

Analisa Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya 100 WP Terhadap Daya Listrik

Rita Hariningrum[✉]

Fakultas Kemaritiman, Universitas IVET, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.31331/maristec.v1i2>

Info Articles

Sejarah Artikel:

Disubmit November 2020
Direvisi Desember 2020
Disetujui Januari 2021

Keywords:

Solar Panel, Panel Tilt Angle,
Optimal Power

Abstrak

Panel surya merupakan suatu alat yang dapat mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Cahaya matahari merupakan sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik baru. Teknologi panel surya sangat berpotensi untuk diterapkan di Indonesia yang mempunyai iklim tropis. Permasalahan utama dari energi surya adalah ketidakstabilan daya yang dihasilkan panel surya karena sangat bergantung pada intensitas matahari yang diterima. Intensitas cahaya matahari yang diterima oleh panel surya dapat dimaksimalkan dengan cara memasang panel surya dengan sudut kemiringan yang tepat sehingga akan diperoleh daya keluaran yang maksimal. Dalam penelitian ini dilakukan dengan metode pengujian pengaruh sudut kemiringan panel dengan mengambil sudut teta (θ) berdasarkan sudut tegak lurus bidang panel dengan menggunakan sudut $0^\circ - 80^\circ$ (interval 10°). Pengaruh daya keluaran berdasarkan perubahan sudut kemiringan panel berbanding lurus dengan besarnya intensitas cahaya yang diterima bidang panel. Sudut optimal panel surya pada pagi hari yaitu saat sudut kemiringan panel 40° , pukul 10.00 – 14.00 yaitu pada sudut 0° dan sore hari 16.00 yaitu sudut 50° , daya yang diperoleh dengan sudut optimal 40° yaitu daya sebesar 10.2 watt dan memiliki intensitas cahaya sebesar 37.8 kLux.

Abstract

The solar panel is a device that can convert sunlight into electrical energy. Sunlight is a renewable energy source that can be used as a new power plant. Solar panel technology has the potential to be applied in Indonesia which has a tropical climate. The main problem with solar energy is the instability of the power generated by solar panels because it is very dependent on the intensity of the sun received. The intensity of sunlight received by solar panels can be maximized by installing solar panels at the right tilt angle so that maximum output power will be obtained. In this research, the method of testing the effect of the panel tilt angle by taking the theta angle (θ) is based on the perpendicular angle of the panel using an angle of $0^\circ - 80^\circ$ (interval 10°). The effect of the output power based on the change in the angle of the panel is directly proportional to the amount of light intensity received by the panel plane. The optimal angle of the solar panel in the morning is when the panel tilt angle is 40° , at 10.00 - 14.00, which is at an angle of 0° and in the afternoon at 16.00, which is a 50° angle, the power obtained with an optimal angle of 40° is a power of 10.2 watts and has a light intensity of 37.8 kLux.

[✉]Alamat Korespondensi:

E-mail: hariningrumrita70@gmail.com

ISSN : 2746-1580

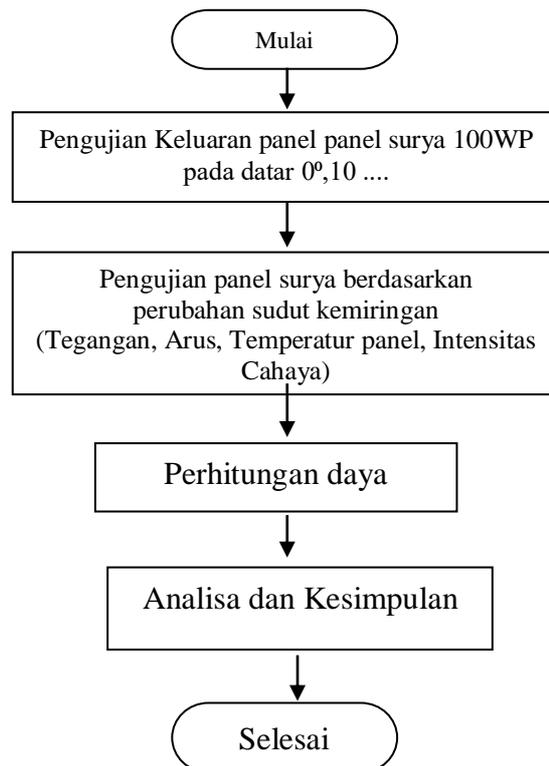
PENDAHULUAN

Dengan kebutuhan akan energi listrik yang terus meningkat dan semakin menipisnya cadangan minyak bumi maka dibutuhkan pula sumber-sumber energi listrik alternatif. Negara-negara maju juga telah bersaing dan berlomba membuat terobosan-terobosan baru untuk mencari dan menggali serta menciptakan teknologi baru yang dapat menggantikan minyak bumi sebagai sumber energy.

Dalam upaya pencarian sumber energi baru sebaiknya memenuhi syarat yaitu menghasilkan jumlah energi yang cukup besar, biaya ekonomis dan tidak berdampak negatif terhadap lingkungan. Dengan realita tersebut, maka pengembangan listrik tenaga surya yang berbasis kepada efek *photovoltaic* dari piranti panel surya sebagai salah satu sumber tenaga listrik yang murah, bebas polusi dan alami menjadi suatu pilihan yang tepat. Memang tidak diragukan lagi bahwa panel surya adalah salah satu sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan pada masa yang akan datang karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian Analisa pengaruh sudut kemiringan panel surya 100 WP terhadap Daya Listrik ini menggunakan metode penelitian melalui dua metode, yaitu pengamatan dan tindakan langsung (*action research*). Metode penelitian yang pertama adalah dengan melakukan pengamatan langsung dilapangan, dimana dalam penelitian ini penulis melakukan observasi di lokasi bertempat di Semarang, Jawa Tengah. Model penelitian pengujian. Proses pengujian yang meliputi pengukuran intensitas cahaya matahari, temperature pada bidang panel, arus dan tegangan pada panel surya. Dengan posisi sudut menghadap ke arah utara dengan posisi panel tanpa terhalang pohon dan bangunan pada pukul 09.00-16.00. Adapun langkah tahapannya bisa di lihat pada gambar 1.

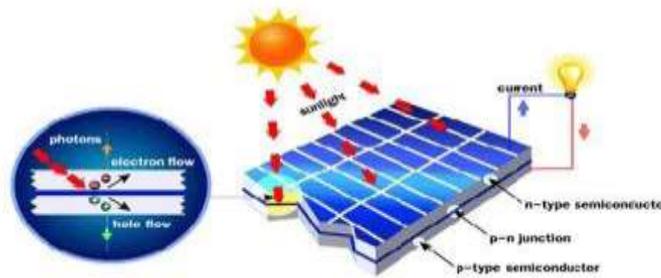


Gambar 1. Blok diagram langkah-langkah penelitian

TINJAUAN PUSTAKA

Modul Surya (*Photovoltaic*)

Modul surya (*Photovoltaic*) adalah sejumlah panel surya yang dirangkai secara seri dan paralel, untuk meningkatkan tegangan dan arus yang dihasilkan sehingga cukup untuk pemakaian sistem catu daya beban. Untuk mendapatkan keluaran energi listrik yang maksimum maka permukaan modul surya harus selalu mengarah ke matahari.



Gambar 2 Struktur panel surya

Komponen utama sistem surya *photovoltaic* adalah modul yang merupakan unit rakitan beberapa sel surya *photovoltaic*. Untuk membuat modul *photovoltaic* secara pabrikan bisa menggunakan teknologi Kristal. Modul *photovoltaic* kristal dapat dibuat dengan teknologi yang relative sederhana, sedangkan untuk membuat sel *photovoltaic* diperlukan teknologi tinggi. Modul *photovoltaic* tersusun dari beberapa sel *photovoltaic* yang dihubungkan secara seri dan parallel.

Daya dan Efisiensi pada Panel Surya

Untuk mengetahui berapa nilai daya sesaat yang dihasilkan, kita harus terlebih dulu mengetahui daya yang diterima (daya input), dimana daya tersebut adalah perkalian antara intensitas radiasi matahari yang diterima dengan luas area panel PV dengan persamaan[27].

$$P_{in} = E \times A \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan :

- P_{in} = Daya input akibat *irradiance* matahari (Watt)
- E = Intensitas radiasi matahari (Watt/m²)
- A = Luas area permukaan *photovoltaic* panele (m²)

Sedangkan untuk besarnya daya pada panel surya (P_{out}) yaitu perkalian tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}), dengan arus hubung singkat (I_{sc}), dan *Fill Factor* (FF) yang dihasilkan oleh sel *Photovoltaic* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan :

- P_{out} = Daya yang dibangkitkan oleh *photovoltaic* (Watt)
- V_{oc} = Tegangan rangkaian terbuka pada *photovoltaic* (Volt)
- I_{sc} = Arus hubung singkat pada *photovoltaic* (Ampere)
- FF = *Fill Faktor*

Sedangkan untuk menentukan efisiensi panel surya bias didapat dengan membagikan daya masukan dengan daya keluaran dikali 100% dengan menggunakan rumus:

$$\eta = \frac{Output}{Input} \times 100\% \dots\dots\dots (3.3)$$

Efisiensi yang terjadi pada panel surya merupakan perbandingan daya yang dapat dibandingkan oleh panel surya dengan energi input yang diperoleh dari *irradiance* matahari, efisiensi yang digunakan adalah efisiensi sesaat pada pengambilan data.

$$\eta = \frac{P}{I_r \times A} \times 100\% \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan :

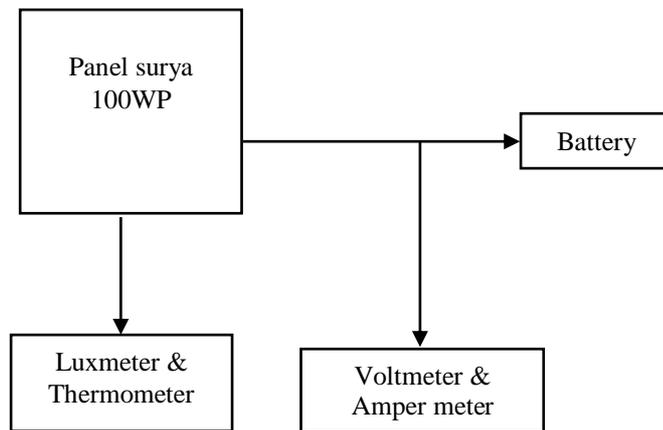
- η = Efisiensi *photovoltaic* (%)
- I_r = Intensitas radiasi matahari (Watt/m²)

- P = Daya output yang dibangkitkan oleh *photovoltaic* (Watt)
 A = Luasan Permukaan panel surya atau *photovoltaic* (m²)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keluaran panel surya

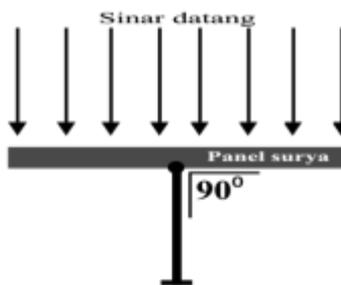
Pada penelitian ini membutuhkan sebuah panel surya 100WP, battery dan beban. Panel diposisikan datar dengan bidang dengan pengukuran yang dilakukan perjam sebanyak 8 kali (09.00-16.00).



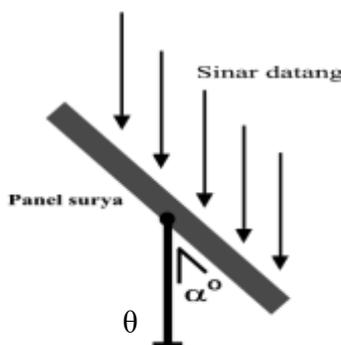
Gambar 3. Pengujian Keluaran panel

Posisi sudut matahari terhadap radiasi matahari pada panel surya

Pengambilan data posisi/sudut matahari sangat diperlukan untuk penelitian ini. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besarnya pergeseran sudut sinar datang matahari pada waktu dan jam tertentu. Pengambilan data sudut sinar datang matahari dimulai dari sudut 0° - 80° dengan interval sudut setiap 10°. Hasil yang diperoleh pada pengujian ini digunakan untuk mengetahui besarnya radiasi matahari yang terjadi pada panel surya



Gambar 4. Pengujian keluaran panel surya dengan posisi tegak lurus (0°)



Gambar 1. Pengujian keluaran panel surya dengan posisi sudut θ

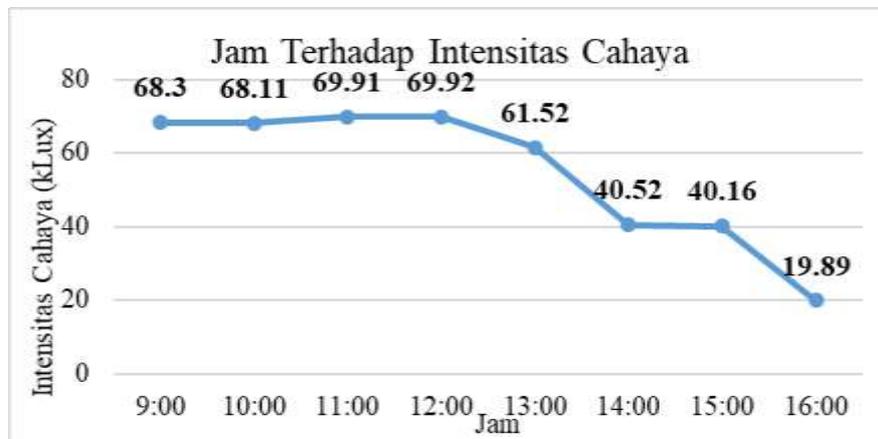
Pengujian Keluaran Panel surya

Berdasarkan hasil pengamatan berupa pengukuran yang telah dilakukan pukul 09:00 – 16:00, pada solar sel 100WP dengan posisi panel datar (0°) maka diperoleh data pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Tabel pengujian keluaran panel surya 100WP pada sudut 0°

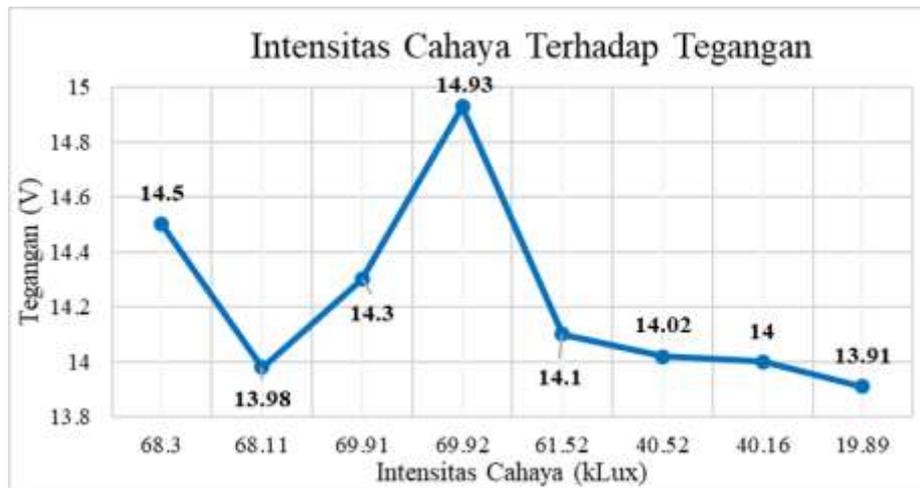
No	Jam	Suhu lingkungan	Temperatur panel	Intensitas cahaya	Tegangan	Arus
		($^\circ\text{C}$)	($^\circ\text{C}$)	(kLux)	(V)	(A)
1	09:00	32	40.3	68.3	14.5	2.11
2	10:00	32	44.1	68.11	13.98	2.1
3	11:00	32	44.9	69.91	14.3	2.14
4	12:00	33	45.7	69.92	14.93	2.14
5	13:00	33	43.6	61.52	14.1	2.09
6	14:00	31	42	40.52	14.02	2.08
7	15:00	31	38.7	40.16	14	2.02
8	16:00	31	36.9	19.89	13.91	2.01

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa data pengamatan dilakukan dalam 8 kali percobaan, pencatatan dilakukan dalam setiap jam dengan pengukuran yang meliputi: suhu lingkungan, temperatur panel, intensitas cahaya, tegangan dan arus. Panel surya menggunakan 100 WP panel tersebut dapat menyuplai daya sebesar 100 watt dalam keadaan panas yang optimal. Dari hasil pengukuran besarnya intensitas cahaya tertinggi sebesar 69.92K Lux pada pukul 12.00 dengan suhu lingkungan 33°C dan suhu panel sebesar 45.7°C . Pada Gambar 6. menunjukkan grafik antara jam terhadap intensitas cahaya.



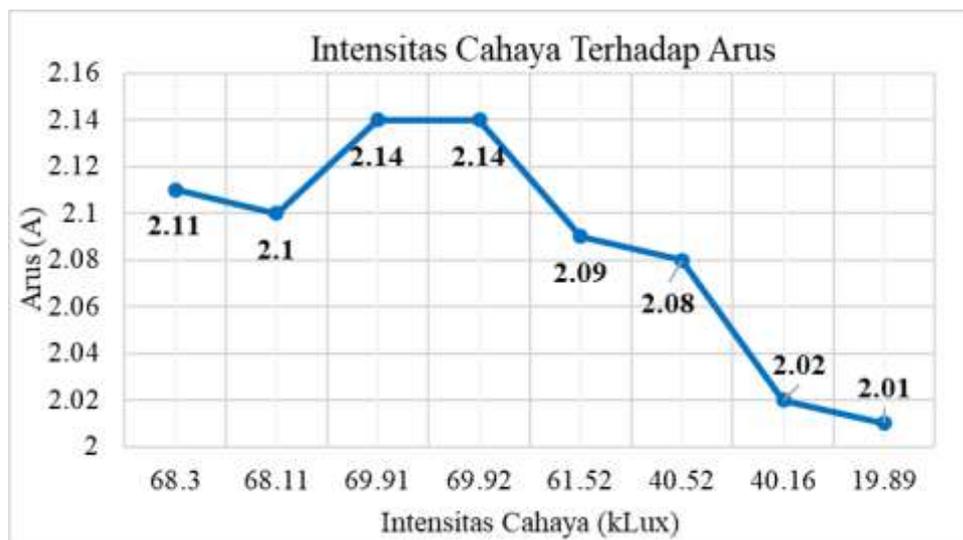
Gambar 6. Grafik Jam terhadap Intensitas cahaya

Pada pukul 12.00, intensitas cahaya yang diterima panel surya lebih tinggi. Penyebabnya karena posisi matahari tepat diatas panel surya sehingga mengakibatkan panel surya menerima intensitas lebih banyak. Pada waktu pagi dan sore radiasi yang sampai permukaan bumi intensitasnya kecil. Hal ini disebabkan arah sinar matahari tidak tegak lurus dengan permukaan bumi (membentuk sudut tertentu).



Gambar 7. Grafik intensitas cahaya terhadap tegangan

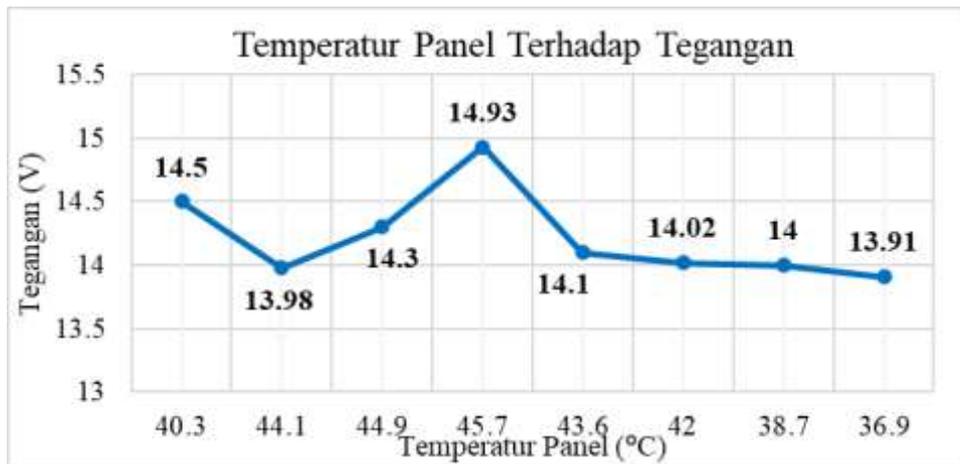
Pada Gambar 7 Intensitas cahaya sangat berpengaruh terhadap tegangan pada panel surya. Semakin tinggi intensitas yang diterima oleh panel surya maka tegangan yang dihasilkan semakin tinggi, jika semakin kecil intensitas cahayanya maka tegangan yang dihasilkan juga kecil. Pada kondisi intensitas cahaya terhadap arus juga sama dengan kondisi intensitas terhadap arus. Hal ini dapat dilihat dalam gambar 8



Gambar 8 . Grafik intensitas cahaya terhadap arus

Semakin tinggi temperature maka tegangan menurun. Hal ini disebabkan karena karakteristik dari panel surya tersebut. Perubahan tersebut dapat dilihat pada gambar 9. grafik temperatur panel terhadap tegangan. Selanjutnya apabila temperature pada panel naik maka tegangan juga akan kembali naik, hal ini terjadi karena disebabkan oleh perubahan pemuaiian pada bahan solar sel tersebut.

Karakteristik tersebut berbeda dengan sumber tegangan (*voltage source*) maupun sumber arus (*current source*). Sumber tegangan yang ideal akan memberikan tegangan yang konstan ketika diberikan beban yang bervariasi dan sumber arus yang ideal akan memberikan arus yang konstan ketika diberikan beban yang bervariasi. Dengan demikian panel surya tidak bisa disebut sebagai sumber tegangan maupun sumber arus.



Gambar 9. Temperatur panel terhadap tegangan

Pengaruh Tegangan Terhadap Arus Berdasarkan Perubahan Sudut Kemiringan Panel Surya 100WP

Pada pengujian yang dilakukan berupa pengukuran tegangan terhadap arus pada pukul 09.00-16.00 dengan perubahan sudut kemiringan.

Tabel 4. 2 Pengujian panel 100 WP pada pukul 09.00

No.	Sudut Kemiringan (°)	Intensitas Cahaya (Lux)	Temperatur Panel (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)
1.	0	37100	42.7	11.91	0.57
2.	10	38500	42.4	11.90	0.57
3.	20	39200	42.2	11.93	0.58
4.	30	38900	42.2	11.96	0.74
5.	40	37800	42.1	12.00	0.85
6.	50	35400	42.1	11.95	0.51
7.	60	32900	41.1	11.92	0.50
8.	70	32100	40.1	11.81	0.44
9.	80	29700	40.3	11.80	0.20

Tabel 4. 3 Pengujian panel 100WP pada pukul 12.00

No.	Sudut Kemiringan (°)	Intensitas Cahaya (Lux)	Temperatur Panel (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)
1	0	70.700	45.7	14.36	2.37
2	10	67.600	45.6	14.31	2.26
3	20	57.700	45.1	14.26	2.04
4	30	50.500	45	14.21	2.04
5	40	53.600	45.3	14.13	1.88
6	50	48.100	45.2	13.95	1.55
7	60	38.500	45.2	13.74	1.21
8	70	33.400	43.2	13.31	0.8
9	80	22.000	42.1	12.5	0.46

Tabel 4. 4 Pengujian panel 100WP pada pukul 14.00

No.	Sudut Kemiringan (°)	Intensitas Cahaya (Lux)	Temperatur Panel (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)
1	0	63700	43.6	14.19	1.67
2	10	57400	42.6	13.71	1.18
3	20	58800	42.3	13.77	0.99
4	30	57200	42.2	13.70	0.94
5	40	53500	42.2	13.75	1.02
6	50	47700	42.2	13.84	1.18
7	60	42300	42.2	13.82	1.10
8	70	33700	41.2	13.55	0.75
9	80	25000	40.2	12.70	0.40

Tabel 4. 5 Pengujian panel 100WP pada pukul 16.00

No.	Sudut Kemiringan (°)	Intensitas Cahaya (Lux)	Temperatur Panel (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)
1	0	35500	42	11.89	0.38
2	10	37300	41.4	11.92	0.42
3	20	38300	41.1	11.91	0.49
4	30	38100	41.1	11.92	0.53
5	40	37800	41.1	11.93	0.56
6	50	35600	40.1	11.92	0.6
7	60	32900	40	11.88	0.34
8	70	30100	39.5	11.86	0.28
9	80	28800	36.7	11.85	0.2

Daya Keluaran Terhadap Jam Berdasarkan Sudut Kemiringan

Berdasarkan pengujian daya terhadap perubahan sudut kemiringan setiap jam didapatkan dengan menggunakan persamaan (3.2) Perhitungan daya pukul 09.00 dengan sudut kemiringan 40°:

$$P = V \times I$$

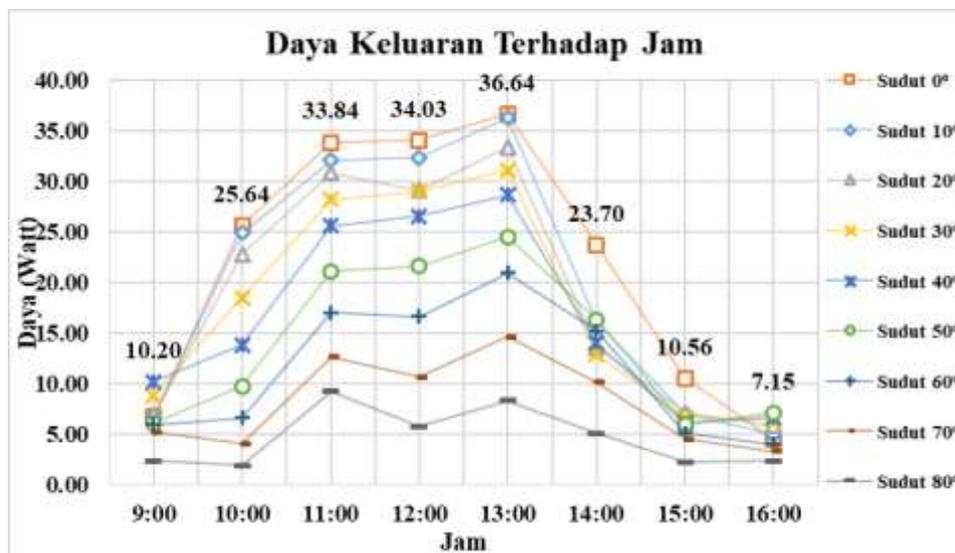
$$P = 12 \times 0.85$$

$$P = 10,2 \text{ watt}$$

Pada tabel 4.6 menunjukkan nilai daya keluaran panel surya 100 WP pada pukul 9.00 s/d 16.00 dengan kondisi Iradiasi yang berubah ubah serta suhu panel yang cenderung stabil. Pada dasarnya Gambar 10 dapat dilihat bahwa daya yang dihasilkan dari panel surya tiap jam dipengaruhi oleh sudut kemiringan panel. Pada pukul 09.00 daya yang diperoleh lebih tinggi dengan sudut optimal 40° yaitu daya sebesar 10.2watt dan memiliki intensitas cahaya sebesar 37.8kLux.

Tabel 4. 6 Daya keluaran panel 100WP pada pukul 09.00 – 16.00

No.	Jam	intensitas cahaya (k Lux)	Temperatur Panel (°C)	Tegangan	Arus	Daya
				(V)	(A)	(Watt)
1	09:00	37.8	42.1	12.00	0.85	10.20
2	10:00	25.8	43.2	12.34	1.12	13.82
3	11:00	54.6	43.1	13.82	1.85	25.57
4	12:00	53.6	45.3	14.13	1.88	26.56
5	13:00	56.1	46.3	14.1	2.03	28.62
6	14:00	53.5	42.2	13.75	1.02	14.03
7	15:00	22.2	42.1	11.94	0.51	6.09
8	16:00	37.8	41.1	11.93	0.56	6.68



Gambar 10. Grafik hubungan Daya Panel Surya dengan Sudut kemiringan Panel Surya

Pada pukul 10.00 – 15.00 daya maksimal panel surya saat posisi datar atau pada kemiringan 0°. Selanjutnya pada pukul 16.00, optimal sudut nya yaitu pada saat posisi kemiringan 50° yang mampu mengeluarkan daya 7.15 watt lebih besar dari daya yang dikeluarkan oleh sudut-sudut yang lain dengan intensitas cahaya 35,6k lux dan tegangan 11.92 volt.

KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil analisa dan beberapa pengujian dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Besarnya nilai tegangan terhadap arus sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari. Dengan kemiringan sudut 0°, pada pukul 09.00 intensitas cahaya 37.1kLux, tegangan 11.91V dan arus 0.57A. Pada pukul 12.00 intensitas cahaya 70.7kLux, tegangan 14.36V dan arus 2.37A dan Pada pukul 16.00 intensitas cahaya 35.5kLux, tegangan 11.89V dan arus 0.38A.
2. Sudut optimal panel surya pada pagi hari yaitu saat sudut kemiringan panel 40°, pukul 10.00 – 14.00 yaitu pada sudut 0° dan sore hari 16.00 yaitu sudut 50°.
3. Pada pukul 09.00 daya yang diperoleh lebih tinggi dengan sudut optimal 40° yaitu daya sebesar 10.2watt dan memiliki intensitas cahaya sebesar 37.8kLux.
4. Pada pukul 10.00 – 15.00 daya maksimal panel surya saat posisi datar atau pada kemiringan 0°. Selanjutnya pada pukul 16.00, optimal sudut nya yaitu pada saat posisi kemiringan 50° yang mampu mengeluarkan daya 7.15 watt lebih besar dari daya yang dikeluarkan oleh sudut-sudut yang lain dengan intensitas cahaya 35,6k Lux dan tegangan 11.92 volt.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Hasan and A. Hamzah, "Analisa dan Desain Maximum Power Point Tracking Untuk Generator Induksi Pada Aplikasi Sepeda Listrik," vol. 4, no. 2, pp. 1–9, 2017.
- B. A. B. Ii and T. Pustaka, "No Title," pp. 5–32, 2013.
- B. Yuwono, "Optimalisasi Panel Sel Surya dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C51," SURAKARTA, 2005.
- D. Kho, "pengertian sel surya," pp. 5–31, 2016.
- K. H. Machmud Effendy, Nur Alif Mardiyah, "Implementasi Maximum Power Point Tracking pada Photovoltaic Berbasis P&O-Fuzzy," vol. 6, no. 1, pp. 2–7, 2017.
- M. Widodo, "Pengujian Sudut Kemiringan Optimal Photovoltaic di Wilayah Purwokerto" Purwokerto, 2017.
- Planning & Installing Solar Thermal Systems. London: earthscan.
- P. Primandaru, "Energi Surya Oleh:," Palembang, 2012.
- P. S. Rusminto Tjatur Widodo, Rugianto, Asmuniv, "Maximum Power Point Tracker Sel Surya Menggunakan Algoritma Perturb and Observe" no. 1.
- Ted. J. Jansen, Teknologi Rekayasa Surya. Pradnya. Paramita, 1995.
- T. T. Gultom, "Pemanfaatan photovoltaic sebagai pembangkit listrik tenaga surya," pp. 33–42.
- V. Quaschnig, Renewable Energy and Climate Change. Germany: Berlin University of Applied Systems HTW, 2010.
- W. A. B. Duffie, John A., Solar Engineering of Thermal Processes, 3rd Editio. Madison: Solar Energy Laboratory University of Wisconsin.
- Young, W.D. and Freedman, R.A., 1996: University Physics, ninth edition, Addison-Wesley, California.