

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI GENERATOR TERMOELEKTRIK  
SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF UNTUK KEPERLUAN DARURAT  
*DESIGN AND IMPLEMENTATION THERMOELECTRIC GENERATOR  
AS ALTERNATIVE ENERGY IN EMERGENCIES***

Ahmad Anan Rafsanjani, Ekki Kurniawan, S.T, M.T.<sup>2</sup>, Estananto, S.T., M.Sc., M.B.A.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

[ananrafs1@gmail.com](mailto:ananrafs1@gmail.com)<sup>1</sup>, [Ekkikurniawan2012@gmail.com](mailto:Ekkikurniawan2012@gmail.com)<sup>2</sup>, [estananto@telkomuniversity.ac.id](mailto:estananto@telkomuniversity.ac.id)<sup>3</sup>

---

#### Abstrak

Thermoelectric generator adalah alat untuk mengonversi perbedaan suhu menjadi listrik. Alat ini menggunakan prinsip dari efek Seebeck di mana perbedaan suhu pada lempengan termoelektrik akan diubah menjadi tegangan searah. Untuk menjamin tegangan yang dihasilkan tetap pada 5 Volt maka digunakan IC Max756 sebagai Step up dc-dc voltage converter.

Termoelektrik generator memanfaatkan perbedaan suhu pada kedua sisi untuk menghasilkan listrik. Penyusunan 6 keping Termoelektrik secara seri menghasilkan daya 0.336 Watt pada Selisih Suhu 75 °C. Output dari Termoelektrik kemudian dikuatkan dengan Max756 DC-DC Boost Converter untuk mengisi daya pada smartphone.

**Kata Kunci:** Termoelektrik Generator, Boost Converter

---

#### Abstract

*Thermoelectric generator is a tool to convert temperature difference into electricity. This tool uses the principle of the Seebeck effect where the temperature difference on the thermoelectric plate is converted to DC voltage. IC Max756 as Step up dc-dc voltage converter is used to regulate output voltage constantly 5V.*

*Thermoelectric Generator harvest electricity from temperature difference in each side. 6 piece thermoelectric in series arrange produce 0.366 watt at temperature difference 75 °C. Output from thermoelectric will be boosted by Max756 DC-DC Boost Converter charging smartphone.*

**Keywords:** Thermoelectric Generator, Boost Converter

---

## 1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi disertai dengan derasnya arus globalisasi saat ini menyebabkan hampir setiap kegiatan manusia tidak pernah lepas dari teknologi – teknologi baru. *Smartphone* sebagai salah satu teknologi yang mengalami perubahan pesat merupakan alat komunikasi yang sangat penting bagi setiap manusia. Perkembangan *smartphone* justru menyebabkan konsumsi baterai semakin besar. Kehadiran powerBank sebagai jawaban ternyata mengalami masalah terutama pada *charging* yang membutuhkan input dari PLN. Aktifitas yang jauh dari jangkauan PLN menyebabkan *powerBank* mengalami kesulitan dalam proses *charging*.

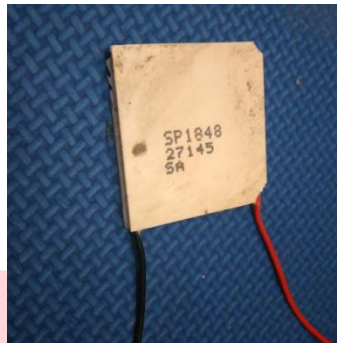
Modul termoelektrik adalah alat konversi termal, dimana perbedaan suhu dari kedua sisi modul akan di konversi menjadi energi listrik atau sebaliknya. Daya yang dihasilkan akan dimanfaatkan untuk mengisi ulang Powerbank.

Proses perancangan dan implementasi dimulai dari selisih suhu pada kedua sisi termoelektrik generator, penyusunan termoelektrik secara seri akan menambah daya output dari termoelektrik. Kedua sisi termoelektrik akan diukur perbedaannya dengan termokopel max6675. Output pada termoelektrik kemudian disambungkan dengan DC-DC Boost Converter. Pengujian Output dari boost converter akan menggunakan Samsung Galaxy SIII GT-I9300 sebagai smartphone yang akan di isi dayanya

## 2. Dasar Teori

### 2.1. Termoelektrik

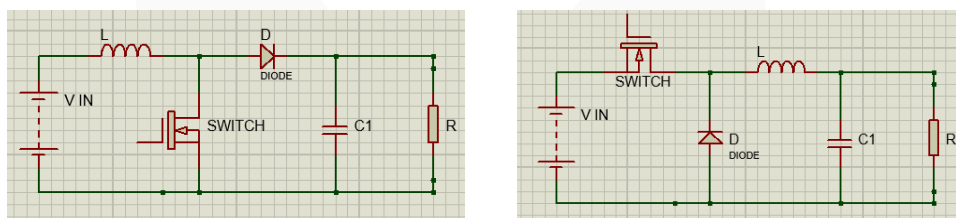
Dasar dari generator termoelektrik adalah termokopel dari efek Seebeck. Termoelektrik ini terdiri dari termoelemen tipe-p dan tipe-n yang terhubung secara seri dari sisi elektrik dan paralel dari sisi termal. Modul termoelektrik mengubah panas menjadi listrik. daya listrik yang dihasilkan dari sebuah modul tergantung pada jumlah termokopel dalam modul, konfigurasi, sifat bahan, kondisi termal, sifat elektris dari lapisan kontak, dan perbedaan suhu pada modul.



Gambar 1. Termoelektrik yang digunakan TEG SP1848-27145

### 2.2. DC-DC Converter

DC-DC Converter menggunakan switch untuk merubah tegangan DC menjadi tegangan DC baik itu untuk keperluan step-up ataupun step-down. DC-DC Converter memanfaatkan saklar (switch) untuk mengatur energy pada Induktor, artinya saklar berperan dalam penyimpanan dan pelepasan energy pada inductor. Gambar 2 (a) menunjukkan skema pada rangkaian DC Converter Step-up, dimana Induktor akan melepaskan Back EMF saat terjadi perubahan pada saklar dari on menjadi Off. Gambar 2(b) menunjukkan DC converter Step down

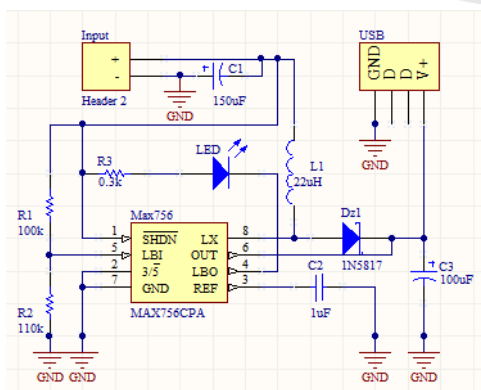


(a) (b)

Gambar 2. Skema DC Converter, (a) Step up, (b) Step Down

### 2.3. Max756 DC-DC Boost Converter

IC MAX 756 adalah Switching Regulator CMOS DC-DC mode Step-Up dengan input tegangan rendah. Max756 mengkombinasikan Switch-mode regulator dengan N-Channel MOSFET, dimana MOSFET pada Max756 adalah tipe “Sense FET” untuk Efisiensi yang lebih baik dan memiliki tegangan Threshold pada Gate yang rendah. Rangkaian DC-DC Boost converter dan realisasi nya dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini



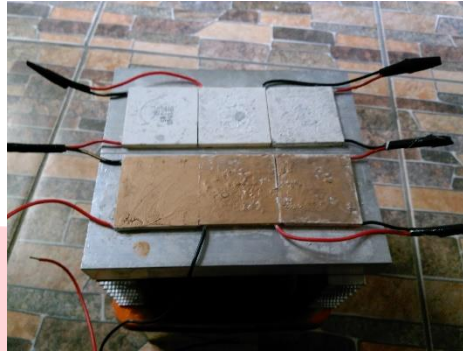
(a) (b)

Gambar 3. (a) rangkaian DC-DC Boost Converter, (b) realisasi DC-DC Boost Converter

### 3. Pembahasan

#### 3.1. Perancangan system

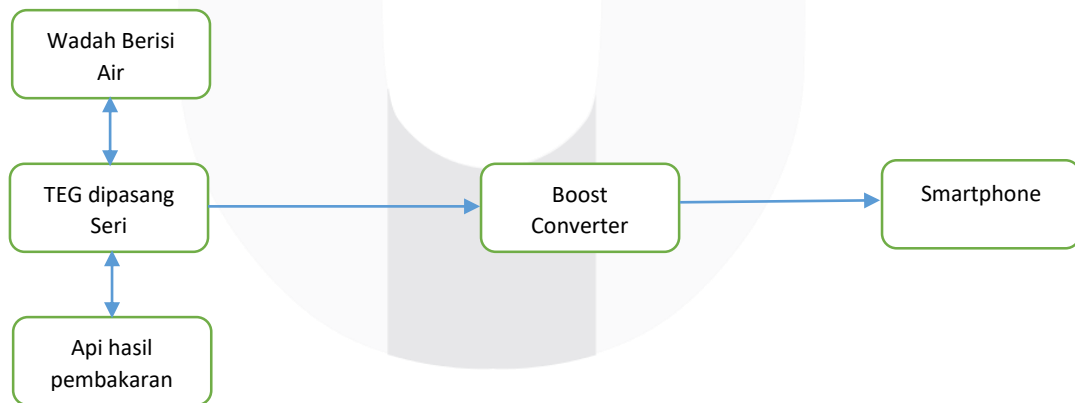
Termoelektrik Generator yang digunakan adalah termoelektrik dengan seri Sp1848-27145 yang dirangkai secara seri sebanyak 6 buah. Penyusunan termoelektrik secara seri sebanyak 6 buah dapat dilihat pada gambar gambar 4 dibawah.



Gambar 4. Penyusunan Modul termoelektrik

Panas dihasilkan dari pembakaran kertas, kemudian untuk sisi yang lainnya diberikan wadah yang berisi air. Untuk menghitung suhu panas maka pada plat besi penghubung antara sisi panas termoelektrik dengan api dipasang termokopel modul max6675, max6675 juga dipasang pada air didalam wadah untuk mengukur suhu pada sisi dingin termoelektrik. Modul max6675 kemudian disambungkan ke mikrokontroler untuk diolah agar mampu dibaca selisih suhu antara kedua sisi termoelektrik. Tegangan output dari termoelektrik akan diukur dengan Digital Multimeter.

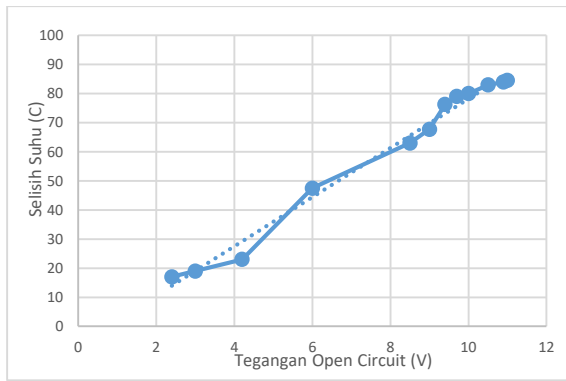
Output dari termoelektrik disambungkan ke blok Boost Converter untuk menyesuaikan tegangan output pada level 5V. Digital Multimeter digunakan pada output Boost converter untuk membaca parameter tegangan dan arus keluaran dari Buck-Boost Converter. Perancangan system dapat digambarkan pada gambar 5 dibawah ini.



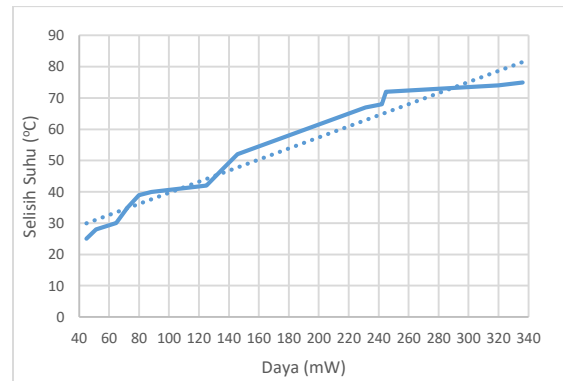
Gambar 5. Perancangan sistem

#### 3.2. Pengujian karakteristik Termoelektrik

Pengujian dilakukan menggunakan termokopel dengan modul Max6675 yang dipasang pada sisi panas dan dingin termoelektrik, tegangan diukur dengan menggunakan Digital Multimeter. Untuk mengetahui daya output dari termoelektrik, pada output diberikan beban  $50 \Omega$ , Tegangan diamati dengan Digital Multimeter, hasil pengamatan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



(a)



(b)

Gambar 4.(a) Hasil pengukuran tegangan open-circuit, (b) Hasil pengukuran dengan beban 50 Ω

### 3.3. Pengujian smartphone dengan charger konvensional

Smartphone yang digunakan adalah Samsung Galaxy SIII GT-I9300, Pengujian dilakukan untuk mengukur Tegangan dan arus pada charging dengan supply dari PLN dengan adaptor advance dengan model AC-01. Hasil pengukuran dapat diamati pada gambar dibawah ini.



(a)



(b)

Gambar 5.(a) Hasil pengukuran tegangan, (b) Hasil pengukuran arus

Dari hasil pengukuran didapatkan tegangan sebesar 4.85 Volt dengan arus 93.8 mA pada saat menggunakan supply dari PLN.

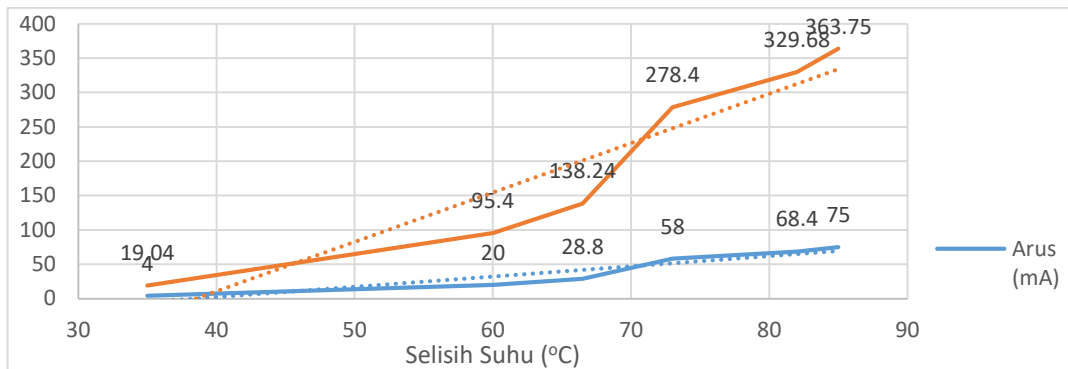
### 3.4. Pengujian Termoelektrik dengan Boost Converter

Pengujian dilakukan dengan memasang termoelektrik dan boost converter untuk recharging smartphone, kemudian diukur tegangan dan arus yang masuk ke smartphone. Hasil pengukuran dapat dilihat pada table dan grafik dibawah ini.

Tabel 1. Hasil pengujian sistem

Suhu sisi 1 (°C)	Suhu sisi 2 (°C)	Selisih Suhu (°C)	Tegangan Output (Volt)	Arus Output (mA)	Daya Output (mW)	Indikator Charging (on / off)
65	30	35	4.76	4	19.04	Off
92	32	60	4.77	20	95.4	Off
97.5	31	66.5	4.8	28.8	138.24	Off
106	33	73	4.8	58	278.4	On

112	30	82	4.82	68.4	329.68	On
117	32	85	4.85	75	363.75	On



Gambar 6. Grafik hasil pengujian system

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada perbedaan suhu 75 °C, Termoelektrik dapat menghasilkan daya sebesar 336.2 mW dengan beban 50 Ω.
2. Hubungan antara daya output dan selisih suhu dapat dituliskan dengan persamaan  $T = 21.9532 + 0.1772 P$
3. Smartphone dapat memulai charging pada selisih suhu 73 °C dengan tegangan output 4.8 V dan arus 58 mA
4. Smartphone dapat memulai charging pada selisih suhu 73 °C dengan tegangan output 4.8 V dan arus 58 mA.
5. Pada saat charging, hubungan daya yang masuk ke smartphone dengan selisih suhu pada termoelektrik dapat dituliskan pada persamaan linier  $P = -276.9 + 7.18 T$ . dimana P adalah daya output dalam satuan miliWatt dan T adalah selisih suhu dengan satuan °C.
6. Hubungan antara Arus yang mengalir saat proses charging dengan selisih suhu dapat dituliskan dengan persamaan linier  $i = -57.018 + 1.48 T$ , dimana I adalah arus yang mengalir dalam satuan miliAmpere dan T adalah selisih suhu dengan satuan °C.

#### Daftar Pustaka

- [1] D.M. Rowe, "Thermoelectrics Handbook: Macro to Nano", Boca Raton, FL: CRC Press, 2006.
- [2] John Bird. "Electrical and Electronic Principles and Technology, Third Edition, UK : Elsevier, ISBN: 978-0-75-068556-6, 2007
- [3] Andrea Petucco, S. Sagini, Luca Coraddoni, Paolo Mattavelli, "Analysis of Power Processing Architectures for Thermoelectric Energy Harvesting", IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, Volume:PP , Issue: 99, 2016.

- [4] Hazli Rafis, et al, "*Design Of Dc-Dc Boost Converter With Thermoelectric Power Source*", International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, Vol. 2, Issue 9, September 2013
- [5] Lon E. Bell, Cooling, "*Heating, Generating Power, and Recovering Waste Heat with Thermoelectric Systems*", Science, ISSN 0036-8075, 2008
- [6] Kasap, Safa, "*Thermoelectric Effects in Metals : Thermocouple*", Canada : Web-Materials. 2001.
- [7] Terry M Tritt, M.A Subramaniam, "*Thermoelectric Materials, Phenomena, and Applications: A Bird's Eye View*", MRS Bulletin, Vol. 31. 2006
- [8] Deskripsi IC MAX 757 , "<https://www.maximintegrated.com/en/products/power/switching-regulators/MAX757.html>", (diakses pada 8 April 2014).
- [9] USB Port, "[http://batteryuniversity.com/learn/article/charging\\_from\\_a\\_usb\\_port](http://batteryuniversity.com/learn/article/charging_from_a_usb_port)" (diakses pada 10 April 2014)
- [10] Andrea Montecucco, Andrew R. Knox, "*Maximum Power Point Tracking Converter Based on the Open-Circuit Voltage Method for Thermoelectric Generators*", IEEE Transactions On Power Electronics, DOI:10.1109/TPEL.2014.2313294
- [11] Andrea Montecucco, et al, "*The effect of temperature mismatch on thermoelectric generators electrically connected in series and parallel*", Elsevier, Applied energy, Vol. 123, 15 Juni 2014, halaman 47-54.
- [12] Muhammad H Rasyid, "*Power Electronics Handbook*", Pensacola, Florida : Academic Press, 2001.