

ANALISIS HASIL PENGUJIAN EFEK SEEBECK TERMOELEKTRIK DENGAN SUMBER PANAS UBLIK DAN VARIASI PENDINGIN OLI, AIR ES, UDARA

Eky Novianarenti¹, Dwi Khusna², Agung Setya³

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1,2,3}

e-mail: ekynr@itats.ac.id

ABSTRACT

An experimental performance analysis of thermoelectric coolers with an ublic heat source in this study is presented. The cooling system consists of two integrated thermoelectric modules with heat sinks in its hot side and the heat dissipaters in its cold side. The experiments carried out for different variations with ice-cooling water, oil, and air. The result is determined that the best cooling variation is ice water with electric Voltage 2.5 V, electric current 0.176 A, power 0.44 W, and thermal conduction 0.215 W. This study concludes that the temperature difference affected the outcome of the electric voltage, Current, Power, and thermal conductivity in the performance principle of Peltier thermoelectric with cooling variations.

Keyword: *thermoelectric coolers, ublic heat source, heat sinks, Peltier*

ABSTRAK

Penelitian ini menyajikan analisis secara eksperimen dari sebuah pendingin termoelektrik dengan sumber panas ublik. Sistem pendingin ini terdiri dari dua modul termoelektrik yang terintegrasi dengan heat sink di sisi panasnya dan disipasi panas di sisi dinginnya. Percobaan dilakukan untuk variasi yang berbeda yaitu dengan pendingin air es, oli, dan udara. Hasil menunjukkan bahwa variasi pendingin terbaik adalah air es dengan tegangan listrik 2.5 V, arus listrik 0.176 A, daya 0.44 W, dan konduksi termal 0.215 W. Penelitian ini menyimpulkan bahwa perbedaan temperatur mempengaruhi hasil Tegangan, Arus, Daya listrik, dan konduksi termal pada prinsip kerja peltier termoelektrik dengan variasi pendingin.

Kata kunci: pendingin termoelektrik, sumber panas ublik, heat sinks, Peltier.

PENDAHULUAN

Krisis listrik memuncak saat PT. Perusahaan Listrik Negara (PT. PLN) memberlakukan pemadaman listrik secara bergiliran di berbagai wilayah termasuk Jakarta dan sekitarnya, selama periode Juli 2008. PLN sebagai pemasok 90% kebutuhan listrik nasional sulit meningkatkan produksi karena minimnya keuangan perusahaan sehingga sulit diharapkan dapat melakukan ekspansi. Produksi PLN yang sudah ada juga tidak optimal dan mahal karena sebagian besar pembangkit sudah tua, boros bahan bakar, kekurangan pasokan energi primer, dan sering mengalami kerusakan. Stagnasi ini juga dipicu oleh pembangunan listrik yang tidak bervisi ke depan akibat subsidi BBM regresif membuat sebagian besar pembangkitnya adalah pembangkit termal yang kini kian mahal. Selain mahal, konversi energi bahan bakar fosil menjadi listrik juga sangat tidak efisien dan tidak ramah lingkungan.

Terbatasnya ketersediaan sumber energi konvensional terutama minyak bumi menyebabkan Pemerintah mengupayakan suatu kebijaksanaan untuk mengurangi peran energi konvensional dan meningkatkan peran energi lain dalam memenuhi kebutuhan energi Nasional. Diantaranya dengan melakukan pengkajian terhadap pemanfaatan energi terbarukan seperti energi surya, energi biomassa, energi angin, dan energi air. Salah satu penggunaan energi yang cukup besar yaitu pada proses pendinginan termoelektrik. Prinsip ini memanfaatkan efek Peltier yang menyatakan bahwa bila dua buah logam atau bahan semi konduktor yang berbeda dihubungkan dan diberi arus, maka akan terdapat perbedaan temperatur. Jika material termoelektrik dialiri arus listrik, kalor yang ada disekitarnya akan diserap dan dilepaskan pada bagian yang lain. Dengan demikian, untuk mendinginkan udara tidak diperlukan kompresor pendingin seperti halnya mesin pendingin konvensional.

Objek dari penelitian ini adalah untuk menganalisis ruang pendingin dengan sistem termoelektrik efek Peltier dengan sumber panas ublik dan variasi pendingin oli, air es, dan udara sebagai unit pendingin dan memperoleh data dari uji performansi alat.

TINJAUAN PUSTAKA

Pemanfaatan energi untuk skala rumah tangga telah banyak dilakukan antara lain penelitian yang memanfaatkan penggunaan modul termoelektrik untuk pembangkitan energi listrik yang diaplikasikan dikompur kayu dilakukan Nuwayhid dkk [1], dengan menggunakan modul termoelektrik pendingin, kompor mampu membangkitkan daya 100 W pada temperatur permukaan kompor 100 °C – 300 °C. Nuwayhid dkk [2] melanjutkan penelitian dengan pendinginan modul termoelektrik dengan pendinginan *natural convection*. Diterapkan pada kompor kayu rumah tangga menggunakan modul tunggal. Hasilnya daya listrik total 4,2 W yang mampu dibangkitkan pada sistem ini. Teknologi lain dalam rangka konversi energi kalor menjadi listrik langsung menggunakan Thermoelectric generator (TEG), yang mana sumber energinya berasal dari limbah kalor, merupakan salah satu teknologi hijau yang dibutuhkan sebagai alternatif sumber energi masa depan [3]. Di Thailand, generator termoelektrik tipe TEP1-1264-3,4 digunakan untuk mengkonversi kalor dari kompor berbahan bakar biomass. Hasilnya adalah pada beda temperatur berkisar 150 °C, unit bisa mencapai daya keluaran sebesar 2,4W. Efisiensi konversi 3,2 % mampu untuk menghidupkan lampu dan radio portabel kecil [4].

Teknologi ini menjanjikan alternatif pembangkitan listrik yang luar biasa karena mempunyai beberapa kelebihan, yaitu dapat diandalkan keawetannya, tanpa suara saat dioperasikan karena tidak memiliki bagian mekanik yang bergerak, tidak membutuhkan pemeliharaan, sederhana, kompak dan aman, memiliki ukuran yang sangat kecil dan sangat ringan, mampu beroperasi pada temperatur tinggi, mampu beroperasi untuk skala kecil dan lokasi terpencil, ramah lingkungan, dan sumber energi yang fleksibel. Kelebihan-kelebihan tersebut menyebabkan studi mengenai aplikasi generator termoelektrik banyak dilakukan [5].

Banyak penelitian yang diarahkan untuk memperbaiki sistem perpindahan kalor api pembakaran ke perabot masak dan juga penelitian mengenai pemanfaatan sebagian panas yang terbuang dari pembakaran tersebut. Pada kompor kayu, Cedar dan Drummond[6] mempresentasikan desain memperbaiki sistem perpindahan kalor kompor dengan menambahkan blower dan memasang generator termoelektrik untuk memanfaatkan sebagian panas hasil pembakarannya menjadi sumber energi listrik alternatif. Maneewan dkk[7] memanfaatkan panas gas buang pada pengering berbahan bakar biomass pada temperatur ruang pengeringan antara 64 °C – 81 °C menggunakan 12 jenis modul generator termoelektrik mampu mengkonversi 4,08% energi panas menjadi energi listrik dengan energi listrik yang dibangkitkan sebesar 24,4 W.

Pembangkitan listrik dengan tenaga panas matahari berbasis teknologi mesin striling Syafriyudin, dkk, [8] . Penelitian memanfaatkan panas dari kompor gas LPG RI-511A dan RI-300HP dengan menggunakan thermoelectric generator tipe TEG 127-40A dan TEG 126-40A. Panas ini dikonversi menjadi energi listrik menggunakan efek Seebeck yang ada pada termoelektrik dilakukan oleh Sugiyanto dkk [9]. Dari pengujian dan analisa data TEG 126-40A lebih baik dalam pembangkitan tegangan dan arus dibandingkan TEG 127-40A. Dengan pemanfaatan termoelektrik sebagai energi pengubah temperatur panas menjadi listrik semakin banyak penelitian yang menggunakan modul termoelektrik untuk mencari efisiensi listrik yang dihasilkan.

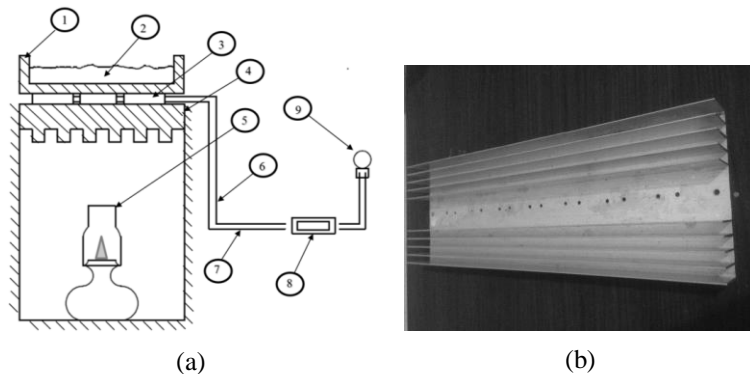
METODE

Prosedur penelitian secara umum langkah-langkah pengerjaan penelitian tentang pendinginan termoelektrik dengan sumber panas ublik secara umum meliputi beberapa hal sebagai berikut:

1. Pembuatan alat

Proses pembuatan modul termoelektrik yaitu diawali dengan membuat ukuran presisi pada papan triplek dengan ukuran 428 mm x 480 mm dan tebal 3mm. Kemudian ukur 2 batang kayu

dengan mistar masing-masing dengan panjang 395 mm dan tebal 30 mm. Ambil 2 buah *heatsink* dengan panjang 295 mm. Beri lubang dengan bor *heatsink* pada sisi kanan dan kiri untuk pengunci pada batang kayu menggunakan skrup. Pemberian lubang pada *heatsink* selain digunakan untuk dudukan skrup untuk mengunci dengan batang kayu juga sebagai pendingin, jadi *heatsink* tidak sampai pada temperatur *overheat*. Sekrup *heatsink* yang sudah di beri lubang tadi dengan 2 batang kayu berukuran panjang 395 mm. Paku papan triplek pada bagian bawah batang kayu sebagai alas. Sambungkan kabel dari peltier termoelektrik dengan rangkaian seri agar arus yang dihasilkan biasa berlipat sesuai banyak peltier termoelektrik yang digunakan. Seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. a) Experimental set up, b) Pemberian lubang pada *heatsink*

Keterangan Gambar :

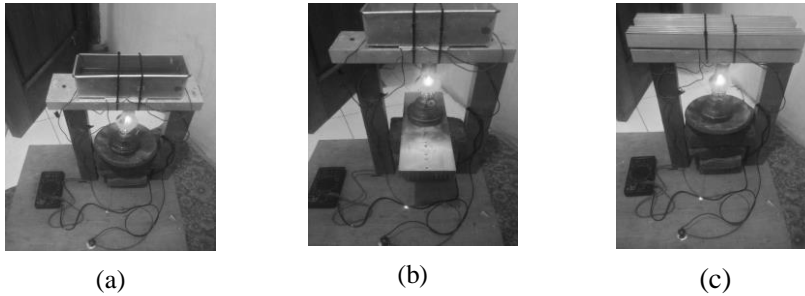
1. Coldsink
2. Media Pendingin
3. Peltier termoelektrik
4. Heatsink
5. Ublik
6. Kabel +
7. Kabel -
8. Amperemeter digital
9. Kapasitor + lampu LED

2. Set Up alat

Sebelum melakukan *set up* alat, pastikan semua alat dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya, sambungan kabel harus saling terhubung dengan sesuai. Lalu pastikan juga jika semua alat sudah lengkap. Generator mini termoelektrik ini menggunakan 4 buah peltier termoelektrik tipe TEC112706 yang menggunakan rangkaian seri. Keluaran arus listrik peltier rangkaian seri ini adalah arus searah (DC) jadi tidak perlu diode untuk mengubah arus. Arus DC langsung disambungkan pada AVOMeter, kapasitor, dan lampu LED.

3. Pelaksanaan Pengujian

Cara kerja generator mini termoelektrik adalah setelah di beri pemanas pada permukaan *heatsink* panas secara cepat berpindah pada Peltier karena adanya pasta termal. Perbedaan temperatur pada sisi panas dan dingin pada Peltier termoelektrik menimbulkan tahanan listrik. Keluaran arus pada Peltier termoelektrik ini adalah arus DC dan disambungkan secara langsung pada AVOMeter dan terbaca tegangan yang timbul. Dari AVOMeter arus disambungkan ke kapasitor bertujuan untuk menstabilkan arus DC dari Peltier termoelektrik agar nyala lampu LED stabil.



Gambar 2. Variasi Pendinginan a) oli, b) air es, c) udara.

Pada variasi pendingin oli, air es, udara dengan pemanas ublik, pengukuran dilakukan pada temperatur awal *heatsink* dan media pendingin agar mengetahui berapa temperatur awal sebelum dilakukan pemanasan dengan ublik. Setelah ublik di nyalakan atur jarak pusat api pada *heatsink* yaitu 60 mm dengan menyangga ublik dengan batu bata. Untuk mengetahui temperatur kamar dan panas ublik gunakan thermometer untuk mengetahui temperatur pemanasan ublik. Temperatur panas juga mempengaruhi hasil dari efek seebeck termoelektrik. *Heatsink* dipanaskan sampai 5 menit dan akan terlihat tegangan dan arus listrik yang mengalir pada AVometer. Pengambilan data dilihat pada tegangan listrik pada menit ke-5 untuk mengetahui koefisien Seebeck dari Peltier termoelektrik dan pada tegangan listrik menit ke-5 apakah sudah bisa menyalakan lampu LED 2,5 volt.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pembuatan dan pengujian efek Seebeck Peltier termoelektrik dengan variasi pendinginan oli, air es, udara maka dapat kami bandingkan tegangan, arus, daya yang kami dapat dari pengujian. Berikut ini tabel dan grafik perbandingan variasi pendinginan yang digunakan:

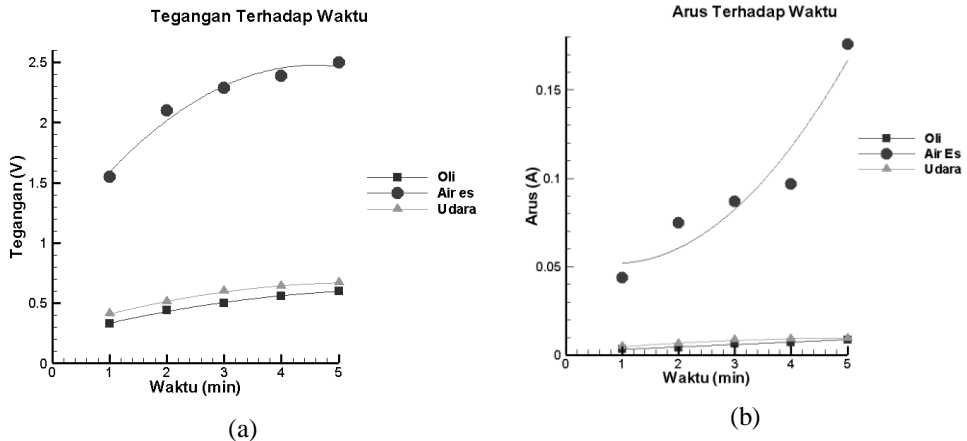
Tegangan (V) dan Arus (A) yang dihasilkan

Dari pengujian didapatkan perbedaan pada hasil tegangan listrik. Berikut ini tabel dan grafiknya :

Tabel 1. Data hasil pengujian dengan variasi oli, air es, dan udara

Data ke-	Tegangan (V)			Arus (A)		
	Pendinginan oli	Pendinginan es	Pendinginan udara	Pendinginan oli	Pendinginan es	Pendinginan udara
1	0.33	1.55	0.41	0.0034	0.044	0.0048
2	0.44	2.1	0.51	0.0042	0.075	0.0066
3	0.5	2.29	0.6	0.0066	0.087	0.0087
4	0.56	2.39	0.64	0.00716	0.097	0.009
5	0.6	2.5	0.67	0.0088	0.176	0.0096

Grafik variasi pendingin pada hasil efek Seebeck termoelektrik ditunjukkan dalam gambar 3 (a) yang menghasilkan tegangan terbaik adalah air es dengan tegangan maksimal 2,5 V pada lima menit percobaan. Dengan tegangan tersebut variasi pendingin air es bisa menyalakan lampu LED kecil. Pendingin udara menghasilkan tegangan maksimal 0,64 V, variasi pendingin udara masih lebih baik dari variasi pendingin oli yang menghasilkan tegangan maksimal 0,6 V.



Gambar 3. Grafik perbandingan (a) tegangan dan (b) arus yang dihasilkan dari variasi pendinginan oli, air es, dan udara terhadap waktu

Grafik variasi pendingin (Gambar 4) menunjukkan bahwa arus terbaik adalah air es dengan arus maksimal 0,176 A pada lima menit percobaan. Dengan arus tersebut variasi pendingin air es bisa menyalakan lampu LED kecil. Pendingin udara menghasilkan arus maksimal 0,0096, variasi pendingin udara masih lebih baik dari variasi pendingin oli yang menghasilkan tegangan maksimal 0,0088 A.

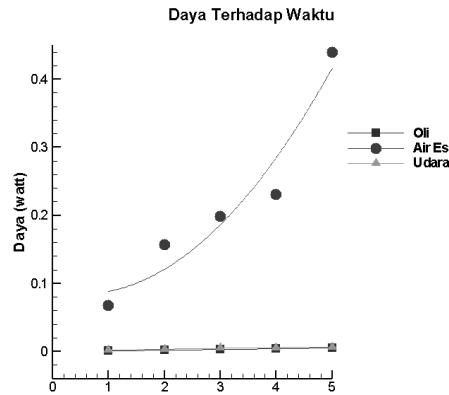
Daya (Watt) Yang Dihasilkan

Dari pengujian didapatkan perbedaan pada hasil tegangan listrik. Berikut ini tabel dan grafiknya :

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Dengan Variasi Oli , Air Es, Dan Udara

Data ke-	Daya (Watt)		
	Pendinginan oli	Pendinginan es	Pendinginan udara
1	0.0014	0.068	0.00196
2	0.0019	0.157	0.00306
3	0.0035	0.199	0.0052
4	0.0044	0.231	0.0057
5	0.0061	0.44	0.00643

Grafik variasi pendingin (Gambar 5) menunjukkan bahwa air es menghasilkan daya terbaik dengan daya maksimal 0,44 Watt pada lima menit percobaan. Dengan daya tersebut variasi pendingin air es bisa menyalakan lampu LED kecil. Pendingin udara menghasilkan daya maksimal 0,00643 Watt, variasi pendingin udara masih lebih baik dari variasi pendingin oli yang menghasilkan daya maksimal 0,006 Watt.



Gambar 4. Grafik perbandingan daya yang dihasilkan dari variasi pendinginan oli, air es, dan udara terhadap waktu

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa efek Seebeck yang berpengaruh pada modul termoelektrik dibuktikan dengan variasi pendingin air es memiliki nilai tertinggi disetiap hasil pengujian (tegangan, arus, daya).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nuwayhid, R.Y., Rowe, D.M., and Min, G., "Low Cost Stove –Top Thermoelectric Generator for Region with Unreliable Electricity Supply", *J. Renewable Energy*, vol. 29, p. 205 – 222, 2003.
- [2] Nuwayhid, R.Y., Hamade, R., "Design and Testing of a Locally Made Loop Type Thermosiphonic Heat Sink for Stove Top Thermoelectric Generator", *J. Renewable Energy*, vol. 30, p. 1101-1116, 2005.
- [3] Rowe, D.M. (Editor), "Thermoelectric Handbook Macro to Nano", CRC Press, Boca Raton, FL, 2006.
- [4] Lertsatitthanakorn, C., "Electrical Performance Analysis and Economic Evaluation of Combined Biomass Cook Stove Thermoelectric (BiTe) Generator", *Bioresource Technology*, vol. 98, p. 1670-1674, 2007.
- [5] Ismail, B.I., Ahmed, W.H., "Thermoelectric Power Generation Using Waste-Heat Energy as an Alternative Green Technology", *Recent Patents on Electricals Engineering*, vol. 2, p. 27-39, 2009
- [6] Cedar J., and Drummond, A., "The Biolite Woodgas Campstove/Engineering Prototype Process", presented at ETHOS, 2009.
- [7] Manewan, S., Chindaruksa, S., "Thermoelectric Power Generation System Using Waste Heat from Biomass Drying", *J. Electronic Materials*, vol. 38, no. 7, 2009.
- [8] Syafriyudin, Susastriawan, Sabdulah, M., Gulo, F., "Pembangkit Listrik Tenaga Panas Matahari Berbasis Mesin Striling untuk Skala Rumah Tangga", 2013.
- [9] Sugiyanto, Soeadgihardo Siswanto, "Pemanfaatan Panas Pada Kompor Gas Lpg Untuk Energi Listrik Menggunakan Generator Thermoelektrik" *Jurnal Teknologi*, Vol. 7, No. 2, p. 100-105, Des. 2014.