

e-ISSN : 3031-0342
Diterima : 22 Januari 2026
Disetujui : 26 Maret 2026
Tersedia online di <https://journal.unram.ac.id/index.php/agent>

ANALISIS KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK DARI PANEL SURYA BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT) PADA *SOLAR DRYER DOME* DALAM PENGERINGAN KOPI

Analysis of electrical energy requirements from solar panels based on the Internet of Things (IoT) on a Solar Dryer Dome in coffee drying

Nita Widiyanti*, Amuddin, Joko Sumarsono

¹Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri,
Universitas Mataram

(Tidak menggunakan status penulis, contoh: Dosen/Mahasiswa/Alumni, di depan nama institusi)

Email*): nitawdyanti374@gmail.com

Nomor telepon: -

ABSTRACT

Electricity plays a crucial role in supporting agricultural technology, particularly in the development of solar dryer domes for coffee drying that utilise solar panels as a renewable energy source. To ensure optimal operation, an analysis of energy requirements based on the Internet of Things (IoT) is required so that energy availability can be monitored in real time. This study aims to analyse the electrical energy required of solar panels in a solar dryer dome with an IoT-based monitoring system. The experimental method was conducted for 7 days in Persil Hamlet, Karang Sidemen Village, Central Lombok, utilising a PZEM-017 sensor connected to ESP32, LCD 16×2 I2C, SD card, and the ThingSpeak platform. Parameters observed included voltage, current, power, and electrical energy recorded every 10 minutes. The results showed voltage ranging from 10.82–14.39 V, current 2.52–3.17 A, peak power 43.6 W, and daily energy 315–550 Wh, totalling of 3,155 Wh over 7 days. The energy demand of four DC fans was only 241 Wh/day, indicating that the panel provided more than sufficient energy. The IoT-based system with ESP32 and PZEM-017 effectively provided real-time data on solar panel performance and energy efficiency during the coffee drying process.

Keywords: *electrical energy, ESP32, Internet of Things (IoT), PZEM-017 sensor, solar panel*

ABSTRAK

Energi listrik berperan penting dalam mendukung teknologi pertanian, salah satunya pada *solar dryer dome* untuk pengeringan kopi dengan sumber daya panel surya. Agar sistem optimal, diperlukan analisis kebutuhan energi berbasis *Internet of Things* (IoT) sehingga ketersediaan energi dapat dipantau secara *real time*. Penelitian ini bertujuan menganalisis kebutuhan energi listrik panel surya pada *solar dryer dome* dengan sistem *monitoring* IoT. Metode eksperimen dilakukan selama 7 hari di Dusun Persil, Desa Karang Sidemen, Lombok Tengah, menggunakan sensor PZEM-017 terhubung dengan ESP32, LCD 16×2 I2C, SD card, serta platform *ThingSpeak*. Parameter yang diamati meliputi tegangan, arus, daya, dan energi listrik setiap 10 menit. Hasil menunjukkan tegangan 10,82–14,39 V, arus 2,52–3,17 A, daya puncak 43,6 W, dan energi 315–550 Wh/hari atau total 3.155 Wh selama 7 hari penelitian. Kebutuhan beban berupa 4 kipas DC hanya 241 Wh/hari, sehingga energi panel lebih dari cukup. Sistem berbasis ESP32 dan PZEM-017 ini efektif

memberikan informasi *real time* mengenai performa panel dan efisiensi energi pada proses pengeringan kopi.

Kata kunci: energi listrik, ESP32, Internet of Things (IoT), sensor PZEM-017, panel surya

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Energi listrik memegang peranan penting dalam mendukung aktivitas sehari-hari, termasuk pada sektor pertanian. Salah satu penerapannya adalah pada *solar dryer dome*, teknologi pengeringan modern yang memanfaatkan energi matahari untuk menjaga mutu hasil panen seperti kopi agar lebih efisien dan merata. Indonesia memiliki potensi energi surya yang besar karena intensitas cahaya matahari tinggi sepanjang tahun, sehingga penerapan pembangkit listrik tenaga surya fotovoltaik (PLTS) menjadi solusi ramah lingkungan dan berkelanjutan (Rahmanta & Wibowo, 2021). Namun, agar sistem ini optimal, diperlukan perhitungan kebutuhan energi listrik secara tepat sehingga ketersediaan daya sesuai dengan beban dan tidak menimbulkan kekurangan maupun pemborosan.

Perkembangan *Internet of Things* (IoT) memberikan peluang besar untuk melakukan pemantauan energi secara *real time* melalui integrasi sensor dan mikrokontroler (Syamsiana *et al.*, 2024). Pada sistem *solar dryer dome*, penggunaan sensor PZEM-017 dan ESP32 memungkinkan pengukuran parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, dan energi secara akurat yang kemudian dikirim ke platform berbasis *cloud* untuk dianalisis. Dengan pendekatan ini, kinerja panel surya dapat dievaluasi secara langsung sehingga analisis kebutuhan energi lebih akurat, efisiensi penggunaan daya meningkat, dan proses pengeringan kopi dapat berlangsung lebih stabil serta ramah lingkungan.

Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui kebutuhan energi listrik beban dan energi listrik yang tersedia dari panel surya pada *solar dryer dome* dalam pengeringan kopi.
2. Menggunakan teknologi IoT untuk memantau secara *real-time* penggunaan listrik berbasis tenaga surya.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: *solar charge controller*, baterai/aki, mikrokontroler ESP32, sensor PZEM 017, *Robotdyn microSD shield (datalogger/rtc)*, Modul UART TTL to RS485 converter, *For Shunt* resistor, LCD 16×2 I2C & OLED, *box* rangkaian, PCB bolong, kabel *jumper*, laptop, aplikasi *ThingSpeak*, *smartphone*, modem, dan koneksi internet.

Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yaitu melakukan pengukuran arus, tegangan, daya dan energi listrik pada *solar dryer dome* yang terletak di desa Karang Sidemen. Dalam sistem ini, sinar matahari mengenai panel surya akan diubah menjadi energi listrik, kemudian disimpan dalam baterai. Kapasitas dan status pengisian baterai dipantau menggunakan *battery monitor*, sementara sensor PZEM-017 digunakan untuk memberikan informasi mengenai besarnya energi listrik yang tersedia dan siap digunakan selama proses pengeringan berlangsung.

Parameter Penelitian

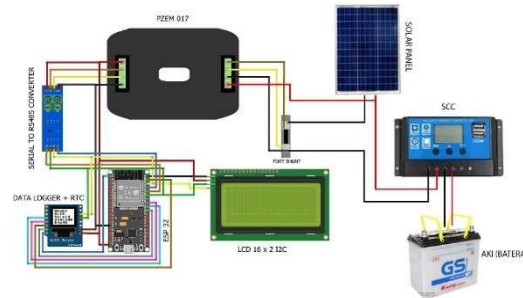
Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Arus listrik (*current*)
2. Tegangan (*voltage*)

3. Daya listrik (*power*)
4. Energi listrik

Skema Rangkaian Sistem *Monitoring*

Skema Rangkaian Sistem *Monitoring* Energi Listrik



Gambar 1. Skema Rangkaian Sistem *Monitoring* Energi Listrik

Pada Gambar 1 menunjukkan rangkaian sistem *monitoring* energi listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) pada *solar dryer dome*. Panel surya berfungsi sebagai sumber energi utama yang mengubah cahaya matahari menjadi listrik DC, kemudian dialirkan ke *Solar Charge Controller* (SCC) untuk mengatur proses pengisian dan pelepasan energi ke aki (baterai). Dari aki, energi listrik melewati *port shunt* yang berfungsi sebagai sensor arus sebelum masuk ke PZEM-017, yang bertugas mengukur parameter listrik berupa tegangan, arus, daya, dan energi. PZEM-017 terhubung ke ESP32 melalui modul *Serial to RS485 Converter* untuk komunikasi data. Mikrokontroler ESP32 berperan sebagai pusat kendali yang mengolah hasil pengukuran, menampilkannya secara *real time* pada LCD 16×2 I2C, serta menyimpan data menggunakan *data logger + RTC* untuk pencatatan waktu. Sistem ini memungkinkan pemantauan performa panel surya secara langsung sekaligus mendukung analisis kebutuhan energi listrik pada proses pengeringan kopi dalam *solar dryer dome*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Sistem *Monitoring* Energi Listrik

Sistem *monitoring* dirancang menggunakan sensor PZEM-017 untuk mengukur tegangan, arus, daya, dan energi pada sistem DC. Data diproses oleh ESP32, disimpan dalam SD card, serta ditampilkan melalui LCD 16×2 I2C. Sensor dipasang pada *output* panel/aki untuk mengetahui potensi energi yang tersedia, bukan konsumsi aktual beban (Elwakeel *et al.*, 2023).

Pemantauan Energi Listrik Berbasis IoT (*Internet of Things*) dengan Tampilan LCD

Dengan adanya *Internet of Things* (IoT), data dari sensor PZEM-017 dapat dikirim ke platform *ThingSpeak* melalui ESP32 untuk dipantau jarak jauh lewat *smartphone* atau komputer. Data ditampilkan secara *real-time* pada LCD 16×2 I2C dan disimpan di *cloud* sehingga histori dapat dianalisis. Pendekatan ini memungkinkan pemantauan instan performa panel surya, meliputi puncak daya, fluktuasi, peringatan dini, serta dokumentasi energi harian untuk evaluasi sistem pengeringan.



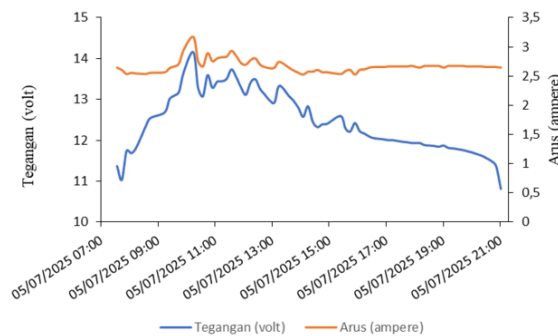
Gambar 2. Tampilan LCD

Gambar 2 menunjukkan hasil pembacaan sensor PZEM-017 yang ditampilkan secara *real time* melalui LCD 16×2 I2C. Informasi yang ditampilkan meliputi parameter listrik utama, yaitu tegangan (volt), arus (ampere), daya (watt), dan energi listrik (Wh). Dengan adanya tampilan lokal ini, pengguna dapat memantau kondisi sistem secara langsung di lokasi tanpa harus bergantung pada perangkat lain. Tampilan LCD berfungsi sebagai indikator cepat mengenai performa panel surya dan ketersediaan energi selama proses pengeringan berlangsung.

**Gambar 3.** Grafik Tampilan Aplikasi ThingSpeak Nilai Tegangan

Gambar 3 memperlihatkan grafik hasil *monitoring* tegangan panel surya yang dikirimkan oleh sensor PZEM-017 melalui mikrokontroler ESP32 ke platform *cloud ThingSpeak*. Data tegangan terekam secara kontinu dan ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga memudahkan analisis tren harian, fluktuasi, maupun puncak nilai tegangan yang dihasilkan panel surya. Visualisasi ini memberikan gambaran yang lebih komprehensif terkait performa panel dan mendukung proses evaluasi efisiensi sistem *solar dryer dome* berbasis IoT.

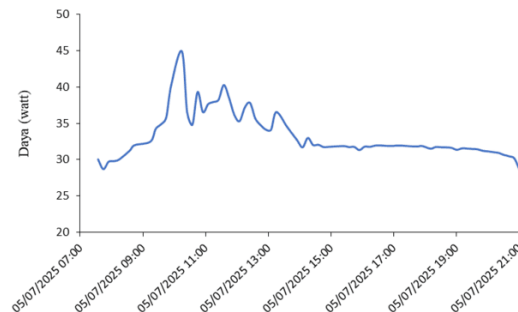
Analisis Tegangan (volt) dan Arus (ampere) dari Panel Surya

**Gambar 4.** Grafik Tegangan dan Arus dari Sensor PZEM-017

Gambar 4 menunjukkan hasil pengukuran tegangan dan arus menggunakan sensor PZEM-017 dilakukan setiap 10 menit. Nilai tegangan tertinggi muncul pada pukul 10:14 yaitu 14,16 V, sedangkan nilai tegangan terendah tercatat pada pukul 07:44 sebesar 11,04 V. Untuk arus, nilai terendah terjadi pada pagi hari pukul 08:14 yaitu 2,54 A, sedangkan arus tertinggi tercatat pada pukul 10:14 sebesar 3,17 A. Pola ini menunjukkan bahwa baik tegangan maupun arus cenderung meningkat dari pagi hingga menjelang siang, kemudian berangsur menurun saat memasuki sore dan malam hari. Setelah melewati titik puncak, arus mengalami penurunan bertahap seiring berkurangnya intensitas cahaya hal ini sesuai dengan penelitian oleh (Usman, 2020) yang mengatakan bahwa intensitas cahaya matahari mempengaruhi tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh panel, semakin besar intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya maka semakin besar pula arus listrik yang dihasilkan begitupun sebaliknya.

Analisis Daya Listrik (watt)

Daya (watt) merupakan parameter penting dalam penelitian ini karena menjadi indikator utama untuk mengetahui besarnya energi listrik yang dapat dihasilkan oleh sistem panel surya selama proses pengeringan berlangsung. Daya listrik dalam penelitian ini diperoleh dari hasil perkalian data tegangan dengan arus yang didapatkan dari sensor PZEM-017 yang merupakan *output* panel surya (Sitompul *et al.*, 2024).

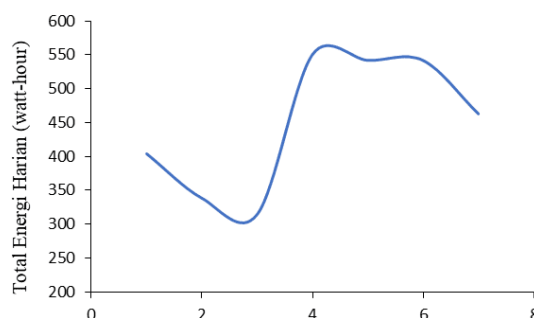


Gambar 5. Grafik Daya

Gambar 5 memperlihatkan pola daya hasil perkalian tegangan dan arus yang diukur sensor PZEM-017, dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa daya meningkat dari sekitar 30 W pada pukul 07:34 hingga puncak 44,89 W pada pukul 10:14, lalu berfluktuasi di kisaran 36–38 W pada siang hari dan menurun stabil hingga 28,56 W pada pukul 21:01. Pola ini menunjukkan hubungan erat antara intensitas cahaya matahari dengan naik-turunnya daya panel surya. Selama 7 hari penelitian, diperoleh nilai daya yang berkisar antara 28 – 44 W. Semakin besar nilai tegangan dan arus maka semakin besar pula daya yang diperoleh (Santoso *et al.*, 2023). Selain itu, fluktuasi nilai daya juga disebabkan oleh faktor cuaca dan kondisi intensitas cahaya matahari (Radhiansyah *et al.*, 2025).

Analisis Kebutuhan Energi Listrik Harian (watt-hour)

Energi listrik dalam konteks penelitian ini merupakan besaran yang menunjukkan kemampuan panel surya dalam menghasilkan dan menyuplai listrik selama penelitian, yang dinyatakan dalam satuan *watt-hour* (Wh). Perolehan nilai energi dihitung dari perkalian daya listrik tiap interval (watt) dengan lama waktu pengukuran, sehingga merepresentasikan total kontribusi panel surya terhadap kebutuhan listrik pada *solar dryer dome* (Mafaza *et al.*, 2025).



Gambar 6. Grafik Total Energi Harian

Berdasarkan Gambar 6 didapatkan hasil perhitungan total energi harian yang berkisar antara 315-550 Wh per hari. Nilai total energi harian paling tinggi pada hari keempat yaitu 550,3846 Wh, dan terendah pada hari ketiga dengan nilai 315,1149 Wh. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa energi harian dari panel surya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Penelitian oleh (Rifaldi *et al.*, 2023) menyatakan bahwa daya keluaran panel surya dipengaruhi oleh intensitas radiasi sinar matahari yang diterima, sehingga ketika intensitas sinar matahari lebih tinggi, daya

yang dihasilkan juga meningkat. Hal ini sejalan dengan data energi yang diperoleh karena merupakan hasil dari perkalian daya.

Selanjutnya dilakukan analisis perbandingan kebutuhan DC/kipas dengan total energi harian yang tersedia dari panel surya yang bertujuan untuk mengevaluasi energi listrik yang dihasilkan oleh sistem panel surya mampu memenuhi kebutuhan daya dari beban DC berupa kipas dengan spesifikasi $\pm 3,36$ W per unit.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kipas tidak selalu menyala bersamaan, melainkan bergantian atau hanya sebagian yang aktif. Kondisi ini disebabkan oleh perbedaan kebutuhan tegangan awal (*starting voltage*) dan arus (*arus start*) pada setiap kipas, ditambah dengan fluktuasi daya dari panel surya maupun aki. Ketika terjadi penurunan tegangan pada sistem, hanya kipas dengan toleransi internal yang lebih baik yang mampu berputar, sedangkan yang lain gagal menyala. Hal ini sejalan dengan pendapat (Harahap, 2016) yang menjelaskan bahwa penurunan tegangan pada sistem listrik dapat mengurangi efisiensi, daya, dan kecepatan putaran motor. Prinsip yang sama berlaku pada kipas DC, di mana suplai yang lemah membuat kipas tidak semuanya mampu bekerja secara bersamaan. Selain itu, meskipun spesifikasi teknis kipas sama, setiap unit tetap memiliki perbedaan karakteristik akibat toleransi produksi, kualitas lilitan, kondisi *bearing*, serta gesekan mekanis. Perbedaan ini berpengaruh pada besarnya arus *start* yang diperlukan masing-masing kipas. (Saprianto *et al.*, 2022) juga menegaskan bahwa motor DC umumnya membutuhkan arus *start* yang lebih besar dibandingkan arus kerja normal. Perbedaan hambatan listrik pada lilitan motor dan cara medan magnetnya dibuat, membuat kurva hubungan torsi dan kecepatan tiap motor tidak sama. Akibatnya, ada kipas yang lebih cepat berputar saat dinyalakan, sementara yang lain lebih sulit menyala, terutama kalau daya dari panel surya atau aki sedang terbatas.

Perhitungan estimasi kebutuhan energi kipas DC secara teoritis menggunakan rumus dasar energi dengan mengalikan daya kipas per unit dengan total rata-rata waktu pengoperasian yaitu 18 jam pengamatan dengan jumlah kipas (Rahmawati *et al.*, 2020). Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil yang disajikan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 1. Estimasi Kebutuhan Energi Harian Beban DC Kipas

Jumlah Kipas Aktif (n)	Waktu Operasi (t)	Daya per kipas (W)	Kebutuhan Energi (Wh/hari)
4	18 Jam	3,36 W	241 Wh
3	18 Jam	3,36 W	181 Wh
2	18 Jam	3,36 W	120 Wh
1	18 Jam	3,36 W	60 Wh

Tabel 2. Ketersediaan Total Energi Harian

Hari ke	Total Energi Harian (Wh)
1	404,303
2	338,8278
3	315,1149
4	550,3846
5	541,7085
6	541,6396
7	463,0679
Total	3.155,046

Pada Tabel 1 menunjukkan hasil perhitungan estimasi kebutuhan beban DC/kipas sejumlah 4 unit jika beroperasi selama 18 jam pengamatan sebesar 241 Wh/hari. Jika dibandingkan ketersediaan energi listrik dari panel selalu lebih besar dengan kebutuhan beban bahkan saat kondisinya menyala serentak. Artinya, sistem panel surya mampu mencukupi kebutuhan energi beban selama 7 hari penelitian dengan cadangan energi yang cukup besar.

Tabel 2 menyajikan ketersediaan energi listrik harian yang dihasilkan oleh panel surya selama tujuh hari pengamatan. Nilai energi bervariasi antara 315,178 Wh hingga 561,046 Wh per hari, dengan total akumulasi mencapai 3.155,046 Wh. Variasi tersebut dipengaruhi oleh intensitas penyinaran matahari dan kondisi cuaca harian, yang berpengaruh langsung terhadap tegangan dan arus yang dihasilkan panel. Secara keseluruhan, jumlah energi yang tersedia setiap hari melebihi kebutuhan beban kipas DC sebesar 241 Wh/hari pada Tabel 1, sehingga sistem mampu mencukupi kebutuhan energi proses pengeringan kopi dan masih menyisakan cadangan energi yang cukup besar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, Nilai tegangan, arus, daya, dan energi listrik dari panel surya dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, di mana semakin besar intensitas maka semakin tinggi *output* yang dihasilkan. Kebutuhan energi untuk empat kipas DC sebesar 241 Wh/hari, sedangkan ketersediaan energi panel mencapai 315–550 Wh/hari dengan total 3.155,046 Wh selama 7 hari, sehingga energi panel terbukti mencukupi untuk menyuplai seluruh beban. Pemantauan mampu dilakukan secara *real time* melalui LCD 16×2 I2C dan aplikasi *ThingSpeak*, dengan data dari sensor PZEM-017 diproses oleh ESP32 sehingga dapat dipantau tegangan, arus, daya, dan energi secara langsung.

Saran

Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambahkan analisis manfaat ekonomi dan sosial dari penggunaan panel surya pada *solar dryer dome*, sehingga hasil penelitian tidak hanya bersifat teknis tetapi juga memberi gambaran nyata bagi masyarakat.

DAFTAR REFERENSI

- Elwakeel, A. E., Wapet, D. E. M., Mahmoud, W. A. E. M., Abdallah, S. E., Mahmoud, M. M., Ardjoun, S. A. E. M., & Tantawy, A. A. (2023). Design and Implementation of a PV-Integrated Solar Dryer Based on Internet of Things and Date Fruit Quality Monitoring and Control. *International Journal of Energy Research*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/7425045>
- Harahap, P. (2016). Pengaruh Jatuh Tegangan terhadap Kerja Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Simulink Matlab. *Media Elektrika*, 9(2), 24–46. <https://doi.org/10.26714/me.v9i2.2440>
- Mafaza, I., Choir, A. S., & Irsyadi, F. (2025). Perancangan Sistem Pemantauan Ketersediaan Air Jarak Jauh pada Tangki Komunal di Daerah Kekeringan. *TELKA - Telekomunikasi Elektronika Komputasi dan Kontrol*, 11(2), 191–203. <https://doi.org/10.15575/telka.v11n2.191-203>
- Radhiansyah, R., Syahrudin, A. S., & Sahidin, D. (2025). Pengaruh Intermitensi Radiasi Matahari Terhadap Daya Keluaran pada PLTS Terapung Studi Kasus Pulau Kodingareng, Makassar Sulawesi Selatan. *Jupiter: Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro dan Informatika*, 3(1), 156–164. <https://doi.org/10.61132/jupiter.v3i1.676>
- Rahmanta, M. A., & Wibowo, P. A. (2021). Kajian Pemanfaatan Potensi Energi Baru Terbarukan Setempat untuk Meningkatkan Bauran Energi Baru Terbarukan di Pulau Pusong, Nangroe Aceh Darussalam. *Energi & Kelistrikan*, 13(2), 231–241. <https://doi.org/10.33322/energi.v13i2.1496>
- Rahmawati, A., Hardiansyah, & Purwoharjono. (2020). Evaluasi Kapasitas dan Kebutuhan Daya Listrik dan Upaya Menghemat Penggunaan Energi Listrik di SMP Negeri 03 Sungai Raya. *Jurnal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology*, 8(2), 951–952. <https://doi.org/10.26418/j3eit.v8i2.42460>

- Rifaldi, M., Alham, N. R., Izzah, N., Ihsan, M. N., & Sugianto, M. (2023). Analisis Efisiensi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan. *Jurnal Rekayasa Tropis, Teknologi, dan Inovasi (RETROTEKIN)*, 1(1), 16–24. <https://doi.org/10.30872/retrotekin.v1i1.919>
- Santoso, Y. R., Afisna, L. P., Syaukani, M., & Saragih, G. J. (2023). Experimental Study of The Potential for Energy Absorption and Drying Time of Coffee Beans Using a Dome Dryer Type Dryer in The Sukmailang Area of Pesawaran Regency. *Journal of Renewable Energy and Mechanics*, 6(2), 108–119. <https://doi.org/10.25299/rem.2023.vol6.no02.10479>
- Saprianto, S., Atmam, A., & Yuvendius, H. (2022). Analisis Arus Start dan Torka Motor DC Shunt saat Berbeban. *Jurnal Teknik*, 16(1), 103–108. <https://doi.org/10.31849/teknik.v16i1.6229>
- Sitompul, S., Ibrahim, H., Bahri, A., & Fahmi, F. (2024). Analisis Pengaruh Energi Matahari terhadap Tegangan Keluar Solar Cell Pada Rancang Bangun Surya Tracking Berbasis Mikrokontroler. *SINERGI Polmed: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(2), 113–120. <https://doi.org/10.51510/sinergipolmed.v5i2.1678>
- Syamsiana, N. I., Wahyudi, M. A., Syamsuri, T. U., Nafisah, N., & Sumari, A. D. W. (2024). Implementasi Sistem *Monitoring* Alat Pengering Biji Kopi Berbasis IoT (*Internet of Things*). *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 11(1), 62–67. <https://doi.org/10.33795/elposys.v11i1.4964>
- Usman, M. K. (2020). Analisis Intensitas Cahaya terhadap Energi Listrik yang Dihasilkan Panel Surya. *Jurnal POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik*, 9(2), 52–58. <https://doi.org/10.30591/polektro.v9i2.2047>