

Analysis Type of Fluid with Thermosyphon Cooling System Against with Output Power Thermoelectric Generator

Ben Vasco Tarigan^{1,*}, Arifin Sanusi² dan Marsel Marthinus Liu³

^{1,2}Departemen Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

³Prodi Departemen Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana-Kupang

*Corresponding author: ben_tarigan@staf.undana.ac.id

Abstract. The use of a thermoelectric generator as a heat exchanger into electricity already widely used. In the process, the thermoelectric module converts thermal energy into electricity directly. It happens because of the temperature difference on both sides of the thermoelectric known as the Seebeck effect. If the heat is applied on the hot side and the other side is cooler than the hot side, then there will be voltage. The voltage is called electromotive force. This study aims to look at the effect of cooling fluid and coolant water to the resulting output power thermoelectric generator. The circulation of the cooling fluid with the thermosyphon system. The results obtained showed water cooling fluid better than coolant. The maximum power generated by the thermoelectric with a water cooling is 5.38 Watt. While the cooling with coolant, the thermoelectric generating power 4.27 Watt.

Abstrak. Penggunaan termoelektrik generator sebagai pengubah panas menjadi listrik sudah mulai banyak digunakan. Di dalam prosesnya modul termoelektrik mengkonversi energi panas menjadi listrik secara langsung. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan suhu pada kedua sisi termoelektrik yang dikenal dengan efek Seebeck. Apabila pada sisi panas diberikan panas dan pada sisi yang satu lebih dingin dibanding sisi panasnya, maka akan timbul tegangan. Tegangan itu disebut *electromotive force*. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh fluida pendingin air dan *coolant* terhadap daya keluaran yang dihasilkan termoelektrik generator. Sirkulasi fluida pendingin dengan sistem *thermosyphon*. Hasil yang diperoleh menunjukkan fluida pendingin air lebih baik dibanding *coolant*. Daya maksimum yang dihasilkan oleh termoelektrik dengan berpendingin air sebesar 5,38 Watt. Sedangkan termoelektrik berpendingin *coolant* menghasilkan daya sebesar 4,27 Watt.

Keywords: Termoelektrik generator, pendingin, daya

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Generator termoelektrik (TEG) merupakan sebuah teknologi yang memanfaatkan energi dari limbah panas. Kelebihan dari TEG adalah memiliki desain yang sederhana, perpindahan panas yang terjadi dapat langsung diubah menjadi energi listrik dan hampir tidak ada perawatan yang dilakukan karena tidak ada bagian yang bergerak.

Penelitian berkaitan dengan termoelektrik generator sudah banyak dilakukan. (Sornek, 2016) melakukan penelitian termoelektrik generator pada tungku berbahan bakar biomassa. Tujuan penelitian untuk membandingkan tipe pendinginan dengan menggunakan air yang dialirkan ke dalam pipa pada sebuah *heat sink* dan pendinginan dengan kipas angin terhadap performa TEG. Hasil penelitian tersebut menyimpulkan bahwa sistem pendinginan air secara signifikan lebih efisien. Selain itu (Montecucco, et al., 2015) menguji termoelektrik generator pada tungku bahan bakar padat untuk secara bersamaan mengisi baterai

timbang-asam dan mentransfer panas ke air untuk pemanasan atau penggunaan rumah tangga. Kelayakan sistem CHP yang diusulkan ditunjukkan untuk kompor bahan bakar padat yang umum. (Mal, et al., 2015) menguji kinerja kompor generator termoelektrik dan perbandingan dengan tungku tradisional, alami dan paksa menjadi salah satu dari desain yang baru dikembangkan ini adalah bahwa TEG tertanam di dinding luar ruang bakar dari kompor *draft* paksa.

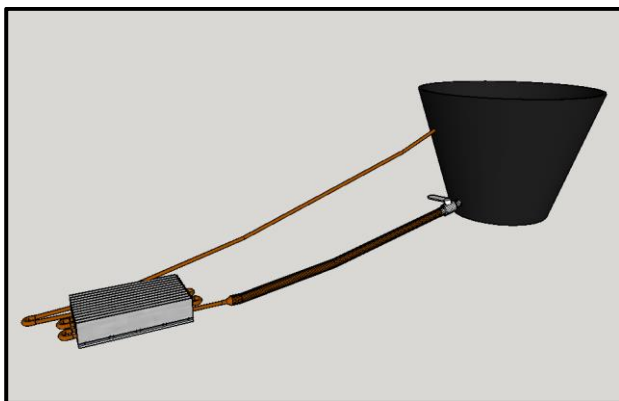
(Bhattacharjee, et al., 2015) merancang sistem konverter pembangkit termoelektrik generator berbasis yang berbasis *heat sink thermosyphonic*, dalam penggunaannya pada tungku kayu. Hasil yang diperoleh didapatkan bahwa arus rata-rata modul TEG meningkat bila dibandingkan dengan sistem konverter berbasis *plat-fin heat sink* konvensional dan sistem pengubah berbasis *thermosyphonic heat sink loop* tunggal sederhana. Pada penelitian lain tentang pengaruh posisi radiator dan fluks massa pada laju perpindahan

panas ruang pengering. Percobaan untuk mengetahui pengaruh posisi radiator dan fluks massa terhadap laju perpindahan panas dilakukan. Tiga posisi radiator diperiksa. Hasilnya menunjukkan bahwa pengaruh fluks massa terhadap laju perpindahan kalor konveksi paksa dan bebas tidak signifikan namun posisi radiator sangat mempengaruhi laju perpindahan panas baik konveksi paksa maupun konveksi bebas (Mirmanto, et al., 2016).

Berdasar beberapa penelitian di atas, maka penelitian ini hendak melihat pengaruh variasi posisi *heat sink* terhadap laju perpindahan panas dari *heat sink* tersebut ke modul termoelektrik dengan penggunaan fluida pendingin yang berbeda yaitu air biasa dan *coolant* (air radiator). Proses sirkulasi dari fluida pendingin yang dialirkan melalui pipa tembaga yang dipasang pada celah sirip *heat sink* dengan menggunakan sistem *thermosyphon*.

Metode Penelitian

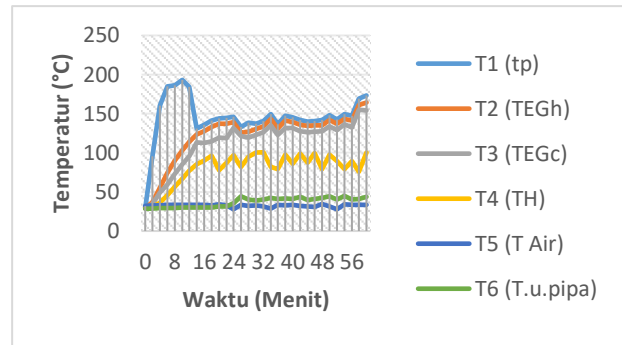
Pada penelitian ini, digunakan regulator daya dengan tegangan sebesar 220 volt. Penelitian dilakukan selama 60 menit dengan rentang pengambilan data setiap 2 menit. Adapun data diambil adalah temperatur pelat pemanas (T1), temperatur sisi panas TEG (T2), temperatur sisi dingin TEG (T3), temperatur *heat sink* (T4), temperatur ujung keluaran pipa (T5), temperatur air keluaran (T6), tegangan listrik luaran (V) dan arus luaran (I) dari TEG. Termoelektrik yang digunakan tipe TEP1-142T300 dengan dimensi 40x40 mm, dan ketahanan temperatur hingga 300°C. Jumlah TEG yang digunakan sebanyak 8 buah.



Gambar 1. Skema Alat

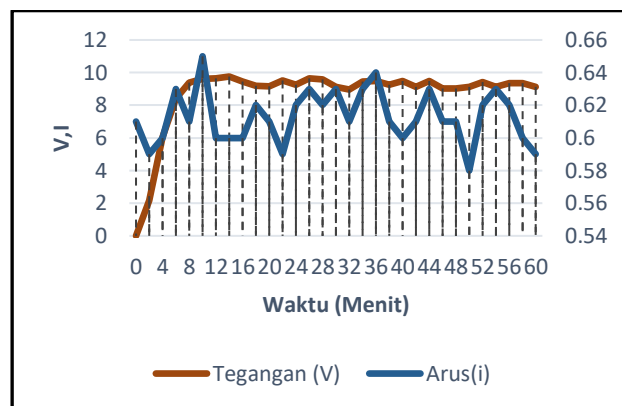
Hasil dan Pembahasan

Dari pengujian diperoleh data pada pendinginan air dan juga pendinginan *coolant* terhadap TEG yang dirangkai seri dengan posisi *heat sink* seperti pada gambar 1.



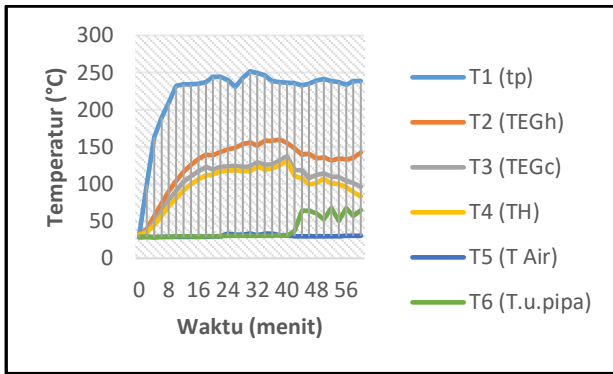
Gambar 2. Grafik perubahan temperatur terhadap waktu dengan fluida pendingin air

Gambar 2 menunjukkan perubahan temperatur selama waktu pengujian selama 60 menit dengan posisi sirip *heat sink* menghadap keatas dan fluida pendingin yang digunakan adalah air biasa. Temperatur pada T1 naik hingga 193°C di menit kesepuluh kemudian turun dan stabil pada menit ke-14. Temperatur T2 dan T3 mengalami kenaikan suhu hingga akhirnya mulai mengalami perubahan pada menit ke-24. Sedangkan pada T4 terjadi penurunan temperatur lebih awal yaitu pada menit ke-11, karena diakibatkan adanya air yang tersirkulasi di dalam pipa. Suhu tertinggi pada temperatur T2 = 164,3 °C dan T3 = 153,9 °C.



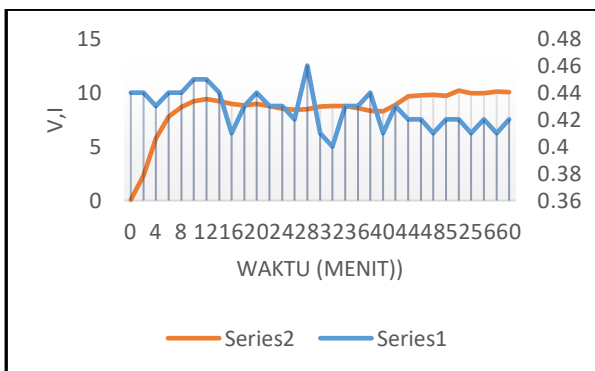
Gambar 3. Grafik Tegangan dan Arus Terhadap Waktu

Pada data tegangan dan arus output dari TEG seperti pada gambar 3 menunjukkan bahwa tegangan yang dihasilkan cenderung mulai stabil pada menit ke-9. Walau demikian arus menunjukkan pola yang berbeda. Tampak arus mengalami fluktuasi dengan titik tertinggi pada menit ke-10 dan terendah pada menit ke-50.



Gambar 4. Grafik perubahan temperatur terhadap waktu dengan fluida pendingin air radiator/collant

Pada gambar 4 menunjukkan perubahan temperatur selama 60 menit. Temperatur pada pemanas mulai stabil pada menit ke-10 sedangkan temperatur pada T2, T3 dan T4 mulai stabil pada menit ke-18. Namun pada menit ke-40 tampak temperatur mulai turun, sedangkan temperatur pada ujung pipa mulai meningkat karena *colant* yang panas dalam dalam pipa mulai terdorong oleh *colant* yang lebih dingin pada reservoir. Hal ini terjadi karena densitas dari *colant* yang makin kecil akibat menyerap panas yang dikonduksikan pada pelat ke pipa tembaga.



Gambar 5. Grafik tegangan dan arus terhadap waktu dengan fluida pendingin air radiator

Dari gambar 5 ditunjukkan, tegangan tertinggi yang dihasilkan terjadi pada menit ke-52 sebesar 10,18 Volt, dan arus yang dihasilkan sebesar 0,42 ampere. Daya yang dihasilkan pada posisi ini sebesar 4,27 Watt. Tegangan yang dihasilkan dengan penggunaan fluida pendingin air radiator stabil pada 0,4 Ampere dan lebih kecil dari tegangan yang dihasilkan oleh percobaan sebelumnya yang menggunakan fluida pendingin air biasa. Secara umum fenomena yang terjadi adalah ketika suhu naik maka tegangannya turun, sebaliknya ketika suhunya turun maka tegangannya naik. Tegangan tertinggi yang dihasilkan terjadi pada menit ke-52 sebesar 10,18 Volt, dan arus yang dihasilkan sebesar 0,42 Ampere.

Kesimpulan

Dari penelitian ini diperoleh kesimpulan, proses pendinginan pada pembangkit listrik TEG dengan menggunakan sirkulasi pendinginan fluida sistem *thermosyphon* menunjukkan performa yang lebih baik pada fluida berpendingin air. Hal ini berdampak pada daya yang dihasilkan dimana pada TEG berpendingin air menghasilkan daya maksimum sebesar 5,38 Watt dan TEG berpendingin *coolant* menghasilkan daya maksimum 4,27 Watt.

Penghargaan

Terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah menyediakan dana penelitian. Tulisan ini merupakan bagian dari Program Hibah Penelitian Produk Terapan tahun 2018

Referensi

- [1] Statistik Ketenagalistrikan Tahun 2015, 29 ed., Jakarta, 2016.
- [2] K. Sornek, "A study of selected aspects of the operation of thermoelectric generator," 2016.
- [3] A. Montecucco, J. Siviter and A. R. Knox, "A Combined Heat and Power System for Solid-fuel Stoves Using," *Energy Procedia* 75, p. 597 – 602, 2015.
- [4] R. Mal, R. Prasad and V. K. Vijay , "Design and Performance Evaluation of Thermoelectric Generator Stove and Comparison with Traditional, Natural and Forced Draft Stoves," *Int. J. Energy Technology and Policy*, vol. 11, no. 3, p. 220–233, 2015.
- [5] V. Bhattacharjee, D. Chatterjee and P. Raman, "A Shield Based Thermoelectric Converter System with a Thermosyphonic Heat Sink for Utilization in Wood-stoves," september 2015.
- [6] M. Mirmanto, E. D. Sulistyowati and I. D. K. Okariawan, "Effect of Radiator Position and Mass Flux on the Dryer Room Heat Transfer," *Results in Physics*, p. 139–144, 2016.
- [7] M. Spilacek, M. Brazdil, O. Stelcl and J. Pospisil, "Cogeneration Unit for Small Stove," vol. 9, no. 4, 2015.
- [8] M. O. S, J. D. M, V. D. J and R. J. A, "Performance analysis of a prototype small scale electricity-producing," *Applied Energy*, p. 566–576, 2015.

- [9] Y. S. Najjar and M. M. Kseibi, "Heat Transfer and Performance Analysis of Thermoelectric Stoves," *Applied Thermal Engineering*, 2016.
- [10] J. P. Holman, Heat Transfer, New York: McGraw-Hill.
- [11] Y. A. Cengel, in *HEAT TRANSFER*, Second Edition ed., p. 167.
- [12] A. Rumpunen, "Suitability of a thermosyphon heat exchanger for cooling of power electronic components," *Energy and HVAC-Technology*, p. 102, 6 3 2015.
- [13] D. A. Bainbridge, The Integral Passive Solar Water Heater Book.
- [14] Y. Abdhy, "carusermagz," 30 November 2016. [Online]. Available: <http://carusermagz.com>. [Accessed 05 Januari 2018].
- [15] F. Kreith, R. M. Manglik and M. S. Bohn, Principles of Heat Transfer, Seventh ed., Christopher M. Shortt, 2011.