



Analisis Kontribusi Energi PLTS Hybrid Menggunakan SCR dan GDR

Analysis of Hybrid PV Energy Contribution Using SCR and GDR

Fikri Arifuddin¹, Isdawimah², Murie Dwiyaniti³

Prodi Magister Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta,
Jl Prof.Dr.G.A Siwabessy Kampus UI, Depok 16425

fikri.arifuddin.tc24@stu.pnj.ac.id

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *hybrid* merupakan salah satu solusi energi terbarukan yang mengintegrasikan panel surya, baterai, dan jaringan listrik untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan energi. Kompleksitas aliran energi pada sistem PLTS *hybrid* memerlukan sistem monitoring yang mampu menyediakan data operasional secara *real-time* dan historis guna mendukung evaluasi kinerja sistem. Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan mengevaluasi sistem monitoring PLTS *hybrid* berbasis Grafana dengan analisis indikator *Self Consumption Ratio* (SCR) dan *Grid Dependency Ratio* (GDR). Sistem monitoring dikembangkan menggunakan komunikasi Modbus TCP/IP, database PostgreSQL, dan dashboard Grafana untuk memantau variabel *production*, *consumption*, *purchasing*, serta kondisi baterai. Pengambilan data dilakukan secara otomatis setiap 5 menit selama periode Januari hingga April 2026. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total energi produksi PLTS mencapai 3044,15 kWh, total konsumsi energi sebesar 6858,07 kWh, dan energi yang diperoleh dari jaringan PLN sebesar 3813,92 kWh. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai SCR sebesar 45,44% dan GDR sebesar 54,56%, yang menunjukkan bahwa hampir setengah kebutuhan energi beban telah dipenuhi oleh energi surya. Selain itu, sistem PLTS *hybrid* mampu memberikan penghematan biaya listrik sebesar Rp5.174.824,29 selama periode pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi sistem monitoring berbasis Grafana dengan evaluasi SCR dan GDR dapat digunakan sebagai metode yang efektif untuk menilai kinerja teknis dan ekonomi sistem PLTS *hybrid*.

Kata kunci: PLTS *Hybrid*, Grafana, Monitoring Energi, *Self Consumption Ratio*, *Grid Dependency Ratio*

ABSTRACT

Hybrid Photovoltaic (PV) systems have emerged as a promising renewable energy solution by integrating solar panels, battery storage, and the utility grid to improve energy utilization efficiency and supply reliability. The complexity of energy flows within hybrid PV systems requires a monitoring platform capable of providing both *real-time* and historical operational data to support comprehensive performance evaluation. This study aims to develop and evaluate a Grafana-based monitoring system for a hybrid PV installation using *Self-Consumption Ratio* (SCR) and *Grid Dependency Ratio* (GDR) as key performance indicators. The monitoring system was developed using Modbus TCP/IP communication, a PostgreSQL database, and Grafana dashboards to monitor energy production, energy consumption, grid energy purchasing, and battery operating conditions. Data were automatically collected at 5-minute intervals from January to April 2026. The results show that the PV system generated a total of 3,044.15 kWh of energy, while the total energy consumption reached 6,858.07 kWh, with 3,813.92 kWh supplied by the utility grid. The calculated SCR and GDR values were 45.44% and 54.56%, respectively, indicating that nearly half of the load demand was supplied by solar energy. In addition, the hybrid PV system achieved electricity cost savings of IDR 5,174,824.29 during the observation period. The findings demonstrate that the integration of a Grafana-based monitoring platform with SCR and GDR evaluation provides an effective approach for assessing both the technical and economic performance of hybrid PV systems.

1. PENDAHULUAN

Pengembangan energi terbarukan, khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), terus meningkat seiring tingginya potensi radiasi matahari di Indonesia [1]. Salah satu konfigurasi yang banyak diterapkan adalah sistem PLTS *hybrid*, yang mengintegrasikan panel surya, baterai, dan jaringan listrik PLN untuk menjaga kontinuitas suplai energi [2]. Sistem ini memungkinkan pemanfaatan energi surya secara optimal pada siang hari serta tetap mempertahankan keandalan sistem saat produksi menurun. Selain itu, pemanfaatan energi surya dalam sistem kelistrikan telah banyak dikaji dalam berbagai penelitian yang menunjukkan peningkatan efisiensi energi serta pengurangan emisi karbon melalui integrasi sistem PLTS pada berbagai skala aplikasi [3],[4]. Namun demikian, kompleksitas aliran energi pada PLTS *hybrid* menuntut adanya sistem monitoring yang mampu menyajikan data operasional secara akurat dan *real-time* guna mendukung evaluasi kinerja sistem [5], [6].

Beberapa penelitian telah mengembangkan sistem monitoring untuk PLTS *hybrid* menggunakan berbagai pendekatan teknologi. Sebelumnya sudah ada penelitian yang mengembangkan sistem monitoring pembangkit listrik *hybrid* berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan aplikasi Blynk untuk memantau parameter tegangan dan arus secara *real-time* [7]. Ada juga penelitian yang mengimplementasikan sistem monitoring PLTS *hybrid* off-grid berbasis SCADA menggunakan protokol Modbus TCP/IP dan Node-RED yang mampu menampilkan data operasional sistem dengan tingkat kesalahan pengukuran di bawah 2% [8]. Selain itu, ada juga penelitian yang mengembangkan sistem monitoring dan manajemen energi pada pembangkit *hybrid* yang mengintegrasikan PLTS, PLTB, dan jaringan PLN berbasis IoT dengan komunikasi GSM untuk menyediakan data operasional secara *real-time* [9]. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis IoT dan *cloud computing* mampu meningkatkan akurasi pengukuran serta fleksibilitas dalam pengolahan data energi secara *real-time* [10], [11]. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih terbatas pada visualisasi parameter dasar dan belum mengintegrasikan indikator evaluasi kinerja energi secara kuantitatif dalam satu platform monitoring yang fleksibel.

Meskipun berbagai penelitian tersebut telah berhasil mengembangkan sistem monitoring untuk pembangkit energi *hybrid*, sebagian besar penelitian masih berfokus pada pemantauan parameter kelistrikan dasar seperti tegangan, arus, dan daya. Penelitian sebelumnya juga masih memiliki keterbatasan dalam hal fleksibilitas visualisasi data, integrasi dengan platform analisis data terbuka, serta belum banyak yang mengintegrasikan indikator evaluasi kinerja energi seperti *Self-Consumption Ratio* (SCR) dan *Grid Dependency Ratio* (GDR) untuk menilai tingkat pemanfaatan energi surya dan ketergantungan terhadap jaringan listrik secara kuantitatif. Selain itu, beberapa penelitian telah menggunakan indikator kinerja energi seperti *Self-Consumption Ratio* (SCR) dan *Self-Sufficiency Ratio* (SSR) dalam evaluasi sistem PLTS untuk mengukur tingkat pemanfaatan energi terbarukan secara lebih komprehensif [12], [13]. Pemanfaatan platform open-source seperti Grafana dan InfluxDB telah terbukti efektif dalam monitoring sistem server dan infrastruktur energi [14], [15], namun penerapannya pada sistem PLTS *hybrid* dengan analisis indikator kinerja energi masih relatif terbatas. Padahal, kedua indikator tersebut penting untuk memberikan evaluasi yang lebih objektif terhadap kontribusi energi surya serta tingkat ketergantungan sistem terhadap jaringan listrik PLN.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem monitoring PLTS *hybrid* berbasis Grafana yang terintegrasi dengan komunikasi Modbus TCP/IP dan database PostgreSQL untuk memantau variabel *production*, *consumption*, *purchasing*, serta kondisi baterai secara *real-time*. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi platform monitoring berbasis *open-source* dengan evaluasi kinerja energi menggunakan indikator *Self-Consumption Ratio* (SCR) dan *Grid Dependency Ratio* (GDR) berdasarkan data operasional aktual sistem PLTS *hybrid* skala perkantoran. Melalui pendekatan ini, sistem monitoring tidak hanya berfungsi sebagai alat visualisasi data, tetapi juga sebagai sarana evaluasi kinerja energi yang dapat digunakan untuk menilai tingkat kontribusi energi surya dan ketergantungan terhadap jaringan listrik secara kuantitatif.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Sistem PLTS Hybrid

Penelitian dilakukan pada sistem PLTS *hybrid* skala perkantoran yang berlokasi di Kota Cimahi, Jawa Barat. Sistem terdiri atas panel surya, inverter *hybrid* tiga fasa, baterai lithium, dan jaringan listrik PLN

sebagai sumber energi cadangan. Sistem dirancang untuk mendukung kebutuhan energi beban perkantoran dengan memanfaatkan energi surya sebagai sumber energi utama pada siang hari serta baterai dan jaringan PLN sebagai sumber energi pendukung ketika produksi energi surya tidak mencukupi kebutuhan beban. Spesifikasi sistem PLTS hybrid yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi Sistem PLTS Hybrid

Komponen	Spesifikasi
Panel Surya	13 x 575 Wp Monocrystalline
Total Kapasitas PV	7,475 kWp
Inverter	Hybrid, 8kW, 3 fasa
Sistem Baterai	4 x 5,12 kWh LiFePO4
Kapasitas Baterai	20,48 kWh
Komunikasi Data	Modbus TCP/IP
Database	PostgreSQL
Visualisasi	Grafana

2. Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan yang dimulai dari perancangan sistem monitoring, pengumpulan data operasional, pengolahan data, hingga evaluasi kinerja sistem PLTS *hybrid*. Tahapan penelitian secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, penelitian diawali dengan identifikasi kebutuhan data monitoring dan konfigurasi komunikasi antara inverter dengan sistem monitoring menggunakan protokol Modbus TCP/IP. Selanjutnya dilakukan proses akuisisi dan penyimpanan data operasional ke dalam database PostgreSQL. Data yang telah tersimpan kemudian divisualisasikan menggunakan dashboard Grafana untuk memudahkan proses pemantauan dan analisis. Tahap berikutnya adalah pengumpulan data energi yang meliputi energi produksi (*production*), konsumsi energi (*consumption*), dan energi yang diperoleh dari jaringan listrik (*purchasing*). Data dikumpulkan secara otomatis dengan interval pencatatan setiap 5 menit selama periode Januari hingga April 2026. Selanjutnya dilakukan perhitungan indikator *Self Consumption Ratio* (SCR) dan *Grid Dependency Ratio* (GDR) sebagai dasar evaluasi kinerja sistem PLTS *hybrid*.

2.3 Arsitektur Sistem Monitoring

Sistem monitoring dirancang menggunakan arsitektur berbasis open-source yang meliputi akuisisi data, penyimpanan data, dan visualisasi data. Data operasional diperoleh dari inverter *hybrid* melalui komunikasi Modbus TCP/IP menggunakan gateway Ethernet, kemudian disimpan dalam basis data PostgreSQL sebagai data time-series dan divisualisasikan menggunakan Grafana dalam bentuk dashboard

interaktif. Untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai struktur sistem yang digunakan, arsitektur sistem monitoring ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Arsitektur Sistem Monitoring

Berdasarkan Gambar 2, sistem monitoring terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi, yaitu inverter sebagai sumber data, gateway komunikasi sebagai penghubung, database sebagai penyimpanan data, serta Grafana sebagai media visualisasi. Arsitektur ini memungkinkan proses pengambilan dan pengolahan data dilakukan secara otomatis dan kontinu. Variabel yang dianalisis meliputi energi produksi (*production*), konsumsi energi (*consumption*), dan energi yang dibeli dari jaringan listrik (*purchasing*) sebagai representasi aliran energi dalam sistem. Pengumpulan data dilakukan secara otomatis melalui sistem monitoring dengan interval pencatatan setiap 5 menit.

2. Metode Analisis Kinerja Energi

Evaluasi kinerja sistem PLTS *hybrid* dilakukan untuk mengetahui tingkat pemanfaatan energi surya dalam memenuhi kebutuhan energi beban serta tingkat ketergantungan sistem terhadap jaringan listrik PLN. Analisis dilakukan berdasarkan data operasional yang diperoleh dari sistem monitoring, meliputi energi produksi (*production*), energi konsumsi beban (*consumption*), dan energi yang diperoleh dari jaringan listrik (*purchasing*). Data tersebut digunakan untuk menghitung indikator kinerja energi yang dapat menggambarkan efektivitas pemanfaatan energi surya dan kontribusi jaringan listrik dalam sistem. Pada penelitian ini, evaluasi kinerja dilakukan menggunakan parameter *Self Consumption Ratio* (SCR) dan *Grid Dependency Ratio* (GDR) yang dihitung berdasarkan total energi yang tercatat selama periode pengamatan.

Self Consumption Ratio (SCR) digunakan untuk menunjukkan kontribusi energi PLTS terhadap kebutuhan energi beban, ditunjukkan pada Rumus 1.

$$SCR = \frac{E_{production}}{E_{consumption}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

- $E_{production}$ = Energi produksi PLTS (kWh)
- $E_{consumption}$ = Energi konsumsi beban (kWh)

Grid Dependency Ratio (GDR) digunakan untuk menunjukkan tingkat ketergantungan sistem terhadap jaringan PLN, ditunjukkan pada Rumus 2.

$$GDR = \frac{E_{purchasing}}{E_{consumption}} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

- $E_{purchasing}$ = Energi dari jaringan PLN (kWh)
- $E_{consumption}$ = Energi konsumsi beban (kWh)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Sistem Monitoring

Sistem monitoring energi berhasil diimplementasikan menggunakan platform Grafana yang terintegrasi dengan database PostgreSQL dan komunikasi Modbus TCP/IP. Sistem mampu melakukan akuisisi, penyimpanan, dan visualisasi data operasional secara real-time maupun historis. Parameter yang dimonitor meliputi energi produksi PLTS (*production*), konsumsi energi beban (*consumption*), energi yang diperoleh dari jaringan PLN (*purchasing*), daya sistem, serta kondisi baterai. Tampilan dashboard monitoring ditunjukkan pada Gambar 3.

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3 Dashboard Monitoring Grafana

Berdasarkan hasil pengujian, sistem monitoring mampu melakukan pencatatan data secara kontinu dengan interval pengambilan data setiap 5 menit selama periode pengamatan. Integrasi antara inverter *hybrid*, gateway komunikasi, database PostgreSQL, dan dashboard Grafana berjalan dengan baik sehingga data operasional dapat ditampilkan secara *real-time* dan digunakan sebagai dasar evaluasi kinerja sistem PLTS *hybrid*.

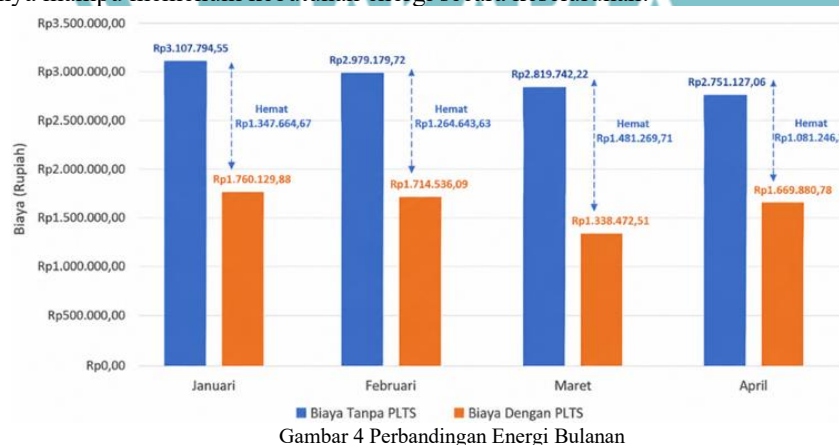
3. Analisis Distribusi Energi

Analisis distribusi energi dilakukan untuk mengetahui hubungan antara energi yang dihasilkan oleh sistem PLTS, energi yang dikonsumsi oleh beban, dan energi yang diperoleh dari jaringan listrik PLN selama periode pengamatan. Rekapitulasi data energi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Rekapitulasi Energi Bulan Januari-April 2026

Parameter	Total Energi	Satuan
Total produksi energi PLTS	3044,15	kWh
Total konsumsi energi beban	6858,07	kWh
Total energi dari jaringan PLN	3813,92	kWh

Berdasarkan Tabel 2, total energi yang dihasilkan oleh sistem PLTS selama periode Januari hingga April 2026 mencapai 3044,15 kWh, sedangkan total konsumsi energi beban sebesar 6858,07 kWh. Selisih antara produksi energi dan kebutuhan beban menyebabkan sistem masih memerlukan suplai energi dari jaringan PLN sebesar 3813,92 kWh. Hasil tersebut menunjukkan bahwa energi surya telah memberikan kontribusi yang signifikan terhadap kebutuhan energi beban, namun kapasitas sistem yang terpasang masih belum sepenuhnya mampu memenuhi kebutuhan energi secara keseluruhan.



Gambar 4 Perbandingan Energi Bulanan

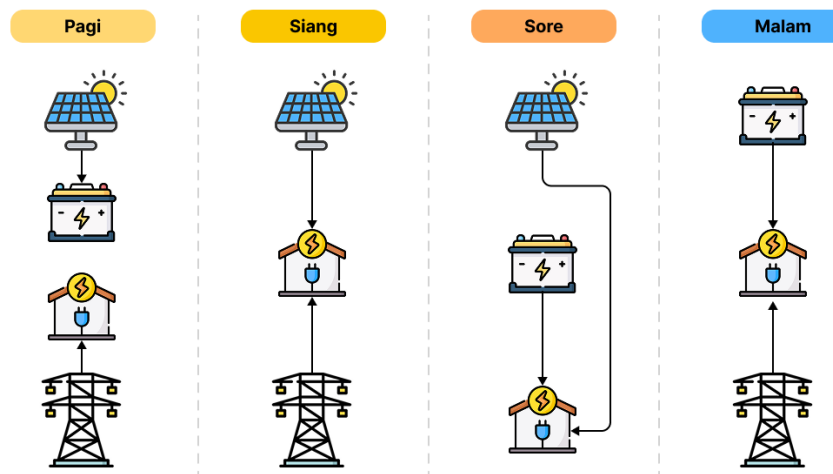
Berdasarkan Gambar 4, penerapan sistem PLTS *hybrid* mampu menurunkan biaya konsumsi energi listrik pada setiap bulan pengamatan. Pada bulan Januari, biaya listrik tanpa PLTS sebesar Rp 3.107.794,55 dapat ditekan menjadi Rp 1.760.129,88 sehingga menghasilkan penghematan sebesar Rp 1.347.664,67. Pada bulan Februari, biaya listrik berkurang dari Rp 2.979.179,72 menjadi Rp 1.714.536,09

dengan penghematan sebesar Rp 1.264.643,63. Penghematan terbesar terjadi pada bulan Maret, yaitu sebesar Rp 1.481.269,71, sedangkan pada bulan April diperoleh penghematan sebesar Rp 1.081.246,28.

Secara keseluruhan, implementasi sistem PLTS hybrid selama periode Januari hingga April 2026 menghasilkan total penghematan biaya listrik sebesar Rp 5.174.824,29. Hasil tersebut menunjukkan bahwa energi yang dihasilkan oleh sistem PLTS mampu mengurangi pembelian energi dari jaringan PLN secara signifikan. Selain meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan, sistem PLTS *hybrid* juga memberikan manfaat ekonomi yang nyata melalui pengurangan biaya operasional listrik pada lingkungan perkantoran.

3.3. Analisis Pola Operasi Sistem

Analisis pola operasi sistem dilakukan untuk mengetahui karakteristik pemanfaatan energi pada sistem PLTS *hybrid* berdasarkan perubahan kontribusi energi *production*, energi baterai, dan energi *purchasing* dari jaringan PLN selama satu siklus operasional harian. Untuk mempermudah analisis, periode operasi sistem dibagi menjadi empat fase, yaitu fase pagi (06.00–11.00), fase siang (11.00–16.00), fase sore (16.00–23.00), dan fase malam (23.00–06.00). Pembagian fase ini digunakan untuk mengidentifikasi perubahan sumber energi dominan yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi beban seperti pada Gambar 5.



Gambar 5 Grafik Energi Harian

Berdasarkan Gambar 5, pada fase pagi energi *production* dari panel surya diprioritaskan untuk melakukan pengisian baterai hingga mencapai kondisi penuh. Pada periode ini kebutuhan energi beban masih dibantu oleh energi *purchasing* dari jaringan PLN karena energi *production* belum mencapai kondisi maksimum. Seiring meningkatnya intensitas radiasi matahari, energi *production* mulai meningkat dan kontribusi energi surya terhadap kebutuhan beban menjadi lebih besar. Berdasarkan Gambar 5, sistem PLTS *hybrid* menunjukkan pola operasi yang berbeda pada setiap periode waktu. Pada pagi hari, energi *production* dari panel surya diprioritaskan untuk pengisian baterai, sedangkan kebutuhan energi beban masih dibantu oleh energi *purchasing* dari jaringan PLN. Memasuki siang hari, energi *production* meningkat dan menjadi sumber energi utama untuk memenuhi kebutuhan energi beban sehingga penggunaan energi dari jaringan PLN dapat diminimalkan.

Pada sore hingga malam hari, energi yang tersimpan pada baterai dimanfaatkan untuk membantu memenuhi kebutuhan energi beban ketika energi *production* mulai menurun. Setelah kapasitas baterai mencapai batas minimum operasional, kebutuhan energi beban dipenuhi menggunakan energi *purchasing* dari jaringan PLN. Pola operasi tersebut menunjukkan bahwa sistem PLTS *hybrid* mampu memanfaatkan energi surya dan baterai untuk mengurangi ketergantungan terhadap jaringan listrik selama periode operasional harian.

3.4 Evaluasi Kinerja Energi

Evaluasi kinerja sistem PLTS *hybrid* dilakukan menggunakan indikator *Self Consumption Ratio* (SCR) dan *Grid Dependency Ratio* (GDR) untuk mengetahui tingkat kontribusi energi surya terhadap kebutuhan energi beban serta tingkat ketergantungan sistem terhadap jaringan listrik PLN. Hasil perhitungan SCR dan GDR selama periode Januari hingga April 2026 ditunjukkan pada Tabel 3

Tabel 3 Perhitungan SCR dan GDR

Parameter	Total Energi
Self-Consumption Ratio (SCR)	45,44 %
Grid Dependency Ratio (GDR)	54,56 %

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh nilai SCR sebesar 45,44% dan GDR sebesar 54,56%. Nilai SCR menunjukkan bahwa hampir setengah kebutuhan energi beban telah dipenuhi oleh energi yang dihasilkan sistem PLTS, sedangkan nilai GDR menunjukkan bahwa sebagian kebutuhan energi masih dipenuhi oleh jaringan listrik PLN. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem PLTS *hybrid* telah memberikan kontribusi yang signifikan dalam mengurangi konsumsi energi dari jaringan listrik konvensional. Nilai GDR yang masih lebih tinggi dibandingkan SCR menunjukkan bahwa kapasitas produksi energi surya belum sepenuhnya mampu memenuhi kebutuhan energi beban selama periode pengamatan. Kondisi ini dipengaruhi oleh perbedaan antara energi yang dihasilkan sistem PLTS dan total konsumsi energi beban, sehingga jaringan PLN masih berperan sebagai sumber energi pendukung untuk menjaga kontinuitas suplai energi.

4. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem monitoring PLTS *hybrid* berbasis Grafana yang mampu melakukan akuisisi, penyimpanan, dan visualisasi data operasional secara *real-time* maupun historis menggunakan komunikasi Modbus TCP/IP dan database PostgreSQL. Berdasarkan hasil monitoring selama periode Januari hingga April 2026, sistem PLTS *hybrid* menghasilkan energi sebesar 3044,15 kWh dengan total konsumsi energi sebesar 6858,07 kWh dan energi yang diperoleh dari jaringan PLN sebesar 3813,92 kWh. Hasil evaluasi kinerja menunjukkan nilai *Self Consumption Ratio* (SCR) sebesar 45,44% dan *Grid Dependency Ratio* (GDR) sebesar 54,56%, yang mengindikasikan bahwa energi surya telah mampu memenuhi hampir setengah kebutuhan energi beban operasional perkantoran. Selain itu, implementasi sistem PLTS *hybrid* berhasil mengurangi penggunaan energi dari jaringan PLN sebesar 3044,15 kWh dan menghasilkan penghematan biaya listrik sebesar Rp5.174.824,29 selama periode pengamatan. Berdasarkan analisis kelayakan ekonomi, diperoleh estimasi *Payback Period* sebesar 8,14 tahun yang masih berada dalam rentang umur operasional sistem PLTS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi sistem monitoring berbasis Grafana dengan evaluasi kinerja menggunakan indikator SCR dan GDR dapat digunakan sebagai pendekatan yang efektif untuk memantau dan mengevaluasi performa teknis serta manfaat ekonomi sistem PLTS *hybrid*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. A. Efriansyah *et al.*, "Analisis Potensi Energi Matahari Dan Pembangkitan Daya pada PLTS Sebagai Sumber Rumah Energi Terbarukan Sederhana di Kota Bengkulu," vol. IX, no. 1, 2024.
- [2] I. Uli and V. Simanjuntak, "Analisa Anti Islanding pada Inverter 3 Fase PLTS Hybrid 5 Kw Terhadap Jaringan PLN," 2022, doi: 10.30651/cl.v5i2.
- [3] L. Shen and L. S. Shen, "Power Over Ethernet (PoE) Technical Overview Power Over Ethernet (PoE) Technical Overview A grant from the Minnesota Department of Commerce, Division of Energy Resources through the Conservation Applied Research and Development (CARD) program. Power Over Ethernet (PoE) Technical Overview," 2019, doi: 10.13140/RG.2.2.11680.53769.
- [4] D. Engin, M. Engin, S. Pinar, and M. Candan, "PLC and SCADA Based Real-Time Monitoring and Control of Networked Processes," 2021. [Online]. Available: www.jmest.org
- [5] T. D. Lorobezy and Krismadinata, "Rancang Bangun Sistem Monitoring PLTS Off-Grid Berbasis IoT," *MSI Transaction on Education*, vol. 4, no. 2, pp. 71–84, Aug. 2023, doi: 10.46574/mted.v4i2.111.
- [6] M. Y. Albustomi, I. M. Wartana, and A. U. Krismanto, "Paper Magnetika," *Magnetika*, vol. 7, no. 2, pp. 357–364, 2023.
- [7] M. Malik Ibrahim, A. Effendi, A. Yuana Dewi, and A. Anugrah, "HEMAT: Journal of Humanities Education Management Accounting and Transportation Monitoring dan Analisa Daya Pengaplikasian Pembangkit Listrik Hybrid PLTS dan PLTB pada Penerangan Jalan Umum Berbasis IoT," vol. 2, no. 1, 2025.
- [8] Y. A. Pradana, W. P. Muljanto, I. S. Faradisa, and J. T. Elektro, "Pradana, Sistem Monitoring PLTS Hybrid Off-Grid pada Instalasi Pengolahan Limbah Pabrik Kripik Kawasan Mojokerto 63 SISTEM



MONITORING PLTS HYBRID OFF-GRID PADA INSTALASI PENGOLAHAN LIMBAH PABRIK KRIPIK KAWASAN MOJOKERTO.”

- [9] J. A. Sains *et al.*, “Sistem Monitoring dan Manajemen Energi pada Pembangkit Hybrid PLTS, PLTB, dan PLN Berbasis Internet of Things.” [Online]. Available: www.jasiek.unmer.ac.id
- [1] J. Sambaliung No, K. Samarinda Ulu, K. Samarinda, and K. Timur, “Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif Rahmat Hasrul,” *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, vol. 5, no. 2, pp. 79–87, 2021.
- [1] S. J. Yaqoob, A. L. Saleh, S. Motahhir, E. B. Agyekum, A. Nayyar, and B. Qureshi, “Comparative study with practical validation of photovoltaic monocrystalline module for single and double diode models,” *Sci. Rep.*, vol. 11, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1038/s41598-021-98593-6.
- [1] M. Y. Puriza, W. Yandi, and A. Asmar, “Perbandingan Efisiensi Konversi Energi Panel Surya Tipe Polycrystalline dengan Panel Surya Monocrystalline Berbasis Arduino di Kota Pangkalpinang,” *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*, vol. 8, no. 1, pp. 47–52, Apr. 2021, doi: 10.33019/jurnalecotipe.v8i1.2034.
- [1] M. R. Abidin and A. Natsir, “IMPLEMENTASI INVERTER HYBRID PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) DI LABORATORIUM ENERGI BARU TERBARUKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MATARAM [IMPLEMENTATION OF HYBRID INVERTERS IN SOLAR POWER PLANT (PLTS) IN THE NEW RENEWABLE ENERGY LABORATORY FACULTY OF ENGINEERING MATARAM UNIVERSITY].”
- [1] R. M. Febriana, “IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING MENGGUNAKAN PROMETHEUS DAN GRAFANA,” 2020. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/342511231>
- [15] G. Yudhy Kusuma and U. Y. Oktiawati, “Perancangan Sistem Monitoring Performa Aplikasi Menggunakan Opentelemetry dan Grafana Stack,” *Journal of Internet and Software Engineering*, vol. 3, no. 1, 2022, [Online]. Available: <http://34.128.121.13:5000/v1/campaigns>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA