

# MONITORING PLTS BATTERY ENERGY STORAGE ON SALT PRODUCTION TOOLS

## [Monitoring Penyimpanan Energi Baterai PLTS pada Alat Produksi Garam]

Akbar Rayhan Hasfi<sup>1)</sup>, Jamaaluddin Jamaaluddin<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>2)</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: [jamaaluddin@umsida.ac.id](mailto:jamaaluddin@umsida.ac.id)

**Abstract.** *Indonesia, being on the equator, possesses significant solar energy potential with an average radiation intensity of 4.8 kWh/m<sup>2</sup> per day. This potential can be utilised for various sectors, including the salt production industry which requires a stable electricity supply. Solar Power Plant (PLTS) is a strategic alternative in increasing the efficiency of salt production, especially in the drying stage. This study aims to analyse the performance of the energy storage system in the solar power plant battery used in the salt production process. The research method involved measuring the voltage from the solar panel stored in the battery through three daily testing sessions. The test results showed that the highest voltage, 12.59 Volts, was reached in the morning and afternoon, while in the afternoon it decreased as the intensity of sunlight decreased. The results of this study show that solar power plants play an important role in maintaining a stable supply of electrical energy to support salt production. However, voltage fluctuations due to changes in sunlight intensity emphasise the importance of optimising the energy storage system. Therefore, the development of more efficient storage technologies is needed to increase the effectiveness of renewable energy-based salt production.*

**Keywords** - PLTS; solar energy; salt production; energy storage; batteries.

**Abstrak.** *Indonesia yang terletak di garis khatulistiwa memiliki potensi energi matahari yang cukup besar dengan intensitas radiasi rata-rata 4,8 kWh/m<sup>2</sup> per hari. Potensi ini dapat dimanfaatkan untuk berbagai sektor, termasuk industri produksi garam yang membutuhkan pasokan listrik yang stabil. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu alternatif strategis dalam meningkatkan efisiensi produksi garam, khususnya pada tahap pengeringan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem penyimpanan energi pada baterai PLTS yang digunakan dalam proses produksi garam. Metode penelitian dilakukan dengan mengukur tegangan dari panel surya yang tersimpan di dalam baterai melalui tiga sesi pengujian harian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan tertinggi, 12,59 Volt, dicapai pada pagi dan siang hari, sedangkan pada sore hari mengalami penurunan seiring dengan menurunnya intensitas cahaya matahari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembangkit listrik tenaga surya berperan penting dalam menjaga kestabilan pasokan energi listrik untuk mendukung produksi garam. Namun, fluktuasi tegangan akibat perubahan intensitas sinar matahari menekankan pentingnya mengoptimalkan sistem penyimpanan energi. Oleh karena itu, pengembangan teknologi penyimpanan yang lebih efisien diperlukan untuk meningkatkan efektivitas produksi garam berbasis energi terbarukan.*

**Kata Kunci** - PLTS; energi surya; produksi garam; penyimpanan energi; baterai.

## I. PENDAHULUAN

Indonesia yang terletak di sepanjang garis khatulistiwa memiliki potensi besar dalam pemanfaatan energi matahari karena paparan sinar matahari yang melimpah sepanjang tahun [19]. Dengan luas wilayah 2 juta km<sup>2</sup> [2], Indonesia memiliki potensi untuk menghasilkan hingga 5,10 mW atau setara dengan 112.000 GWp, sehingga menjadikannya sumber energi yang strategis untuk pembangunan berkelanjutan [3].

Radiasi matahari di Indonesia terbagi menjadi dua wilayah, di mana bagian barat menerima 4,5 kWh/m<sup>2</sup> per hari, sedangkan bagian timur mendapatkan 5,1 kWh/m<sup>2</sup> per hari, dengan rata-rata nasional 4,8 kWh/m<sup>2</sup> per hari [14]. Potensi ini membuka peluang besar bagi pengembangan energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan [4] [1].

Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan solusi strategis dalam memenuhi kebutuhan energi yang semakin meningkat, termasuk pada industri produksi garam yang membutuhkan pasokan listrik yang stabil dan efisien [7] [8].

Garam memiliki nilai ekonomi yang signifikan karena perannya di berbagai sektor, seperti industri kimia, kuliner, dan pengawetan tradisional [15]. Dengan jumlah penduduk Indonesia yang melebihi 200 juta jiwa, kebutuhan garam dalam negeri sangat tinggi. Dalam proses produksi, tahap pengeringan memegang peranan penting untuk memastikan kristalisasi garam yang optimal [13]. Biasanya, metode yang digunakan adalah pengaliran air ke dalam terowongan dengan bantuan sinar matahari. Namun, teknik ini kurang efisien karena membutuhkan waktu yang relatif lama. [10]. Baterai merupakan elemen utama dalam sistem PLTS yang berfungsi untuk menyimpan energi listrik dari panel surya [8] [5]. Energi ini digunakan sebagai cadangan ketika panel surya tidak beroperasi, seperti pada malam hari atau pada kondisi mendung [11]. Oleh karena itu, pemilihan dan optimalisasi sistem penyimpanan energi yang tepat merupakan faktor penting dalam meningkatkan efisiensi pembangkit listrik tenaga surya untuk mendukung produksi garam [4] [6].

Sistem penyimpanan energi pada pembangkit listrik tenaga surya memerlukan perhatian khusus karena terkait dengan ketersediaan energi secara terus menerus [10], terutama pada saat cuaca mendung atau pada malam hari saat tidak ada sinar matahari [7]. Penggunaan baterai atau teknologi penyimpanan energi lainnya menjadi solusi penting untuk memastikan pasokan listrik yang stabil [8][9].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa karakteristik penyimpanan energi pada baterai PLTS yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi cuaca [15], lama penyinaran, tegangan yang dihasilkan, sehingga pada penelitian ini dibuatlah 'Monitoring Penyimpanan Energi Baterai PLTS pada alat produksi garam' [18] [15] [10] [12]. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat mengetahui efektivitas penyimpanan energi PLTS dan proses produksi garam. [17].

## II. METODE

Perancangan dan persiapan penelitian 'Monitoring Penyimpanan Energi Baterai PLTS pada alat produksi garam' dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Penelitian alat ini dilakukan pada bulan Februari hingga Agustus 2024.

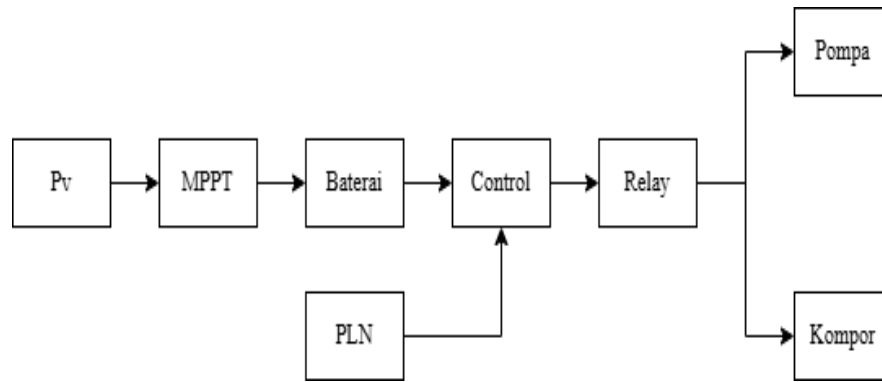
Komponen-komponen yang dibutuhkan dalam proses penelitian 'Monitoring Penyimpanan Energi Baterai PLTS pada alat produksi garam' adalah: Panel Surya, MPPT (Maximum Power Point Tracking), MCB (Miniature Circuit Breaker), Baterai 100 Ah.



Gambar 1. Proses pengisian baterai dari panel surya

Metode ini digunakan selama proses penelitian untuk mengumpulkan data tentang kinerja sistem. Salah satu contohnya adalah pengukuran tegangan panel surya yang masuk ke baterai, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pengukuran ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hasil tegangan yang diperoleh panel surya yang masuk ke baterai.

### A. Blok Diagram

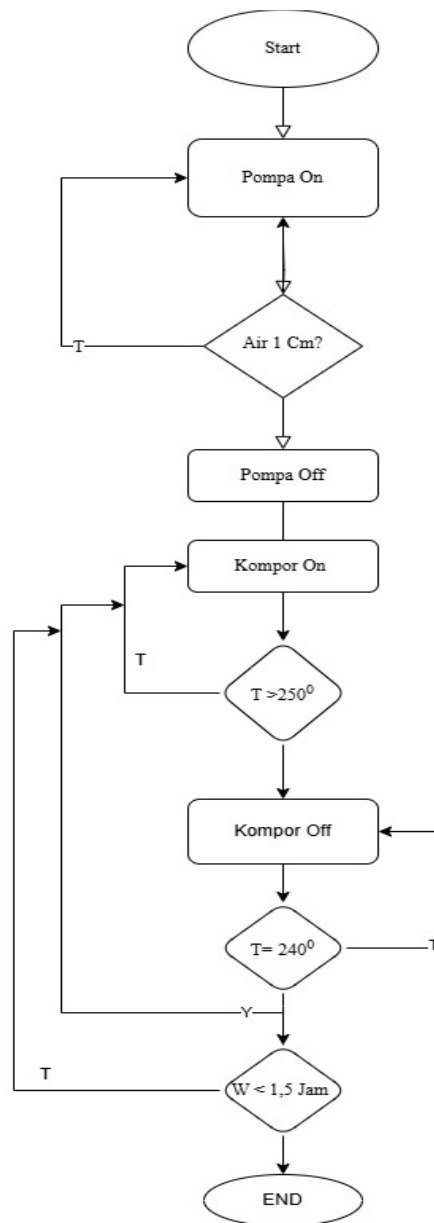


**Gambar 2. Blok Diagram Sistem**

pada gambar 1 diatas, panel surya adalah sebagai input untuk mengkonversi energi Cahaya matahari menjadi energi Listrik., kemudian diproses oleh maximum power point tracking (MPPT) sebagai pengatur tegangan yang masuk dari panel surya untuk ditransfer ke baterai dengan arus maksimal 40 ampere, selanjutnya baterai untuk membebani sumber tegangan DC dan PLN sendiri digunakan untuk membebani AC, lalu control ini meliputi beberapa komponen yaitu Arduino, Sensor Max667, Step Down, Driver Motor, Dimmer, Rellay sebagai sistem penguncian pada control dan untuk pompa sebagai output dari sumber tegangan DC kemudian kompor sebagai output dari sumber tegangan AC.

Diagram blok di atas menunjukkan sistem pemanfaatan energi matahari dalam proses produksi garam. Panel surya berfungsi mengubah sinar matahari menjadi energi listrik, yang kemudian dioptimalkan oleh MPPT untuk memastikan daya yang diperoleh berada pada level maksimum sebelum disimpan di dalam baterai. Energi yang tersimpan ini kemudian dikontrol oleh sistem kontrol untuk mendistribusikan daya sesuai kebutuhan. Relai bertindak sebagai saklar otomatis yang menyalurkan listrik ke dua perangkat utama, yaitu pompa dan kompor. Pompa digunakan untuk mengalirkan air ke bejana produksi, sedangkan kompor memanaskan air hingga suhu tertentu untuk mendukung proses kristalisasi garam. Sistem ini meningkatkan efisiensi produksi garam dengan memanfaatkan energi terbarukan, sehingga mengurangi ketergantungan pada sumber listrik konvensional.

## B. Flowchart



**Gambar 3.** Alur sistem proses memasak garam.

Berdasarkan Gambar 3, proses produksi garam dimulai dengan menyalakan pompa (Pump On) untuk mengisi air ke dalam panci hingga volumenya mencapai 1 cm<sup>2</sup> (Water 1 Cm<sup>2</sup>). Setelah air terisi cukup, pompa secara otomatis mati (Pump Off), kemudian kompor menyala (Stove On) untuk memanaskan air hingga batas suhu maksimum 250°C ( $T > 250^{\circ}\text{C}$ ). Jika suhu melebihi batas ini, kompor akan mati dengan sendirinya (Kompas Mati) untuk mencegah panas berlebih, dan akan menyala kembali (Kompas Hidup) saat suhu turun hingga 240°C ( $T = 240^{\circ}\text{C}$ ) untuk menjaga kestabilan panas. Proses pemanasan ini berlangsung maksimal 1 jam ( $W < 1 \text{ Jam}$ ), dan setelah waktu habis, seluruh sistem akan berhenti secara otomatis (END) yang menandakan bahwa produksi telah selesai. Energi untuk menjalankan pompa dan kompor sepenuhnya berasal dari baterai PLTS, sehingga sistem dapat bekerja secara mandiri tanpa campur tangan manusia. Dengan pengaturan suhu yang cermat, pembatasan waktu, dan otomatisasi penuh, proses ini tidak hanya menghemat energi tetapi juga menghasilkan garam berkualitas yang konsisten sepanjang hari.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengujian pertama tegangan yang masuk ke baterai dari panel surya

Data dikumpulkan selama dua hari, dengan dua kali tes. Pengujian pagi hari berlangsung dari pukul 08.30 hingga 10.00, pengujian siang hari dari pukul 11.00 hingga 12.30, dan pengujian sore hari dari pukul 13.30 hingga 15.00. Tabel 1, 2 dan 3 menunjukkan hasil pengujian tegangan yang masuk ke baterai dari panel surya.

**Tabel 1.** Pengujian pertama tegangan yang masuk ke baterai dari panel surya

| Panel Surya |            |
|-------------|------------|
| Waktu       | Tegangan   |
| 08.30       | 10,40 Volt |
| 08.40       | 10,45 Volt |
| 08.50       | 10,50 Volt |
| 09.00       | 11,30 Volt |
| 09.10       | 11,45 Volt |
| 09.20       | 11,56 Volt |
| 09.30       | 12,55 Volt |
| 09.40       | 12,55 Volt |
| 09.50       | 12,55 Volt |
| 10.00       | 12,57 Volt |

pagi hari menunjukkan tren peningkatan tegangan output panel surya seiring bertambahnya waktu. Tegangan awal yang tercatat pada pukul 08.30 pagi sebesar 10.40 Volt terus meningkat secara bertahap hingga mencapai 12.57 Volt pada pukul 10.00 pagi. Pola tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi intensitas cahaya matahari yang diterima oleh panel surya, maka semakin besar pula kontribusinya terhadap peningkatan tegangan yang dihasilkan. Selain itu, mulai pukul 09.50 pagi, tegangan cenderung stabil di kisaran 12.55 Volt, yang mengindikasikan bahwa panel surya telah mencapai titik optimal dalam menyerap dan mengkonversi energi matahari pada kondisi uji coba ini.

**Tabel 2.** Pengujian kedua dari tegangan yang masuk ke baterai dari panel surya

| Panel Surya |            |
|-------------|------------|
| Waktu       | Tegangan   |
| 11.00       | 12,57 Volt |
| 11.10       | 12,57 Volt |
| 11.20       | 12,58 Volt |
| 11.30       | 12,58 Volt |
| 11.40       | 12,59 Volt |
| 11.50       | 12,59 Volt |
| 12.00       | 12,59 Volt |
| 12.10       | 12,59 Volt |
| 12.20       | 12,59 Volt |
| 12.30       | 12,59 Volt |

Pengujian kedua pada siang hari menunjukkan bahwa tegangan output dari panel surya relatif stabil dengan sedikit peningkatan. Pada pukul 11.00, tegangan yang tercatat sebesar 12.57 volt mengalami sedikit kenaikan hingga mencapai 12.59 volt pada pukul 11.40, kemudian tetap konstan hingga pukul 12.30 siang. Konsistensi tegangan ini mengindikasikan bahwa panel surya telah beroperasi pada kondisi optimal, dimana intensitas cahaya matahari berada pada puncaknya, sehingga variasi tegangan menjadi tidak signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa baterai mendapatkan suplai daya yang stabil dari panel surya selama proses pengujian.

**Tabel 3.** Pengujian ketiga dari tegangan yang masuk ke baterai dari panel surya

| Panel Surya |            |
|-------------|------------|
| Waktu       | Tegangan   |
| 13.30       | 12,55 Volt |
| 13.40       | 12,50 Volt |
| 13.50       | 12,45 Volt |
| 14.00       | 12,40 Volt |
| 14.10       | 12,35 Volt |
| 14.20       | 12,20 Volt |
| 14.30       | 12,10 Volt |
| 14.40       | 11,50 Volt |
| 14.50       | 11,30 Volt |
| 15.00       | 11,10 Volt |

Pengujian ketiga pada sore hari menunjukkan bahwa tegangan output panel surya menurun seiring waktu. Pada pukul 13.30, tegangan tercatat sebesar 12,55 volt dan terus menurun secara bertahap hingga mencapai 11,10 volt pada pukul 15.00. Penurunan ini disebabkan oleh berkurangnya intensitas cahaya matahari, yang diperparah lagi dengan kondisi cuaca yang mendung. Awan yang menghalangi sinar matahari membatasi energi yang dapat diserap oleh panel surya, sehingga tegangan yang dihasilkan terus menurun. Hasil ini menunjukkan bahwa kinerja panel surya sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca, terutama pada sore hari ketika sinar matahari mulai melemah.

## VI. SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pembangkit listrik tenaga surya memainkan peran penting dalam menyediakan pasokan energi yang stabil untuk produksi garam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan panel surya mencapai kondisi optimal pada pagi dan siang hari dengan nilai tertinggi 12,59 Volt, sedangkan pada sore hari mengalami penurunan akibat berkurangnya intensitas sinar matahari. Oleh karena itu, optimalisasi sistem penyimpanan energi pada baterai menjadi aspek penting untuk menjamin ketersediaan listrik secara kontinyu, sehingga produksi garam dapat berjalan lebih efisien.

## REFERENSI

- [1] A. Mubarak'Aafi, J. J. and I. A. (2022). IMPLEMENTASI SENSOR PZEM-017 UNTUK MEMONITORING ARUS, TEGANGAN DAN DAYA PADA INSTALASI PANEL SURYA DENGAN SISTEM DATA LOGGER MENGGUNAKAN GOOGLE SPREADSHEET DAN SMARTPHONE. In Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika (SNESTIK), 191-196.
- [2] Ahfas, A., Hadidjaja, D. R., Syahririni, S., Studi Teknik Elektro, B., & Saintek, F. (2022). *KTP-EL SEBAGAI PENGISI DAYA PONSEL BERBASIS ENERGI TERBARUKAN*. <https://pssh.umsida.ac.id>.
- [3] Anshory, I., Jamaaluddin, J., Fahrudin, A., Fudholi, A., Radiansah, Y., Subagio, D. G., Utomo, Y. S., Saepudin, A., Rosyid, O. A., & Sopian, K. (2024). Pemantauan intensitas panas matahari pada sistem kontrol penjejak matahari sumbu ganda: Pendekatan baru. *Studi Kasus Teknik Termal*, 53, 103791. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2023.103791>
- [4] Ayuni, S. D., Syahririni, S., & Jamaaluddin, J. (2021). Sistem Pemantauan Keamanan Tanggul Lapindo Berbasis IoT. *Elinvo(Elektronika, Informatika, dan Pendidikan Vokasi)*, 6(1), 40-48. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v6i1.40429>
- [5] J. Jamaaluddin, D. H. E. P. D. dan M. M. (2023). PENINGKATAN EFISIENSI BIAYA LISTRIK ANGKRINGAN DENGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA YANG RAMAH LINGKUNGAN. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, Vol 6(No 5), 1844-1852.
- [6] Jamaaluddin, J., Anshory, I., Sartika, S. B., Khoiri, & Mardiyono. (2023). Memanfaatkan Tenaga Surya untuk Komunikasi dan Penerangan di Daerah Bencana. *Academia Open*, 8(2). <https://doi.org/10.21070/acopen.8.2023.7236>
- [7] Jamaaluddin, J., Anshory, I., Sulaksono, T., Hindarto, H., Fudholi, A., Ahmudiarto, Y., Martides, E., & Sopian, K. (2024). Manajemen Perpindahan Panas Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Pengereng. *International Journal on Engineering Applications (IREA)*, 12(3), 195. <https://doi.org/10.15866/irea.v12i3.23959>
- [8] Jamaaluddin Jamaaluddin, I. A. E. R. & D. K. Aji. (2020). Analisis Perbandingan PWM dan MPPT untuk Beban di Atas 200 W. Vol. 3 No. 1 (2020): *Sinarfe7-3* 2020, 1-2.
- [9] Maurina, L., Mahlinda, M., Thalib, A., & Kurniawan, R. (2021). Produksi garam di lahan geomembran: Perhitungan kapasitas produksi, kualitas dan perbandingan dengan garam tradisional. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Industri*, 11(2), 138. <https://doi.org/10.24960/jli.v11i2.6935.138-144>
- [10] Muhammad Iqbal Balatif, M. I. T. T. G. W. P. N. D. P. M. A. K. T. Z. (2024). ANALISIS PENGARUH JARAK ANTARA KUMPARAN PEMANCARDAN PENERIMA PADA SISTEM TRANSFER DAYA FOTOVOLTAIK NIRKABEL. *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan* , Vol 12(No 2), 92-99.
- [11] Prasetyo, W. A., Wisaksono, A. W., & Sulistiyowati, I. S. (2022). Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro menggunakan turbin ulir dengan monitoring berbasis Google Sheet pada aliran sungai Desa Masangan Wetan. *Prosiding Sains dan Teknologi Nasional*, 12(1), 527. <https://doi.org/10.36499/psnst.v12i1.7097>
- [12] Putra, B. I., Jamaaluddin, J., & Dhiya Ayuni, S. (2021). Pengabdian Masyarakat pada Fasilitas Umum Menggunakan Sistem Solar Cell di Desa Kalialo, Kupang, Jabon, Sidoarjo. *Kontribusi (Diseminasi Hasil Penelitian Untuk Pengembangan Masyarakat)*, 4(2), 420. <https://doi.org/10.30587/kontribusi.v4i2.2529>
- [13] Rossoleh, A. H., Jamaaluddin, J., Sulistiyowati, I., & Ayuni, S. D. (2025). ANALISIS KAPASITAS SISTEM ENERGI LISTRIK PLN DAN PANEL SURYA UNTUK PROSES PEMBUATAN GARAM. *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, 13(1), 95-101. <https://doi.org/10.47662/alulum.v13i1.862>
- [14] S. E. Susilowati dan W. Y. Perkasa. (2021). ANALISIS ALAT PENGKRISTAL GARAM DENGAN MENGGUNAKAN PANEL SURYA. *Jurnal Studi Teknik Mesin*, 6, 1-12.
- [15] Simamora, A., Siburian, J. M., Mutiara, P., Sitohang, R., Sinaga, J., & Sinurat, F. K. (2025). PERANCANGAN APLIKASI LIGHT DEPENDENT RESISTOR (LDR) PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK MENINGKATKAN ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN SECARA OTOMATIS. *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, 13(1), 57-64. <https://doi.org/10.47662/alulum.v13i1.849>
- [16] Simatupang, A. R., Wibowo, P., & Hamdani, H. (2023). ANALISIS IMPLEMENTASI SMART CONNECT DALAM MONITORING STATUS ARUS LISTRIK PADA BTS DENGAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS. *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, 11(2), 106-112. <https://doi.org/10.47662/alulum.v11i2.542>
- [17] Sulistiyowati, I., Kurniawan, H., Jamaaluddin, Suprayitno, E. A., & Rahim, R. (2018). Aplikasi Konverter DC-DC Dua Arah untuk Menghemat Energi pada Fotovoltaik. *IOP Conference Series*:

- Materials Science and Engineering, 434, 012214. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/434/1/012214>
- [18] Syahririni, S., Ayuni, S. D., Zulfiryanasyah, F., & Rosyidah, I. (2022). Otomatisasi Mesin Penghancur Sampah Organik dalam Produksi Enzim Ramah Lingkungan. *Elinvo (Elektronika, Informatika, dan Pendidikan Vokasi)*, 7(1), 63-68. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v7i1.48712>
- [19] Tenuman Zebua, D. P. M. I. T. T. G. W. P. N. M. I. B. M. A. K. (2024). PEMODELAN PENINGKATAN EFISIENSI DAYA FOTOVOLTAIK NIRKABEL MENGGUNAKAN RELAY MAGNETIK. *Jurnal Al Ulum: LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, Vol. 12(No. 2), 133-138.

***Conflict of Interest Statement:***

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*