

PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ROOFTOP KAPASITAS 600 WP ON GRID

Asrul Deniarahman¹, Sultan¹, I Made Ari Nrartha¹

¹ Jurusan Teknik Elektro - Universitas Mataram, 83127 -Lombok, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received : March 29, 2024

Revised : July 31, 2024

Accepted : July 31, 2024

Keywords :

Rooftop PLTS;
Production;
Efficiency;
Monocrystalline;

ABSTRACT

The increasing demand for electric power, along with an economic growth estimated at about 7%-10% per year, means that electricity consumption in Indonesia will rise. As a country with a tropical climate, Indonesia has the potential for renewable energy in the form of solar energy with an average irradiation of 4.5 – 4.8 W/m². Therefore, the development of solar power plants (PLTS) is highly necessary, leading to the issuance of Ministerial Regulation ESDM Number 26 of 2021, which contains regulations on the installation of rooftop PLTS. This study aims to obtain a 600 Wp capacity on-grid rooftop PLTS system in accordance with Permen ESDM Number 26 of 2021. It also seeks to determine the energy production (kWh/day) and the efficiency of the 600 Wp on-grid rooftop PLTS system. The results obtained from this study include achieving an on-grid rooftop PLTS system with a 600 Wp capacity, obtaining a total production in 1 day over 3 days of 2.3 kWh on day 1, 2.1 kWh on day 2, and 2.2 kWh on day 3. Additionally, the average system efficiency was found to be 9.06% on day 1, 9.12% on day 2, and 8.85% on day 3. These results are based on measurements taken in August, when, according to the solar cycle, the sun is north of the equator, whereas the installation point of the PLTS is in the southern hemisphere.

Corresponding Author:

Asrul Deniarahman, Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram, Jalan Majapahit 63 Kota Mataram, 83127 –
Lombok, Indonesia
Email: asrudeniarahman12@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Tenaga listrik merupakan salah satu jenis energi yang banyak dibutuhkan dalam pembangunan. Oleh sebab itu dengan pertumbuhan ekonomi yang diperkirakan sekitar 7%-10% per tahun, konsumsi listrik di Indonesia akan meningkat. Kebutuhan listrik di Indonesia diperkirakan mencapai angka 120 GW pada tahun 2025 (Sukmajarti dan Hafidz, 2015). Untuk mengantisipasi pertumbuhan kebutuhan listrik nasional dan keterbatasan ketersediaan sumber daya alam berbasis fosil, pemerintah Indonesia sudah menerbitkan Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang berisikan kebijakan pemerintah tentang pengelolaan energi nasional. Dalam KEN ini juga telah disusun peta jalan menuju peningkatan peran energi terbarukan dalam pembangkitan energi listrik nasional. Yang digolongkan sebagai energi listrik terbarukan menurut KEN adalah pembangkit listrik tenaga air (PLTA) dan mikrohidro (PLTM), pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB), pembangkit listrik biomasa, pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTPB). Disebutkan bahwa pada tahun 2025 diharapkan peran energi terbarukan akan mencapai sekitar 5% dari keseluruhan kapasitas pembangkitan listrik nasional. (Nyoman, 2010).

Indonesia juga merupakan negara yang memiliki iklim tropis dan Indonesia memiliki potensi energi terbarukan berupa energi surya dengan iradiasi rata-rata 4,5 – 4,8 W/m². Sinar matahari merupakan

sumber energi terbarukan yang bisa dimanfaatkan secara gratis. Maka dari itu sumber energi surya dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan listrik bagi manusia melalui sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Gifson, dkk, 2020). Menurut kebijakan energi nasional (KEN) peran PLTS diharapkan dapat menyumbang sebesar 800 MW dengan pertumbuhan sekitar 40 MW pertahun. Oleh sebab itu, pemerintah tengah serius mengejar target tersebut sehingga diterbitkannya peraturan menteri energi dan sumber daya mineral Nomor 26 Tahun 2021. Bunyi peraturan tersebut adalah sistem PLTS atap yang akan dipasang untuk kapasitasnya dibatasi paling tinggi 100% dari daya tersambung pelanggan PLTS atap. (PERMEN ESDM, 2021).

Pada penelitian ini direncanakan pemasangan PLTS skala kecil dengan memanfaatkan *rooftop* sebagai tempat pemasangannya. Pemanfaatan energi surya sebagai sumber listrik telah mengalami perkembangan pesat, terutama dalam hal teknologi panel surya. Peraturan Menteri ESDM Nomor 26 Tahun 2021 memberikan dasar hukum dan regulasi terkait pemanfaatan energi surya, termasuk PLTS *rooftop*. Regulasi ini memberikan insentif dan bimbingan terkait pemasangan, pengoperasian, dan manajemen PLTS *rooftop* dengan kapasitas yang sesuai dengan kebutuhan rumah tangga. Kebutuhan listrik rumah tangga pada umumnya berkisar antara 450 VA. Oleh karena itu, pemasangan PLTS *rooftop* dengan kapasitas 600 Wp memiliki potensi untuk memenuhi kebutuhan listrik tersebut.

1.1 Sistem PLTS On Grid

Sistem PLTS terinterkoneksi (*on grid*) atau yang disebut dengan *Grid Connected PV System* adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan iradiasi matahari untuk menghasilkan listrik. Sesuai dengan namanya, maka sistem ini akan dihubungkan dengan jaringan PT. PLN (Persero) dengan mengoptimalkan pemanfaatan energi matahari melalui modul surya atau *photovoltaic* modul yang menghasilkan listrik semaksimal mungkin.



Gambar 1.1 Skema Sistem PLTS On Grid (Ramadhana, dkk, 2022)

1.2 Efisiensi PV Modul

PV (*photovoltaic*) atau sel surya adalah suatu alat yang dapat mengkonversi / mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Efisiensi PV modul adalah seberapa efisien PV modul tersebut dalam menghasilkan listrik DC. Untuk menghitung efisiensi dari PV Modul dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1.1 (Yonggi, dkk, 2021)

$$\eta_{PV} = \frac{V \times I}{G \times A} \quad (1.1)$$

1.3 Efisiensi Inverter

Efisiensi *inverter* (η) adalah perbandingan daya keluaran dengan daya intensitas matahari dapat dihitung dengan Persamaan 1.2. (Nurhidayat, dkk, 2021)

$$\eta_{Inverter} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (1.2)$$

1.4 Efisiensi Sistem

Efisiensi sistem PLTS merupakan salah satu parameter penting yang menentukan sejauh mana energi matahari yang diterima dapat diubah menjadi energi listrik. Efisiensi sistem merupakan perkalian dari efisiensi PV Modul dengan efisiensi *inverter*. Efisiensi sistem dapat dihitung menggunakan Persamaan 1.3.

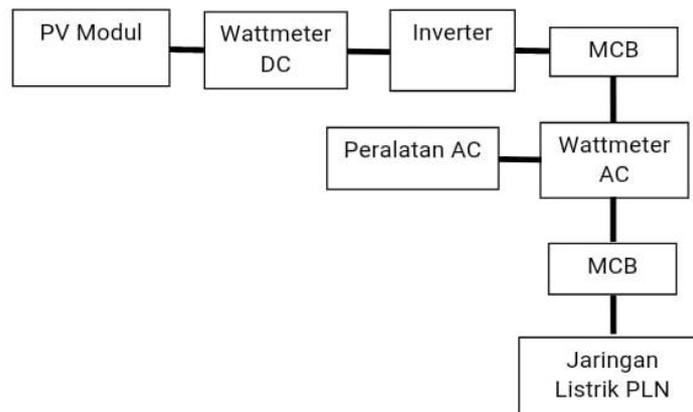
$$\eta_{sistem} = \eta_{PV\ Modul} \times \eta_{Inverter} \times 100\% \quad (1.3)$$

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini melakukan perencanaan PLTS *Rooftop* 600 Wp *on grid*. Sesuai dengan PERMEN ESDM Nomer 26 Tahun 2021, perencanaan PLTS tersebut untuk memenuhi kebutuhan listrik dengan kapasitas 450 VA. Data dari hasil pengukuran tersebut kemudian dilakukan analisis data serta analisis perhitungan hingga mendapatkan hasil produksi dan efisiensi sistem PLTS *rooftop* 600 Wp *on grid*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram. Pemasangan PLTS *rooftop* kapasitas 600 Wp terpasang pada titik koordinat 8°35'17"S 116°05'50"E. Pada *rooftop* Gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram.

2.1. Rangkaian PLTS *Rooftop*

Berikut ini merupakan rangkaian perencanaan PLTS *rooftop on grid* ditunjukkan pada Gambar 2.1.

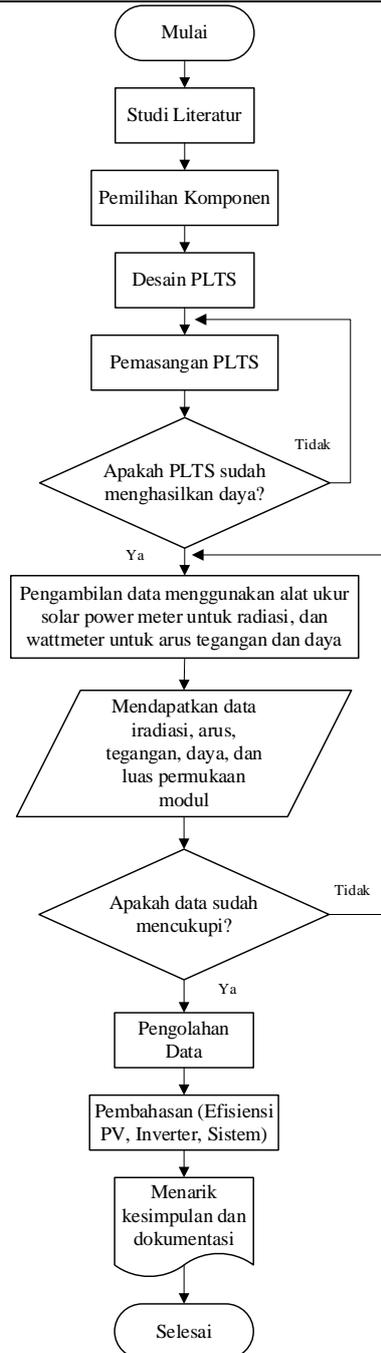


Gambar 2.1 Rangkaian PLTS *Rooftop*

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *rooftop on grid* adalah sistem tenaga surya yang terpasang di atap gedung yang terhubung langsung ke jaringan listrik umum (*grid*). Adapun komponen-komponen utama dari sistem PLTS *rooftop on grid* meliputi panel surya (PV Modul), wattmeter DC, *Inverter*, wattmeter AC, *grid* listrik PT. PLN (Persero).

2.2. Diagram Alir Penelitian

Untuk membantu dalam penyusunan penelitian ini, maka perlu adanya susunan kerangka kerja yang jelas tahapan-tahapannya. Kerangka kerja ini merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penyelesaian masalah yang akan dibahas. Berikut adalah kerangka kerja penelitian yang digunakan yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di Fakultas Teknik Universitas Mataram. Di daerah NTB khususnya wilayah kota Mataram memiliki potensi energi surya untuk iradiasi langsung mencapai $1461,5 \text{ kWh/m}^2$. Berdasarkan potensi energi tersebut penelitian ini merencanakan pemasangan PLTS dengan kapasitas 600 Wp on grid untuk memenuhi kebutuhan listrik 450 VA .

3.1. Pemilihan Komponen

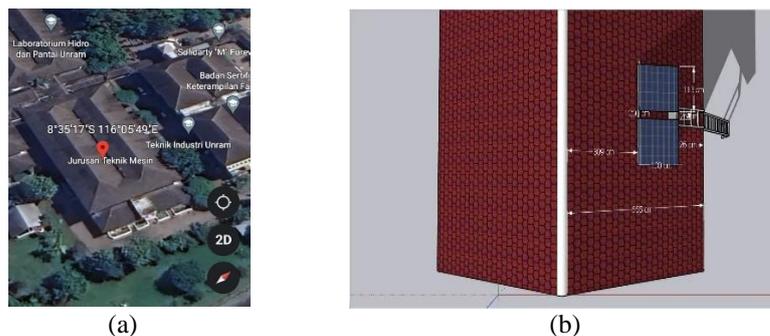
Berikut ini merupakan komponen-komponen yang digunakan untuk membangun sistem PLTS *rooftop* kapasitas 600 Wp on grid . Komponen-komponen tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Pemilihan Komponen PLTS *Rooftop* kapasitas 600 Wp *On Grid*

No	Nama Bahan	Spesifikasi
1	PV Modul	Jenis PV Modul : Monocrystalline, Maximum Power (Pmax) : 300W, Maximum Power Tolerance : $\pm 3\%$, Open Circuit Voltage (Voc) : 41.04 V, Short Circuit Current (Isc) : 9.30 A, Max Power Voltage (Vmp) : 34.20 V, Max Power Current (Imp) : 8.77
2	Inverter	Micro Grid Tie Inverter 500 W, AC Output Voltage : 180-280 VAC, PV Input Voltage : 18-50 VDC, MPPT, Voltage Range : 24-40 V, Max Input Power : 500 W, Rated Output Power : 490 W, AC Frequency : 47.5 Hz-52 Hz
3	Wattmeter DC	Voltage : 0-60 V, Current :0-100 A
4	Wattmeter AC	Voltage : 90 – 230 V, Current :0 – 100 A, Frekuensi : 50 Hz
5	MCB DC	Merk : TOMZN, Arus : C32 (32 A), Tegangan : DC 440 V
6	MCB AC	Merk : Broco, Arus : C4 (4 A), Tegangan : 230 V
7	Kabel DC	MIKA KABEL SOLAR PANEL 2 x 4 mm
8	Kabel AC	NYM 2 x 1.5 mm ² 300/500 V
9	SPD/Arester DC	Merk : Finelec, U _n (DC) : 60 V, I _n : 20 kA, I _{max} : 40 kA, U _p : ≤ 250 V
10	SPD/Arester AC	Merk : TOMZN, U _c : ~385 V, I _{max} : 20kA, I _n : 10kA, U _p : ≤ 1.5 kV
11	Fuse	Arus : 10 A (untuk masing-masing PV Modul), 20 A (untuk pemasangan PV Modul yang di parallel)

3.2. Titik Koordinat dan Layout

Pemasangan PLTS *rooftop* kapasitas 600 Wp terpasang pada titik koordinat 8°35'17"S 116°05'50"E. Terletak pada *rooftop* gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram.



Gambar 3.1 (a) Titik Koordinat Pemasangan PLTS *Rooftop* 600 Wp, (b) Layout PLTS *Rooftop* Tampak Atas

Pada perancangan PLTS *rooftop on grid* kapasitas 600 Wp dipasang pada atap Gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram. Atap Gedung B memiliki lebar 665 cm dengan kemiringan atap 20°. Pemasangan PLTS *rooftop* dengan kemiringan 11° ini untuk mengoptimalkan PV modul mendapatkan sinar matahari. Selain itu pemasangan PLTS *rooftop* menjadi langkah awal dalam mendukung kebijakan pemerintah tentang energi terbarukan.

3.3. Hasil Pengukuran

Berikut merupakan data hasil pengukuran hari ke-1 sampai dengan hari ke-3. Data diambil secara berturut-turut selama 1 jam sekali, dari jam 07:00 sampai 18:00. Data iradiasi di ukur menggunakan alat ukur solar power meter, pengukuran dilakukan tepat berada di atas PV Modul. Sedangkan untuk data arus, tegangan, dan daya AC dan DC di ukur menggunakan alat ukur wattmeter dengan menampilkan angka pada display yang menunjukkan data arus, tegangan, dan daya AC dan DC. PV Modul memiliki luas penampang $1,45 \text{ m}^2$, karena penelitian ini menggunakan 2 PV Modul maka luas penampang PV Modul yaitu $1,45 \times 2 = 2,9 \text{ m}^2$.

Tabel 3.2 Data Hasil Pengukuran Hari ke-1 Sampai Dengan Hari Ke-3

Hari	Jam	Iradiasi	DC			AC			Akumulasi kWh
			Arus (A)	Tegangan (V)	Daya Ukur (Watt)	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya Ukur (Watt)	
1	14:00	1140,8	9,56	31,53	298	1,3	238,2	278,2	38,7
	18:00	30,7	0,28	29,8	8,6	0,1	238,2	7,3	39,3
2	12:00	1203,6	10,8	30,77	335,2	1,3	238,9	308,3	40,4
	18:00	45,5	0,46	29,49	14,6	0,1	235,6	13,2	41,4
3	12:00	1200,8	10,74	30,71	334,8	1,3	238,5	307,7	42,3
	18:00	29,5	0,27	30,22	9,71	0,1	237,3	8,6	43,6

3.4. Analisa Data

3.4.1 Efisiensi PV Modul

Efisiensi panel surya dihitung sebagai persentase dari energi matahari yang jatuh pada panel yang benar-benar diubah menjadi listrik. Semakin tinggi efisiensi panel surya, semakin efisien panel tersebut dalam menghasilkan listrik dari energi matahari yang tersedia. Untuk mengetahui efisiensi pada panel surya dapat dihitung dengan Persamaan 1.4. Perhitungan ini mengambil sampel data pada hari ke-1 di jam 07:00.

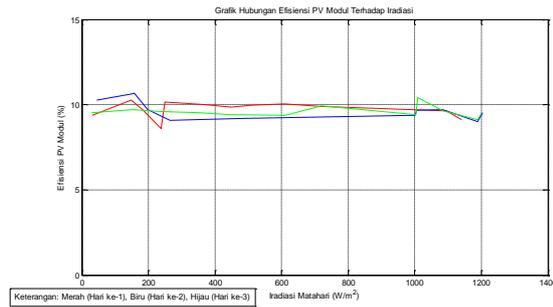
$$\begin{aligned}\eta_{PV} &= \frac{(V) \times (I)}{(G) \times (A)} \times 100\% \\ &= \frac{(31,15) \times (3,42)}{(367,1) \times (2,9)} \times 100\% \\ &= 10,01 \%\end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan pada hari dan jam berikutnya didapatkan rata-rata per hari dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil Perhitungan Rata-Rata Efisiensi PV Modul Hari ke-1 Sampai Dengan Hari Ke-3

Hari	Rata-Rata Efisiensi PV Modul
1	9,72%
2	9,68%
3	9,60%

Berdasarkan Tabel hasil efisiensi PV modul yang didapatkan setelah melakukan pengukuran dan analisa perhitungan pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-3, digambarkan melalui grafik pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Efisiensi PV Modul Terhadap Iradiasi Matahari Pada Hari Ke-1 Sampai Dengan Hari Ke-3

Berdasarkan Gambar 3.2 efisiensi PV modul terhadap iradiasi matahari pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-3 dapat di analisa bahwa, efisiensi PV modul berbanding lurus dengan iradiasi. Semakin besar iradiasi yang didapatkan PV modul maka PV modul yang efisien bisa mengkonversi listrik lebih besar. Pada pengukuran hari ke-1 sampai hari ke-3 efisiensi yang didapat fluktuatif, hal ini dikarenakan efisiensi PV modul juga di pengaruhi oleh cuaca dan rugi-rugi seperti rugi temperatur, konduktor, maupun debu pada PV modul. Seperti pada data ke-4 dimana efisiensi yang didapatkan turun, yaitu sebesar 8,60%. Hal ini dipengaruhi oleh cuaca, pengambilan data pada saat kondisi berawan. Serta suhu dari PV Modul mempengaruhi efisiensi itu sendiri, dimana semakin panas temperatur PV Modul dapat mengakibatkan efisiensi dari PV Modul juga menurun.

Efisiensi PV modul yang didapatkan pada pengukuran hari ke-1 didapatkan rata-rata efisiensi sebesar 9,72%, hari ke-2 sebesar 9,68%, dan hari ke-3 sebesar 9,60% . Hal ini sesuai dengan jenis PV modul yang digunakan. Jenis PV modul yang digunakan adalah jenis monokristalin dengan standar produsen bahwa efisiensi PV modul tipe monokristalin ini mencapai 20%.

3.4.2 Efisiensi Inverter

Efisiensi *inverter* dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sangat penting, karena *inverter* berfungsi untuk mengubah arus searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus bolak-balik (AC) yang dapat digunakan oleh rumah atau *grid* listrik. Efisiensi *inverter* mengacu pada seberapa baik *inverter* tersebut mengubah energi listrik tanpa mengalami kerugian berarti. Efisiensi *inverter* diukur sebagai persentase dari daya masuk (DC) yang diubah menjadi daya keluaran (AC). Untuk mengetahui efisiensi pada inverter yang digunakan dapat dihitung dengan Persamaan 1.5. Perhitungan ini mengambil sampel data pada hari ke-1 di jam 07:00.

$$\begin{aligned} \eta_{inverter} &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\ &= \frac{162,7}{169,7} \times 100\% \\ &= 95,88\% \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan pada hari dan jam berikutnya didapatkan rata-rata per hari dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Hasil Perhitungan Rata-Rata Efisiensi *Inverter* Hari ke-1 Sampai Dengan Hari Ke-3

Hari	Rata-Rata Efisiensi Inverter
1	93,15%
2	94,14%
3	92,32%

Hasil dari analisa perhitungan berdasarkan data yang diukur pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-3 Tanggal 26-28 Agustus 2023. Dimana data diambil secara berturut-turut selama 1 jam sekali, dari jam 07:00 sampai 18:00. Dapat dianalisa bahwa rata-rata efisiensi *inverter* yang didapatkan yaitu pada hari ke-1 sebesar 93,15%, hari ke-2 sebesar 94,14%, dan hari ke-3 sebesar 92,32%. Dimana rata-rata efisiensi terbesar didapatkan pada hari ke-2. Hal ini dikarenakan efisiensi *inverter* dipengaruhi oleh suhu oprasional pada *inverter* serta faktor lingkungan seperti debu, kotoran, ataupun kelembapan *inverter*.

3.4.3 Efisiensi Sistem

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) mengacu pada upaya untuk memaksimalkan penggunaan energi matahari menjadi listrik dengan menggunakan teknologi yang efisien dan optimal. Efisiensi PLTS dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain pemilihan komponen, efisiensi PV Modul, dan efisiensi *inverter*. Pengelolaan sistem PLTS harus memperhatikan berbagai aspek untuk memastikan kinerja yang maksimal. Untuk menghitung efisiensi sistem PLTS menggunakan Persamaan 1.6.

$$\begin{aligned}\eta_{sistem} &= \eta_{PV Modul} \times \eta_{Inverter} \\ &= 0,1001 \times 0,9588 \\ &= 0,0959 = 9,59\%\end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan pada hari dan jam berikutnya didapatkan rata-rata per hari dapat dilihat pada Tabel 3.5.

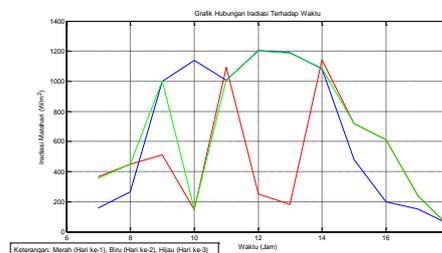
Tabel 3.5 Hasil Perhitungan Rata-Rata Efisiensi Sistem Hari ke-1 Sampai Dengan Hari Ke-3

Hari	Rata-Rata Efisiensi Sistem
1	9.06%
2	9.12%
3	8.85%

Hasil dari analisa perhitungan berdasarkan data pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-3 tanggal 26-28 Agustus 2023. Dimana data diambil secara berturut-turut selama 1 jam sekali, dari jam 07:00 sampai 18:00. Dapat dianalisa bahwa rata-rata efisiensi sistem yang di dapatkan yaitu pada hari ke-1 sebesar 9,06%, pada hari ke-2 sebesar 9,12%, dan hari ke-3 sebesar 8,85%. Hal ini dipengaruhi oleh cuaca yang tidak menentu sehingga performa PV modul untuk menghasilkan listrik DC kurang optimal. Selain itu suhu oprasional pada inverter juga dapat mempengaruhi sistem dalam menghasilkan listrik AC.

3.4.4 Grafik Hubungan Iradiasi Matahari Terhadap Waktu

Iradiasi yang didapatkan panel surya pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-3, mulai dari pukul 07:00 – 18:00 digambarkan melalui grafik pada Gambar 3.3.



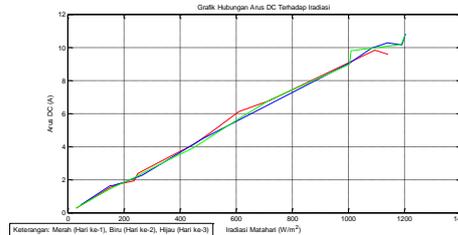
Gambar 3.3 Iradiasi Matahari Terhadap Waktu Pada Hari Ke-1 Sampai Dengan Hari Ke-3

Berdasarkan Gambar 3.3 iradiasi matahari terhadap waktu pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-3 dapat dianalisa bahwa, keberadaan matahari pada titik tertentu mempengaruhi jumlah produksi dari PLTS itu sendiri. Berdasarkan data yang didapat untuk iradiasi terendah didapatkan pada hari ke-3 di jam 18:00, iradiasi yang didapatkan adalah 29,5 W/m². Sedangkan untuk iradiasi

tertinggi didapatkan pada hari ke-2 di jam 12:00 yaitu sebesar $1203,6 \text{ W/m}^2$. Hal ini terjadi karena adanya rotasi matahari. Selain itu kondisi cuaca yang tidak menentu mengakibatkan iradiasi yang didapatkan cenderung fluktuatif. Iradiasi didapatkan secara maksimal ketika pancaran sinar matahari tidak terhalang oleh apapun.

3.4.5 Grafik Hubungan Arus DC Terhadap Iradiasi Matahari

Arus DC yang dihasilkan PV modul berdasarkan iradiasi yang diterima pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-3, digambarkan melalui grafik pada Gambar 3.4.

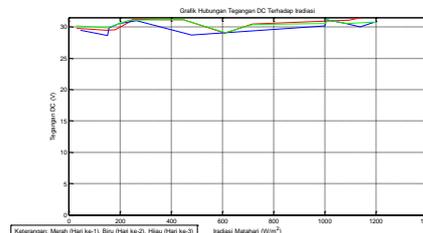


Gambar 3.4 Arus DC Terhadap Iradiasi Matahari Pada Hari Ke-1 Sampai Dengan Hari Ke-3

Berdasarkan Gambar 3.4 arus DC terhadap iradiasi matahari pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-3 dapat dianalisa bahwa semakin tinggi intensitas iradiasi matahari yang jatuh pada panel surya, semakin tinggi pula arus DC yang dihasilkan oleh panel surya. Berdasarkan data yang didapat untuk arus DC terendah didapatkan pada hari ke-3 di jam 18:00, yaitu sebesar $0,27 \text{ A}$. sedangkan arus DC terbesar didapatkan pada hari ke-2 di jam 12:00, yaitu sebesar $10,8 \text{ A}$. Hal ini disebabkan oleh cuaca, dimana panel surya akan menghasilkan lebih banyak listrik saat terkena sinar matahari langsung pada hari cerah dibandingkan dengan saat terkena sinar matahari redup atau terhalang oleh awan.

3.4.6 Grafik Hubungan Tegangan DC Terhadap Iradiasi Matahari

Tegangan DC yang dihasilkan PV modul berdasarkan iradiasi yang diterima pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-3, digambarkan melalui grafik pada Gambar 3.5.

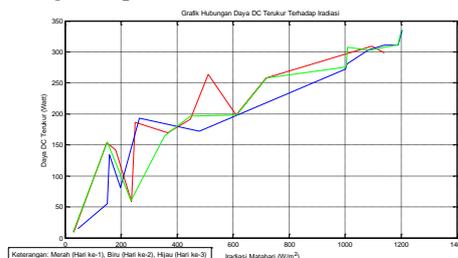


Gambar 3.5 Tegangan DC Terhadap Iradiasi Matahari Pada Hari Ke-1 Sampai Dengan Hari Ke-3

Berdasarkan Gambar 3.5 tegangan DC terhadap iradiasi matahari pada hari ke-1 sampai hari ke-3 dapat dianalisa bahwa, saat iradiasi matahari meningkat, tegangan DC yang dihasilkan oleh panel surya cenderung konstan. Hal ini disebabkan karena PV Modul yang di rangkai secara parallel sehingga menghasilkan tegangan yang cenderung konstan.

3.4.7 Grafik Hubungan Daya DC Terukur Terhadap Iradiasi Matahari

Hasil ukur daya DC yang dihasilkan PV modul berdasarkan iradiasi yang diterima pada hari ke-1, digambarkan melalui grafik pada Gambar 3.6.

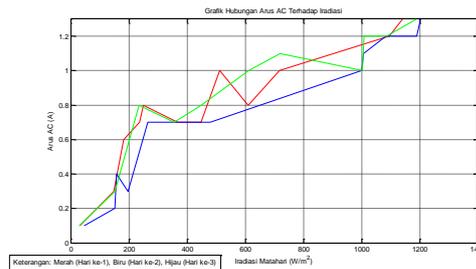


Gambar 3.6 Daya DC Terukur Terhadap Iradiasi Matahari Pada Hari Ke-1 Sampai Dengan Hari Ke-3

Berdasarkan Gambar 3.6 daya DC terukur terhadap iradiasi matahari pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-3 dapat dianalisa bahwa semakin tinggi intensitas cahaya matahari (iradiasi), semakin tinggi daya DC yang dihasilkan oleh panel surya. Berdasarkan pengukuran yang dilakukan daya DC terendah didapatkan pada hari ke-1 di jam 18:00 yaitu sebesar 8,6 W. sedangkan daya DC terbesar didapatkan pada hari ke-2 di jam 12:00 yaitu sebesar 335, 2 W. Selain iradiasi matahari ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya DC yang dihasilkan panel surya antara lain suhu, debu, dan kondisi panel surya. Oleh karena itu agar kinerja panel surya optimal diperlukan perawatan panel surya secara rutin.

3.4.8 Grafik Hubungan Arus AC Terhadap Iradiasi Matahari

Arus AC yang dihasilkan dari konversi listrik DC pada PV modul yang melalui *inverter* berdasarkan iradiasi yang diterima pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-3, digambarkan melalui grafik pada Gambar 3.7.

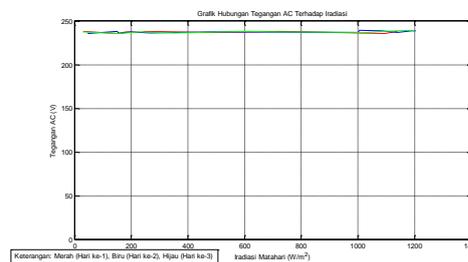


Gambar 3.7 Arus AC Terhadap Iradiasi Matahari Pada Hari Ke-1 Sampai Dengan Hari Ke-3

Pembangkit Listrik Tenaga Surya, cahaya matahari diubah menjadi listrik DC oleh panel surya, dan kemudian diubah menjadi listrik AC melalui *inverter*. Sehingga pada grafik hubungan arus AC terhadap iradiasi matahari dapat dianalisa bahwa semakin meningkat iradiasi yang didapatkan, maka panel surya akan menghasilkan lebih banyak listrik DC. Hal ini mengakibatkan arus AC yang dihasilkan oleh *inverter* juga meningkat. Begitu pula sebaliknya apabila iradiasi matahari yang didapatkan panel surya lebih kecil, maka listrik DC yang dihasilkan panel surya juga kecil. Berdasarkan data yang didapat, arus AC terkecil didapatkan pada hari ke-3 di jam 18:00 yaitu sebesar 0,1 A. sedangkan arus AC terbesar didapatkan pada hari ke-2 di jam 12:00 yaitu sebesar 1,3 A. Hal ini dipengaruhi oleh cuaca yang tidak menentu, debu, dan kondisi panel surya tersebut.

3.4.9 Grafik Hubungan Tegangan AC Terhadap Iradiasi Matahari

Tegangan AC yang dihasilkan dari konversi listrik DC pada PV modul yang melalui *inverter* berdasarkan iradiasi yang diterima pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-3, digambarkan melalui grafik pada Gambar 3.8.



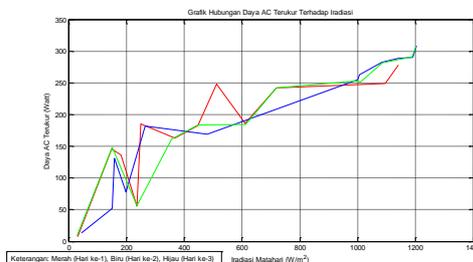
Gambar 3.8 Tegangan AC Terhadap Iradiasi Matahari Pada Hari Ke-1 Sampai Dengan Hari Ke-3

Berdasarkan Gambar 3.8 tegangan AC terhadap iradiasi matahari hari ke-1 sampai dengan hari ke-3 hasil pengukuran yang didapatkan yaitu 235,5 V - 238,2 V, hal ini dapat dianalisa bahwa tegangan AC tidak dipengaruhi langsung oleh iradiasi matahari. Hal ini dikarenakan iradiasi matahari mempengaruhi listrik DC yang dihasilkan panel surya. Sedangkan tegangan AC pada sistem PLTS ini tidak memiliki perubahan yang signifikan seiring dengan perubahan iradiasi secara fluktuatif. Sehingga tegangan AC yang dihasilkan oleh PLTS cenderung konstan, sesuai

dengan spesifikasi *inverter* yang dimana tegangan output yang dihasilkan berkisar pada 180 V – 280 V.

3.4.10 Grafik Hubungan Daya AC Terukur Terhadap Iradiasi Matahari

Daya AC yang dihasilkan dari konversi listrik DC pada PV modul yang melalui *inverter* berdasarkan iradiasi yang diterima pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-3, digambarkan melalui grafik pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Daya AC Terukur Terhadap Iradiasi Matahari Pada Hari Ke-1

Berdasarkan Gambar 3.9 daya AC terukur terhadap iradiasi matahari dapat dianalisa bahwa ketika intensitas cahaya matahari meningkat (iradiasi matahari meningkat), panel surya akan menghasilkan lebih banyak daya DC. Hal ini akan mengakibatkan *inverter* menghasilkan lebih banyak daya AC. Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan didapatkan daya AC terkecil pada hari ke-1 yaitu sebesar 7,3. Sedangkan daya AC terbesar didapatkan pada hari ke-2 di jam 12:00 yaitu sebesar 308,3. Hal ini menyebabkan daya AC yang dihasilkan oleh PLTS akan berbanding lurus seiring dengan meningkatnya iradiasi matahari. Saat cuaca cerah dan matahari bersinar terang, daya AC akan meningkat. Begitu juga sebaliknya pada saat cuaca mendung, kondisi panel berdebu, atau pada saat malam hari akan mempengaruhi listrik DC yang dihasilkan lebih kecil, sehingga *inverter* menghasilkan listrik AC juga lebih kecil.

4. KESIMPULAN

1. PLTS *rooftop on grid* dengan kapasitas 600 Wp terpasang untuk memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga kapasitas 450 VA dengan menggunakan 2 PV modul jenis monokristalin yang dirangkai secara paralel, dimana 1 PV modul memiliki kapasitas 300 Wp. Menggunakan *inverter* dengan kapasitas 500 W, wattmeter DC dan wattmeter AC sebagai alat ukur. Pada instalasi PLTS diperlukan pengaman untuk mengamankan sistem dari arus berlebih, pada sistem ini digunakan MCB DC kapasitas 32 A, MCB AC kapasitas 4 A, dan *fuse* kapasitas 10 A. Selain itu, sistem PLTS membutuhkan penghantar sehingga digunakan penghantar DC 2x4 mm² dan penghantar AC jenis NYM 2x1,5 mm².
2. Dari data yang diperoleh melalui pengukuran yang dilakukan pada bulan Agustus, dimana berdasarkan siklus matahari berada di utara garis katulistiwa sedangkan titik koordinat pemasangan PLTS berada di selatan garis katulistiwa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa total produksi dalam 1 hari selama 3 hari yaitu 2,3 kWh pada hari ke-1, 2,1 kWh pada hari ke-2, dan 2,2 kWh pada hari ke-3. Selain itu dari data yang diperoleh juga dilakukan analisa perhitungan untuk mendapatkan nilai efisiensi sistem. Didapatkan rata-rata efisiensi sistem pada hari ke-1 sebesar 9,06%, pada hari ke-2 sebesar 9,12%, pada hari ke-3 sebesar 8,85%.

5. REFERENSI

- [1] Ardiansyah, A., Nyoman Setiawan, I., & Wayan Sukerayasa, I. (2021). *Perancangan Plts Atap On Grid System Pengembangan Kota Probolinggo* (Vol. 8, Issue 4).
- [2] Asrori, A., Ramdhani, A. F., Nugroho, P. W., & Eryk, I. H. (2022). *Kajian Kelayakan Solar Rooftop On-Grid untuk Kebutuhan Listrik Bengkel Mesin di Polinema*. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 10(4), 830. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v10i4.830>
- [3] Badan Standarisasi Nasional. (2011) "Persyaratan Umum Instalasi Listrik". SNI 0225:2011. Jakarta
- [4] BPS Kota Mataram. (2020) "Jumlah Penduduk (Jiwa) 2018-2020", terdapat di <https://mataramkota.bps.go.id/indicator/12/96/1/jumlah-penduduk.html>, diakses Mei 2023.

-
- [5] Fadhil, A., Raharjo, I., & Sunawar, A. (2022). *Perancangan Instalasi Listrik Menggunakan Solar Cell Di Cikaracak Adventure Camp*. Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Jakarta.
- [6] Gifson, A., Rt Siregar, M., & Pambudi, M. P. (2020). *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) On Grid Di Ecopark Ancol* (Vol. 22, Issue 1).
- [7] Haerurrozi., Natsir, A., & Sultan (2018). *Analisis Unjuk Kerja Plts On-Grid Di Laboratorium Energi Baru Terbarukan (Ebt) Universitas Mataram Performace Analysis Of Photovoltaic On-Grid System In New And Renewable Energy Laboratory Mataram University*.
- [8] NurHidayat, L. (2021). *Analisis Output Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Kapasitas 10wp, 20wp, Dan 30wp*. Jurnal CRANKSHAFT, 4(2).
- [9] Nyoman, I., & Kumara, S. (2010). *Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga Urban Dan Ketersediaannya Di Indonesia Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop 158 Kwp Pada Kantor Gubernur Bali View project Geographical Information System (GIS) for resource mapping View project*.
- [10] Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor: 26 tahun 2021 “Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Oleh Konsumen PT. PLN (Persero)”. Terdapat di <https://drive.esdm.go.id>, diakses Mei 2023.
- [11] Safitri, N., Rihayat, T., & Riskina, S. (2019). *Teknologi Photovoltaic*. Yayasan Puga Aceh Riset.
- [12] Rezky Ramadhana, R., Iqbal, M. M., Hafid, A., & Adriani (2022). *Analisis Plts On Grid. 14(1)*. Jurnal Teknik Elektro, Vol 14 Nomor 1.
- [13] Sukmajati, S., & Hafidz, M. (2015). *Perancangan Dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 Mw On Griid Di Yogyakarta. Energi & Kelistrikan, 7(1), 49-63*.
- [14] Yakin, K., & Rajagukguk, A. (2020). *Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Tipe Rooftop on Grid—Sistem pada Gedung Laboratorium Teknik Elektro Universitas Riau. Jom FTEKNIK, 7, 11*.
- [15] Yogathama, I. G., Wijaya, I. W., & Budistira, I. W (2022). *Desain Pembangkit Listrrik Tenaga Surya (Plts) Mengikuti Pola Atap Wantilan Desa Antosari Untuk Memenuhi Daya 3600 Watt. jurnal SPEKTRUM, 83-90*.
- [16] Yonggi, P. M., Yandi, W., Asmar (2021). *Perbandingan Efisiensi Konversi Energi Surya Tipe Polycrystalline dan Panel Surya Tipe Monocrystalline Berbasis Arduino Di Kota Pangkal Pinang. Jurnal ECOTIPE, Vol. 8, No.1, April 2021, Hal. 47-52*.