

## GENERATOR TERMOELEKTRIK DENGAN MEMANFAATKAN PANAS YANG TERBUANG DARI API PEMBAKARAN UNTUK PENGISIAN BATERAI *HANDPHONE*

**Pras Ley Busthomy**

Program studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231,  
Indonesia

e-mail : [praaleybustomy@mhs.unesa.ac.id](mailto:praaleybustomy@mhs.unesa.ac.id)

**Mahendra Widyartono**

Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia

e-mail : [mahendrawidyartono@unesa.ac.id](mailto:mahendrawidyartono@unesa.ac.id)

### Abstrak

Dalam beberapa tahun terakhir, kekhawatiran yang semakin meningkat akan masalah emisi lingkungan, khususnya pemanasan global dan keterbatasan sumber daya energi telah menghasilkan penelitian yang menghasilkan energi listrik. termoelektrik Generator sebagai energi alternatif dan ramah lingkungan yang menjanjikan karena keuntungannya. Pada penelitian ini Generator termoelektrik sebagai energi alternatif dengan memanfaatkan panas yang terbuang dari api pembakaran untuk pengisian baterai *handphone* bisa menghasilkan *output* untuk pengisian baterai *handphone*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan rangkaian campuran seri dan paralel masing menggunakan 8 termoelektrik, dengan perbedaan suhu 31,9°C sampai 32°C yang menghasilkan tegangan 4V dan arus pengisian baterai 0,17A pada saat kapasitas baterai 50% lama waktu pengisian baterai 4 jam 42 menit dan pada saat perbedaan suhu 48°C sampai 50,1°C yang menghasilkan tegangan 4,2V dan arus arus pengisian baterai 0,34A pada saat kapasitas baterai 50% lama waktu pengisian baterai 2 jam 21 menit dengan ukuran baterai sebesar 800mah.

**Kata Kunci:** Termoelektrik, Generator Termoelektrik, Kompor Generator Termoelektrik.

### Abstract

In recent years, growing concern about environmental emissions issues, especially global warming and limited energy resources has resulted in research that produces electricity. thermoelectric generator as a promising alternative and environmentally friendly energy because of its benefits. In this research, the thermoelectric generator as an alternative energy by utilizing the heat wasted from burning fires for charging cellphone batteries can produce output for charging cellphone batteries, The results showed that with a series of series and parallel mixture each using 8 thermoelectric, with a temperature difference of 31.9 ° C to 32 ° C which produces a 4V voltage and a battery charging current of 0.17A when the battery capacity is 50%, long battery charging time 4 hours 42 minutes and when the temperature difference is 48 ° C to 50.1 ° C which produces 4.2V voltage and current of charging battery 0.34A when the battery capacity is 50%, long battery charging time is 2 hours 21 minutes with a battery size of 800mah.

**Keywords:** Thermoelectric, Thermoelectric Generator, Thermoelectric Generator Stove.

### PENDAHULUAN

Satu koma tiga miliar orang masih hidup di daerah yang tidak terhubung jaringan listrik (*youqu zheng*, 2018), dan bencana alam sering kali memutus pasokan listrik di negara dan wilayah maju. Menyediakan listrik di daerah *off-grid* dan dalam kondisi darurat sangat penting untuk komunikasi, perangkat medis, penerangan, pengisian

baterai *handphone* dan kebutuhan dasar lainnya. Baterai primer adalah pilihan terbaik, namun memiliki kapasitas terbatas dan risiko *charge* ulang yang tidak tersedia. pembangkit tenaga surya dan pembangkit tenaga angin adalah solusi utama untuk wilayah *off-grid*, namun alat tersebut tergantung kondisi cuaca.

Program pengembangan energi alternatif seperti energi angin, sel matahari (*solar cell*), OTEC (*Ocean Thermal Energy Conversion*), panas bumi dan lainnya perlu mendapatkan perhatian yang serius baik dari pemerintah, industri, perguruan tinggi dan masyarakat. Selain pengembangan energi alternatif, perhatian mengenai penghematan energi atau konservasi energi perlu juga mendapat perhatian yang sama karena dengan menghemat energi atau meningkatkan efisiensi termal suatu sistem energi dapat memperpanjang habisnya persediaan bahan bakar yang berasal dari fosil. Efisiensi pembangkit listrik tenaga gas dan uap atau sistem termal lainnya hanya sekitar 30-40% (Nandy Putra, 2015) walaupun sudah ada beberapa teknologi yang digunakan untuk memanfaatkan panas buang tersebut misalnya dengan *combine cycle system*. Namun demikian, panas yang dibuang ke lingkungan masih cukup besar.

Menghasilkan listrik dari Efek termoelektrik merupakan proses perubahan energi panas (perubahan temperatur) menjadi energi listrik atau sebaliknya dari energi listrik menjadi perbedaan temperatur (*temperature differential*), apabila batang material logam dipanaskan dan didinginkan pada 2 kutub batang material logam. Elektron pada sisi panas logam akan bergerak aktif dan memiliki kecepatan aliran yang lebih tinggi dibandingkan dengan sisi dingin logam. Maka elektron akan mengalami difusi dari rapat muatan tinggi kerapatan muatan rendah. Dari sisi panas ke sisi dingin dan menyebabkan timbulnya medan listrik.

## KAJIAN TEORI

### Termoelektrik

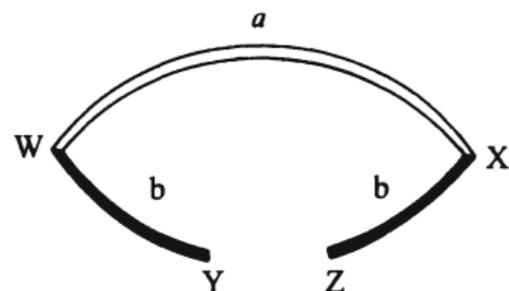
Efek termoelektrik merupakan proses perubahan energi panas (perubahan temperatur  $\Delta T$ ) menjadi energi listrik atau sebaliknya dari energi listrik menjadi perbedaan temperatur, apabila batang material logam dipanaskan dan didinginkan pada 2 kutub batang material logam. Elektron pada sisi panas logam akan bergerak aktif dan memiliki kecepatan aliran yang lebih tinggi dibandingkan dengan sisi dingin logam. Maka elektron akan mengalami difusi dari rapat muatan tinggi kerapatan muatan rendah. Dari sisi panas ke sisi dingin dan menyebabkan timbulnya medan listrik (Goodsmid, 2003). Perubahan EMF sehubungan dengan perubahan temperatur disebut dengan koefisien Seebeck. Efek Peltier merupakan kebalikan dari efek Seebeck yang memberikan perbedaan temperatur dengan memberikan EMF. Untuk efek Thomson berkaitan dengan perbedaan suhu dan EMF dalam suatu penghantar homogen.

### Macam macam efek termoelektrik

Ada tiga efek utama dalam efek termoelektrik yaitu Seebeck, Peltier dan Thomson, diantara efek termoelektrik adalah sebagai berikut :

#### 1. Efek Seebeck

Efek Seebeck merupakan konversi langsung dari perbedaan temperatur menjadi energi listrik. Ditemukan pertama kali tahun 1821 oleh ilmuwan Jerman, Thomas Johann Seebeck. Jika ada dua buah material logam yang tersambung berada pada lingkungan dengan suhu yang berbeda, maka pada material itu akan mengalir arus atau gaya gerak listrik. Pada Gambar 1 ditunjukkan *junction* penghubung dari kabel logam dengan bahan material yang berbeda, yaitu material A dan B dan dikondisikan dalam temperatur yang berbeda W dan X. (George dkk, 2001)



**Gambar 1** Karakteristik Kurva I-V Terhadap Iradiasi

#### 2. Efek peltier

Efek Peltier adalah kebalikan dari efek Seebeck dimana arus listrik akan menghasilkan perbedaan temperatur (panas dan dingin) pada *junction* dari dua material logam yang berbeda. Ditemukan pada tahun 1834 oleh fisikawan Perancis, Jean Charles Peltier Athanase berdasarkan inspirasi dari penemuan efek Seebeck. Ia mengalirkan arus listrik melalui rangkaian dua logam yang tidak sejenis dan mendapati penurunan temperatur pada salah satu *junction* sementara pada ujung yang lain mengalami peningkatan temperatur (Goodsmid, 2003).

#### 3. Efek thomson

William Thomson fisikawan asal Inggris Raya menyelidiki lebih lanjut termoelektrisitas dan menemukan efek ketiga dari termoelektrik, efek Thomson. Sebuah konduktor (kecuali superkonduktor) yang dialiri arus listrik dan perbedaan temperaturnya terjaga dapat melepaskan atau menyerap panas di sepanjang konduktor tersebut. Atau bisa dikatakan bahwa terdapat penyerapan atau pelepasan panas bolak-balik dalam konduktor homogen yang terkena perbedaan panas dan perbedaan arus listrik secara simultan.

### Modul termoelektrik

Modul termoelektrik adalah alat termoelektrik yang dapat mengubah energi panas dari perbedaan temperatur

( $\Delta T$ ) menjadi energi listrik atau energi listrik menjadi energi panas atau dingin.

Modul generator termoelektrik akan menggunakan modul pletier TEC1-12706 dengan maksimal temperatur  $138^{\circ}\text{C}$  dan life expectancy selama 200,000 jam.

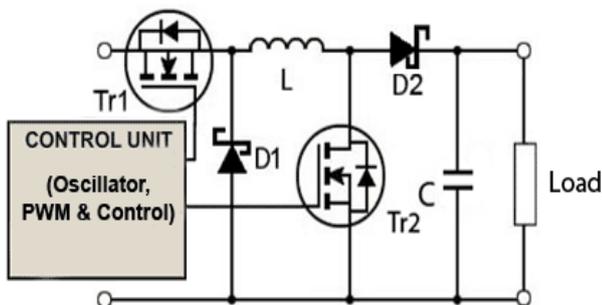
**Figure Of Merit**

*Merit* yang merupakan kombinasi dari sifat-sifat material termoelektrik. Sifat-sifat yang menandakan bahwa material termoelektrik tersebut terbilang baik adalah konduktivitas elektrik yang tinggi, koefisien *Seebeck* yang besar, dan konduktivitas termoelektrik yang rendah. Konduktivitas elektrik tinggi ditujukan untuk mengurangi pemanasan Joule, maksudnya untuk mengurangi peningkatan temperatur yang diakibatkan dari tahanan listrik ketika arus mengalir melaluinya. Sedangkan koefisien *Seebeck* yang besar akan memberikan konversi maksimal dari kalor menjadi energi listrik atau dari energi listrik menjadi kinerja pendinginan. Konduktivitas termal yang rendah bertujuan untuk meminimalisir terjadinya konduksi termal pada material.

**Buck boost DC konverter**

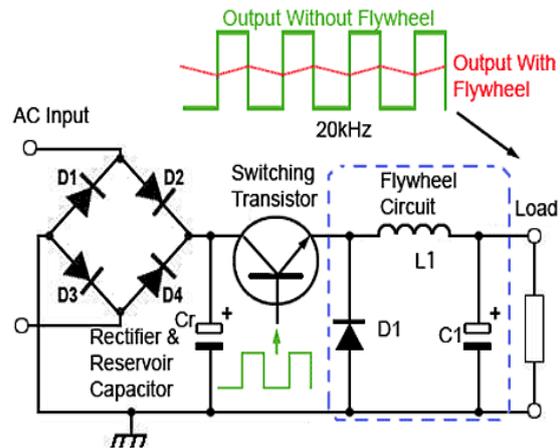
Konverter *Buck-Boost* adalah jenis *power supply switching* konverter DC (*direct current*) yang berfungsi menjadikan output tegangan dapat lebih besar atau lebih kecil dari tegangan input yang menggabungkan prinsip-prinsip *Buck Converter* dan *Boost converter* dalam satu rangkaian. Buckboost konverter memiliki kelebihan daripada voltage regulator yaitu lebih hemat daya karena menggunakan *switching transistor* dan juga tidak menghasilkan panas berlebih (Coates, 2018). *Buck converter* adalah konverter yang menghasilkan tegangan keluaran yang lebih kecil dari tegangan masukannya.

Adapun gambar rangkaian Buck Boost DC converter dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4** Buck Boost DC Converter

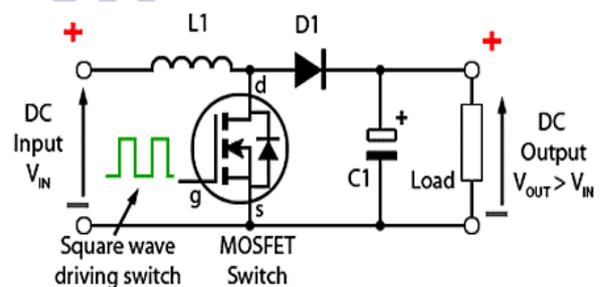
Sumber: <http://www.learnaboutelectronics.org/PSU/psu31.php>



**Gambar 5** Rangkaian Buck DC Converter

Sumber: <http://www.learnaboutelectronics.org/PSU/psu31.php>

Tegangan keluaran yang dihasilkan mempunyai polaritas yang sama dengan tegangan masukannya. Buck converter biasa disebut juga sebagai *step-down converter*. Adapun gambar rangkaian Buck DC converter dapat dilihat pada Gambar 5. *Buck converter* adalah konverter yang menghasilkan tegangan output lebih besar dari tegangan inputnya. Tegangan output yang dihasilkan dari boost converter memiliki polaritas yang sama dengan tegangan input. Pada dasarnya, *buck konverter* yang merupakan salah satu jenis dari topologi dari *switching power supply* terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian power dan bagian kontrol. Bagian power berfungsi untuk konversi tegangan, termasuk komponen-komponen di dalamnya, seperti, *switch* dan filter output. Bagian kontrol berfungsi untuk mengontrol *state ON-OFF* dari *switch* yang terdapat di dalam rangkaian. Adapun gambar rangkaian Buck DC converter dapat dilihat pada Gambar 6. *Boost converter*



**Gambar 6** Rangkaian Boost DC Converter

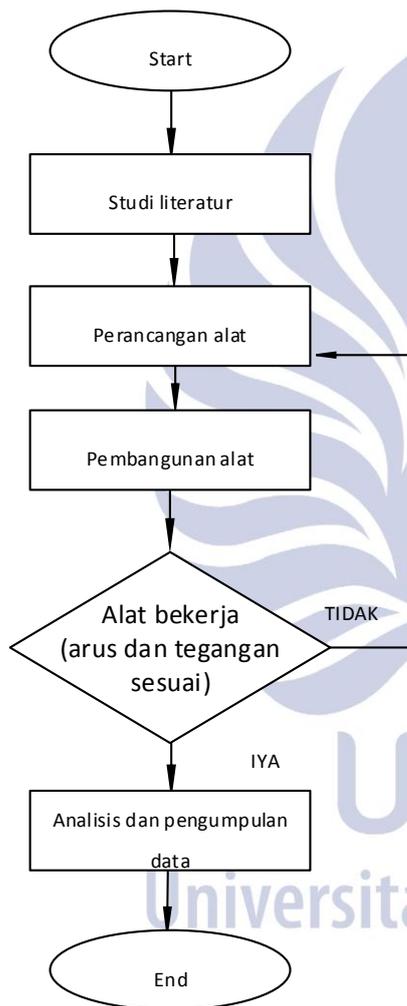
Sumber: <http://www.learnaboutelectronics.org/PSU/psu31.php>

## METODE PENELITIAN

### Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif adalah salah satu upaya pencarian ilmiah yang didasari oleh filsafat positivisme logikal yang beroperasi dengan aturan-aturan yang ketat mengenai logika, kebenaran, hukum-hukum, dan prediksi. Fokus penelitian kuantitatif diidentifikasi sebagai proses kerja yang berlangsung secara ringkas, terbatas dan memilah-milah permasalahan menjadi bagian yang dapat diukur atau dinyatakan dalam angka-angka .

### Rancangan Penelitian



Gambar 7 Flowchart Alur Tahap Penelitian

### Prosedur Penelitian

Dari rancangan penelitian yang sudah dibuat, maka prosedur untuk masing – masing tahapan dijelaskan sebagai berikut :

Tahap penelitian ini menjelaskan tahapan – tahapan perancangan alat sampai dengan kesimpulan. *Flowchart* diatas menjelaskan tentang tahap alur penelitian yang dimulai dari blok diagram penentuan konsep, studiliteratur,

perancangan alat, pembuatan alat pengumpulan dan analisis data.

#### 1. Studi literatur

Dalam studi literatur dilakukan pencarian informasi mengenai segala sesuatu yang berkaitan dengan penelitian ini diantaranya adalah Mempelajari karakteristik masing-masing peralatan dan komponen yang akan digunakan beserta prinsip kerjanya.

#### 2. Perancangan Alat

Perancangan alat yang dimaksud ialah perancangan termoelektrik generator. Diharapkan alat ini digunakan untuk mengisi baterai *handphone* dari panas terbuang yang dihasilkan dari pembakaran dari kompor. Rangkaian tersebut terdiri dari 16 modul termoelektrik TEC1-12706 yang setiap 8 modul dirangkai paralel kemudian 8 modul yang lainnya dirangkai seri. Data dari alat termoelektrik generator ini adalah tegangan dan arus yang dihasilkan oleh 16 modul termoelektrik yang dihasilkan dari panas yang terbuang dari pembakaran.

Penggunaan 16 dikarenakan sesuai dengan grafik yang ada *datasheet*, mengasumsikan besar suhu pada alat ini adalah Tcold (sisi dingin) 50° C dan Thot (sisi panas) 80° C maka didapatkan arus sebesar 0.25A dan tegangan sebesar 1.20V. jika 8 modul diseri dan 8 modul lainnya diparalel maka akan mendapatkan tegangan 6V dan arus sebesar 1.8A. Untuk sementara, perancang termoelektrik generator dibuat dengan 16 modul yang akan disetiap sisi dinding, setiap sisi terdapat 4 modul yang diparalel kemudian diatas modul diberi heatsink untuk pendingin kemudian output dari modul termoelektrik terhubung ke volt dan amper meter untuk pengukuran kemudian terhubung ke *Buck-Boost DC converter* dan selanjutnya dihubungkan volt, output daya dari termoelektrik digunakan untuk pengisian baterai *handphone*.

#### 3. Pembangunan alat.

Pembangunan alat pada penelitian ini ditunjukan pada. Rancang bangun pembangunan alat yang dimaksud adalah pemasangan kabel dan hubungan antar komponen. Semua komponen yang digunakan dapat terhubung dan dapat beroperasi sesuai dengan tujuan penelitian

#### 4. Pengujian

Teknik pengumpulan data merupakan salah satu hal utama selain instrumen penelitian yang akan mempengaruhi kualitas data penelitian. Pada pengujian dilakukan dengan cara mengukur Suhu pada sisi panas dan dingin juga daya yang dihasilkan, dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tegangan ideal untuk mengisi baterai *handphone*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas tentang Hasil seberapa besar pengaruh perbedaan suhu terhadap efisiensi dari modul

termoelektrik TEC1-12706 dengan menggunakan heatsink sebagai pendingin dan pengaruh perbedaan suhu sesuai dengan bukaan katup gas kompor terhadap arus dan tegangan yang dihasilkan.



Gambar 9 Desain Real Sistem

### Generator Termoelektrik Sebagai Energi Alternatif Dengan Memanfaatkan Panas Yang Terbuang Dari Api Pembakaran Untuk Pengisian Handphone

Bentuk *real* sistem Kompor Generator Terermoelektrik dengan menyesuaikan Desain sistem pada gambar 8 sebelumnya seperti tampak pada Gambar 9 diatas.

Pengambilan data pada alat "Generator Termoelektrik Sebagai Energi Alternatif Dengan Memanfaatkan Panas Yang Terbuang Dari Api Pembakaran Untuk Pengisian Handphone" ini dengan keadaan perbedaan suhu 2.33°C-4.86°C, 7.29°C-21.35°C, 20.62°C-31.14°C, 29.21°C-52.24°C. Pengambilan data untuk suhu diukur pada 16 titik termoelektrik kemudian dilakukan rata rata selanjutnya pada setiap 10 detik dilakukan pendataan, suhu dibiarkan sampai mencapai titik jenuh dan alat didinginkan terlebih dahulu sampai suhu ruang sebelum percobaan selanjutnya, untuk data arus dan tegangan diambil dari display alat ukur volt dan ampere meter yang berada dialat kopor generator termoelektrik.

Tabel 1 Hasil Pengujian ketika tanpa beban sebelum buck boost converter dengan perbedaan suhu 2.33°C-4.86°C kompor

Waktu (s)	Tc (°C)	Th (°C)	ΔT	V
				Sebelum converter
0	35	35	0	0,089V
10	37,13	39,46	2,33	1,42 V
20	37,34	40,46	3,12	2,46V
30	37,35	41,2	4,85	2,48V
40	37,35	41,22	4,87	2,49V
50	37,35	41,21	4,86	2,48V

Pada Tabel 1 merupakan pengambilan data alat kompor generator termoelektrik. Dengan perbedaan suhu 2.33°C-4.86°C yang diukur sebelum buck boost converter

tanpa beban, tegangan yang paling tinggi yang didapatkan adalah 2,49V, dengan Th 41,22°C dan Tc 37,35°C. Pada saat detik ke-60 suhu sudah mencapai titik jenuh. Tegangan paling kecil Pada detik ke 10 saat kompor sudah dinyalakan didapatkan Tegangan sebesar 1,42V, dengan Th 39,46°C dan Tc 37,13°C.

Tabel 2 ketika tanpa beban sebelum buck boost converter dengan perbedaan suhu 7.29°C-21.35°C

Waktu (detik)	Tc °C	Th °C	ΔT	V
				Sebelum converter
0	35	35	0	0,089V
10	37,09	44,38	7,29	2,74V
20	37,89	54,59	16,7	3,01V
30	37,91	58,43	20,52	3,49V
40	38,01	59,41	21,9	3,64V
50	38,08	60,45	22,37	3,71V
60	38,08	59,42	21,34	3,51V

Pada Tabel 2 merupakan pengambilan data alat kompor generator termoelektrik. Dengan perbedaan suhu 7.29°C-21.35° yang diukur sebelum buck boost converter tanpa beban, tegangan yang paling tinggi yang didapatkan adalah 3,71V, dengan Th 60,45°C dan Tc 38,08°C. Pada saat detik 50. Tegangan paling kecil Pada detik ke-10 saat kompor sudah dinyalakan didapatkan Tegangan sebesar 2,74V, dengan Th 44,38°C dan Tc 37,09°C.

Tabel 3 Hasil Pengujian ketika tanpa beban sebelum dengan perbedaan suhu 20.62°C-31.14°C

Waktu (detik)	Tc °C	Th °C	ΔT	V	V
				Sebelum converter	sesudah converter
0	35	35	0	0,089V	-
10	37,89	58,51	20,62	3,47V	-
20	40,49	68,33	27,84	5,18V	5V
30	43,51	72,43	28,92	6,58V	5V
40	45,55	74,58	29,03	6,79V	5V
50	45,61	74,69	29,08	7,71V	5V
60	48,45	77,58	29,13	8,75V	5V
70	49,6	79,49	29,89	10,40V	5V
80	51,58	82,72	31,6	12,87V	5V
90	52,78	84,38	31,14	12,71V	5V

Pada Tabel 3 merupakan pengambilan data alat kompor generator termoelektrik. Perbedaan suhu 20.62°C-31.14°C yang diukur sebelum buck boost converter tanpa beban, tegangan yang paling tinggi yang didapatkan adalah 12,87V, dengan Th 82,72°C dan Tc 51,58°C. Pada saat detik ke-90 dan suhu Th sudah mencapai titik jenuh. Tegangan paling kecil Pada detik ke-10 saat kompor sudah dinyalakan didapatkan Tegangan sebesar 3,47V, dengan Th 58,51°C dan Tc 37,89°C, Untuk Vout sesudah

buck boost converter baru bisa terukur sebesar 5V pada detik ke-20 dengan Th 69°C dan Tc 40°C dikarenakan spesifikasi converter XL6009 minimal tegangan input sebesar 4,5V.

**Tabel 4** Hasil Pengujian ketika dengan beban untuk pengisian baterai *handphone* dengan perbedaan suhu 20.62°C-31.14°C

Waktu (detik)	Tc °C	Th °C	ΔT
90	53,3	85,2	31,9
100	53,2	85,1	31,9
110	53,2	85,2	32
120	53,2	85,2	32

**Lanjutan Tabel 4** Hasil Pengujian ketika dengan beban untuk pengisian baterai *handphone* dengan perbedaan suhu 20.62°C-31.14°C

V sebelum converter	V sesudah converter	Arus sebelum converter	Arus Sesudah converter
6,14	4 V	0,19 A	0,17 A
6,14	4 V	0,19 A	0,17 A
6,13	4 V	0,19 A	0,17 A
6,14	4 V	0,19 A	0,17 A

Pada Tabel 4 merupakan pengambilan data alat kompor generator termoelektrik. Dengan perbedaan suhu 20.62°C-31.14°C yang diukur sebelum buck boost converter dan sudah dibebani untuk pengisian baterai *handphone*, tegangan yang paling tinggi yang didapatkan adalah 6,14V, dengan Th 85,2°C dan Tc 53,2°C. Tegangan paling kecil Pada detik ke-110 didapatkan Tegangan sebesar 6,13V, dengan Th 85°C dan Tc 53,2°C. Untuk tegangan yang diukur sesudah buck boost converter sebesar 4V ketika sudah dibebani dengan arus 0,19A sebelum converter dan 0,17 sesudah converter.

Adapun untuk lama pengisian baterai baterai *hanphone* nokia 105 yang menggunakan kapasitas baterai 800mAh oleh arus yang dihasilkan oleh modul termoelektrik sebesar 0,17A maka waktu pengisian baterai dari nol sampai penuh membutuhkan waktu 4 jam 42 menit. Untuk perbandingan dengan charger hanphone yang memiliki spesifikasi tegangan input sebesar 5V dan arus sebesar 0,5A maka kecepatan pengisian 1 jam 36 menit.

Pada Tabel 5 merupakan pengambilan data alat kompor generator termoelektrik. Dengan perbedaan suhu 29.21°C-52.24°C yang diukur sebelum buck boost converter tanpa beban, tegangan yang paling tinggi yang didapatkan adalah 25,97V, dengan Th 114,5°C dan Tc 65,26°C. Pada saat detik ke-90 dan suhu Th dan Tc terus

meningkat untuk menghindari kerusakan modul termoelektrik karena suhu maksimum pemakaian adalah 125°C maka langsung diberi beban. Tegangan paling kecil Pada detik ke-10 saat kompor sudah dinyalakan didapatkan Tegangan sebesar 6,30V, dengan Th 71,51°C dan Tc 42,3°C, Untuk Vout sesudah buck boost converter bisa terukur sebesar 5V pada detik ke-10 dengan Th 71,51°C dan Tc 42,3°C dikarenakan spesifikasi converter XL6009 minimal tegangan input sebesar 4,5v.

**Tabel 5** Hasil Pengujian ketika tanpa beban dengan perbedaan suhu 29.21°C-52.24°C

Waktu (detik)	Tc °C	Th °C	ΔT	V Sebelum converter	V sesudah converter
0	35	35	0	0,089V	-
10	42,3	71,51	29,21	6,30V	5V
20	50,62	82,32	31,7	10,41V	5V
30	51,69	84,38	32,69	13,47V	5V
40	52,54	86,51	33,97	15,89V	5V
50	54,43	89,45	35,06	17,96V	5V
60	56,66	95,19	38,53	20,96V	5V
70	58,37	97,59	39,22	22,87V	5V
80	64,46	113,48	49,02	25,56V	5V
90	65,26	114,5	52,24	25,97V	5V

**Lanjutan Tabel 6** Hasil Pengujian ketika dengan beban untuk pengisian baterai *handphone* dengan perbedaan suhu 29.21°C-52.24°C

Waktu (detik)	Tc °C	Th °C	ΔT
80	65,5	115,5	50
100	66,6	116,1	49,5
110	66,9	116,7	50,1
120	70	118	48

**Lanjutan Tabel 6** Hasil Pengujian ketika dengan beban untuk pengisian baterai *handphone* dengan perbedaan suhu 29.21°C-52.24°C

V sebelum converter	V sesudah Converter	Arus sebelum converter	Arus Sesudah converter
6,22	4,2 V	0,37 A	0,34 A
6,2	4,2 V	0,37 A	0,34 A
6,3	4,2 V	0,37 A	0,34 A
6,16	4,2 V	0,37 A	0,34 A

Pada Tabel 6 merupakan pengambilan data alat kompor generator termoelektrik. Dengan perbedaan suhu 29.21°C-52.24°C yang diukur sebelum buck boost converter dan sudah dibebani untuk pengisian baterai *handphone*, tegangan yang paling tinggi yang didapatkan adalah 6,93V, dengan Th 116,7°C dan Tc 66,9°C dengan

arus 0,37 A sebelum converter dan 0,34A setelah converter. Tegangan paling kecil Pada detik ke-80 didapatkan Tegangan sebesar 6,21V, dengan  $T_h$  115,5°C dan  $T_c$  65,5°C. , Untuk tegangan yang diukur sesudah buck boost converter sebesar 4,2V ketika sudah dibebani dengan arus 0,37A sebelum converter dan 0,34 sesudah converter.

Adapun untuk lama pengisian baterai baterai *hanphone* nokia 105 yang menggunakan kapasitas baterai 800mAh oleh arus yang dihasilkan oleh modul termoelektrik sebesar 0,34A maka waktu pengisian baterai dari nol sampai penuh membutuhkan waktu 2 jam 21 menit. Untuk perbandingan dengan charger hanphone yang memiliki spesifikasi tegangan input sebesar 5V dan arus sebesar 0,5A maka kecepatan pengisian 1 jam 36 menit.

## **PENUTUP**

### **Simpulan**

Hasil pengujian kompor generator termoelektrik menghasilkan *output* untuk pengisian baterai *handphone*, yang menggunakan TEC1-12706 dengan rangkaian campuran seri dan paralel masing masing menggunakan 8 termoelektrik dengan perbedaan suhu 31,9°C sampai 32°C yang menghasilkan tegangan 4V dan arus 0,17A dengan lama waktu pengisian baterai 4 jam 42 menit dan pada saat perbedaan suhu 48°C sampai 50,1°C yang menghasilkan tegangan 4,2V dan arus 0,34A dengan lama waktu pengisian baterai 2 jam 21 menit dengan ukuran baterai sebesar 800mah.

### **Saran**

Berdasarkan hasil pengujian ada beberapa saran yang dapat dilakukan untuk mengembangkan alat agar didapatkan hasil yang lebih maksimal yaitu Menggunakan modul TEG yang lebih tahan panas dan mengeluarkan output yang lebih besar dari TEC1-12706. Menggunakan sistem pendingin yang lebih bagus agar output yang dikeluarkan juga akan lebih besar. Merancang desain ulang yang lebih *compact* dan ringan karena manfaat pembuatan alat ini untuk kegiatan *outdoor*.

### **Daftar Pustaka**

- Coates, erik 2018. "*Buck-boost converter*". Dalam <http://www.learnaboutelectronics.org/PSU/psu33.php>. Diakses pada 20 februari 2019.
- George, Nolas, dkk. 2001. "Thermoelectrics Basic Principle And New Materials Development". New York : Springer.
- Goldsmid, julian. 2010. "*Intruduction To Thermoelectricity*". New York : Springer.

Singh, mochizuki, dkk. 2015. "*A review of car waste heat recovery systems utilising thermoelectric generators and heat pipes*". ELSEVIER. Australia: RMIT University.

Zheng, Jiangen, dkk. 2018. "*Testing and Optimizing a Stove-Powered Thermoelectric Generator with Fan Cooling*". *Materials*. China: Zhejiang University of Science and Technology.

