

UJI EKSPERIMEN KINERJA PANEL SURYA JENIS MONOCRYSTALLINE 100 Wp DENGAN SUDUT 30° DENGAN MENGUNAKAN KACA REFLEKTOR

¹Budhi Santri Kusuma, ²Parulian Siagian

³William Robert P. Pakpahan, ⁴Joel Panjaitan, ⁵Lestina R Siagian

¹ Program Studi Teknik industri, Universitas Medan Area

^{2,3} Program Studi Teknik Mesin, Universitas HKBP Nommensen

⁴ Program Studi Teknik Elektro, Akademi Teknik Deli Serdang

⁵ Program Studi Teknik Elektro, Universitas HKBP Nommensen Medan

Email: parulian.nommensen@gmail.com

ABSTRACT

This research is motivated by society's dependence on electrical energy which is getting bigger along with advances in technology and additions resident. Meanwhile, the availability of fossil energy, which has been widely used throughout the world, including Indonesia, is running low, so there is a need for alternative energy that can replace fossil energy as a substitute for main electrical energy. One way is to utilize solar energy which is abundant and environmentally friendly. Solar energy can be utilized by converting it into electrical energy using solar panels. To be able to optimize the absorption of sunlight, it is necessary to have a system that can regulate the solar panels to always be in a perpendicular position to the direction of the sunlight, namely a static solar tracker. Data collection from testing or research results is carried out directly using GUI software and data loggers and using tools in the form of an anemometer. The data studied includes, among other things, sunlight intensity, voltage, current strength, input power, output power, wind speed, temperature and efficiency. The research results show that a 100 Wp solar panel cannot produce normal power output (efficiency above 10%) if the intensity of sunlight received is below 200 W/m².

Keyword: *Dependence on electrical energy, fossil energy, solar energy, solar panels, Static Solar Tracker*

ABSTRAK

penelitian ini dilatar belakangi oleh ketergantungan masyarakat akan energi listrik yang semakin besar seiring dengan kemajuan dibidang teknologi serta penambahan penduduk. Sementara itu energi fosil yang selama ini banyak digunakan diseluruh dunia termasuk Indonesia ketersediaannya semakin menipis, sehingga perlu adanya energi alternatif yang dapat menggantikan energi fosil sebagai pengganti energi listrik utama. Salah satu nya adalah dengan memanfaatkan energi matahari yang memiliki jumlah melimpah serta ramah lingkungan. Energi matahari dapat dimanfaatkan dengan merubahnya menjadi energi listrik menggunakan panel surya. Untuk dapat mengoptimalkan penyerapan sinar matahari perlu adanya suatu sistem yang dapat mengatur agar panel surya selalu berada pada posisi tegak lurus dengan arah datang nya sinar matahari, yaitu solar tracker statis.

Pengambilan data hasil pengujian atau penelitian dilakukan secara langsung dengan menggunakan software GUI dan Data logger serta menggunakan alat berupa Anemometer, adapun data yang diteliti antara lain, intensitas cahaya matahari, tegangan, kuat arus, daya masuk, daya keluaran, kecepatan angin, temperatur dan efisiensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panel surya 100 Wp tidak dapat menghasilkan output daya normal (Efisiensi diatas 10%) jika intensitas cahaya matahari yang diterima dibawah 200 W/m²

Kata Kunci: Ketergantungan energi listrik, Energi fosil, Energi matahari, panel surya, Solar Tracker Statis.

1. PENDAHULUAN

Energi surya merupakan sumber energi terbarukan yang signifikan, tersedia sepanjang tahun dan dengan ketersediaan geografis yang signifikan. Pada tahun 2050, produksi listrik global dari sumber terbarukan akan mencapai 45 triliun kWh/m². Pada tahun 2020, 20% konsumsi energi Eropa akan berasal dari energi terbarukan. Pada tahun 2040, kapasitas terpasang negara-negara APEC akan mencapai 6235 GW, dengan 35% berasal dari energi terbarukan [1]. Pemanfaatan energi matahari sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, khususnya dalam pembangkitan tenaga surya [2]. Energi surya menawarkan banyak manfaat seperti ketersediaan yang melimpah, perawatan yang mudah, pengoperasian yang bebas kebisingan, pengoperasian otomatis, dan kemampuan untuk diterapkan di dalam dan di luar jaringan [3]. Energi surya menawarkan keuntungan tetapi menghadapi tantangan seperti waktu penyerapan sinar matahari yang terbatas dan intensitas radiasi yang tidak menentu, sehingga membutuhkan inovasi untuk melacak pergerakan sinar matahari [4]. Indonesia yang terletak di daerah khatulistiwa memiliki potensi yang signifikan untuk pengembangan solar tracker, sebuah sistem fotovoltaik yang dilengkapi dengan struktur pendukung yang dilengkapi dengan motor [5].

Sistem ini secara otomatis mengarahkan panel surya untuk menghadap matahari, sehingga memaksimalkan penangkapan sinar matahari sepanjang hari [6]. Pelacak matahari dapat diklasifikasikan berdasarkan sistem kontrol, penggerak, strategi pelacakan, atau kebebasan bergerak, dengan sistem pelacakan matahari terbuka dan sistem pelacakan matahari tertutup menjadi dua kategori utama [7]. Sistem pelacakan matahari tipe terbuka menggunakan data input saat ini dan algoritme sistem untuk sinyal kontrol, sehingga tidak memiliki kemampuan untuk mengamati dan mengevaluasi data output untuk output yang diinginkan [8]. Sistem pelacakan matahari dapat diklasifikasikan menjadi sistem pasif dan aktif berdasarkan sistem penggerak yang digunakan. Sistem pasif menggunakan ekspansi termal dari gas atau cairan dengan titik didih rendah, sedangkan sistem aktif menggunakan teknologi mikroprosesor, motor, dan sensor cahaya untuk meningkatkan penyerapan energi matahari [9]. Sistem pelacakan matahari memiliki dua jenis: sumbu tunggal, yang memiliki satu derajat kebebasan pada satu sumbu rotasi, dan sumbu ganda, yang memiliki dua derajat kebebasan pada sumbu rotasi [10]. Kemajuan teknologi yang pesat di seluruh dunia telah menyebabkan meningkatnya permintaan energi Listrik [11]. Indonesia yang dikelilingi oleh garis khatulistiwa memiliki potensi energi matahari yang tinggi, dengan Dewan Energi Nasional melaporkan potensi 4,8 KWh/m²/hari, menjadikannya sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan dan melimpah [12]. Intensitas radiasi matahari di Indonesia sangat bervariasi di seluruh Indonesia, dengan daerah-daerah seperti Lamung,

Jawa Tengah, Sulawesi Tengah, Papua, Bali, NTB, dan NTT menerima sekitar 5 KWh/m², sementara Jawa Barat menerima 2 KWh/m², dan sisanya menerima 4 KWh/m² [13]. Sel suryamengubah cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan foton. Namun, cahaya matahari tidak konstan, sehingga mengoptimalkan penerimaan cahaya matahari ke panel surya dengan kaca reflektor sangat penting untuk meningkatkan daya yang dihasilkan oleh sel surya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan eksperimen sebagai metode penelitian, menganalisis dan menginterpretasikan data dari observasi langsung, dokumen lisan, dan bentuk-bentuk lain yang terkait untuk menjawab permasalahan yang diangkat dalam penelitian melalui eksperimen.

2.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan selama 7 hari berlangsung pada bulan desember 2023, penelitian dimulai pukul 08.00-17.00 WIB. Lokasi pelaksanaan penelitian di Universitas HKBP Nommensen Medan.

2.2. Prosedur Penelitian

Adapun Prosedur penelitian yang diperlukan adalah :

1. Penentuan lokasi pengujian di atas gedung yang sinar mataharinya tidak terhalang oleh bayangan gedung lainnya ataupun pepohonan
2. Pemasangan dudukan reflector, sehingga bisa dengan mudah dipasang dan dilepas serta disetel sudut kemiringan reflektornya
3. Pemasangan reflector
4. Pengukuran intensitas matahari, tegangan dan kuat arus, setiap 5 menit sekali mulai pukul 08.00-17.00 WIB

2.3. Analisis Data

Proses analisis data yang diperoleh, dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Mencatat semua data yang diperlukan dalam penelitian
2. Membuat tabel penelitian
3. Memasukkan data pada tabel
4. Menganalisa hasil penelitian
5. Memberikan hipotesa

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Metode Pengujian

Pada metode pengujian ini data yang diambil antara lain: intensitas Cahaya Matahari(W/m²), tegangan (V), kuat arus (A), daya masuk (W), daya keluaran(W), kecepatan angin(m/s), Temperatur (°C) dan efisiensi (%). Untuk mendapatkan data intensitas Cahaya matahari, tegangan dan kuat arus dari panel surya, direcord secara otomatis melalui software GUI dan Data logger, untuk mendapatkan besar daya yang masuk, besar daya keluaran, dan efisiensi dilakukan dengan perhitungan secara manual, sementara untuk mendapatkan data kecepatan angin dan temperatur dilakukan dengan mencatat secara langsung, dengan alat ukur Anemometer. Pengujian dilakukan selama 5 hari, mulai pukul 08:00 sampai 17:00 WIB Pengujian atau pengambilan data dilakukan per 5 menit, sehingga dalam pengujian 1 (satu) hari data yang diperoleh sebanyak 109 data dari masing-masing variabel yang di uji.

3.2. Besar Efisiensi yang Dihasilkan Panel Surya

Besar efisiensi yang dihasilkan panel surya dapat dihitung terlebih dahulu dengan

menghitung besar daya surya yang masuk (P_{in}) dan besar daya keluaran (P_{out}) sehingga efisiensi yang didapat merupakan efisiensi keluaran dari panel surya, perhitungan efisiensi dapat dihitung dengan Rumus :

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Besar daya keluaran } (P_{out})}{\text{Besar daya yang masuk } (P_{in})} 100\% \quad (1)$$

Dari hasil pengamatan diperoleh data dari pukul 08.00-17.00 WIB per 5 menit sekali padapengujian hari Ke-1 (pertama). Data tersebut kemudian diolah untuk mengetahui besardaya yang masuk (P_{in}), besar daya keluaran (P_{out}) dan besar efisiensi yang dihasilkan panel surya 100 Wp.sebagai contoh untuk data yang pertama yaitu:

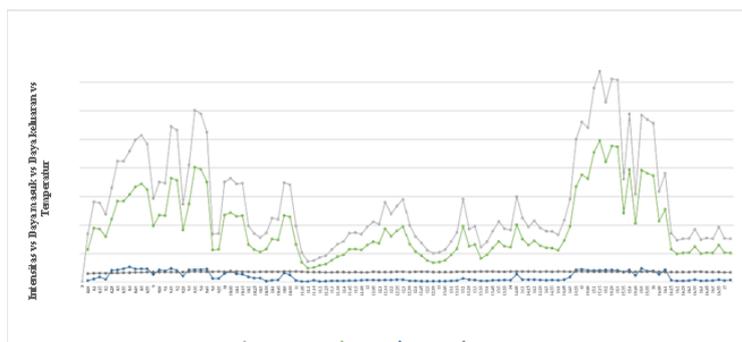
1. $P_{in} = I \cdot A_{panel} \cdot I$
 $I = 421,98 \text{ W/m}^2$
 $A_{panel} = 0,6683 \text{ m}^2$
 Sehingga : $P_{in} = 421,98 \text{ W/m}^2 \cdot 0,6683 \text{ m}^2$
 $P_{in} = 282,01 \text{ Watt}$
2. $P_{out} = V \cdot I$
 $V = 19,12 \text{ Volt}$
 $I = 2,11 \text{ Ampere}$
 Sehingga: $P_{out} = 19,12 \text{ V} \cdot 2,11 \text{ A}$
 $P_{out} = 46,02 \text{ Watt}$

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Besar daya keluaran } (P_{out})}{\text{Besar daya yang masuk } (P_{in})} \times 100\%$$
3. $P_{in} = 282,01 \text{ Watt}$
 $P_{out} = 46,42 \text{ Watt}$
 Sehingga:

$$\text{Efisiensi} = \frac{46,02 \text{ Watt}}{282,01 \text{ Watt}} \times 100\%$$

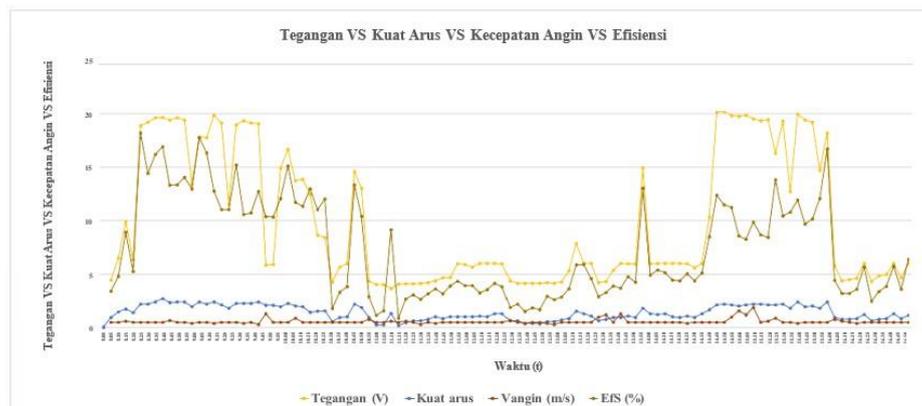
$$\text{Efisiensi} = 14,33 \%$$

Untuk data yang ke-2 sampai ke 109 dilakukan dengan cara perhitungan yang sama



Gambar 1. Grafik intensitas, daya masuk, daya keluaran dan temperatur pada pengujian hari ke-1

Dari gambar 1 diatas dapat dilihat intensitas cahaya matahari tertinggi pada pengujian hari ke-1 (pertama) yaitu pada pukul 15.10 WIB dengan intensitas cahaya matahari sebesar 737.96 W/m², daya masuk sebesar 493.18 W, daya keluaran sebesar 40.25 W dan temperature sebesar 34.9°C. Intensitas cahaya matahari terendah pada pengujian hari ke-1 (pertama) yaitu pada pukul 11.05 WIB dengan intensitas cahaya matahari sebesar 70.84 W/m², daya masuk sebesar 47.34 W, daya keluaran sebesar 0.71 W dan temperatur sebesar 33.8°C.



Gambar 2. Grafik tegangan, kuat arus,kecepatan angin dan efisiensi pada pengujian hari ke-1

Dari gambar 2 diatas dapat dilihat Tegangan tertinggi pada pengujian hari ke-1 (pertama) yaitu pada pukul 14.55 WIB dengan tegangan sebesar 20.14 V, kuat arus sebesar 2.11 A, kecepatan angin 0.4 m/s dan efisiensi sebesar 11.41 %. Tegangan terendah pada pengujian hari ke-1 (pertama) yaitu pada pukul 11.10 WIB dengan tegangan sebesar 3.56 V, kuat arus sebesar 1.25 A, kecepatan angin 0.5 m/s dan efisiensi sebesar 9.08 %. Dari hasil pengamatan diperoleh data dari pukul 08.00-17.00 WIB per 5 menit sekali pada pengujian hari ke-2 (Dua) tersebut kemudian diolah untuk mengetahui besar daya yang masuk (Pin), besar daya keluaran (Pout) dan besar efisiensi yang dihasilkan panel surya 100 WP. Sebagai contoh untuk data yang pertama yaitu:

$$\begin{aligned} P_{in} &= I \cdot A_{panel} \\ I &= 430.14 \text{ W/m}^2 \\ A_{panel} &= 0.6683 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} P_{in} &= 430.14 \text{ W/m}^2 \cdot 0.6683 \text{ m}^2 \\ P_{in} &= 287.46 \text{ Watt} \\ P_{out} &= V \cdot I \\ V &= 20.89 \text{ Volt} \\ I &= 2.18 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} P_{out} &= 20.89 \text{ V} \cdot 2.18 \text{ A} \\ P_{out} &= 45.63 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi} = x = \frac{\text{Besar daya keluaran (P in)}}{\text{Besar daya masuk (P out)}} \times 100\%$$

$$P_{in} = 287.46 \text{ Watt}$$

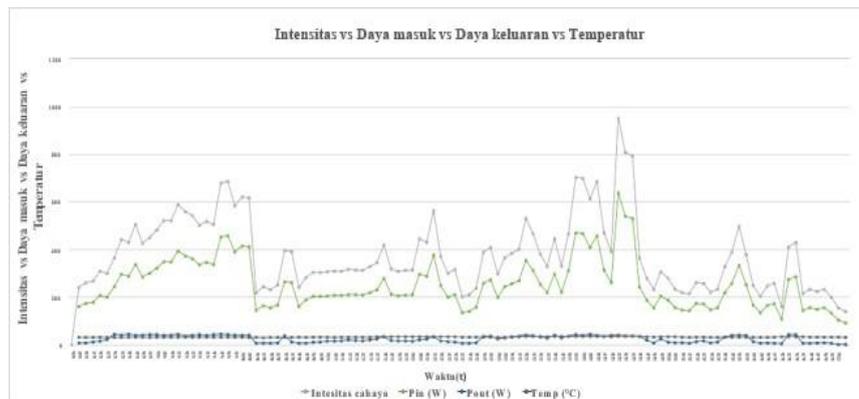
$$P_{out} = 45.63 \text{ Watt}$$

Sehingga:

$$Efisiensi = \frac{45.63 \text{ Watt}}{287.46 \text{ Watt}} \times 100\%$$

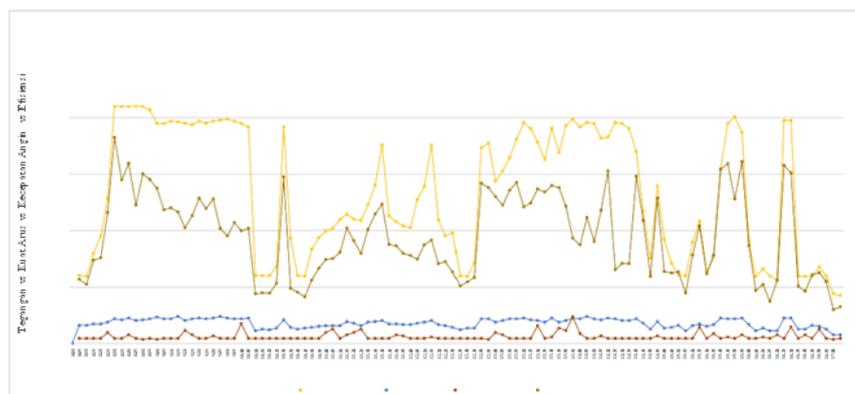
$$Efisiensi = 15.87 \%$$

Untuk data yang ke-2 sampai ke 109 dilakukan dengan cara perhitungan yang sama.



Gambar 3. Grafik intensitas, daya masuk, daya keluaran dan temperatur pada pengujian hari ke-2

Dari gambar 3 diatas dapat dilihat intensitas cahaya matahari tertinggi pada pengujian hari ke-2 (kedua) yaitu pada pukul 14.20 WIB dengan intensitas cahaya matahari sebesar 954.05 W/m², daya masuk sebesar 637.59 W, daya keluaran sebesar 41.16 W dan temperature sebesar 37.8°C. Intensitas cahaya matahari terendah pada pengujian hari ke 2 (kedua) yaitu pada pukul 17.00 WIB dengan intensitas cahaya matahari sebesar 138.62 W/m², daya masuk sebesar 92.64 W, daya keluaran sebesar 2.94 W dan temperatur sebesar 32.2°C.



Gambar 4. Grafik tegangan, kuat arus, kecepatan angin dan efisiensi pada pengujian hari ke-2

Tegangan terendah pada pengujian hari ke-2 (kedua) yaitu pada pukul 17.00 WIB dengan tegangan sebesar 4.19 V, kuat arus sebesar 0.70 A, kecepatan angin 0.4 m/s dan efisiensi sebesar 3.18 %. Dari hasil pengamatan diperoleh data dari pukul 08.00-17.00

WIB per 5 menit sekali pada pengujian hari ke-3 (tiga) tersebut kemudian diolah untuk mengetahui besar daya yang masuk (Pin), besar daya keluaran (Pout) dan besar efisiensi yang dihasilkan panel surya 100 WP. Sebagai contoh untuk data yang pertama yaitu:

$$\begin{aligned} P_{in} &= I \cdot A_{panel} \\ I &= 354.71 \text{ W/m}^2 \\ A_{panel} &= 0.6683 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} P_{in} &= 354.71 \text{ W/m}^2 \cdot 0.6683 \text{ m}^2 \\ P_{in} &= 237.05 \text{ Watt} \\ P_{out} &= V \cdot I \\ V &= 18.7 \text{ Volt} \\ I &= 2.32 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} P_{out} &= 18.7 \text{ V} \cdot 2.32 \text{ A} \\ P_{out} &= 43.46 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi} = x = \frac{\text{Besar daya keluaran (P out)}}{\text{Besar daya masuk (P in)}} \times 100\%$$

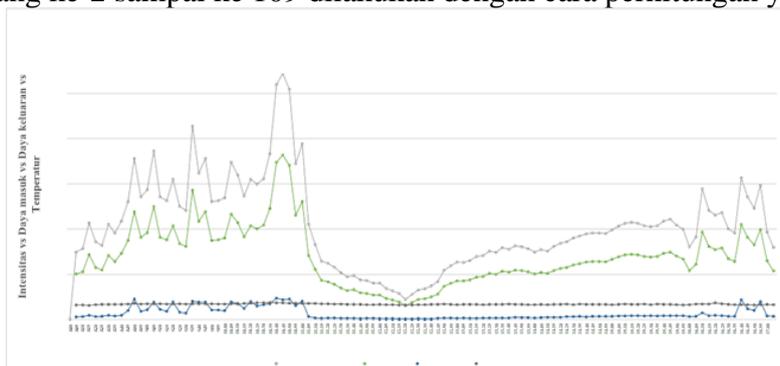
$$\begin{aligned} P_{in} &= 237.05 \text{ Watt} \\ P_{out} &= 43.46 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\text{Efisiensi} = \frac{43.46 \text{ Watt}}{237.05 \text{ Watt}} \times 100\%$$

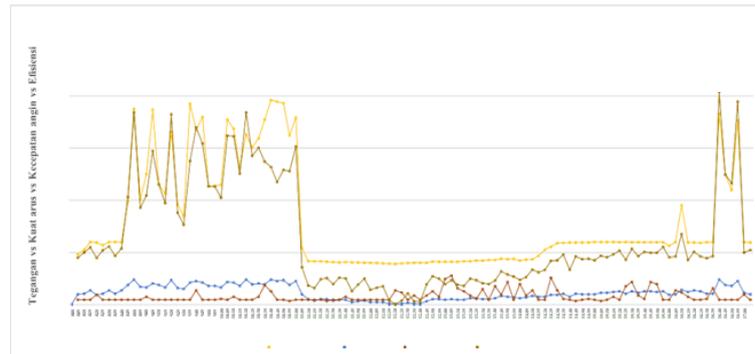
$$\text{Efisiensi} = 18.34 \%$$

Untuk data yang ke-2 sampai ke 109 dilakukan dengan cara perhitungan yang sama.



Gambar 5. Grafik intensitas, daya masuk, daya keluaran dan temperatur pada pengujian hari ke-3

Dari gambar 5 diatas dapat dilihat intensitas cahaya matahari tertinggi pada pengujian hari ke-3 (tiga) yaitu pada pukul 10.40 WIB dengan intensitas cahaya matahari sebesar 542.26 W/m², daya masuk sebesar 362.39 W, daya keluaran sebesar 42.35 W dan temperatur sebesar 35.3°C. Intensitas cahaya matahari terendah pada pengujian hari ke-3 (tiga) yaitu pada pukul 12.15 WIB dengan intensitas cahaya matahari sebesar 43.06 W/m², daya masuk sebesar 28.78 W, daya keluaran sebesar 0.23 W dan temperatur sebesar 30.4°C.



Gambar 6. Grafik tegangan, kuat arus, kecepatan angin dan efisiensi pada pengujian hari ke- 3

Dari gambar 6 diatas dapat dilihat Tegangan tertinggi pada pengujian hari ke-3 (tiga) yaitu pada pukul 10.35 WIB dengan tegangan sebesar 19.54 V, kuat arus sebesar 2.33 A, kecepatan angin 1.2 m/s dan efisiensi sebesar 13.13 %. Tegangan terendah pada pengujian hari ke-3 (tiga) yaitu pada pukul 12.15 WIB dengan tegangan sebesar 3.84 V, kuat arus sebesar 0.06 A, kecepatan angin 1.3 m/s dan efisiensi sebesar 0.80%. Dari hasil pengamatan diperoleh data dari pukul 08.00-17.00 WIB per 5 menit sekali pada pengujian hari ke-4 (empat) tersebut kemudian diolah untuk mengetahui besar daya yang masuk (Pin), besar daya keluaran (Pout) dan besar efisiensi yang dihasilkan panel surya 100 WP. Sebagai contoh untuk data yang pertama yaitu:

$$\begin{aligned} P_{in} &= I \cdot A_{panel} \\ I &= 328.21 \text{ W/m}^2 \\ A_{panel} &= 0.6683 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} P_{in} &= 328.21 \text{ W/m}^2 \cdot 0.6683 \text{ m}^2 \\ P_{in} &= 219.34 \text{ Watt} \\ P_{out} &= V \cdot I \\ V &= 4.36 \text{ Volt} \\ I &= 0.85 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} P_{out} &= 18.79 \text{ V} \cdot 2.11 \text{ A} \\ P_{out} &= 39.72 \text{ Watt} \\ \text{Efisiensi} &= \frac{\text{Besar daya keluaran (P out)}}{\text{Besar daya masuk (P in)}} \times 100\% \end{aligned}$$

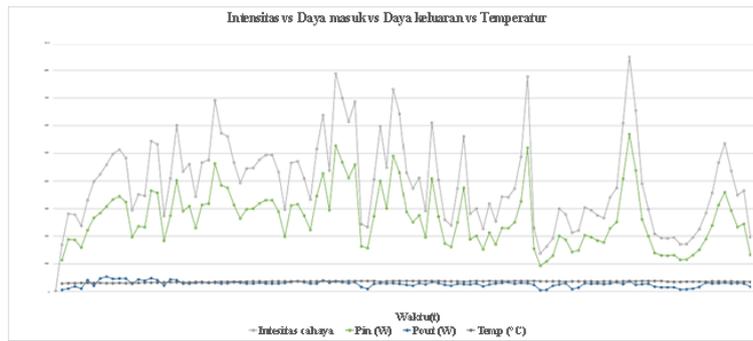
$$\begin{aligned} P_{in} &= 219.34 \text{ Watt} \\ P_{out} &= 39.72 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\text{Efisiensi} = \frac{39.72 \text{ Watt}}{219.34 \text{ Watt}} \times 100\%$$

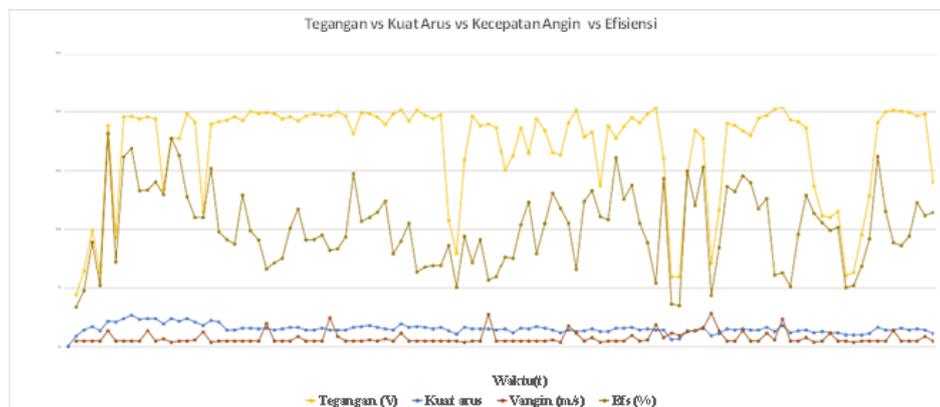
$$\text{Efisiensi} = 18.11 \%$$

Untuk data yang ke-2 sampai ke 109 dilakukan dengan cara perhitungan yang sama



Gambar 7. Grafik intensitas, daya masuk, daya keluaran dan temperatur pada pengujian hari ke-4

Dari gambar 7 diatas dapat dilihat intensitas cahaya matahari tertinggi pada pengujian hari ke-4 (empat) yaitu pada pukul 15.25 WIB dengan intensitas cahaya matahari sebesar 848.04 W/m², daya masuk sebesar 566.75 W, daya keluaran sebesar 35.26 W dan temperatur sebesar 35.3°C. Intensitas cahaya matahari terendah pada pengujian hari ke-4 (empat) yaitu pada pukul 14.15 WIB dengan intensitas cahaya matahari sebesar 135.56 W/m², daya masuk sebesar 90.59 W, daya keluaran sebesar 3.22 W dan temperatur sebesar 34.3°C.



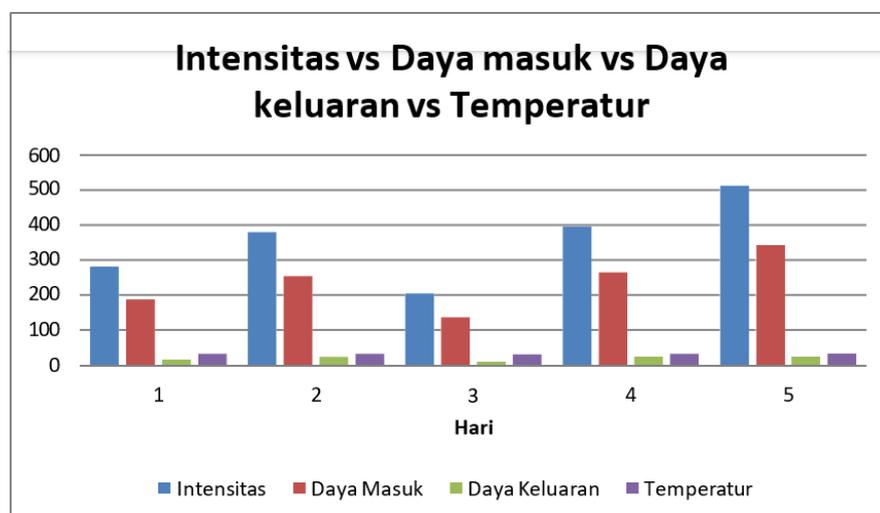
Gambar 8. Grafik tegangan, kuat arus, kecepatan angin dan efisiensi pada pengujian hari ke-4

Dari gambar 8 diatas dapat dilihat Tegangan tertinggi pada pengujian hari ke-4 (empat) yaitu pada pukul 15.25 WIB dengan tegangan sebesar 20.34 V, kuat arus sebesar 1.73 A, kecepatan angin 2.3 m/s dan efisiensi sebesar 6.2 %. Tegangan terendah pada pengujian hari ke-4 (empat) yaitu pada pukul 8.00 WIB dengan tegangan sebesar 4.36 V, kuat arus sebesar 0.85 A, kecepatan angin 0.4 m/s dan efisiensi sebesar 3.32 %. Dari hasil pengamatan diperoleh data dari pukul 08.00-17.00 WIB per 5 menit sekali pada pengujian hari ke-5 (lima) tersebut kemudian diolah untuk mengetahui besar daya yang masuk (Pin), besar daya keluaran (Pout) dan besar efisiensi yang dihasilkan panel surya 100 WP.

Tabel 1. Tabulasi Data Pengujian

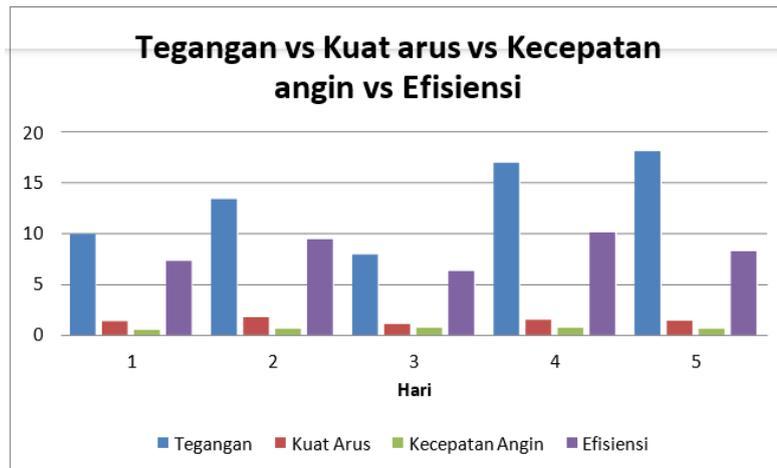
Hari	Intensitas Cahaya (W/m^2)	Tegangan (V)	Kuat Arus (A)	P_{in} (W)	P_{out} (W)	V_{angin} (m/s)	Temp (%)	Efs (%)
1	281.75	9.94	1.34	188.30	17.5	0.5	33.8	7.30
2	379.83	13.38	1.75	253.84	25.44	0.6	33.4	9.44
3	205.15	7.91	1.08	137.10	11.49	0.7	32.2	6.30
4	395.31	16.95	1.48	264.18	25.76	0.7	33.6	10.10
5	511.44	18.08	1.39	341.79	25.69	0.6	34.6	8.25
Rata-Rata	354.70	13.25	1.41	237.04	21.18	0.6	33.5	8.28

Dari tabel 1 menunjukkan tabulasi data pengujian panel surya 100 WP menggunakan solar tracker statis selama 5 hari, dari data diatas dapat dilihat bahwa intensitas cahaya matahari mengalami naik turun selama 5 hari pengujian, dengan rata-rata intensitas cahaya matahari sebesar 354.70



Gambar 9. Grafik intensitas cahaya matahari, daya masuk, daya keluaran, dan temperatur harian selama 5 hari pengujian

Selama periode pengujian, intensitas cahaya matahari berfluktuasi, dengan intensitas tertinggi pada hari ke-5 sebesar 511,44 W/m^2 . Hal ini disebabkan oleh cuaca yang panas dan durasi matahari pada panel surya. Intensitas terendah terjadi pada hari ke-3 sebesar 205,15 W/m^2 , yang disebabkan oleh cuaca yang kurang mendukung seperti cuaca mendung dan terhalang oleh pohon dan bangunan. Grafik 9 menggambarkan fluktuasi intensitas cahaya matahari selama lima hari.



Gambar 10. Grafik intensitas cahaya matahari, daya masuk, daya keluaran, dan temperatur harian selama 5 hari pengujian

Tegangan yang dihasilkan oleh panel surya 100 WP menggunakan pelacak surya statis selama 5 hari pengujian menunjukkan fluktuasi. Tegangan harian tertinggi adalah 18,08 V pada hari ke-5, disebabkan oleh daya keluaran dan intensitas sinar matahari yang tinggi, sedangkan yang terendah adalah 7,91 V pada hari ke-3, disebabkan oleh daya keluaran dan intensitas sinar matahari yang rendah.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian Panel Surya Jenis 100 Wp menggunakan solar tracker statis selama 5 hari, didapat data sebagai berikut:

- Intensitas cahaya matahari tertinggi didapat pada hari ke-2 sebesar 954.05 W/m^2 dan Intensitas cahaya matahari terendah terdapat pada hari ke-3 sebesar 43.06 W/m^2
- Tegangan tertinggi didapat pada hari ke-5 sebesar 18.08 V dan tegangan terendah terdapat pada hari ke-3 sebesar 7.91 V
- Kuat arus tertinggi didapat pada hari ke-4 sebesar 1.48 A kuat arus terendah terdapat pada hari ke-3 1.08 A
- Daya masuk tertinggi didapat pada hari ke-5 sebesar 341.79 W dan daya masuk terendah terdapat pada hari ke-3 sebesar 137.10 W
- Daya keluar tertinggi didapat pada hari ke-4 sebesar 25.76 W dan daya keluar terendah terdapat pada hari ke-3 sebesar 11.49 W
- Kecepatan angin tertinggi terdapat pada hari ke-3 dan ke-4 sebesar 0.7 m/s dan kecepatan angin terendah terdapat pada hari ke-1 sebesar 0.5 m/s
- Temperature tertinggi didapat pada hari ke-5 sebesar 34.6°C dan temperature terendah terdapat pada hari ke-3 sebesar 32.0°C
- Efisiensi tertinggi terdapat pada hari ke-4 sebesar 10.10 % dan efisiensi terendah terdapat pada hari ke-3 sebesar 6.30 %
- Pengujian panel surya 100 WP menggunakan solar tracker statis menghasilkan nilai rata-rata intensitas cahaya matahari sebesar 354.70 W/m^2 , tegangan sebesar 13.25 V, kuat arus sebesar 1.41 A, daya masuk sebesar 11.237.04 W, daya keluar sebesar 21.18 W, kecepatan angin sebesar 0.6 m/s, temperatur sebesar 33.5°C, dan efisiensi sebesar 8.28 %
- Panel surya 100 WP tidak dapat menghasilkan output daya normal (efisiensi

diatas10%) jika intensitas cahaya matahari yang diterima dibawah 200 W/m².

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. A.N. Vargas, G.R. Francisco, M.A.F. Montezuma, L.P. Sampaio, L. Acho Low- cost dual-axis solar tracker with photovoltaic energy processing for education Sustain. Energy Technol. Assessments, 53 (Oct. 2022), 10.1016/j.seta.2022.102542View article Google Scholar
- [2]. E.V. Platonova, A.S. Toropov, A.N. Tulikov. Simulation of energy input to solar panelsProceedings - 2019 International Ural Conference on Electrical Power Engineering, Ural Con (2019), pp.133-137, 10.1109/URALCON.2019.88776332019ViewarticleView in ScopusGoogle Scholar
- [3]. L. de Oliveira-Assis, et al.Optimal energy management system using biogeography based optimization for grid-connected MVDC microgrid with photovoltaic, hydrogen system, electric vehicles and Z-source convertersEnergy Convers. Manag., 248 (Nov. 2021), 10.1016/j.enconman.2021.114808 View PDF This article is free to access.Google Scholar
- [4]. K. Jaiganesh, K. Bharath Simha Reddy, B.K.D. Shobhitha, B. Dhanush GoudEnhancing the efficiency of rooftop solar photovoltaic panel with simple cleaning mechanismMaterials Today: Proceedings, Elsevier Ltd (2021), pp. 411- 415, 10.1016/j.matpr.2021.05.565View article View in ScopusGoogle Scholar
- [5]. M. Mustapha, et al.Mathematical modeling and experimental validation of bifacial photovoltaic–thermal system with mirror reflectorCase Stud. Therm. Eng., 43 (2023), 10.1016/j.csite.2023.102800 View PDF This article is free to access.GoogleScholar
- [6]. C.R. Algarín, A.O. Castro, J.C. NaranjoDual-axis solar tracker for using in photovoltaic systemsInt. J. Renew. Energy Resour., 7 (1) (2017), pp. 137-145, 0.20508/ijrer.v7i1.5147.g6973View article View in ScopusGoogle Scholar
- [7]. Y. Yao, Y. Hu, S. Gao, G. Yang, J. DuA multipurpose dual-axis solar tracker with two tracking strategiesRenew. Energy, 72 (2014), pp. 88-98, 10.1016/j.renene.2014.07.002View PDFView articleView in ScopusGoogleScholar
- [8]. A. Fudholi, K. SopianR&D of photovoltaic thermal (PVT) systems: an overviewInt. J. Power Electron. Drive Syst., 9 (2) (2018), 10.11591/ijpeds.v9.i2.pp803-810View article Google Scholar
- [9]. A. Taheri, et al. Improving the performance of a nanofluid-based photovoltaic thermal module utilizing dual-axis solar tracker system: experimental examination and thermodynamic analysisAppl. Therm. Eng., 196 (Sep. 2021), 10.1016/j.applthermaleng.2021.117178View article Google Scholar
- [10]. N.S.B. Rukman, A. Fudholi, I. Taslim, M.A. Indrianti, I.N. Manyoe Overview on recent photovoltaic module cooling methods: advances PVT systems Int. J. Electr. Comput. Eng., 10 (1) (2020), 10.11591/ijece.v10i1.pp15-21 View article Google Scholar
- [11]. K. Fadhlullah. “Solar Tracking System Berbasic Arduino”. Repositori UIN

- Alauddin. 2017.
- [12]. Pahlevi, Reza. (2014). Pengujian Karakteristik Panel Surya Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya. SKRIPSI. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [13]. Permana., A.D. dkk. 2010. Outlook Energi Indonesia 2010: Teknologi Untuk Mendukung Keandalan Pasokan Energi Listrik. BPPT Press. Jakarta.