

PEMANFAATAN INTENSITAS CAHAYA PADA PANEL SURYA 200 WP UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK

¹Yosua Karunia, ²Erwan Eko Prasetyo, ³Gaguk Marausna

^{1,3}Teknik Dirgantara, STTKD, ²Aeronautika, STTKD

Abstrak

Pada perkembangan dunia saat ini energi listrik merupakan salah satu hal yang sangat dibutuhkan di seluruh belahan dunia, karena energi listrik sendiri sudah menjadi salah satu aspek penting bagi seluruh manusia. Indonesia merupakan negara yang terletak di tengah-tengah, antara bagian utara dan bagian selatan, itu menandakan Indonesia merupakan negara yang terletak di wilayah aktuator yang mempunyai cuaca relatif cerah. Pada penelitian ini memiliki sebuah tujuan yaitu untuk mendapatkan pengaruh intensitas cahaya terhadap hasil daya yang didapat. Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan cara mengukur intensitas cahaya menggunakan solar power meter, tegangan (volt), arus (ampere) yang keluar dari panel surya 200 Wp, dan daya (watt) yang di hasilkan. Panel surya yang dipakai pada penelitian ini menggunakan 2 buah panel surya yang masing-masing berkapasitas 100 Wp, Waktu pengambilan data ini dimulai dari jam 08.00 – 16.00 sore dan pengambilan data setiap 30 menit sekali. Hasil dari pengujian keempat variabel yang telah diuji meliputi intensitas cahaya, tegangan, arus dan daya menunjukkan bahwa intensitas cahaya matahari sangat mempengaruhi hasil dari panel surya pada arus, tegangan dan daya. Hasil pengujian dari panel surya 200 Wp terhadap intensitas cahaya matahari bahwa intensitas cahaya 922,4 lux menghasilkan tegangan sebesar 20,5 volt dan arus sebesar 0,4 ampere dan daya sebesar 8,2 watt. Pada intensitas cahaya 821,5 lux menghasilkan tegangan 20,4 volt dan arus sebesar 0,3 ampere dan daya sebesar 6,12 watt. Artinya bahwa semakin besar intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya maka akan semakin besar pula arus, tegangan dan daya yang dihasilkan

Kata kunci: Intensitas Cahaya, Arus (Ampere), Tegangan (Volt), Daya (Watt).

Abstract

In today's world development, electrical energy is one thing that is needed in all parts of the world, because electrical energy itself has become one of the important aspects for all humans. Indonesia is a country located in the middle, between north and south, this shows that Indonesia is a country located in an actuator area that has relatively sunny weather. This study has a purpose, namely to obtain the effect of light intensity on the power results obtained. The research method was carried out by measuring light intensity using a solar power meter, voltage (volts), current (amperes) coming out of the solar panel 200 Wp, and power (watts) generated. The solar panels used in this study use 2 solar panels, each with a capacity of 100 Wp. This data collection time starts from 08.00 – 16.00 in the afternoon and data collection is carried out every 30 minutes. The test results of the four variables that have been tested include light intensity, voltage, current and power, indicating that the intensity of sunlight greatly affects the results of solar panels on current, voltage and power. The test results of a 200 Wp solar panel at a light intensity of 922.4 lux produce a voltage of 20.5 volts and a current of 0.4 amperes and a power of 8.2 watts. At a light intensity of 821.5 lux, it produces a voltage of 20.4 volts and a current of 0.3 amperes and a power of 6.12 watts. This means that the greater the intensity of light received by the solar panel, the greater the current, voltage and power generated.


Keywords: Light Intensity, Current (Amperes), Voltage (Volts), Power (Watts).

Pendahuluan

Pada perkembangan dunia saat ini energi listrik merupakan salah satu hal yang sangat dibutuhkan di seluruh belahan dunia, karena energi listrik sendiri sudah menjadi salah satu aspek penting bagi seluruh manusia. (Hasrul *et al.*, 2021) Dikarenakan energi listrik dipakai 24 jam setiap hari untuk keperluan alat rumah tangga, bahkan dipakai juga untuk dunia perindustrian seperti kantor dan pabrik-pabrik besar. (Usman, 2020) Saat ini, sebagian besar energi listrik sendiri bisa didapat dengan cara mengtransfigurasi energi listrik itu sendiri, misalkan dari minyak bumi, fosil bahkan gas. (Utomo, Hardianto and Kaloko, 2017)(Surindra *et al.*, 2020) Tetapi jika dilihat dari pemanfaatan

¹Email Address: joshuakarunia18@gmail.com

Received 3 Maret 2022, Available Online 30 Juli 2022

 <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i1.429>

sumber energi tersebut, ada beberapa kekurangan yang dapat terjadi contohnya sumber daya alam yang dipakai untuk mengtransfigurasi energi listrik itu sendiri akan semakin menipis dan bahkan habis hanya dipakai sebagai sumber energi listrik.(Hasrul *et al.*, 2021)(Sunaryo, 2014) Energi matahari adalah salah satu sumber energi yang tidak akan pernah habis sampai kapanpun dan energi yang dihasilkan oleh matahari tanpa batas.(Negara, 2016) akan tetapi energi matahari sendiri dapat kurang optimal saat kondisi langit menjelang sore ke malam dan juga saat terjadinya mendung serta hujan, maka dari itu energi yang dihasilkan oleh matahari sendiri tidak akan maksimal/optimal.(Stoyanov *et al.*, 2017)

Indonesia merupakan negara yang terletak di tengah-tengah, antara bagian utara dan bagian selatan, itu menandakan indonesia merupakan negara yang terletak di wilayah akuator yang mempunyai cuaca relatif cerah.(Yandi, Syafii and Pulungan, 2017) Menurut Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral jika dilihat rata-rata intensitas radiasi sinar matahari yang berada di indonesia sekitar 4,8 kWh/m² dan berpotensi menghasilkan sekitar 112,000 GWp (Gigawatt-peak) listrik.(Suryawinata, Purwanti and Sunardiyo, 2017) Dengan intensitas cahaya matahari sebesar itu indonesia dapat berpotensi besar memanfaatkan energi surya menjadi energi listrik.(Hidayati, Yanti and Jamal, 2020) Maka dari itu pada penelitian kali ini penulis ingin memanfaatkan teknologi panel surya yang dapat mengubah intensitas radiasi matahari yang terpapar pada panel surya menjadi energi listrik, dengan cara mengukur intensitas matahari dengan menggunakan alat *solar power* meter dan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya.(Panjaitan, Suwarno and Darwin, 2020)

Tinjauan Pustaka

Sel Surya/ Panel Surya

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik.(Purwoto, 2018)(Anhar, Sara and Siregar, 2017)(Nurdiansyah *et al.*, 2020) Sel surya terbuat dari bahan semikonduktor seperti silikon, germanium dan bahan fosfor tipis.(Anhar, Sara and Siregar, 2017)(Almanda and Bhaskara, 2018) Sebuah sel surya terdiri dari bahan semikonduktor (P) jenis positif dan negatif sambungan (N) kedua lapisan ini disebut cabang (*Junction*). (Eka *et al.*, 2018) Sel surya bekerja berdasarkan efek fotoelektrik adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi benda yang melewati radiasi sinar yang dipancarkan oleh sensor, yang kemudian dipantulkan kembali ke *receiver* sensor.(Martawati, 2018) Sensor ini bersifat seperti saklar, apabila sensor mendeteksi benda maka saklar akan ON, apabila tidak mendeteksi benda maka sensor OFF, pada material semikonduktor untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik.(Anhar, Sara and Siregar, 2017)

Aki (*Accumulator*)

Aki/ Accumulator pada penelitian ini berfungsi untuk menyimpan daya arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dipakai untuk beban listrik.(Ainuddin, Manjang and Samman, 2018) Beban yang bisa digunakan berupa lampu pijar, peralatan rumah tangga, keperluan industri dan masih banyak lagi yang memerlukan listrik DC.

Inverter

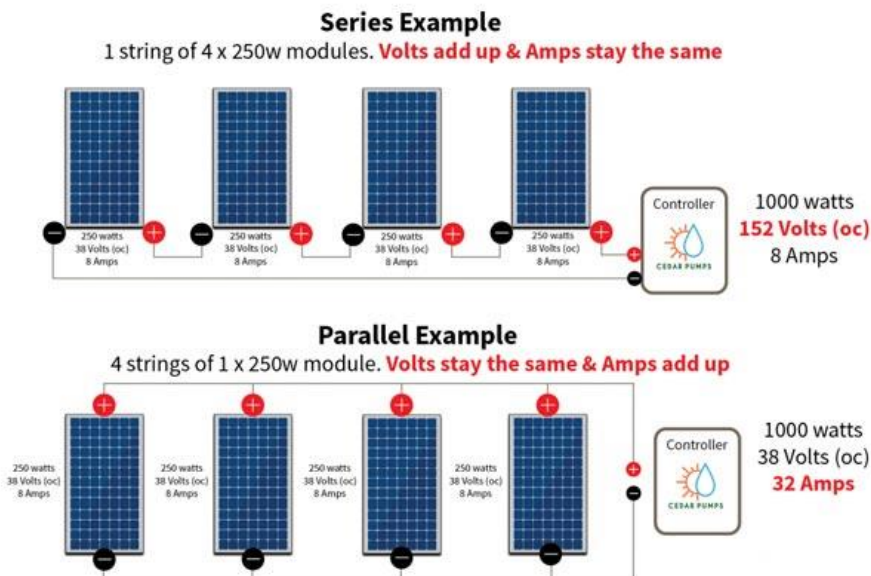
Inverter adalah rangkaian yang mengubah tegangan DC menjadi AC. Atau lebih tepatnya inverter memindahkan tegangan dari sumber DC ke beban AC.(SAODAH and UTAMI, 2019) Sumber tegangan inverter dapat berupa baterai, panel surya maupun sumber tegangan DC lainnya. Berdasarkan gelombang keluaran yang dihasilkan, inverter dapat dibagi menjadi 3 macam yaitu *square wave*, *modified sine wave*, dan *pure sine wave*. (Purwoto, 2018)

Control Charger

Control charger adalah alat yang menjaga pengisian daya pada baterai dari panel surya dan menjaga tegangan baterai agar tetap stabil. Control charger ini bekerja secara otomatis, ketika sudah mencapai tegangan maksimal maka control charger akan menghentikan pengisian daya pada baterai. (Ainuddin, Manjang and Samman, 2018) (Sianipar, 2014) Dan ketika tegangan baterai sudah mulai turun maka control charger akan memutuskan tegangan, jadi baterai tidak akan sampai habis. Jadi dengan menggunakan control charger dapat menjaga agar kondisi baterai tidak berlebihan (*over charger*) dan tidak kehabisan (*under charger*).

Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan cara mengukur intensitas cahaya menggunakan *solar power* meter, tegangan (Volt), arus (Ampere) yang keluar dari panel surya 200 Wp, dan daya (Watt) yang di hasilkan. Panel surya yang dipakai pada penelitian ini menggunakan 2 buah panel surya yang masing-masing berkapasitas 100 Wp, dimensi 1 buah panel surya adalah 670 mm x 820 mm. Penelitian ini menggunakan sistem paralel pada kedua buah panel surya tersebut dikarenakan penggunaan paralel bisa menambah arus sedangkan jika menggunakan sistem seri yang bertambah adalah tegangan.

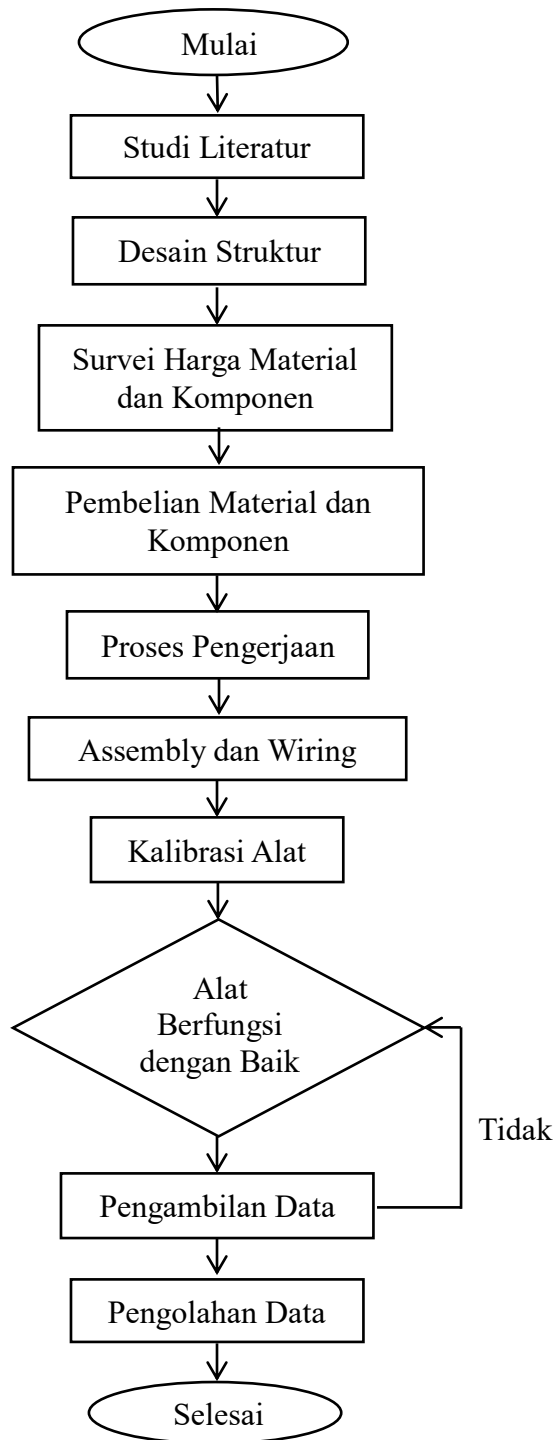


Gambar 1. Perbedaan Rangkaian Seri dan Paralel.

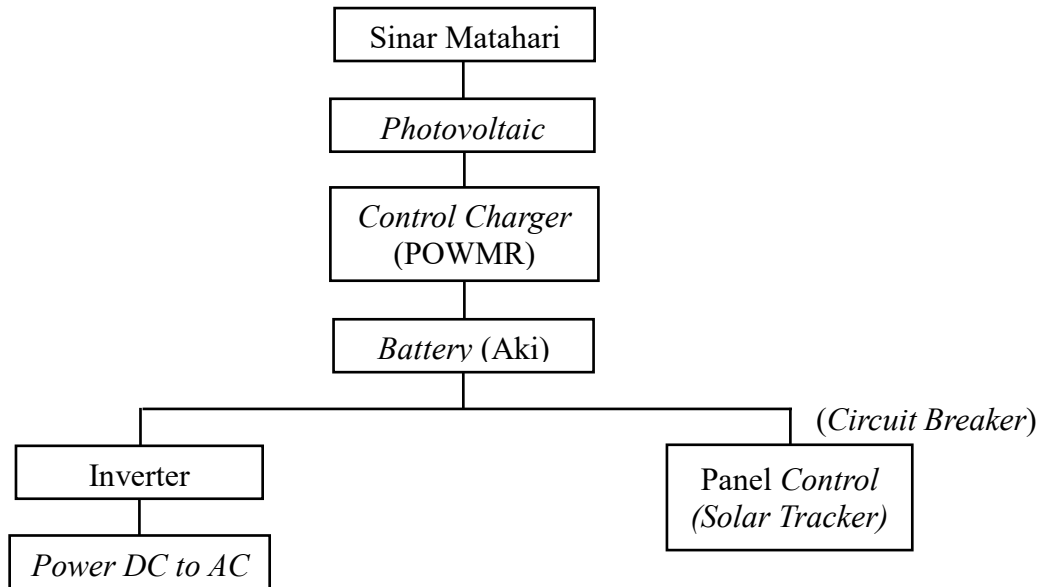
(Sumber: [Rangkaian Panel Surya Seri dan Paralel, Apa Perbedaannya? \(builder.id\)](#))

Waktu pengambilan data ini dimulai dari jam 08.00 – 16.00 sore dan pengambilan data setiap 30 menit sekali.

Berikut ini *flowchart* alur penelitian pengambilan data.



Gambar 2. Flowchart Penelitian



Gambar 3. Diagram Blok

Hasil dan Pembahasan

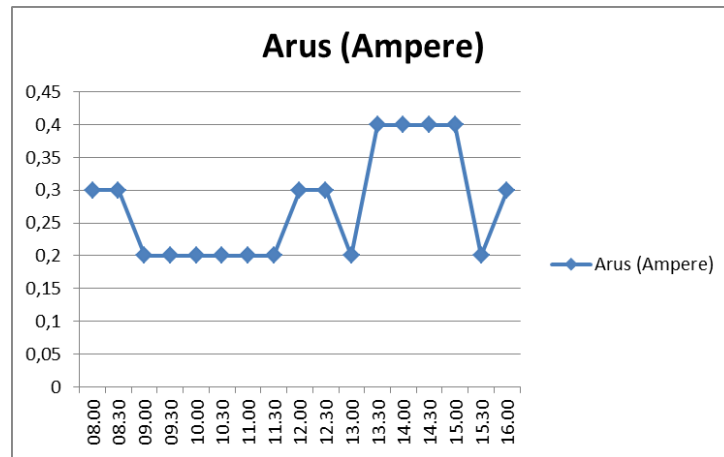
Hasil Pengujian Intensitas Cahaya dengan Arus yang dihasilkan.

Dari hasil analisis dengan menggunakan *solar power* meter didapatkan data arus yang keluar, yang dihasilkan oleh panel surya.

Table 1. Intensitas Cahaya terhadap Arus.

| Jam | Intensitas Cahaya (x1000 LUX) | Arus (Ampere) |
|-------|----------------------------------|---------------|
| 08.00 | 732,3 | 0,3 |
| 08.30 | 550,6 | 0,3 |
| 09.00 | 565,7 | 0,2 |
| 09.30 | 736,9 | 0,2 |
| 10.00 | 1289,1 | 0,2 |
| 10.30 | 1321,2 | 0,2 |
| 11.00 | 445,4 | 0,2 |
| 11.30 | 355,0 | 0,2 |
| 12.00 | 1378,4 | 0,3 |
| 12.30 | 1107,6 | 0,3 |
| 13.00 | 1388,0 | 0,2 |
| 13.30 | 1544,2 | 0,4 |
| 14.00 | 1480,4 | 0,4 |
| 14.30 | 1248,6 | 0,4 |
| 15.00 | 1128,4 | 0,4 |
| 15.30 | 361,6 | 0,2 |
| 16.00 | 821,5 | 0,3 |

Pada tabel 3.1 dapat dilihat bahwa intensitas cahaya matahari pada pukul 08.00 wib yaitu sebesar 732,3 lux dan arus yang dihasilkan oleh panel surya 200 Wp sebesar 0,3 ampere. Sedangkan nilai data intensitas cahaya tertinggi pada pukul 13.30 wib dengan intensitas cahaya 1544,2 lux dan arus sebesar 0,4 ampere.



Gambar 4. Grafik Intensitas Cahaya Terhadap Arus (Ampere).

Pada gambar grafik 3.1 bisa dilihat bahwa nilai yang dihasilkan oleh intensitas cahaya matahari mempengaruhi arus listrik yang dihasilkan. Maka semakin intensitas cahaya yang didapatkan oleh panel surya, semakin besar juga arus yang dihasilkan oleh panel surya.

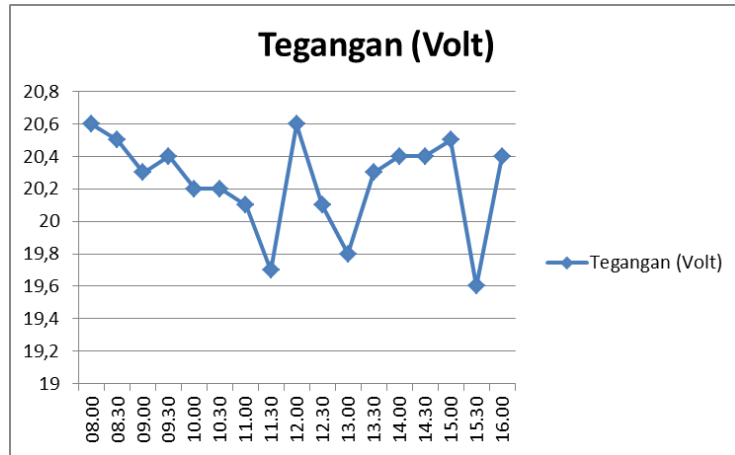
Hasil Pengujian Intensitas Cahaya dengan Tegangan yang dihasilkan.

Dari hasil analisis dengan menggunakan *solar power* meter didapatkan data tegangan yang dihasilkan oleh panel surya.

Table 2. Intensitas Cahaya terhadap Tegangan.

| Jam | Intensitas Cahaya (x1000 LUX) | Tegangan (Volt) |
|-------|----------------------------------|-----------------|
| 08.00 | 732,3 | 20,6 |
| 08.30 | 550,6 | 20,5 |
| 09.00 | 565,7 | 20,3 |
| 09.30 | 736,9 | 20,4 |
| 10.00 | 1289,1 | 20,2 |
| 10.30 | 1321,2 | 20,2 |
| 11.00 | 445,4 | 20,1 |
| 11.30 | 355,0 | 19,7 |
| 12.00 | 1378,4 | 20,6 |
| 12.30 | 1107,6 | 20,1 |
| 13.00 | 1388,0 | 19,8 |
| 13.30 | 1544,2 | 20,3 |
| 14.00 | 1480,4 | 20,4 |
| 14.30 | 1248,6 | 20,4 |
| 15.00 | 1128,4 | 20,5 |
| 15.30 | 361,6 | 19,6 |
| 16.00 | 821,5 | 20,4 |

Pada tabel 3.2 dapat dilihat bahwa intensitas cahaya matahari pada pukul 08.00 wib yaitu sebesar 732,3 lux dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya 200 Wp sebesar 20,6 volt dan pada pukul 11.30 tegangan mengalami penurunan menjadi 19,7 volt, sedangkan nilai intensitas cahaya yang tertinggi pada pengujian ini yaitu pukul 13.30 wib sebesar 1544,2 lux dan tegangan yang dihasilkan sebesar 20,3 volt.



Gambar 5. Grafik Intensitas Cahaya Terhadap Tegangan (Volt).

Pada gambar grafik 3.2 bisa dilihat bahwa tegangan yang dihasilkan oleh intensitas cahaya matahari tidak serta merata mengalami kenaikan. Tegangan listrik tertinggi pada jam 08.00 dan 12.00 yaitu 20,6 volt dan intensitas cahayanya adalah 732,3 serta 1378,4 lux. Akan tetapi intensitas cahaya terbesar pada jam 13.30 yaitu 1544,2 lux dan 20,3 volt. Pada jam 11.30, 13.00 dan 15.30 mengalami penurunan tegangan.

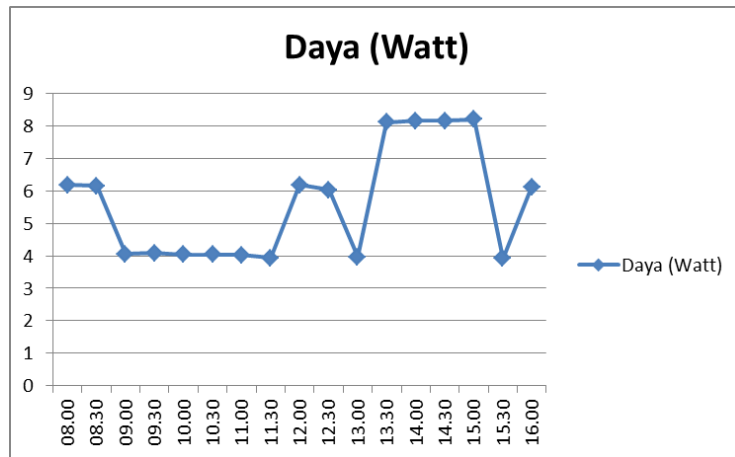
Hasil Pengujian Intensitas Cahaya dengan Daya yang didapat.

Dari hasil perhitungan tegangan dan arus yang dihasilkan dari panel surya, maka diperoleh sebuah daya yang didapat sebagai berikut.

Table 3. Intensitas Cahaya terhadap Daya

| Jam | Intensitas Cahaya (x1000 LUX) | Daya (Watt) |
|-------|----------------------------------|-------------|
| 08.00 | 732,3 | 6,18 |
| 08.30 | 550,6 | 6,15 |
| 09.00 | 565,7 | 4,06 |
| 09.30 | 736,9 | 4,08 |
| 10.00 | 1289,1 | 4,04 |
| 10.30 | 1321,2 | 4,04 |
| 11.00 | 445,4 | 4,02 |
| 11.30 | 355,0 | 3,94 |
| 12.00 | 1378,4 | 6,18 |
| 12.30 | 1107,6 | 6,03 |
| 13.00 | 1388,0 | 3,96 |
| 13.30 | 1544,2 | 8,12 |
| 14.00 | 1480,4 | 8,16 |
| 14.30 | 1248,6 | 8,16 |
| 15.00 | 1128,4 | 8,2 |
| 15.30 | 361,6 | 3,92 |
| 16.00 | 821,5 | 6,12 |

Pada tabel 3.3 dapat dilihat bahwa daya terbesar pada jam 14.00 dan 14.30 sebesar 8,16 Watt dengan intensitas cahaya sebesar 1480,4 dan 1248,6 lux. Sedangkan daya terkecil pada jam 15.30 sebesar 3,92 Watt.



Gambar 6. Grafik Intensitas Cahaya Terhadap Daya (Watt).

Pada gambar grafik 3.3 bisa dilihat grafik tersebut sama seperti grafik 3.1 yaitu grafik arus. Itu dikarenakan kenaikan dan penurunan data daya dan data arus itu sama.

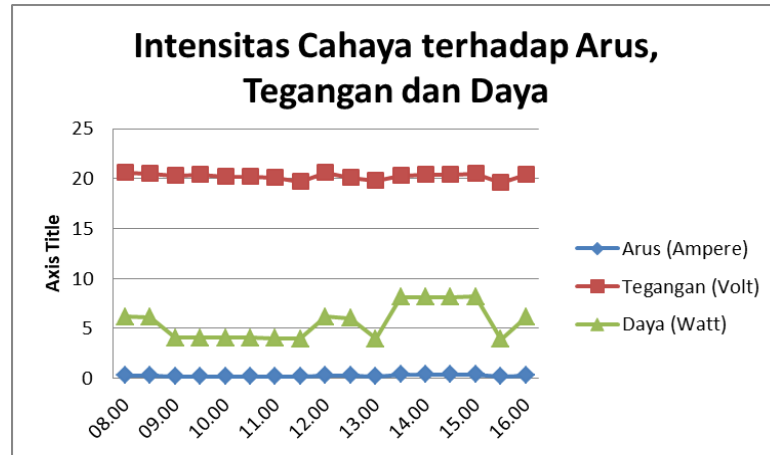
Hasil Pengujian Antara Intensitas Cahaya, Arus, Tegangan dan Daya.

Berikut ini tabel hasil pengujian antara intensitas cahaya, arus, tegangan dan daya yang dihasilkan oleh panel surya.

Table 4. Hasil Pengujian Intensitas Cahaya dengan Tegangan, Arus dan Daya

| Jam | Intensitas Cahaya (x1000 LUX) | Arus (Ampere) | Tegangan (Volt) | Daya (Watt) |
|-------|-------------------------------|---------------|-----------------|-------------|
| 08.00 | 732,3 | 0,3 | 20,6 | 6,18 |
| 08.30 | 550,6 | 0,3 | 20,5 | 6,15 |
| 09.00 | 565,7 | 0,2 | 20,3 | 4,06 |
| 09.30 | 736,9 | 0,2 | 20,4 | 4,08 |
| 10.00 | 1289,1 | 0,2 | 20,2 | 4,04 |
| 10.30 | 1321,2 | 0,2 | 20,2 | 4,04 |
| 11.00 | 445,4 | 0,2 | 20,1 | 4,02 |
| 11.30 | 355,0 | 0,2 | 19,7 | 3,94 |
| 12.00 | 1378,4 | 0,3 | 20,6 | 6,18 |
| 12.30 | 1107,6 | 0,3 | 20,1 | 6,03 |
| 13.00 | 1388,0 | 0,2 | 19,8 | 3,96 |
| 13.30 | 1544,2 | 0,4 | 20,3 | 8,12 |
| 14.00 | 1480,4 | 0,4 | 20,4 | 8,16 |
| 14.30 | 1248,6 | 0,4 | 20,4 | 8,16 |
| 15.00 | 1128,4 | 0,4 | 20,5 | 8,2 |
| 15.30 | 361,6 | 0,2 | 19,6 | 3,92 |
| 16.00 | 821,5 | 0,3 | 20,4 | 6,12 |

Dari pengujian keempat variabel diatas yang meliputi intensitas cahaya, tegangan, arus dan daya menunjukkan bahwa intensitas cahaya matahari sangat mempengaruhi hasil dari panel surya pada arus, tegangan dan daya. Nilai intensitas cahaya dari 732,3 lux sampai 821,5 lux tidak serta merata mengalami kenaikan. Jika pada nilai tegangan yang dihasilkan dari 20,6 volt sampai 20,4 volt juga tidak serta mengalami kenaikan yang merata dan nilai pada arus listrik yang dihasilkan dari 0,3 ampere sampai 0,3 ampere tidak serta pula merata mengalami kenaikan, dikarenakan cuaca pada bulan pengujian cerah berawan.



Gambar 7. Grafik Intensitas Cahaya Terhadap Arus, Tegangan dan Daya.

Semakin besar intensitas cahaya yang dihasilkan maka semakin besar juga arus, tegangan dan daya yang dihasilkan oleh panel surya.

Perhitungan Luas Penampang Panel Surya 200 WP dan Daya yang dihasilkan

Dimensi 1 buah panel surya 670 mm x 820 mm. Pada penelitian ini menggunakan 2 buah panel surya.

Lebar : 670 mm x 2 buah = 1340 mm = 134 cm

Panjang : 820 mm x 2 buah = 1640 mm = 164 cm

Lebar : 134 cm

Panjang : 164 cm

$$A = P \times L$$

$$A = 164 \times 134 = 1,64 \times 1,34 = 2,20 \text{ m}^2$$

Berdasarkan tabel 3.4 tertera arus dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya, untuk mengetahui besarnya daya yang dihasilkan oleh panel surya pada tabel 3.4 di jam 14.00 maka dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P = V \times I$$

Jadi,

$$V = 20,4 \text{ Volt} ; I = 0,4 \text{ A}$$

$$P = 20,4 \times 0,4 = 8,16 \text{ Watt}$$

Jadi daya yang dihasilkan pada jam 14.00 wib pada tabel 3.4 adalah 8,16 Watt.

Dan untuk menentukan besaran daya input pada panel surya dapat digunakan rumus persamaan sebagai berikut.

$$P_{in} = I \times A$$

Jadi,

$$I = 0,4 \text{ A} ; A = 2,20 \text{ m}^2$$

$$P_{in} = 0,4 \times 2,20 = 0,88 \text{ Watt}$$

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil dan pembahasan penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Daya yang dihasilkan oleh panel surya tergantung intensitas cahaya yang didapatkan terhadap panel surya. Karena semakin besar intensitas cahaya yang didapat maka semakin besar juga tegangan, arus dan daya yang dihasilkan oleh panel surya.
2. Daya maksimal yang didapat panel surya pada jam 14.00 dan 14.30 yaitu sebesar 8,16 aatt tanpa beban.
3. Daya minimum yang didapat panel surya pada jam 15.30 yaitu sebesar 3,92 watt tanpa beban.
4. Daya yang dihasilkan dari panel surya dapat digunakan untuk pembangkit listrik seperti lampu rumah, dan alat keperluan rumah tangga.

Daftar Pustaka

- Ainuddin, A., Manjang, S. and Samman, F. A. (2018) 'Sistem Pengendali Pengisian Baterai pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya', *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 21(2), pp. 16–24. doi: 10.25042/jpe.112017.03.
- Almanda, D. and Bhaskara, D. (2018) 'Studi Pemilihan Sistem Pendingin pada Panel Surya Menggunakan Water Cooler, Air Mineral dan Air Laut', *RESISTOR (elektRONika kEndali telekomunikaSI tenaga liStrik kOmputeR)*, 1(2), p. 43. doi: 10.24853/resistor.1.2.43-52.
- Anhar, A. S., Sara, I. D. and Siregar, R. H. (2017) 'Desain Prototype Sel Surya Terkonsentrasi Menggunakan Lensa Fresnel', *Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro*, 2(3), pp. 1–7.
- Eka, S. *et al.* (2018) 'Komparasi Kinerja Panel Surya Jenis Monokristal Dan Polykristal Studi Kasus Cuaca Banda Aceh', *Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro*, 3(4), pp. 19–23.
- Hasrul, R. *et al.* (2021) 'Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif', 5(9), pp. 79–87.
- Hidayati, Q., Yanti, N. and Jamal, N. (2020) 'P-7 SISTEM PEMBANGKIT PANEL SURYA DENGAN SOLAR TRACKER DUAL AXIS Tracker Cerdas dan Murah Berbasis membahas Sistem Kerja Solar Sell Dalam Solar Panel Tipe Polikristal yang dimana penelitian ini hanya sebatas mengukur hasil Perancangan Sistem Perancangan S', *Politeknik Negeri Balikpapan*, pp. 68–73.
- Martawati, M. (2018) 'ANALISIS SIMULASI PENGARUH VARIASI INTENSITAS CAHAYA TERHADAP DAYA DARI PANEL SURYA', *Jurnal ELTEK*, 16, pp. 125–136.
- Negara, I. B. kd S. (2016) 'ANALISIS PERBANDINGAN OUTPUT DAYA LISTRIK PANEL SURYA SISTEM TRACKING DENGAN SOLAR REFLECTOR', 3(1), pp. 7–13.
- Nurdiansyah, M. *et al.* (2020) 'Sistem Kendali Rotasi Matahari Pada Panel Surya Berbasis Arduino UNO', *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, 1(2), pp. 7–12. doi: 10.33365/jtikom.v1i2.14.
- Panjaitan, A., Suwarno and Darwin (2020) 'Analisa Pengaruh Intensitas Sinar Matahari Terhadap Daya Keluaran Pada Sel Surya Jenis Monokristal', *Ceredindonesia*, 1(2), p. 102.
- Purwoto, B. H. (2018) 'Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif', *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(01), pp. 10–14. doi: 10.23917/emitor.v18i01.6251.
- SAODAH, S. and UTAMI, S. (2019) 'Perancangan Sistem Grid Tie Inverter pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya', *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 7(2), p. 339. doi: 10.26760/elkomika.v7i2.339.
- Sianipar, R. (2014) 'Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya', 11(2), pp. 61–78.
- Stoyanov, V. B. *et al.* (2017) 'OPTIMALISASI PEMANFAATAN ENERGI LISTRIK TENAGA SURYA SKALA RUMAH TANGGA', *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(1), pp. 50–58. Available at: <http://garuda.ristekbrin.go.id/documents/detail/521246%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.12.051>.
- Sunaryo, J. S. (2014) 'Analisis Daya Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya Ukuran 216cm x 121cm Berdasarkan Intensitas Cahaya', *Simposium Nasional Teknologi Terapan*, pp. 29–37.
- Surindra, M. D. *et al.* (2020) 'Eksperimental Studi Aplikasi Panel Surya Monocrystalline 50 WP Sebagai Sumber Tenaga Aerator Dengan Aliran Kombinasi Horizontal dan Vertikal', *EKSERGI Jurnal Teknik Energi*, 16(September), pp. 99–108.
- Suryawinata, H., Purwanti, D. and Sunardiyo, S. (2017) 'Sistem Monitoring Pada Panel Surya Menggunakan Data Logger Berbasis Atmega 328 Dan Real Time Clock DS1307', *Jurnal Teknik Elektro*, 9(1), pp. 30–36.
- Usman, M. (2020) 'Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya', *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), pp. 52–57. doi: 10.30591/polekro.v9i2.2047.
- Utomo, H. S., Hardianto, T. and Kaloko, B. S. (2017) 'Optimalisasi Daya dan Energi Listrik pada Panel Surya Polikristal Dengan Teknologi Scanning Reflektor', *Berkala Sainstek*, 5(1), p. 45. doi: 10.19184/bst.v5i1.5375.
- Yandi, W., Syafii, S. and Pulungan, A. B. (2017) 'Tracker Tiga Posisi Panel Surya untuk Peningkatan Konversi Energi dengan Catu Daya Rendah', *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 6(3), p. 159. doi: 10.25077/jnte.v6n3.468.2017.