

# Analisis Kinerja PLTS 60 kWp Terhubung Grid Berdasarkan Iradiasi Matahari, Efisiensi Inverter, dan Kesesuaian Lokasi

Muhammad Alif Faddil, Teguh Kayagi, Uswatun, <sup>1</sup>Nur Alif Mardiyah, Zulfatman

<sup>1</sup> Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang

<sup>1</sup>nuralif@umm.ac.id

**Abstract** - The performance of grid-connected photovoltaic (PV) systems is influenced by several technical and environmental factors, particularly solar irradiance, inverter performance, and installation site characteristics. This study aims to analyze the performance of a 60 kWp grid-connected photovoltaic system based on solar irradiance, inverter efficiency, and site suitability at PT. Bernadi Utama. The research was conducted using operational monitoring data collected from the installed PV system and simulation results generated using PVsyst 7.4. The evaluated performance parameters included Global Horizontal Irradiance (GHI), AC and DC power, inverter efficiency, energy production, and Performance Ratio (PR). In addition, site suitability was assessed through shading analysis and solar resource availability to determine the feasibility of the installation location. The results indicate that solar irradiance is the primary factor affecting photovoltaic power generation, where higher irradiance levels produce greater electrical output. The inverter demonstrated stable performance during the observation period, while the performance ratio remained within an acceptable range for grid-connected photovoltaic systems. Furthermore, the comparison between measured and simulated results showed good agreement, indicating that the PVsyst model can reliably predict system performance. Overall, the installation site exhibited favorable solar resource availability and minimal shading, supporting efficient and stable long-term photovoltaic operation.

**Keywords** — *Grid-connected photovoltaic system, solar irradiance, inverter efficiency, performance ratio, site suitability.*

**Abstrak**— Kinerja sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terhubung jaringan dipengaruhi oleh berbagai faktor teknis dan lingkungan, terutama radiasi matahari, kinerja inverter, dan karakteristik lokasi pemasangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja PLTS terhubung jaringan berkapasitas 60 kWp berdasarkan radiasi matahari, efisiensi inverter, dan kesesuaian lokasi di PT. Bernadi Utama. Penelitian dilakukan menggunakan data pemantauan operasional sistem PLTS serta hasil simulasi yang diperoleh dari perangkat lunak PVsyst 7.4. Parameter kinerja yang dianalisis meliputi Global Horizontal Irradiance (GHI), daya AC dan DC, efisiensi inverter, produksi energi, serta Performance Ratio (PR). Selain itu, kesesuaian lokasi dievaluasi melalui analisis bayangan dan ketersediaan sumber daya surya untuk menentukan kelayakan lokasi pemasangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa radiasi matahari merupakan faktor utama yang memengaruhi pembangkitan energi listrik, di mana peningkatan radiasi menghasilkan keluaran daya yang lebih besar. Inverter menunjukkan kinerja yang stabil selama periode pengamatan, sedangkan nilai Performance Ratio berada pada kisaran yang memenuhi standar sistem PLTS terhubung jaringan. Perbandingan antara data hasil pengukuran dan simulasi juga menunjukkan kesesuaian yang baik, sehingga model PVsyst mampu merepresentasikan kinerja sistem secara andal. Secara keseluruhan, lokasi penelitian memiliki potensi sumber daya surya yang baik dengan rugi-rugi bayangan yang rendah, sehingga mendukung operasi PLTS yang efisien dan berkelanjutan.

**Kata Kunci** — *PLTS terhubung jaringan, radiasi matahari, efisiensi inverter, performance ratio, kesesuaian lokasi.*

## I. PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan energi listrik seiring perkembangan industri dan pertumbuhan ekonomi mendorong pemanfaatan sumber energi terbarukan sebagai alternatif pengganti pembangkit berbahan bakar fosil [1], [2]. Salah satu teknologi yang berkembang pesat adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berbasis sistem fotovoltaik karena memiliki emisi karbon yang rendah, mudah dikembangkan pada berbagai skala, serta biaya investasi yang semakin kompetitif [3], [4]. Kinerja sistem PLTS dipengaruhi oleh berbagai faktor teknis maupun lingkungan, Variasi radiasi akibat perubahan cuaca, tutupan awan, maupun kondisi atmosfer akan memengaruhi daya keluaran dan produksi energi sistem [5], [6].

Selain radiasi matahari, efisiensi inverter juga berpengaruh terhadap performa keseluruhan sistem PLTS. Inverter berfungsi mengubah daya arus searah (DC) yang dihasilkan modul fotovoltaik menjadi arus bolak-balik (AC) agar dapat disalurkan ke jaringan listrik [7], [8], [9], [10].

Faktor lain yang tidak kalah penting adalah kesesuaian lokasi pemasangan PLTS. Kondisi geografis, potensi sumber daya surya, topografi, serta keberadaan bayangan (shading) akan memengaruhi jumlah radiasi matahari yang diterima modul fotovoltaik [11]. Berbagai penelitian memanfaatkan GIS untuk mengevaluasi kelayakan lokasi pembangunan PLTS melalui parameter spasial sehingga mampu menghasilkan rekomendasi lokasi yang optimal [12].

Penelitian sebelumnya telah mengkaji pengaruh radiasi matahari, efisiensi inverter maupun evaluasi kesesuaian lokasi berbasis GIS [10], [13], [14]. Namun, sebagian besar penelitian masih membahas ketiga aspek tersebut secara terpisah sehingga hubungan antarvariabel dalam menentukan performa sistem PLTS belum dievaluasi secara menyeluruh, khususnya pada sistem PLTS skala industri [15].

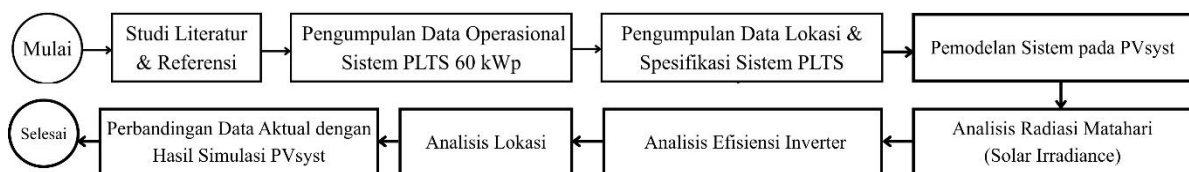
Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi data operasional aktual, simulasi PVsyst, dan analisis kesesuaian lokasi berbasis GIS dengan pembobotan AHP serta Horizon Profile dalam satu kerangka evaluasi kinerja PLTS terhubung jaringan. Pendekatan tersebut digunakan untuk menghubungkan pengaruh iradiasi matahari, efisiensi inverter, Performance Ratio (PR), dan kondisi lingkungan lokasi terhadap kinerja aktual sistem PLTS berkapasitas 60 kWp. Integrasi ini memungkinkan evaluasi kinerja sistem tidak hanya berdasarkan keluaran energi, tetapi juga mempertimbangkan kesesuaian lokasi dan perbedaan antara kondisi aktual dengan hasil simulasi.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja PLTS terhubung jaringan berkapasitas 60 kWp berdasarkan radiasi matahari, efisiensi inverter, dan kesesuaian lokasi pada PT. Bernadi Utama.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode analisis dengan memanfaatkan data operasional sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terhubung jaringan berkapasitas 60 kWp di PT. Bernadi Utama, Solterra. Evaluasi kinerja sistem dilakukan berdasarkan radiasi matahari, efisiensi inverter, dan kesesuaian lokasi menggunakan data hasil pemantauan operasional, simulasi perangkat lunak Pvsyst, serta analisis berbasis Geographic Information System (GIS). Tahapan penelitian diawali dengan studi literatur mengenai kinerja sistem PLTS, radiasi matahari, efisiensi inverter, dan analisis kesesuaian lokasi. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data operasional, pemodelan sistem PLTS menggunakan PVsyst, analisis data hasil pengukuran, perhitungan efisiensi inverter dan PR, evaluasi kesesuaian lokasi, serta validasi hasil simulasi dengan data aktual sistem.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

### B. Tahap Pengambilan Data

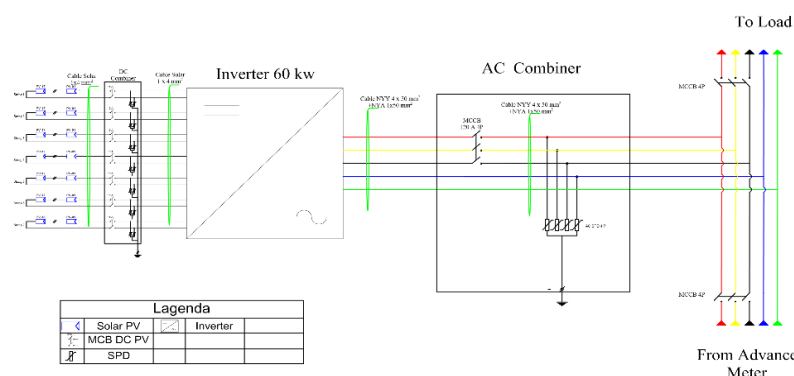
Tahap pengambilan data dilakukan dengan mengumpulkan seluruh parameter yang diperlukan untuk analisis kinerja sistem PLTS menggunakan data operasional aktual dan simulasi Pvsyst. Data yang dikumpulkan meliputi koordinat lokasi pemasangan PLTS, spesifikasi modul fotovoltaik, spesifikasi inverter, kapasitas sistem sebesar 60 kWp, data GHI, daya masukan DC, daya keluaran AC, produksi energi, serta data PR. Seluruh data operasional diperoleh melalui sistem monitoring yang menggunakan pyranometer SP-Lite 2 dan Meteon Data Logger dengan interval pencatatan setiap 30 menit. Selain data operasional, penelitian ini menggunakan model sistem yang dibangun pada perangkat lunak PVsyst berdasarkan spesifikasi PLTS.

Tabel 1 menunjukkan parameter yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 1. Parameter Penelitian

| No | Parameter         | Spesifikasi                                                 |
|----|-------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1  | Lokasi Penelitian | PT. Bernadi Utama                                           |
| 2  | Kapasitas Sistem  | 60 kWp                                                      |
| 3  | Perangkat Lunak   | PVsyst                                                      |
| 4  | Variabel Bebas    | Radiasi Matahari, Efisiensi Inverter, dan Kesesuaian Lokasi |
| 5  | Variabel Terikat  | Kinerja Sistem PLTS                                         |
| 6  | Validasi          | Perbandingan Data Operasional dengan Hasil Simulasi         |

Selanjutnya konfigurasi sistem PLTS 60 kWp yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



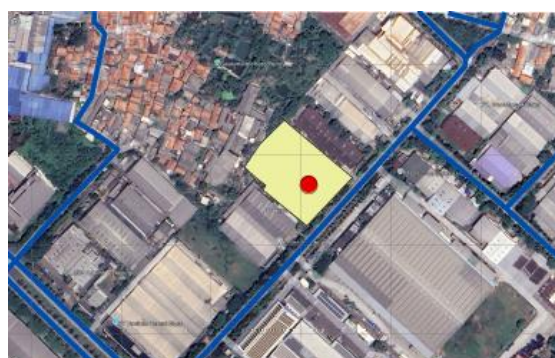
Gambar 2. Single Line Diagram Sistem PLTS 60 kWp PT. Bernadi Utama

### C. Tahap Pengambilan Data

Tahap analisis data dilakukan dengan membandingkan data hasil pengukuran sistem PLTS dengan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak PVsyst. Parameter yang dianalisis meliputi GHI, daya masukan DC, daya keluaran AC, produksi energi, efisiensi inverter, dan PR. Nilai efisiensi inverter dihitung berdasarkan perbandingan antara daya keluaran AC dan daya masukan DC, sedangkan PR digunakan sebagai indikator untuk mengevaluasi efektivitas sistem PLTS dalam mengubah energi surya menjadi energi listrik.

Selanjutnya dilakukan analisis kesesuaian lokasi menggunakan GIS berdasarkan kondisi geografis, potensi radiasi matahari, serta pengaruh bayangan (shading) terhadap sistem PLTS. Hasil simulasi PVsyst kemudian dibandingkan dengan data operasional aktual untuk mengevaluasi tingkat kesesuaian model simulasi dan mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja sistem PLTS.

Diagram lokasi penelitian yang digunakan sebagai dasar simulasi ditunjukkan pada Gambar 3.

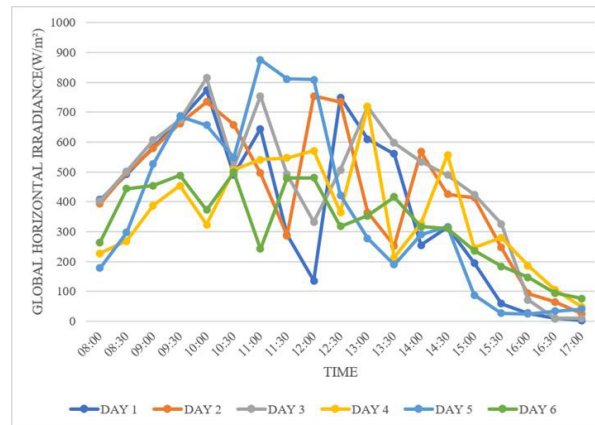


Gambar 3. Lokasi Penelitian PT. Bernadi Utama

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengaruh Intensitas Iradiasi Matahari terhadap Daya Keluaran Fotovoltaik

Kinerja sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terhubung ke jaringan berkapasitas 60 kWp dievaluasi menggunakan data pemantauan yang dikumpulkan pada enam hari pengamatan yang representatif. Hari-hari tersebut dipilih untuk mewakili kondisi intensitas iradiasi matahari yang berbeda selama periode pengamatan.

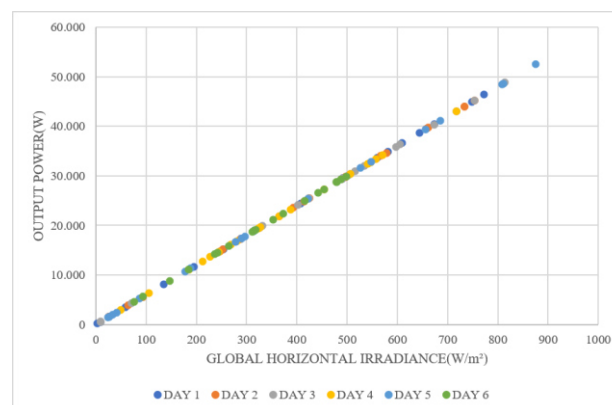


Gambar 4. Profil Harian Global Horizontal Irradiance (GHI)

Profil GHI yang terekam selama enam hari pengamatan. Secara umum, intensitas iradiasi meningkat pada pagi hari (08.00–10.00), mencapai nilai maksimum sekitar tengah hari (11.00–13.00), kemudian menurun secara bertahap menuju sore hari. Namun demikian, terlihat adanya fluktuasi yang cukup signifikan selama periode pengamatan yang mengindikasikan adanya perubahan kondisi atmosfer, khususnya akibat pergerakan awan dan efek bayangan sementara (transient shading).

Nilai iradiasi tertinggi tercatat pada GHI 5 dengan nilai sekitar 870 W/m<sup>2</sup> pada pukul 11.00, sedangkan nilai terendah terjadi pada sore hari setelah pukul 16.00 dengan intensitas di bawah 100 W/m<sup>2</sup>. Beberapa hari menunjukkan fluktuasi akibat perubahan kondisi cuaca dan tutupan awan sementara.

Variasi intensitas iradiasi tersebut secara langsung memengaruhi daya keluaran sistem fotovoltaik karena arus fotolistrik yang dihasilkan oleh modul PV berbanding lurus dengan radiasi matahari yang diterima. Semakin tinggi intensitas iradiasi, semakin banyak foton yang mencapai material semikonduktor sehingga menghasilkan arus yang lebih besar dan meningkatkan daya keluaran sistem. Sebaliknya, penurunan intensitas iradiasi akibat tutupan awan mengurangi energi yang tersedia untuk dikonversi menjadi energi listrik sehingga daya keluaran sistem juga menurun.

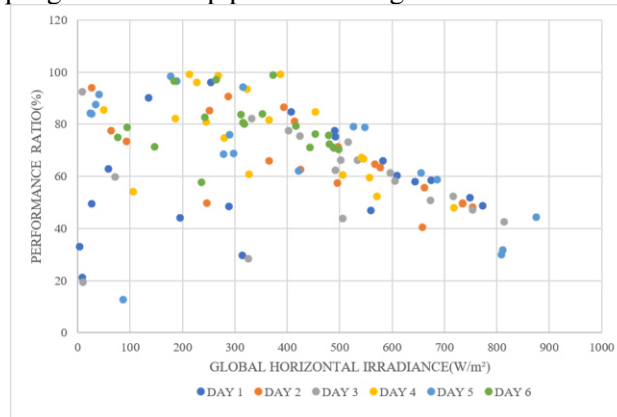


Gambar 5. Hubungan antara Global Horizontal Irradiance (GHI) dan Daya Keluaran

Hubungan antara GHI dan daya keluaran fotovoltaik pada seluruh hari pengamatan. Terlihat adanya korelasi positif yang kuat, di mana daya keluaran meningkat hampir secara linier seiring dengan meningkatnya intensitas iradiasi matahari. Sebaran titik data mengikuti pola garis lurus yang menunjukkan bahwa intensitas iradiasi merupakan faktor dominan yang mengendalikan produksi daya selama periode pemantauan.

Pada tingkat iradiasi di bawah  $100 \text{ W/m}^2$ , daya listrik yang dihasilkan relatif rendah. Sebaliknya, ketika intensitas iradiasi mendekati  $900 \text{ W/m}^2$ , daya keluaran sistem melebihi  $50 \text{ kW}$ . Perilaku ini sesuai dengan prinsip dasar kerja teknologi fotovoltaik, yaitu produksi daya listrik berbanding lurus dengan besarnya radiasi matahari yang diterima oleh permukaan modul fotovoltaik.

Hubungan antara intensitas iradiasi matahari dan daya keluaran fotovoltaik yang diperoleh pada penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya. Beberapa penelitian melaporkan bahwa intensitas iradiasi merupakan faktor lingkungan yang paling berpengaruh terhadap produksi energi fotovoltaik.



Gambar 6. Performance Ratio (PR) pada Enam Hari Pengamatan

Meskipun intensitas iradiasi berpengaruh terhadap pembangkitan daya listrik, kinerja sistem tidak dapat dievaluasi hanya berdasarkan daya keluaran. Oleh karena itu, parameter PR dianalisis untuk menilai efektivitas keseluruhan proses konversi energi pada berbagai kondisi intensitas iradiasi. Pada tingkat iradiasi rendah hingga sedang, nilai PR umumnya berada di atas 80%, sedangkan pada intensitas iradiasi di atas  $600 \text{ W/m}^2$  nilai PR cenderung berada pada kisaran 45–65%.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa intensitas iradiasi matahari memiliki dua pengaruh terhadap kinerja sistem fotovoltaik. Di satu sisi, peningkatan intensitas iradiasi mampu meningkatkan produksi energi listrik sebagaimana ditunjukkan oleh hubungan positif yang kuat antara GHI dan daya keluaran. Di sisi lain, intensitas iradiasi yang tinggi juga dapat menurunkan nilai PR akibat meningkatnya rugi-rugi termal dan rugi-rugi operasional sistem [19]. Dengan demikian, kinerja keseluruhan sistem PLTS terhubung ke jaringan tidak hanya dipengaruhi oleh besarnya radiasi matahari yang tersedia, tetapi juga oleh kemampuan sistem dalam meminimalkan rugi-rugi konversi energi pada berbagai kondisi lingkungan.

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa peningkatan intensitas iradiasi mampu meningkatkan produksi energi, namun juga meningkatkan rugi-rugi termal sehingga nilai PR cenderung menurun.

### B. Analisis Kinerja Inverter

Rasio efisiensi inverter hasil perhitungan berada pada kisaran 58,47% hingga 89,11% selama periode pengamatan, dengan nilai rata-rata sekitar 72,5%. Variasi nilai tersebut menunjukkan bahwa besarnya daya keluaran AC yang disalurkan ke jaringan dipengaruhi oleh daya masukan DC yang dihasilkan oleh susunan modul fotovoltaik pada berbagai kondisi operasi.

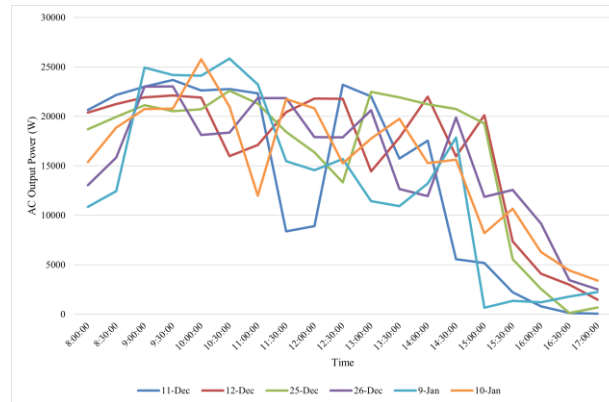
Tabel 2. Hasil Perhitungan Daya Ac, Daya Dc, Dan Rasio Efisiensi Inverter

| Hari | Rata-Rata Pdc (w) | Rata-Rata Pac (w) | Efisiensi |
|------|-------------------|-------------------|-----------|
| 1    | 22927,81          | 14050,32          | 61,28     |

|    |          |          |       |
|----|----------|----------|-------|
| 2  | 26020,20 | 16363,67 | 62,89 |
| 3  | 25130,35 | 15683,98 | 62,41 |
| 4  | 21959,08 | 16356,38 | 74,49 |
| 5  | 26913,20 | 18399,47 | 68,37 |
| 6  | 28680,28 | 17313,72 | 60,37 |
| 7  | 24587,60 | 14609,52 | 59,42 |
| 8  | 17872,71 | 14063,64 | 78,69 |
| 9  | 14253,36 | 11952,64 | 83,86 |
| 10 | 12937,52 | 9488,99  | 73,34 |
| 11 | 11438,66 | 8027,44  | 70,18 |
| 12 | 16235,01 | 11315,31 | 69,70 |
| 13 | 21283,80 | 14543,79 | 68,33 |
| 14 | 20737,90 | 16428,51 | 79,22 |
| 15 | 27686,30 | 16187,76 | 58,47 |
| 16 | 21675,08 | 15550,05 | 71,74 |
| 17 | 23830,29 | 15774,52 | 66,20 |
| 18 | 19851,21 | 12620,20 | 63,57 |
| 19 | 13950,44 | 11620,03 | 83,30 |
| 20 | 20990,34 | 13446,11 | 64,06 |
| 21 | 15010,68 | 12845,62 | 85,58 |
| 22 | 16108,79 | 12850,79 | 79,78 |
| 23 | 18964,51 | 14097,14 | 74,33 |
| 24 | 15105,35 | 12550,84 | 83,09 |
| 25 | 21075,54 | 15532,47 | 73,70 |
| 26 | 29144,14 | 18361,53 | 63,00 |
| 27 | 17834,85 | 14351,87 | 80,47 |
| 28 | 18794,12 | 15484,63 | 82,39 |
| 29 | 22385,07 | 13263,46 | 59,25 |
| 30 | 19475,70 | 15459,13 | 79,38 |
| 31 | 6714,89  | 5983,80  | 89,11 |

Nilai rata-rata daya DC, daya AC, dan rasio efisiensi inverter pada setiap hari pengamatan. Nilai yang diperoleh berada pada kisaran 58,47% hingga 89,11%, yang mencerminkan variasi harian produksi daya fotovoltaik serta kondisi sistem. Hasil tersebut menunjukkan bahwa besarnya daya listrik yang disalurkan ke jaringan sangat dipengaruhi oleh energi surya yang tersedia dan karakteristik operasi sistem fotovoltaik. Menurut spesifikasi, inverter Hicell SI-60K-3PH memiliki efisiensi maksimum sebesar 98,7%, sedangkan hasil pengukuran dipengaruhi oleh kondisi operasi aktual.

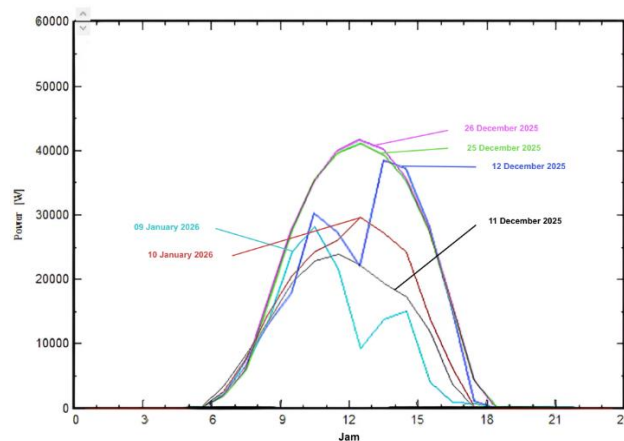
Profil daya harian juga menunjukkan bahwa daya keluaran AC mengikuti pola yang sama dengan intensitas iradiasi matahari, yaitu meningkat pada pagi hari, mencapai nilai maksimum sekitar tengah hari, kemudian menurun secara bertahap menuju sore hari. Pola tersebut menunjukkan bahwa inverter secara terus-menerus menyesuaikan daya keluarannya terhadap daya yang tersedia dari susunan modul fotovoltaik sehingga sistem mampu beroperasi secara stabil selama periode pengamatan.



Gambar 7. Profil Harian Daya Keluaran AC Sistem Selama Periode Pengamatan

Profil harian daya keluaran AC yang diperoleh dari sistem pemantauan selama periode pengamatan. Secara umum, daya keluaran mengikuti karakteristik khas sistem PLTS terhubung ke jaringan, yaitu meningkat pada pagi hari seiring dengan meningkatnya intensitas iradiasi matahari, mencapai nilai maksimum sekitar tengah hari, kemudian menurun secara bertahap pada sore hari. Daya keluaran AC maksimum yang terukur berada pada kisaran 20–26 kW, bergantung pada kondisi cuaca dan ketersediaan radiasi matahari.

Fluktuasi daya terutama disebabkan oleh perubahan intensitas iradiasi akibat tutupan awan sehingga keluaran inverter berubah mengikuti daya fotovoltaik yang tersedia.



Gambar 8. Perbandingan Profil Daya Keluaran Hasil Pengukuran dan Simulasi

Perbandingan antara daya keluaran hasil pengukuran dan hasil simulasi menggunakan PVsyst. Kedua data memperlihatkan pola harian yang serupa, yang menunjukkan bahwa model simulasi mampu merepresentasikan karakteristik operasi sistem fotovoltaik secara umum. Pada kedua kondisi tersebut, daya keluaran meningkat pada pagi hari, mencapai nilai maksimum di sekitar tengah hari, kemudian menurun menjelang matahari terbenam.

Meskipun demikian, hasil simulasi secara konsisten menunjukkan daya keluaran yang lebih tinggi dibandingkan hasil pengukuran. Simulasi menghasilkan daya puncak sekitar 40–42 kW, sedangkan daya keluaran hasil pengukuran umumnya berada pada kisaran 20–26 kW. Perbedaan ini disebabkan oleh asumsi yang digunakan pada model simulasi dan kondisi operasi aktual di lapangan. Simulasi PVsyst umumnya menggunakan basis data meteorologi dan parameter sistem yang ideal, sedangkan hasil pengukuran dipengaruhi oleh berbagai rugi-rugi lingkungan dan operasional yang terjadi selama sistem beroperasi.

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa model PVsyst mampu merepresentasikan pola operasi sistem dengan baik, meskipun kondisi operasi aktual menyebabkan daya keluaran hasil pengukuran lebih rendah dibandingkan hasil simulasi.

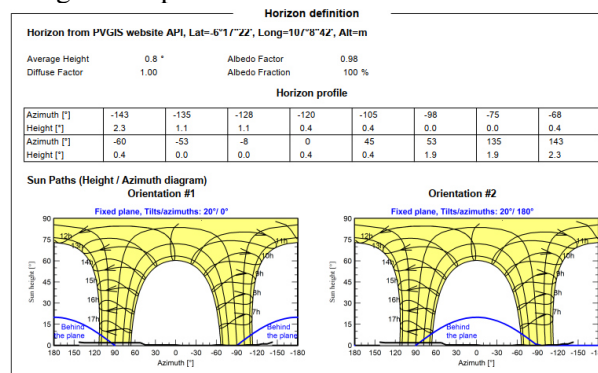
### C. Analisis Kesesuaian Lokasi dan Kinerja Keseluruhan Sistem

Analisis kesesuaian lokasi dilakukan untuk mengevaluasi kelayakan lokasi pemasangan sistem fotovoltaik berdasarkan potensi energi surya, indikator kinerja sistem, dan kondisi lingkungan. Analisis ini mengintegrasikan pengamatan geografis, pembobotan menggunakan metode AHP, serta hasil simulasi PVsyst untuk memberikan evaluasi yang komprehensif terhadap lokasi pemasangan sistem fotovoltaik. Lokasi penelitian memiliki paparan radiasi matahari yang baik dengan pengaruh bayangan yang rendah sehingga mendukung produksi energi yang stabil. Untuk menentukan tingkat kepentingan relatif dari setiap kriteria evaluasi, digunakan metode AHP.

Tabel 3. Pembobotan Kriteria untuk Analisis Kesesuaian Lokasi Menggunakan AHP

| Criteria | Energy | PR    | Loss  | Weight |
|----------|--------|-------|-------|--------|
| Energy   | 0.652  | 0.692 | 0.556 | 0.63   |
| PR       | 0.217  | 0.231 | 0.333 | 0.26   |
| Loss     | 0.130  | 0.077 | 0.111 | 0.11   |

Hasil pembobotan menunjukkan bahwa produksi energi merupakan kriteria utama dengan bobot 0,63, diikuti PR (0,26) dan rugi-rugi sistem (0,11). Hal ini menunjukkan bahwa lokasi pemasangan yang optimal harus mampu memaksimalkan produksi energi sekaligus mempertahankan efisiensi sistem dan meminimalkan rugi-rugi operasional.



Gambar 9. Horizon Profile Lokasi Pemasangan Sistem Fotovoltaik Hasil Simulasi PVsyst

Horizon Profile lokasi pemasangan sistem fotovoltaik. Hasil analisis menunjukkan bahwa lingkungan di sekitar lokasi hanya memberikan pengaruh bayangan yang sangat kecil sepanjang tahun. Hambatan horizon yang rendah memungkinkan modul fotovoltaik menerima radiasi matahari secara optimal selama sebagian besar waktu penyinaran, sehingga mampu mendukung produksi energi yang stabil dan mengurangi rugi-rugi akibat bayangan.

## IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menganalisis pengaruh GHI, kinerja inverter, dan kesesuaian lokasi terhadap performa sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terhubung ke jaringan berkapasitas 60 kWp di PT. Bernadi Utama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa GHI merupakan faktor utama yang memengaruhi daya keluaran fotovoltaik, di mana peningkatan intensitas iradiasi menghasilkan peningkatan produksi energi listrik. Rasio daya AC terhadap daya DC yang dihitung berada pada kisaran 58,47%–89,11%, menunjukkan bahwa inverter mampu beroperasi secara stabil. Selain itu, analisis kesesuaian lokasi berbasis GIS, metode AHP, dan Horizon Profile menunjukkan bahwa lokasi pemasangan memiliki potensi energi surya yang baik, pengaruh bayangan yang rendah, serta mendukung operasi sistem dalam jangka panjang. Integrasi data pemantauan, simulasi PVsyst, dan analisis GIS memberikan pendekatan yang komprehensif untuk mengevaluasi serta mengoptimalkan kinerja sistem PLTS terhubung ke jaringan

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. F. Silalahi, A. Blakers, M. Stocks, B. Lu, C. Cheng, and L. Hayes, "Indonesia's vast solar energy potential," *Energies*, vol. 14, no. 17, 2021, doi: <https://doi.org/10.3390/en14175424>.
- [2] J. Langer et al., "Geospatial analysis of Indonesia's bankable utility-scale solar PV potential using elements of project finance," *Energy*, vol. 283, no. June, p. 128555, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.128555>.
- [3] A. Sunarso, K. Ibrahim-Bathis, S. A. Murti, I. Budiarto, and H. S. Ruiz, "GIS-based assessment of the technical and economic feasibility of utility-scale solar PV plants: Case study in West Kalimantan province," *Sustain.*, vol. 12, no. 15, pp. 1–12, 2020, doi: [10.3390/su12156283](https://doi.org/10.3390/su12156283).
- [4] S. Al-Ali, A. G. Olabi, and M. Mahmoud, "A review of solar photovoltaic technologies: developments, challenges, and future perspectives," *Energy Convers. Manag. X*, vol. 27, p. 101057, Jul. 2025, doi: [10.1016/j.ecmx.2025.101057](https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2025.101057).
- [5] D. Mora-Herrera, M. Pal, and J. Santos-Cruz, "Theoretical modelling and device structure engineering of kesterite solar cells to boost the conversion efficiency over 20%," *Sol. Energy*, vol. 220, pp. 316–330, May 2021, doi: [10.1016/j.solener.2021.03.056](https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.03.056).
- [6] H. F. Jamahori, M. P. Abdullah, A. Ali, and A. AlKassem, "Optimal Design and Performance Analysis of Multiple Photovoltaic with Grid-Connected Commercial Load," *Int. J. Technol.*, vol. 15, no. 4, p. 834, Jul. 2024, doi: [10.14716/ijtech.v15i4.6019](https://doi.org/10.14716/ijtech.v15i4.6019).
- [7] J. Vaicys, P. Norkevicius, A. Baronas, S. Gudzius, A. Jonaitis, and D. Peftitsis, "Efficiency Evaluation of the Dual System Power Inverter for On-Grid Photovoltaic System," *Energies*, vol. 15, no. 1, p. 161, Dec. 2021, doi: [10.3390/en15010161](https://doi.org/10.3390/en15010161).
- [8] K. Chmielowiec, L. Topolski, A. Piszczek, T. Rodziejewicz, and Z. Hanzelka, "Study on Energy Efficiency and Harmonic Emission of Photovoltaic Inverters," *Energies*, vol. 15, no. 8, p. 2857, Apr. 2022, doi: [10.3390/en15082857](https://doi.org/10.3390/en15082857).
- [9] V. Boscaino et al., "Grid-connected photovoltaic inverters: Grid codes, topologies and control techniques," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 189, p. 113903, Jan. 2024, doi: [10.1016/j.rser.2023.113903](https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113903).
- [10] N. Ketjoy, W. Chamsa-ard, and P. Mensin, "Analysis of factors affecting efficiency of inverters: Case study grid-connected PV systems in lower northern region of Thailand," *Energy Reports*, vol. 7, pp. 3857–3868, Nov. 2021, doi: [10.1016/j.egy.2021.06.075](https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.06.075).
- [11] N. L. Rane et al., "GIS-based multi-influencing factor (MIF) application for optimal site selection of solar photovoltaic power plant in Nashik, India," *Environ. Sci. Eur.*, vol. 36, no. 1, p. 5, Jan. 2024, doi: [10.1186/s12302-023-00832-2](https://doi.org/10.1186/s12302-023-00832-2).
- [12] K. Saka, "Evaluation of a grid-connected PV power plant: performance and agrivoltaic aspects," *Environ. Dev. Sustain.*, vol. 26, no. 12, pp. 32319–32336, Jun. 2024, doi: [10.1007/s10668-024-05098-z](https://doi.org/10.1007/s10668-024-05098-z).
- [13] A. Khan, Y. Ali, and D. Pamucar, "Solar PV power plant site selection using a GIS-based non-linear multi-criteria optimization technique," *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 30, no. 20, pp. 57378–57397, Mar. 2023, doi: [10.1007/s11356-023-26540-1](https://doi.org/10.1007/s11356-023-26540-1).
- [14] A. Almasad, G. Pavlak, T. Alquthami, and S. Kumara, "Site suitability analysis for implementing solar PV power plants using GIS and fuzzy MCDM based approach," *Sol. Energy*, vol. 249, pp. 642–650, Jan. 2023, doi: [10.1016/j.solener.2022.11.046](https://doi.org/10.1016/j.solener.2022.11.046).
- [15] H. Imad Hazim, K. Azmi Baharin, C. Kim Gan, and A. H. Sabry, "Techno-economic optimization of photovoltaic (PV)-inverter power sizing ratio for grid-connected PV systems," *Results Eng.*, vol. 23, p. 102580, Sep. 2024, doi: [10.1016/j.rineng.2024.102580](https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102580).