

**PENGARUH PENGGUNAAN *BOOST CONVERTER* TERHADAP
TEGANGAN YANG DIHASILKAN OLEH GENERATOR
TERMOELEKTRIK DARI PANAS BUANGAN *VACUUM CLEANER***



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Memenuhi Mata Kuliah
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

RIDHO SATRIA

03041281621039

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

LEMBAR PENGESAHAN
PENGARUH PENGGUNAAN *BOOST CONVERTER* TERHADAP
TEGANGAN YANG DIHASILKAN OLEH GENERATOR
TERMoeLEKTRIK DARI PANAS BUANGAN *VACUUM CLEANER*



SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :

RIDHO SATRIA

03041281621039

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Indralaya, Juli 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Hermawati, S.T., M.T.
NIP : 199708102001122001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ridho Satria
NIM : 03041281621039
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* :

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul “Pengaruh Penggunaan *Boost Converter* Terhadap Tegangan Yang Dihasilkan Oleh Generator Termoelektrik Dari Panas Buangan *Vacuum Cleaner*” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Indralaya, Juli 2020



Ridho Satria

NIM. 03041281621039

Saya sebagai Pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya ruang lingkup dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama : Hermawati, S.T., M.T.

Tanggal : 20 / Juli / 2020

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini yang berjudul “Pengaruh Penggunaan *Boost Converter* Terhadap Tegangan Yang Dihasilkan Oleh Generator Termoelektrik Dari Panas Buangan *Vacuum Cleaner*”. Shalawat serta salam tercurahkan kepada Rasullullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya.

Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua, Azhari dan Yuni Hartati Elistin, yang telah memberikan dukungan penuh dan motivasi selama proses perkuliahan dan penyelesaian tugas akhir ini.
2. Ibu Hermawati, S.T.,M.T. selaku pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasihat dan bantuan kepada penulis hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan mengenai teknik elektro.
5. Teman-teman Lab Konversi Energi Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang ikut membantu untuk menyelesaikan skripsi ini.

Didalam menyusun skripsi ini penulis menyadari dalam pembuatan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, hal ini dikarenakan keterbatasan penulis. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan mengharapkan

penulis. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan mengharapkan agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi orang banyak.

Indralaya, Juli 2020



Ridho Satria

NIM. 03041281621039

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ridho Satria
NIM : 03041281621039
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PENGARUH PENGGUNAAN *BOOST CONVERTER* TERHADAP
TEGANGAN YANG DIHASILKAN OLEH GENERATOR
TERMOELEKTRIK DARI PANAS BUANGAN *VACUUM CLEANER***

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media /formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya

Pada tanggal : Juli 2020

Yang menyatakan,



Ridho Satria

ABSTRAK

PENGARUH PENGGUNAAN *BOOST CONVERTER* TERHADAP TEGANGAN YANG DIHASILKAN OLEH GENERATOR TERMoeLEKTRIK DARI PANAS BUANGAN *VACUUM CLEANER*

(Ridho Satria, 03041281621039, 2020, 48 halaman)

Seiring berkembangnya teknologi kebutuhan akan energi listrik terus mengalami peningkatan, sumber energi yang sering digunakan yaitu energi fosil, untuk mengatasi penggunaan energi fosil secara terus menerus digunakan energi alternatif berupa energi panas matahari. Salah satu teknologi yang dapat memanfaatkan udara panas keluaran dari *vacuum cleaner* yaitu modul termoelektrik. Dari penelitian yang telah dilakukan selama 30 menit dengan menggunakan 6 modul TEG SP1848-27145 dengan kondisi menggunakan modul *boost converter* dan tanpa menggunakan modul *boost converter* maka didapatkan nilai keluaran tertinggi pada prototipe yang menggunakan *boost converter* yaitu ΔT sebesar 16.2°C , tegangan 16.47 V, arus 5,80 mA dan daya 0,0914085 W. Sedangkan pada prototipe tanpa menggunakan *boost converter* didapatkan ΔT tertinggi $16,4^{\circ}\text{C}$, tegangan 2.106 V, arus 8,75 mA dan daya 0,01627938 W. Maka dapat disimpulkan nilai tegangan dan daya tertinggi dihasilkan pada prototipe yang menggunakan *boost converter*. Tetapi arus *output* lebih kecil dari arus *input*. Dengan nilai arus tertinggi pada prototipe tanpa *boost converter* 8.75 mA dengan rata-rata arus 7.4 mA sedangkan pada prototipe dengan *boost converter* hanya 5.80 mA dengan rata-rata arus 4.88 mA.

Kata Kunci : TEG SP1848-27145, *Boost Converter*, *Vacuum Cleaner*

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Indralaya, Juli 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Hermawati, S.T., M.T.
NIP : 199708102001122001

ABSTRACT

EFFECT OF USE OF BOOST CONVERTER ON VOLTAGE PRODUCED BY TERMOELECTRIC GENERATOR FROM VACUUM CLEANER WASTE

(Ridho Satria, 03041281621039, 2020, 48 Pages)

As technology develops the need for electrical energy continues to increase, the energy source that is often used is fossil energy, to overcome the use of fossil energy continuously using alternative energy in the form of solar thermal energy. One technology that can utilize hot air output from a vacuum cleaner is a thermoelectric module. From the research that has been carried out for 30 minutes using 6 TEG SP1848-27145 modules with the condition of using a boost converter module and without using the boost converter module the highest output value obtained on the prototype using the boost converter is ΔT of 16.2 °C, voltage of 16.47 V, current 5.80 mA and power 0.0914085 W. While the prototype without using the boost converter obtained the highest ΔT 16.4 °C, voltage 2.106 V, current 8.75 mA and power 0.01627938 W. Then it can be concluded the highest voltage and power values generated on a prototype that uses a boost converter. But the output current is smaller than the input current. With the highest current value on the prototype without the 8.75 mA boost converter with an average current of 7.4 mA while the prototype with the boost converter is only 5.80 mA with an average current of 4.88 mA

Keywords : TEG SP1848-27145, *Boost Converter, Vacuum Cleaner*

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Indralaya, Juli 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Hermawati, S.T., M.T.
NIP : 199708102001122001

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
KATA PENGANTAR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
NOMENKLATUR.....	xv
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	6
2.1 Generator Termoelektrik	6
2.2 Sistem Konversi Energi Panas Pada Generator Termoelektrik (TEG)	7
2.3 Material Semikonduktor.....	9
2.4 Efek Seebeck	10
2.5 Efek Peltier	11
2.6 <i>DC DC Converter</i>	13

2.7 <i>Boost Converter</i>	13
2.7.1 Prinsip Kerja <i>Boost Converter</i>	14
BAB III	16
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	16
3.2 Metode Penelitian yang Digunakan.....	17
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	18
3.4 Alat dan Bahan	19
3.5 Desain Peralatan Uji.....	21
3.6 Skema Peralatan Uji.....	22
3.7 Prosedur Penelitian.....	23
3.8 Skema Susunan Termoelektrik Secara Seri.....	25
3.9 Skema Pengukuran Tegangan	25
3.10 Skema Pengukuran Arus	26
BAB IV	28
4.1 Umum.....	28
4.2 Data Hasil Pengukuran	28
4.3 Hasil Perhitungan Daya.....	30
4.4 Grafik Hasil Pengukuran	35
4.5 Analisa Hasil Penelitian	41
BAB V.....	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Modul Generator Termoelektrik [4].....	6
Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Termoelektrik[3]	7
Gambar 2. 3 Proses Termoelektrik Mengubah Energi Panas Menjadi Listrik [3].....	9
Gambar 2. 4 Efek Seebeck[3]	11
Gambar 2. 5 Efek Peltier[3]	11
Gambar 2. 6 Struktur Elemen Peltier[12]	12
Gambar 2. 7 DC DC Converter[13]	13
Gambar 2.8 Modul Boost Converter	14
Gambar 2. 9 Rangkaian <i>Boost Converter</i> [3].....	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3. 2 Desain Penangkap Udara Panas Pada <i>Vacuum Cleaner</i>	21
Gambar 3. 3 Pemasangan Alat Ke <i>Vacuum Cleaner</i>	22
Gambar 3. 4 Skema Peralatan Uji Dengan <i>Boost Converter</i>	24
Gambar 3. 5 Skema Peralatan Uji Tanpa <i>Boost Converter</i>	24
Gambar 3. 6 Skema Susunan Termoelektrik Secara Seri	25
Gambar 3. 7 Skema Pengukuran Tegangan Pada Prototipe Tanpa <i>Boost Converter</i>	26
Gambar 3. 8 Skema Pengukuran Tegangan Pada Prototipe Dengan <i>Boost Converter</i>	26
Gambar 3. 9 Skema Pengukuran Arus Pada Prototipe Tanpa <i>Boost Converter</i>	27
Gambar 3. 10 Skema Pengukuran Tegangan Pada Prototipe Dengan <i>Boost Converter</i>	27
Gambar 4. 1 Prototipe Pembangkit Listrik Berbasis Termoelektrik.....	28
Gambar 4. 2 Grafik waktu terhadap perbedaan suhu pada saat prototipe tanpa <i>boost converter</i> dan dengan menggunakan <i>boost converter</i>	36
Gambar 4. 3 Grafik waktu terhadap tegangan pada saat prototipe tanpa <i>boost converter</i>	37

Gambar 4. 4 Grafik waktu terhadap tegangan pada saat prototipe menggunakan <i>boost converter</i>	37
Gambar 4. 5 Grafik perbedaan suhu terhadap tegangan keluaran pada saat prototipe tanpa <i>boost converter</i> dan dengan menggunakan <i>boost converter</i>	38
Gambar 4. 6 Grafik perbedaan suhu terhadap arus keluaran pada saat prototipe tanpa <i>boost converter</i> dan dengan menggunakan <i>boost converter</i>	39
Gambar 4. 7 Grafik perbedaan suhu terhadap daya keluaran pada saat prototipe tanpa <i>boost converter</i> dan dengan menggunakan <i>boost converter</i>	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Konduktivitas Termal[7].....	8
Tabel 3. 1 Kegiatan dan Waktu Penelitian.....	16
Tabel 3. 2 Alat dan Bahan.....	19
Tabel 4. 1 Data Pengujian Sistem Tanpa Menggunakan <i>Boost Converter</i>	29
Tabel 4. 2 Data Pengujian Sistem Dengan Menggunakan <i>Boost Converter</i>	29
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Daya Prototipe Tanpa Menggunakan <i>Boost Converter</i>	34
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Daya Dengan Menggunakan <i>Boost Converter</i>	35

NOMENKLATUR

V	: Tegangan (V)
I	: Arus (I)
V_{in}	: Tegangan yang masuk pada modul <i>boost converter</i>
V_{out}	: Tegangan yang dihasilkan modul <i>boost converter</i> dan termoelektrik
I_{in}	: Arus yang masuk pada modul <i>boost converter</i>
I_{out}	: Arus yang dihasilkan modul <i>boost converter</i> dan termoelektrik
P	: Daya yang dihasilkan
T_h	: Temperatur pada sisi panas pada termoelektrik
T_c	: Temperatur pada sisi dingin pada termoelektrik
ΔT	: Beda temperatur pada kedua sisi termoelektrik

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era sekarang ini energi listrik sangat berpengaruh penting pada kehidupan manusia. Yang mana energi listrik menjadi sumber utama untuk menunjang setiap kegiatan manusia ditambah lagi sekarang memasuki era revolusi industri 4.0 dengan kemajuan teknologi dan industrinya energi listrik sangat dibutuhkan untuk menunjang itu semua. Juga pertumbuhan penduduk yang semakin bertambah sehingga permintaan akan energi listrik bertambah dari tahun ke tahun. Menteri ESDM memproyeksikan rata-rata terjadinya pertumbuhan kebutuhan energi listrik nasional dari tahun 2019 sampai 2038 sekitar 6,9 % per tahun (Tempo.co, 2019). Namun permintaan akan energi listrik tidak sejalan dengan energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik. Sebagian besar sistem pembangkit listrik menggunakan bahan bakar fosil seperti batu bara dan minyak. Yang mana bahan bakar fosil apabila dieksploitasi terus menerus akan habis. Disinilah kita perlu pembangkit listrik energi alternatif untuk meningkatkan efisiensi sumber energi selain bahan bakar fosil.

Pemanfaatan gas buang untuk menghasilkan energi listrik alternatif mulai banyak diterapkan, gas buang yang dihasilkan adalah berupa panas[1]. Dapat dilihat pada kehidupan sehari-hari panas yang dihasilkan dari pembuangan gas ialah uap panas dari kondenser AC dan peralatan listrik lainnya kemudian dari sisi transportasi panas yang dihasilkan kendaraan. Yang mana panas tersebut dapat kita manfaatkan menjadi energi listrik dengan menggunakan modul termoelektrik. Modul termoelektrik dapat menghasilkan energi listrik dengan memanfaatkan perbedaan suhu antara kedua sisi panas dan sisi dingin pada modul termoelektrik. Dimana semakin besar perbedaan suhu yang dihasilkan maka semakin besar energi listrik yang dihasilkan.

Berikut beberapa penelitian tentang pemanfaatan panas menggunakan modul termoelektrik sebagai sumber energi listrik. Aizpurua dkk 2018[2] menjelaskan pemanfaatan sinar matahari sebagai sumber panas yang mana sinar matahari dikonsentrasikan lagi dengan heliostat untuk meningkatkan efisiensi termoelektrik. Ryanuargo, 2013[3] menjelaskan pemanfaatan panas dari hasil kondensor pada sistem pendingin. Panas yang dihasilkan kondensor AC disalurkan ke termoelektrik melalui saluran udara (*duct*) yang terisolasi dan dapat menghantarkan panas dengan baik. Pada sisi dingin lainnya menggunakan *heat sink* untuk menjaga suhu tetap dingin. Tegangan keluaran dari *prototype* pada penelitian ini 3,14 V dengan perbedaan suhu yang dihasilkan 34°C.

Dari penelitian diatas hanya mengukur tegangan keluaran yang dihasilkan dengan berbagai sumber panas. Tegangan keluaran yang dihasilkan dari modul termoelektrik masih relatif kecil[3]. Namun termoelektrik dapat menjadi pembangkit listrik yang cukup menjanjikan untuk kedepannya dengan memanfaatkan sumber panas yang masih terbuang dengan sia-sia ke lingkungan. Maka dengan itu penulis tertarik untuk membahas termoelektrik dengan sumber panas yang dihasilkan *vacuum cleaner*. Dengan memanfaatkan panas yang terbuang dari peralatan listrik di kehidupan sehari-hari.

Termoelektrik menghasilkan EMF yang memiliki amplitudo rendah karena itu tidak cukup untuk memasok cukup daya[4]. Untuk membuatnya cukup kita harus menggunakan *boost converter* untuk meningkatkan *output* dari modul termoelektrik yang dapat digunakan untuk pengoperasian beberapa peralatan alat listrik.

1.2 Perumusan Masalah

Pemanfaatan energi panas untuk menghasilkan energi listrik menggunakan modul termoelektrik yang dihasilkan oleh *vacuum cleaner* adalah salah satu pemanfaatan energi alternatif untuk menghasilkan energi listrik. Dengan menggunakan udara panas yang dihasilkan oleh *vacuum cleaner* sebagai sumber pembangkit pada termoelektrik maka kita akan mengukur berapakah tegangan

yang akan dihasilkan oleh modul termoelektrik, dengan spesifikasi modul termoelektrik yang digunakan adalah TEG SP1848-27145 yang dihubung seri. Modul termoelektrik dapat menghasilkan listrik dengan memanfaatkan perbedaan suhu pada kedua sisi modul TEG[4]. Semakin besar perbedaan temperature pada kedua sisi modul termoelektrik maka akan menghasilkan tegangan yang besar juga. Dalam hal ini dengan sumber panas yang dihasilkan *vacuum cleaner* berapa banyak modul termoelektrik yang diperlukan untuk menghasilkan tegangan. Dari tegangan yang dihasilkan tersebut akan dinaikan lagi dengan menggunakan *boost converter* sebagai penaik tegangan dari hasil modul termoelektrik. Dan membandingkan tegangan keluaran yang dihasilkan prototipe tanpa menggunakan *boost converter* dengan prototipe menggunakan *boost converter*.

1.3 Tujuan Penelitian

Dari penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan :

1. Membuat prototipe pembangkit listrik menggunakan modul termoelektrik dengan memanfaatkan panas buang *vacuum cleaner*.
2. Mengukur tegangan, arus serta daya yang dihasilkan dari modul termoelektrik dari sumber panas yang dihasilkan *vacuum cleaner*.
3. Membandingkan hasil tegangan, arus serta daya dengan penggunaan *boost converter* dengan tidak menggunakan *boost converter*.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak melebar pembahasannya, maka penelitian ini memiliki batasan masalah sebagai berikut :

Dalam penelitian ini tidak membahas perhitungan perpindahan panas.

1. Tidak membahas penggunaan bahan material pada modul termoelektrik.
2. Tidak membahas perhitungan efisiensi yang dihasilkan.

3. Hanya menggunakan pelat aluminium sebagai material penghantar panas ke termoelektrik.
4. *Vacuum Cleaner* yang digunakan dengan spesifikasi daya 400 W, voltase 220-240 V dan lubang keluaran udara panas dengan panjang 12,5 cm dan tinggi 6,3 cm.
5. Tidak membahas pengaruh suhu ruangan terhadap suhu dingin prototipe.
6. Waktu penelitian hanya mengukur perubahan suhu yang dihasilkan pada prototipe selama 30 menit.
7. Tidak merancang *boost converter*, hanya menggunakan modul *boost converter* tipe MT3608 sebagai penaik tegangan.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan dari latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang landasan teori penelitian yang mana berisikan teori-teori yang digunakan atau berkaitan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang lokasi dan waktu penelitian, metode dalam pengukuran dan pengolahan data penelitian, diagram alir penelitian,

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang hasil dari pengukuran, perhitungan dan pengolahan data penenilitan kemudian Analisa dari hasil penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran agar yang bertujuan agar penelitian selanjutnya dapat lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. C. Anwar, "Analisis Penerapan Auto Buck/Boost Pada Generator Termoelektrik Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif," *Semin. Nas. Pendidik. 2016*, vol. 1, pp. 154–165, 2016.
- [2] M. L. Aizpurua and Z. Leonowicz, "Advanced Solar Energy Systems with Thermoelectric Generators," *Proc. - 2018 IEEE Int. Conf. Environ. Electr. Eng. 2018 IEEE Ind. Commer. Power Syst. Eur. EEEIC/I CPS Eur. 2018*, 2018.
- [3] . R., S. Anwar, and S. P. Sari, "Generator Mini dengan Prinsip Termoelektrik dari Uap Panas Kondensor pada Sistem Pendingin," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 10, no. 4, pp. 180–185, 2014.
- [4] S. Suryakant Solanki, A. Balkrishna Chavan, O. Nandkumar Tharwal, T. Mohan Ghadi, S. P. Sawant, and S. Sakharam Bondre, "Design and Implementation of Thermoelectric Energy Harvesting System with Thermoelectric Generator for Automobiles Battery Charging," *Proc. Int. Conf. Inven. Commun. Comput. Technol. ICICCT 2018*, no. Icicct, pp. 131–134, 2018.
- [5] S. Klara and Sutrisno, "Pemanfaatan Panas Gas Buang Mesin Diesel sebagai Energi Listrik," *J. Ris. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 14, pp. 113–128, 2016.
- [6] C. Bobean and V. Pavel, "The study and modeling of a thermoelectric generator module," *2013 - 8th Int. Symp. Adv. Top. Electr. Eng. ATEE 2013*, 2013.
- [7] T. Teg, S. P. Sa, and D. F. T. Unkris, "Jurnal Ilmiah Elektrokrisna Vol. 6 No.1 Oktober 2017," vol. 6, no. 1, pp. 33–41, 2017.
- [8] J. Posthill *et al.*, "Portable Power Sources Using Combustion of Butane and Thermoelectrics," pp. 20–23, 2005.
- [9] D. T. Morelli, "Potential Applications of Advanced Thermoelectrics in the Automobile Industry," pp. 383–386, 1996.
- [10] Z. Dashevsky, I. Drabkin, V. Korotaev, and D. Rabinovich, "Improved materials for thermoelectric conversion (generation)," *Int. Conf. Thermoelectr. ICT, Proc.*, pp. 382–385, 1997.
- [11] N. Suryanto *et al.*, "PENGUJIAN THERMOELECTRIC GENERATOR (TEG) DENGAN SUMBER KALOR ELECTRIC HEATER 60 VOLT MENGGUNAKAN AIR PENDINGIN PADA Jom FTEKNIK Volume 4 No . 2 Oktober 2017 Jom FTEKNIK Volume 4 No . 2 Oktober 2017," vol.

4, no. 2, pp. 3–7, 2017.

- [12] M. Husak, J. Martinek, and D. Kazak, “Model of the thermoelectric generator,” *ASDAM 2018 - Proc. 12th Int. Conf. Adv. Semicond. Devices Microsystems*, no. October, pp. 1–4, 2018.
- [13] H. S. Mochamad, “Rancang Bangun Buck Boost Konverter,” *Fak. Tek. Univ. Indones.*, pp. 1–81, 2010.
- [14] Nofan Dwi Mulyanto, “Boost Converter Sebagai Pengatur Tegangan Untuk Motor Listrik Dc Magnet Permanen,” p. x, 2016.
- [15] M. L. Hakim and S. Handoko, “Analisis Perbandingan Buckboost Converter Dan Cuk Converter Dengan Pemicuan Mikrokontroller Atmega 8535 Untuk Aplikasi Peningkatan Kinerja Panel Surya,” *Anal. Perbandingan Buckboost Convert. Dan Cuk Convert. Dengan Pemicuan Mikrokontroller Atmega 8535 Untuk Apl. Peningkatan Kinerja Panel Surya*, vol. 18, no. 3, pp. 137–144, 2017.