

UJI TERMOELEKTRIK GENERATOR DENGAN MEMANFAATKAN MEDIA LAPISAN TIMAH SEBAGAI PENYERAP PANAS MATAHARI

**Zanu Saputra ¹, Nofriyani ², Ocsirendi ³, M. Naufal Almahmudy ⁴,
Sunita Handayani ⁵**

*Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Jl. Timah Raya Air Kantung
Sungailiat, Bangka, 33211, Indonesia*

*¹zanusaputra@gmail.com, ²nofriyani03@yahoo.com, ³ocsirendi87@gmail.com,
⁴nordic7199@gmail.com, ⁵sunitahandayani2@gmail.com*

ABSTRACT

Electricity is the most important and needs of human beings, thus increasing current electricity use. From such increases, it should tap into an alternative energy source by harnessing the heat of the sun. One technology USES solar heat is thermoelectric. The aim of the research was to make power plants alternate using thermoelectric and obtain testing results in tension, current, and temperature. This thermoelectric generator USES 14 Peltier modules with a teg-sp1848 type. The test uses DS18B20 sensors in order to read the temperature on both sides of the hot side TEG and cold side to make it safer because the waterproof result of the test was obtained. Tests using heat absorbing media added with tin sand or without added tin sand, the results obtained between the difference in temperature are not much different, namely an average of 0.7°C. Data was collected every 30 minutes with the highest output voltage of 1 volt and a current of 1.1mA, which occurred at 13:30 WIB.

Keywords: Efek Seebeck, TEG-SP1848, Thermoelektrik Generator

ABSTRAK

Listrik menjadi sumber energi utama yang paling penting dan dibutuhkan manusia sehingga meningkatkan penggunaan listrik saat ini. Dari peningkatan tersebut, maka harus memanfaatkan sumber energi alternatif dengan memanfaatkan suhu panas sinar matahari. Salah satu teknologi pemanfaatan panas sinar matahari adalah termoelektrik. Tujuan penelitian ini adalah pengujian rancangan pembangkit listrik alternatif menggunakan termoelektrik untuk mengetahui berapa besar tegangan, arus keluaran serta suhu pada bagian heat side dan cold side. Penggunaan termoelektrik generator ini menggunakan 14 modul peltier dengan tipe TEG-SP1848. Sensor DS18B20 waterproof digunakan agar dapat membaca suhu di kedua sisi perantara TEG sisi panas dan sisi dingin agar lebih aman karena bersifat anti air. Pengujian menggunakan media penyerap panas sinar matahari ditambahkan pasir timah ataupun tanpa ditambahkan pasir timah hasil yang didapatkan antara selisih beda suhu tidak jauh berbeda yaitu rata-rata 0.7°C. Pengambilan data dilakukan setiap 30 menit sekali dengan hasil tegangan output tertinggi 1 volt dan arus sebesar 1.1mA yang terjadi pukul 13:30 WIB.

Kata kunci: Efek Seebeck, TEG-SP1848, Thermoelektrik Generator

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu energi yang sangat dibutuhkan dan pemanfaatannya terus meningkat. Pada 15 tahun terakhir, manusia terus berupaya meningkatkan produksi energi listrik

untuk kebutuhan industri, alat transportasi dan peningkatan kualitas hidup. Semakin sedikitnya cadangan gas dan minyak bumi secara global menjadikan sumber energi alternatif dimanfaatkan. Para peneliti dan industri telah melihat serta berupaya dalam mengelola energi

dengan metode yang lebih baik sehingga dapat meningkatkan efisiensi dalam sistem energi. Energi panas adalah salah satu energi yang dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif. Energi ini banyak tersedia baik dari alam ataupun dengan sistem buatan. Misalkan energi panas matahari dapat dimanfaatkan untuk solar sel dan juga untuk termoelektrik generator. Keuntungan pemanfaatan energi panas matahari adalah murah, tidak menyebabkan dampak limbah dan polusi serta kapasitas cukup besar terlebih di daerah tropis. Termoelektrik generator (TEG) adalah salah satu teknologi yang dikembangkan di bidang ilmu *renewable energy*. Prinsip TEG yaitu mengkonversi energi panas (perbedaan suhu) menjadi energi listrik dengan memanfaatkan fenomena seebeck [1]. Saat ini, aplikasi TEG dapat memungkinkan mengembalikan energi panas yang hilang, produksi energi pada lingkungan yang ekstrem, pemenuhan tenaga listrik di daerah terpencil dan sistem tenaga untuk mikrosensor. Lebih lanjut Energi panas matahari secara langsung dapat pula dimanfaatkan sebagai penghasil listrik [2].

Energi panas matahari dimanfaatkan secara langsung untuk aplikasi TEG pada bagian *heat side* sebagai alternatif pembangkit energi listrik dikawasan Pantai Pandansimo Srandakan, Kabupaten Bantul, Provinsi Yogyakarta. Sedangkan pada *cool side* termoelektrik generator menggunakan media air [3]. Selain itu, Sugiyanto (2014) meneliti tentang pemanfaatan panas knalpot sepeda motor matic 110 cc untuk pembangkit listrik mandiri dengan menggunakan modul termoelektrik generator. Nandi Putra, dkk (2009) melakukan penelitian menggunakan 12 modul TEG dengan memanfaatkan panas gas buang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya output maksimum mencapai 8,11 Watt dengan perbedaan temperature rata-rata 42,820C [4].

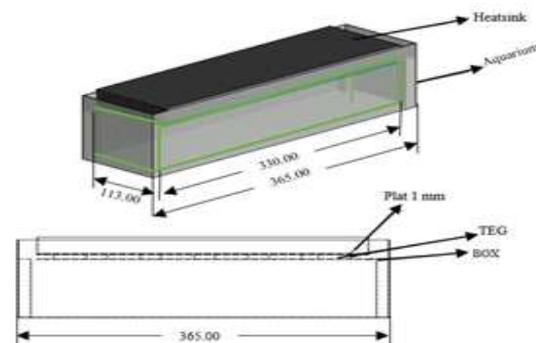
Berdasarkan penjelasan di atas penelitian yang akan dilakukan adalah pengembangan aplikasi termoelektrik generator dengan pemanfaatan penyerapan panas sinar matahari. Media yang digunakan dalam proses penyerapan panas tersebut menggunakan aluminium dengan desain berisip. Pada bagian bersirip tersebut ditambkan lapisan material timah untuk mendapatkan penyerapan panas optimal. Media air dimanfaatkan untuk bagian *cool side* sehingga diharapkan perbedaan temperatur bisa signifikan. Dengan pengambilan data tegangan dan arus saat pengujian dimungkinkan dapat mengetahui karakteristik kinerja sistem TEG yang dibuat. Sehingga kontribusi bidang ilmu *renewable energy* semakin dapat diperkaya untuk pengembangan dan alternatif pemenuhan energi listrik khususnya di Bangka-Belitung.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan dengan perancangan konstruksi dan sistem Pembangkit Listrik Termoelektrik Generator serta pengujian dengan metode eksperimental daya keluaran pembangkit terhadap perbedaan temperatur penyerapan panas.

2.1 Perancangan Konstruksi

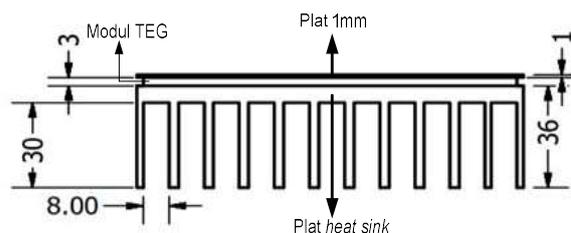
Perancangan sistem konstruksi terbagi dua bagian yaitu *heat side* untuk bagian penyerapan panas sinar matahari dengan *heatsink* kemudian ditambahkan pasir timah agar panas yang didapatkan secara merata untuk diserap oleh termoelektrik. *Cold side* untuk bagian sistem pendinginan yang berbentuk sebuah bak penampungan air untuk mendapatkan suhu dingin yang akan diserap oleh termoelektrik. Bak penampung dibuat menggunakan kaca dibentuk seperti akuarium persegi. Bahan kaca dipilih untuk mempertahankan sifat temperatur yang rendah. Rancangan konstruksi pembangkit listrik alternatif memanfaatkan TEG seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Rancangan Konstruksi TEG

Berdasarkan gambar 1 rancangan konstruksi diatas dapat dijelaskan sebagai berikut:

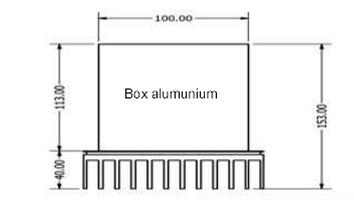
Gambar 2 menunjukkan konstruksi *heatsink*, plat aluminium dan modul TEG. *Heatsink* mempunyai panjang 400 mm, tinggi 36mm dan ketebalan plat 3mm yang memiliki 12 sirip dengan jarak antar sirip 8.00 mm. TEG ditempatkan diantara plat *heatsink* dan plat aluminium 1 mm.



Gambar 2. konstruksi Heatsink dan Penempatan Modul TEG

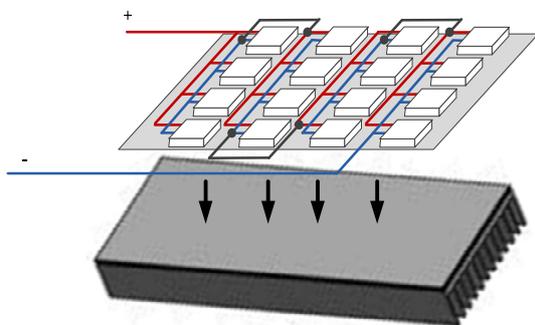
Uji Termoelektrik Generator dengan Memanfaatkan Media Lapisan

Heatsink yang sudah ditambahkan dengan box aluminium di atasnya digunakan sebagai kaki penyangga bak kaca akuarium saat digunakan pada pengujian menggunakan media panas sinar matahari. Box aluminium ini memiliki ketinggian 113.00mm, lebar box aluminium 100.00mm serta tinggi keseluruhan 153.00mm. Seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Konstruksi heatsink dan box aluminium

Rangkaian TEG yang disusun sebanyak 14 buah modul (dirangkai secara seri paralel) TEG-SP1848 dengan ukuran spesifikasinya 40mm x 40mm dan jarak antar sisi TEG \pm 1mm. Rangkaian seri dan paralel TEG difungsikan untuk mendapatkan arus dan tegangan optimal dari 14 modul tersebut. Jika mengacu pada spesifikasi teknis, perbedaan temperatur yang terjadi adalah 40°C maka tegangan keluaran yang diharapkan adalah 1,8V dikalikan 7 modul yaitu 12,6 Volt. Gambar 4 menunjukkan rangkaian (susunan) seri paralel TEG SP1848:



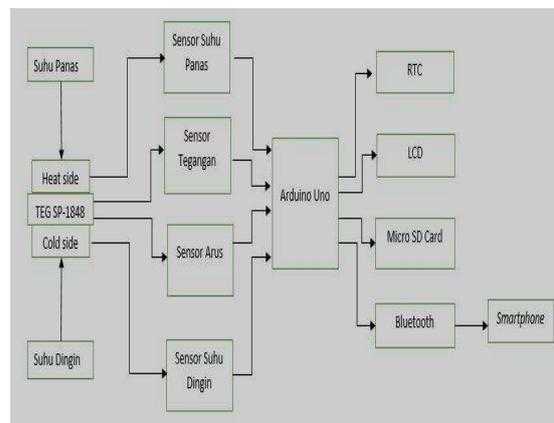
Gambar 4. Rangkaian Seri Paralel TEG

Susunan TEG seperti gambar 3 tersebut ditempatkan pada posisi *heat side* TEG bersentuhan langsung dengan *heat sink*. Sedangkan *cool side* TEG diposisikan terhadap plat aluminium yang terkena langsung dengan media air.

2.2 Perancangan Sistem Monitoring

Perancangan sistem dari Pembangkit Listrik menggunakan TEG ini berupa sistem monitoring untuk melihat respon dari tegangan dan arus keluaran sistem pembangkit. Gambar 5

berikut adalah blok diagram yang digunakan pada alat monitoring tersebut..



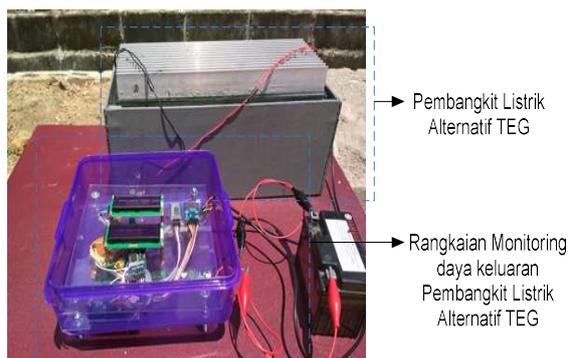
Gambar 5. Alur proses fabrikasi elektroda

Berdasarkan blok diagram TEG yang sudah disusun dan ditempatkan diantara plat aluminium ketebalan 1mm dan *heatsink* dirangkai seri paralel dengan 14 modul TEG untuk mendapatkan hasil daya yang optimalisasi. Untuk mengetahui besaran arus dan tegangan maka dihubungkan dengan sensor arus dan tegangan pada keluaran TEG. Selain itu sensor suhu yang digunakan adalah sensor yang *waterproof* untuk mengetahui perbedaan temperatur *heat side* dan *cool side* pada konstruksi TEG. Perbedaan temperatur panas dan dingin sangat mempengaruhi kondisi dari TEG yang akan menghasilkan tegangan dan arus. Semua data arus, tegangan dan temperatur dari TEG akan di *sensing* oleh masing-masing sensor selanjutnya diolah Arduino Uno. Selanjutnya pengolahan data tersebut disimpan pada *micro SD card* dan tampilkan pada LCD. Selain itu dapat juga dimonitoring melalui *smart phone*.

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembangkit listrik alternatif menggunakan TEG terdiri dari beberapa bagian yaitu konstruksi pembangkit alternatif TEG, *hardware* rangkaian monitoring dan konstruksi rangka secara keseluruhan. Pembangkit listrik alternatif menggunakan TEG secara keseluruhan tersebut dapat dilihat pada Gambar 6

Uji Termoelektrik Generator dengan Memanfaatkan Media Lapisan



Gambar 6. Pembangkit listrik alternatif menggunakan TEG

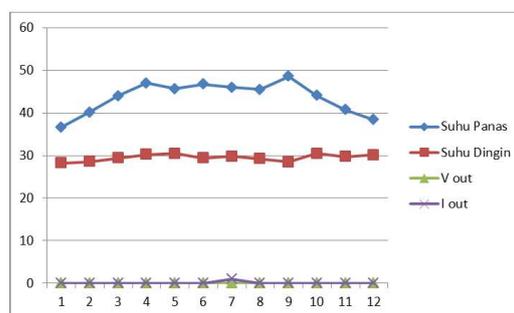
3.1 Pengujian Tegangan dan Arus Keluaran TEG

Pengujian dilakukan menggunakan penyerap sinar matahari (*heat sink*) dan ditambah dengan pasir timah serta media pendinginan berupa air dimulai pada pukul 09:30 WIB sampai pukul 15:00 WIB. Penambahan pasir timah dilakukan dengan cara memasukkan pasir timah pada tiap sirip *heatsink*. Selanjutnya pasir timah tersebut dipadatkan sehingga bidang kontak dengan *heatsink* lebih baik. Data hasil pengujian yang diambil adalah setiap 30 menit sekali. Pembacaan data setiap sensor berupa data tegangan, arus dan suhu. Data pengujian disimpan pada SD card dan jugaditampilkan pada LCD. Selain itu monitoring pengujian ini dapat dilakukan menggunakan *smart phone* secara *real time*. Pengambilan data *prototipe* pembangkit listrik menggunakan termoelektrik generator dengan menggunakan penghantar panas *heatsink*, dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Data pengujian tegangan dan arus output menggunakan penyerap panas dan pasir timah

Waktu Pengukuran	Suhu (°C)		Tegangan (VOLT)	Arus (mA)
	Panas	Dingin		
9:30:00	36.63	28.25	0	0.0
10:00:00	40.13	28.56	0	0.0
10:30:00	44	29.37	0	0.2
11:00:00	46.94	30.25	0	0.2
11:30:00	45.63	30.5	0	0.5
12:00:00	46.7	29.4	0.	0.8
12:30:00	45.94	29.81	0.8	1.0
13:00:00	45.44	29.19	0.8	1.1
13:30:00	48.56	28.44	0.9	1.1
14:00:00	44.06	30.5	0.8	1.1
14:30:00	40.75	29.75	0.8	0.8
15:00:00	38.38	30.12	0.5	0.5

Respon suhu panas dari awal pengujian (pukul 09.30 WIB) sampai dengan akhir pengujian (pukul 15.00 WIB) menunjukkan keselarasan terhadap yang di dihasilkan oleh panas matahari. Berdasarkan pengujian suhu tertinggi terjadi pada pukul 13:30 WIB sebesar 48.56°C dengan perbedaan *temperature* dingin pada media air sebesar 28.44°C. Hal tersebut menghasilkan arus keluaran pembangkit listrik alternatif TEG sebesar 1.1mA. Tegangan keluaran yang dihasilkan tidak mengalami perubahan signifikan yaitu sebesar 0,9Volt. Pengambilan data pengukuran dilakukan setiap 30 menit sekali. Grafik dari perubahan suhu, tegangan, dan arus dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik hasil pengujian (perubahan suhu terhadap tegangan dan arus)

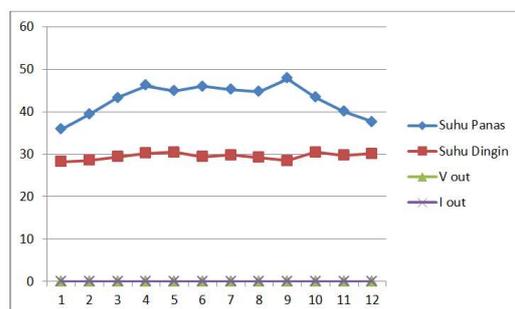
Alternatif pengujian juga dilakukan dengan cara menghilangkan pasir timah pada bagian penyerap panas sinar matahari (*heat sink*). Hal ini dilakukan untuk melihat perbandingan apakah terjadi perbedaan arus dan tegangan keluaran pembangkit listrik alternatif menggunakan TEG. Pengambilan data penguian dilakukan setiap 30 menit sekali pada pengujian pembangkit listrik alternatif TEG dengan sumber panas sinar matahari. Media pendinginan berupa air masih digunakan pada bagian *cool side*. Volume air yang digunakan pada media pendingin (bak penampung) sama dengan volume pengujian sebelumnya. Respon yang dilihat terdiri dari besaran suhu, tegangan dan arus dengan beban resistor yang sama pada pengujian sebelumnya. Waktu pengujian dimulai pada pukul 09:30 WIB sampai pukul 15:00 WIB. Data pengujian dimonitoring dan disimpan menggunakan sistem kontrol monitoring secara *real time*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Uji Termoelektrik Generator dengan Memanfaatkan Media Lapisan

Tabel 2. Data pengujian tegangan dan arus output tanpa pasir timah pada bagian penyerap panas.

Waktu Pengukuran	Suhu (°C)		Tegangan (VOLT)	Arus (mA)
	Panas	Dingin		
9:30	35.93	28.25	0	0
10:00	39.43	28.56	0	0
10:30	43.3	29.37	0	0,1
11:00	46.24	30.25	0,1	0,1
11:03	44.93	30.5	0,1	0,3
12:00	46.23	29.4	0,2	0,3
12:30	45.24	29.81	0,4	0,6
13:00	44.74	29.19	0,5	0,7
13:30	47.86	28.44	0,6	0,7
14:00	43.36	30.5	0,4	0,7
14:30	40.05	29.75	0,4	0,6
15:00	37.68	30.12	0,3	0,5

Jika dilihat dari tren suhu tinggi (panas) kenaikan suhu terjadi ketika panas matahari pada puncak panasnya yaitu pada pukul 11.03 WIB sampai dengan 14.00 WIB. Sedangkan pada suhu rendah (dingin) tidak terjadi perubahan secara signifikan atau suhu relatif konstan. Pengujian data dapat ditampilkan secara grafik seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik hasil pengujian tanpa pasir timah pada penyerap panas

Dari grafik pada Gambar 8 dilihat tingginya nilai suhu tinggi (panas) pada pukul 13:30 WIB yaitu sebesar 47.86°C. Sedangkan suhu rendah (dingin) pada media air terdeteksi 28.44°C. Perbedaan suhu panas dan dingin tersebut adalah sebesar 19,42°C. Arus keluaran pada pembangkit alternatif TEG sebesar 0.7 mA. Tegangan keluaran yang terukur adalah 0.6 volt atau tidak mengalami kenaikan. Sedangkan pada pukul 09:30 WIB terdeteksi suhu panas sebesar 35.95 °C (level terendah suhu panas). Sedangkan suhu dingin mengalami penurunan yaitu terukur sebesar 28.25 °C. Perbedaan suhu dari gejala tersebut adalah sebesar 7,68 °C sehingga arus output yang terjadi adalah 0 mA. Sedangkan tegangan keluaran juga sama yaitu 0 Volt.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian, pengaruh dari perbedaan suhu pada *heat side* dan *cool side* sangat berkaitan dengan tegangan dan arus keluaran TEG. Semakin besar perbedaan suhu dingin dan suhu panas yang dirancang akan menyebabkan semakin besar pula tegangan dan arus keluaran TEG. Penggunaan penyerap panas sinar matahari menggunakan *heat sink* hanya mampu menyerap panas maksimal sebesar 48,56 °C. Penambahan lapisan pasir timah pada heat sink tidak signifikan mempengaruhi kenaikan penyerapan panas. Hasil arus keluaran tertinggi terjadi ketika terjadi perbedaan suhu panas dan dingin sebesar 20,12 °C yaitu 1,1mA dan tegangan keluaran masih 1.1 Volt. Desain dan sistem ini sudah menunjukkan hasil sebagai pembangkit listrik tetapi belum optimal sebagai pembangkit listrik alternatif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Husak, J. Martinek, and D. Kazak, "Model of the thermoelectric generator," *ASDAM 2018 - Proc. 12th Int. Conf. Adv. Semicond. Devices Microsystems*, no. October, pp. 1–4, 2018.
- [2] D. Champier, "Thermoelectric generators: A review of applications," *Energy Convers. Manag.*, vol. 140, pp. 167–181, 2017.
- [3] S. A. Sasmita, M. T. Ramadhan, M. I. Kamal, and Y. Dewanto, "Alternatif Pembangkit Energi Listrik Menggunakan Prinsip Termoelektrik Generator," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 21, no. 1, p. 57, 2019.
- [4] N. Putra, R. A. Koestoer, M. Adhitya, A. Rokettino, and B. Trianto, "Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik Untuk Kendaraan Hibrid," *MAKARA Technol. Ser.*, vol. 13, no. 2, pp. 53–58, 2010.
- [5] L. E. Bell and Francis J. DiSalvo, "Cooling , Heating , Generating Heat with and Recovering Waste Thermoelectric," *Science (80-.)*, vol. 321, no. JULY, pp. 1457–1461, 2008.
- [6] J. Yan, X. Liao, D. Yan, and Y. Chen, "Review of Micro Thermoelectric Generator," *J. Microelectromechanical Syst.*, vol. 27, no. 1, pp. 1–18, 2018.
- [7] S. Uddin, "Performance Evaluation of a Green and Non-Concentrated Solar Thermoelectric Generator System," *2019 Int. Conf. Energy Power Eng.*, no. 1, pp. 1–4, 2019.
- [8] Sugiyanto, "Pemanfaatan Panas Knalpot Sepeda Motor Matic 110 Cc Untuk Pembangkitan Listrik Mandiri Dengan

Uji Termoelektrik Generator dengan Memanfaatkan Media Lapisan

Generator Thermoelektrik - PDF Free Download.pdf,” pp. 105–111, 2014.

- [9] Sugiyanto, M. T. N. Umam, and E. Suciawan, “Rancang Bangun konstruksi TEG pada knalpot sepeda motor untuk pembangkitan listrik mandiri.” p. 8, 2015.
- [10] A. S. Witjaksono, “Pemodelan Perpindahan Panas Pada Sirip Dalam (Internal Fin) Pada Pembangkit Uap Superheat,” p. 57, 2017.