



Analisis Pengaruh Temperatur Radiasi Matahari Terhadap Daya Luaran Solarcell 150 Wp



Ady Frenly Simanullang^{1,*}, Muktar Bahruddin Panjaitan², Andriono Manalu²

¹ Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar

² Pendidikan IPA, FKIP, Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar

*Email: adyfrenly@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33369/pendipa.8.2.253-260>

ABSTRACT

By conducting an analysis of the influence of solar radiation temperature on the output power of a 150 Wp Pematang Siantar solar cell whose energy source comes from renewable energy, which is the sun, it is hoped to help the community's maximum needs by obtaining it directly from solar energy, in addition to being cheap, the use of solar energy has never exhausted, the maintenance cost of Solarcell is also very reasonable and not least it does not produce pollution that can damage the environment. This research aims to find out the performance of a 150 Wp solar panel in producing electricity in the form of current, voltage and power to charge a battery with a capacity of 12 V 7 Ah. Research data collection was carried out at 08.00 WIB - 17.00 WIB. The test to determine the current, voltage and power in this study uses several components, namely a 150 Wp solar panel, solar charger controller, battery, voltmeter and ammeter Testing of a 150 Wp solar panel as an alternative energy source and data taken every hour for 9 hours. The magnitude of the current and voltage from the solar panel can be read directly. Each solar panel has a different level of efficiency. In general, solar panels on private residential solar systems have a standard temperature of 25°C (77°F), with a general temperature range between 15°C and 35°C. It is in this temperature range that solar panels perform best. The limit point for solar panel efficiency is 65°C (149°F). Above this temperature, the performance efficiency of the solar system can be disrupted due to the drop in voltage produced.

Keywords: Power; Solar Radiation; Solar Cell; Temperature.

ABSTRAK

Dengan dilakukannya Analisis Pengaruh Temperatur Radiasi Matahari Terhadap Daya Luaran Solarcell 150 Wp Pematang Siantar yang sumber energinya berasal dari energi terbarukan yaitu matahari hal ini di harapkan dapat membantu kebutuhan masyarakat secara maksimal di dapatkan langsung dari energy matahari selain murah, pemakaian energi matahari yang tidak pernah habis , biaya perawatan Solarcell juga sangat terjangkau dan yang tidak kalah pentingnya adalah tidak menghasilkan polusi yang dapat merusak lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja panel surya 150 Wp dalam menghasilkan energi listrik berupa arus, tegangan, dan daya untuk pengisian baterai berkapasitas 12 V 7 Ah. Pengambilan data penelitian dilakukan pada pukul 08:00 – 17:00 WIB. Pengujian untuk mengetahui arus, tegangan dan daya dalam penelitian ini menggunakan beberapa komponen yaitu panel surya 150 Wp, solar charger controller, baterai, voltmeter dan ampermeter. Pengujian panel surya 150 Wp sebagai sumber energi alternatif dan data diambil setiap jam untuk 9 jam. Besaran arus dan tegangan dari panel surya dapat dibaca langsung Setiap panel surya memiliki kadar efisiensi yang berbeda. Pada umumnya, panel surya pada solar system di perumahan pribadi memiliki temperatur standar sebesar 25°C (77°F), dengan rentang suhu umumnya antara 15°C dan 35°C. Pada kisaran suhu ini lah panel surya menunjukkan kinerja paling baik. Batas titik efisiensi panel surya adalah pada suhu 65°C (149°F). Di atas suhu ini, efisiensi kinerja solar system dapat terganggu karena turunnya tegangan yang dihasilkan.

Kata kunci: Daya; Radiasi Matahari; Solarcell; Temperatur.

PENDAHULUAN

Energi terbarukan (*renewable energy*) merupakan sumber energi yang cepat dipulihkan kembali secara alami dan prosesnya berkelanjutan. Indonesia khususnya memiliki potensi energi terbarukan yang sangat melimpah seperti panas matahari, Air, angin, Panas Bumi dan lainnya. Dengan pemanfaatan energi terbarukan diyakini lebih bersih dan ramah lingkungan serta dapat meminimalisir kebutuhan masyarakat akan energi baik itu dari sektor pertanian dan masyarakat umum, hal inilah yang melatarbelakangi Timbulnya Judul proposal berikut “Analisis Pengaruh Temperatur Radiasi Matahari Terhadap Daya Luaran Solarcell 150 Wp Pematangsiantar”. Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang semakin banyak dimanfaatkan di berbagai belahan dunia, termasuk di Indonesia. Salah satu aplikasi dari energi surya adalah penggunaan panel surya (solar cell) untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. (Culp, A. W. 1996) Solar cell bekerja berdasarkan prinsip fotovoltaiik, di mana sinar matahari yang mengenai permukaan solar cell akan menyebabkan elektron dalam material semikonduktor bergerak dan menghasilkan arus listrik (Findley, D. S. (2010).

Pemanfaatan Solar cell dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik melalui efek fotovoltaiik. Efisiensi konversi ini sangat dipengaruhi oleh kondisi operasional, termasuk intensitas cahaya matahari, suhu lingkungan, dan suhu dari solar cell itu sendiri. Temperatur yang tinggi cenderung menurunkan tegangan yang dihasilkan oleh solar cell, yang pada akhirnya dapat mengurangi daya luaran.

Tegangan listrik keluaran dari sel surya tidak hanya bergantung pada besarnya intensitas radiasi yang diterima oleh permukaan panel, namun perubahan temperatur pada permukaan panel surya juga dapat menurunkan tegangan listrik keluaran dari sel surya (S. Yuliananda, G. Sarya, and R. R. Hastijanti, 2015). Perubahan temperatur pada panel surya selain disebabkan oleh temperatur lingkungan sekitar, (D. Suryana, 2016) juga disebabkan oleh bahan silikon dari sel surya

yang mampu menyerap energi foton sekaligus panas yang terkandung pada radiasi matahari (K. Hie Khwee, 2013).

Penelitian Aditiyan (2015) menunjukkan bahwa intensitas cahaya matahari sangat berpengaruh terhadap karakterisasi dan performa panel surya (Aditiyan, N. 2015). Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa optimalisasi output modul surya dapat dicapai melalui penggunaan reflektor, yang menunjukkan pentingnya pengelolaan faktor-faktor eksternal dalam meningkatkan efisiensi panel surya (Amalia & Satwiko. 2011). Selain itu Inovasi teknologi seperti perancangan solar tracker berbasis mikrokontroler juga dapat meningkatkan efisiensi penyerapan energi matahari (Amir, Andhika Saputra, dan Ranu Fauzan. 2012). Pada (Andi. 2013) perancangan sistem monitoring intensitas radiasi matahari juga dapat memberikan data yang penting untuk analisis performa solar cell, (Firman, M., Herlina, F., & Sidiq, A. 2017). Alifyanti, D. F., & Tambunan, J. M. (2012) menunjukkan bahwa pengaturan tegangan pada pembangkit listrik tenaga surya sangat penting untuk menjaga stabilitas dan efisiensi sistem tenaga surya. Pada (Asy'ari, H., Jatmiko, & Angga. 2012) penelitian tentang intensitas matahari ini juga menunjukkan bahwa intensitas cahaya matahari secara langsung mempengaruhi daya keluaran dari panel sel surya, yang menekankan pentingnya pemantauan dan pengelolaan intensitas cahaya untuk mengoptimalkan kinerja solar cell. pemanfaatan pembangkit listrik sel surya di daerah pedesaan sangat membantu masyarakat untuk meningkatkan akses energi listrik yang andal dan ramah lingkungan (Efendi, A. 2012).

Saat ini, kebutuhan akan energi, terutama energi listrik semakin tinggi akibat pertumbuhan populasi manusia. Energi surya merupakan energi yang memiliki potensi tinggi namun belum dimaksimalkan penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari. (Lidang, Cristofel Paska. 2013). Khusus di daerah pematangsiantar banyak masyarakat memakai alat elektronik yang sumber Arusnya langsung dari PLN maka dengan dilakukannya Analisis Pengaruh Temperatur Radiasi Matahari Terhadap Daya Luaran Solarcell 150 Wp Pematang Siantar yang sumber

energiya berasal dari energi terbarukan yaitu matahari hal ini di harapkan dapat membantu kebutuhan masyarakat secara maksimal di dapatkan langsung dari energy matahari selain murah, pemakaian energi matahari yang tidak pernah habis , biaya perawatan Solarcell juga sangat terjangkau dan yang tidak kalah pentingnya adalah tidak menghasilkan polusi yang dapat merusak lingkungan..adapun urgensi pada penelitian ini adalah peningkatan kebutuhan akan energy listrik dari PLN semakin hari semakin bertambah dan bertambahnya jumlah penduduk dan bahan elektronik yang ada pada industry rumahtangga akan mengakibatkan kebutuhan energy listrik di Kota Pematang Siantar semakin besar sehingga perlu diadakan penambahan sumber energy listrik dari alam Khususnya energy matahari sebagai energy terbarukan, tujuan penelitian ini adalah membantu masyarakat dan juga pemerintah di Kota Pematang Siantar untuk mendapatkan sumber energy terbarukan sehingga mengurangi biaya pemakaian Listrik dari PLN (IRENA (International Renewable Energy Agency). 2020).

Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang semakin banyak dimanfaatkan di berbagai belahan dunia, termasuk di Indonesia. Salah satu aplikasi dari energi surya adalah penggunaan panel surya (solar cell) untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Solar cell bekerja berdasarkan prinsip fotovoltaiik, di mana sinar matahari yang mengenai permukaan solar cell akan menyebabkan elektron dalam material semikonduktor bergerak dan menghasilkan arus listrik. Di Pematangsiantar, seperti halnya di banyak daerah tropis lainnya, radiasi matahari tersedia sepanjang tahun dengan intensitas yang cukup tinggi. Namun, performa dari solar cell sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor eksternal, salah satunya adalah temperatur. Temperatur radiasi matahari yang tinggi dapat mempengaruhi efisiensi dan daya luaran solar cell.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh temperatur radiasi matahari terhadap daya luaran dari solar cell berkapasitas 150 Wp di Pematangsiantar. Dengan memahami

hubungan antara temperatur dan daya luaran, diharapkan dapat diperoleh informasi yang berguna untuk optimalisasi penggunaan solar cell di daerah tersebut.

METODE PENELITIAN

Metode pelaksanaan kegiatan yang telah dilaksanakan dalam program ” Analisis Pengaruh Temperatur Radiasi Matahari Terhadap Daya Luarannya Solarcell 150 Wp Pematang Siantar”

A. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk mengukur hubungan antara variabel temperatur, intensitas radiasi matahari, dan daya keluaran solarcell.

B. Alat dan Bahan

1. Solarcell 150 Wp: Panel surya dengan kapasitas 150 Watt peak.
2. Sensor Temperatur: Untuk mengukur suhu permukaan solarcell.
3. Pyranometer: Untuk mengukur intensitas radiasi matahari.
4. Multimeter: Untuk mengukur tegangan dan arus keluaran dari solarcell.
5. Data Logger: Untuk mencatat data dari sensor secara otomatis.

C. Prosedur Penelitian

Persiapan Alat:

1. Pasang solarcell di tempat yang terbuka dan bebas dari bayangan.
2. Pasang sensor temperatur pada permukaan solarcell.
3. Tempatkan pyranometer di dekat solarcell untuk mengukur intensitas radiasi matahari.

Pengambilan Data:

1. Ukur dan catat data temperatur, intensitas radiasi, tegangan, dan arus keluaran solarcell setiap 15 menit selama satu hari penuh.
2. Lakukan pengukuran pada berbagai kondisi cuaca untuk mendapatkan variasi data yang cukup.

Analisis Data:

1. Hitung daya keluaran solarcell menggunakan rumus: $P=V \times I$ (dimana P adalah daya, V adalah tegangan, dan I adalah arus).
2. Analisis hubungan antara temperatur dan daya keluaran, serta antara intensitas radiasi matahari dan daya keluaran.
3. Gunakan analisis regresi untuk menentukan korelasi antara variabel-variabel tersebut.

D. Variabel Penelitian

Variabel Bebas:

1. Temperatur permukaan solarcell (°C)
2. Intensitas radiasi matahari (W/m²)
3. Variabel Tergantung:
4. Daya keluaran solarcell (Watt)

E. Analisis Data

1. Statistik Deskriptif: Menghitung nilai rata-rata, standar deviasi, maksimum, dan minimum untuk masing-masing variabel.
2. Analisis Regresi: Menggunakan regresi linear untuk menganalisis pengaruh temperatur dan radiasi matahari terhadap daya keluaran solarcell.
3. Visualisasi Data: Membuat grafik untuk menunjukkan hubungan antara temperatur, intensitas radiasi, dan daya keluaran.

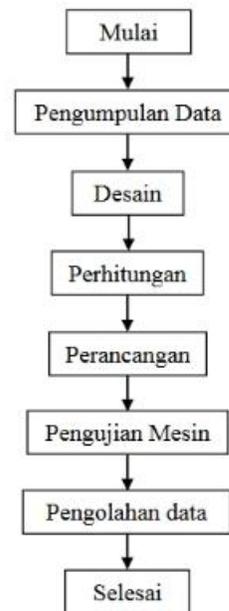
F. Validasi Data

1. Pengulangan: Ulangi pengambilan data pada hari-hari yang berbeda untuk memvalidasi konsistensi hasil.
2. Cross-Validation: Bandingkan hasil dengan studi sebelumnya untuk memastikan akurasi dan validitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengukuran dan Perhitungan Pengukuran dilakukan selama 35 hari mulai tanggal 31 Desember 2023 sampai dengan 3 Pebruari 2024 dimana dalam setiap harinya dilakukan pengukuran Rara-rata dengan suhu minimal dan maksimal mulai jam 8.00 sampai dengan jam 17.00 dengan rentang waktu

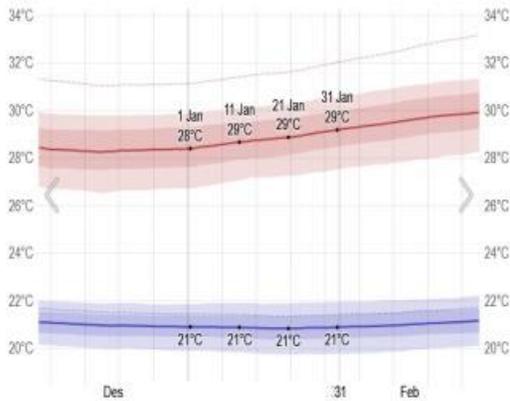
pengukuran setiap jam dan dilakukan perhitungan terhadap daya keluaran, Adapun data rata-rata dapat dilihat pada Tabel 1.



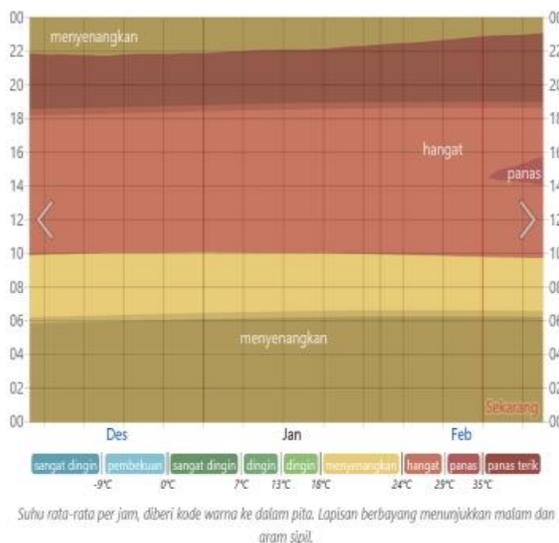
Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Alat

Tabel 1. Grafik Rata-rata Radiasi Matahari Perhari Januari 2024

Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
31	1	2	3	4	5	6
31°	30°	31°	30°	31°	31°	29°
24°	25°	25°	25°	24°	25°	25°
7	8	9	10	11	12	13
29°	31°	31°	31°	31°	32°	32°
24°	24°	24°	24°	25°	25°	24°
14	15	16	17	18	19	20
32°	32°	30°	32°	27°	29°	31°
24°	24°	24°	24°	24°	24°	24°
21	22	23	24	25	26	27
30°	32°	30°	31°	32°	31°	31°
24°	24°	24°	24°	24°	24°	24°
28	29	30	31	1	2	3
31°	31°	30°	32°	32°	33°	32°
24°	24°	24°	24°	24°	25°	24°



Gambar 2. Rata-rata Suhu Tertinggi dan Terdingin pada bulan Januari di Pematangsiantar



Gambar 3. Perubahan Suhu Radiasi Matahari Januari 2024.

Sumber:

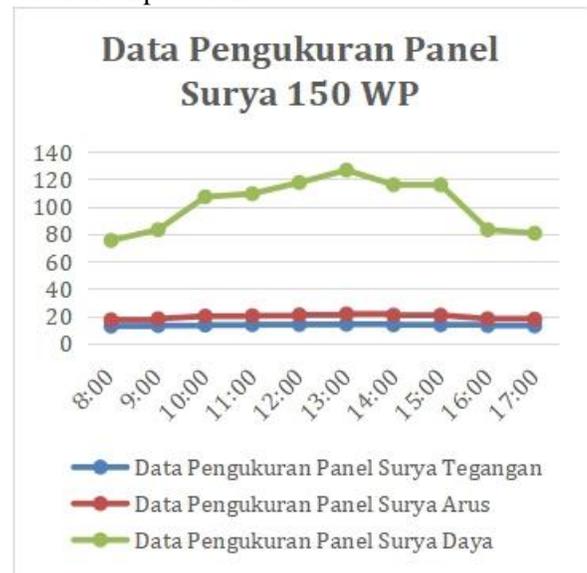
<https://id.weatherspark.com/m/112928/1/Cuaca-Rata-rata-pada-bulan-Januari-in-Pematangsiantar-Indonesia#Figures-ColorTemperature>

Tabel 2. Grafik Data Pengukuran Rata-rata Panel Surya Perhari Januari 2024 Pengujian Kinerja Panel Surya 150 Wp

No	Jam	Data Pengukuran Panel Surya		
		Tegangan	Arus	Daya
1	08.00	12,6	4,5	56,70
2	09.00	13,0	5,00	65,00
3	10.00	13,4	6,50	87,10

4	11.00	13,7	6,50	89,05
5	12.00	13,8	7,00	96,60
6	13.00	14,0	7,50	105,00
7	14.00	13,6	7,00	95,20
8	15.00	13,6	7,00	95,20
9	16.00	13,0	5,00	65,00
10	17.00	12,8	4,9	62,72

Data Rata-rata pengujian panel surya selama 35 hari, dengan mengambil data tegangan dan arus keluaran pada panel surya serta tegangan dan arus setelah tanpa beban.



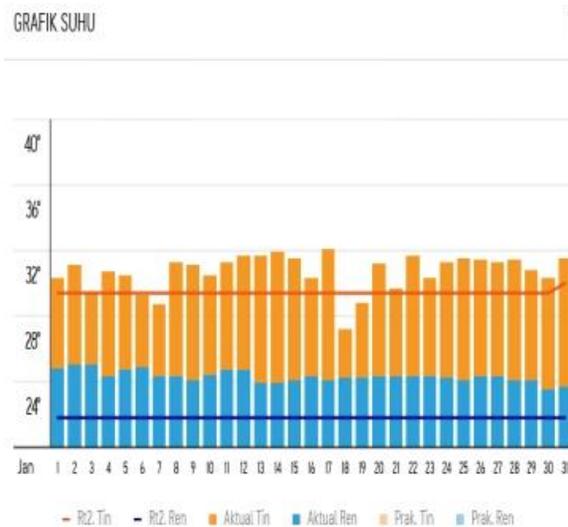
Gambar 4. Daya luaran Rata-rata panel surya tanpa beban setiap harinya

Data dalam penelitian ini diperoleh dari pengujian panel surya 150 Wp. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja panel surya 150 Wp dalam menghasilkan energi listrik berupa arus, tegangan, dan daya untuk pengisian baterai berkapasitas 12 V 7 Ah. Pengambilan data penelitian dilakukan pada pukul 08.00 wib – 17.00 wib. Pengujian untuk mengetahui arus, tegangan dan daya dalam penelitian ini menggunakan beberapa komponen yaitu panel surya 150 Wp, solar charger controller, baterai, voltmeter dan ampermeter. Pengujian panel surya 150 Wp sebagai sumber energi alternatif dan data diambil setiap jam untuk 9 jam. Besaran arus dan tegangan dari panel surya dapat dibaca langsung Setiap panel surya memiliki kadar efisiensi yang berbeda. Pada umumnya, panel

surya pada solar system di perumahan pribadi memiliki temperatur standar sebesar 25°C (77°F), dengan rentang suhu umumnya antara 15°C dan 35°C. Pada kisaran suhu ini lah panel surya menunjukkan kinerja paling baik. Batas titik efisiensi panel surya adalah pada suhu 65°C (149°F). Di atas suhu ini, efisiensi kinerja solar system dapat terganggu karena turunnya tegangan yang dihasilkan.

Sumber:

<https://sedayu.com/2021/12/03/pengaruh-cuaca-terhadap-panel-surya/>



Gambar 5. Suhu rata-rata matahari selama 35 hari Januari 2024.

Sumber:

<https://www.accuweather.com/id/id/pematang-siantar/206306/january-weather/206306>

Hasil penelitian yang dilakukan dapat dilihat seperti pada tabel 2 pengukuran daya listrik panel surya, sehingga dapat dilakukan analisa perolehan daya pada kondisi terendah saat tegangan sebesar 12,6 volt, arus sebesar 4,5 ampere, maka daya yang dihasilkan sebesar 56,70 Watt yang terjadi saat pagi hari dan sore hari, sedangkan kondisi daya tertinggi terjadi saat tegangan sebesar 14,00 volt, arus sebesar 7,5 ampere, maka daya yang dihasilkan sebesar 105,00 watt, hal ini terjadi pada saat siang hari pukul 13.00 WIB. Dengan melihat besar daya yang dihasilkan terhadap jam pengambilan data dapat diketahui bahwa pada siang hari daya yang dihasilkan cukup besar dibandingkan

dengan perolehan daya pada saat pagi hari maupun pada saat kurang sore hari, Berdasarkan tabel data arus yang dihasilkan terhadap waktu (jam) pengambilan data selama tiga hari untuk ketiga hasil pengukuran dapat diketahui bahwa pada pagi hari pada saat matahari belum bersinar terik maka arus akan kecil bahkan bisa mencapai 4,5 ampere, namun, semakin siang pada saat matahari bersinar terik maka arus akan semakin bertambah dan menjelang sore arus akan mulai turun dan menjadi 4,9 ampere. Hal ini juga disebabkan karena posisi panel surya yang statis tanpa ada pengaturan gerakan mengikuti arah matahari, sehingga daya setelah jam 13.00 tidak bisa maksimal. Dari kondisi ini dapat diketahui bahwa intensitas cahaya matahari sangat mempengaruhi daya keluaran panel surya, semakin tinggi intensitas cahaya matahari maka semakin tinggi juga arus yang bisa dihasilkan oleh panel surya, sehingga daya yang dihasilkan juga akan semakin besar.

Hasil pengujian Panel Surya 150 Wp menghasilkan daya tertinggi sebesar 105,00 watt dan daya terendah pada 56,70 watt. Dari grafik antara daya panel surya Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan energi listrik dapat terpenuhi oleh sumber energi alternatif dari cahaya matahari dengan menggunakan panel surya.

KESIMPULAN

Hasil pengujian Panel Surya 150 Wp menghasilkan daya tertinggi sebesar 105,00 watt dan daya terendah pada 56,70 watt. Dari grafik antara daya panel surya Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan energi listrik dapat terpenuhi oleh sumber energi alternatif dari cahaya matahari dengan menggunakan panel surya.

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data serta pembahasan yang telah diperoleh dari pengujian panel surya 150 Wp, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut ini :

1. Intensitas cahaya matahari sangat mempengaruhi daya keluaran panel surya, semakin tinggi intensitas cahaya matahari maka semakin tinggi juga arus yang bisa dihasilkan oleh panel surya, sehingga daya yang dihasilkan juga akan semakin besar.

2. Dari data Analisis Pengaruh Temperatur Radiasi Matahari Terhadap Daya Luaran Solarcell 150 Wp Pematang Siantar di dapatkan bahwa Intensitas cahaya matahari sangat mempengaruhi daya keluaran panel surya
3. Pada saat daya panel surya lebih besar dari beban, maka akan berfungsi sebagai charging baterai dan jika daya panel lebih kecil dari beban, maka daya yang dibutuhkan oleh sistem disuplai oleh baterai.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh bahwa Intensitas cahaya matahari sangat mempengaruhi daya keluaran panel surya, semakin tinggi intensitas cahaya matahari maka semakin tinggi juga arus yang bisa dihasilkan oleh panel surya, sehingga daya yang dihasilkan juga akan semakin besar, untuk mengetahui secara lebih rinci maka diperlukan data yang lebih banyak dari beberapa titik tempat pengambilan sampel di kota pematang siantar sehingga mendapatkan hasil penelitian yang lebih objektif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan atau dorongan dari Tim Dosen Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar dan juga Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melakukan penelitian baik dari segi dana maupun motivasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditayan, N. 2015. Karakterisasi Panel Surya Model SR-156P-100 Berdasarkan Intensitas Cahaya Matahari. [skripsi]. Bandar Lampung: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Lampung.
- Amalia & Satwiko. 2011. Optimalisasi Output Modul Surya Polikristal Silikon Dengan Cermin Datar Sebagai Reflektor Pada Sudut 60o. [Prosiding] Pertemuan Ilmiah XXV HFI JATENG & DIY; Purwokerto, 09 Apr 2011.
- Amir, Andhika Saputra, dan Ranu Fauzan. 2012. "Perancangan Solar Tracker Berbasis Mikrokontroller ATMEGA 8535. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Andi. 2013. "Perancangan Sistem Monitoring Intensitas Radiasi Matahari". <http://jurnal.umrah.ac.id/wp-content/uploads/2013/08/Andi-080120201011.pdf>. (Diakses pada 4 maret 2017 pukul 11.03 WIB)
- Alifyanti, D. F., & Tambunan, J. M. (2012). Pengaturan tegangan pembangkit listrik tenaga surya (plts) 1000 watt. *Jurnal Kajian Teknik Elektro STT PLN Jakarta*, 1(1): 79-95.
- Asy'ari, H., Jatmiko, & Angga. (2012). Intensitas cahaya matahari terhadap daya keluaran panel sel surya. *Jurnal Fakultas Teknik UMS*, 11:52-57.
- Culp, A. W. (1996). *Prinsip-prinsip Konversi Energi*. Terjemahan oleh Sitompul, D. Jakarta: Gelora Aksara Pratama.
- D.Suryana, "Pengaruh Temperatur / Suhu Terhadap Tegangan Yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin (Studi Kasus: Baristand Industri Surabaya)," *J. Teknol. Proses dan Inov. Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 5–8, 2016.
- Efendi, A. (2012). Pembangkit listrik sel surya pada daerah pedesaan. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 1(1):19-24.
- Findley, D. S. (2010). *Solar Power for Your Home*. New York: McGraw-Hill.
- Firman, M., Herlina, F., & Sidiq, A. (2017). Analisa Radiasi Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Untuk Penerangan Bagian Luar Mesjid Miftahul Jannah Didesa Benua Tengah Kecamatan Takisung. *Al Jazari: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2(1).
- IRENA (International Renewable Energy Agency). (2020). *Renewable Power Generation Costs in 2019*. Abu Dhabi: IRENA.

- K. Hie Khwee, “Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya (Studi Kasus: Pontianak),” *J. Elkha*, vol. 5, no. 2, pp. 23–26, 2013.
- Lidang, Cristofel Paska. 2013. “Perbandingan Intensitas Radiasi Surya Hasil Pengukuran Di Kota Medan Dengan Simulasi Teoritis Menggunakan Visual Basic 6.0”. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- S. Yuliananda, G. Sarya, and R. R. Hastijanti, “Pengaruh perubahan intensitas matahari terhadap daya keluaran panel surya,” *J. Pengabd. LPPM Untag Surabaya*, vol. 01, no. 02, pp. 193–202, 2015.