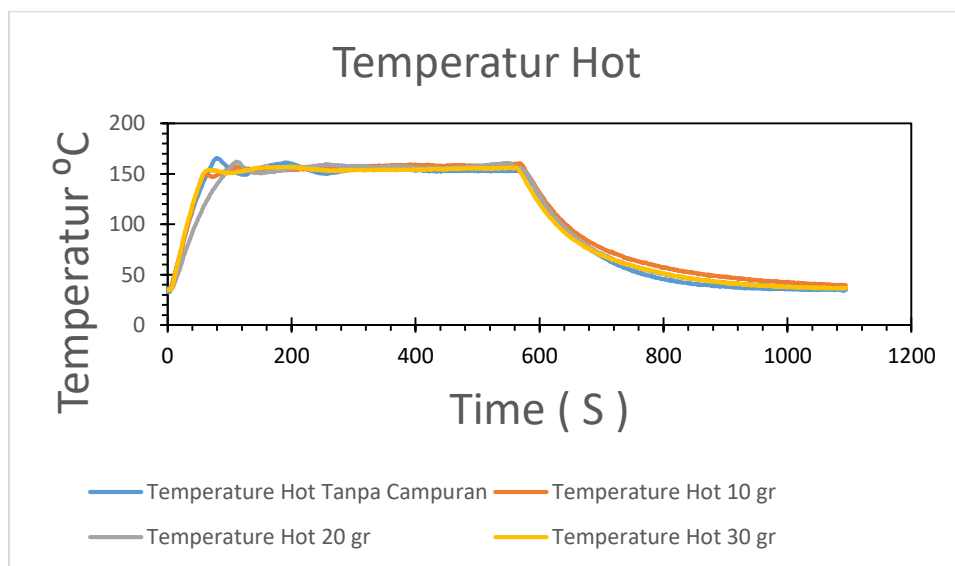
22 Alat dan Bahan

- a) Thermoelektrik Generator (TEG)
- b) Heater
- c) Thermocouple tipe K
- d) Karbon Aktif (C)
- e) Plat Besi
- f) Baterai
- g) Water Block
- h) Kabel Jumper Male to Female
- i) Dimmer AC 220V
- j) Pompa DC 3-5 volt
- k) Arduino Mega 2560 R3 CH340
- l) Arduino MAX471

- m) Mur Baut
- n) Selang
- o) Solder
- p) Selang bakar
- q) Selang tahan panas
- r) Sarung tangan latex
- s) Laptop

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

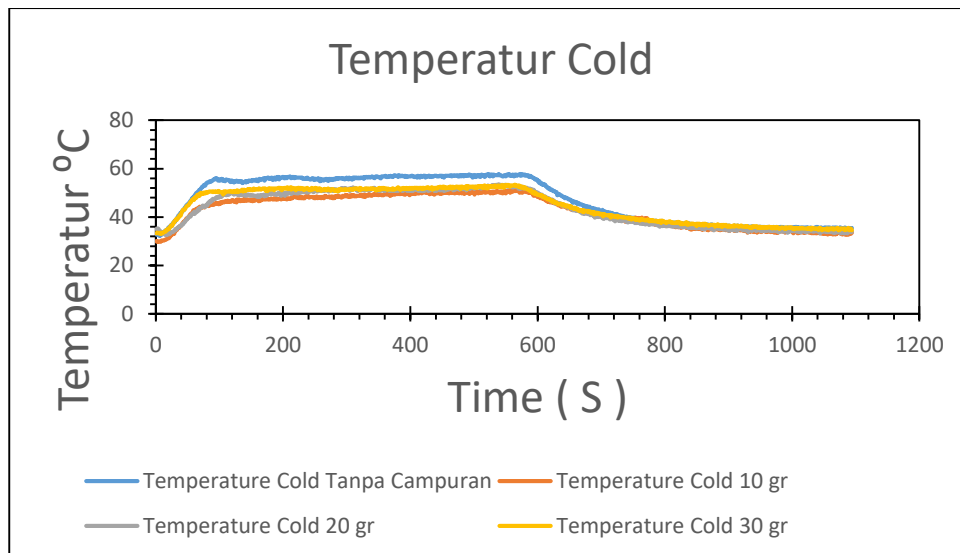
3.1 Hasil Pengujian Suhu Sisi Panas (T_h) dan Suhu Sisi Dingin (T_c)



Gambar 2 Profil Selisih Suhu Sisi Panas Terhadap Waktu

Tabel 1 Suhu rata-rata temperature panas.

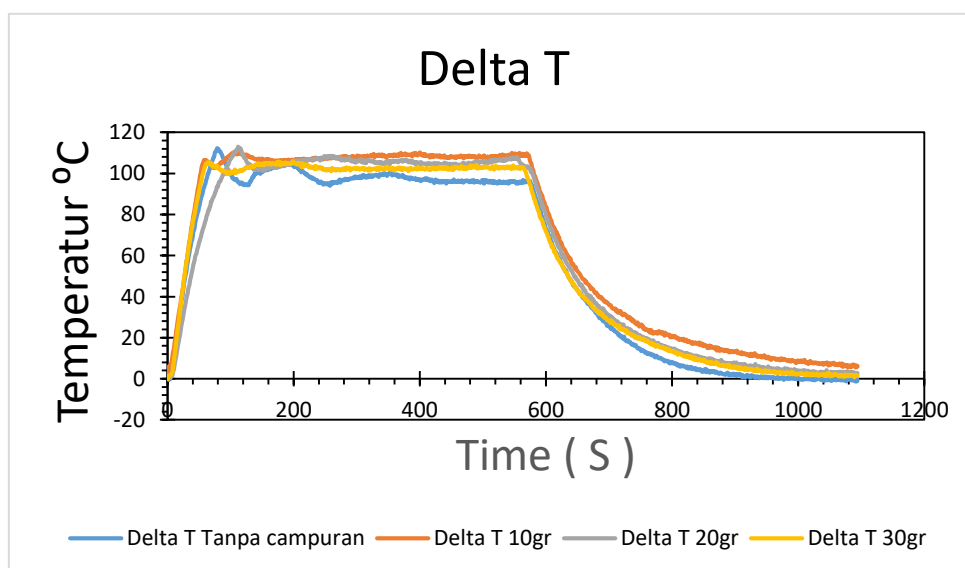
No.	Variasi Karbon Aktif (gr)	Suhu Panas Rata Rata (°C)
1.	0	154,3478682
2.	10	156,3837209
3.	20	155,6094961
4.	30	154,0959302



Gambar 3 Profil Selisih Suhu Sisi Dingin terhadap Waktu

Tabel 2 Suhu rata-rata temperatur dingin

No.	Variasi Karbon Aktif (gr)	Suhu Dingin Rata Rata (°C)
1.	0	56,19476744
2.	10	48,65164729
3.	20	50,67877907
4.	30	51,63953488

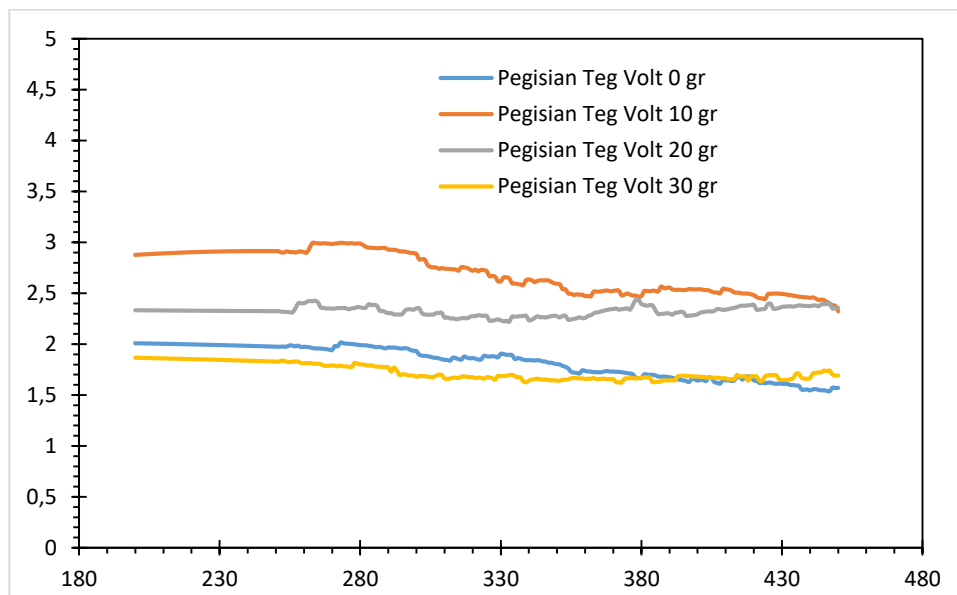


Gambar 4 Profil Temperature Panas dan Dingin terhadap waktu

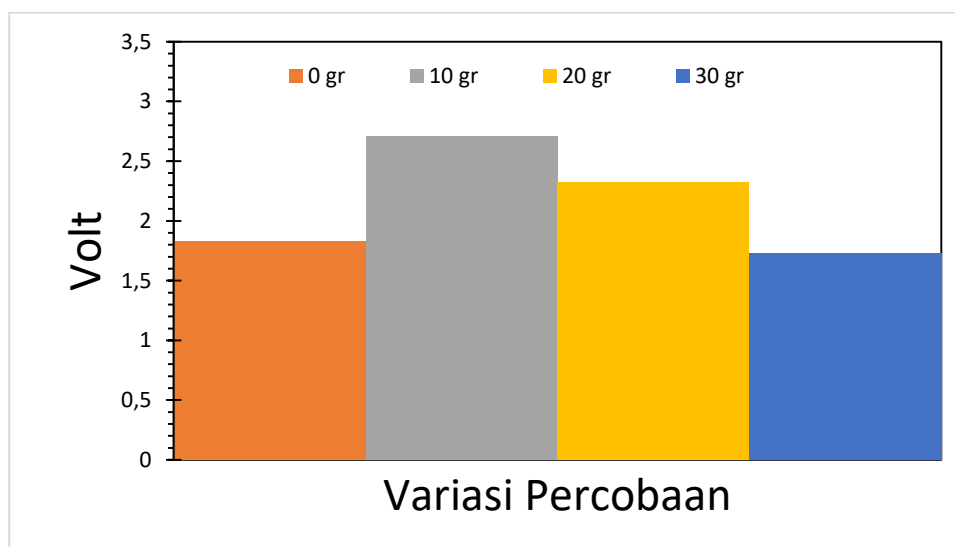
Tabel 3 Profil Temperature Panas dan Dingin terhadap waktu.

No.	Komposisi cairan dalam waterblock	Suhu Dingin Rata Rata (°C)
1.	Tanpa Penambahan	56.19476744
2.	Penambahan 10 gr	50.62306202
3.	Penambahan 20 gr	50.74273256
4.	Penambahan 30 gr	50.82025194

3.2 Hasil Pengujian Tegangan



Gambar 5 Profil Tegangan Terhadap Waktu.

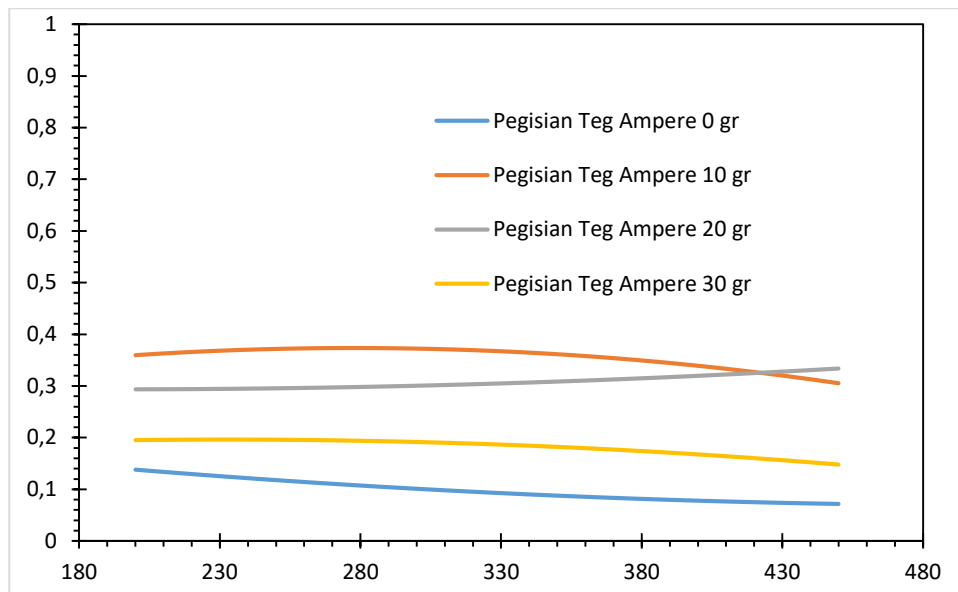


Gambar 6 Menunjukkan perbandingan kenaikan dan penurunan sebelum dan sesudah diberikan Karbon Aktif

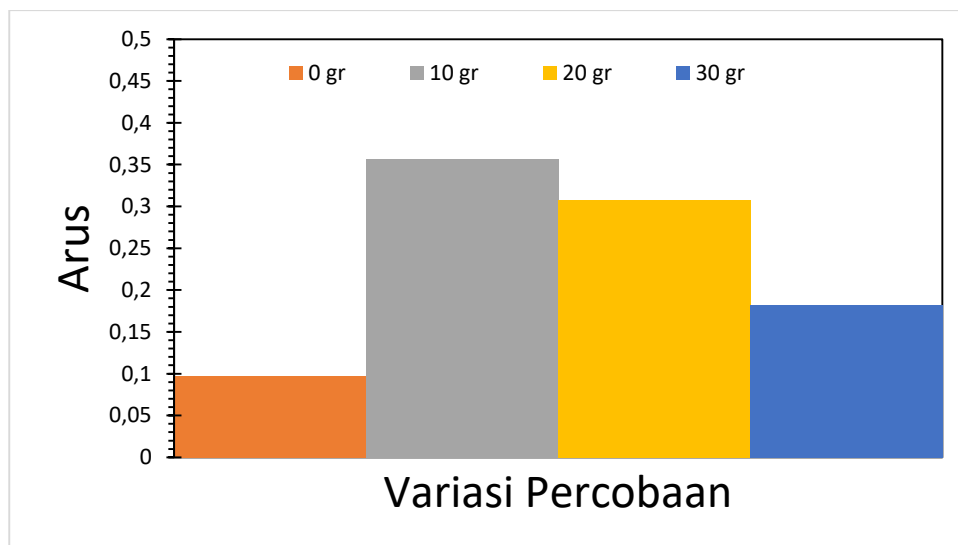
Tabel 4 Tegangan rata – rata terhadap waktu

No.	Komposisi caran dalam waterblock	Tegangan (volt)
1.	Tanpa Penambahan	1,828572948
2.	Penambahan 10 gr	2,706896972
3.	Penambahan 20 gr	2,324379681
4.	Penambahan 30 gr	1,728056454

33 Hasil Pengujian Arus



Gambar 7 Profil Arus Terhadap Selisih Suhu Sisi Panas dan Sisi Dingin (ΔT).

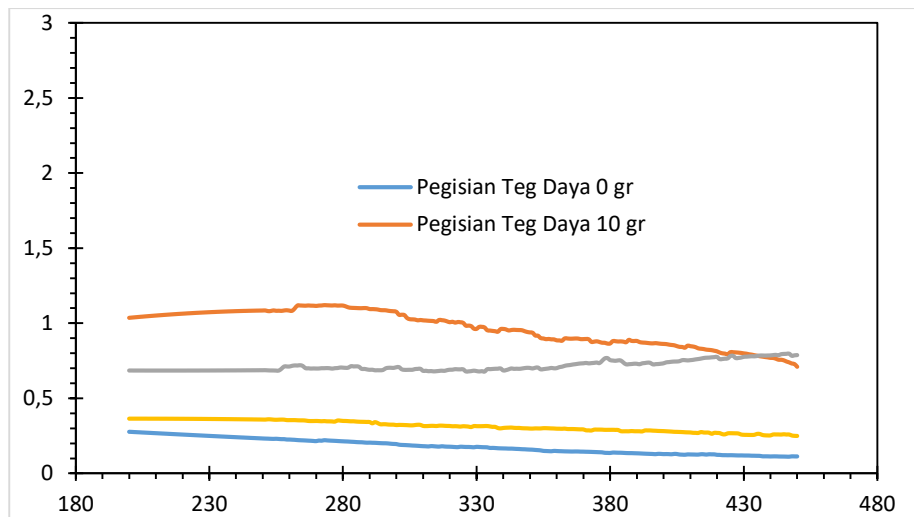


Gambar 8 Menunjukkan perbandingan kenaikan dan penurunan sebelum dan sesudah diberikan karbon aktif

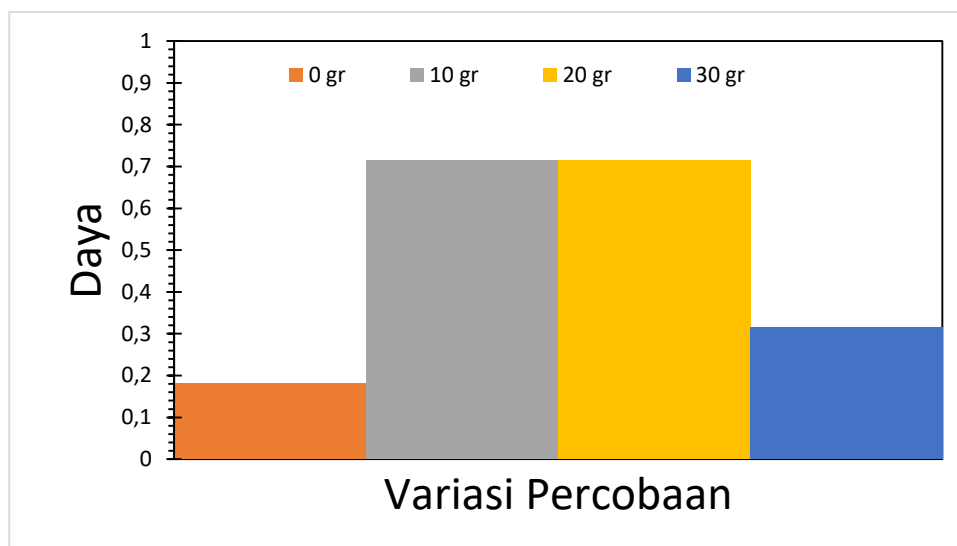
Tabel 5 Arus rata-rata terhadap waktu

No.	Komposisi caran dalam waterblock	Arus (A)
1.	Tanpa Penambahan	0,097577012
2.	Penambahan 10 gr	0,356458765
3.	Penambahan 20 gr	0,307329442
4.	Penambahan 30 gr	0,182149522

34 Hasil Pengujian Daya



Gambar 9 Profil Daya Terhadap Selisih Suhu Sisi Panas dan Sisi Dingin (ΔT).

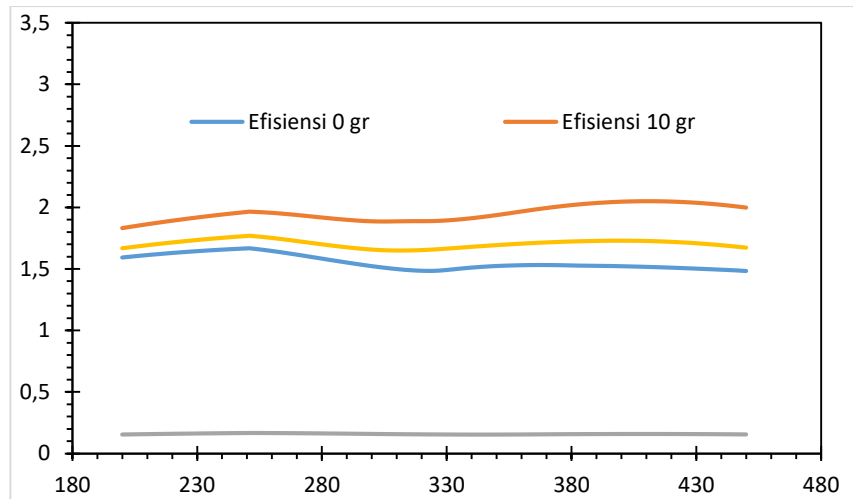


Gambar 10 Menunjukkan perbandingan kenaikan dan penurunan sebelum dan sesudah diberikan Karbon Aktif

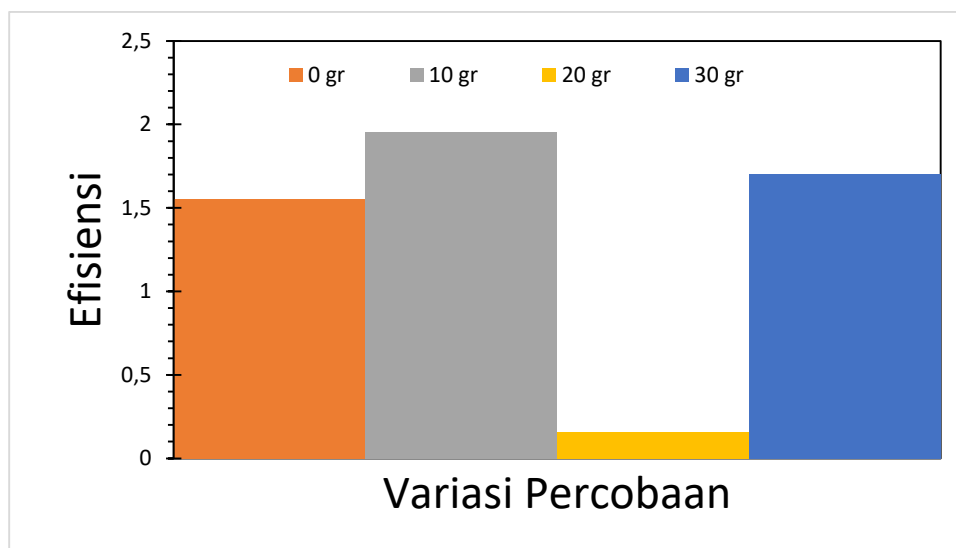
Tabel 6 Daya rata-rata terhadap waktu

No.	Komposisi caran dalam waterblock	Daya (Watt)
1.	Tanpa Penambahan	0,181154278
2.	Penambahan 10 gr	0,967903264
3.	Penambahan 20 gr	0,714466525
4.	Penambahan 30 gr	0,315501862

3.5 Hasil Pengujian Efisiensi



Gambar 11 Profil Efisiensi Terhadap Waktu



Gambar 12 Menunjukkan perbandingan kenaikan dan penurunan sebelum dan sesudah diberikan karbon aktif.

Tabel 7 Daya rata-rata terhadap waktu.

No.	Komposisi caran dalam waterblock	Efisiensi (%)
1.	Tanpa Penambahan	1,553394024
2.	Penambahan 10 gr	1,95314498
3.	Penambahan 20 gr	0,159168845
4.	Penambahan 30 gr	1,704968127

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dalam penelitian ini telah dilakukan pengujian untuk mengetahui pengaruh variasi laju aliran pendingin sistem water block terhadap keluaran tegangan, arus, daya dan efisiensi pada modul

thermoelectric generator yang diaplikasikan pada heater. Dari hasil pembahasan bisa ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan variasi daya pendinginan sistem water block terhadap keluaran tegangan, arus, dan daya menunjukkan bahwa semakin besar perbedaan suhu yang dihasilkan maka semakin besar pula tegangan, arus dan daya yang dihasilkan. Daya tertinggi diperoleh dari penggunaan pompa pendingin dengan variasi penambahan 20 gr sebesar 12.305425 watt. Penambahan karbon aktif memengaruhi luaran tegangan arus dan daya. Tegangan mengalami kenaikan ketika diberikan tambahan karbon aktif sebesar 20 gr namun mengalami penurunan ketika diberikan 30 gr. Arus mengalami kenaikan pada setiap variasi dan Daya mengalami kenaikan.
2. Nilai efisiensi pada modul thermoelectric yang diaplikasikan pada heater tanpa variasi penambahan pada water block menunjukkan bahwa efisiensi tertinggi terdapat pada variasi 20 gr penambahan karbon aktif 2.02803748653544 % dengan selisih suhu sisi panas dan sisi dingin (ΔT) sebesar 110.25°C. penambahan Karbon Aktif nilai efisiensi terus menurun ketika diberikan penambahan pada sistem pendingin waterblock.

4.2 Saran

Dengan telah dilakukannya seluruh rangkaian penelitian, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Pastikan pada saat pengujian sensor suhu sudah optimal.
2. Penyambungan kabel pada sensor sensor telah tersambung dengan sempurna agar didapatkan data yang maxsimal pada saat pengukuran.
3. Perlu pengujian lebih lanjut untuk mendapatkan analisa data lebih optimal diantaranya mengetahui faktor – faktor yang dapat mempengaruhi hasil sehingga dapat mengganggu keakuratan hasil penelitian. Serta untuk penelitian selanjutnya dapat menguji dengan variasi campuran lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Jaziri, N., Boughamoura, A., Müller, J., Mezghani, B., Tounsi, F., & Ismail, M. (2020). A comprehensive review of Thermoelectric Generators: Technologies and common applications. In *Energy Reports* (Vol. 6, pp. 264–287). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.12.011>
- Min, G., & Rowe, D. M. (2006). Experimental evaluation of prototype thermoelectric domestic-refrigerators. *Applied Energy*, 83(2), 133–152. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2005.01.002>
- Nuwayhid, R. Y., Shihadeh, A., & Ghaddar, N. (2005). Development and testing of a domestic woodstove thermoelectric generator with natural convection cooling. *Energy Conversion and Management*, 46(9–10), 1631–1643. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2004.07.006>

- Puspita, S. C. (2017). *Generator Termoelektrik untuk Pengisian Aki*. 13. <https://doi.org/10.12962/j24604682>
- Putra, N., Artono Koestoer, R., Adhitya, M., Roekettino, A., & Bayu Trianto, dan. (2009). *POTENSI PEMBANGKIT DAYA TERMOELEKTRIK UNTUK KENDARAAN HIBRID* (Vol. 13, Issue 2).
- Rafika, H., Iman Mainil, R., & Azridjal Aziz, dan. (2016). KAJI EKSPERIMENTAL PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS THERMOELECTRIC GENERATOR (TEG) DENGAN PENDINGINAN MENGGUNAKAN UDARA. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 15(1), 7–11. <http://wiwinsndrtermodinamika.blogspot.co.id/2015>
- Jouhara, H., Żabnieńska-Góra, A., Khordehgah, N., Doraghi, Q., Ahmad, L., Norman, L., Axcell, B., Wrobel, L., & Dai, S. (2021). Thermoelectric generator (TEG) technologies and applications. In *International Journal of Thermofluids* (Vol. 9). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2021.100063>
- Khalid, M., Syukri, M., & Gapy, M. (2016). *Pemanfaatan Energi Panas Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Berskala Kecil Dengan Menggunakan Termoelektrik*. 1(3), 2016.
- Li, G., Wang, Z., Wang, F., Wang, X., Li, S., & Xue, M. (2019). Experimental and numerical study on the effect of interfacial heat transfer on performance of thermoelectric generators. *Energies*, 12(19). <https://doi.org/10.3390/en12193797>
- Li, Y., Shi, Y., Wang, X., Luo, D., & Yan, Y. (2023). Thermal and electrical contact resistances of thermoelectric generator: Experimental study and artificial neural network modelling. *Applied Thermal Engineering*, 225. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2023.120154>
- Nur Sasongko, M., & Hamidi, N. (2019). *UNJUK KERJA COOL BOX BERBASIS THERMOELEKTRIK COOLER DENGAN SINGLE DAN MULTI-STAGE TERMOELEKTRIK* (Vol. 12, Issue 2).
- Rafika, H., Iman Mainil, R., & Azridjal Aziz, dan. (2016a). KAJI EKSPERIMENTAL PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS THERMOELECTRIC GENERATOR (TEG) DENGAN PENDINGINAN MENGGUNAKAN UDARA. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 15(1), 7–11. <http://wiwinsndrtermodinamika.blogspot.co.id/2015>
- Rafika, H., Iman Mainil, R., & Azridjal Aziz, dan. (2016b). KAJI EKSPERIMENTAL PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS THERMOELECTRIC GENERATOR (TEG) DENGAN PENDINGINAN MENGGUNAKAN UDARA. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 15(1), 7–11. <http://wiwinsndrtermodinamika.blogspot.co.id/2015>
- Rekayasa Material, J., dan Energi, M., Umurani, K., & Firman Alwi Arif Nasution, dan. (2022). *Analisis Termoelektrik Generator (TEG) Sebagai Pembangkit Listrik Bersekal Kecil Terhadap Perbedaan Temperatur*. 5(1). <https://doi.org/10.30596/rmme.v5i1.10260>
- Rico Nanda Famas Putra, S. M. M. A. D. (2018). *Pemodelan Dan Fabrikasi Modul Thermoelectric Generator (TEG) Berbasis Semikonduktor Bi2Te3 dengan Metode Penyusunan Thermoelement untuk Menghasilkan Daya Listrik*.

- Rifky, F. A. , M. M. (2021). Konversi Energi Termal Surya Menjadi Energi Listrik Menggunakan Generator Termoelektrik. *Konversi Energi Termal Surya Menjadi Energi Listrik Menggunakan Generator Termoelektrik*, 6, 59–65.
- Salsabila, N., Suwandi, D., Si, M., Ajiwiguna, T. A., & Eng, S. T. M. (n.d.). *STUDI PEMANFAATAN PANAS BUANGAN KOMPOR BIOMASSA DENGAN MENGGUNAKAN GENERATOR TERMOELEKTRIK STUDY OF UTILIZING BIOMASS STORAGE HEAT USING BY THERMOELECTRIC GENERATOR*.
- Saputra, A., Lapisa, R., Refdinal, R., & Rizki Putri Primandari, S. (2022). Analysis of the Effect of a Glass Layer on the Roof of a House of a Thermoelectric Generator on Temperature and Electrical Voltage. *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 4(2), 87–98. <https://doi.org/10.46574/motivection.v4i2.115>
- Selvam, C., Manikandan, S., Krishna, N. V., Lamba, R., Kaushik, S. C., & Mahian, O. (2020). Enhanced thermal performance of a thermoelectric generator with phase change materials. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 114. <https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2020.104561>
- Sharma, A., Lee, J. H., Kim, K. H., & Jung, J. P. (2017). Recent Advances in Thermoelectric Power Generation Technology. *Journal of the Microelectronics and Packaging Society*, 24(1), 9–16. <https://doi.org/10.6117/kmeps.2017.24.1.009>
- Umam, F., Budiarto, H., & Wahyuni, S. (2013). *Perancangan Thermoelectric Generator (TEG) sebagai Sumber Energi Terbarukan*. 10(2), 123–127. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v10i2.6345>