

Perancangan Generator *Thermoelectric* Untuk *Charger Smartphone* Menggunakan Peltier

Dheo Aditya Artha^{*1}, Habibullah²

^{1,2}Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Jl. Prof Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Indonesia

e-mail : dheoaditya01@gmail.com

Abstrak

Di zaman yang telah memasuki era modernisasi masih terdapat segelintir orang masih hidup di daerah yang tidak terhubung jaringan listrik. Di Indonesia sendiri yang merupakan daerah yang terletak di garis khatulistiwa dimana merupakan daerah yang sangat rawan akan bencana alam dan hal tersebut sering kali memutuskan pasokan listrik maka diperlunya sumber energi alterternatif berupa energi baru terbarukan yang sederhana dan mudah didapatkan. Pada penelitian ini memanfaatkan perbedaan rentang suhu yang akan menghasilkan listrik yang mana perbedaan suhu antara kedua bagian adalah sekitar 30 derajat celcius dengan rentang maksimal hingga 100 derajat celcius. Sehingga apabila bagian *Hot Side* bersuhu 45 derajat C maka *Cool Side* akan bersuhu sekitar 15 derajat C. Jadi semakin dingin *Hot Side* maka *Cold Side* akan semakin dingin pula dan bisa sampai dibawah 0 derajat C Setelah dilakukan pengujian diketahui bahwa tegangan dari generator *thermoelectric* yang dihasilkan tidak dapat di naikan (*boost*) yang akan menyebabkan kehikangan tegangan karena tegangan tertinggi yang dihasilkan dari pengujian adalah 3,0V maka hanya bisa digunakan untuk menyalakan lampu LED dan tidak sanggup untuk melakukan *charging smartphone*.

INFO.

Info. Artikel:

No. 250

Received June 14, 2022

Revised. June 15, 2022

Accepted. June 30, 2022

Page. 288-297

Kata kunci:

- ✓ Peltier
- ✓ Generator
- ✓ Thermoelectric
- ✓ Boost Converter
- ✓ Konversi Energi

Abstract

In an age that has entered the era of modernization, there are still a handful of people still living in areas that are not connected to the power grid. In Indonesia itself, which is an area located on the equator where it is an area that is very prone to natural disasters and this often cuts off electricity supply, so there is a need for alternative energy sources in the form of new renewable energy that is simple and easy to obtain. In this study, it utilizes the difference in temperature range that will produce electricity where the temperature difference between the two parts is about 30 degrees Celsius with a maximum range of up to 100 degrees Celsius. So that if the *Hot Side* has a temperature of 45 degrees C, the *Cool Side* will have a temperature of about 15 degrees C. So the colder the *Hot Side*, the *Cold Side* will be colder and can reach below 0 degrees C After testing, it is known that the voltage from the *thermoelectric* generator produced cannot be increased (*boost*) which will cause voltage resistance because the highest voltage generated from the test is 3.0V, so it can only be used to turn on the LED light and cannot be able to charge the *smartphone*.

PENDAHULUAN

Di era modernisasi, manusia terus mengembangkan pengetahuan yang lebih dalam sehingga pertumbuhan teknologi berkembang pesat [1]. Perkembangan teknologi yang sangat pesat ini memberi banyak manfaat dalam memfasilitasi aktivitas manusia, menghemat waktu, uang, energi [2]. Saat ini masih sedikit masyarakat yang tinggal di daerah yang belum terkoneksi dengan jaringan listrik. Di Indonesia sendiri yang merupakan wilayah yang terletak di garis khatulistiwa merupakan wilayah yang sangat rawan bencana alam yang seringkali terputus aliran listriknya. Energi baru dan terbarukan memegang peranan yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi [3]. Program

pengembangan energi alternatif memang membutuhkan perhatian serius pemerintah di bidang industri, universitas dan masyarakat. Selain mengembangkan sumber energi alternatif, pembangkit listrik tenaga gas dan uap atau sistem termal lainnya hanya sekitar 30-40% efisien [4], meskipun beberapa teknologi telah digunakan untuk memanfaatkan limbah panas, seperti sistem siklus gabungan. Namun, jumlah panas atau limbah yang dibuang ke lingkungan masih cukup besar.

Berdasarkan pembacaan jurnal tahun 2020 berjudul “Thermoelectric Generator Using Heat Generated by Combustion to Charge Mobile Batteries” oleh Pras Ley Busthomy dari Universitas Negeri Surabaya. Majalah ini memiliki beberapa kelemahan yaitu masih memanfaatkan energi panas dari pembakaran, sehingga masih diperlukan alat untuk menghasilkan energi panas tambahan, dan pendingin hanya menggunakan radiator untuk memperlebar rentang suhu antara ujung panas dan ujung dingin peltier [5].

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu dibuat suatu alat yang dapat memanfaatkan transfer energi dan mengontrol serta memantau waktu proses pengisian dengan judul “Merancang Generator Termoelektrik untuk Charger Smartphone Menggunakan Peltier”. Sistem kerja alat ini menghasilkan listrik dari perbedaan suhu antara peltier, perbedaan suhu antara sisi dingin peltier dan sisi panas peltier. Setelah itu, output yang dihasilkan oleh Peltier dihubungkan ke boost converter untuk meningkatkan arus dan mengontrol serta memonitornya dengan amperemeter dan voltmeter digital.

DASAR TEORI

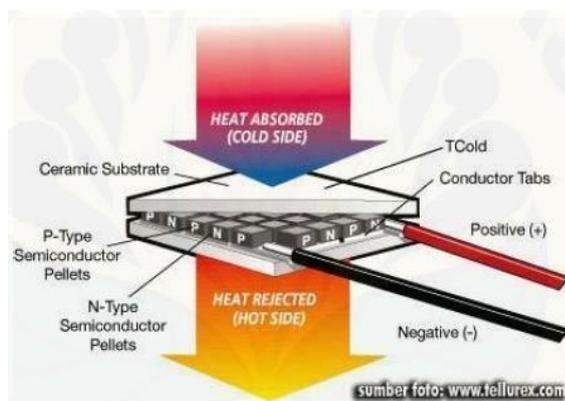
A. Generator *Thermoelectric* (Peltier)

Modul termoelektrik adalah susunan bahan termoelektrik yang mengubah energi panas yang melewati modul menjadi listrik [6]. Pendinginan termoelektrik (Pelche) adalah fenomena di mana perbedaan suhu terjadi karena perbedaan tegangan [7]. Energi panas yaitu energi yang berpindah karena adanya perbedaan suhu. Panas berpindah dari daerah bersuhu tinggi ke daerah bersuhu rendah [8]. Keramik peltier atau yang lebih umum dikenal dengan pelat Peltier adalah pelat berbahan dasar keramik dengan ciri yang sangat unik. Peltier adalah modul termoelektrik, biasanya terbungkus dalam keramik tipis yang mengandung batang telluride bismut. Ketika 12 volt hingga 15 volt DC disuplai, satu sisi akan menjadi panas dan sisi lainnya akan menjadi dingin [9]. Elemen Peltier ini biasanya berbentuk pelat tipis, paling umum 40 mm x 40 mm, tebal 3 mm, dengan dua garis merah dan hitam [10]. Peltier memiliki 2 bagian yang berbeda yaitu :

1. Sisi Dingin (Heat Absorbed) digunakan untuk menyerap panas (heat), jadi bagian ini adalah plat dingin.
2. Sisi Panas (Heat Released) digunakan untuk melepaskan panas (heat), jadi bagian ini merupakan hot plate.

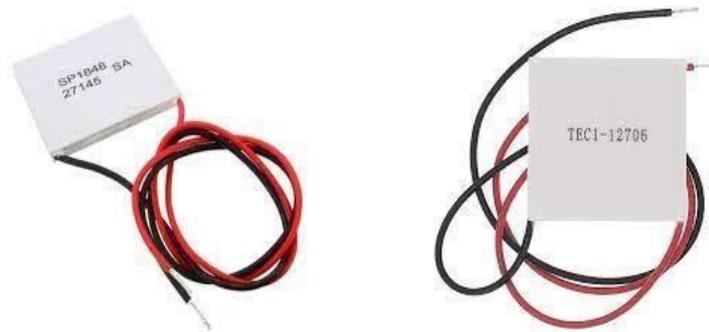


Gambar 1. (a) Peltier



(b) Susunan Peltier

Perbedaan suhu antara kedua bagian adalah sekitar 30 derajat Celcius. Jadi jika ujung panas berada pada 45 derajat Celcius, ujung dingin akan menjadi sekitar 15 derajat Celcius. Jadi, semakin dingin ujung yang panas, semakin dingin ujung yang dingin, dan bisa di bawah 0 derajat Celcius. Pada gambar 1 (a) merupakan tampilan dari peltier sedangkan pada gambar 1 (b) adalah susunan dari peltier [9]. Pada Peltier terdapat dua tipe (seperti gambar 2) yang berbeda yaitu tipe TEG dan tipe TEC yang keduanya dapat digunakan sebagai sumber energi listrik, namun pada dasarnya Peltier tipe TEG lebih hemat dibandingkan Peltier tipe TEC. Untuk peltier TEG berfungsi untuk generator sedangkan peltier TEC untuk pendingin.



Gambar 2 (a) Peltier TEG

(b) Peltier TEC

Menurut pengujian temperatur (*heater*), pada gambar 3 sisi panas dan dingin yang diuji dengan 1 modul termoelektrik tidak jauh berbeda dengan pengujian modul 2, 3 hingga 4 dengan kedua modul termoelektrik. Bandingkan dan uji suhu 1 hingga 4 Modul Termoelektrik Model TEC 12706 [11].

B. Charger Smartphone

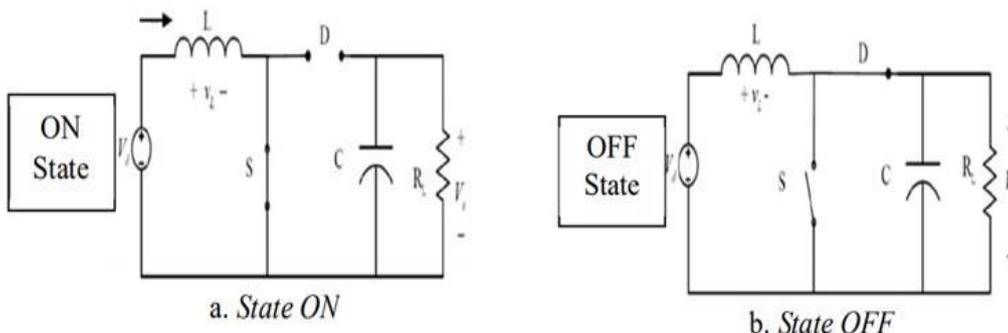
Pengisi daya telah menjadi alat bawaan ponsel untuk membantu mengisi daya baterai. Energi listrik tidak mungkin mentransfer listrik langsung ke baterai, sehingga sehingga dibutuhkan alat yang bernama charger agar dapat listrik dapat dihubungkan menuju baterai [12]. Jenis charger sendiri tergantung dari spesifikasi baterai yang digunakan. Sementara power bank lebih dikenal sebagai "sumber daya" sementara, baru-baru ini menjadi tren karena dianggap sebagai solusi praktis untuk kebutuhan daya smartphone. Pengisi daya *Smartphone* adalah alat yang dirancang khusus untuk mengisi daya baterai ponsel. Anda dapat melakukannya dengan memasukkan arus listrik sebagai perantara pada baterai HP. Setiap charger biasanya memiliki bentuk port yang berbeda dan standar tersendiri yang telah disesuaikan dengan spesifikasi charger smartphone. Charger biasanya sudah satu paket dengan smartphone yang Anda beli. Yang pasti, setiap smartphone baru yang dibeli dari toko akan dilengkapi dengan charger.

C. Boost Converter



Gambar 3. Boost Converter 5V 1A

Boost converter seperti gambar 3 adalah konverter DC-DC yang dirancang untuk meningkatkan tegangan. Agar membantu menganalisa rangkaian boost gambar 4 (a) & (b) berikut ini merupakan state dari rangkaian *boost* pada saat *state ON* dan *state OFF* [13].



Gambar 4. State ON dan State OFF

D. Voltmeter dan Amperemeter

Voltmeter (gambar 5) adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur beda potensial atau tegangan antara dua titik potensial. Pada perangkat elektronik menggunakan voltmeter untuk memantau nilai tegangan operasi. Voltmeter terdiri dari beberapa nilai tegangan operasi, dan voltmeter terdiri dari beberapa terminal: elektroda positif dan negatif, batas pengukuran, pengaturan regulator fungsional, jarum penunjuk, dan skala tinggi dan rendah. Dalam rangkaian listrik, voltmeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur tegangan. Pergerakan penunjuk voltmeter disebabkan oleh gaya magnet yang ditimbulkan oleh interaksi medan magnet dan arus listrik. Penyimpangan yang disebabkan oleh pergerakan jarum sebanding dengan kekuatan arus yang mengalir melalui jarum. Arus terukur adalah arus yang mengalir melalui kumparan yang ditempatkan di antara medan magnet. Peningkatan arus berarti peningkatan penyimpangan dalam gerakan jarum, sehingga menunjukkan pembacaan tegangan yang besar. Voltmeter dipasang pada rangkaian secara paralel dengan komponen yang diukur [14].



Gambar 5. Voltmeter

Amperemeter adalah alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur nilai arus yang mengalir melalui suatu rangkaian listrik. Untuk pengukuran arus, Anda harus terlebih dahulu memutuskan sirkuit dan kemudian menghubungkan ke terminal ammeter. Karena model rangkaian adalah rangkaian seri, arus mengalir langsung melalui ammeter. Secara umum, amperemeter dibagi menjadi amperemeter analog dan amperemeter digital. Amperemeter analog menggunakan jarum nilai, sedangkan amperemeter digital menampilkan nilai dalam bentuk angka digital. Pengukuran arus oleh amperemeter dilakukan dalam rangkaian tertutup. Amperemeter dapat digunakan untuk mengukur arus searah atau arus bolak-balik. Pengukuran dilakukan dengan

terlebih dahulu memutuskan rangkaian dan kemudian menambahkan ammeter di antara komponen yang terputus untuk menyambungkan kembali rangkaian [15].

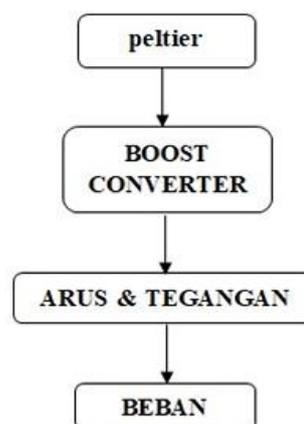
METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian ini akan membahas tiga bagian yaitu perancangan umum terdiri dari diagram blok dan prinsip kerja dari alat serta perancangan alat berupa perancangan mekanik dan perancangan elektronik.

Perancangan Umum

1. DIAGRAM BLOK

Sebuah diagram blok adalah diagram dari sistem dimana bagian utama atau fungsi pada blok dihubungkan dengan garis yang menunjukkan hubungan dari blok. Sehingga diharapkan dari diagram blok ini akan terlihat jelas pendefinisian dari sistem *input* dan *output* dan memudahkan proses pengerjaan alat. Penelitian ini menggunakan peltier yang terdiri dari beberapa bagian yaitu rangkaian modul peltier, *Boost Converter* 5V 1A, dan monitoring tegangan dan arus menggunakan amperemeter dan voltmeter. Blok diagram dapat dilihat dari gambar dibawah ini.



Gambar 6. Diagram Blok

Dari gambar diagram blok diatas maka dapat dijelaskan fungsi masing-masing komponen untuk menjalankan tugasnya sebagai berikut :

1. Peltier TEG SP 184 berfungsi untuk menghasilkan energi listrik dimana ketika perbedaan temperatur terjadi antara kedua sisi peltier maka akan menghasilkan output berupa arus dan tegangan
2. *Booster* atau Boost Converter merupakan konverter DCDC yang berfungsi untuk menaikkan tegangan sehingga tegangan pada output yang di hasilkan bernilai 5 V
3. Amperemeter dan Voltmeter berfungsi untuk menghitung besaran *output* berupa arus dan tegangan yang dihasilkan dari peltier

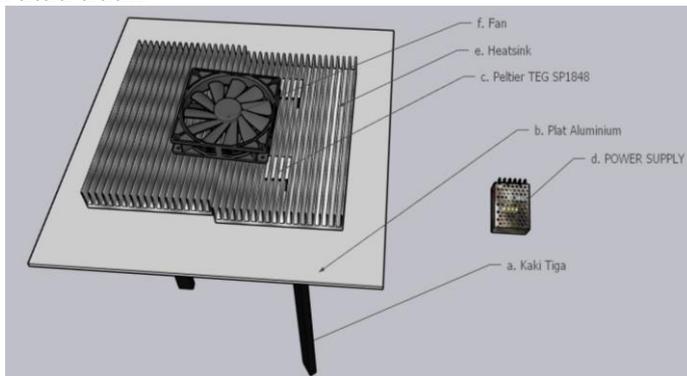
2. PRINSIP KERJA ALAT

Prinsip kerja alat ini adalah dengan memanfaatkan panas pada atap halte bus yang terpapar sinar matahari dan dihubungkan pada peltier sebagai sumber energi listrik yang kemudian diaplikasikan sebagai *charger* pada *smartphone*. Pada prinsipnya peltier bekerja dengan memanfaatkan perbedaan rentang suhu yang akan menghasilkan listrik yang mana perbedaan suhu antara kedua bagian adalah sekitar 30 derajat celcius dengan rentang maksimal hingga 100 derajat celcius. Sehingga apabila bagian *Hot Side* bersuhu 45 derajat C maka *Cool Side* akan bersuhu sekitar 15 derajat C. Jadi semakin dingin *Hot Side* maka *Cold Side* akan semakin dingin pula dan bisa

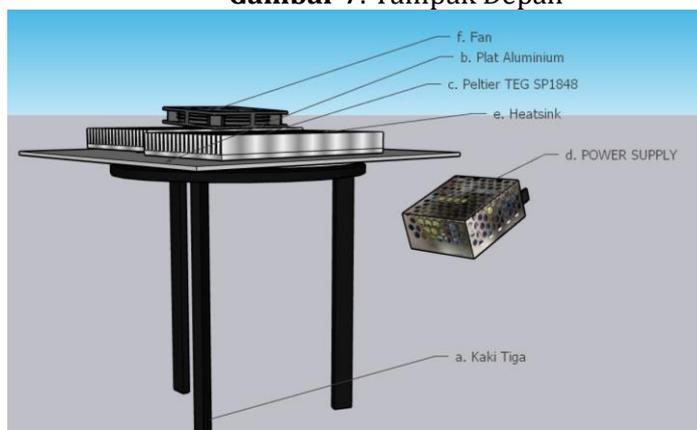
sampai dibawah 0 derajat C. Pada sistem monitoring objek yang diamati yaitu besarnya tegangan dan arus yang dihasilkan oleh peltier yang s bergantung pada perbedaan jarak suhu. Dan prinsip kerjanya apabila arus yang dihasilkan tidak mencapai 5V, maka booster akan menaikannya sampai 5 V dan bisa digunakan untuk *charger smartphone*

3. PERANCANGAN MEKANIK

Perancangan hardware merupakan hal yang sangat penting dalam pembuatan penelitian ini. Karena dengan adanya hardware barulah sistem dapat diuji secara nyata apakah alat ini dapat bekerja dengan baik atau tidak.



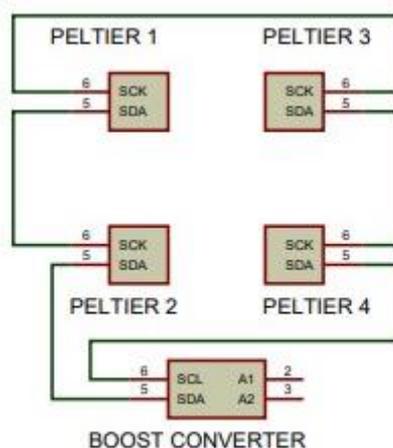
Gambar 7. Tampak Depan



Gambar 8. Tampak Samping

4. PERANCANGAN RANGKAIAN ELEKTRONIK

Rangkaian keseluruhan dari perancangan adalah dengan menseerikan 2 buah peltier lalu dihubungkan ke boost converter



Gambar 9. Rangkaian Keseluruhan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini akan membahas hasil dari pengujian system kerja peltier sebagai generator *thermoelectric*. Pengujian ini meliputi pengujian tiap rangkaian, dan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah masing-masing unit dan sistem secara keseluruhan sudah bekerja sesuai dengan perancangan. Dari pengujian ini akan didapatkan data-data dan bukti-bukti, dari hasil tersebut dapat dilakukan analisa terhadap proses kerja yang nantinya dapat digunakan untuk menarik kesimpulan dari apa yang telah di dapatkan dari pengujian yang telah di lakukan.

A. Prosedur Pengujian

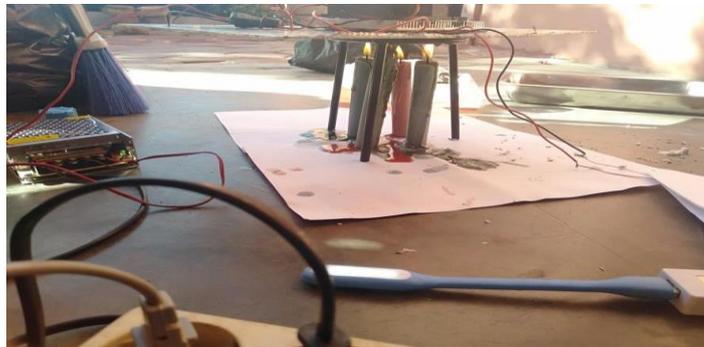
1. Sebelum melakukan pengujian dan pengukuran terhadap masing-masing rangkaian ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu:
2. Mempersiapkan seluruh peralatan dan memeriksa rangkaian apakah sudah aman dan layak dioperasikan.
3. Mengaktifkan rangkaian apakah sudah dapat berfungsi.
4. Melakukan pengujian, pengukuran dan pengambilan data dari hasil pengukuran.
5. Menonaktifkan rangkaian setelah melakukan pengukuran dan pengambilan data.

B. Pengujian dan Analisa Rangkaian

Suatu peralatan dapat dikatakan bekerja dengan baik apabila telah disertai dengan pembuktian terhadap fungsi kerja dari peralatan tersebut.

1. Pengujian Mekanik

Pengujian mekanik bertujuan untuk membandingkan hasil pada perancangan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan. Pada penelitian ini menggunakan alumunium sebagai konstruksi utama dan peltier untuk menghasilkan daya. Menggunakan *heatsink* dan kipas 12VDC sebagai pendingin. Bentuk alat yang telah di rancang pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 9. Mekanik Alat Tampak Samping



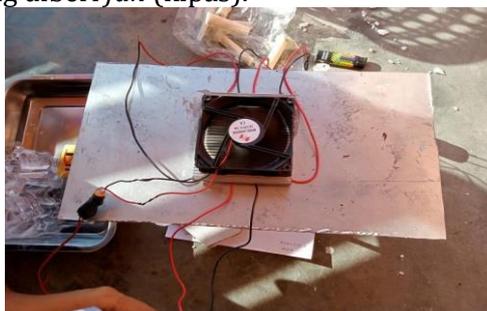
Gambar 10. Mekanik Alat Tampak Depan

Berikut adalah bagian – bagian komponen yang terdapat pada hasil rancangan mekanik pada gambar 12 dan gambar 13, sebagai berikut :

- A. Power Supply 12 VDC
- B. Peltier
- C. Kipas
- D. Volt-amperemeter
- E. *Boost converter*

2. Pengujian daya generator *thermoelectric*

Pengujian generator *thermoelectric* digunakan untuk mengetahui apakah seluruh rangkaian dapat berjalan dengan baik dan mendapatkan hasil dari generator *thermoelectric*. Pengujian dilkuan dengan merangkai seluruh komponen peltier yang diserikan yang mana sisi panas peltier dipanaskan degan menggunakan lilin dan sisi dingin peltier didinginkan dengan menggunakan *heatsink* yang diberi *fan* (kipas).



Gambar 11. Penggunaan kipas sebagai pendingin

a. Pengujian

Generator *thermoelectric* ini digunakan untuk menghasilkan daya yang mana dapat di fungsi kan sebagai sumber tenaga listrik yang mana daya dapat di hasilkan apabila sisi panas (*hot side*) peltier di pnaskan dan sisi dingin (*cool side*) peltier didinginkan. Dari pengujian didapatkan hasil seperti table 1 dibawah ini.

Tabel 1. Pengujian hasil Tegangan

Sisi Panas (° C)	Sisi Dingin (° C)	Beda suhu sisi panas dan sisi dingin (° C)	Tegagan Yang Dihasilkan (Volt)
35,2	30,2	5	2,0
41,3	30,2	11,02	2,1
42,7	31,7	11	2,2
48,7	32,5	16,2	2,3
65,2	35,4	29,8	2,4
69,7	38,3	31,4	2.5
71,5	39,7	31,8	2,6
76,1	40,2	35,9	2,7
79,8	41,3	38,5	2,8
81,4	41,8	38,6	2,9
82,6	42,2	40,4	3,0

Hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan bahwa saat pegujian sebelum dihubungkan dengan *boost converter* generator *thermoelectric* mampu untuk dibebani dengan lampu LED seperti yang di tunjukka pada gambar dibawah.



Gambar 12. Beban menggunakan LED



Gambar 13. Arus dan Tegangan yang dihasilkan

Tegangan yang dihasilkan dapat menhidupkan lampu LED, namun pada saat generator dihubungkan dengan *boost converter* tegangan menjadi drop (turun) sehingga lampu tidak dapat menyala.

b. Analisa

Berdasarkan data pengujian pada tabel 4.1 dan 4.2 di atas, maka dapat diketahui bahwa terjadi drop tegangan dari daya yang dihasilkan oleh peltier yang diserikan dikarenakan jumlah daya yang dihasilkan di mampu untuk mendapatkan beban yang dihasilkan dari proses *booster* (penaikan) tegangan. Pada saat proses pengujian yang dilakukan daya tertinggi yang didapat tanpa menggunakan *boost converter* mencapai 3,0 dengan suhu pada sisi dingin $38,5^{\circ}\text{C}$ dan pada sisi panas $82,6^{\circ}\text{C}$ seperti gambar dibawah



Gambar 14. Tegangan tertinggi saat melkukan pengujian 3,0V

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada Perancangan Generator Thermoelectric untuk charger smarthphone menggunakan peltier dapat disimpulkan bahwa hasil dari pengujian yang telah dilakukan belum mampu berjalan seperti konsep yang telah dirancang sebelumnya karena tegangan yang dihasilkan tidak mencukupi untuk melakukan pengisian smartphome tetapi dapat digunakan untuk menyalakan lampu LED.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Muskhir and M. R. Latif, *Rangkaian Listrik*. Padang: UNP PRESS, 2021.
- [2] R. N. Pratama, A. Rahman, and E. P. Widiyanto, "Rancang Bangun Starter Motor Menggunakan Fingerprint Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Julyxxxx*, vol. x, No.x, no. x, pp. 1–5, 2012.
- [3] I. Maysha, B. Trisno, and Hasbullah, "Pemanfaatan Tenaga Surya Menggunakan Rancangan Panel Surya Berbasis Transistor 2N3055 Dan Thermoelectric Cooler," *Electrans*, vol. 12, no. 2, pp. 89–96, 2013.
- [4] N. Putra, R. A. Koestoer, M. Adhitya, A. Roekettino, and B. Trianto, "Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik Untuk Kendaraan Hibrid," *MAKARA Technol. Ser.*, vol. 13, no. 2, pp. 53–58, 2010, doi: 10.7454/mst.v13i2.466.
- [5] M. W. Pras Ley Bustomy, "Generator Termoelektrik Dengan Memanfaatkan Panas," *J. Tek. Elektro*, vol. 09, no. 02, pp. 451–457, 2020.
- [6] F. I. Pasaribu and I. R. & Y. Efendi, "Utilizing Exhaust Heat of Motorcycle As a Source," *JESCE (Journal Electr. Syst. Control Eng.)*, vol. 3, no. 1, pp. 13–29, 2019.
- [7] K. L. G. Filsafat, *Puisi dan Esai untuk Negeri: Poetry Publisher*. Poetry Publisher, 2020.
- [8] Baharuddin, "Konversi energi panas penggerak utama kapal berbasis thermoelectric," vol. 13, pp. 1–12, 2015.
- [9] M. A. Khamid, "Rancang Bangun Sistem Kendali Suhu dan Kelembaban Pada Prototype Greenhouse Tanaman Kedelai dengan Pemanfaatan Peltier Menggunakan Metode Fuzzy Logic," *Digit. Repos. Univ. Jember*, 2015, [Online].
- [10] M. S. Pua, A. H. J. Ontowirjo, P. D. K. Manembu, J. T. Elektro, U. S. Ratulangimanado, and J. K. Bahu, "Studi Perbandingan Kontrol PID dan Metode ON-OFF Pada Sistem Kotak Pendingin Menggunakan Thermoelectric," pp. 1–13, 2012.
- [11] G. Andrapica, R. I. Mainil, and A. Aziz, "Pengujian Thermoelectric Generator Sebagai Pembangkit Listrik Dengan Sisi Dingin Menggunakan Air Bertemperatur 10 °c," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 14, no. 2, pp. 45–50, 2017, [Online].
- [12] R. G. Prasetya, "Perancangan Alat Dan Sistem Smart Charger Pada Smartphone Menggunakan Arduino," 2017.
- [13] M. A. Mazta, A. S. Samosir, and A. Haris, "Rancang Bangun Interleaved Boost Converter Berbasis Arduino," *J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 22–29, 2016.
- [14] M. . Dr. Hantje Ponto, DEA., *Dasar Teknik Listrik*. Deepublish, 2018.
- [15] S. T. M. T. Mirmanto and M. Wirawan, *Teori Dasar Dan Aplikasi Pendingin Termoelektrik (Pendingin Tanpa Freon)*. Deepublish, 2021.