



Sistem PLTS 120 WP dengan Kontrol IoT untuk Monitoring *Real-Time* Optimasi Irigasi Sawah Berkelanjutan di Kresek Tangerang

Ahmad Putra Pratama^{1*}, Seflahir Dinata², Ojak Abdul Rozak³, Woro Agus Nurtiyanto⁴

¹⁻⁴ Teknik Elektro, Universitas Pamulang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: pratamaputra24788@gmail.com

Abstract. *The agricultural sector's dependence on fossil energy sources such as diesel and electricity from the national grid presents significant challenges, particularly in rural areas with limited energy access, high operational costs, and inadequate infrastructure. These challenges directly affect irrigation systems that require continuous energy supply. To address these issues, this research aims to design and implement a 120 WP Solar Power Plant (PLTS) system equipped with intelligent Internet of Things (IoT)-based control as an environmentally friendly, efficient, and sustainable renewable energy solution to optimize paddy field irrigation in Kresek, Tangerang. The system utilizes monocrystalline solar panels to convert solar energy into electrical energy stored in a LiFePO₄ battery, which is then used to power an irrigation water pump. Key components include an inverter, solar charge controller (SCC), ESP32 microcontroller, and several sensors such as INA219 for voltage, ACS712 for current, DS18B20 for temperature, and BH1750 for light intensity. All sensor data is transmitted in real-time and visualized through the Blynk platform, enabling users to monitor system conditions remotely via mobile devices. Experimental results demonstrate that the system operates stably with high efficiency and a sensor error rate of less than 2%. Moreover, the system successfully powers irrigation pumps with consistent output suitable for a 15 m × 12 m field. This research concludes that the IoT-based 120 WP solar power system is an effective solution for supporting clean energy transitions, reducing fossil fuel dependency, lowering agricultural operational costs, and enhancing the productivity and sustainability of irrigation systems in rural farming areas.*

Keywords: *Solar Power Plant; IoT; Paddy Field Irrigation; Real-Time Monitoring; Renewable Energy*

Abstrak. Ketergantungan sektor pertanian terhadap energi fosil seperti diesel dan listrik dari jaringan PLN menimbulkan permasalahan serius, terutama di wilayah pedesaan yang memiliki keterbatasan akses energi, biaya operasional tinggi, serta infrastruktur yang belum memadai. Kondisi ini berdampak langsung pada proses irigasi sawah yang memerlukan pasokan energi secara terus-menerus. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berkapasitas 120 WP dengan kontrol berbasis Internet of Things (IoT) sebagai solusi energi terbarukan yang ramah lingkungan, efisien, dan berkelanjutan untuk optimasi sistem irigasi sawah di wilayah Kresek, Tangerang. Sistem ini memanfaatkan panel surya monokristal untuk mengonversi energi matahari menjadi energi listrik yang disimpan pada baterai LiFePO₄, kemudian digunakan untuk mengoperasikan pompa air irigasi. Komponen utama sistem terdiri dari inverter, solar charge controller (SCC), mikrokontroler ESP32, serta berbagai sensor seperti INA219 untuk tegangan, ACS712 untuk arus, DS18B20 untuk suhu, dan BH1750 untuk intensitas cahaya. Seluruh data dikirimkan secara real-time dan divisualisasikan melalui platform Blynk, memungkinkan pengguna memantau kondisi sistem dari jarak jauh menggunakan perangkat seluler. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem PLTS ini mampu bekerja secara stabil dengan efisiensi tinggi, serta tingkat kesalahan pembacaan sensor kurang dari 2%. Sistem juga terbukti dapat mengoperasikan pompa air dengan daya yang konstan sesuai kebutuhan lahan seluas 15 m × 12 m. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan PLTS 120 WP berbasis IoT merupakan solusi yang tepat dalam mendukung transisi energi bersih, mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil, menekan biaya operasional pertanian, serta meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan sistem irigasi sawah.

Kata Kunci: PLTS; IoT; Irigasi Sawah; Monitoring Real-Time; Energi Terbarukan.

1. LATAR BELAKANG

Pangan dan energi adalah dua hal yang saling berkaitan dan sangat penting dalam mendukung ketahanan nasional. Di bidang pertanian (Rhofita, 2022), penggunaan pompa irigasi yang menggunakan bahan bakar fosil menghasilkan biaya yang tinggi dan tidak efisien,

sehingga penggunaan pompa berbasis energi terbarukan menjadi solusi yang diperlukan agar produktivitas meningkat (Atthoriq et al., 2022).

Meskipun energi fosil masih mendominasi penggunaan energi di Indonesia, potensi energi terbarukan, terutama energi surya, sangat besar dan menjanjikan keberlanjutan sistem energi nasional. Data radiasi surya di Indonesia, termasuk di wilayah Tangerang, menunjukkan tingkat yang cukup untuk dikembangkan menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber energi untuk irigasi. PLTS memiliki keunggulan seperti fleksibilitas dalam pemasangan, dampak lingkungan yang kecil (Widyastuti et al., 2021), serta bisa diintegrasikan dengan sistem kontrol berbasis IoT untuk memantau dan mengoperasikan irigasi secara *real-time*.

Penelitian ini berfokus pada desain dan penerapan sistem PLTS dengan kapasitas 120 WP yang dikontrol dengan IoT, dengan tujuan mengoptimalkan irigasi sawah berkelanjutan di Kresek, Tangerang, sebagai alternatif yang lebih efisien dan ramah lingkungan dibandingkan dengan energi listrik konvensional yang belum merata di daerah pedesaan.

2. KAJIAN TEORITIS

PLTS adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan energi radiasi matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik menggunakan sel surya atau *photovoltaic* (PV). Penelitian mengenai sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan kontrol berbasis Internet of Things (IoT) untuk monitoring real-time optimasi irigasi sawah berkelanjutan didasari oleh beberapa teori penting, yaitu teori tentang energi surya, sistem PLTS, sensor dan mikrokontroler, serta konsep Internet of Things. Prinsip kerja sel surya berdasarkan efek fotovoltaiik, yaitu fenomena perubahan energi cahaya menjadi energi listrik ketika cahaya mengenai permukaan semikonduktor. Tegangan yang dihasilkan oleh satu sel surya sekitar 0,5–0,6 volt, sehingga untuk menghasilkan daya yang lebih besar beberapa sel dirangkai secara seri atau paralel. Keunggulan PLTS antara lain ramah lingkungan, tidak menghasilkan emisi, dan sumber energinya tidak terbatas.

Sistem PLTS terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu *on-grid* (terhubung ke jaringan PLN) dan *off-grid* (berdiri sendiri). Sistem off-grid digunakan di daerah yang tidak memiliki akses listrik, seperti lahan pertanian terpencil, sehingga cocok untuk menggerakkan pompa air irigasi.

Pemantauan sistem PLTS dilakukan melalui berbagai sensor, antara lain sensor tegangan INA219, sensor arus ACS712, sensor suhu DS18B20, dan sensor intensitas cahaya BH1750. Sensor-sensor ini berperan dalam mengukur parameter listrik dan kondisi lingkungan

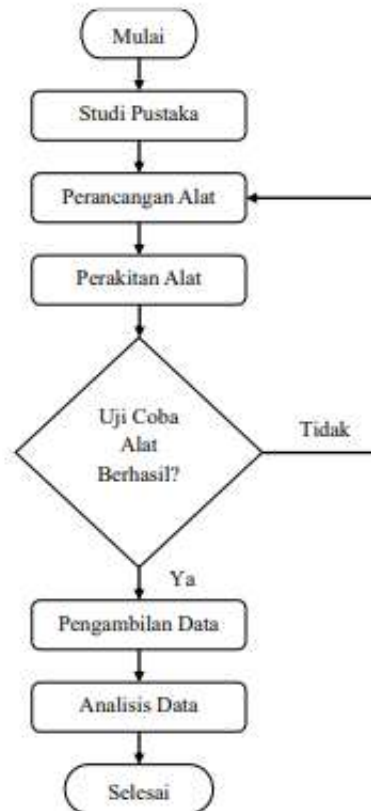
secara real-time. Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai pusat pengendali yang mengolah data dari sensor dan mengirimkannya ke platform IoT. ESP32 memiliki konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth yang memungkinkan integrasi sistem secara nirkabel.

IoT adalah konsep yang memungkinkan perangkat fisik terhubung ke internet untuk saling bertukar data tanpa interaksi manusia secara langsung. Dalam penelitian ini, IoT dimanfaatkan untuk memantau kondisi PLTS dan sistem irigasi secara real-time melalui platform *Blynk*. Data yang dikirimkan dapat diakses melalui smartphone, sehingga pengguna dapat memantau tegangan, arus, suhu, intensitas cahaya, serta mengontrol pompa dari jarak jauh.

Monitoring sistem PLTS sangat penting untuk memastikan efisiensi energi dan mencegah kerusakan. Data yang dikumpulkan secara real-time membantu petani dalam mengoptimalkan penggunaan air dan energi sesuai kebutuhan tanaman. Penggunaan PLTS dengan kontrol IoT juga dapat mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil dan biaya listrik dari PLN, serta mendukung pertanian berkelanjutan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development/R&D*) karena bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji suatu produk berupa sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 120 WP dengan kontrol berbasis Internet of Things (IoT) yang digunakan untuk monitoring real-time optimasi irigasi sawah. Pendekatan ini melibatkan tahapan mulai dari studi literatur, perancangan sistem, perakitan perangkat keras dan lunak, pengujian sistem, hingga analisis kinerja alat. Gambar 1 dibawah merupakan flow chart penelitian.



Gambar 1. Flow Chart Penelitian.

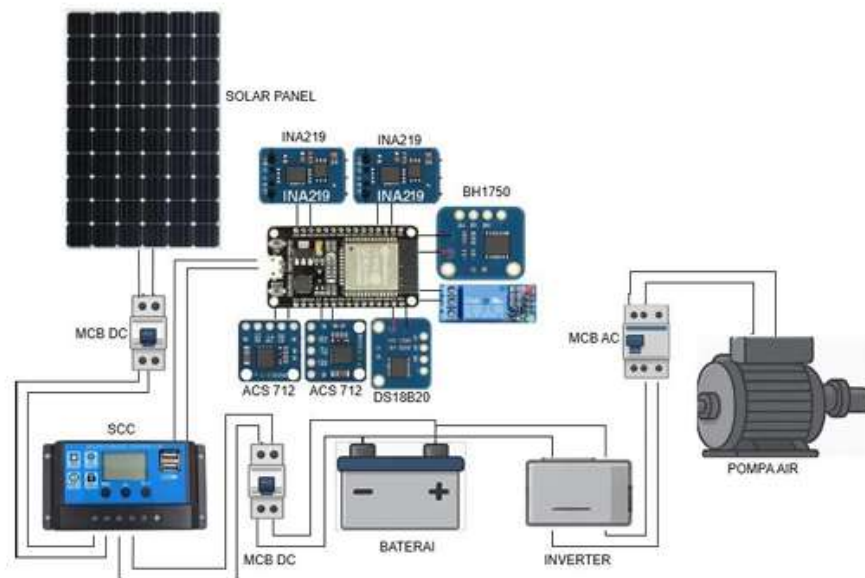
Desain Sistem

Desain bentuk instalasi pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.



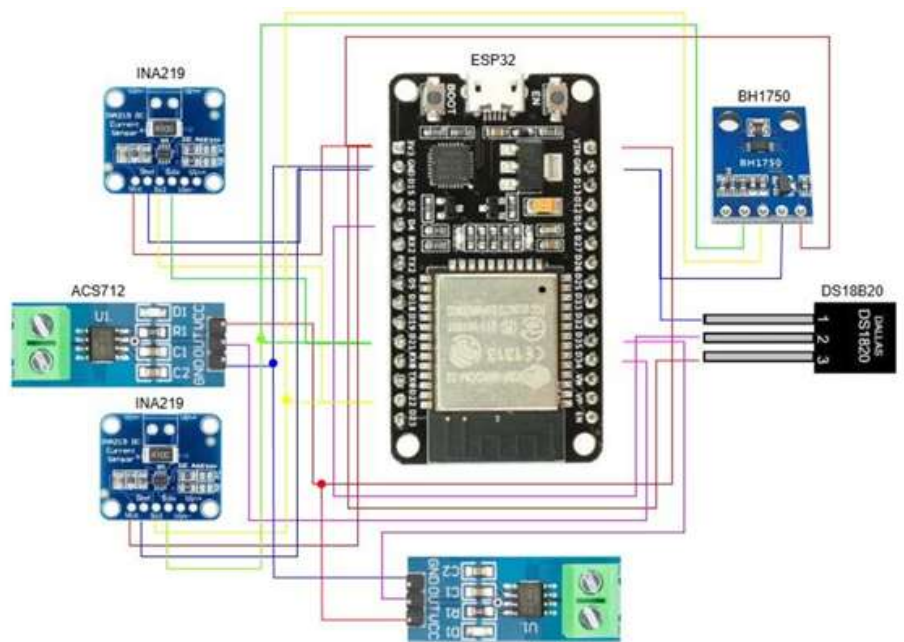
Gambar 2. Desain Sistem.

Merupakan rencana pemasangan sistem PLTS *off-grid* yang akan dipasang dengan keadaan permanen yang kemiringan atap $\pm 15^\circ$ yang akan terhubung ke beban yaitu pompa AC berjenis pompa air irigasi dengan merk Shimizu 135 E dan terhubung ke sistem informasi berbasis IOT berarus DC.



Gambar 3. desain Instalasi peneliti.

Pada gambar 3 pemasangan PLTS dalam penelitian menggunakan sistem *off-grid* dengan kontrol dan monitoring berbasis IOT yang merupakan sistem PLTS yang memproduksi energi listrik secara mandiri yang tidak dihubungkan ke utilitas atau jaringan listrik yang ada dan dengan sistem kontrol dan monitoring IOT yang dapat mempermudah pengguna dalam pengoperasian maupun pemantauan kondisi PLTS. Pada umumnya instalasi ini dibuat pada suatu kawasan yang tidak terdapat jaringan listrik, namun juga dibangun pada daerah yang sudah memiliki jaringan listrik yang memadai dikarenakan masyarakat memiliki preferensi untuk menghasilkan listrik mandiri dengan memanfaatkan energi terbarukan.



Gambar 4. Instalasi Alat Monitoring.

Berdasarkan gambar 4 bahwa ESP32 ini mula-mula bekerja dengan diberi tegangan 5V. Kemudian sensor-sensor tersebut mulai aktif mengukur tegangan *output* panel surya untuk sensor INA219, mengukur arus *output* panel surya untuk sensor ACS712, mengukur cahaya input panel surya untuk sensor BH1750, dan mengukur suhu *input* panel surya untuk sensor DS18B20. Setelah itu data dari masing-masing sensor dikirim ke ESP32 untuk diproses dan hasilnya akan ditampilkan di *software Blynk*.

Pengujian Sistem

Pengujian Sistem Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem berfungsi sesuai rancangan. Pengujian meliputi pembacaan sensor, efisiensi pengisian baterai, performa pompa air saat ada dan tanpa beban, serta kestabilan komunikasi IoT.

Pengambilan data

Proses pengambilan data dilakukan dengan sistem monitoring berbasis IOT didapatkan data data yang sudah diperhitungkan dengan arus serta tegangan serta intensitas cahaya. Pada hasil pengujian sistem. Data dianalisis secara kuantitatif untuk mengetahui kinerja sistem PLTS. Perhitungan dilakukan menggunakan rumus dasar:

1. Daya (P) = Tegangan (V) $\times$ Arus (I)
2. Efisiensi (η) = (P_{out} / P_{in}) $\times$ 100%
3. Radiasi Matahari (W/m^2) = Lux $\times$ 0,0079

Analisis dilakukan untuk mengevaluasi stabilitas sistem, efisiensi konversi energi, akurasi sensor, serta kemampuan sistem dalam mendukung operasional pompa air untuk irigasi sawah secara berkelanjutan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi, Waktu, dan Proses Pengumpulan Data

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Tamiang, Kecamatan Kresek, Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten, yang merupakan kawasan pertanian dengan intensitas penyinaran matahari tinggi. Lokasi ini dipilih karena kondisi lingkungannya sesuai untuk implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sistem *off-grid* dalam mendukung operasional pompa air irigasi. Kegiatan penelitian berlangsung selama Maret hingga Juli 2025 yang meliputi tahap instalasi sistem PLTS, pemrograman dan integrasi sensor berbasis IoT, serta pengujian performa sistem. Data dikumpulkan secara real-time menggunakan sensor INA219 (tegangan), ACS712 (arus), DS18B20 (suhu), dan BH1750 (intensitas cahaya) yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32 dan dikirim ke platform *Blynk* untuk monitoring jarak jauh.

Hasil Pengujian Sistem PLTS

Hasil pengujian sistem PLTS 120 WP dilakukan untuk mengetahui performa sistem dalam menghasilkan daya listrik, menyimpan energi, dan mengoperasikan pompa air. Pengujian dilakukan pada kondisi cuaca cerah selama beberapa hari berturut-turut.

Kinerja Panel Surya

Hasil pengukuran tegangan dan arus panel surya pada kondisi optimal dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran Tegangan dan Arus.

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Intensitas Cahaya (Lux)
09.00	12,91	0.41	5,28	10780
10.00	13,38	1.39	18.62	15256
11.00	13.5	3.18	42.94	32494
12.00	13.57	1.17	15.94	40686
13.00	13.73	1.82	24.97	52206
14.00	13.75	1.51	20.8	53802

Hasil menunjukkan bahwa daya maksimum yang dihasilkan panel surya mencapai 117,2 W pada pukul 13.00 saat intensitas cahaya tertinggi. Nilai ini mendekati kapasitas nominal panel (120 WP) sehingga efisiensinya cukup tinggi. Hasil ini juga menunjukkan adanya korelasi positif antara intensitas cahaya matahari dan daya keluaran panel sesuai teori efek *fotovoltaik*.

Performa Pengisian Baterai LiFePO₄

Sistem menggunakan baterai LiFePO₄ 12 V 50 Ah sebagai penyimpan energi. Pengisian berlangsung stabil dengan tegangan rata-rata 13,6 V dan arus pengisian 4–6 A pada siang hari. Waktu pengisian penuh berkisar 5–6 jam, cukup untuk mengoperasikan pompa air selama ± 2 jam.

Operasional Pompa Air

Pompa air Shimizu 135 E membutuhkan daya sekitar 120-180 W. Sistem PLTS mampu mengoperasikan pompa dengan stabil tanpa penurunan tegangan signifikan. Debit air yang dihasilkan mampu mengairi lahan seluas $\pm 15 \text{ m} \times 12 \text{ m}$ dengan waktu pengairan sekitar 120 menit per hari.

Analisis Akurasi Sensor

Perbandingan antara hasil pembacaan sensor dan alat ukur multimeter ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan pembacaan sensor dan alat ukur.

Parameter	Sensor	Multimeter	Error (%)
Tegangan	18.5 V	18.7 V	1.07 %
Arus	5.8 A	5.9 A	1.69 %

Tingkat kesalahan pengukuran seluruh sensor berada di bawah 2%, yang berarti akurasi sensor sangat baik dan dapat diandalkan untuk pemantauan sistem secara real-time. Hasil ini konsisten dengan penelitian sebelumnya (Pratama dkk., 2023) yang menunjukkan bahwa kesalahan pembacaan sensor IoT di bawah 5% masih layak digunakan dalam sistem monitoring PLTS.

Keterkaitan Hasil dengan Teori

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem PLTS *off-grid* dengan kapasitas 120 WP mampu menghasilkan daya yang cukup untuk mengoperasikan pompa air irigasi. Hal ini sejalan dengan teori efek fotovoltaiik yang menyatakan bahwa daya keluaran sel surya berbanding lurus dengan intensitas cahaya yang diterima. Selain itu, pemanfaatan teknologi IoT terbukti efektif dalam melakukan monitoring real-time tanpa perlu pengawasan langsung di lokasi. Hal ini mendukung teori dasar IoT yang menekankan kemampuan perangkat untuk saling terhubung dan bertukar data secara otomatis.

Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

Hasil penelitian ini konsisten dengan hasil penelitian Fadillah (2022) yang menyatakan bahwa sistem PLTS berkapasitas kecil (100–150 WP) mampu mendukung operasional pompa irigasi di lahan pertanian kecil hingga menengah. Namun, penelitian ini menambahkan nilai lebih berupa integrasi sistem IoT, yang tidak hanya memantau kinerja PLTS tetapi juga mengoptimalkan penggunaan energi berdasarkan data lingkungan.

Implikasi Penelitian

Secara teoritis, penelitian ini memperkuat konsep integrasi energi terbarukan dan teknologi IoT dalam sektor pertanian. Secara terapan, hasil penelitian dapat dimanfaatkan sebagai solusi nyata untuk daerah pertanian terpencil yang belum terjangkau listrik PLN. Sistem PLTS 120 WP berbasis IoT ini mampu mengurangi biaya operasional, meningkatkan efisiensi penggunaan energi, serta mendukung pertanian berkelanjutan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini telah berhasil merancang dan menerapkan sistem PLTS *off-grid* berkapasitas 120 WP sebagai alternatif sumber energi utama untuk pompa irigasi sawah dengan tingkat efisiensi dan stabilitas yang baik. Sistem berkapasitas 120 WP ini hampir mencapai daya mencapai kapasitas maksimum panel surya, membutuhkan waktu pengisian baterai sekitar 5–6 jam, dan dapat menghidupkan pompa selama sekitar 3 jam tanpa adanya sinar matahari, mampu mencukupi lahan irigasi seluas $\pm 15 \text{ m} \times 12 \text{ m}$. Pemanfaatan sistem kontrol berbasis IoT dengan ESP32 dan platform *Blynk* sangat efektif dalam memantau sistem secara *real-time* dan sensor yang digunakan memiliki akurasi yang sangat tinggi.

Pengembangan kapasitas PV harus ditingkatkan untuk memenuhi peningkatan permintaan energi. Penambahan sensor, seperti kelembaban tanah dan ketinggian air, juga harus diintegrasikan untuk irigasi otomatis berdasarkan kebutuhan tanaman. Studi lebih lanjut harus mengadopsi kontrol berbasis AI atau pembelajaran mesin untuk pengoptimalan operasi pompa dan manajemen energi. Selain itu, uji coba jangka panjang dalam kondisi cuaca yang berbeda harus dilakukan untuk mengevaluasi ketahanan dan stabilitas sistem. Pemeliharaan dan pemeriksaan komponen PV secara teratur harus dilakukan untuk menjaga kinerja dan umur panjang sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfarid, N., Isbadrianytyas, N., Muljanto, W. P., Ardita, M., & Putra, R. C. M. (2024). Smart farming tenaga surya berbasis IoT sebagai kontrol dan monitoring irigasi pada kebun mangga di Kecamatan Beji Kabupaten Pasuruan. *JASTEN (Jurnal Aplikasi Sains Teknologi Nasional)*, 5(1), 30–37. <https://doi.org/10.36040/jasten.v5i1.9124>
- Anjaryadi, I., Sukuno, P., Studi, P., Tenaga, P., Mesin, J. T., Jakarta, P. N., & Siwabessy, J. P. G. A. (2024). Desain perencanaan sistem PLTS pompa irigasi perairan sawah di Desa Kubang Puji, 1608–1615.
- Apriani, Y., Asadullah, M. R., Hurairoh, M., Universitas Muhammadiyah Palembang, Jl. Jenderal Ahmad Yani, & Seberang Ulu. (2022). Monitoring uninterruptible power supply (UPS) berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 9(1), 723–734.
- Atthoriq, A. M., Sumarjo, J., & Anjani, R. D. (2022). Perancangan sistem pompa air tenaga surya terhadap produktivitas pertanian padi (sawah). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(3), 178–183. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6420819>
- Dalimunthe, R. A. (2018). Pemantau arus listrik berbasis alarm dengan sensor arus. *Seminar Nasional Royal (SENAR)*, 1(1), 333–338.
- Deyi, D., Satriyo, S., Syamsudin, M., Rianda, R., & Hadikusuma, M. I. (2024). Monitoring tegangan, arus, dan daya pada PLTS 20WP berbasis Internet of Things (IoT). *Electrical Network Systems and Sources*, 3(2), 116–120. <https://doi.org/10.58466/entries.v3i2.1644>
- Effendy, M., Nasar, M., Abduh, M., Suwignyo, A., Sm, L., & R. A., F. (2024). Studi kelayakan teknis dan ekonomi pembangkit listrik tenaga surya rooftop di Hotel Rayz Universitas Muhammadiyah Malang. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 23(1), 95–106. <https://doi.org/10.31358/techné.v23i1.455>
- Gunoto, P., Rahmadi, A., & Susanti, E. (2022). Perancangan alat sistem monitoring daya panel surya berbasis Internet of Things. *Sigma Teknika*, 5(2), 285–294. <https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v5i2.4555>
- Hamzah, S. R., Irianto, C. G., & Kasim, I. (2019). Sistem PLTS untuk pompa air irigasi pertanian di Kota Depok. *Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 17(1), 73–86. <https://doi.org/10.25105/jetri.v17i1.4788>
- Kurniawan, G. W., Agung, I. G. A. P. R., & Rahardjo, P. (2023). Rancang bangun sistem pemantauan panel surya berbasis Internet of Things. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 22(1), 133. <https://doi.org/10.24843/mite.2023.v22i01.p17>
- Lubis, R. P. (2025). Desain dan implementasi smart farming: Penyiraman otomatis berbasis sensor kelembapan dan PLTS. *Jurnal Multidisiplin Saintek*, 8(6), 6–9.
- Monda, H. T., Feriyonika, & Rudati, P. S. (2018). Sistem pengukuran daya pada sensor node wireless sensor network. *Industrial Research Workshop and National Seminar*, 9, 28–31.

- P, A. (2019). Pengertian power supply. Serviceacjogja.pro, 7(1), 29–33. <https://serviceacjogja.pro/pengertian-power-supply/>
- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif. Emitor: Jurnal Teknik Elektro, 18(1), 10–14. <https://doi.org/10.23917/emitor.v18i01.6251>
- Rhofita, E. I. R. (2022). Optimalisasi sumber daya pertanian Indonesia untuk mendukung program ketahanan pangan dan energi nasional. Jurnal Ketahanan Nasional, 28(1), 82. <https://doi.org/10.22146/jkn.71642>
- Riafinola, H., Suciningtyas, I. K. L. N., Sholihuddin, I., & Puspita, W. R. (2022). 4809-manuscript-17272-1-10-20221230 (2). Journal of Applied Electrical Engineering, 6(2).
- Rofii, A., Gunawan, S., & Mustaqim, A. (2022). Rancang bangun sistem pengaman pintu gudang berbasis Internet of Things (IoT) dan sensor fingerprint. Jurnal Kajian Teknik Elektro, 6(2), 70–76. <https://doi.org/10.52447/jkte.v6i2.5735>
- Safitri, L., & Prasetyo, G. (2022). Rancang bangun alat pengendali pompa dan pemantauan batas minimum larutan hara pada metode aeroponik menggunakan mikrokontroler ESP32. Prosiding Seminar Nasional Ilmu ..., 31–37.
- Satriady, A., Alamsyah, W., Saad, H. I., & Hidayat, S. (2016). Pengaruh luas elektroda terhadap karakteristik baterai LiFePO₄. Jurnal Material dan Energi Indonesia, 6(2), 43–48.
- Stefanie, A., & Suci, F. C. (2021). Analisis performansi PLTS off-grid 600 Wp menggunakan data akuisisi berbasis Internet of Things. Elkomika: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika, 9(4), 761. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v9i4.761>
- Studi, P., Elektro, T., Industri, F. T., & Indonesia, U. I. (2024). Proposal tugas akhir smart and low power inverter (Smaller), 20524135.
- Subkhi, M. (2020). View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk, 274–282.
- Wasistha, B. D., Salam, B. E. M., & Wibawa, D. I. (2021). Efisiensi pembangkit listrik tenaga surya off-grid di Laboratorium Teknik Listrik Politeknik Negeri Jakarta. Prosiding Semnas Teknik Elektro dan Informatikaektro, 6(1), 76–82.
- Widyastuti, C., Handayani, O., & Koerniawan, T. (2021). Implementasi teknologi energi surya sebagai wujud mandiri energi listrik di Masjid Al-Falah Serua Ciputat Tangerang Selatan. Terang, 4(1), 91–99. <https://doi.org/10.33322/terang.v4i1.1139>
- Wulantika, N., Tasmi, & Fajri, R. M. (2023). Sistem buka tutup terpal secara otomatis pada penjemuran gabah berbasis Telegram berdasarkan sensor BH1750 (sensor cahaya) dan rain drop sensor (sensor hujan). Journal of Intelligent Networks and IoT Global, 1(1), 60–74. <https://doi.org/10.36982/jinig.v1i1.3078>
- Yahya, R. A., Sari, C., & Laksono, R. D. (2023). Prototype sistem monitoring arus dan tegangan panel surya berbasis IoT menggunakan aplikasi Blynk. JE-UNISLA

Electronic Control, Telecommunication, Computer Information and Power Systems, 8(1), 55–61.

Zagita, T., Pitaloka, B. T., Kaunang, R. M., & Ida, G. I. (2025). Energi fosil di era modern: Pemanfaatan, dampak negatif, dan alternatif energi terbarukan. 1, 1–8.