

SKRIPSI

EVALUASI KINERJA THERMO ELEKTRIK GENERATOR SP 1848 – 27145 SA MENGGUNAKAN SUMBER UAP PANAS



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

Oleh :

**RIZKY RAHMA PUTRA
03041381520064**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI KINERJA THERMO ELEKTRIK GENERATOR SP 1848 – 27145 SA MENGGUNAKAN SUMBER UAP PANAS



SKRIPSI

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

Oleh :

**RIZKY RAHMA PUTRA
03041381520064**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Palembang, Juli 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama**

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

**Hermawati, S.T., M.T.
NIP : 197708102001122001**

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rizky Rahma Putra
NIM : 03041381520064
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwasanya karya ilmiah yang berjudul “Dampak Sambaran Petir Langsung kepada “Evaluasi Kinerja Thermo Elektrik Generator SP 1848 – 27145 SA Menggunakan Sumber Uap” merupakan karya sendiri dan dapat dibuktikan keasliannya. Apabila di kemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya akan bertanggung jawab dan bersedia untuk menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, Juli 2019



Rizky Rahma Putra

ABSTRAK

EVALUASI KINERJA THERMO ELEKTRIK GENERATOR SP 1848 – 27145 SA MENGGUNAKAN SUMBER UAP PANAS

(Rizky Rahma Putra, 03041381520064, 2019, xiv + 48 hal + lampiran)

Energi panas selama ini belum dapat dimanfaatkan secara optimal, sebagian besar energi panas hanya terbuang percuma. Untuk mengoptimalkan dan meningkatkan efisiensi dalam pemanfaatan energi panas dibutuhkan suatu alat yang dapat mengkonversi energi panas menjadi energi listrik secara langsung. Pada penelitian ini modul Thermo Elektrik Generator digunakan sebagai alat pengkonversi energi panas menjadi energi listrik. Dalam penelitian ini telah berhasil dibuat pembangkit Thermo Elektrik Generator dengan menggunakan 4 buah TEG SP 1848-27145 SA. Pengujian dilakukan sampai dengan nilai T_H tertinggi pada 118°C . Dengan memanfaatkan sistem pendinginan dari *heatsink* sebagai pendingin sehingga nilai dari T_C sebesar 57°C pada $T_H 90^{\circ}\text{C}$. ΔT maksimum yang dapat dicapai pada pengujian ini adalah sebesar 33°C . dengan koefisien seebeck sebesar $0,044\text{ Volt}^{\circ}\text{C}$ pembangkit Thermo Elektrik Generator dapat menghasilkan tegangan sebesar $1,484$ Volt dan daya sebesar $0,284$ Watt pada $\Delta T 33^{\circ}\text{C}$

Kata kunci : *Pembangkit Thermo Elektrik, Koefisien Seebeck, TEG SP 1848-27145 SA*



Palembang, Juli 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Hermawati, S.T., M.T.
NIP : 197708102001122001

ABSTRACT
EVALUATION OF GENERATOR THERMO ELECTRIC
SP 1848 – 27145 SA PERFORMANCE BY USING HEAT RESOURCES
(Rizky Rahma Putra, 03041381520064, 2019, xiv + 48 hal + lampiran)

Heat energy has not been optimally utilized, most of the heat energy is wasted. To optimize and increase efficiency in the utilization of heat energy, a device is needed that can convert heat energy into electricity directly. In this study a thermoelectric module was used as a means of converting heat energy into electrical energy. In this study a thermo electric generator was successfully made by using 4 pieces of TEG SP 1848-27145 SA . Tests are carried out with T_H limit values at 118 °C. By utilizing the copying system of the heatsink as a cooler so the value of T_C is 57 °C at T_H 90 °C. ΔT the maximum that can be achieved in this test is 33 ° C. with a seebeck coefficient of 0,044 Volt/°C the thermo electric generator can produce a voltage of 1,484 Volts and a power of 0,2847160 Watt at ΔT 33 °C

Keywords: *Thermo Electric Generator, Seebeck Coefficient, TEG SP 1848-27145 SA.*



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhamad Abu Bakar Sijik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Palembang, Juli 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Hermawati, S.T., M.T.
NIP : 197708102001122001

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“EVALUASI KINERJA THERMO ELEKTRIK GENERATOR SP1848 – 27145 SA MENGGUNAKAN SUMBER UAP PANAS”**. Shalawat beriring salam tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, beserta para keluarganya, sahabatnya dan Insya Allah umatnya.

Penulis menyadari bahwa proses selama penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, adik saya tercinta, beserta keluarga besar yang senantiasa mendoakan kelancaran dalam penulisan skripsi.
2. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya beserta staff.
3. Ibu Hermawati, S.T., M.T selaku Pembimbing Utama dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Herlina Wahab, S.T., M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Irmawan S.Si., M.T. selaku Pembimbing Akademik Yang telah membantu kelancaran selama masa perkuliahan.
7. Asisten Laboratorium Fenomena Medan Elektromagnetik Teknik Elektro Universitas Sriwijaya periode 2017/2018.
8. Sahabat seerbimbangan As'at Rahmat dan Asyef Marloqi.
9. Mitra kerja dalam pembuatan alat Ahmad Erix Pratama.
10. Teman-teman M. Rafi, Rahmat Rizki, Amanda Septania G., Ilham Al Taqwa, Evander Johan, Ferlian Seftianto, M. Ahdil Falach, Prasetia Aji W.,

M. Arief Kurniawan, Helmi Luthfi Ryanza Arief, Edwin Tamara, Daniel Silaen, Ahmad Irham Hanif, Moh. Romi Syahputra, Ahmad Rozan dan Fauzullail Apridelyansa.

11. Kawan-kawan Elektro Universitas Sriwijaya angkatan 2015.
12. Keluarga Besar Teknik Elektro Universitas Sriwijaya Angkatan 2012 hingga 2017.
13. Serta pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga bantuan, dukungan, serta doa yang telah diberikan dapat menjadi suatu keberkahan dan diridhoi Allah SWT. Dan penulis mengharapkan tugas akhir ini bisa memberikan sumbangsih bagi ilmu pengetahuan dan teknologi yang bermanfaat bagi banyak orang.

Palembang, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

COVER SKRIPSI	i
ABSTRAK	ii
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR RUMUS	ix
NOMENKLATUR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	2
1.4 Lingkup Kerja	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Dasar Thermo Elektrik	5
2.1.1 Pengertian Thermo Elektrik Generator	6
2.1.2 Jenis Thermo Elektrik Generator	6
2.2 Efek – efek Thermo Elektrik	7
2.2.1 Efek <i>Seebeck</i>	7
2.2.2 Efek <i>Joule</i>	9
2.2.3 Efek Konduksi	9
2.2.4 Efek <i>Peltier</i>	10
2.3 Bahan dan Elemen Penyusun Thermo Elektrik <i>Peltier</i>	11
2.3.1 Bahan Penyusun Thermo Elektrik <i>Peltier</i>	11
2.3.2 Elemen Penyusun Thermo Elektrik <i>Peltier</i>	12
2.4 Efek – Efek Perpindahan Panas Thermo Elektrik	13
2.5 Daya yang Dihasilkan Oleh Thermo Elektrik	14
2.5.1 Pengertian Daya	14
2.5.2 Daya Aktif	15
2.6 Steam Trap	16

2.7 Thermal Paste	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Lokasi Pelaksanaan	18
3.2 Waktu Pelaksanaan	18
3.3 Metode Penelitian	18
3.4 Peralatan dan Bahan	19
3.4.1 Peralatan	19
3.4.2 Bahan	21
3.5 Rangkaian Percobaan	25
3.5.1 Bagan Alir Pengujian	26
3.5.2 Tabel Perencanaan Penelitian	27
3.6 Cara Kerja Alat Prototipe	27
3.7 Tahapan Penelitian	28
3.8 Gambar Prototipe Alat	30
3.8.1 Gambar Desain Awal Prototipe Alat	30
3.8.2 Spesifikasi Percobaan Prototipe Alat	31
BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA	32
4.1 Umum	32
4.1.1 Gambar Hasil Akhir Prototipe Alat	33
4.2 Data Hasil Pengukuran	35
4.3 Perhitungan	37
4.4 Analisa Hasil Penelitian	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	50
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Modul Thermo Elektrik	6
Gambar 2.2 Skema Efek <i>Seebeck</i> pada suatu Bahan	8
Gambar 2.3 Efek dari <i>Peltier</i> pada Modul Thermo Elektrik	10
Gambar 2.4 Elemen Thermo Elektrik <i>Peltier</i>	11
Gambar 2.5 Penampang Thermo Elektrik	13
Gambar 3.1 <i>Multimeter</i> Digital	19
Gambar 3.2 <i>Thermometer Gun</i> Digital	20
Gambar 3.3 <i>Heatsink</i> berbahan dasar Alumunium	20
Gambar 3.4 Modul Thermo Elektrik Generator SP 1848 – 27145 SA	21
Gambar 3.5 <i>Thermal Paste</i>	21
Gambar 3.6 Pipa Tembaga.....	23
Gambar 3.7 Dempul Besi	23
Gambar 3.8 Kabel	24
Gambar 3.8 Skema Rangkaian Percobaan dan Pengukuran	24
Gambar 3.9 Bagan Alir Pengujian	25
Gambar 3.10 Gambar Desain Awal Prototipe	29
Gambar 4.1 Prototipe Pembangkit Thermo Elektrik Generator	30
Gambar 4.2 Gambar Hasil Akhir Prototipe Alat Sebelum Dirangkai Dengan Thermo Elektrik Generator.....	31
Gambar 4.3 Gambar Hasil Akhir Prototipe Alat Setelah Dirangkai Dengan Thermo Elektrik Generator.....	31
Gambar 4.4 Gambar Hasil Akhir Prototipe Alat Setelah Dirangkai Dengan Thermo Elektrik Generator Dari Sisi Atas	32
Gambar 4.5 Gambar Hasil Akhir Prototipe Alat Setelah Dirangkai Dengan Thermo Elektrik Ketika Pengujian.....	33
Grafik 4.1 Grafik Perbandingan Tegangan	45
Grafik 4.2 Grafik Perbandingan koefisien <i>Seebeck</i>	46
Grafik 4.3 Grafik Daya	47

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Rencana Penelitian	26
Tabel 4.1 Tabel Hasil Pengukuran Prototipe Thermo Elektrik Generator	36
Tabel 4.2 Tabel Koefisien $\alpha_{Seebeck}$	41
Tabel 4.3 Tabel Data Hasil Seluruh Pengukuran Setelah Perhitungan	43

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	7
Rumus 2.2	8
Rumus 2.3	8
Rumus 2.4	13
Rumus 2.5	14

NOMENKLATUR

ΔT	: Perbedaan suhu ($^{\circ}\text{C}$)
T_H	: Suhu pada sisi panas ($^{\circ}\text{C}$)
T_C	: Suhu pada sisi dingin ($^{\circ}\text{C}$)
$\alpha_{seebeck}$: Koefisien <i>Seebeck</i> ($\text{V}/^{\circ}\text{C}$)
V_{oc}	: Tegangan <i>open circuit</i> (Volt)
V_{load}	: Tegangan beban (Volt)
I	: Arus (Ampere)
P	: Daya yang dihasilkan dari Perhitungan V_{LOAD} dan I (Watt)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi tidak lepas dari kehidupan makhluk hidup dalam menjalankan aktivitas sehari-hari. Kebutuhan akan energi semakin meningkat seiring dengan berkembangnya teknologi. Akan tetapi, tidak semua sumber energi yang dimanfaatkan dapat diperbarui sehingga suatu saat sumber energi ini akan habis, seperti halnya energi fosil. Energi fosil merupakan energi yang berasal dari sumber daya fosil seperti batu bara dan minyak bumi yang terjadi akibat adanya penimbunan fosil selama berjuta tahun lamanya. Ironisnya, energi fosil inilah yang paling banyak digunakan. Dalam kehidupan kita sehari-hari, energi fosil seperti minyak bumi, gas bumi, dan batu bara mendominasi sebagian besar konsumsi energi, sedangkan pemakaian energi terbarukan yang terdiri atas air dan panas bumi hanya sebagian kecilnya saja. Selain itu, eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan juga berdampak pada rusaknya lingkungan terutama membentuk lubang pada lapisan ozon yang melindungi bumi dari panas dan bahaya radiasi matahari. Untuk itu, pengembangan energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan perlu dilakukan demi terpenuhinya kebutuhan energi dan kelangsungan hidup tumbuhan, hewan, dan manusia.

Tak dapat dipungkiri bahwa banyak energi panas sisa dari hasil proses penggunaan energi fosil terbuang percuma ke alam sekitar, akibatnya efisiensi dari konversi energi tersebut menjadi tidak optimal, maka dari itu perlunya dilakukan pemanfaatan energi panas sisa ini untuk menjadi energi listrik yang bisa digunakan untuk keperluan yang lainnya. Maka dari itu diperlukan suatu alat yang dapat menangkap perbedaan suhu menjadi energi listrik. Pembangkit daya Thermo Elektrik TEG (*Thermo Electric Generator*) telah lama digunakan untuk menghasilkan energi listrik di mana ketika perbedaan temperatur terjadi antara dua material semi konduktor yang berbeda, elemen Thermo Elektrik ini akan

mengalirkan arus sehingga menghasilkan perbedaan tegangan. Prinsip ini dikenal dengan nama “efek Seebeck” yang merupakan fenomena kebalikan dari efek Peltier TEC (*Thermo Electric Cooling*). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi energi listrik modul *Peltier* yang akan menjadi sumber energi alternatif dengan menggunakan panas sisa dan perbedaan suhu yang signifikan.

Dari latar belakang tersebutlah maka penulis mengangkat judul Tugas akhir “Evaluasi Kinerja Thermo Elektrik Generator SP1848 – 27145 SA Menggunakan Sumber Uap Panas”.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini terdapat permasalahan yang menjadi titik utama pembahasan, yaitu adanya pengaruh dari perbedaan suhu yang signifikan dikedua sisi semi konduktor terhadap besarnya daya yang dikeluarkan oleh Thermo Elektrik Generator pada sebuah uap steam yang terbuang ke udara bebas. Proses ini menggunakan permodelan dengan menggunakan sebuah bejana tertutup yang berisi air untuk kemudian dididihkan hingga mencapai titik didih air yaitu sebesar 100°C yang selanjutnya disalurkan melalui sebuah pipa tembaga ke perangkap uap (*steam trap*) yang digunakan untuk mengkonduksikan panas dari uap panas ke modul Thermo Elektrik Generator yang terpasang di sisi *luar steam trap*.

1.3. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penulisan pada tugas akhir ini yaitu :

1. Untuk Mengukur nilai tegangan yang dihasilkan pada modul Thermo Elektrik Generator SP 1848 – 27145 SA.
2. Untuk melihat pengaruh perbedaan suhu pada modul Thermo Elektrik Generator SP 1848 – 27145 SA terhadap nilai tegangan, arus dan daya yang terbesar yang didapatkan dari hasil perhitungan..

3. Untuk mengetahui efek *seebeck* yang didapat pada modul Thermo Elektrik Generator SP 1848 – 27145 SA.

1.4. Lingkup Kerja

Lingkup kerja pada penelitian ini adalah:

1. Tugas akhir ini hanya menguji pengaruh perbedaan suhu disalah satu sisi Thermo Elektrik Generator SP 1848 – 27145 SA terhadap keluaran daya yang dihasilkan.
2. Modul Thermo Elektrik yang digunakan adalah Thermo Elektrik Generator SP 1848 – 27145 SA.
3. Tidak menghitung Efisiensi pada Thermo Elektrik Generator SP 1848 – 27145 SA.
4. Suhu yang digunakan dalam pengujian pada Thermo Elektrik Generator SP 1848 – 27145 SA ini tidak melebihi titik didih air.
5. Suhu ruangan dalam pengujian pada Thermo Elektrik Generator SP 1848 – 27145 SA ini tidak dikondisikan.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika pembahasan dalam tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, tujuan penulisan, perumusan masalah, pembatasan masalah, metodelogi penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan teori dasar dan teori pendukung yang berkaitan dengan tugas akhir ini.

BAB III : METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini menerangkan tentang bagaimana bentuk, bagian, dan skema alat pengujian termasuk didalamnya juga tentang metode penelitian termasuk jenis penelitian, objek penelitian, jenis data, metode pengumpulan data, prosedur pengolahan data dan persamaan-persamaan yang dipakai dalam perhitungan untuk melihat dan menghitung dari pengujian alat prototipe Thermo Elektrik Generator SP 1848 – 27145 SA

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menerangkan tentang pengolahan data dan analisis dari pengujian Thermo Elektrik Generator SP 1848 – 27145 SA yang telah dilakukan dan kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran yang dirangkum dari keseluruhan pembahasan pada tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Daftar Pustaka

- [1] S. Klara, D. Program, S. Teknik, S. Perkapalan, U. Hasanuddin, K. Gowa, M. Program, S. Teknik, S. Perkapalan, U. Hasanuddin, and K. Kunci, "PEMANFAATAN PANAS GAS BUANG MESIN DIESEL SEBAGAI," vol. 14, pp. 22–26, 2016.
- [2] H. Sugiyanto, A. H. Paronda, and S. Samsiana, "RANCANG BANGUN PEMANFAATAN THERMOELECTRIC SEBAGAI PENDINGIN PADA KONTROL MESIN INJECTION PLASTIK STORK 450 T," vol. 5, no. 2, pp. 125–138, 2017.
- [3] M. A. P. Pradana and Tjendro, "PROTOTYPE SISTEM KONTROL OTOMATIS PADA PEMBANGKIT LISTRIK ALTERNATIF TEGANGAN RENDAH," vol. 15, pp. 112–126, 2016.
- [4] S. Ependi, N. Maharta, and E. Suyatno, "PENGEMBANGAN PERANGKAT KONVERSI ENERGI PANAS MENJADI ENERGI LISTRIK," no. 1, pp. 37–46, 2016.
- [5] G. Levy, "Thermoelectric Effect Under Adiabatic Conditions," vol. 14, no. 71, pp. 76–89, 2013.
- [6] R. J. Buist and P. G. Lau, "Thermoelectric Power Generator Design and Selection from TE Cooling Module Specifications," no. 616, 2013.
- [7] A. P. Malvino and J. Santoso, *Prinsip - Prinsip Elektronik*, Edisi Pert. Jakarta: PT Salemba Teknika, 2003.
- [8] Y. A. Cengel and M. A. Boles, *THERMODYNAMICS, An engineering Approach*, Fifth Edit. New York: McGraw-Hill, 2004.
- [9] W. A. Nugroho, M. S. Haryadi, and Rudhiyanto, "EXHAUST SYSTEM GENERATOR: KNALPOT PENGHASIL LISTRIK DENGAN PRINSIP TERMOELEKTRIK Wisnu," pp. 161–168, 2015.
- [10] J. Culp, Archie W. and K. H. Darwin Sitompul, *Prinsip-prinsip konversi energi*. Jakarta: Erlangga, 1989.
- [11] P. H. Siswantika, N. A. Wibowo, and A. Setiawan, "PENGUJIAN PROTOTIPE GENERATOR TERMOELEKTRIK BERBAHAN BAKAR MINYAK JELANTAH," vol. 12, no. 2, pp. 113–122, 2013.

- [12] C. Veri, L. Franciosso, M. Pasca, C. De Pascali, P. Siciliano, and S. D. Amico, “An 80mV Startup Voltage Fully Electrical DC – DC Converter , for Flexible Thermoelectric Generators,” no. c, pp. 2–3, 2016.
- [13] S. Muslim, Joko, and P. Wanarti R., *Teknik Pembangkitan Tenaga Listrik*, Jilid 1. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [14] W. Glatz, E. Schwyter, L. Durrer, C. Hierold, and S. Member, “Bi 2 Te 3 - Based Flexible Micro Thermoelectric Generator With Optimized Design,” vol. 18, no. 3, pp. 763–772, 2009.
- [15] C. Liu, P. Chen, and K. Li, “A 1 KW Thermoelectric Generator for Low-temperature Geothermal Resources Figure 1 : Schematic,” no. 2001, pp. 1–12, 2014.
- [16] S. Wane, “Thermo-Electric Harvesting and Co-Design Strategies Toward Improved Energy Efficiency of Emerging Wireless Technologies,” *2018 Texas Symp. Wirel. Microw. Circuits Syst.*, pp. 1–4, 2018.
- [17] T. W. Yulianingrum, F. D. Setiaji, L. B. Setyawan, U. Kristen, and S. Wacana, “Perancangan Alas Setrika Sebagai Pengisi Baterai (Battery Charger) dengan Memanfaatkan Energi Panas Terbuang pada Saat Jeda Menyetrika,” no. Gambar 1, pp. 127–136, 2015.
- [18] J. Yan, X. Liao, D. Yan, and Y. Chen, “Review of Micro Thermoelectric Generator,” vol. 27, no. 1, pp. 1–18, 2018.
- [19] C. Anwar, E. Septa, J. Hidayat, and D. Tahir, “Analysis of Thermal Treatment Zirconia as Spacer Layer on Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC) Performance with Monolithic Structure,” vol. 18, no. 1, pp. 21–26, 2018.