

Rancang Bangun Sistem Konversi Energi Panas Api Menjadi Energi Listrik Sebagai Alat Charger Baterai Menggunakan Termoelektrik

Rimbawati¹, Billy Prandika², Cholish³

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

³Politeknik Negeri Medan

e-mail: rimbawati@umsu.ac.id¹, billyprandika1996@gmail.com², cholish@polmed.ac.id³

Diterima: 13-07-2021

Disetujui: 19-10-2021

Diterbitkan: 23-02-2022

Abstract

The utilization of heat energy as a generator of electrical energy was conducted by using thermoelectric elements. The conversion system with Thermoelectric Generator (TEG) elements currently used in many time during the combustion process. Likewise, the fuel is sourced from charcoal, wood, coal, palm oil shells, or garbage. Based on the properties and advantages of those fuel components, this research is carried out to study and develop a system according to the capabilities of the TEG components to become a useful things. TEG components can be designed into a super mini generating system by converting fire heat into electricity. The method used in this research is a bonfire heat energy conversion system into electrical energy. The heat from the fire will be used to recharge batteries such as HT batteries, flashlights, GPS, etc. The input of the system is heat, which consisted the heat of a campfire or cooking fire. The input component itself is a converter, namely peltier. Peltier function is to convert heat energy directly into electricity. The result of this research is the output about 3.7 V. This design uses IC LM317 as a regulator to process the output voltage of the conversion system. The regulator is important to succed the battery does not overcharge and damage.

Keywords: *Thermoelectric, Thermoelectric Generator (TEG), LM317 IC, Heat, Electricity energy*

Abstrak

Pemamfaatan energi panas sebagai pembangkit energi listrik dengan kapasitas mikro dapat dilakukan dengan menggunakan elemen termoelektrik. Sistem konversi dengan elemen *Thermoelectric Generator* (TEG) ini dapat digunakan kapan saja. Begitupun, bahan bakarnya dapat berasal dari arang, kayu, batu bara, cangkang kelapa sawit, atau sampah. Berdasarkan sifat dan keunggulan komponen bahan bakar tersebut, penelitian ini dijalankan untuk mempelajari dan mengembangkan suatu sistem sesuai kemampuan komponen TEG guna menjadi sebuah alat yang bermanfaat. Komponen TEG dapat dirancang menjadi sebuah sistem pembangkit super mini yaitu dengan mengubah panas api menjadi listrik. Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah sebuah sistem konversi energi panas api unggun menjadi energi listrik. Panas dari api akan difungsikan untuk mengisi ulang baterai seperti baterai HT, senter, GPS dan lainnya. Input atau masukan pada sistem adalah panas, yaitu panas api unggun atau api masak. Komponen input itu sendiri adalah sebuah konverter yaitu peltier. Fungsi peltier adalah mengubah langsung energi panas menjadi listrik. Hasil penelitian yakni output sebesar 3,7 V. Rancangan ini menggunakan IC LM317 sebagai regulator untuk mengolah tegangan keluar sistem konversi. Tujuan regulasi adalah agar baterai tidak *overcharge* dan rusak.

Kata kunci: *Thermoelectric, Thermoelectric Generator (TEG), IC LM317, Panas, Energi Listrik*

Pendahuluan

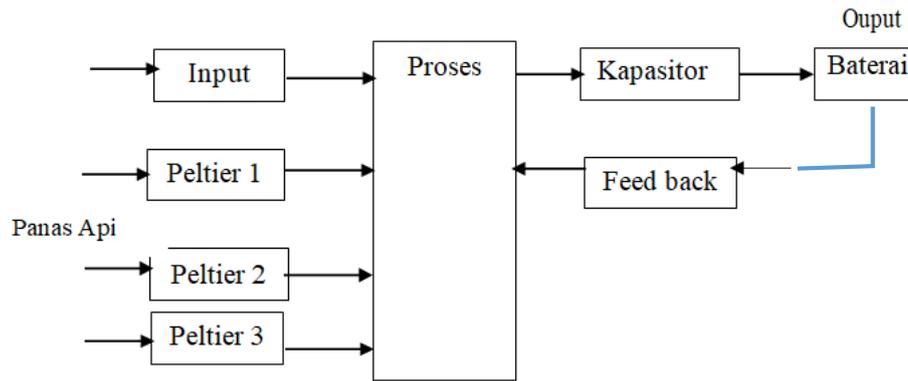
Energi merupakan suatu obyek yang dapat berpindah akibat adanya reaksi fundamental. Kini, ketersediaan energi di dunia dan Indonesia khususnya semakin berkurang. Mengatasi permasalahan ini, seiring dengan perkembangan teknologi, banyak dicanangkan berbagai energi alternatif dan energi terbarukan untuk mengurangi dampak terjadinya pemanasan global (Hasto Sunarno, 2017). Salah satu upaya yang dicetuskan adalah dengan penciptaan Generator termoelektrik (TEG) yang mampu mengkonversikan perbedaan temperatur menjadi besaran listrik secara langsung walaupun tingkat efisiensi yang dimiliki adalah rendah yaitu 10 %. TEG dapat dimanfaatkan pada hasil daya listrik untuk pengisian aki sebagai penghasil energi alternatif (Bachtera Indarto, 2017). Pada dasarnya, Termoelektrik terbuat dari bahan semikonduktor yang tersusun dari komposisi tipe-n dan tipe-p. Fenomena termoelektrik ditemukan tahun 1821 oleh ilmuwan Jerman yaitu Thomas Johann Seebeck. Thomas Seebeck mencoba menyambungkan tembaga dan besi pada suatu rangkaian. Bergeraknya jarum kompas menyatakan bahwa timbul medan listrik pada kedua logam tersebut akibat pemanasan pada satu sisi. Oleh karena hal itu, fenomena tersebut disebut efek Seebeck (Shanti Candra Puspita, 2017).

Pemanasan baik itu sinar matahari atau api, menunjukkan panas dari matahari dan api dapat menjadi sumber energi listrik dengan kapasitas mikro yang cukup potensial (Martino, 2018). Termoelektrik generator atau disebut *Seebeck generator* adalah perangkat generator listrik yang mengkonversi energi panas langsung menjadi energi listrik (Haq, 2017). Berdasarkan sifat yang dimilikinya TEG, modul termoelektrik dibagi menjadi dua jenis, yaitu termoelektrik sebagai pendingin (*cooler*) dan sebagai generator, dimana proses kerjanya menggunakan efek Peltier untuk membuat aliran panas (*heat-flux*) pada percabangan antara dua jenis material yang berbeda (Rafika, 2016). Berdasarkan hasil pertemuan forum Internasional, pemanfaatan panas matahari ini tidak memberikan hasil gas rumah kaca dan limbah ataupun racun yang berlebihan (Ansyori, 2017). Berdasarkan latar belakang di atas mengenai sistem konversi dengan elemen TEG yang memungkinkan dapat digunakan kapan dan dimana saja. Sehingga penelitian ini dijalankan untuk melakukan perancangan alat konversi energi dari panas api unggun menjadi energi listrik dengan mengatur regulasi tegangan hasil konversi sehingga dapat digunakan sebagai alat charger baterai dengan menggunakan elemen peltier untuk mengubah panas api unggun menjadi listrik arus (DC) dengan tegangan maksimal 12V.

Metodologi Penelitian

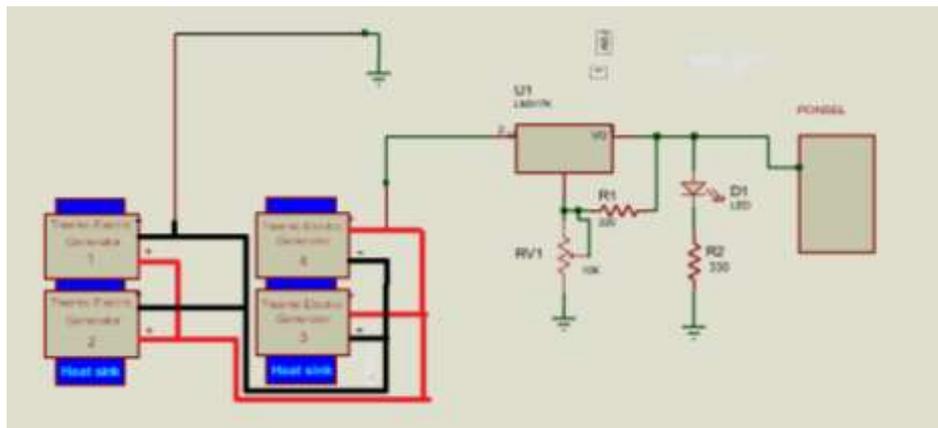
Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan merancang alat langsung dengan peralatan purwarupa melalui desain pada program PSIM serta waktu perancangan selama enam bulan. Beberapa bahan yang digunakan dalam perancangan sistem ini diantaranya,

- a) *Thermo Electric Generator* berfungsi sebagai generator untuk mengubah energi panas menjadi listrik.
- b) Kabel penghantar dan terminal untuk menghantarkan listrik
- c) Besi pendingin /*heatsink* untuk mendinginkan sisi dinding agar termoelektrik tetap dingin.
- d) Resistor, kapasitor dan diode serta *IC voltage regulator* berfungsi untuk menstabilkan tegangan
- e) Baterie *litium ion* untuk media menyimpan tegangan
- f) Besi plat 2 mm untuk media penghantar panas yang menuju ke *termoelektrik*



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Konversi Energi Panas Api Unggun Menjadi Energi Listrik.

Dari gambar diatas dapat dijelaskan bahwa Input sistem adalah panas api yang diberikan pada elemen Peltier. Peltier akan mengubah panas menjadi listrik DC. Dari beberapa input elemen Peltier tersebut, listrik dikumpulkan dan diregulasi sebagai proses stabilisasi. Pada tahap proses terjadi perubahan energi panas yang dapat menghasilkan energi listrik pada elemen termoelektrik. Output tegangan setelah adanya regulasi yang diratakan oleh kapasitor dan disimpan ke baterai. Gambar dibawah ini menunjukkan desain rangkaian kontrol sistem konversi energi panas api unggun menjadi energi listrik.



Gambar 2. Desain Rangkaian Kontrol Sistem Konversi Energi Panas Api Unggun Menjadi Energi Listrik

Pada gambar 2 menunjukkan desain rangkaian kontrol sistem konversi energi panas api unggun menjadi energi listrik. Panas dari api akan dimanfaatkan untuk mengisi ulang baterai seperti baterai HT, senter, GPS dan sebagainya. Input atau masukan sistem adalah panas api unggun atau api untuk masak. Komponen pada input itu sendiri adalah sebuah konverter yaitu peltier. Fungsi peltier adalah untuk mengubah langsung panas menjadi listrik. Beberapa peltier diserikan untuk menghasilkan tegangan yang cukup untuk mengisi baterai. Adapun tegangan pada bagian output adalah 3,7 V. Baterai ini umumnya digunakan untuk lampu senter dan peralatan elektronik lainnya. Pada bagian proses terdapat komponen penstabil tegangan yaitu regulator. Rancangan ini menggunakan IC LM317 sebagai regulator untuk mengolah tegangan keluar sistem konversi. Penggunaan regulator adalah agar baterai tidak *overcharge* dan mengakibatkan kerusakan.

Hasil dan Pembahasan

Beberapa pengujian telah dilakukan meliputi pengujian input, pengujian elemen TEG, pengujian hasil regulasi dan output. Pengujian dilakukan dengan mengukur, menghitung dan menganalisa data hasil pengukuran. Berikut adalah data hasil pengukuran yang dilakukan pada masing-masing komponen.

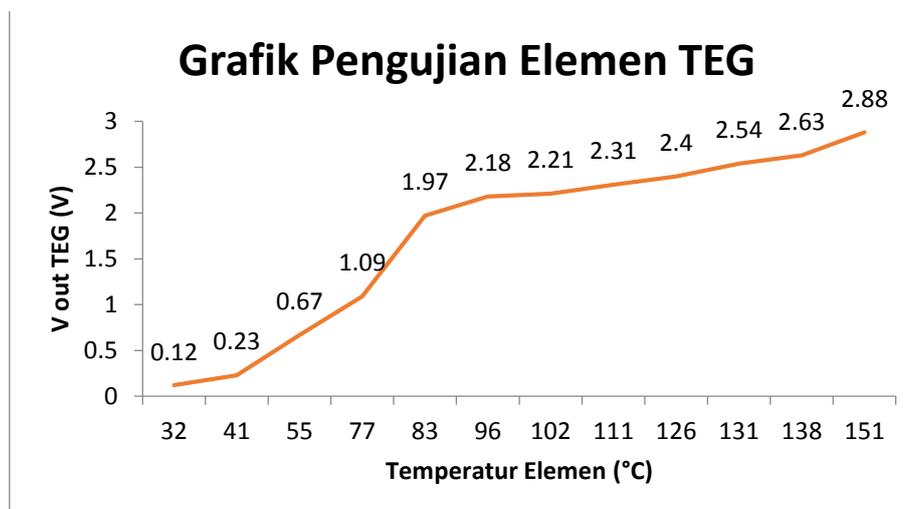
a. Pengujian Elemen *Termolektrik Generator* (TEG)

Pengujian elemen TEG dilakukan dengan memberikan masukan melalui pembakaran dan mengukur hasil nilai tegangan setelah regulasi dilakukan. Adapun hasil pengukuran seperti pada tabel 1. berikut.

Tabel 1. Pengujian Elemen TEG

| T(°C) | Volt TEG (V) |
|-------|--------------|
| 32 | 0.12 V |
| 41 | 0.23 V |
| 55 | 0.67 V |
| 77 | 1.09 V |
| 83 | 1.97 V |
| 96 | 2.18 V |
| 102 | 2.21 V |
| 111 | 2.31 V |
| 126 | 2.40 V |
| 131 | 2.54 V |
| 138 | 2,63 V |
| 151 | 2,88 V |

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa pada suhu 32°C tegangan thermoelektrik menghasilkan 0,12 volt, maka dari itu semakin tinggi perbedaan suhu maka semakin besar tegangan keluarannya. Pada suhu 151°C tegangan thermoelektrik menghasilkan 2,88 volt. Sehingga dapat dikatakan tegangan output berbanding lurus dengan panas yang diserap oleh elemen TEG.



Grafik 1. Pengujian Elemen TEG

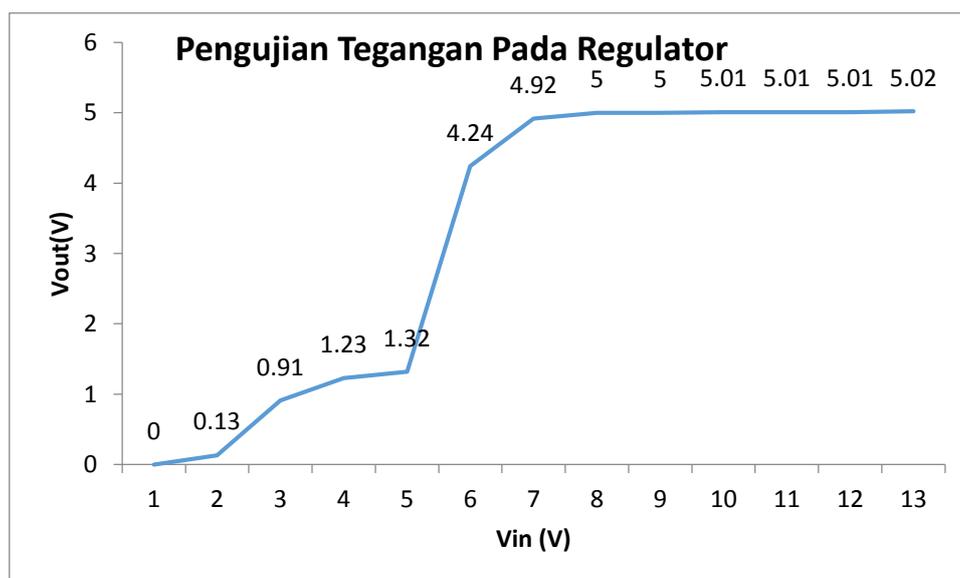
Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin panas suhu yang dihasilkan maka semakin besar pula tegangan output TEG. Sehingga, semakin tinggi perbedaan suhu maka semakin besar tegangan keluarannya. Dapat dikatakan tegangan output berbanding lurus dengan panas yang diserap oleh elemen TEG.

Pengujian rangkaian regulator untuk input pada pengujian ini menggunakan *power supply variable* yaitu *power supply* yang dapat diatur tegangannya. Input dan output regulator diukur dengan voltmeter dimana tegangan input divariasikan oleh *power supply*. Berikut adalah hasil pengujian regulator LM317.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tegangan Pada Regulator LM317

| Vin (V) | Volt (V) |
|---------|----------|
| 0,0 | 0,0 |
| 1,0 | 0,13 |
| 2,0 | 0,91 |
| 3,0 | 1,23 |
| 4,0 | 1,32 |
| 5,0 | 4,24 |
| 6,0 | 4,92 |
| 7,0 | 5,00 |
| 8,0 | 5,00 |
| 9,0 | 5,01 |
| 10,0 | 5,01 |
| 11,0 | 5,01 |
| 12,0 | 5,02 |

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa regulator tidak bekerja saat tegangan masuk masih dibawah 5 V. Sedangkan saat tegangan masuk diatas 5 V regulator akan mulai bekerja meregulasi tegangan pada 5 V. Walaupun tegangannya terus naik, output regulator tetap mempertahankan 5 V sehingga tidak melampaui 5 V. Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan bahwa regulator LM317 telah bekerja sesuai fungsinya.



Grafik 2. Pengujian Regulator

Dari grafik 2 diatas menunjukkan pada tegangan input 0,0 maka output yang dihasilkan adalah 0,0 juga. Pada tegangan input 12 Volt maka output yang dihasilkan adalah 5,02 Volt. Dengan demikian, regulator tidak bekerja saat tegangan masih dibawah 5 V. Saat tegangan masuk diatas 5 V regulator akan mulai bekerja meregulasi tegangan pada 5 V. Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan bahwa regulator LM317 bekerja sesuai fungsinya.

b. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan dilakukan setelah semua komponen sistem telah dirakit dan disatukan. Pada pengujian ini menggunakan sumber panas seperti api unggun. Proses ini terus berlangsung selama api unggun tetap menyala atau tetap panas. Setelah api unggun padam, beberapa saat kemudian tegangan pembangkit mulai turun. Secara rangkaian, alat telah berfungsi dengan benar. Berikut disajikan tabel hasil pengujian yang dilakukan.

Tabel 3. Hasil Pengujian Alat Secara Keseluruhan

| Kondisi api unggun | Waktu (Menit) | Temperatur Plat pembangkit (°C) | Output TEG (V) | Output Regulator(V) | Kondisi charger |
|--------------------|---------------|---------------------------------|----------------|---------------------|-----------------|
| hidup | 0 | 29 | 0,00 | 0,00 | Off |
| hidup | 1 | 45 | 0,41 | 0,00 | Off |
| hidup | 4 | 78 | 6,32 | 4,93 | On |
| hidup | 7 | 97 | 7,67 | 4,99 | On |
| hidup | 11 | 177 | 8,81 | 5,00 | On |
| hidup | 16 | 189 | 9,33 | 5,01 | On |
| hidup | 21 | 192 | 9,52 | 5,01 | On |
| Mati | 26 | 83 | 7,28 | 5,01 | On |
| Mati | 37 | 47 | 0,34 | 0,0 | Off |

Dari tabel 3 diatas dapat dilihat pada kondisi api unggun hidup dengan waktu 0 menit dan temperature suhu 29°C, maka output Regulator 0,00 dan kondisi charger off. Pada waktu 1 menit dengan suhu 45°C, maka output regulator masih tetap pada tegangan 0,00 dan kondisi charger tetap off. Setelah waktu 4 menit suhu pun semakin lama semakin panas dengan suhu 78°C. maka output TEG menghasilkan 6,32 volt dan output regulator 4,93, dengan kondisi charger on.



Gambar 3. Pengujian Saat Mengisi Baterai Ponsel

Tabel 4. Hasil Pengujian Volt TEG Terhadap Beban (HP)

| T(°C) | Volt TEG (V) | Arus pada R 1k ohm (mA) |
|-------|--------------|-------------------------|
| 29 | 0,01 | 0,0 |
| 33 | 0,09 | 0,0 |
| 43 | 0,21 | 0,19 |
| 59 | 0,50 | 0,48 |
| 68 | 0,87 | 0,80 |
| 80 | 1,32 | 1,29 |
| 97 | 1,89 | 1,83 |
| 102 | 2,01 | 1,99 |
| 119 | 2,10 | 2,02 |
| 127 | 2,24 | 2,21 |
| 136 | 2,31 | 2,28 |
| 141 | 2,46 | 2,45 |
| 145 | 2,52 | 2,49 |
| 157 | 2,63 | 2,61 |
| 162 | 2,68 | 2,66 |
| 179 | 2,82 | 2,87 |

Dapat dilihat pada tabel 4 diatas, menunjukkan bahwa pada saat suhu 29°C menghasilkan Volt TEG sebesar 0.01 V, dan pembebanan masih sebesar 0,0 mA. Kemudian pada saat suhu sebesar 102°C tegangan yang dihasilkan sebesar 2,01 V sehingga pembebanan mampu mencapai 1,99 mA. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ketika suhu dari TEG berbanding lurus dengan Volt TEG yang dihasilkan dan pembebanan yang dapat dicapai juga semakin besar.

Kesimpulan

Untuk mendapatkan tegangan dan arus yang cukup dapat dilakukan dengan menserikan beberapa elemen yang mampu meningkatkan tegangan keluaran. Dengan demikian rangkaian seri beberapa elemen pertier dibutuhkan untuk meningkatkan tegangan pada alat tersebut. Pada kondisi api unggun hidup dengan waktu 0 menit dan temperature suhu 29°C, maka output Regulator 0,00 dan kondisi charger off. Pada waktu 1 menit dengan suhu 45°C, maka output regulator masih tetap pada tegangan 0,00 dan kondisi charger tetap off. Setelah waktu 4 menit suhu pun semakin lama semakin panas dengan suhu 78°C. maka output TEG menghasilkan 6,32 volt dan output regulator 4,93, dengan kondisi charger on.

Adapun saran berdasarkan hasil penelitian ini, bahwa perlu adanya pengembangan lebih lanjut agar alat rancangan dapat dimanfaatkan sebagai alat konversi yang lebih besar dan efisien dengan menggunakan pendingin yang lebih baik agar tegangan yang dihasilkan lebih maksimal dan efisien.

Referensi

- Abduh, Muhammad, Iradiratu D.P.K, and Belly Yan Dewantara. (2019). Deteksi Kerusakan Outer Race Bearing Pada Motor Induksi Menggunakan Analisis Arus Stator." *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 1*(2): 1–6.
- J. T. Elektro, F. T. Industri, and U. Gunadarma. (2013). Generator Mini dengan Prinsip Termoelektrik dari Uap Panas Kondensor pada Sistem Pendingin, *10*(4), 180–185.
- D. Wulandari, (2018). Thermoelectric Generator Dengan Variasi Perubahan Suhu. *05*, 66–72.

-
- M. Yusuf. (2018). Memanfaatkan Limbah Panas Mesin Mobil City Car Menggunakan Modul Thermoelectric Cooler (TEC), 1–6
- M. Khalid, M. Syukri, and M. Gapy, (2016). Pemanfaatan Energi Panas Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Berskala Kecil Dengan Menggunakan Termoelektrik, 1(3), 57–62
- J. Sumarjo, A. Santosa, and M. I. Permana. (2017). Pemanfaatan Sumber Panas Pada Kompor Menggunakan 10 Thermoelectric Generator Dirangkai Secara Seri. 11(2), 123–128
- Nogueira, Jason Scott. (1997). *A Guide to Designing and Optimizing Small Photovoltaic System*. Massachusetts Institute of Technology.
- A. A. Rafsanjani, E. Kurniawan, F. T. Elektro, U. Telkom, and B. Converter. (2017). Desain Dan Implementasi Generator Thermoelectric Sebagai Sumber Energi Alternatif Untuk Keperluan Darurat Desain and Implementation Thermoelectric Generator, 4(3), 3311–3316,
- A. R. Fajria, B. Priyanto, and I. Pakaya. (2017). *Rancang Bangun Penstabil Tegangan pada Pembangkit Termoelektrik Skala Pico Berbasis Boost Converter*. 2(2), 117–124
- N. Putra, R. A. Koestoer, M. Adhitya, A. Roekettino, and B. Trianto. (2009). *Kendaraan Hibrid*. 13(2), 53–58
- S. C. Puspita, H. Sunarno, and B. Indarto. (2017). *Generator Termoelektrik untuk Pengisian Aki*. 2–5