

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016

**“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”
21 MEI 2016**

**ANALISIS PENERAPAN *AUTO BUCK/BOOST* PADA GENERATOR
TERMOELEKTRIK SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK ALTERNATIF**

Mohamad Choirul Anwar

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

e-mail: 21choirul@gmail.com

Muhamad Faisal Ali, Abdur Rokhim, Delvi Picalista,

Faiq Aprilian Romzi, Bambang Sujanarko

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

e-mail: ali_mfaisal@yahoo.co.id, delvypicalista@gmail.com,

faiqdemon10@gmail.com, rokhimabdu22@gmail.com,

bbsujanarko@yahoo.co.id

ABSTRAK

Generator termoelektrik merupakan pembangkit listrik terbarukan yang memanfaatkan perbedaan suhu dua buah semikonduktor untuk dirubah menjadi energi listrik melalui sebuah elemen termoelektrik berdasarkan prinsip efek *Seebeck*. Semakin besar perbedaan suhu antara kedua sisi elemen, maka semakin besar energi yang dihasilkan oleh elemen tersebut. Namun, efisiensi generator ini relatif masih kecil yaitu sebesar 10 %. Hal ini dikarenakan energi yang dihasilkan sangat rentan terhadap perubahan suhu. Penggunaan *auto buck/boost* pada generator termoelektrik bertujuan untuk menstabilkan energi yang dihasilkan oleh generator termoelektrik agar berada pada titik kerja maksimum meskipun terjadi perubahan beban maupun perubahan suhu yang diakibatkan oleh faktor eksternal. Pada penelitian ini energi yang dihasilkan oleh generator termoelektrik akan disimpan dalam baterai oleh sebab itu, titik kerja maksimum dari generator termoelektrik disesuaikan dengan tegangan nominal untuk pengisian baterai. Dengan diterapkannya *auto buck/boost* pada generator termoelektrik diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dari generator termoelektrik. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, penggunaan *auto buck/boost* pada generator termoelektrik dapat menstabilkan proses pengisian baterai 6V pada tegangan nominal 7,36 volt dengan tegangan generator sebesar 10,5 volt. Ketika *auto buck/boost* belum diterapkan pada generator, tegangan pengisian baterai bisa mencapai 10,11 volt. Selain itu dengan adanya *auto buck/boost* daya yang dihasilkan generator bisa mencapai 1,02 watt.

Kata kunci: *Generator termoelektrik, Auto buck/boost, energi alternatif, energi terbarukan.*

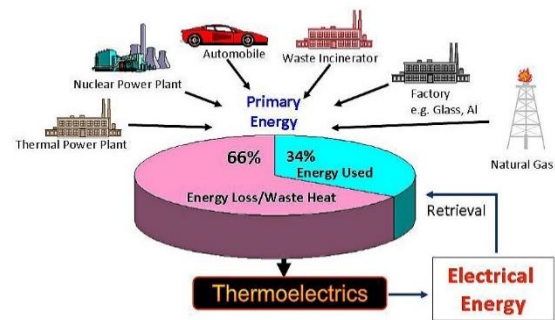
PENDAHULUAN

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”
21 MEI 2016

Kebutuhan energi dunia semakin meningkat. Begitu pula Indonesia yang menjadi negara berkembang. Terlebih meningkatnya perilaku konsumtif terhadap pemakaian energi menyebabkan semakin banyak eksploitasi terhadap sumber daya alam yakni energi fosil. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya krisis energi. Untuk memenuhi krisis energi tersebut, Indonesia merencanakan pembangunan mega proyek pembangkit listrik sebesar 35.000 MW (Pusaka Indonesia, 2015). Penggunaan energi alternatif merupakan salah satu solusi untuk mengatasi masalah krisis energi yang terjadi pada saat ini. Hal inilah yang mendasari penelitian mengenai generator termoelektrik ini.

Pemanfaatan gas buang sebagai penghasil energi listrik alternatif mulai banyak diterapkan. Pemanfaatan energi gas buang tersebut didasari oleh masih banyaknya energi gas buang yang terbuang ke lingkungan. Sebagai contoh untuk pembangkit listrik tenaga gas dan uap, panas yang dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik hanya berkisar antara 30-40%. Selain itu pada sektor transportasi juga menyumbang jumlah energi gas buang yang cukup besar yakni dengan efisiensi kendaraan rata-rata hanya berkisar antara 35-40% (Putra dkk, 2009:53). Pada gambar 1 diperlihatkan bahwa energi panas yang termanfaatkan hanya sekitar 34% sedangkan sisanya sebesar 66% terbuang ke lingkungan.



Gambar 1. Persentase energi gas buang

Beberapa penelitian terkait dengan pemanfaatan gas buang (*waste heat*) telah dilakukan. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Rasyid, 2008:153) dapat diketahui bahwa dengan memanfaatkan limbah kalor dari *condenser* pembangkit listrik tenaga uap untuk dikonversi menjadi energi listrik dengan penambahan siklus biner, hasilnya menunjukkan efisiensi pemanfaatan panas dari pembangkit naik hingga 10% sedangkan daya yang dihasilkan oleh pembangkit naik menjadi 123,46 MW atau sekitar 13%. Sedangkan panas yang terbuang ke lingkungan menurun sampai 10%. Pada makalah ini penggunaan energi alternatif berupa pemanfaatan gas buang yang dihasilkan oleh tungku untuk menghasilkan energi listrik dengan menggunakan generator termoelektrik.

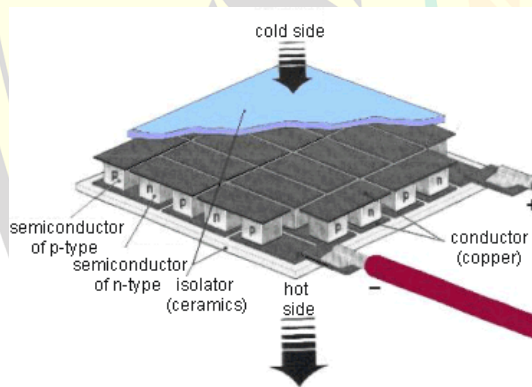
Generator termoelektrik merupakan pembangkit listrik terbarukan yang memanfaatkan perbedaan suhu antara kedua sisi dari elemen termoelektrik untuk dijadikan energi listrik. Semakin besar beda suhu

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016

**“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”
21 MEI 2016**

antara kedua sisi, maka semakin besar energi yang dihasilkan oleh elemen tersebut. Namun, karena sulitnya menjaga perbedaan suhu, maka efisiensi dari alat ini masih kecil yaitu sebesar 10 %.

Pembangkit termoelektrik (TEG) merupakan suatu pembangkit listrik yang didasarkan pada efek Seebeck, yang pertama kali ditemukan tahun 1821 oleh Thomas Johann Seebeck (Rowe, 2012:2). Konsep Seebeck menggambarkan bahwa ketika dua buah material logam semikonduktor yang tersambung berada di lingkungan dengan dua temperatur yang berbeda, maka pada material tersebut akan mengalir arus listrik atau gaya gerak listrik.



Gambar 2. Struktur elemen termoelektrik

Generator termoelektrik terbuat dari bahan semikonduktor tipe P dan tipe N yang biasa disebut dengan sambungan termoelektrik. Pada generator yang menggunakan elemen termoelektrik, bahan semikonduktor berperan dalam proses produksi arus

listrik dimana ketika terjadi perbedaan suhu pada sambungan atau *junction* (Laird, 2013:1). Sistem pembangkitan inilah yang disebut dengan efek Seebeck. Tegangan yang dibangkitkan oleh TEG dirumuskan sebagai berikut (Stecanella, 2015:1).

$$V = N \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad (1)$$

Dari rumusan diatas V merupakan tegangan yang dibangkitkan oleh TEG. N merupakan jumlah *junction* atau sambungan semikonduktor P/N pada elemen termoelektrik. α merupakan koefisien Seebeck. ΔT merupakan perbedaan suhu yang terjadi pada *junction* dalam satuan kelvin.

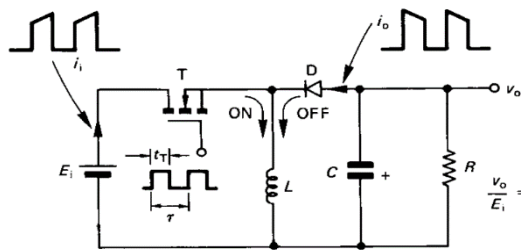
Dalam sebuah penelitian yang telah dilakukan oleh Eakburanawat, yang mengembangkan *battery charger* berbasis termoelektrik. Sistem yang dikembangkan menghasilkan daya maksimum sebesar 7,99 Watt. Penelitian tersebut menggunakan sumber kalor panas buang dari tungku api dan juga dinding tungku. Generator termoelektrik ini juga telah dikembangkan untuk diaplikasikan pada laptop. Pembangkit tersebut menggunakan panas yang dihasilkan dari gas butan. Daya yang dihasilkan adalah sekitar 13,35 Watt (Djafar dkk, 2009:358).

Nilai efisiensi elemen termoelektrik dapat ditingkatkan dengan menambahkan rangkaian DC to DC converter pada generator termoelektrik. *DC to DC*

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”
21 MEI 2016

Converter adalah rangkaian elektronika daya yang berfungsi untuk mengkonversi level tegangan DC ke level tegangan DC yang berbeda. Salah satu jenis konverter DC-DC adalah *buck boost converter*. *Buck boost converter* merupakan jenis konverter DC-DC yang dapat mengkonversi tegangan masukan menjadi tegangan keluaran yang memiliki level lebih tinggi maupun lebih rendah dari level tegangan masukan (Williams, 2006:762). Besarnya perubahan tegangan keluaran tersebut bisa diatur dengan cara mengubah besarnya *duty cycle* pada *buck boost converter*. Ketika *duty cycle* lebih besar dari 50% maka nilai tegangan *output* akan lebih tinggi dari tegangan *input*, sebaliknya ketika *duty cycle* lebih kecil dari 50% maka tegangan *output* akan lebih rendah dari tegangan *input* (Kurniawan, 2013:2).



Gambar 3. Rangkaian *buck boost converter*

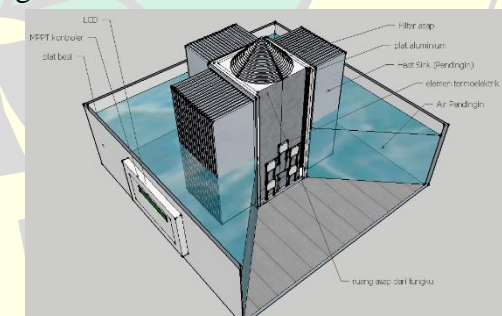
Dari rangkaian diatas, ketika transistor (T) *on* inductor mendapat tegangan dari *input* dan mengakibatkan adanya arus yang melewati inductor berdasarkan waktu yang sama kapasitor dalam kondisi membuang (*discharge*) dan menjadi sumber

tegangan dan arus pada beban. ketika transistor (T) *off* tegangan *input* terputus menyebabkan mulainya penurunan arus dan menyebabkan ujung dioda bernilai negatif dan inductor mensuplai kapasitor (*charge*) dan beban. Jadi pada saat *switch on* maka arus beban akan disuplai oleh kapasitor, namun pada saat *switch off* maka arus beban disuplai oleh inductor (Hidayat, 2010:10).

Penggunaan *auto buck/boost* pada generator termoelektrik bertujuan untuk menstabilkan energi yang dihasilkan oleh generator termoelektrik agar berada pada titik kerja maksimum meskipun terjadi perubahan beban maupun perubahan suhu yang diakibatkan oleh faktor eksternal. .

METODE PENELITIAN

Secara keseluruhan desain generator termoelektrik yang dibuat pada penelitian ini diperlihatkan pada gambar4.



Gambar 4. Desain generator termoelektrik

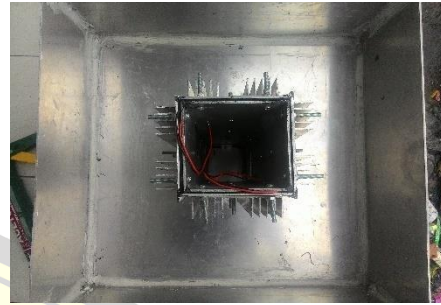
Desain generator termoelektrik pada penelitian ini menggunakan 9 buah elemen termoelektrik yang

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”
21 MEI 2016

ditempatkan pada 4 sisi. Bagian *body* generator menggunakan bahan aluminium dengan tebal 3 mm. Untuk *body* bagian luar memiliki ukuran 500x200 mm. Sedangkan *body* bagian dalam yang digunakan untuk penempatan elemen termoelektrik dan *heatsink* memiliki ukuran 100x300 mm. Pada bagian sisi panas generator termoelektrik ini menggunakan gas api yang berasal dari tungku sedangkan pada sisi dingin menggunakan media berupa air yang dilengkapi dengan *heatsink*. *Heatsink* digunakan untuk membantu meningkatkan pelapasan kalor pada sisi dingin sehingga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi suhu pada bagian dingin elemen termoelektrik. Pada penelitian ini 9 buah elemen termoelektrik disusun secara seri. Pemasangan elemen termoelektrik secara seri bertujuan agar generator dapat menghasilkan tegangan yang lebih besar.

Pengujian alat dilakukan dengan menggunakan tabung gas *portable* yang digunakan sebagai bahan bakar untuk tungku. Untuk sensor suhu yang digunakan merupakan 2 buah termokopel yang dipasang pada bagian sisi dalam tungku dan direndam pada air. Pengukuran arus dan tegangan menggunakan sensor arus dan sensor tegangan. Arus dan tegangan yang dibaca pada sensor akan diproses oleh Arduino untuk ditampilkan pada LCD.



Gambar 5. Generator termoelektrik

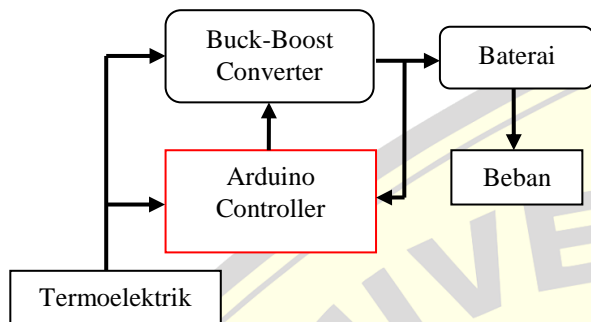
Pada pengujian yang telah dilakukan elemen termoelektrik ditempatkan pada sisi bagian dalam generator. pada sisi bagian luar terdapat bak penampungan air dengan kapasitas sebesar 36 liter. Fungsi dari air tersebut digunakan sebagai pendingin untuk elemen termoelektrik. Untuk peningkatan efisiensi suhu dingin generator, maka ditambahkan *heatsink* pada bagian sisi dingin elemen termoelektrik. Untuk bagian sisi panas elemen disuplai dari tabung gas yang ditempatkan di bagian dalam tungku. Tegangan yang dihasilkan oleh generator termoelektrik terjadi karena adanya perbedaan suhu pada kedua sisi elemen termoelektrik.

Perbedaan suhu pada generator termoelektrik disebabkan karena adanya kalor yang diserap oleh permukaan bagian atas elemen termoelektrik yang berkontak langsung dengan sisi bagian dalam generator, sementara permukaan bawah elemen termoelektrik akan berkontak langsung dengan generator yang diharapkan dapat melepaskan kalor sebanyak mungkin agar perbedaan suhu antara kedua sisi elemen termoelektrik

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”
21 MEI 2016

semakin besar. Ketika perbedaan suhu semakin besar maka tegangan yang akan dihasilkan oleh generator termoelektrik juga akan semakin besar.



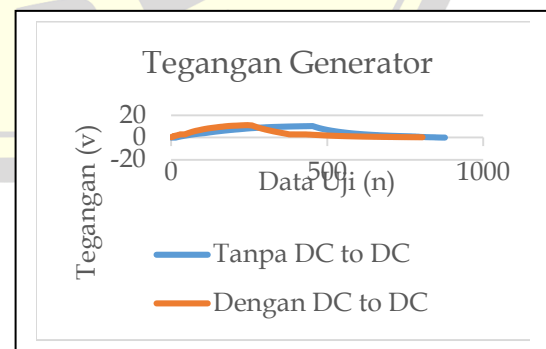
Gambar 6. Blok diagram generator termoelektrik

Untuk kontroller pada penelitian ini menggunakan mikrokontroller Arduino. Mikrokontroller berfungsi sebagai perangkat proses yang berguna untuk memproses arus dan tegangan yang dibaca oleh sensor untuk kemudian bisa ditampilkan pada LCD. Tampilan pada LCD berupa besaran arus, tegangan, daya dan suhu pada generator termoelektrik. Selanjutnya arus dan tegangan dari elemen termoelektrik akan dihubungkan menuju *buck boost converter*. Selanjutnya *buck boost converter* akan dihubungkan langsung dengan baterai. Pada penelitian ini energi yang dihasilkan oleh generator termoelektrik akan disimpan dalam baterai Fungsi dari adanya baterai adalah untuk menyimpan daya yang dihasilkan oleh generator termoelektrik sebelum

disalurkan menuju beban. oleh sebab itu titik kerja maksimum dari generator termoelektrik disesuaikan dengan tegangan nominal untuk pengisian baterai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, data yang diambil merupakan data perbandingan penggunaan *auto buck/boost* pada generator termoelektrik. Data yang dibandingkan merupakan data arus tegangan dan daya yang dihasilkan oleh generator antara menggunakan *auto buck/boost* dan tanpa menggunakan *auto buck/boost*. Sedangkan parameter besaran yang diukur berupa (1) arus, tegangan dan daya generator, (2) arus, tegangan dan daya baterai, (3) temperatur sisi dingin dan sisi panas elemen termoelektrik. Pada penelitian ini pengujian untuk generator tanpa menggunakan *auto buck/boost* dilakukan selama 14 menit sedangkan untuk generator dengan menggunakan *auto buck/boost* dilakukan selama 10 menit. Berikut ini merupakan data hasil pengujian generator termoelektrik.



SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016

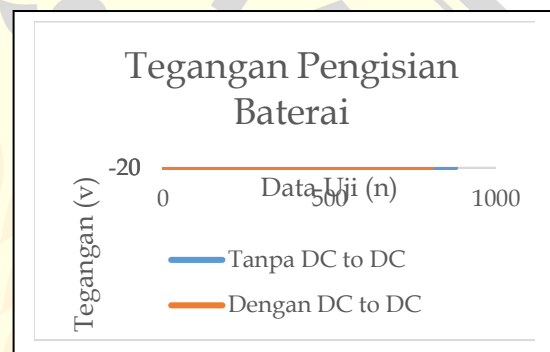
**“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”
21 MEI 2016**

Gambar 7. Grafik tegangan generator termoelektrik

Gambar 7 merupakan grafik dari tegangan generator termoelektrik. Dari grafik tersebut dapat dilihat perubahan tegangan dari generator termoelektrik dengan menggunakan *auto buck/boost* dan tanpa menggunakan *auto buck/boost*. Pada grafik tegangan generator tanpa menggunakan *auto buck/boost* terlihat bahwa tegangan terus naik sampai berada pada posisi 10,11 volt. Tegangan sebesar 10,11 volt tercapai ketika ΔT sebesar 68 °C. setelah sisi panas generator termoelektrik mencapai suhu 95 °C, sumber panas berupa gas akan dimatikan. Ketika sumber panas dimatikan maka tegangan generator akan turun secara drastis, hal ini dikarenakan perbedaan suhu pada kedua elemen juga akan semakin rendah. Tegangan generator akan turun dari 10,11 volt menjadi 0 volt dalam rentang waktu 7 menit.

Pada grafik tegangan generator dengan menggunakan *auto buck/boost* terlihat bahwa tegangan naik signifikan sampai pada nilai 2,75 volt kemudian melambat sampai menuju nilai 3,13 volt. Kenaikan tegangan yang melambat ini dikarenakan penyesuaian tegangan oleh *auto buck/boost* untuk melakukan pengisian baterai. Setelah tegangan baterai terpenuhi sebesar 7,36 volt, tegangan generator akan terus naik menuju nilai maksimal yakni sebesar 11,18 volt. Tegangan sebesar 11,18 volt tersebut tercapai

pada saat ΔT sebesar 68 °C. setelah sisi panas generator termoelektrik mencapai suhu 93 °C, sumber panas berupa gas akan dimatikan. Ketika sumber panas dimatikan maka tegangan generator akan turun secara drastis menuju nilai 3,05 volt kemudian melambat sampai pada nilai 2,85 volt. Penurunan tegangan yang melambat ini disebabkan karena penyesuaian tegangan generator dengan tegangan pengisian baterai.



Gambar 8. Grafik tegangan pengisian baterai

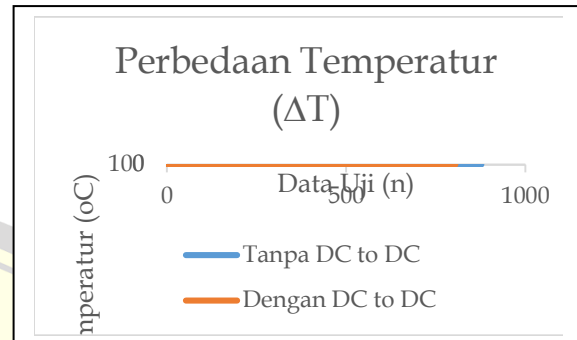
Gambar 8 merupakan grafik dari tegangan pengisian baterai untuk generator termoelektrik. Dari grafik tersebut dapat dilihat perubahan tegangan pengisian baterai dari generator termoelektrik dengan menggunakan *auto buck/boost* dan tanpa menggunakan *auto buck/boost*. Pada grafik tegangan pengisian baterai tanpa menggunakan *auto buck/boost* terlihat bahwa tegangan pengisian memiliki nilai yang sama dengan tegangan generator. Dengan tidak adanya *buck boost converter* maka

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016

**“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”
21 MEI 2016**

tegangan pengisian untuk baterai tidak bisa disesuaikan dengan tegangan pengisian nominal. Tegangan pengisian baterai yang seharusnya 7,3 volt akan terlampaui hingga mencapai 10,11 volt.

Pada grafik tegangan pengisian baterai dengan menggunakan *auto buck/boost* terlihat bahwa tegangan naik signifikan sampai pada nilai 7,36 volt ketika tegangan generator telah mencapai nilai 3,13 volt, hal ini dikarenakan untuk memenuhi syarat tegangan pengisian untuk baterai. Karena baetari yang digunakan sebesar 6 volt maka tegangan minimal pengisian yang harus terpenuhi sebesar 7,3 volt. Kemudian ketika tegangan generator mencapai 10,7 volt tegangan pengisian juga ikut naik menjadi sebesar 7,5 volt. Besarnya tegangan generator dan tegangan pengisian baterai ini dipengaruhi oleh besarnya perbedaan suhu pada kedua sisi elemen termoelektrik yang mencapai 68 °C. perbedaan suhu sebesar 68 °C tersebut tercapai ketika suhu pada sisi panas sebesar 93 °C dan suhu pada sisi dingin sebesar 25 °C. Ketika sumber panas dimatikan tegangan pengisian baterai masih tetap stabil sebesar 7,5 volt, namun ketika tegangan generator telah mencapai nilai 2,9 volt tegangan pengisian baterai turun dari 2,9 volt menjadi 0 volt.



Gambar 9. Grafik perbedaan temperatur

Gambar 9 menunjukkan perbedaan grafik perbedaan temperatur (ΔT) sisi panas dan sisi dingin dari generator termoelektrik. Dari grafik tersebut dapat dilihat perbedaan temperatur dari generator termoelektrik dengan menggunakan *auto buck/boost* dan tanpa menggunakan *auto buck/boost*. Pada saat tanpa menggunakan *auto buck/boost* perbedaan temperatur terbesar memiliki nilai 68 °C dengan suhu pada sisi panas sebesar 95 °C dan suhu pada sisi dingin sebesar 27 °C. Ketika menggunakan *auto buck/boost* perbedaan temperatur terbesar memiliki nilai 68 °C dengan suhu pada sisi panas sebesar 93 °C dan suhu pada sisi dingin sebesar 25 °C.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan terbukti bahwa ketika terjadi perbedaan temperatur antara kedua sisi elemen termoelektrik maka akan terjadi beda potensial pada kedua ujung elemen termoelektrik. Semakin besar perbedaan temperatur pada kedua sisi elemen maka energi listrik

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”
21 MEI 2016

yang dihasilkan akan semakin besar, hal ini sesuai dengan teori efek Seebeck.

Penggunaan *auto buck/boost* berdampak pada tegangan pengisian baterai yang lebih stabil daripada tegangan pengisian baterai ketika tanpa menggunakan *auto buck/boost*. Ketika menggunakan *auto buck/boost* tegangan pengisian baterai stabil pada tegangan 7,36 volt sampai 7,53 volt. Sedangkan ketika tanpa menggunakan *auto buck/boost* tegangan pengisian melebihi tegangan nominal pengisian yakni mencapai 10,11 volt. Selain itu penggunaan *auto buck/boost* juga berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan oleh generator termoelektrik. Ketika menggunakan *auto buck/boost* daya yang dapat dihasilkan oleh generator bisa mencapai 1,02 watt dibandingkan ketika menggunakan *auto buck/boost* daya yang dihasilkan hanya 0,84 watt.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan penggunaan *auto buck/boost* pada generator termoelektrik berpengaruh terhadap tegangan keluaran dan tegangan pengisian baterai. Penerapan *auto buck/boost* pada generator termoelektrik mampu menstabilkan tegangan pengisian baterai pada nominal tegangan 7,36 volt sampai 7,53 volt. Selain itu dengan adanya *auto buck/boost* daya yang dihasilkan

generator termoelektrik bisa mencapai 1,02 watt.

Besarnya daya yang dihasilkan oleh generator termoelektrik masih cukup kecil. Namun pembangkit listrik dengan energi alternatif seperti generator termoelektrik ini memiliki prospek yang bagus untuk menjadi energi masa depan yang ramah lingkungan. Penggunaan generator termoelektrik untuk memanfaatkan panas gas buang dari tungku bisa menjadi solusi untuk mengatasi krisis energi serta sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Djafar, Zuryati., Putra, N. dan Koestoer, R.A. 2010. *Kajian Eksperimental Pengembangan Generator Termoelektrik Sebagai Sumber Listrik*. Palembang: Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin.
- Hidayat, S. Mochamad. 2010. *Rancang Bangun Buct Boost Converter*. Depok: Universitas Indonesia.
- Kurniawan, Hafizh H. 2013. *Desain dan Simulasi Boosting MPPT Tiga Level untuk Photovoltaic Distributed Generation Tiga Fasa*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Laird, Ian. 2013. *High Step-Up DC/DC Topology and MPPT Algorithm for Use With a Thermoelectric Generator*. IEEE Explore.

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016**“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”
21 MEI 2016**

Putra, Nandy., Koestoer, R.A.,
Roekettino, Ardian dan Trianto,
Bayu. 2009. *Potensi Pembangkit
Daya Termoelektrik Untuk
Kendaraan Hibrid.* J. Makara
Teknologi. Vol. 13, No.2, .53-58.

Pusakaindonesia. Mega proyek 35000
MW.

<http://www.pusakaindonesia.org/megaproyek-spektakuler-pembangkit-listrik-35000-MW/> [diakses pada tanggal 14/9/2015]

Rasyid, H.A., Putra, N dan Koestoer,
R.A. 2008. *Energi Analysis for
Power and Efficiency Improvement
of Steam Power Plant by Installing
Dual Pressure Bottoming Binery
Cycle to Utilize Thermal Waste.*
The Seventh JSME-KSME Thermal
& Fluid Engineering Conference,
No.08-201. Japan: Sapporo.

Rowe, D Michael. 2012. *Modules
Systems and Applications in
Thermoelectrics.* CRC Press.

Stecanella, Priscilla AJ. 2015.
*Electricity Generation Using
Thermoelectric Generator – TEG.*
IEEE Explore.

Williams, Barry W. 2006. *Principles
and Elements of Power Electronics.*
Glasgow. University of Strachlyde.