

**ANALISA KAPASITAS KEBUTUHAN SISTEM ENERGI LISTRIK PLN DAN
PANEL SURYA UNTUK PROSES PEMBUATAN GARAM**

Andriyan Herqi Rossoleh¹, Jamaaluddin Jamaaluddin¹, Indah Sulistiyowati¹,
Shazana Dhiya Ayuni¹

¹Prodii Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Jl. Raya Gelam No.250, Pagerwaja,
Gelam, Kec. Candi, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61271

*Email: jamaaluddin@umsida.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini membahas pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dalam mendukung produksi garam melalui sistem hibrida dengan listrik PLN. Tujuan utama adalah merancang serta mengoptimalkan sistem energi terbarukan yang efisien dan berkelanjutan, terutama di daerah terpencil dengan keterbatasan pasokan listrik dan untuk mengetahui kebutuhan sistem energi listrik PLN dan panel surya selama proses pemasakan garam. Metode penelitian ini mengumpulkan data dengan mengukur berbagai komponen penting, seperti tegangan dari inverter ke kompor yang disuplai dari listrik PLN serta panel surya ke baterai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa produksi garam memerlukan daya 700 watt dari PLN selama 1,5 jam dengan tegangan rata-rata 195–196 volt dan arus 3,3–4 ampere. Tegangan panel surya ke baterai stabil pada 12,58 volt saat cuaca cerah dan menurun menjadi 12,21 volt saat cuaca mendung. Penelitian ini menunjukkan bahwa pembangkit listrik tenaga surya untuk produksi garam telah bekerja secara efektif. Dengan membangun sistem hibrida PLN dan panel surya untuk memastikan keberlangsungan produksi garam, terutama dalam mengatasi ketidakstabilan daya yang dihasilkan oleh panel surya akibat perubahan cuaca.

Kata kunci: Efisiensi Energi, Energi Terbarukan, Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Produksi Garam, Sistem Hibrida

ABSTRACT

This research discusses the utilisation of solar power plants (PLTS) in supporting salt production through a hybrid system with PLN electricity. The main objective is to design and optimise an efficient and sustainable renewable energy system, especially in remote areas with limited electricity supply and to determine the needs of PLN electricity and solar panel energy systems during the salt cooking process. This research method collects data by measuring various important components, such as the voltage from the inverter to the stove supplied from PLN electricity and solar panels to the battery. The test results show that salt production requires 700 watts of power from PLN for 1.5 hours with an average voltage of 195-196 volts and a current of 3.3-4 amperes. The voltage of the solar panel to the battery stabilised at 12.58 volts during sunny weather and decreased to 12.21 volts during cloudy weather. This research shows that the solar power plant for salt production has worked effectively. By building a hybrid system of PLN and solar panels to ensure the sustainability of salt production, especially in overcoming the instability of the power generated by solar panels due to weather changes.

Keywords: Energy Efficiency, Renewable Energy, Solar Power Plant, Salt Production, Hybrid System

PENDAHULUAN

Indonesia menaruh perhatian besar terhadap pengembangan dan pemanfaatan energi baru terbarukan (Setyono & Kiono, 2021). Peraturan Pemerintah No. 79 tahun 2014 tentang kebijakan energi nasional menunjukkan komitmen ini (Zaenal *et al.*, 2024). Indonesia, sebuah negara kepulauan dengan 38 provinsi, memiliki banyak peluang untuk memanfaatkan berbagai sumber energi terbarukan. Sumber-sumber tersebut antara lain tenaga air, panas bumi, angin, biosama dan tenaga surya. Semua sumber ini dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan dan ramah lingkungan (Prasetyo *et al.*, 2022).

Karena berada disepanjang garis khatulistiwa, Indonesia memiliki potensi besar untuk sumber energi matahari (Halim, 2022). Energi matahari dapat digunakan sebagai sumber Listrik yang mendukung pasokan daya untuk berbagai perangkat, termasuk pembangkit Listrik tenaga surya (Ahfas *et al.*, 2022). Penggunaan energi surya semakin meningkat, terutama di Indonesia yang memiliki potensi energi surya yang cukup besar, yaitu sekitar 4.8 kwh/m² per hari (Jamaaluddin *et al.*, 2024a; Jamaaluddin *et al.*, 2024b). Dalam proses pembuatannya, energi matahari sangat dibutuhkan untuk pembangkit Listrik tenaga surya sebagai pembuatan garam (Pawitra Putra *et al.*, 2020).

Garam merupakan salah satu sumber daya laut yang memiliki peran penting sebagai bahan tambahan kebutuhan pangan bagi Masyarakat Indonesia (Maurina *et al.*, 2021). Selain digunakan sebagai bahan konsumsi, garam juga diproses dalam berbagai industri, termasuk dalam pengawetan dan sebagai bagian dari campuran bahan kimia (Ulfidatul *et al.*, 2019). Produksi garam umumnya berlokasi di daerah yang berdekatan dengan laut, dan air laut sebagai bahan baku utama dalam proses pembuatannya (Pratama & Abidin, 2023).

Permasalahan dari alat tersebut adalah sistem pembangkit Listrik tenaga surya (PLTS) yang digunakan untuk proses pembuatan garam belum sepenuhnya efektif meskipun pembangkit Listrik tenaga surya tersebut menghasilkan daya yang masuk ke dalam baterai dan kemudian untuk mensuplai semua sistem proses pembuatan garam secara

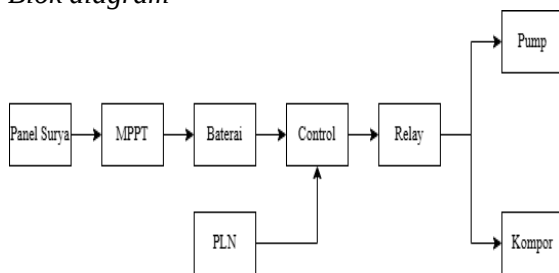
keseluruhan (Sapto Prayogo, 2019; Ayuni *et al.*, 2021). Solusi untuk permasalahan ini adalah dengan menambah jumlah panel surya dan menggantinya dengan spesifikasi yang lebih tinggi, hal ini diharapkan dapat meningkatkan kestabilan daya dan tegangan, sehingga dapat mendukung proses pembuatan garam secara berkelanjutan dan efisien (Haris *et al.*, 2020).

Pada penelitian ini, pembangkit Listrik tenaga surya digunakan sebagai sumber energi alternatif dalam proses pembuatan garam. Penelitian ini menganalisa efisiensi sistem yang masuk dari beban PLN dan dari panel surya terhadap beban yang digunakan untuk energi atau baterai (Jamaaluddin *et al.*, 2020). Bagi masyarakat yang mengalami kesulitan dalam pembuatan garam. Tujuan dari alat ini adalah menggunakan sistem energi Listrik dan panel surya untuk menjaga ketersediaan yang konsisten untuk pembuatan garam, serta dapat mengurangi biaya operasional jangka Panjang terutama di daerah terpencil dan menggunakan energi terbarukan yang ramah lingkungan (Sulistiyowati *et al.*, 2018). Namun dari panel surya, Analisa diperlukan untuk menilai efektivitas alat tersebut (Anshory *et al.*, 2024). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kebutuhan sistem energi listrik PLN dan panel surya selama proses pemasakan garam.

METODE PENELITIAN

Pada proses penelitian ini untuk mengetahui pengukuran pada alat, metode ini digunakan dalam penelitian untuk mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan kinerja sistem, seperti pengukuran tegangan, arus pada inverter yang masuk ke kompor, serta pengukuran panel surya yang masuk ke baterai. Pengukuran dilakukan dengan tujuan untuk menentukan efektivitas menggunakan pembangkit Listrik tenaga surya dan PLN. Proses pengukuran dilakukan dengan tiga kali pengujian. Pengujian pertama pada pukul 09.30-11.00, pengujian kedua pada pukul 12.10-13.40 dan pengujian ketiga pada pukul 14.00-15.30 dengan rentang waktu pengukuran 10 menit yang dilakukan selama 3 hari berturut-turut.

Blok diagram

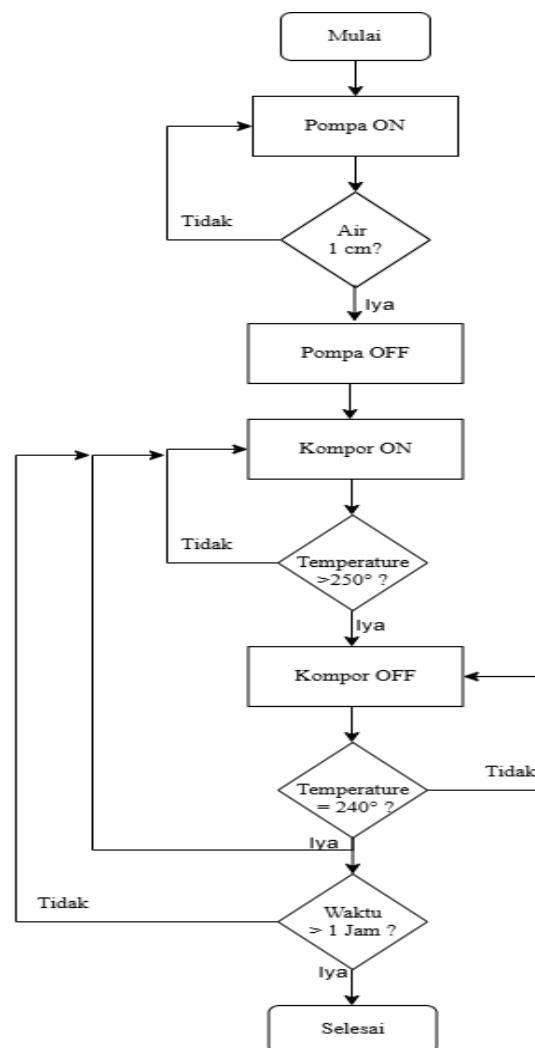


Gambar 1. Blok Diagram Sistem

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.

Flowchart

Pada Gambar 2, proses ini dimulai dari pompa menyala untuk pengisian panci dengan ketinggian air 1 cm, Ketika air sudah mencapai ketinggian 1 cm maka pompa otomatis mati, bila air belum mencapai ketinggian air 1 cm maka pompa masih menyala, kemudian kompor menyala selama suhu yang diatur dengan suhu maksimal 250°, jika melebihi batas suhu derajat yang ditentukan maka kompor mati secara otomatis, bila suhu masih dibawah 250° maka kompor masih menyala, selanjutnya kompor secara otomatis kembali menyala hingga pada suhu 240°, bila proses penurunan suhu belum mecapai yang ditentukan maka kompor masih mati, kemudia ketika proses memasak sudah mencapai 1,5 jam maka proses memasak selesai, bila belum kompor masih menyala dan proses masak masih berlanjut.

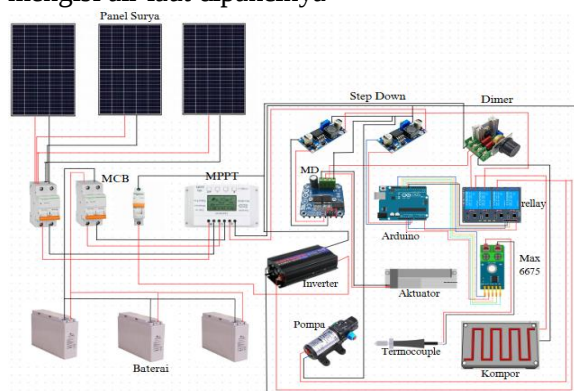


Gambar 2. Alur Sistem Proses Pemasakan Garam

Diagram Wiring

Pada Gambar 3 wiring, merupakan skema sistem PLTS untuk proses pembuatan garam, panel surya yang berkapasitas 100wp sebagai inputan menghasilkan daya yang masuk melalui MCB ke MPPT untuk mengisi baterai 100 Ah dengan arus maksimal 40 ampere. Sumber AC dari kompor dikontrol oleh inverter yang mengubah arus dari DC ke AC. Inverter ini menyuplai daya ke dimmer untuk mengatur suhu kompor dan ke driver motor untuk menggerakkan actuator. Ouput dari keduanya dikontrol oleh relai untuk sistem penguncian. Daya kemudian diturunkan melalui stepdown dari 15V ke 5V untuk menyuplay ke Arduino, yang mengontrol sensor suhu

(max6675 dan termocouple) serta pompa untuk mengisi air laut dipancinya



Gambar 3. Wiring Diagram Sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Menggunakan Sumber dari PLN

Berikut hasil pengumpulan data pengujian tegangan menggunakan sumber dari PLN pada tiga hari berturut-turut, yang tertera pada Tabel 1, 2 dan 3

Tabel 1. Data Pengujian Pertama Menggunakan Sumber dari PLN

Waktu	PLN		
	Tegangan	Arus	Daya
09.30	193.4	3.40	657.56
09.40	193.2	3.40	656.88
09.50	193.1	3.40	656.54
10.00	193.0	3.39	654.27
10.10	192.6	3.39	652.91
10.20	193.0	3.39	654.27
10.30	192.8	3.35	645.88
10.40	195.6	3.38	661.13
10.50	195.5	3.39	662.75
11.00	195.5	3.38	660.79

Tabel 2. Data Pengujian Pertama Menggunakan Sumber dari PLN

Waktu	PLN		
	Tegangan	Arus	Daya
12.10	195.5	3.39	662.75
12.20	195.7	3.41	667.34
12.30	195.6	3.36	657.22
12.40	195.9	3.37	660.18
12.50	195.7	3.41	667.34
13.00	195.4	3.41	666.31
13.10	195.3	3.36	656.21
13.20	195.2	3.39	661.73
13.30	194.8	3.36	654.53
13.40	195.2	3.37	657.82

Tabel 3. Data Pengujian Pertama Menggunakan Sumber dari PLN

Waktu	PLN		
	Tegangan	Arus	Daya
14.00	195.0	3.38	659.10
14.10	195.0	3.30	644.50
14.20	194.4	3.31	643.46
14.30	194.9	3.33	649.02
14.40	196.5	3.40	668.10
14.50	194.0	3.34	648.96
15.00	195.0	3.35	653.25
15.10	194.5	3.35	651.58
15.20	196.4	3.32	652.05
15.30	195.1	3.34	651.63

Hasil pengumpulan data untuk pembangkit listrik tenaga surya, yang digunakan dalam proses pembuatan garam, ditunjukkan pada tabel diatas. Tiga hari berturut-turut digunakan untuk pengujian ini, tiga parameter utama dari sumber Listrik PLN

dimasukkan dalam data termasuk tegangan, arus, dan daya. Berdasarkan hasil pengujian data, rata-rata selama 1,5 jam, pada tabel 1 membutuhkan tegangan kurang lebih 195.6 volt dan 3.38 A, 661.13 Watt, selama proses memasak. Pada tabel 2 membutuhkan tegangan 195.7 volt dan 3.36 A, 657.22 Watt. Pada tabel 3 membutuhkan tegangan 196.5 volt dan 3.40, 668.10 Watt. Pada ketiga tabel tersebut selama proses memasak ada kelonjakan dan penurunan tegangan arus dan daya, jadi selama proses memasak garam menggunakan sumber PLN kurang lebih membutuhkan daya 700 watt untuk 3 pengujian. tujuan utama dari pengumpulan data ini adalah menentukan jumlah Listrik yang dibutuhkan selama proses pemasakan garam menggunakan PLN.

Pengujian Pada Panel Surya:

Berikut ini adalah hasil pengujian tegangan panel surya yang masuk ke baterai. Data pengujian ada pada Tabel 4, 5 dan 6.

Tabel 4. Pengujian pertama menggunakan sumber inputan dari panel surya ke baterai

Panel Surya	
Waktu	Tegangan
09.30	12.51
09.40	12.51
09.50	12.51
10.00	12.51
10.10	12.56
10.20	12.56
10.30	12.57
10.40	12.57
10.50	12.57
11.00	12.58

Tabel 5. Pengujian kedua menggunakan sumber inputan dari panel surya ke baterai

Panel Surya	
Waktu	Tegangan
12.10	12.57
12.20	12.58
12.30	12.58
12.40	12.58
12.50	12.59
13.00	12.58
13.10	12.58
13.20	12.58
13.30	12.58
13.40	12.58

Tabel 6. Pengujian ketiga menggunakan sumber inputan dari panel surya ke baterai

Panel Surya	
Waktu	Tegangan
14.00	12.21
14.10	12.22
14.20	12.24
14.30	12.24
14.40	12.25
14.50	12.26
15.00	12.27
15.10	12.28
15.20	12.29
15.30	12.29

Pada Tabel diatas adalah data hasil pengujian tegangan baterai sistem yang mengalir dari panel surya. Pengujian ini dilakukan dengan prosedur dan jadwal yang sama persis dengan pengujian sebelumnya. Hal

ini menunjukkan bahwa tiga hari berturut-turut digunakan untuk pengambilan data, dengan tiga sesi pengujian yang dilakukan secara bersamaan setiap harinya. Percobaan ini dilakukan untuk mengukur tegangan yang dihasilkan oleh panel surya dan kemudian dialirkan ke 3 buah baterai dengan berkapasitas 100 Ah setiap baterainya. Pengukuran ketiga tersebut terlihat pada tabel 4 tegangan yang masuk secara bertahap naik sampai 12.58 volt, dan pada tabel 5 nggak jauh beda untuk hasil tegangannya stabil di 12.58 volt sama dengan pengujian sebelumnya, sedangkan dari tabel 6 ada sedikit penurunan pada tegangannya dari panel surya masuk ke baterai, dari permasalahan tersebut bahwa tabel 4 dan 5 cuaca masih terlihat panas sedangkan pada saat pengujian dari tabel 6 cuaca mengalami mendung dan tegangan tersebut mengalami penurunan hingga sampai 12.21 volt, selama proses memasak masing-masing kurang lebih 1,5 jam. Jadi selama proses pengisian baterai dari tabel pengujian 4 sampai 5 tegangan yang masuk dari baterai naik secara stabil dan pada tabel 6 mengalami penurunan dikarenakan cuaca saat mendung.

KESIMPULAN

Pembangkit listrik tenaga surya untuk produksi garam telah bekerja secara efektif, tetapi masih diperlukan lebih banyak penyempurnaan, yaitu penambahan panel surya 100Wp untuk mensuplai kontrol beban DC. Dalam tiga kali pengujian, alat ini mengkonsumsi daya sekitar 700 watt selama 1,5 jam dengan menggunakan sumber listrik PLN, sedangkan tegangan dari panel surya menunjukkan ketidakstabilan yang signifikan, terutama pada kondisi mendung, yang mengakibatkan penurunan tegangan baterai hingga 12,21 volt.

DAFTAR PUSTAKA

Ahfas, A., Hadidjaja, D. R., Syahririni, S., Studi Teknik Elektro, B., & Saintek, F. (2022). *ID Card Sebagai Charger Hp Berbasis Energi Terbarukan*. <https://pssh.umsida.ac.id>.

Anshory, I., Jamaaluddin, J., Fahrudin, A., Fudholi, A., Radiansah, Y., Subagio, D. G., Utomo, Y. S., Saepudin, A., Rosyid, O. A., & Sopian, K. (2024). Monitoring solar heat intensity of dual axis solar tracker control system: New approach. *Case Studies in Thermal Engineering*, 53, 103791.

<https://doi.org/10.1016/j.csite.2023.103791>

Ayuni, S. D., Syahririni, S., & Jamaaluddin, J. (2021). Lapindo Embankment Security Monitoring System Based on IoT. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 6(1), 40–48. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v6i1.40429>

Halim, L. (2022). Analisis Teknis dan Biaya Investasi Pemasangan PLTS On Grid dan Off Grid di Indonesia. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 5(2), 131. <https://doi.org/10.24853/resistor.5.2.131-136>

Haris, A., Wahjuni, S., Sukoco, H., Rahmawan, H., Neyman, S. N., Sikumbang, H., & Elly, M. J. (2020). Technology Sun Tracking System for Solar Power Plants Base on Recurrent Neural Networks. *Proceedings of the International Seminar of Science and Applied Technology (ISSAT)* 2020). <https://doi.org/10.2991/aer.k.201221.038>

Jamaaluddin, J., Anshory, I., Sulaksono, T., Hindarto, H., Fudholi, A., Ahmudiarto, Y., Martides, E., & Sopian, K. (2024). Heat Transfer Management of Solar Power Plant for Dryer. *International Journal on Engineering Applications (IREA)*, 12(3), 195. <https://doi.org/10.15866/irea.v12i3.23959>

Jamaaluddin, J., Ayuni, S. D., & Wulandari, I. A. S. (2024). Design of Automatic Transfer Switch System Solar Power Plant – PLN. *Journal of Electrical Technology UMY*, 7(2), 57–64. <https://doi.org/10.18196/jet.v7i2.14651>

- Jamaaluddin Jamaaluddin, I. A. E. R. & D. K. Aji. (2020). *Analisa Perbandingan PWM Dan MPPT Untuk Beban Di Atas 200 W*. Vol. 3 No. 1 (2020): *Sinarfe7-3* 2020, 1–2.
- Maurina, L., Mahlinda, M., Thalib, A., & Kurniawan, R. (2021). Produksi garam di lahan geomembran: Perhitungan kapasitas produksi, mutu dan perbandingannya dengan garam tradisional. *Jurnal Litbang Industri*, 11(2), 138. <https://doi.org/10.24960/jli.v11i2.6935.138-144>
- Pawitra Putra, A. A. G. A., Kumara, I. N. S., & Ariastina, W. G. (2020). Review Perkembangan PLTS di Provinsi Bali Menuju Target Kapasitas 108 MW Tahun 2025. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 19(2), 181. <https://doi.org/10.24843/MITE.2020.v19i02.P09>
- Prasetyo, W. A., Wisaksono, A. W., & Sulistiyowati, I. S. (2022). Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro Menggunakan Turbin Ulir Dengan Monitoring Berbasis Google Sheet Pada Aliran Sungai Desa Masangan Wetan. *Prosiding Sains Nasional Dan Teknologi*, 12(1), 527. <https://doi.org/10.36499/psnst.v12i1.7097>
- Pratama, W. Y., & Abidin, A. Z. (2023). Kajian Eksistensi Produk Garam Darat Di Desa Jono, Kecamatan Tawangharjo, Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah. *Jurnal EMT KITA*, 7(2), 351–361. <https://doi.org/10.35870/emt.v7i2.937>
- Sapto Prayogo. (2019). *Pengembangan sistem manajemen baterai pada PLTS menggunakan on-off grid tie inverter*. Vol 9 No 1(JURNAL TEKNIK ENERGI), 58–59.
- Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(3), 154–162. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11157>
- Sulistiyowati, I., Kurniawan, H., Jamaaluddin, Suprayitno, E. A., & Rahim, R. (2018). Application of Bidirectional DC-DC Converter for Saving Energy on Photovoltaic. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 434, 012214. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/434/1/012214>
- Ulfidatul, Y., Fakultas, H., & Dan Bisnis, E. (2019). Jurnal Studi Manajemen dan Bisnis Peningkatan Kualitas Produksi Garam Menggunakan Teknologi Geomembran. In *JSMB* (Vol. 6, Issue 2). <http://journal.trunojoyo.ac.id/jsmb>
- Zaenal, A., Jamaaluddin, Ahfas, A., Hadidjaja, D., & Falah, A. (2024). Analisa Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk Pengering Kupang. *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 23(1), 55–64. <https://doi.org/10.31358/techn.v23i1.415>