



# **ANALISIS PERFORMA PEMBANGKIT LISTRIK PANAS MATAHARI MENGGUNAKAN GENERATOR TERMOELEKTRIK**

## **SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar  
Sarjana Teknik**



**Disusun Oleh:**

**FARIS ABDURRASYID**

**21801052016**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM MALANG  
2023**

## ABSTRAK

**Faris Abdurrasyid. 2023. Analisis Performa Pembangkit Listrik Panas Matahari Menggunakan Generator Termoelektrik. Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang. Dosen Pembimbing: Ir. H. MARGIANTO, M.T. dan NUR ROBBI, S.T., M.T.**

Tingginya penggunaan energi listrik dan pasokan energi listrik masih terbatas menyebabkan beberapa wilayah di Indonesia belum tersuplai listrik. Dimana energi listrik di Indonesia didapatkan dari energi fosil yang tak terbarukan dan dapat menyebabkan dampak pada lingkungan. Untuk mengurangi pemakaian energi fosil dan pemanasan global dibutuhkan energi baru yang terbarukan sebagai sumber energi. Salah satu energi yang melimpah di Indonesia adalah panas matahari yang bisa dimanfaatkan dengan menggunakan generator termoelektrik. Dengan memanfaatkan kolektor surya pada sisi panas dan *heatsink* pada sisi dingin generator termoelektrik dapat menghasilkan listrik dari energi panas matahari yang persediaannya melimpah dan tidak menyebabkan permasalahan pada lingkungan.

Metode penelitian ini menggunakan eksperimental secara nyata dengan mencatat data hasil pengujian menggunakan alat pembangkit listrik panas matahari pada tanggal 01-06 Mei 2023 dengan pengambilan data yang dilakukan setiap jam yang dimulai pada pukul 10:00 sampai 14:00 Wib

Hasil dari penelitian menunjukkan efisiensi pada kolektor surya pada sisi panas generator termoelektrik mengalami fluktuasi sebanding dengan hasil energi berguna pada kolektor yang disebabkan fluktuasi dari matahari. Untuk efisiensi yang terjadi pada *heatsink* mengalami fluktuasi berbanding terbalik dengan nilai dari panas dasar yang terjadi pada sisi dingin generator termoelektrik. Fluktuasi nilai yang terjadi pada generator termoelektrik terjadi sebanding dengan nilai perbedaan suhu yang terjadi pada sisi panas dan sisi dingin generator termoelektrik dan efisiensi keseluruhan sistem dapat dipengaruhi oleh energi berguna dan daya yang dihasilkan dari generator termoelektrik

**Kata kunci:** Generator termoelektrik, Kolektor Surya, *Heatsink*, Energi listrik, Matahari.

## ABSTRACT

Faris Abdurrasyid. 2023. *Performance Analysis of Solar Thermal Power Plants Using a Thermoelectric Generator*. Thesis, Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Islamic University of Malang. Lecture Advisor: Ir. H. MARGIANTO, M.T. and NUR ROBBY, S.T., M.T.

*The high use of electrical energy and the supply of electrical energy is still limited, causing several areas in Indonesia to not be supplied with electricity. Where electrical energy in Indonesia is obtained from non-renewable fossil energy and can have an impact on the environment. To reduce the use of fossil energy and global warming, new renewable energy is needed as an energy source. One of the abundant energy in Indonesia is solar heat which can be utilized by using a thermoelectric generator. By utilizing a solar collector on the hot side and a heatsink on the cold side, a thermoelectric generator can generate electricity from solar thermal energy, which is abundant and does not cause problems to the environment.*

*This research method uses a real experiment by recording test results data using a solar thermal power generator on 01-06 May 2023 with data collection carried out every hour starting at 10:00 to 14:00 Wib*

*The results of the study show that the efficiency of the solar collector on the hot side of the thermoelectric generator fluctuates in proportion to the yield of useful energy on the collector caused by fluctuations from the sun. The efficiency that occurs on the heatsink fluctuates inversely with the value of the base heat that occurs on the cold side of the thermoelectric generator. The value fluctuations that occur in the thermoelectric generator occur in proportion to the temperature difference values that occur on the hot and cold sides of the thermoelectric generator and the overall efficiency of the system can be affected by the useful energy and power generated from the thermoelectric generator.*

*Keywords: Thermoelectric Generator, Solar Collector, Heatsink, Electrical Energy, Sun*

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Semakin berkembang zaman, maka semakin tinggi pula populasi manusia maka meningkat juga kebutuhan manusia guna meningkatkan kualitas hidup. Salah satu kebutuhan manusia adalah energi listrik guna menjalankan aktivitas sehari-hari karena hampir semua peralatan rumah tangga menggunakan energi listrik. Selain untuk memenuhi kebutuhan dalam rumah tangga listrik juga berperan penting dalam industri.

Karena permintaan listrik dari tahun ke tahun meningkat sementara pasokan listrik yang ada masih terbatas maka keterbatasan energi listrik menyebabkan beberapa wilayah di Indonesia terutama di daerah-daerah terpencil yang belum terjangkau suplai listrik dikarenakan terbatasnya energi dan kondisi geografis daerah yang masih sulit dijangkau. Dimana tingkat elektrifikasi Indonesia cukup rendah di antara negara ASEAN, dimana elektrifikasi Singapura sebesar (100%), Malaysia dan Brunei sebesar (85%) sedangkan untuk Indonesia masih sebesar (71,2%) berarti masih ada 28,8% masyarakat yang belum menikmati energi listrik (Adam, 2016).

Seperti yang diketahui penggunaan energi listrik di Indonesia masih bersumber dari energi fosil tercatat pada tahun 2019 sebesar 88,73% dan mengalami penurunan pada tahun 2020 di angka 86,95% (Rahman, 2022). Sedangkan energi fosil adalah energi yang tak terbarukan dan memiliki dampak pada lingkungan seperti pemanasan global, hujan asam, dan kerusakan lingkungan (Harjanto, 2008). Maka guna menekan pemanasan global maka dibutuhkan sumber energi baru yang terbarukan sebagai sumber energi.

Dari segi geografis Indonesia berada di garis khatulistiwa yang berarti mempunyai penyinaran sinar matahari yang cukup sepanjang hari selama 10 – 12 jam (Sitorus et al, 2014). Intensitas radiasi matahari rata-rata di Indonesia sekitar 4,8 kWh/m<sup>2</sup> (Mugisidi et all, 2021). Maka sinar matahari adalah salah satu sumber energi terbarukan yang bisa dimanfaatkan menjadi energi listrik. Salah satunya manfaatnya energi panas dari matahari karena tidak menyebabkan polusi, tidak menimbulkan limbah, ramah lingkungan, mudah didapatkan dan murah. Sudah banyak yang menggunakan energi matahari seperti pembangkit listrik tenaga surya yang menggunakan panel surya untuk mendapatkan energi listrik, dan ada juga yang menggunakan generator termoelektrik yang memanfaatkan panas yang dihasilkan dari matahari.

Dari energi panas matahari kita memanfaatkannya menjadi listrik dengan menggunakan termoelektrik generator (TEG). Termoelektrik adalah generator pembangkit listrik yang cara kerjanya menggunakan efek seebeck yang terjadi ketika kedua sisi mempunyai perbedaan suhu dan dari perbedaan suhu itu menghasilkan energi listrik, semakin besar perbedaan suhunya maka energi listrik yang dihasilkan akan semakin besar (Zega, 2021). Termoelektrik dibuat menggunakan dua semi konduktor yaitu tipe P dan tipe N (Setiawan, 2020). Termoelektrik generator mempunyai ukuran yang relatif kecil untuk dan dengan 2 kabel hitam dan merah untuk menyalurkan listrik dari perbedaan suhu yang terjadi pada generator termoelektrik dan arus listrik yang dihasilkan adalah arus listrik searah atau DC (Rusli, 2020).

Penelitian tentang termoelektrik masih dapat dilakukan dengan mencoba berbagai cara guna meningkatkan perbedaan suhu yang ada antara sisi panas dan sisi dingin berdasarkan berbagai penelitian terdahulu yang telah dipublikasikan. Maka saya selaku penulis tertarik untuk meneliti mengenai pembangkit listrik dengan menggunakan generator termoelektrik guna mendapatkan alat penghasil listrik yang murah dan ramah lingkungan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang di bahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana efisiensi kolektor surya pada sisi panas generator termoelektrik?
2. Bagaimana efisiensi *heatsink* pada sisi dingin generator termoelektrik?
3. Bagaimana efisiensi termoelektrik generator dengan menggunakan kolektor surya pada sisi panas dan *heatsink* pada sisi dingin?
4. Bagaimana efisiensi keseluruhan pada alat pembangkit listrik panas matahari?

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk melaksanakan penelitian yang lebih terarah, peneliti membatasi masalah yang akan dibahas di dalam penelitian sebagai berikut:

1. Menggunakan panas dari matahari sebagai sumber panas yang dikumpulkan oleh kolektor surya pelat datar.
2. Menggunakan generator termoelektrik SP1848-27145 SA sebanyak 10 buah.
3. Menggunakan *heatsink* pada sisi dingin yang terbuat dari aluminium yang mempunyai 12 sirip.



4. Kecepatan udara pada kolektor surya dianggap konstan (2,5 m/s)
5. Menggunakan *heatsink* sirip persegi panjang.
6. Pelat pada kolektor di cat menggunakan warna hitam.
7. Termoelektrik di pasang secara seri
8. Konduktivitas pada termoelektrik pada sisi bawah dianggap sama seperti kayu insulasi.
9. Menggunakan beban sebesar 2,5 Volt.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian adalah:

1. Mengetahui efisiensi kolektor surya pada sisi panas generator termoelektrik.
2. Mengetahui efisiensi *heatsink* pada sisi dingin generator termoelektrik.
3. Mengetahui efisiensi termoelektrik generator dengan menggunakan kolektor surya pada sisi panas dan *heatsink* pada sisi dingin.
4. Mengetahui efisiensi keseluruhan alat pembangkit listrik panas matahari.

#### 1.5 Manfaat penelitian

Manfaat yang bisa di ambil dari penelitian ini adalah:

1. Memperoleh informasi tentang performa kolektor surya pemanas udara untuk sistem pembangkit listrik generator termoelektrik
2. Memperoleh informasi tentang performa *heatsink* untuk sistem pembangkit listrik generator termoelektrik
3. Memperoleh informasi tentang performa termoelektrik generator (TEG) dengan menggunakan kolektor surya pelat datar pada sisi panas dan *heatsink* pada sisi dingin.
4. Sebagai bahan acuan atau sumber informasi bagi penelitian selanjutnya.

#### 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan ini akan diuraikan dalam beberapa bab yang kemudian dikembangkan menjadi subbab sehingga semua materi pembahasan yang dapat diterima secara sistematis dan terarah. Adapun sistematika penulisan yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Bab I : PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, metode penulisan, dan sistematika penulisan.

2. Bab II : LANDASAN TEORI

Berisi tentang pembahasan atau dasar-dasar teori sebagai acuan dari penelitian.

3. Bab III : METODE PENELITIAN

Berisikan tentang langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian.

4. Bab IV : ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang hasil dan pembahasan perhitungan dari pengolahan data dalam penelitian.

5. Bab V : PENUTUP

Berisikan tentang kesimpulan dan saran dari keseluruhan tugas akhir.



## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Efisiensi dari kolektor surya pemanas udara bergantung pada energi berguna yang dihasilkan kolektor surya yang dapat dipengaruhi oleh fluktuasi intensitas radiasi matahari yang menyebabkan efisiensi pada kolektor menjadi tinggi tergantung pada intensitas radiasi matahari.
2. Efisiensi pada *heatsink* dipengaruhi oleh panas dasar yang terjadi pada *heatsink*. Dimana jika panas dasar *heatsink* menjadi tinggi maka efisiensi yang terjadi pada *heatsink* menjadi rendah.
3. Efisiensi tertinggi pada generator termoelektrik terjadi ketika perbedaan suhu antara pelat absorber dan dasar pada *heatsink* yang tinggi.
4. Efisiensi keseluruhan alat pembangkit listrik dapat dipengaruhi oleh energi berguna yang dihasilkan kolektor dan daya pada generator termoelektrik.

#### 5.2 Saran

Saran yang diperoleh dari penelitian ini untuk penelitian berikutnya yaitu

1. Menggunakan ukuran dari kolektor dan jenis dari kolektor yang berbeda agar mendapatkan suhu panas yang lebih besar.
2. Menggunakan variasi rangkaian seri dan paralel pada termoelektrik.
3. Membuat variasi dari pendingin guna mendapatkan perbedaan suhu yang lebih besar.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adam, L. 2016. *Dinamika Sektor Kelistrikan Di Indonesia : Kebutuhan Dan Performa Penyediaan*. EKONOMI DAN PEMBANGUNAN. 24(1):29-41.
- Astawa, K., S. P. G. G. Tista. dan I. W. H. Saputra. 2014. *Analisa Performansi Kolektor Surya Pelat Datar Dengan Media Penyimpan Panas Pasir Untuk Pemanas Udara*. TEKNIKA. 10(1):43-50.
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Penyinaran Matahari dari Stasiun Karangates (Persen), 2021*. <https://malangkab.bps.go.id/indicator/154/171/1/penyinaran-matahari-dari-stasiun-karangates.html> (Diakses pada 15 Februari 2023)
- Baharudin. dan A. Hariyanto. 2015. *Konversi Energi Panas Penggerak Utama Kapal Berbasis Thermoelectric*. Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRKT). 13(1):1-12.
- Budiarto, Rachmawan. 2011. *Kebijakan Energi Menuju Sistem Energi yang berkelanjutan*. Penerbit Samudra Biru. Yogyakarta. hal 127.
- Busthomy, P. L. dan M. Widiyartono. 2020. *Generator Termoelektrik Dengan Memanfaatkan Panas yang Terbuang Dari Api Pembakaran Untuk Pengisian Baterai Handphone*. Jurnal Teknik Elektro. 9(2):451-457.
- Canceria, Y. G., T. A. Ajiwiguna., dan A. Suhendi. 2018. *Pemanfaatan Heat Pipe Sink Fan Untuk Alat Ukur Performansi Modul Pendingin Termoelektrik*. e Proceeding of Engginering. Desember 2018 5(3). 5731-5738.
- Cengel, A. Y. 2002. *Book Heat Transfer A Practical Approach*. Second Edition. Mc Graw-Hill. Boston. page 17-465.
- Duffie, A. J dan W. A. Beckman. 2013. *Solar Engineering Of Thermal Processes*. Fourth Edition. Penerbit John Wiley & Sons. Canada. hal 3-103.
- Ewe, W. E., A. Fudholi., C. H. Yen., N. Asim., dan K. Sopian. 2018. *Performance of Solar Air Collector-Thermoelectric Hybrid System*. International Conference on Sustainable Energy and Green Technology. 278(2019):1-5.
- Fikri, A., E., Rifky. dan A. Putra 2018. *Pemanfaatan Panas Buang Atap Seng Dengan Menggunakan Generator Termoelektrik Sebagai Sumber Energi Listrik Terbarukan*. Seminar Nasional TEKNOKA. 24 November 2018. Jakarta Timur. hal 38-43.
- Giancoli, C. D. 2005. *Physics Principles with Application. Sixth Edition*. Pearson Education, Inc. New Jersey. page 498-499.

- Ginanjari, A. Hiendro., dan D. Suryadi. 2019. *Perancangan dan Pengujian Sistem Pembangkit Listrik Berbasis Termoelektrik Dengan Menggunakan Kompor Surya Sebagai Pemusat Panas*. Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura. 2(1).
- Goupil, C., H. Ouerdane., K. Zabrocki., W. Seifert., N. F. Hinsche. E. Muller. 2016. *Continuum Theory and Modelling of Thermoelectric Elements*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Jerman page 1-17.
- Hafidz. M. dan S. Sukmajati. 2015. *Perancangan dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 MN On Grid di Yogyakarta*. International. Jurnal Energi & Kelistrikan. 7(1):49-63.
- Harjanto, N. T. 2008. *Dampak Lingkungan Pusat Listrik Tenaga Fosil Dan Prospek PLTN Sebagai Sumber Energi Listrik Nasional*. BATAN. 1(1):39-50.
- Himran, S. 2021. *Energi Surya – Konversi Termal & Fotovoltaik*. Penerbit Andi. Yogyakarta. hal 155-156.
- Incropera, P. F., D. P. Dewitt., T. L. Bergman, dan A. S. Lavine 2006. *Fundamental of Heat and Mass Transfer*. John Wiley & Sons. United States. hal 137-160.
- Kang, Chanyoung., H. Wang., J. H. Bahk., H. Kim., dan W. Kim. 2015. *Hierarchical Nanostructures for Energy Devices*. Royal Society of Chemistry. hal 107-108
- Kurnia, A. 2021. *Simulasi Perhitungan Intensitas Radiasi dan Energi Surya Dengan Turbo Pascal 5.5*. TEDC. 15(3):292-300.
- Kraus, D. A., A. Aziz., and J. Welty. 2001. John Wiley & Sons, Inc. New York. page 7-10.
- Latif, Melda., N. Hayati dan U. G. S. Dinata. 2015. *Potensi Energi Listrik pada Gas Buang Sepeda Motor*. Jurnal Rekayasa Elektrika. 11(5):163-168.
- Lusiani., F. Rismaningsih., Sudirman., I. Noor., F. Indrawati., A. B. Putriani., A. Fitriani., B. G. M. Saka., I. P. T. Indrayana., P. Purwanti., J. Setiawan., Y. Malik. dan E. F. Anggraeni. 2020. *Perpindahan Kalor*. Media Sains Indonesia. Bandung. page 1-13.
- Ly, A. 2018. *Thermoelectric Behavior in Lead Selenide Nanocrystal Films*. Thesis. University of California. California. 50 p.
- Mugisidi. D., Rifky., W. Kuncoro., dan V. Muharom 2021. *Pemanfaatan Panas Matahari pada Dinding Luar Bangunan Sebagai Sumber Energi Listrik Menggunakan Generator Termoelektrik*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi. 27 oktober 2021. Semarang. 1(1) hal. 7-20.

- Purba, E. D., M. R. Kirom. dan R. Fauzi. 2019. *Analisis Pemanfaatan Energi Panas Pada Panel Surya Menjadi Energi Listrik Menggunakan Generator Termoelektrik*. e-Proceeding of Engineering. 2 Agustus 2019. 6(2) hal. 4977-4985.
- Putra, N. R. F., Sugiyanto., M. S., Muntini., dan D. Anggoro. 2018. *Pemodelan dan Fabrikasi Modul Thermoelectric Generator Berbasis Semikonduktor  $Bi_2Te_3$* . Jurnal Sains Dan Seni ITS. 7(2):51-58.
- Putra, N., R. A. Koestoer., M. Adhitya., A. Roekettino., dan B. trianto 2009. *Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik Untuk Kendaraan Hybrid*. MAKARA, TEKNOLOGI. 13(2):53-58
- Rahman, D. F. 2022. *Hampir 87% Listrik RI Berasal Dari Bahan Bakar Fosil Pada Tahun 2020*. DATABOKS.  
<https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/04/12/hampir-87-listrik-ri-berasal-dari-bahan-bakar-fosil-pada-2020> (diakses pada 12 Mei 2023)
- Rhamadhani, W. dan. E. S. A Putra. 2018. *Pengaruh Jumlah Sirip Pendingin Heatsink dan Level Indikator Pendingin Kulkas Terhadap Daya Output yang Dihasilkan Dari Termoelektrik Generator TEC12706 yang Menjadikan Kompresor Kulkas Sebagai Sumber Panas*. Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin. 1(1):1-11.
- Riffat, S. B. dan M. Xiaoli. 2003. *Thermoelectric: A Riview of Present and Potential*. Applied Thermal Engginering. 23 (2003):913-935.
- Rusli. A. dan R. Djabbar. 2020. *Perancangan Pembangkit Listrik Termoelektrik Skala Kecil Dengan Incinerator Sampah Sebagai Media Penghasil Panas*. JURNAL LOGITEC: LOGIKA TECHNOLOGY 2(1):1-6.
- Satria, M. 2018. *Rancang Bangun Energi Terbarukan Dengan Memanfaatkan Energi Panas Dari Kondensor Mesin Pendingin*. Jurnal Ilmiah TEKNOBIZ. 5(3):152-158.
- Setiawan. D. dan Holili. 2020. *Analisa Pengaruh Jenis Material Saluran Udara Dan Jarak Penempatan Termoelektrik Generator Terhadap Daya termoelektrik*. Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin 3(1):1-6
- Septiadi, D., P. Nanlohy., M. Souissa., dan F. y. Rumlawang. 2009. *Proyeksi Potensi Energi Surya Sebagai Energi Terbarukan (Studi Wilayah Ambon dan Sekitarnya)*. Jurnal Meteorologi dan Geofosika. 10(1):22-28.
- Silitonga, A. S.H. Ibrahim. 2020. *Buku Ajar Energi Baru dan Terbarukan*. Penerbit Deepublish. Yogyakarta. hal 9.

- Sitorus, T. B., Farel. H. N. dan Himsar. A. 2014. *Korelasi Temperatur Udara Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Performansi Mesin Pendingin Siklus Adorpsi Tenaga Matahari*. JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN. 1(1):8-17.
- Snyder, G. J. 2008. *Small Thermoelectric Generator*. *The Electrochemical Society Interface*. 16 Juni 2008. hal 54-56.
- Soeparman, Sudjito. 2015. *Teknologi Tenaga Surya Pemanfaatan Dalam Bentuk Energi Panas*. Penerbit UB Press. Jawa Timur. hal 80.
- Sya'rani. T. M., I. D. Sara., dan L. H. Sari., 2019. *Pengaruh Heatsink Terhadap Kinerja Modul Surya*. *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi*. 2(1):13-18.
- Telaumbanua, Mareli. 2022. *Listrik dan Elektronika Dasar Teknik Pertanian*. Penerbit PT. Nasya Expanding Management. Jawa Tengah. hal 8.
- Usman, M. 2018. *Perancangan Thermoelektrik Menggunakan Reflektor Parabola*. SKRIPSI. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Purnami., W. Wijayanti., dan S. Darmawan. 2015. *Pengaruh Luasan Heatsink Terhadap Densitas Energi dan Tegangan Listrik Termoelektrik*. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV*. 7-8 oktober 2015. Banjarmasin.
- Ponto, Hantje. 2018. *Dasar Teknik Listrik*. Penerbit Deepublish. Yogyakarta. Hal 40-41.
- Wiradika, Yudha. 2019. *Analisa Variasi Luasan Heatsink Terhadap Unjuk Kerja Modul Generator Termoelektrik (TEG) Memanfaatkan Panas Buang Kondensor Kulkas*. Skripsi. Sarjana teknik Mesin. Universitas Jember. Jember. 81 hal.
- Wiranda, M. dan Kamaludin. 2021. *Analisis performa Kinerja Termoelektrik Generator Pada Kompor Sebagai Pembangkit Listrik*. Skripsi. Sarjana teknik Elektro. Universitas Muhammadiyah Makasar. Makasar.
- Yunianto, B. 2008. *Pengujian Perpindahan Panas Konveksi Pada Heatsink Jenis Extruded*. ROTASI. 10(1):23-28.
- Zega, B. O. 2022. *Analisa Pengaruh Jumlah Dan Susunan Termoelektrik Generator Terhadap Karakteristik Termoelektrik Generator Pada Motor Bensin 4 Cylinder*. SKRIPSI. Universitas Islam Riau. Riau.