



Pengelolaan Daya pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan SCADA untuk Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh

*Subairi¹, Fidelis Joisman Edas², Nachrowie³, Mas Ahmad Baihaqi⁴

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang, Jawa Timur, Indonesia, 65146.

⁴Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Panca Marga, Jawa Timur, Indonesia, 67271

*subairi@unmer.ac.id, joyedas112@gmail.com, nachrowie@unmer.ac.id, baihaqi@upm.ac.id

ABSTRAK

Listrik merupakan sumber energi yang sangat penting dalam kehidupan manusia saat ini. Energi matahari adalah salah satu bentuk energi terbarukan yang paling menjanjikan dan digunakan secara luas di seluruh dunia untuk memenuhi kebutuhan listrik yang terus meningkat. Penggunaan tenaga surya dianggap efisien dalam aplikasinya, dengan komponen utama seperti modul surya, inverter, dan baterai. Sistem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) digunakan untuk memonitor dan mengontrol operasi sistem pembangkit listrik tenaga surya dari jarak jauh secara real-time. Penelitian ini membahas implementasi SCADA dalam memonitoring dan mengontrol kinerja sistem pembangkit listrik tenaga surya, serta memberikan analisis mengenai efektivitas sistem tersebut dalam meningkatkan efisiensi dan keandalan pengelolaan energi listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi sistem SCADA dengan pembangkit listrik tenaga surya dapat mengoptimalkan pemantauan dan pengendalian proses, sehingga meminimalkan gangguan operasional dan meningkatkan produksi energi secara keseluruhan. Studi ini juga mengidentifikasi tantangan dan solusi terkait dalam penerapan SCADA, serta menguraikan potensi pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan keandalan dan kinerja sistem pembangkit listrik tenaga surya di masa depan.

Kata Kunci : Energi_Surya, SCADA, Manajemen_Daya, Energi_Terbarukan, Pemantauan_Jarak_Jauh.

ABSTRACT

Electricity is a highly important energy source in human life today. Solar energy is one of the most promising forms of renewable energy and is widely used worldwide to meet the increasing demand for electricity. The use of solar power is considered efficient in its application, with main components such as solar modules, inverters, and batteries. The SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) system is used to monitor and control the operation of solar power plants remotely in real-time. This study discusses the implementation of SCADA in monitoring and controlling the performance of solar power plants and provides an analysis of the system's effectiveness in enhancing the efficiency and reliability of energy management. The results of the study show that the integration of the SCADA system with solar power plants can optimize the monitoring and control processes, thus minimizing operational disruptions and increasing overall energy production. This study also identifies related challenges and solutions in the implementation of SCADA and outlines potential further developments to enhance the reliability and performance of solar power plant systems in the future.

Keywords: Solar_Energy, SCADA, Power_Management, Renewable_Energy, Remote_Monitoring.

Submitted : 14-04-2024 Revision : 30-04-2024 Accepted : 29-05-2024

PENDAHULUAN

Energi listrik adalah sumber daya yang sangat penting (Afrida et al., 2022), (Fransiscus Xaverius Ariwibisono & Widodo Pudji Muljanto, 2023) dalam kehidupan modern, digunakan untuk berbagai keperluan mulai dari penerangan rumah tangga hingga operasional industri dan perkantoran. Kebutuhan akan

listrik terus meningkat setiap hari untuk mendukung operasional dan proses manufaktur yang melibatkan perangkat elektronik. Pasokan listrik yang memadai sangat diperlukan agar perangkat-perangkat ini dapat beroperasi dengan optimal, sedangkan kekurangan pasokan listrik dapat menghambat operasional

sistem dan bahkan merusak komponen elektronik yang digunakan.

Pada saat ini, mayoritas listrik yang digunakan adalah listrik AC yang didistribusikan oleh PT PLN, dengan sebagian besar listrik tersebut dihasilkan dari energi fosil(Fransiscus Xaverius Ariwibisono & Widodo Pudji Muljanto, 2023) seperti batubara. Namun, penggunaan energi fosil memiliki biaya yang tinggi dan dianggap kurang efisien. Oleh karena itu, energi surya menjadi salah satu bentuk energi terbarukan yang paling menjanjikan. Energi surya dianggap efisien(Abdillah et al., 2024) dan semakin banyak digunakan di seluruh dunia untuk memenuhi permintaan listrik yang terus meningkat(Liestyowati et al., 2022).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)(Abdillah et al., 2023) menggunakan komponen utama seperti modul surya, inverter, dan baterai untuk menghasilkan dan menyimpan energi. Untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan pengelolaan energi listrik, digunakan sistem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)(Chamdareno et al., 1979). Sistem SCADA memungkinkan pemantauan dan pengendalian operasi PLTS secara real-time dari jarak jauh. Dengan mengumpulkan data dari modul surya dan mengolah informasi tersebut, SCADA(Harianja & Mailangkay, 2022) memberikan kemampuan pemantauan dan kontrol yang efektif.

Penelitian ini membahas implementasi sistem SCADA dalam memonitor dan mengontrol kinerja PLTS(Fransiscus Xaverius Ariwibisono & Widodo Pudji Muljanto, 2023), serta menganalisis efektivitas sistem ini dalam meningkatkan efisiensi(Budiono et al., 2023) dan keandalan manajemen energi listrik. Selain itu, penelitian ini juga mengidentifikasi tantangan-tantangan yang dihadapi dalam penerapan SCADA pada PLTS dan memberikan solusi yang potensial untuk mengatasi tantangan tersebut. Melalui pendekatan ini, diharapkan PLTS dapat dioperasikan dengan lebih efisien(Wijayanto et al., 2022) dan andal, sehingga mampu memenuhi kebutuhan listrik yang semakin meningkat dengan cara yang lebih berkelanjutan.

METODOLOGI

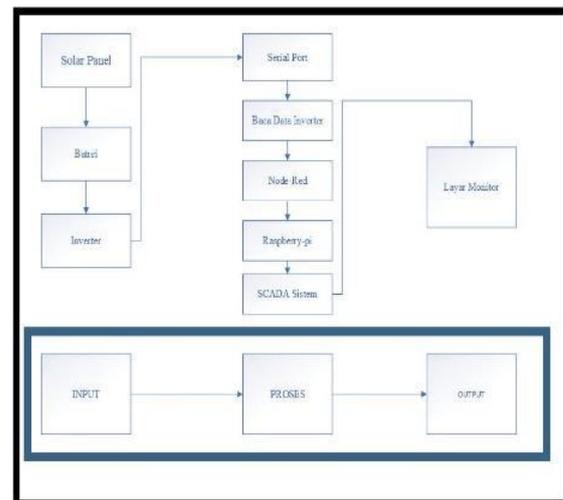
Penelitian ini dimulai dengan pemrograman pada Software SCADA: Mengembangkan pemrograman yang diperlukan pada software SCADA(Sunky & Mukhaiyar, 2023) dan menggunakan komponen elektrik yang sesuai untuk menentukan nilai masukan yang cocok. Pengujian Software: Menguji software untuk memastikan sistem secara keseluruhan telah sesuai dengan konsep rancangan yang dibuat.

Pengambilan dan Pengumpulan Data: Setelah software diuji, data diambil dan dikumpulkan untuk dianalisis. Analisis Data: Melakukan analisis pada data yang sudah didapatkan serta menarik kesimpulan pada alat yang sudah dibuat.

Studi Literatur

Langkah-langkah yang dilakukan pada tugas akhir ini meliputi pengumpulan data dan mempelajari semua referensi yang berasal dari jurnal, informasi, teori-teori, buku teks, dan tugas akhir sebelumnya yang berkaitan dengan sistem monitoring PLTS(Alwy, 2019). Variabel yang digunakan dalam penelitian ini akan disesuaikan dengan referensi yang relevan.

Blok Diagram



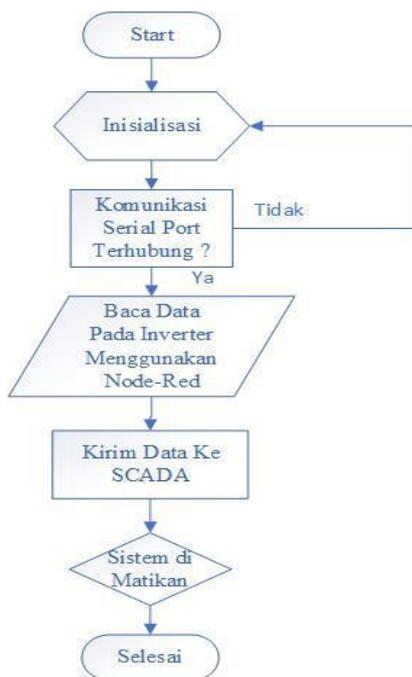
Gambar 1. Blok Diagram

Blok diagram penelitian ini mencakup beberapa komponen utama:

- Solar Panel: Alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi energi listrik.
- Solar Charge Controller: Mengontrol arus dan tegangan yang masuk ke baterai agar tidak terjadi kelebihan pengisian.

- Baterai: Tempat penyimpanan arus sementara sebelum dialirkan ke beban.
- Inverter: Mengubah arus DC yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus AC.
- Raspberry Pi: Komponen yang digunakan untuk menyimpan program pada saat monitoring kinerja PLTS.
- SCADA: Antarmuka dalam proses monitoring kinerja sistem PLTS.
- Layar Monitoring: Menampilkan data hasil monitoring dari sistem PLTS.

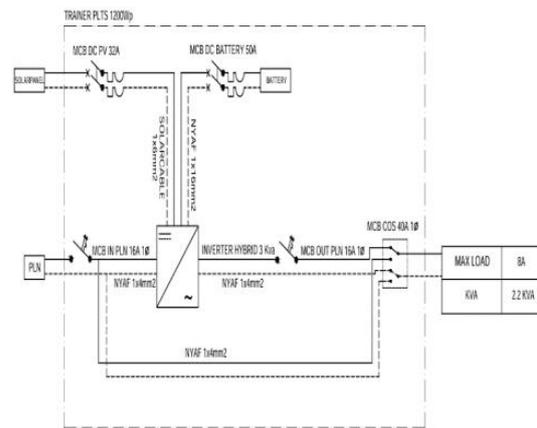
Flowchart Sistem



Gambar 2. Flowchart Sistem

Flowchart sistem adalah urutan langkah-langkah dalam suatu kegiatan. Dimulai dengan "start" untuk memulai sistem. Kemudian, inisialisasi untuk persiapan sistem. Dilanjutkan dengan komunikasi serial port antara sistem PLTS(Diantari et al., 2018) dan inverter. Jika tersambung, lanjut ke langkah selanjutnya; jika tidak, kembali ke inisialisasi dan baca data dari inverter. Setelah itu, data yang diprogram di Node-RED(Harianja & Mailangkay, 2022) dapat dibaca melalui komunikasi serial port untuk ditampilkan pada dashboard. Selanjutnya, kirim data ke sistem SCADA untuk monitoring(Unit Three Kartini, Bambang Suprianto, 2022) real-time. Terakhir, matikan sistem setelah data terkirim dan terbaca.

Wiring Diagram



Gambar 3 Wiring Diagram

Keterangan dari wiring Diagram

1. Solar Panel: Mengubah energi matahari menjadi energi listrik.
2. Inverter: Mengubah arus listrik dari DC (arah searah) menjadi AC (arah bolak-balik) yang digunakan di rumah.
3. MCB (Magnetic Circuit Breaker): Melindungi dari bahaya kebakaran dan kecelakaan listrik dengan memutuskan aliran listrik jika terjadi hubungan pendek atau kelebihan arus.
4. Baterai: Menyimpan energi listrik sementara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian alat dilakukan untuk memastikan semua komponen berjalan sesuai dengan rencana pembuatan tugas akhir ini. Beberapa komponen yang digunakan meliputi USB to TTL, RS-232 to TTL, kabel LAN, dan inverter.

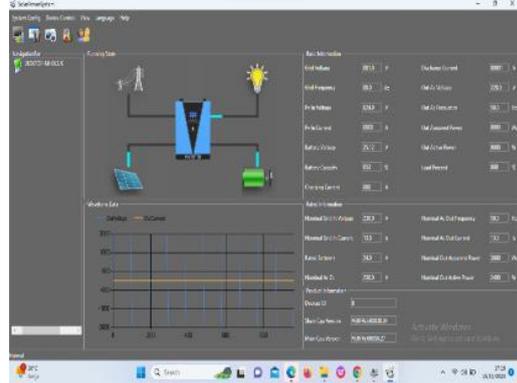
Pengujian Komponen Serial Port



Gambar 4. Pengujian Komponen Serial Port

Pengujian dilakukan untuk menghubungkan software pada computer ke inverter guna untuk berkomunikasi data.

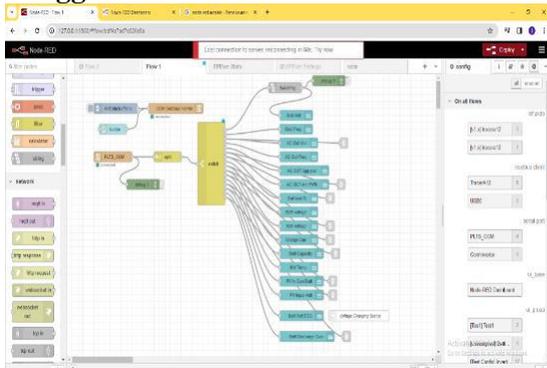
Pengujian Monitoring Menggunakan Software I Solar SPH-3K



Gambar 5. Pengujian Pembacaan Data Pada PLTS

Pengujian pembacaan data dilakukan menggunakan perangkat lunak I Solar SPH-3K. Pengujian berhasil dengan menampilkan beberapa nilai seperti input photovoltaic output, photovoltaic, frekuensi output AC, dan lain-lain.

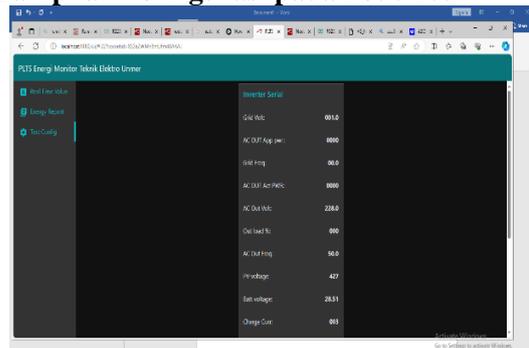
Pengujian Pembacaan Data Inverter Menggunakan Node-Red



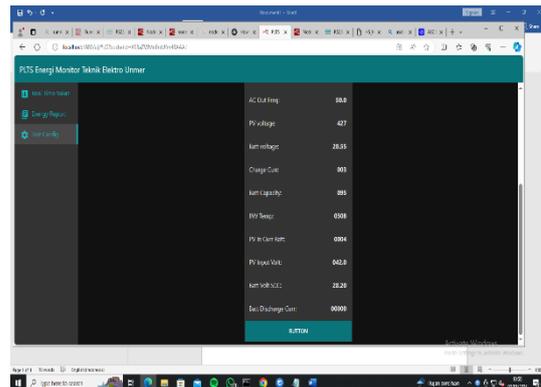
Gambar 6. Flow 1

Gambar di atas contoh node yang disimulasikan dalam Node-RED, yang berfungsi sebagai langkah komunikasi pengiriman data dari inverter ke Node-RED. Gambar tersebut, terlihat PLTS pada inverter terhubung siap mengirimkan data untuk dimonitoring.

Tampilan konfigurasi pada node-red



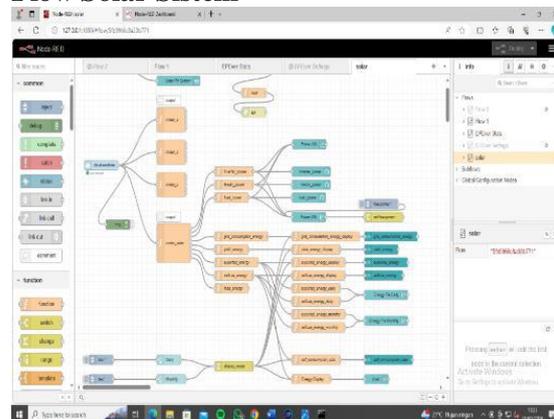
Gambar 7. Tampilan konfigurasi Node- Red



Gambar 8. Tampilan Menu Konfigurasi Pada Dashboard Node-Red

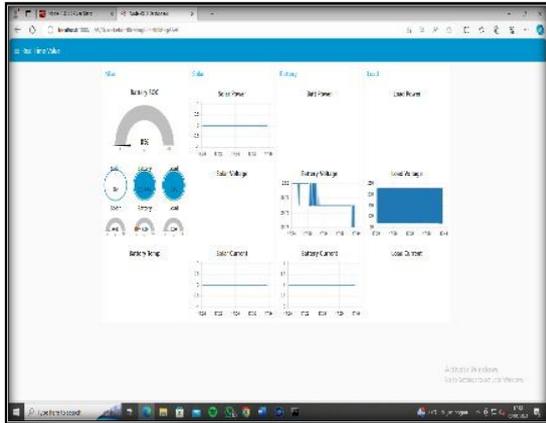
Pada gambar 7 dan 8 adalah tampilan dari menu konfigurasi yang di tampilkan pada menu dashboard node-red. Tampilan yang dihasilkan meliputi hasil frekuensi, tegangan pada baterai, kapasitas baterai, arus pada baterai, tegangan pada baterai, tegangan masuk dari solar panel.

Flow Solar System



Gambar 9. Flow Solar Cell

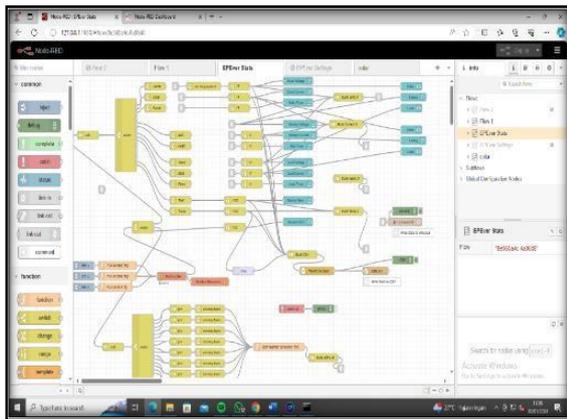
Tampilan flow solar cell yang telah di programkan guna untuk memonitoring system solar cell secara real time.



Gambar 10. Realtime Monitoring Solar

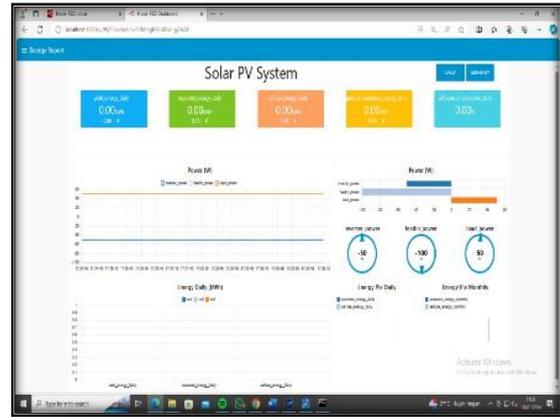
Pada gambar 10 adalah laporan kinerja dari sistem PLTS data yang di tampilkan terdiri dari power pada inverter, beban yang di gunakan. Pada monitoring yang di laporkan pada gambar diatas berfokus pada pemakaian sehari-hari hingga laporan penggunaan energi perbulan.

Flow 3 real monitoring PLTS



Gambar 11 Flow Monitoring PLTS

Gambar 11 merupakan flow yang terhubung ke inverter yang berfungsi sebagai monitoring secara realtime kinerja PLTS dan selanjutnya dapat di tampilkan pada node-red



Gambar 12 monitoring PLTS

Gambar 12 merupakan tampilan real time monitoring kinerja PLTS pada menu dashboard node-red. Dimana data yang ditampilkan secara realtime yakni beban, baterai, dan solar cell.

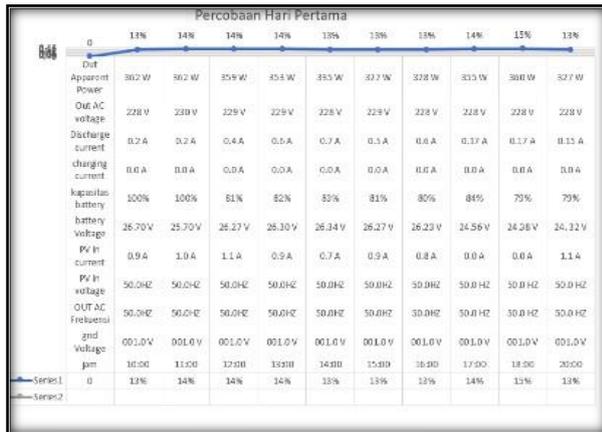
Percobaan pembebanan

Dalam pengujian pengukuran beban yang dilakukan peneliti mengumpulkan data percobaan selama 3 hari. Dengan waktu 8 jam perhari yaitu : pada pukul 09:00, 10:00, 11:00, 12:00, 13:00, 14:00, 15:00, 16:00, 17:00, 18:00 dan 19:00. Peneliti melakukan ini guna untuk mengetahui beban yang di terima olehsystem PLTS dalam waktu 8 jam perhari. Pengambilan data pada alat ini saya menggunakan beban 3 buah lampu 3 watt, 1 buah lampu 15 watt, dan 1 buah setrika listrik. Percobaan dilakukan dimulai pada pukul 09:00 hingga pada pukul 19:00 pada tiap harinya.



Gambar 13 Pembebanan Pada Inverter

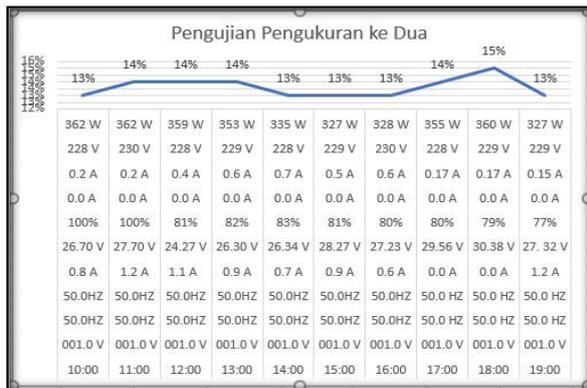
Pengukuran Pembebanan Hari Pertama



Gambar 14 pembacaan beban hari pertama

Pertama dimana beban yang di terima oleh system PLTS yakni 13 hingga 15 persen dalam pemakaian 3 lampu 3 watt, satu buah lampu 15 watt, dan setrika. Beban yang diterima oleh inverter yaitu kisaran 13% - 15%.

Percobaan Hari Kedua



Gambar 15 pembacaan beban hari ke dua

Gambar Percobaan diatas merupakan percobaan pada hari kedua dimana beban yang di terima oleh sistem PLTS yakni 13 hingga 15 persen dalam pemakaian 3 lampu 3 watt, satu buah lampu 15 watt, dan setrika. Beban yang diterima oleh inverter yaitu sekitaran 13%-15%. Pada percobaan ini perlu diketahui beban rata-rata pemakaian beban dari jam 10:00-19:00.

Percobaan hari ketiga



Gambar 16. Pembacaan Beban Hari Ketiga

Pertama dimana beban yang di terima oleh system PLTS yakni 13 hingga 15 persen dalam pemakaian 3 lampu 3 watt, satu buah lampu 15 watt, dan setrika. Beban yang diterima oleh inverter yaitu kisaran 13% - 15%.

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan penggunaan alat. manfaat sistem SCADA dalam memonitoring sistem pembangkit. Listrik tenaga surya dapat mempermudah manusia dalam hal perawatan, pemantauan jarak jauh serta pengguna dapat mengetahui hasil kinerja rekapitulasi penggunaan energi baik itu perhari atau pun perbulan.

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah, H., Afandi, A. N., Aripriharta, Rahmawati, Y., Falah, M. Z., & Fujita, G. (2024). Monitoring the potential of horizontal axis wind power plants based on the internet of things. *AIP Conference Proceedings*, 2926(1), 1–10. <https://doi.org/10.1063/5.0183360>

Abdillah, H., Asrori, T., Baihaqi, M. A., Prasetyo, D. H. T., & Muhammad, A. (2023). Sistem Monitoring dan Manajemen Energi pada Pembangkit Hybrid PLTS, PLTB, dan PLN berbasis Internet of Things. *JASIEK (Jurnal Aplikasi Sains, Informasi, Elektronika Dan Komputer)*, 5(2), 41–50.

- <https://doi.org/10.26905/jasiek.v5i2.10920>
- Afrida, Y., Jeckson, & Feriyanto, D. (2022). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya on Grid. *Aisyah Journal Of Informatcs and Electrical Engineering*, 4(1), 74–77. <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>
- Alwy, D. R. (2019). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Kinerja Panel Surya Berbasis Internet of Things (Iot)*. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/98023>
- Budiono, B., B Sulistiawati, I., & Agustini, N. P. (2023). Penggunaan NRF24L01 Untuk Monitoring Data Pada PLTS Kapasitas 309 WP. *Jurnal FORTECH*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.56795/fortech.v4i1.4101>
- Chamdareno, P. G., Azharuddin, F., & Budiyo. (1979). Sistem Monitoring Energi Listrik Sel Surya Secara Realtime dengan Sistem Scada. *Elektrum*, 14(2), 35–42.
- Diantari, R. A., Rahayu, S., & Okvasari, R. (2018). Analisis Instalasi Listrik Menggunakan Pembangkit Listrik Surya Skala Rumah Tangga. *Jurnal Ilmiah Sutet*, 8(2), 122–128. <https://stt-pln.ejournal.id/sutet/article/view/228>
- Fransiscus Xaverius Ariwibisono, & Widodo Pudji Muljanto. (2023). Implementasi Sistem Monitoring Produksi Energi Plts Berbasis Protokol Modbus Rtu Dan Modbus Tcp. *Nuansa Informatika*, 17(2), 109–118. <https://doi.org/10.25134/ilkom.v17i2.28>
- Harianja, R., & Mailangkay, A. (2022). IoT Orchestrator Node-RED dan Dashboard History menggunakan Codeigniter. *Seminar Nasional Perbanas Institute*, 30–33.
- Liestyowati, D., Rachman, I., Firmansyah, E., & Mujiburrohan. (2022). Rancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berkapasitas 100 WP dengan Inverter 1000 Watt. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 1(5), 623–634. <https://doi.org/10.55123/insologi.v1i5.1027>
- Sunky, R., & Mukhaiyar, R. (2023). Implementasi Web SCADA Pada Sistem PLTS. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(2), 792–798. <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i2.510>
- Unit Three Kartini, Bambang Suprianto, E. (2022). Sistem Monitoring dan Pengukuran Pembangkit Listrik Surya dan Angin Berbasis Internet of Things Sistem Monitoring dan Pengukuran Pembangkit Listrik Surya dan Angin Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknik Elektro*, 11(3), 371–378.
- Wijayanto, D., Haryudo, S., Wrahatnolo, T., & Nurhayati, D. (2022). Rancang Bangun Monitoring Arus Dan Tegangan Pada Plts Sistem On Grid Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan Aplikasi Telegram. *Jurnal Teknik ...*, 11(3), 447–453. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/49288%0Ahttps://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/download/49288/41004>