

**DESAIN *FLAT PLATE SOLAR COLLECTOR*
MENGUNAKAN MATERIAL ALUMINIUM (Al) PADA
SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK PANAS MATAHARI**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar sarjana
strata satu(S.T) Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas
Islam Malang*



Disusun oleh:

FATAHILLAH AZHARI KURNIAWAN
21901052060

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS
ISLAM MALANG
2023**

ABSTRAK

Fatahillah Azhari Kurniawan, Dosen Pembimbing: Ir. Hj. Margianto, M.T. Cipi Yazirin S.Pd., M.T. “Desain *Flat Plate Solar Collector* Menggunakan Material Aluminium (Al) Pada Sistem Pembangkit Listrik Panas Matahari”. Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki potensi untuk mengembangkan dan memanfaatkan energi surya. Salah satu dari banyak sistem konversi energi surya yang tersedia dapat digunakan untuk mengatasi penurunan cadangan bahan bakar konvensional yang ada. Menurut standar ASHRAE, kolektor surya adalah alat yang dirancang untuk menyerap radiasi dan sinar matahari. Salah satu komponen utama kolektor surya adalah termoelektrik. Ini adalah alat berbentuk modul yang memiliki kemampuan untuk secara langsung mengubah energi panas menjadi energi listrik. Panas yang diradiasikan oleh lampu sampai kepada kaca penutup kolektor, dimana respon dari kaca penutup ada dua, yaitu menyerap panas dan memantulkan panas. Panas yang berhasil diserap oleh kaca penutup akan ditransmisikan menuju ke plat dimana respon dari plat pun juga sama seperti kaca. Panas yang berhasil diserap oleh plat akan ditransmisikan menuju ke sisi panas termoelektrik generator (TEG). Termoelektrik generator memiliki dua sisi, yaitu panas dan dingin. Sisi panas dari termoelektrik generator menempel langsung dengan plat sehingga terjadi perpindahan panas secara konduksi dari plat ke termoelektrik generator. Termoelektrik generator memiliki prinsip kerja mengubah energi panas menjadi listrik berdasarkan perbedaan suhu, hal ini dapat diartikan bahwa ketika sisi panas termoelektrik generator mengalami kenaikan suhu akibat menerima panas dari plat, maka sisi dingin pada termoelektrik harus memiliki suhu yang rendah agar terjadi perbedaan suhu, Oleh karena itu, perlu dipasang alat penukar panas, juga dikenal sebagai heatsink, untuk menjaga suhu sisi dingin generator termoelektrik tetap rendah. Ketika ada perbedaan suhu antara kedua sisi termoelektrik, energi panas akan diubah menjadi listrik, yang dilepaskan dari generator termoelektrik melalui kabelnya. **Kata Kunci:** *flat plate solar collector, aluminium, Thermoelectric Generator.*

ABSTRACT

Fatahillah Azhari Kurniawan, Supervisor: Ir. Hj. Margianto, M.T. Cepi Yazirin S.Pd., M.T. "Flat Plate Solar Collector Design Using Aluminum (Al) Material in Solar Thermal Power Generation Systems". As a tropical country, Indonesia has the potential to develop and utilize solar energy. One of the many solar energy conversion systems available can be used to address the decline in existing conventional fuel reserves. According to ASHRAE standards, a solar collector is a device designed to absorb radiation and sunlight. One of the main components of a solar collector is thermoelectric. This is a module-shaped device that has the ability to directly convert heat energy into electrical energy. The heat radiated by the lamp reaches the collector cover glass, where the response of the cover glass is twofold, namely absorbing heat and reflecting heat. The heat that is successfully absorbed by the covering glass will be transmitted to the plate where the response of the plate is also the same as the glass. The heat that is successfully absorbed by the plate will be transmitted to the hot side of the thermoelectric generator (TEG). The thermoelectric generator has two sides, namely hot and cold. The hot side of the thermoelectric generator attaches directly to the plate so that heat transfer occurs by conduction from the plate to the thermoelectric generator. Thermoelectric generator has the working principle of converting heat energy into electricity based on temperature differences. This can be interpreted that when the hot side of the thermoelectric generator experiences an increase in temperature due to receiving heat from the plate, then the cold side of the thermoelectric must have a low temperature so that the temperature difference occurs. Therefore Therefore, it is necessary to install a heat exchanger, also known as a heatsink, to keep the temperature of the cold side of the thermoelectric generator low. When there is a temperature difference between the two sides of the thermoelectric generator, the heat energy will be converted into electricity, which is released from the thermoelectric generator through the wires. **Keywords: flat plate solar collector, aluminum, Thermoelectric Generator.**

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan era industri 4.0, dimana pada zaman ini masyarakat Indonesia telah hidup berdampingan dan sudah tidak bisa dipisahkan dengan perkembangan kemajuan teknologi yang ada, dimana teknologi yang ada saat ini sebagian besar memerlukan bahan bakar agar dapat terus digunakan (Septiansari et al., 2021). Indonesia masih sangat tergantung pada penggunaan energi fosil. Penggunaan energi fosil di Indonesia mencapai 95% dari kebutuhan energi Indonesia. Sebanyak 50% dari energi fosil yang digunakan di Indonesia bersumber dari minyak. Rendahnya cadangan energi fosil sementara penggunaan energi terus meningkat, maka penggunaan energi baru dan terbarukan menjadi perhatian utama pemerintah Indonesia (D. Putra et al., 2020).

Kemajuan teknologi saat ini berkembang sangatlah pesat, apapun yang kita lakukan saat ini bergantung dengan teknologi, dan teknologi bergantung dengan energi, semua teknologi yang ada saat ini membutuhkan energi agar terus bisa berfungsi. Semakin bertambahnya penduduk dimuka bumi ini juga berbanding lurus dengan kebutuhan akan energi, sementara itu sumber energi yang selama ini kita pakai sebagian besar bergantung pada energi fosil, yang mana penggunaan energi tersebut mengakibatkan pencemaran udara dan bisa merubah iklim menjadikan pemanasan global.

Pencemaran udara dan pemanasan global menjadi permasalahan yang sangat penting saat ini. Untuk mengurangi dampak global tersebut, para ilmuwan fokus pada perancangan dan mengoptimalkan sistem pemulihan energi baru. Matahari adalah sumber energi terbarukan yang bisa dimanfaatkan menjadi energi listrik. Indonesia adalah negara yang memiliki garis khatulistiwa yang mana memiliki sinar matahari sepanjang tahun, hal tersebut menjadikan pilihan untuk mengembangkan energi terbarukan (Fakhriansyah et al., 2022). Manfaat pemakaian energi matahari yaitu ramah terhadap lingkungan, tidak menyebabkan polusi, dan tidak menimbulkan limbah. Pemanfaatan energi matahari sudah banyak dilakukan sebagai pembangkit listrik, seperti pembangkit listrik tenaga surya dengan menggunakan panel surya dan menggunakan kolektor surya untuk

memanfaatkan energi matahari.

Pemanfaatan energi fosil sampai saat ini cukup mengkhawatirkan karena semakin menipisnya sumber energi disamping efek negatif yang ditimbulkannya akibat meningkatnya konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK). Peningkatan GRK akan memicu meningkatnya suhu permukaan dan menciptakan lingkungan tidak kondusif (Septiadi et al., 2009a). Energi surya merupakan energi terbesar di bumi yang dapat dikonversikan menjadi energi listrik. Energi ini dimanfaatkan oleh manusia dalam memenuhi kebutuhan yang sangat diperlukan pada masa sekarang dan mendatang (Arfita, 2019). Indonesia berada pada daerah katulistiwa, maka wilayah Indonesia akan selalu disinari matahari selama 10 sampai dengan 12 jam dalam sehari. Indonesia sebagai negara tropis memiliki potensi pengembangan dan pemanfaatan energi surya sebagai salah satu dari banyak sistem konversi energi surya, sistem konversi energi surya ini dapat diterapkan untuk mengatasi semakin menipisnya cadangan bahan bakar konvensional yang ada (Dzulfikar & Broto, 2016).

Menurut standard ASHRAE definisi kolektor surya adalah alat yang didesain untuk menyerap radiasi matahari dan mentransfer energi tersebut yang melaluinya (Rianda et al., 2017). Kolektor surya memiliki komponen utama yaitu termoelektrik. Termoelektrik merupakan suatu alat yang berbentuk modul, yang dapat secara langsung mengubah energi panas menjadi energi listrik (Puspita et al., 2017). Teknologi termoelektrik memiliki beberapa keunggulan seperti ramah lingkungan, tahan lama, dan mampu menghasilkan energi dalam skala besar ataupun kecil (Mainil et al., 2020).

Kolektor surya terbagi menjadi 3 jenis yaitu kolektor surya plat datar, kolektor terpusat dan kolektor tabung vakum (Hasim, 2022). Untuk mendapatkan hasil yang optimal permukaan kolektor dicat warna hitam, tujuannya untuk mendapatkan penyerapan radiasi matahari yang optimal (Astawa & Ngurah Putu Tenaya, 2022). Untuk mencegah terjadinya kehilangan panas, maka digunakan kaca penutup yang berfungsi untuk meneruskan radiasi surya dan mencegah panas yang keluar dari kolektor ke lingkungan pada bagian atas (Arikundo & Hazwi, 2014).

Pada rangkaian sistem kolektor surya, terdapat suatu komponen berupa

plat yang berfungsi sebagai penyerap panas matahari dan meneruskan panas tersebut ke termoelektrik. Hal ini mengarah pada perkembangan teknologi termoelektrik dan lebih khusus lagi TEG (Termoelektrik Generator) yang digunakan untuk mengubah perbedaan suhu di kedua sisi modul menjadi listrik. Beberapa keuntungan dari termoelektrik generator adalah sistem ini tidak memiliki bagian yang bergerak dan sepenuhnya kokoh. Penyerapan yang optimal pada desain *flat plate solar collector* merupakan hal yang penting dalam meningkatkan performa pada konversi energi panas menjadi listrik. Penggunaan TEG pada solar membutuhkan perbedaan suhu yang besar antara material konduktor panas dan juga *heatsink*. Ditambah, proses penyerapan panas secara radiasi dari kaca menuju material konduktor panas dibutuhkan jarak yang optimal untuk dapat menyerap energi panas yang ditransmisikan oleh kaca. Oleh karena itu pada penelitian ini, jarak antara kaca dan konduktor panas divariasikan untuk mendapatkan jarak yang optimal dengan efisiensi yang besar. Untuk material plat yang digunakan oleh peneliti di sini adalah plat aluminium (Al) karena Aluminium merupakan konduktor panas yang baik (Shieddieque et al., 2023). Skripsi ini meneliti tentang pembangkit listrik menggunakan termoelektrik untuk memanfaatkan energi panas matahari dengan alat yang bisa menghasilkan sumber energi listrik terbarukan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari indentifikasi masalah di lapangan dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana profil temperatur plat pada desain *flat plate solar collector* menggunakan material Aluminium?
2. Bagaimana profil laju penyerapan panas pada desain *flat plate solar collector* menggunakan material Aluminium?
3. Bagaimana profil *voltage density* pada sistem desain *flat plate solar collector* menggunakan material Aluminium?
4. Bagaimana profil efisiensi keseluruhan sistem desain *flat plate solar collector* menggunakan material Aluminium?

1.3 Batasan Masalah

1. Sumber energi panas matahari dianggap konstan menggunakan panas dari lampu berdaya 100 watt sebanyak dua buah sebagai sumber panas yang dikumpulkan oleh *flat plate solar collector* menggunakan material aluminium.
2. Menggunakan generator termoelektrik SP1848-27145 SA.
3. Alat termoelektrik generator (TEG) digunakan sebagai konversi panas menjadi listrik.
4. Menggunakan variasi jarak antara plat kolektor dengan kaca 3 cm, 4 cm, 5 cm
5. Menggunakan *fan* dengan kecepatan angin 1,5 m/s
6. Menggunakan rangkaian gabungan seri dan paralel.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui profil temperatur plat pada desain *flat plate solar collector* menggunakan material Aluminium.
2. Untuk mengetahui profil laju penyerapan pada desain *flat plate solar collector* menggunakan material Aluminium.
3. Mengetahui profil *voltage density* pada desain *flat plate solar collector* menggunakan material Aluminium.
4. Mengetahui profil efisiensi keseluruhan sistem pada desain *flat plate solar collector* menggunakan material Aluminium.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diambil dari penelitian ini adalah:

1. Memperoleh informasi temperatur plat pada desain *flat plate solar collector* menggunakan material Aluminium.
2. Memperoleh informasi dan hasil laju penyerapan panas pada desain *flat plate solar collector* menggunakan material Aluminium.
3. Memperoleh informasi tentang *voltage density* pada desain *flat plate solar collector* menggunakan material Aluminium.

4. Memperoleh informasi efisiensi keseluruhan untuk mengetahui voltase yang dihasilkan pada desain *flat plate solar collector* menggunakan material Aluminium.



BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil dari profil temperatur pada desain *flat plate solar collector* dengan variasi ketinggian kaca 3 cm, 4 cm, dan 5 cm ($75,60^{\circ}\text{C}$, $73,50^{\circ}\text{C}$, $71,10^{\circ}\text{C}$), dengan demikian dapat disimpulkan bahwa variasi ketinggian kaca dengan penyerapan panas paling optimal yaitu 3 cm.
2. Hasil dari profil laju penyerapan panas pada desain *flat plate solar collector* dengan variasi ketinggian kaca 3 cm, 4 cm, dan 5 cm ($0,218^{\circ}\text{C}/\text{menit}$, $0,217^{\circ}\text{C}/\text{menit}$, $0,209^{\circ}\text{C}/\text{menit}$), dengan demikian dapat disimpulkan bahwa laju penyerapan panas yang paling optimal adalah pada variasi ketinggian kaca 3 cm.
3. Hasil dari profil *voltage density* pada desain *flat plate solar collector* dengan variasi ketinggian kaca 3 cm, 4 cm, dan 5 cm ($17,35\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$, $16,16\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$, $14,71\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$), dengan demikian dapat disimpulkan bahwa *voltage density* yang paling tinggi adalah pada variasi ketinggian kaca 3 cm.
4. Hasil dari profil efisiensi keseluruhan sistem pada desain *flat plate solar collector* dengan variasi ketinggian kaca 3 cm, 4 cm, dan 5 cm ($44,00\%$, $41,70\%$, $40,56\%$), dengan demikian dapat disimpulkan bahwa efisiensi keseluruhan sistem yang paling tinggi adalah pada variasi ketinggian kaca 3 cm.

5.2 Saran

Saran yang diperoleh dari penelitian ini untuk penelitian berikutnya yaitu :

1. Sebaiknya menggunakan kolektor surya dengan ukuran dan jenis yang berbeda agar mendapatkan suhu panas dalam kapasitas lebih besar..
2. Untuk mendapatkan perbedaan suhu yang lebih besar, disarankan membuat variasi dari pendingin (*Heatsink*).



3. Agar mendapatkan *output* yang lebih besar, dapat dilakukan penambahan jumlah Termoelektrik Generator (TEG) sesuai dengan kapasitas luasan *heatsink* yang memungkinkan.



DAFTAR PUSTAKA

- . R. (2017). Analisis Termal Kolektor Surya Tipe Plat Datar Dengan Fluida Kerja Etanol 96% Pada Sistem Solar Water Heater. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(4), 244. <https://doi.org/10.22441/jtm.v6i4.2063>
- Allen, D., Haugeto, R., Kajor, M., & Namazian, M. (2002). Small thermoelectric generators. *International Conference on Thermoelectrics, ICT, Proceedings, 2002-Janua(2)*, 424–426. <https://doi.org/10.1109/ICT.2002.1190351>
- Andrapica, G., Mainil, R. I., & Aziz, A. (2017). Pengujian Thermoelectric Generator Sebagai Pembangkit Listrik Dengan Sisi Dingin Menggunakan Air Bertemperatur 10 °c. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 14(2), 45–50. <https://ejournal.unri.ac.id/index.php/JST/article/view/3983/3867>
- Ankira E. N. Saputro, Ben V. Tarigan, M. J. (2016). Pengaruh Sudut Kaca Penutup dan Jenis Kaca terhadap Efisiensi Kolektor Surya pada Proses Destilasi Air Laut. *Lontar Jurnal Teknik Mesin UNDANA*, 3(2), 1–10. <http://ejournal-fst-unc.com/index.php/LJTMU>
- Arfita, Y. D. (2019). Pemanfaatan energi surya sebagai suplai cadangan pada laboratorium elektro dasar di institut teknologi padang. *Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya*, 2(3), 20–28.
- Arikundo, F. R., & Hazwi, M. (2014). Rancang Bangun Prototype Kolektor Surya Tipe Plat Datar untuk Penghasil Panas pada Pengering Produk Pertanian dan Perkebunan. *E-Dinamis*, 8(4), 1–23.
- Astawa, K., & Ngurah Putu Tenaya, I. G. (2022). Analisis performansi kolektor surya plat datar dengan diameter lubang sirip berbeda sebagai impinging jet. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 14(2), 49. <https://doi.org/10.24843/jem.2021.v14.i02.p03>
- Cimbala, Y. A. cengel and J. M. (2014). Fluid Mechanics; Fundamental and Aplication. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (Issue Mi).
- Dwinta, F. A. dan T. M. (2016). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji eksperimen dengan menggunakan alat uji eksperimen untuk mendapatkan data hasil pengukuran . Adapun sesi uji yang. *Materi Dan*

Pembelajaran Fisika, 6(1), 1–6.

Dzulfikar, D., & Broto, W. (2016). *Optimalisasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga*. V, SNF2016-ERE-73-SNF2016-ERE-76. <https://doi.org/10.21009/0305020614>

Ekadewi Anggraini Handoyo. (2001). Pengaruh Jarak Kaca Ke Plat Terhadap Panas Yang Diterima Suatu Kolektor Surya Plat Datar. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(2), 52–56.

<http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/mes/article/view/15940>

Ekonomi, J., Teknologi, M., Septiansari, D., & Handayani, T. (2021). Pengaruh Belanja Online Terhadap Perilaku Konsumtif pada Mahasiswa di Masa Pandemi Covid-19. *Teknologi*, 5(1), 53–65. <http://journal.lembagakita.org>

Hendrawan, A., Lusiani, L., & Hendrawan, A. K. (2022). Desain Diameter Pipa secara Matematis pada Pembangkit Listrik Panas Laut (Oceans Thermal Energy Conversion). *Saintara : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Maritim*, 6(2), 138–142. <https://doi.org/10.52475/saintara.v6i2.177>

Kim, H., Hong, J., Yoon, G., Kim, H., Park, K. Y., Park, M. S., Yoon, W. S., & Kang, K. (2015). Sodium intercalation chemistry in graphite. *Energy and Environmental Science*, 8(10), 2963–2969. <https://doi.org/10.1039/c5ee02051d>

Kurnia, A. (2021). Simulasi Perhitungan Intensitas Radiasi Dan Energi Surya Dengan Turbo Pascal 5.5. *Teknik Elektronika Politeknik TEDC*, 15(3), 292–300.

Latif, M., Hayati, N., & Dinata, U. G. S. (2015). Potensi Energi Listrik Pada Gas Buang Sepeda Motor. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 11(5), 163. <https://doi.org/10.17529/jre.v11i5.2957>

Mainil, R. I., Andrapica, G., & Aziz, A. (2020). Pengaruh Laju Aliran Air Pendingin terhadap Kinerja Pembangkit Listrik berbasis Thermoelectric Generator (TEG). *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 19(1), 36–41. <https://jst.ejournal.unri.ac.id/index.php/JST/article/view/7623%0Ahttps://jst.ejournal.unri.ac.id/index.php/JST/article/download/7623/6618>

Pertiwi, P. K., Ristiana, D., & Isnaini, N. (2015). Uji Konduktivitas Termal pada Interaksi Dua Logam Besi (Fe) dengan 3 Variasi Bahan Berbentuk Silinder.

Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 1–4.

- Philip Kristanto, & Yoe Kiem San. (2001). Pengaruh Tebal Plat Dan Jarak Antar Pipa Terhadap Performansi Kolektor Surya Plat Datar. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(2), 47–51. <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/mes/article/view/15939>
- Plutzer, M. B. B. and E. (2021). *No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析*Title. 6.
- Pradana, muhammad ady. (2014). Prototipe Pembangkit Listrik Termoelektrik Generator Menggunakan Penghantar Panas Alumunium, Kuningan dan Seng. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 5(2), 40–51.
- Purba, E. D., Kirom, M. R., & I, R. F. (2019). Analisis Pemanfaatan Energi Panas pada Panel Surya Menjadi Energi Listrik Menggunakan Generator Termoelektrik. *E-Proceeding of Engineering*, 6(2), 4977–4985.
- Puspita, S. C., Sunarno, H., & Indarto, B. (2017). Generator Termoelektrik untuk Pengisian Aki. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 13(2), 84. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v13i2.2748>
- Putra, A. E., Rifky, R., & Fikri, A. (2019). Pemanfaatan Panas Buang Atap Seng dengan Menggunakan Generator Termoelektrik sebagai Sumber Energi Listrik Terbarukan. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, 3(2502), 38. <https://doi.org/10.22236/teknoka.v3i0.2911>
- Putra, A. P., Suprayogi, & Qurthobi, A. (2018). Studi Perhitungan GGL Output Generator Arus Searah Berdasarkan Ilustrasi Gerak Transversal Gelombang Laut. *E-Proceedings of Engineering*, 5(3), 5986–5992.
- Putra, D., Yoegiantoro, D., & Thamrin, S. (2020). Kebijakan Ketahanan Energi Berbasis Energi Listrik pada Bidang Transportasi Guna Mendukung Pertahanan Negara di Indonesia: Sebuah Kerangka Konseptual. *Nusantara: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 7(3), 658–672. <http://jurnal.um-tapsel.ac.id/index.php/nusantara/article/view/2011>
- Septiadi, D., Nanlohy, P., Souissa, M., & Rumlawang, F. Y. (2009a). Proyeksi Potensi Energi Surya Sebagai Energi Terbarukan. *Meteorologi Dan Geofisika*, 10(1), 22–28.

- Septiadi, D., Nanlohy, P., Souissa, M., & Rumlawang, F. Y. (2009b). Proyeksi Potensi Energi Surya Sebagai Energi Terbarukan (Studi Wilayah Ambon Dan Sekitarnya). *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 10(1), 22–28. <https://doi.org/10.31172/jmg.v10i1.30>
- Shieddieque, A. D., Nugraha, W. A., Mesin, S. T., Tinggi, S., & Wastukencana, T. (n.d.). *Perancangan Mold Set Komponen Handle Pintu Mobil Dengan Material Alumunium 6061 Mold Set Design Of Car Door Handle Components Using Material Alumunium 6061*.
- Sugiyanto, S. S. (2014). Pemanfaatan Panas Pada Kompor Gas Lpg Untuk Pembangkitan Energi Listrik Menggunakan Generator. *Teknologi*, 7, 100–105.
- Sya'rani D, T. M., Sara, I. D., & Hilma Sari, L. (2019). Pengaruh Heatsink Terhadap Kinerja Modul Surya. *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, 2(1), 13. <https://doi.org/10.32672/jnkti.v2i1.1051>
- Wahyu Maulana, B., Arkundato, A., Mulyono, T., Fisika, J., Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, F., Jember, U., & Kimia, J. (2023). Rancang Bangun Panel Sumber Energi Listrik Berbasis Generator Termoelektrik Pada Galvalum Baja Ringan Design and Construction of Electrical Energy Source Panel Based on Thermoelectric Generators on Mild Steel Galvalume. *Jurnal ILMU DASAR*, 24(2), 113.
- Wirapraja, E., & Dwiyanoro, B. A. (2014). Studi Eksperimental Efektivitas Penambahan Annular Fins pada Kolektor Surya Pemanas Air dengan Satu dan Dua Kaca Penutup. *Teknik Pomits*, 3(2), B204–B209.
- Yunianto, B. (2008). Pengujian Perpindahan Panas Konveksi Pada Heat Sink Jenis Extruded. *Rotasi*, 10(1), 28. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi/article/download/2423/2141>