

## **Analisa Evaluasi Sistem Kinerja Smart Grid Solar PV Gedung UKM Universitas Muhammadiyah Jember**

**Aji Brahma N<sup>1\*</sup>, M. Aan Auliq<sup>1</sup>, Saskia Oktaviani Rahma<sup>1</sup>**

**Universitas Muhammadiyah Jember**

e-mail : [ajibrahma@unmuhjember.ac.id](mailto:ajibrahma@unmuhjember.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.32528/nms.v1i6.237>

\*Correspondensi: Anita Rahman

Email: [ajibrahma@unmuhjember.ac.id](mailto:ajibrahma@unmuhjember.ac.id)

Published: November, 2022



**Copyright:** © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstrak:** Energy terbarukan menjadi alternative yang lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang bermanfaat di semua bidang seperti lampu lalu lintas, perkantoran, perumahan dan industry. Indonesia memiliki banyak potensi energy matahari sehingga di perlukan suatu teknologi yang mampu mengkonversi energy matahari menjadi energy listrik. Pemanfaatan energy listrik didaerah perkotaan banyak digunakan pada sector pemerintahan, komersial dan tempat dengan kebutuhan listrik yang tinggi serta penggunaan fasilitas ruang kuliah perguruan tinggi. Kegiatan yang dilakukan di gedung UKM Universitas Muhammadiyah Jember sangat bergantung dengan keberadaan sumber listrik yang mengandalkan pasokan listrik yang berasal dari PLN. Adanya gangguan penyaluran listrik seperti pemutusan aliran listrik mengakibatkan kegiatan kuliah terganggu. Maka dalam tugas akhir ini penulis akan melakukan penelitian yang berjudul “Evaluasi Kinerja “Smart Grid Solar PV System” Gedung UKM Universitas Muhammadiyah Jember”. Smart Grid solar PV system yaitu perkembangan teknologi canggih jaringan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), dalam penelitian ini yaitu panel imeon 3.6. Setelah dilakukan analisa dengan hasil data dari software imeon energy 3.6, dapat disimpulkan bahwa perbandingan daya rata-rata (W) PLTS yang dikirim ke PLN tertinggi pada tanggal 25 No-vember 2019 dengan daya rata-rata (W) sebesar 1271 Watt, dan titik terendah pada tanggal 18 November 2019 dengan daya rata-rata sebesar 873 Watt. Efisiensi yang dihasilkan panel surya sebesar 15,36%

**Keyword:** PLTS, Smart Grid, Imeon 3.6

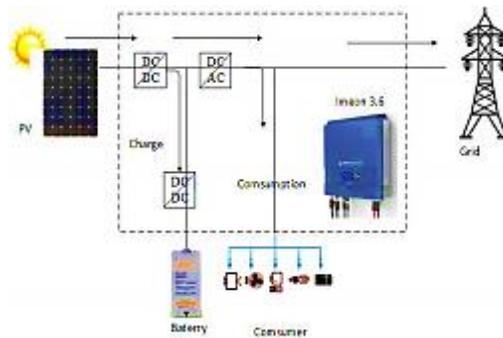
### **PENDAHULUAN**

Sumber daya energi terdapat dua macam energi, yaitu energi tak terbarukan dan energi terbarukan. Energi matahari salah satu contohnya energi terbarukan. Energi matahari banyak manfaatnya di berbagai negara. Jika manfaat itu digunakan dengan tepat, sumber energy cahaya matahari mampu mensuplai konsumsi energi harian untuk dunia. Keunggulan dari energi matahari sebagai energi terbarukan dalam hal sistem pembangkit listrik yaitu ketersediaan alam tidak akan habis Pemanfaatan energi secara besar-besaran mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan menyebabkan kerusakan ekologis pada alam maupun manusia. Energi terbarukan menjadi alternatif yang banyak peminat karena banyak digunakan untuk keperluan yang luas di berbagai tempat seperti lampu lalu lintas, kantor, rumah, dan pabrik. Menurut riset [1] (Ali,2018) Indonesia merupakan daerah tropis mempunyai kekuatan potensi energi cahaya matahari sangat luas dengan radiasi cahaya matahari harian rata-rata 4,5-4,8 kWh/m<sup>2</sup>/hari, Hasil penelitian ini dapat menjadikan untuk referensi yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan perkembangan bidang elektronika khususnya bidang energi terbarukan.

### **METODE**

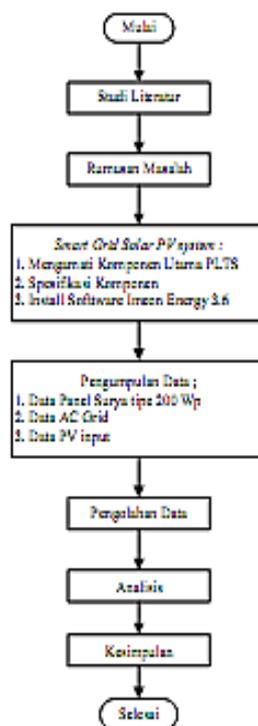
Berikut ini merupakan diagram blok sistem pembangkit hybrid solar PV pada gedung UKM universitas Muhammadiyah Jember yang ditampilkan pada Gambar 1. Sistem ini menggunakan smart inverter Imeon 3.6 yang mampu bekerja dan beroperasi secara instan terhadap perubahan input variabel, perubahan kondisi lingkungan, dan sistem manuver penyimpanan baterai. Disamping itu sistem ini juga memiliki kemampuan

dalam melakukan penghitungan jumlah daya yang dihasilkan sehingga pengguna dapat melakukan pengambilan sampling data mulai dari daya yang dihasilkan per 10 menit, per jam hingga perbulan.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Smart Grid Solar PV

Dalam melakukan langkah-langkah penelitian penulis menyusunnya lengkap dalam bentuk diagram blok yang disajikan dalam Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Diagram Blok Penelitian

Sedangkan dalam melakukan penelitian, penulis melakukan pengumpulan dan analisa data terhadap PV input, serta AC grid sistem pembangkit PV gedung UKM Universitas Muhammdiyah Jember selama kurang lebih satu bulan. Proses analisa dilakukan dengan melakukan perhitungan terhadap parameter-parameter berikut :

- a. Pemakaian energy listrik perhari (EL)

$$EL = 30\% \times \text{Penggunaan energy listrik rata-rata gedung}$$

$$\text{UKM} \dots \dots \dots (1)$$

- b. Efisiensi Panel Surya

$$\eta_{pv} = \frac{pmpp}{psixA} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

c. Mengitung Area Array (PV Area)

$$PV_{area} = \frac{EL}{Gavx\eta FVxTCF \times \eta_{out}} \dots\dots\dots(3)$$

d. Menghitung Daya dibangkitkan PLTS

$$P_{watpeak} = Areaarray \times PSI \times \eta_{pv} \dots\dots\dots(4)$$

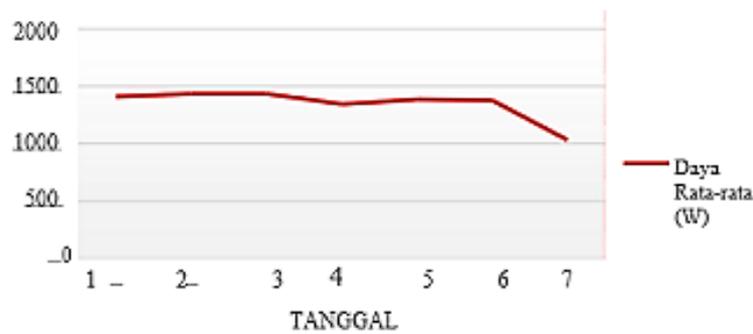
e. Kapasitas Baterai

$$V_{seri} = V1+V2+V3 \dots V_n \dots\dots\dots(5)$$

### HASIL DAN PEMBAHASAN

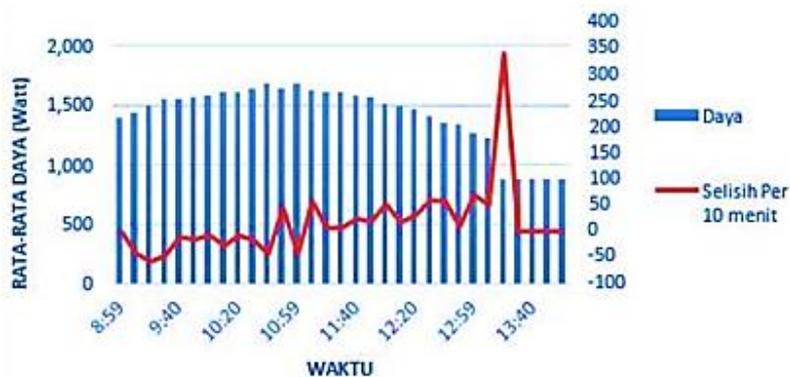
#### 4.1 Analisa dan Evaluasi Pengamatan

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisa diperoleh hasil daya rata-rata harian panel surya yang penulis tampilkan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 3 berikut



Gambar 3. Grafik Daya Rata-Rata (W) Panel Surya

Berdasarkan Gambar 3 menjelaskan bahwa perbandingan daya rata-rata selama 7 hari tidak stabil atau berubah-ubah. Daya yang dibangkitkan panel surya paling rendah pada tanggal 7 November 2019, hal ini disebabkan karena kondisi cuaca tidak maksimal sehingga energi matahari yang diserap panel surya juga tidak maksimal. Perbandingan nilai rata-rata daya tersebut merupakan hal yang kemungkinan bisa terjadi karena sistem pembangkit listrik dengan tenaga surya memiliki ketergantungan pada intensitas cahaya matahari. Dapat dilihat pada rata-rata tanggal 4 dengan 5 mengalami kenaikan sebesar 100 Watt, kemudian tanggal 7 mengalam penurunan sebesar 300 Watt. Jika dihitung peningkatan dan penurunan berdasarkan data per 10 menit dalam satu hari maka hasilnya seperti pada Gambar 4.

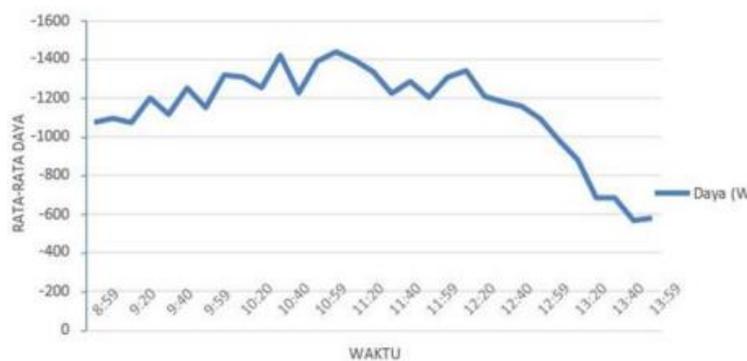


Gambar 4. Diagram Peningkatan dan Penurunan Daya Per 10 menit selama 6 jam perhari

Titik tertinggi dan terendah daya yang dibangkitkan panel bertujuan untuk mengetahui berapa banyak daya rata-rata Pembangkit Tenaga Surya (PLTS) per hari dalam 6 jam selama empat minggu dengan pengambilan data rentang waktu 10 menit.yang dikirimkan ke PLN ditampilkan pada Gambar 5 dan Gambar 6



Gambar 5. Grafik Daya Rata-rata PLTS yang dikirim ke PLN



Gambar 6. Grafik Daya Rata-rata PLTS yang dikirim ke PLN per 10 menit

Pada gambar grafik 5 menunjukkan bahwa daya rata-rata PLTS yang dikirim ke PLN tertinggi pada tanggal 25 November 2019 dengan daya rata-rata sebesar 1271 Watt dan titik terendah pada tanggal 18 November 2019 dengan daya rata-rata sebesar 873 Watt. Pada gambar 6 menunjukkan bahwa Daya PLTS yang dikirim ke PLN titik tertinggi berada pada jam 11.20 WIB dan titik terendah berada pada jam 13.5 WIB. Hal ini disebabkan karena pada waktu menjelang sore cahaya matahari berkurang menjadi redup. Dari hasil data yang diperoleh berupa minus, Hal ini menunjukkan bahwa banyaknya daya dari PLTS yang dikirimkan ke PLN. Pada gambar 4.3 dapat disimpulkan bahwa titik puncak daya PLTS yang dikirim ke PLN berada pada jam 11.20 WIB dikarenakan pada jam 11.20 WIB gedung UKM menjadi salah satu tempat mengisi waktu luang. Banyaknya anggota UKM akan menambah beban listrik yang digunakan bertambah, sehingga semakin

banyak beban listrik yang digunakan maka daya PLTS yang dikirim ke PLN semakin meningkat. Dan titik terendah berapa pada jam 13.59 WIB hal ini dikarenakan pada jam ini banyak mahasiswa yang mengikuti UKM pulang, sehingga daya PLTS yang dikirim ke PLN menurun.

#### 4.2 Analisa dan Evaluasi Perhitungan

Setelah melakukan analisa dari hasil pengamatan maka langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan kinerja dari sistem smart grid solar PV gedung UKM Universitas Muhammadiyah Jember menggunakan parameter-parameter pada persamaan 1 sampai dengan persamaan 4. Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{EL} &= 30\% \times \text{Penggunaan energy listrik rata-rata gedung UKM} \\ &= 30\% \times 660 \text{ Wh} \\ &= 198 \text{ Wh} \end{aligned}$$

### Efisiensi Panel Surya

$$\begin{aligned} \eta_{pv} &= \frac{200wp}{1000 \frac{w}{m^2} \times 1,3} \times 100\% \\ \eta_{pv} &= 15,36\% \end{aligned}$$

### Area Array (PV Area)

Jumlah penggunaan Energi Listrik (EL) Gedung UKM yang akan dikirim PLTS sebesar 198,0 Wh. Nilai indolasi tiap hari matahari (Gav) di Indonesia sebesar 4,8 kWh/m<sup>2</sup> (Hamdi, 2014) dengan jumlah rendah diharapkan agar perangkat PLTS pada kondisi sinar matahari sedikit masih bisa memenuhi jumlah kapasitas energi listrik yang diterima. Efisiensi perangkat Panel Surya ( $\eta_{PV}$ ) berdasarkan tolak ukur panel surya 200 W sebesar 15 %.

Suhu tertinggi pada wilayah Jember adalah 32,4 °C, dengan sedemikian ada peningkatan suhu dari temperature standarnya 25°C sebesar 7,4°C pada panel surya. Jumlah energi listrik disekitar panel surya pada saat suhu 32,4 °C, dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} P \text{ saat } t=32,4 \text{ } ^\circ\text{C} &= 0,5\% / \text{ } ^\circ\text{C} \times \text{PMPP} \times \text{naiknya temperatur (} ^\circ\text{C)} \\ &= 0,5\% / \text{ } ^\circ\text{C} \times 200 \text{ W} \times 7,4 \text{ } ^\circ\text{C} \\ &= 7,4 \text{ W} \end{aligned}$$

Energi listrik keluaran maksimal panel surya pada waktu suhu naik 34°C dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{PMPP saat naik } t^\circ\text{C} &= \text{PMPP} - P \text{ saat } t \text{ naik } ^\circ\text{C} \\ &= 200 \text{ W} - 7,4 \text{ W} \\ &= 192,6 \text{ W} \end{aligned}$$

Nilai TCF mengacu dengan hasil perhitungan daya keluaran maksimal panel surya pada saat suhu naik menjadi 32,4 °C dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\begin{aligned} TCF &= \frac{192,6W}{200} \\ &= 0.96 \end{aligned}$$

PLTS yang dikembangkan di gedung UKM dilengkapi dengan inverter IMEON 3.6 dengan nilai  $\eta$  out ditetapkan berdasarkan efisiensi maksimal inverter tersebut yaitu 0,95. Selanjutnya kita dapat menghitung berdasarkan persamaan (3).

$$\begin{aligned} PV_{area} &= \frac{1980W}{4.8Kwh \times 15\% \times 0.96 \times 0.95} \\ &= 318,3m^2 \end{aligned}$$

### Menghitung Daya Dibangkitkan Oleh PLTS

Jumlah daya dibangkitkan oleh PLTS dalam Wattpeak dihitung dengan persamaan (4) Dengan Peak Sun Insolation (PSI) didapat dari spesifikasi panel surya yaitu  $1000 \text{ W/m}^2$  dan  $\eta_{PV}$  adalah efisiensi panel surya dengan jumlah 15% dengan area array sejumlah  $318,3 \text{ m}^2$  maka :

$$\begin{aligned} P_{\text{wattpeak}} &= 318,3 \times 1000 \times 0,15 \\ &= 47.745 \text{ Wattpeak} \end{aligned}$$

Jika PV Area  $318,3$  maka akan menghasilkan daya sebesar  $47.745$  Wattpeak, namun pada Gedung UKM Universitas Muhammadiyah Jember hanya memasang 11 panel surya, dengan luas  $1,3$  maka daya yang akan dihasilkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{\text{wattpeak}} &= (1,3 \text{ m} \times 11 \text{ panel}) \times 1000 \text{ W/m}^2 \times 0,15 \\ &= 2.145 \text{ Wattpeak} \end{aligned}$$

### Kapasitas Baterai

Pada PLTS di gedung UKM Universitas Muhammadiyah Jember terdapat baterai yang berjumlah 24 dengan susunan seri. Dilihat dari spesifikasi baterai pada sistem ini mempunyai tegangan dan arus sebesar  $2\text{V}$  dan  $200 \text{ Ah}$ . Jadi untuk mendapatkan tegangan sebesar  $48 \text{ V}$  maka 24 baterai diseri kemudian dipararelkan dengan yang lainnya

Tegangan total baterai :

$$V_{\text{seri}} = V_1 + V_2 + V_3 \dots$$

$$V_{\text{seri}} = 2\text{V} \times 24$$

$$V_{\text{seri}} = 48 \text{ V}$$

Kapasitas baterai diukur dengan ampere/jam atau sering ditulis Ah (Ampere/hour). Pada Gedung UKM Universitas Muhammadiyah Jember menggunakan baterai jenis OPzV dengan tegangan yang digunakan baterai  $2 \text{ V}$  dan kapasitas arus  $200 \text{ Ah}$  sebanyak 24 baterai yang disusun seri. Untuk mengetahui jumlah banyaknya energi yang bisa disimpan, perlu dikonversi Ah menjadi Wh (Watt/hour), sehingga bisa mengetahui jumlah kapasitas baterai. Rumus menghitung daya sebagai berikut :

$$P \text{ (Daya tiap jam atau Wh)} = I \text{ (Kuat arus tiap jam / Ah} \times V \text{ (Tegangan baterai)}$$

$$= 200 \text{ Ah} \times 2 \text{ V}$$

$$= 400 \text{ Wh}$$

Dari perolehan perhitungan didapatkan bahwa baterai memiliki kapasitas sejumlah  $400 \text{ Wh}$  maka baterai bias menyediakan  $\pm 400 \text{ W}$  selama 1 jam. Semakin meningkat energi yang diambil, maka baterai akan meningkat dan mengalami pelepasan energi (discharge). Maka kapasitas baterai pada gedung UKM adalah daya per jam dikali dengan jumlah baterai yaitu

$$400 \text{ Wh} \times 24 \text{ baterai} = 9600 \text{ Wh.}$$

## SIMPULAN

Berdasarkan uji hasil analisa data dan pembahasan sehingga didapatkan kesimpulan, yaitu:

1. Karakteristik daya yang di amati oleh penulis menunjukkan bahwa kebutuhan listrik maksimal selama empat minggu dengan kondisi tanpa mendung sebesar  $1429,3 \text{ Wh/hari}$  dapat dipenuhi oleh PLTS smart grid dengan kapasitas total  $2200 \text{ Watt peak}$  dengan kapasitas modul PV  $200 \text{ Watt peak}$  sebanyak 11 unit modul. Kelebihan daya yang tersisa sebesar  $770,7 \text{ Watt peak}$  dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan gedung yang lain.
2. Perbandingan daya rata-rata (W) PLTS yang dikirim ke PLN tertinggi pada tanggal 25 November 2019 dengan daya rata-rata (W) sebesar  $1271 \text{ Watt}$ , dan titik terendah pada tanggal 18 November 2019 dengan daya rata-rata sebesar  $873 \text{ Watt}$ . Efisiensi yang dihasilkan panel surya sebesar  $15,36\%$

---

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ali, Emilia Roza. 2018. “Perancangan Pembangkit Tenaga Surya UHAMKA”. Edisi ke-10. Indonesia.
- [2] Alvera, 2015.”Analisis Evaluasi Kinerja Solar Cell”, POLBAN, Indonesia. pp 79-85
- [3] I.W.G.A Anggara, I. K. 2014. “Studi Terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1,9 kW Di Universitas Udayana Bukit Jimbaran”. SPEKTRUM, pp 118-120
- [4] Sinaga, G. A. 2019. Analisis Pembangkit Listrik Di Villa Peruna Saba, Gianyar - Bali. SPEKTRUM, pp 1-4 Saadon, Salem, Othman, “A Review of Vibration-Based MEMS Piezoelectric Energy Harvesters”, Energy Conversion and Management, Vol. 52 Issue 1, pp. 500-504, January 2011.
- [5] Jaehwan Kim, 2011 “A Review of Piezoelectric Energy Harvesting Based on Vibration”, International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, Vol. 12 No. 8, pp. 1129-1141,
- [6] Minazara, Vasic, Costa, Poulin, 2018 “Piezoelectric Diaphragm for Vibration Energy Harvesting”, Ultrasonics, Vol. 22, pp. e609–e703,