

Evaluasi Kinerja Sistem PLTS 100 Wp dan 200 Wp dalam Memenuhi Kebutuhan Energi Beban Skala Kecil

Irfan Nofri^{1*}, Abdul Aziz¹, Rafsanjani Pane², Sawirman¹, Sudirman Lubis², Iqbal Tanjung², Muharnif M²

^{1*)}. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

²⁾. Program Studi Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

*Email: irfannofri@umsu.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja panel surya 100 Wp dan 200 Wp berdasarkan daya keluaran dan kemampuan pengisian baterai pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) skala kecil. Metode yang digunakan adalah eksperimen lapangan dengan melakukan pengukuran intensitas cahaya matahari, tegangan, dan arus selama 7 hari berturut-turut dengan interval satu jam. Data yang diperoleh digunakan untuk menghitung daya keluaran serta mengevaluasi performa sistem dalam kondisi operasional nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panel surya 200 Wp menghasilkan daya maksimum sebesar 120 W, sedangkan panel 100 Wp hanya sebesar 52 W. Selain itu, panel 200 Wp mampu mengisi baterai hingga 68% per hari, sedangkan panel 100 Wp hanya mencapai 36%. Kemampuan suplai energi juga menunjukkan bahwa panel 200 Wp mampu memenuhi kebutuhan beban lebih dari 24 jam, sedangkan panel 100 Wp hanya sekitar 12 jam. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa panel surya 200 Wp memiliki kinerja yang lebih efektif dan efisien dibandingkan panel 100 Wp dalam memenuhi kebutuhan energi pada sistem PLTS skala kecil.

Kata kunci: Panel Surya, PLTS, Daya Keluaran, Intensitas Cahaya, Baterai.

ABSTRACT

this study aims to analyze and compare the performance of 100 Wp and 200 Wp solar panels based on output power and battery charging capability in a small-scale photovoltaic (PV) system. The method used is a field experimental approach by measuring solar irradiance, voltage, and current over a period of 7 consecutive days with hourly intervals. The collected data were used to calculate output power and evaluate system performance under real operating conditions. The results show that the 200 Wp solar panel produces a maximum power of 120 W, while the 100 Wp panel only generates 52 W. In terms of battery charging, the 200 Wp panel achieves up to 68% per day, whereas the 100 Wp panel reaches only 36%. In addition, the energy supply capability indicates that the 200 Wp panel can support electrical loads for more than 24 hours, while the 100 Wp panel lasts only about 12 hours. It can be concluded that the 200 Wp solar panel is more effective and efficient than the 100 Wp panel in meeting energy demands for small-scale PV systems.

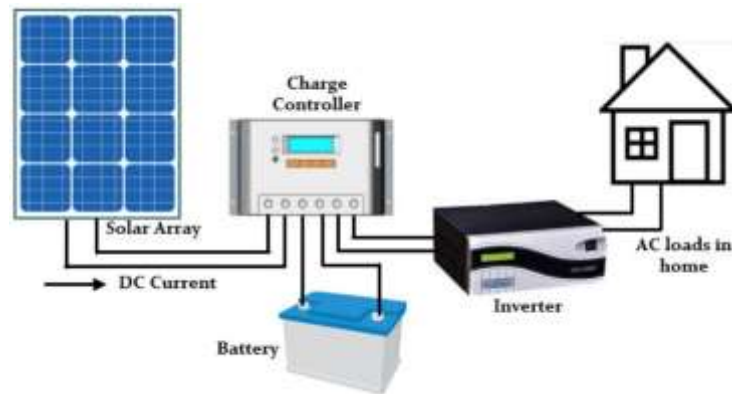
Keywords: Solar Panel, Photovoltaic System, Output Power, Irradiance, Battery.

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi listrik pada fasilitas umum, termasuk tempat ibadah, terus mengalami peningkatan seiring dengan kebutuhan operasional yang semakin beragam [1]. Ketergantungan terhadap sumber energi konvensional berbasis bahan bakar fosil menimbulkan berbagai permasalahan, seperti keterbatasan sumber daya dan dampak lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif sumber energi yang bersih dan berkelanjutan, salah satunya adalah energi surya melalui sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) [2], [3].

PLTS merupakan sistem yang mengubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik menggunakan panel surya [4]. Kinerja sistem ini sangat dipengaruhi oleh intensitas

cahaya matahari yang diterima serta kapasitas panel yang digunakan. Semakin tinggi intensitas cahaya, maka semakin besar energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Selain itu, kapasitas panel juga berperan penting dalam menentukan kemampuan sistem dalam menghasilkan daya dan menyuplai beban listrik [5].



Gambar 1. Skema Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pada penerapannya di lapangan, khususnya pada skala kecil seperti masjid, pemilihan kapasitas panel surya menjadi faktor penting dalam menentukan efektivitas sistem [6-8]. Penggunaan panel dengan kapasitas yang tidak sesuai dapat menyebabkan ketidakseimbangan antara energi yang dihasilkan dengan kebutuhan beban listrik. Oleh karena itu, diperlukan analisis kinerja panel surya dengan kapasitas berbeda untuk mengetahui tingkat efektivitasnya dalam kondisi nyata [9-11].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja panel surya 100 Wp dan 200 Wp berdasarkan daya keluaran dan kemampuan pengisian baterai. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap daya keluaran panel surya.

Rencana pemecahan masalah dalam penelitian ini dilakukan melalui pendekatan eksperimen lapangan dengan melakukan pengukuran langsung terhadap intensitas cahaya, tegangan, dan arus. Data tersebut kemudian diolah untuk memperoleh nilai daya keluaran serta mengevaluasi kemampuan pengisian baterai dan suplai energi terhadap beban listrik.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan intensitas radiasi matahari akan meningkatkan daya keluaran panel surya, sedangkan kapasitas panel berpengaruh terhadap besarnya energi yang dihasilkan [12-17]. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada analisis perbandingan kinerja panel surya dalam kondisi operasional nyata untuk mendapatkan hasil yang lebih aplikatif.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen lapangan (field experimental study) yang bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja panel surya dengan kapasitas 100 Wp dan 200 Wp berdasarkan daya keluaran serta kemampuan pengisian baterai. Pendekatan eksperimen dipilih karena memungkinkan pengukuran langsung terhadap parameter sistem dalam kondisi lingkungan nyata, sehingga hasil penelitian

lebih representatif terhadap aplikasi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) skala kecil.

Penelitian dilaksanakan di Masjid Taqwa Muhammadiyah, Desa Sei Litur, Kecamatan Sawit Seberang, Kabupaten Langkat. Pengambilan data dilakukan selama 7 hari berturut-turut dengan interval pengukuran setiap satu jam mulai pukul 07.00 hingga 18.00 WIB, sehingga dalam satu hari diperoleh 11 data pengamatan.

Parameter yang diukur meliputi intensitas cahaya matahari, tegangan keluaran, dan arus keluaran panel surya. Intensitas cahaya diukur menggunakan lux meter, sedangkan tegangan dan arus diukur menggunakan multimeter digital. Data hasil pengukuran digunakan untuk menghitung daya keluaran panel surya serta menganalisis performa sistem dalam berbagai kondisi cuaca, seperti cerah, mendung, dan hujan.

Selain itu, penelitian ini juga mempertimbangkan penggunaan baterai berkapasitas 12 V 100 Ah sebagai media penyimpanan energi, serta beban listrik berupa lampu, kipas angin, dan ampli yang mewakili kebutuhan energi pada masjid.

2.2. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan secara kuantitatif berdasarkan hasil pengukuran tegangan, arus, dan intensitas cahaya matahari. Daya keluaran panel surya dihitung menggunakan persamaan:

$$P = V \times I \tag{1}$$

di mana P adalah daya (Watt), V adalah tegangan (Volt), dan I adalah arus (Ampere). Untuk memperoleh gambaran kinerja harian, dilakukan perhitungan nilai rata-rata arus dan tegangan menggunakan persamaan:

$$I_{rata} = \frac{\sum I}{n}, V_{rata} = \frac{\sum V}{n} \tag{2}$$

dengan n merupakan jumlah data pengukuran dalam satu hari.

Energi listrik yang dihasilkan panel surya dihitung dengan:

$$E = P \times t \tag{3}$$

di mana E adalah energi (Wh), P adalah daya (W), dan t adalah waktu (jam).

Selain itu, intensitas cahaya matahari yang diukur dalam satuan lux dikonversi menjadi iradiasi menggunakan persamaan:

$$G = 0,0079 \times Lux \tag{4}$$

yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara intensitas cahaya dengan daya keluaran panel surya.

Kemampuan pengisian baterai dianalisis berdasarkan hubungan antara arus pengisian dan kapasitas baterai:

$$t = \frac{C}{I} \tag{5}$$

di mana t adalah waktu pengisian (jam), C adalah kapasitas baterai (Ah), dan I adalah arus pengisian (A).

Persentase pengisian baterai dihitung menggunakan:

$$SOC = \frac{t_{pengamatan}}{t_{pengisian}} \times 100\% \tag{6}$$

Selanjutnya, energi yang tersimpan dalam baterai dihitung dengan:

$$E_{baterai} = V \times C \tag{7}$$

dan kemampuan baterai dalam menyuplai beban listrik dianalisis menggunakan:

$$t_{suplai} = \frac{E_{tersedia}}{P_{beban}} \tag{8}$$

Melalui pendekatan ini, dilakukan analisis komprehensif terhadap perbandingan kinerja panel surya 100 Wp dan 200 Wp, meliputi daya keluaran, energi yang dihasilkan, efisiensi pengisian baterai, serta kemampuan sistem dalam memenuhi kebutuhan beban listrik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kebutuhan Energi Beban

Berdasarkan hasil perhitungan beban listrik, diperoleh total kebutuhan energi harian sebesar:

Tabel 1. Kebutuhan energi harian

Jenis Beban	Energi (Wh/hari)
Beban DC	384
Beban AC	360
Total	744

Berdasarkan hasil perhitungan, total kebutuhan energi listrik pada Masjid Taqwa Muhammadiyah terdiri dari beban DC sebesar 384 Wh/hari dan beban AC sebesar 360 Wh/hari, sehingga total kebutuhan energi mencapai 744 Wh/hari . Nilai ini menjadi dasar dalam mengevaluasi kemampuan sistem PLTS dalam memenuhi kebutuhan energi.

3.2. Kinerja Panel Surya

Dalam rangka memperoleh representasi kinerja sistem yang lebih komprehensif, data hasil pengukuran arus, tegangan, dan daya keluaran panel surya yang diperoleh setiap satu jam selama tujuh hari berturut-turut diolah menjadi nilai rata-rata harian. Pendekatan ini dilakukan untuk mereduksi fluktuasi data yang disebabkan oleh variasi intensitas radiasi matahari sepanjang waktu pengamatan, serta untuk meningkatkan reliabilitas dalam proses analisis.

Nilai rata-rata yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai parameter utama dalam mengevaluasi dan membandingkan performa panel surya berkapasitas 100 Wp dan 200 Wp pada berbagai kondisi cuaca. Dengan demikian, analisis yang dilakukan tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga mampu menggambarkan kecenderungan kinerja sistem secara lebih representatif.

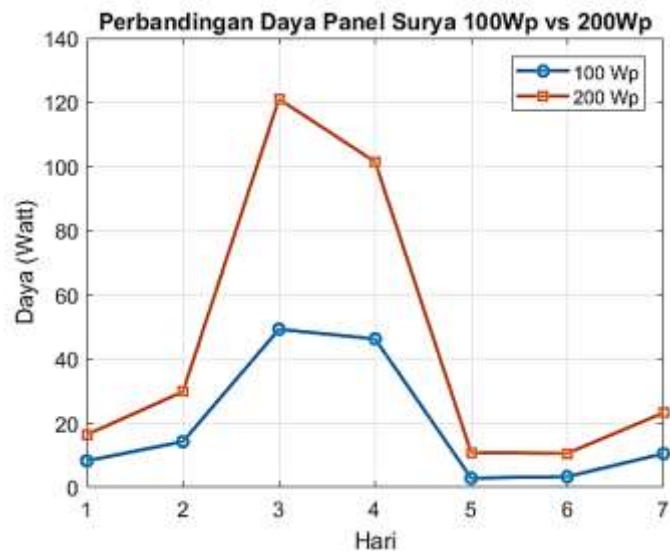
Adapun hasil perhitungan rata-rata arus, tegangan, dan daya keluaran dari kedua panel surya selama periode penelitian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Kinerja Panel Surya.

Hari	Daya 100Wp (W)	Daya 200Wp (W)
1	8.25	16.41
2	14.23	29.80
3	49.27	121.04

Hari	Daya 100Wp (W)	Daya 200Wp (W)
4	46.26	101.48
5	2.86	10.79
6	3.32	10.57
7	10.48	23.22

Dari Tabel 2 terlihat bahwa daya keluaran panel surya 200 Wp secara konsisten lebih tinggi dibandingkan panel 100 Wp pada seluruh kondisi pengujian. Puncak daya terjadi pada hari ke-3 saat kondisi cuaca cerah, sedangkan daya terendah terjadi pada kondisi hujan.



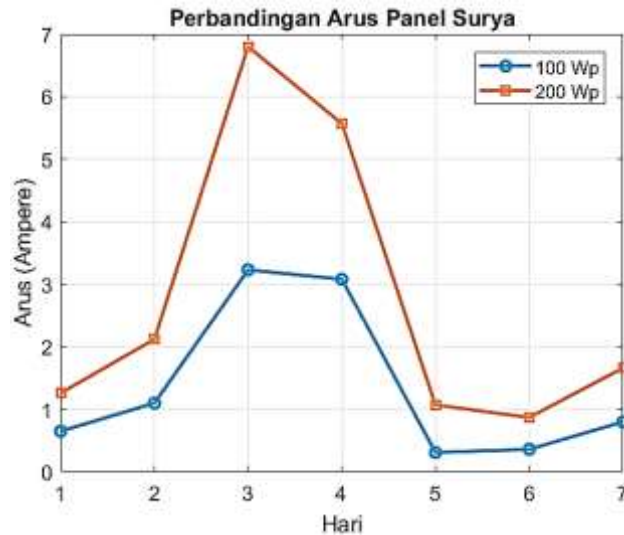
Gambar 2. Grafik Perbandingan Daya Panel Surya

Gambar 1 menunjukkan adanya hubungan yang konsisten antara kapasitas panel surya dan daya keluaran yang dihasilkan. Panel surya 200 Wp mampu menghasilkan daya yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan panel 100 Wp, dengan rasio peningkatan mencapai lebih dari dua kali lipat pada kondisi intensitas cahaya optimal.

Fluktuasi daya yang terjadi pada kedua panel juga menunjukkan pola yang serupa, yang mengindikasikan bahwa faktor dominan yang mempengaruhi kinerja sistem adalah intensitas radiasi matahari. Hal ini sejalan dengan karakteristik dasar sel fotovoltaik, di mana peningkatan iradiasi akan meningkatkan arus keluaran dan secara langsung meningkatkan daya yang dihasilkan.

3.3. Analisis Arus dan Tegangan

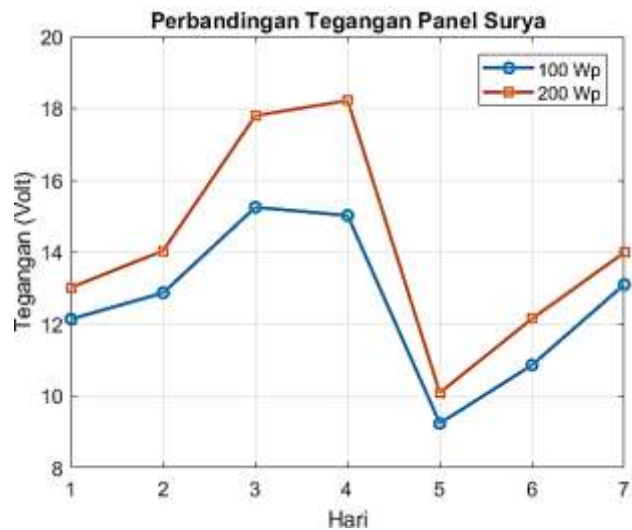
Selain daya, arus dan tegangan juga menunjukkan perbedaan signifikan antara kedua panel. Panel 200 Wp menghasilkan arus yang lebih besar dibandingkan panel 100 Wp, sedangkan tegangan relatif stabil.



Gambar 3. Grafik Arus vs Hari

Berdasarkan Gambar 2, arus keluaran panel 200 Wp lebih tinggi dibandingkan panel 100 Wp pada seluruh hari pengamatan. Nilai maksimum terjadi pada hari ke-3, yang menunjukkan kondisi intensitas cahaya tinggi. Sebaliknya, penurunan arus pada hari ke-5 menunjukkan pengaruh kondisi cuaca yang kurang mendukung.

Pola yang terbentuk menunjukkan bahwa arus sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, sehingga semakin tinggi radiasi yang diterima, maka semakin besar arus yang dihasilkan.



Gambar 4. Grafik Tegangan vs Hari

Berdasarkan Gambar 3, tegangan kedua panel relatif stabil dibandingkan arus, dengan panel 200 Wp sedikit lebih tinggi dibandingkan panel 100 Wp. Penurunan tegangan pada hari ke-5 menunjukkan adanya pengaruh kondisi cuaca, namun tidak sebesar pada arus.

Hal ini menunjukkan bahwa tegangan panel surya cenderung tidak terlalu sensitif terhadap perubahan intensitas cahaya dibandingkan arus, sehingga perbedaan daya lebih dipengaruhi oleh perubahan arus.

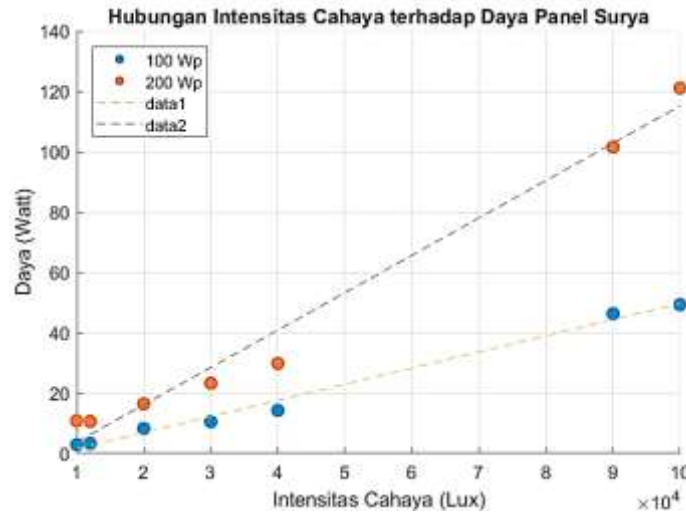
3.4. Pengaruh Intensitas Cahaya

Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas cahaya matahari memiliki pengaruh langsung terhadap daya keluaran panel surya. Pada kondisi cerah, daya meningkat signifikan, sedangkan pada kondisi hujan daya menurun drastis.

Sebagai contoh:

- Hari cerah → hingga 121 W (200 Wp)
- Hari hujan → turun hingga 10 W

Hal ini sesuai dengan teori bahwa arus listrik berbanding lurus dengan iradiasi matahari.



Gambar 5. Grafik Intensitas vs Daya

Berdasarkan grafik hubungan intensitas cahaya terhadap daya keluaran, terlihat bahwa daya panel surya meningkat seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya matahari. Hubungan yang terbentuk menunjukkan kecenderungan linier, di mana semakin tinggi intensitas cahaya, maka semakin besar daya yang dihasilkan.

Panel surya 200 Wp menghasilkan daya yang lebih tinggi dibandingkan panel 100 Wp pada seluruh tingkat intensitas, yang menunjukkan bahwa kapasitas panel berpengaruh signifikan terhadap output daya. Selain itu, kemiringan garis tren pada panel 200 Wp lebih besar, yang mengindikasikan respons yang lebih optimal terhadap peningkatan intensitas cahaya.

3.5. Analisis Pengisian Baterai

Untuk mengetahui efektivitas sistem dalam menyimpan energi, dilakukan analisis terhadap kemampuan panel surya dalam mengisi baterai selama periode pengamatan. Parameter yang diamati meliputi persentase pengisian minimum dan maksimum yang dicapai oleh masing-masing panel surya dalam satu hari.

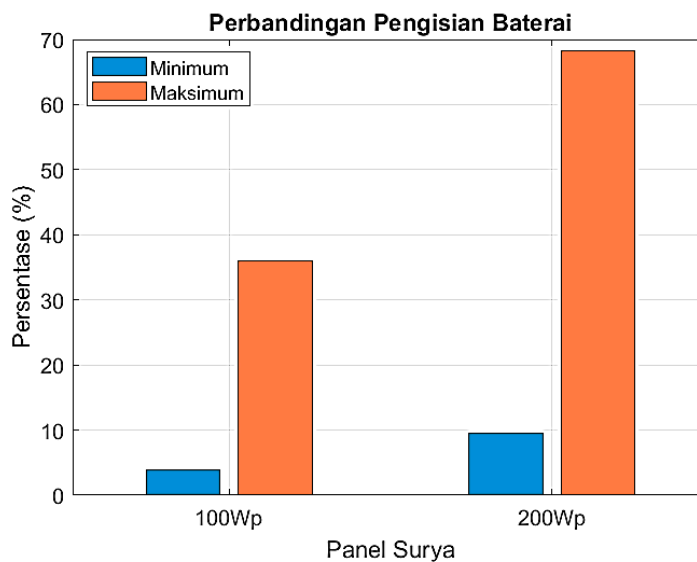
Analisis ini penting untuk mengevaluasi kinerja sistem PLTS dalam menyediakan cadangan energi yang dapat digunakan untuk menyuplai beban listrik secara kontinu. Hasil pengukuran pengisian baterai ditampilkan pada Tabel berikut.

Tabel 3. Pengisian Baterai

Panel	Minimum (%)	Maksimum (%)
100 Wp	3.97	36
200 Wp	9.57	68.2

Berdasarkan tabel pengisian baterai, terlihat bahwa panel surya 200 Wp memiliki kemampuan pengisian yang lebih tinggi dibandingkan panel 100 Wp. Persentase pengisian maksimum yang dicapai panel 200 Wp hampir dua kali lipat dibandingkan panel 100 Wp.

Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas panel berpengaruh signifikan terhadap kecepatan dan efektivitas pengisian energi, sehingga panel dengan kapasitas lebih besar lebih mampu memenuhi kebutuhan energi sistem.



Gambar 6. Grafik Bar Pengisian Baterai

Berdasarkan grafik pengisian baterai, terlihat perbedaan yang jelas antara kedua panel, di mana panel 200 Wp menunjukkan performa pengisian yang lebih optimal dibandingkan panel 100 Wp. Pola ini konsisten dengan hasil perhitungan daya keluaran yang lebih tinggi pada panel 200 Wp.

Peningkatan kemampuan pengisian baterai ini menunjukkan bahwa sistem dengan kapasitas panel yang lebih besar memiliki keunggulan dalam menjaga ketersediaan energi, terutama untuk penggunaan beban dalam durasi yang lebih panjang.

3.6. Kemampuan Menyuplai Beban

Hasil analisis menunjukkan bahwa:

- Panel 100 Wp:
 - Mampu menyuplai beban DC
 - Tidak mampu menyuplai beban AC penuh
 - Durasi sekitar 12 jam
- Panel 200 Wp:
 - Mampu menyuplai beban DC dan AC
 - Durasi lebih dari 24 jam

Hal ini menunjukkan bahwa panel 200 Wp lebih efektif digunakan untuk sistem PLTS skala kecil.

3.7. Pembahasan

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas panel surya dan intensitas cahaya matahari merupakan faktor utama yang mempengaruhi kinerja sistem. Panel 200 Wp memiliki keunggulan dalam hal daya keluaran, pengisian baterai, serta kemampuan menyuplai beban.

Fluktuasi cuaca menyebabkan variasi daya yang signifikan, sehingga dalam implementasi nyata diperlukan kapasitas panel yang lebih besar atau sistem penyimpanan energi yang memadai.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa panel surya 200 Wp memiliki kinerja yang lebih optimal dibandingkan panel surya 100 Wp dalam menghasilkan daya keluaran dan mengisi baterai. Hal ini ditunjukkan oleh daya maksimum yang dihasilkan panel 200 Wp mencapai sekitar 120 W, sedangkan panel 100 Wp hanya sekitar 52 W.

Kemampuan pengisian baterai juga menunjukkan perbedaan yang signifikan, di mana panel 200 Wp mampu mengisi hingga sekitar 68% per hari, sedangkan panel 100 Wp hanya sekitar 36%. Kondisi ini berdampak langsung pada kemampuan sistem dalam menyuplai beban listrik, di mana panel 200 Wp mampu memenuhi kebutuhan energi lebih dari 24 jam, sedangkan panel 100 Wp hanya sekitar 12 jam.

Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas cahaya matahari memiliki pengaruh langsung terhadap daya keluaran panel surya, di mana peningkatan intensitas cahaya akan meningkatkan daya yang dihasilkan. Oleh karena itu, penggunaan panel surya dengan kapasitas lebih besar lebih efektif untuk sistem PLTS skala kecil dengan kebutuhan energi yang kontinu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas dukungan akademik dan fasilitas yang telah diberikan selama pelaksanaan penelitian ini.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak Masjid Taqwa Muhammadiyah Desa Sei Litur, Kecamatan Sawit Seberang, Kabupaten Langkat yang telah memberikan izin dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian di lokasi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. N. Afandi, I. Fadlika, L. Gumilar, M. R. Andriansyah, and E. Mistakim, "ISBN : 978-623-5650-02-9 Sumenep , 1-2 Desember 2021 Rancang Bangun Off-Grid System Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Sebagai Modul Pembelajaran Bagi Mahasiswa Universidade Oriental De Timor Lorosa ' E (UNITAL) pp. 1–2, 2021.
- [2] S. M. Salih, "Performance Evaluation of Photovoltaic Models Based on a Solar Model Tester," no. July, pp. 1–10, 2012, doi: 10.5815/ijitcs.2012.07.01.
- [3] M. Karjadi, "Optimalisasi Efisiensi Panel Surya dalam Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Skala Rumah Tangga," vol. 7, no. 4, pp. 3002–3010, 2025.
- [4] S. Dev, T. Alskaif, M. Hossari, R. Godina, A. Louwen, and W. Van Sark, "Solar Irradiance Forecasting Using Triple Exponential Smoothing".

- [5] M. K. S. Al-ghezi, R. T. Ahmed, and M. T. Chaichan, "The Influence of Temperature and Irradiance on Performance of the Photovoltaic Panel in the Middle of Iraq," vol. 11, no. 2, pp. 501–513, 2022.
- [6] H. I. Elazab, "Facing Fixed and Stochastic Resources Applying," 2018, doi: 10.3390/en11051140.
- [7] J. I. Bayu, I. B. Sulistiyawati, and N. P. Agustini, "Monitoring Pengaruh Suhu Pada Panel Surya Terhadap Performa Keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya," pp. 27–31.
- [8] C. L. K. R, B. S. J, G. Nirmala, and D. B. M, "An experimental assessment of the performance of solar panels using efficiency enhancement techniques in India ' s tropical region," vol. 26, no. 8, 2024.
- [9] M. Gostein *et al.*, "Measuring Irradiance for Bifacial PV Systems Preprint Measuring Irradiance for Bifacial PV Systems Preprint," no. August, 2021.
- [10] A. F. Aditya and A. Ulinuha, "Analysis of Photovoltaic Panel Performance Integrated with the Grid in a Load-Sharing Scheme," vol. 17, no. 1, pp. 53–60, 2025.
- [11] S. Putra, J. T. Mesin, F. T. Industri, and U. Trisakti, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal," pp. 1–7, 2016.
- [12] F. Z. M. T and D. Thomas, "Analysis of Factors Affecting Cost Overrun and Reducing Cost and Risk of Highway Construction Projects using Monte Carlo Simulation Methods Earned Value Management Techniques .," no. June, pp. 6151–6154, 2020.
- [13] R. A. Setiawan, L. E. Cendekia, and A. Saputri, "Analisis Perhitungan Kebutuhan Sistem pada Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Rumah Tangga 900 Watt," vol. 3, 2025.
- [14] A. P. Maulana, S. Andreanto, J. Duli, and E. Faristasari, "Perencanaan Sistem PLTS Off-Grid Untuk Kebutuhan Energi Listrik Pada Perkebunan Kelapa Sawit," pp. 567–573, 2025.
- [15] A. Al Bashir, M. Al-dweri, A. Al Ghandoor, B. Hammad, and W. Al Kouz, "Analysis of Effects of Solar Irradiance , Cell Temperature and Wind Speed on Photovoltaic Systems Performance," vol. 10, no. 1, pp. 353–359, 2020.
- [16] W. B. Rahmatulloh, "Rancang Bangun PLTS Menggunakan Sistem Hybrid Pada Rumah Tangga Untuk Mengurangi Ketergantungan Energi Listrik Dari PLN Dalam penelitian ini , saya mengambil judul ini," vol. 2, no. 3, 2024.
- [17] "Variation of the solar cell performance with varying irradiance and temperature in Nigeria," vol. 3, no. 4, pp. 485–489, 2014, doi: 10.14419/ijbas.v3i4.3586.