

Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Solar Panel (Photovoltaic) Monocrystalline 50 Wp Terhadap Optimalisasi Output Daya

Wijayanti Sekarningrum^{1*}; Budi Pramono Jati¹; Ida Widiastuti¹

1. Universitas Islam Sultan Agung, Jl. Kaligawe Raya No.Km.4, Terboyo Kulon, Kec. Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah 50112, Indonesia

**Email: wijayanti.sekar@std.unissula.ac.id*

Received: 20 Juli 2023 | Accepted: 7 Januari 2024 | Published: 8 Januari 2024

Abstract

Solar energy is converted into electrical energy through photovoltaic technology. Solar Power Plants are renewable energy sources that convert solar energy into electrical energy. To determine the optimal tilt angle or position for achieving optimal, effective, and efficient power output, voltage, and current, this study will discuss the influence of the tilt angle of solar panels on power output optimization. The research employs two different types of solar panels. The first solar panel has a fixed angle of 90°, while the second solar panel can adjust its angle between 0° and 180°. The tilt angle of the solar panels affects the generated power output, voltage, and current. The optimal angle occurs during the time range from 9:30 am to 1:00 pm (WIB), with the solar panel's tilt angle ranging from 57° to 99°. Solar panels capable of adapting their position to the movement of the sun are more effective in producing optimal power compared to fixed-angle panels. The temperature of the solar panels also affects the output voltage. The intensity of sunlight and changes in the tilt angle of the solar panels also influence the resulting electrical output.

Keywords: Solar panel, Photovoltaic, Angle of inclination, Optimal angle, Output

Abstrak

Energi matahari diubah menjadi energi listrik melalui teknologi photovoltaic. Pembangkit Listrik Tenaga Surya merupakan sumber energi terbarukan yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Untuk menentukan sudut kemiringan atau posisi yang optimal guna dapat menghasilkan nilai output daya, tegangan dan arus secara optimal efektif dan efisien. Penelitian ini akan membahas tentang pengaruh sudut kemiringan solar panel terhadap optimalisasi output daya. Penelitian ini menggunakan dua jenis panel surya yang berbeda. Panel surya yang pertama memiliki sudut tetap pada 90°, sementara panel surya kedua berubah sudutnya antara 0° hingga 180. Sudut kemiringan panel surya berpengaruh terhadap output daya, tegangan, dan arus yang dihasilkan. Sudut optimal terjadi pada rentang waktu pukul 9.30 hingga 13.00 WIB, dengan sudut kemiringan panel antara 57° hingga 99°. Penggunaan panel surya yang dapat menyesuaikan posisi dengan pergerakan matahari lebih efektif dalam menghasilkan daya yang optimal dibandingkan dengan panel sudut tetap. Suhu panel surya juga mempengaruhi tegangan keluaran. Intensitas cahaya matahari dan perubahan sudut panel surya juga berpengaruh pada output listrik yang dihasilkan.

Kata kunci: Panel surya, Photovoltaic, Sudut Kemiringan, Sudut Optimal, Output

1. PENDAHULUAN

Energi matahari akan langsung diubah menjadi energi listrik melalui efek *photovoltaic*, bukan dengan mengonversi energi panas menjadi energi listrik. Oleh karena itu, teknologi *photovoltaic* umumnya digunakan untuk menghasilkan listrik dari sinar matahari, bukan untuk mengubah energi panas menjadi listrik[1]. Efek fotovoltaiik terjadi dalam sel surya yang terdiri dari bahan semikonduktor seperti silikon. Pada prinsipnya, sel surya menggunakan teori cahaya sebagai partikel, yaitu foton. Cahaya, baik yang tampak maupun yang tidak tampak, memiliki sifat ganda sebagai gelombang dan partikel [2]

Pada penelitian ini memiliki referensi yang digunakan sebagai pendukung dalam penyusunan tugas akhir salah satunya yaitu Penelitian yang disusun oleh Abdul Kodir Albahar dan Muhammad Faizal Haqi memiliki tujuan yang sama yaitu untuk mendapatkan hasil keluaran yang optimal [3]. Namun pada penelitian ini waktu dan sudutnya telah ditentukan sedangkan pada penelitian yang saya lakukan waktu nya dimulai dari pukul 07.30 WIB sampai 16.00 dan sudut nya diatur sesuai dengan arah gerak matahari atau posisi matahari.

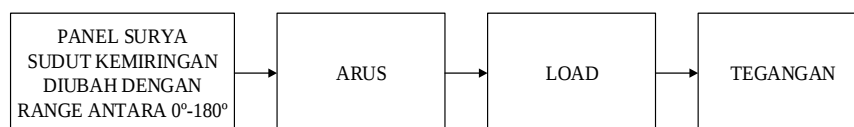
Untuk menentukan sudut kemiringan atau posisi yang optimal guna dapat menghasilkan nilai output daya, tegangan dan arus secara optimal. Penelitian ini akan membahas tentang pengaruh sudut kemiringan solar panel (*photovoltaic*) *monocrystalline* [4]. 50 wp terhadap optimalisasi output daya. Diharapkan melalui serangkaian pengujian ini, didapatkan hasil yang optimal, efektif dan efisien. Pada penelitian ini yaitu menganalisa tentang solar panel (*photovoltaic*) *monocrystalline* 50 wp terhadap optimalisasi output daya. Berdasarkan judul tugas akhir ini menggunakan *photovoltaic* dengan type *monocrystalline* 50 WP, dikarenakan dari segi fungsional type *monocrystalline* lebih efisien dari pada type *polycrystalline*. Efisiensi panel *monocrystalline* bernilai sebesar 15-20% serta dapat bekerja lebih baik dalam suhu tinggi dan kondisi yang teduh.

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

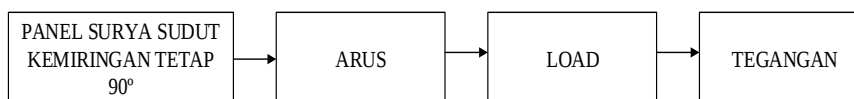
Penelitian ini mengoptimalkan sudut dan output dua panel surya: satu dengan sudut tetap 90°, sementara yang lainnya mengubah sudutnya antara 0° hingga 180°. Dilaksanakan pada bulan Mei di Semarang, yang berada di garis lintang sekitar 6°55' Lintang Selatan, di mana posisi Matahari cenderung lebih tinggi di belahan bumi utara. Agar sesuai dengan posisi Matahari [5], kedua panel surya dimiringkan sedikit ke arah utara. Alat dan bahan yang digunakan untuk pengukuran termasuk Modul Panel Surya *Monocrystalline*, Volt Ampere Meter, Digital Meter, Infrared Thermometer, Light Meter, dan Lampu.

2.1. Diagram Blok

Berikut ini adalah mekanisme sistem kerja dalam bentuk diagram blok.

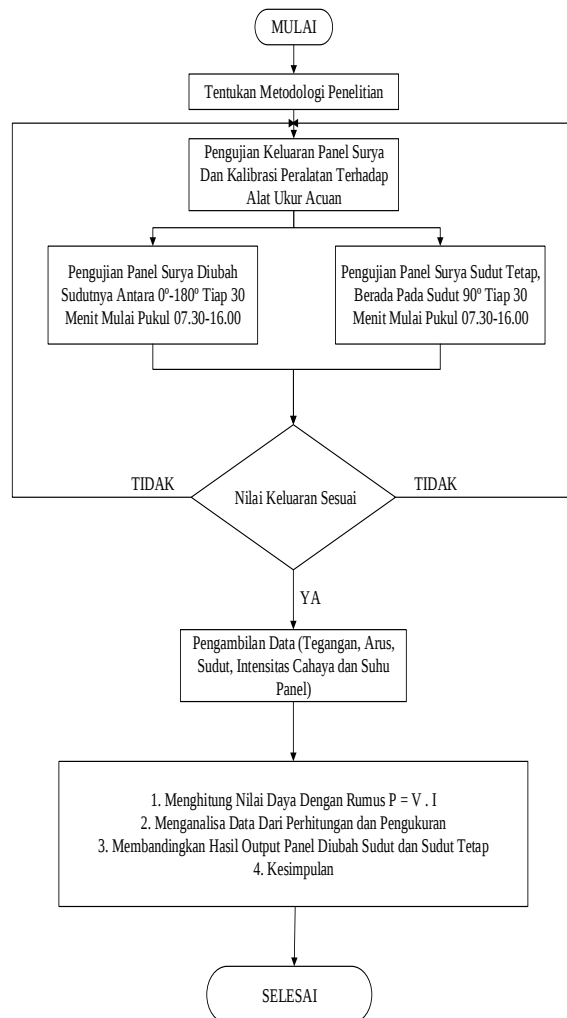


Gambar 1. Diagram Blok *Photovoltaic* Yang Diubah Sudutnya



Gambar 2. Diagram Blok *Photovoltaic* Yang Tetap Sudutnya

2.2. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3. Diagram Alur Penelitian (*Flowchart*)

2.3. Pengujian Panel Surya Sudut Kemiringan Diubah

Panel surya yang dapat berubah sudutnya sesuai dengan arah matahari, dengan rentang sudut (0° hingga 180°) sesuai dengan arah matahari dari timur ke barat[6]. Pengambilan data dilakukan setiap 30 menit sekali dimulai pada pukul 07.30-16.00 WIB dengan cuaca yang cerah. [7]



Gambar 4. Pengujian Panel Surya Sudut Diubah

2.4. Pengujian Panel Surya Sudut Kemiringan Tetap

Sudutnya tetap di 90° (sudut siku-siku). Pengambilan data dilakukan setiap 30 menit sekali dimulai pada pukul 07.30-16.00 WIB dengan cuaca yang cerah



Gambar 5. Pengujian Panel Surya Sudut Tetap

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Tegangan, Arus dan Intensitas Cahaya Terhadap Waktu Pada Panel Surya 50 WP

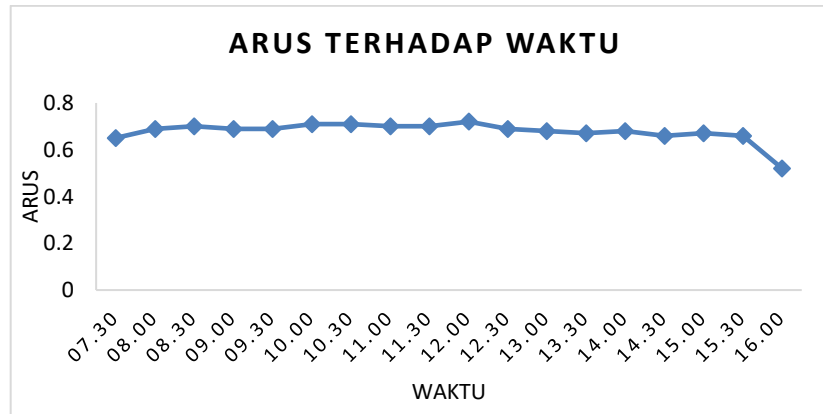
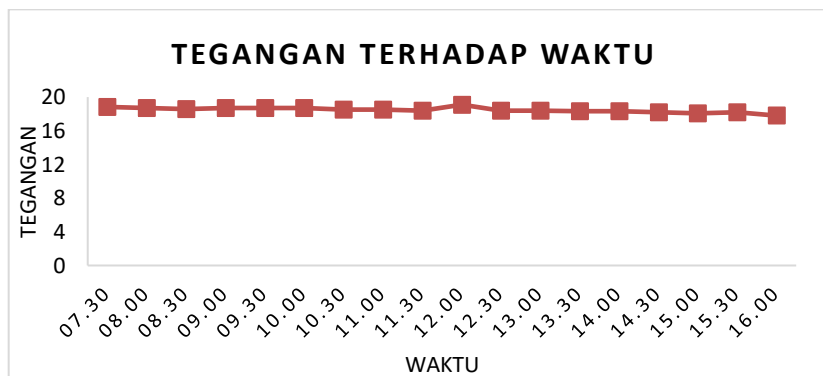
Dalam pengujian yang dilakukan, dua panel berbeda telah diuji yaitu panel dengan sudut tetap dan panel dengan sudut yang dapat diubah.

3.1.1. Panel Surya dengan Sudut 90° (Sudut Tetap atau Tidak Diubah)

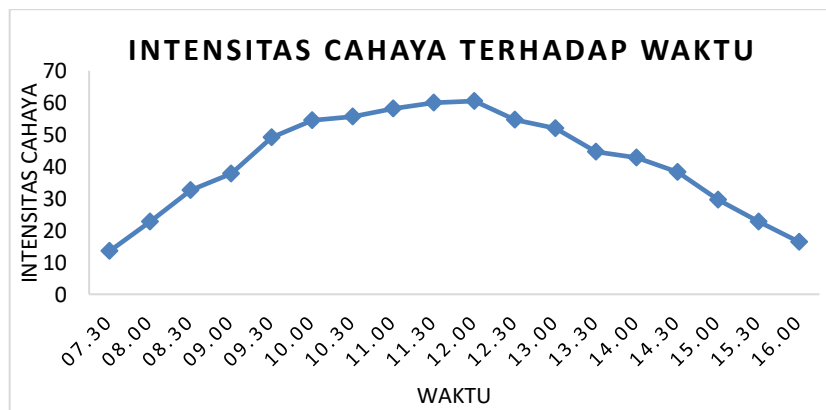
Panel surya dengan sudut 90° memiliki sudut yang tetap vertikal terhadap permukaan tanah atau menghadap ke atas. Dalam pengujian yang dilakukan, dihasilkan data tegangan, arus, dan intensitas cahaya selama rentang waktu mulai dari waktu 07.30 hingga 16.00 WIB. Berikut adalah hasil data yang diperoleh.

Tabel 1. Data Tegangan, Arus dan Intensitas Cahaya Panel Surya dengan Sudut Tetap

No	Waktu	Sudut	Arus (I_T)	Tegangan (V_T)	Intensitas Cahaya (kLUX)
1	07.30	90	0,65	18,8	13,48
2	08.00	90	0,69	18,7	22,69
3	08.30	90	0,7	18,6	32,64
4	09.00	90	0,69	18,7	37,76
5	09.30	90	0,69	18,7	49,2
6	10.00	90	0,71	18,7	54,5
7	10.30	90	0,71	18,5	55,6
8	11.00	90	0,7	18,5	58,2
9	11.30	90	0,7	18,4	60
10	12.00	90	0,72	19,1	60,5
11	12.30	90	0,69	18,4	54,6
12	13.00	90	0,68	18,4	52
13	13.30	90	0,67	18,3	44,6
14	14.00	90	0,68	18,3	42,7
15	14.30	90	0,66	18,2	38,18
16	15.00	90	0,67	18,1	29,66
17	15.30	90	0,66	18,2	22,7
18	16.00	90	0,52	17,8	16,34

**Gambar 6.** Grafik Arus Terhadap Waktu Pada Sudut Tetap**Gambar 7.** Grafik Tegangan Terhadap Waktu Pada Sudut Tetap

Berdasarkan analisis terhadap Gambar 7 dan 8, dapat dijelaskan bahwa waktu yang paling ideal untuk tegangan terjadi pada pukul 12.00 WIB. Pada saat tersebut, arus yang dihasilkan mencapai 0,72 A dan tegangan mencapai 19,1 V. Pada pukul 12.00 WIB, sudut panel surya tetap berada pada 90° menghadap ke atas. Meskipun sudut tersebut tidak mengoptimalkan penyerapan energi dibandingkan dengan sudut yang diubah berdasarkan arah posisi matahari, namun waktu tersebut tetap memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan waktu lainnya. Hal ini karena sinar matahari pada pukul 12.00 WIB memiliki intensitas yang paling optimal dan sesuai dengan posisi matahari yang berada di titik puncaknya.

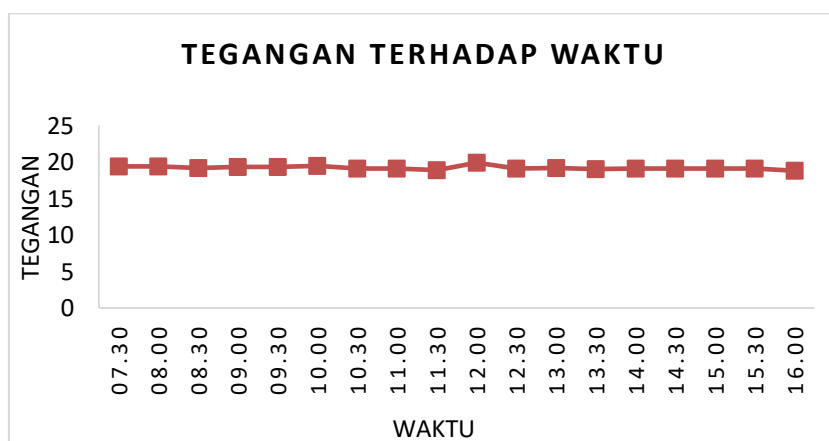
**Gambar 8.** Grafik Intensitas Cahaya Terhadap Waktu Pada Sudut Tetap

3.1.2. Panel Surya Berdasarkan Sudut Kemiringan Diubah

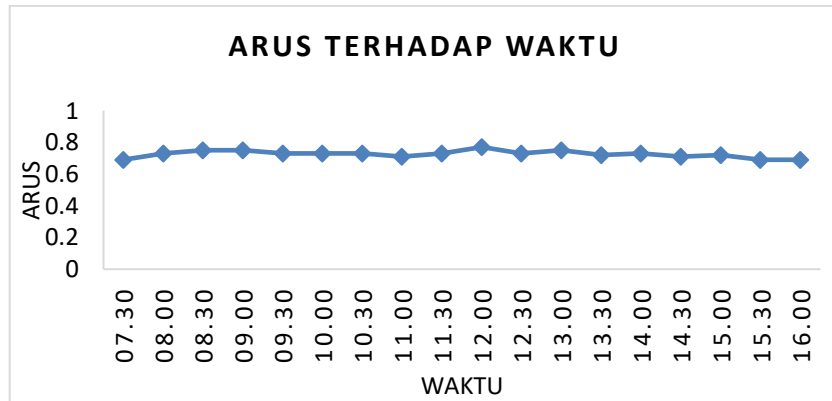
Berdasarkan analisis terhadap Gambar 10 dan 11, dapat dijelaskan bahwa waktu yang paling ideal untuk tegangan terjadi pada pukul 12.00 WIB. Pada saat tersebut, arus yang dihasilkan mencapai 0,77 A dan tegangan mencapai 19,9 V. Hal ini dapat dijelaskan dengan fakta bahwa pukul 12.00 WIB merupakan waktu di mana matahari berada pada posisi tertinggi di langit atau titik puncaknya.

Tabel 2. Data Tegangan, Arus dan Intensitas Cahaya Panel Surya dengan Sudut Diubah

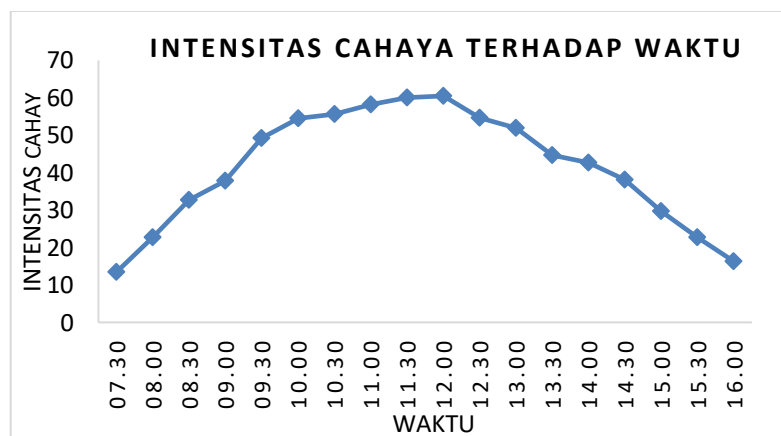
No	Waktu	Sudut	Arus (A_U)	Tegangan (V_U)	Intensitas Cahaya (kLUX)
1	07.30	32	0,69	19,4	13,48
2	08.00	41	0,73	19,4	22,69
3	08.30	50	0,75	19,2	32,64
4	09.00	53	0,75	19,3	37,76
5	09.30	57	0,73	19,3	49,2
6	10.00	69	0,73	19,5	54,5
7	10.30	73	0,73	19,1	55,6
8	11.00	81	0,71	19,1	58,2
9	11.30	85	0,73	18,9	60
10	12.00	90	0,75	19,9	60,5
11	12.30	99	0,73	19,1	54,6
12	13.00	106	0,75	19,2	52
13	13.30	109	0,72	19	44,6
14	14.00	118	0,73	19,1	42,7
15	14.30	128	0,71	19,1	38,18
16	15.00	135	0,72	19,1	29,66
17	15.30	140	0,69	19,1	22,7
18	16.00	153	0,69	18,8	16,34



Gambar 9. Grafik Tegangan Terhadap Waktu Pada Sudut Kemiringan Diubah



Gambar 10. Grafik Arus Terhadap Waktu Pada Sudut Kemiringan Diubah



Gambar 11. Grafik Intensitas Cahaya Terhadap Waktu Pada Sudut Kemiringan Diubah

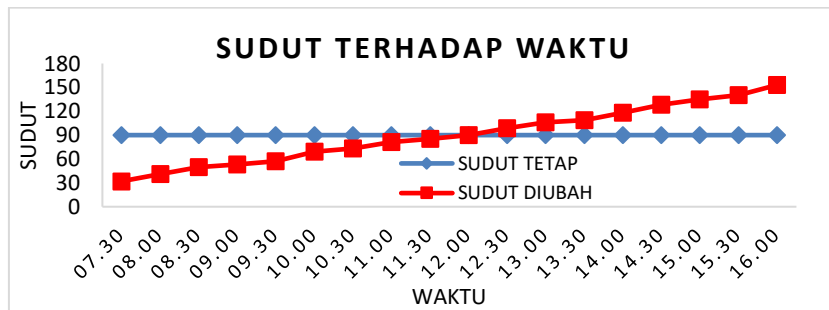
3.2. Sudut Optimal Panel Surya

Panel surya yang diposisikan pada sudut tetap 90° (siku-siku) menunjukkan bahwa panel tetap menghadap ke atas secara vertikal terhadap permukaan tanah. Sementara itu, panel surya yang sudutnya diubah menunjukkan variasi dalam kinerja energi tergantung pada sudut kemiringan (interval dari 0° hingga 180°). Dalam pengujian ini, bahwa sudut optimal terjadi pada rentang waktu pukul 9.30 hingga 13.00 WIB, dengan sudut kemiringan panel antara 57° hingga 99°.

Tabel 3. Data Sudut Optimal yang Tidak Diubah Pada Panel Surya 50 Wp

No	Waktu	Sudut Tetap	Sudut Ubah
1	07.30	90	32
2	08.00	90	41
3	08.30	90	50
4	09.00	90	53
5	09.30	90	57
6	10.00	90	69
7	10.30	90	73
8	11.00	90	81
9	11.30	90	85
10	12.00	90	90
11	12.30	90	99

12	13.00	90	106
13	13.30	90	109
14	14.00	90	118
15	14.30	90	128
16	15.00	90	135
17	15.30	90	140
18	16.00	90	153



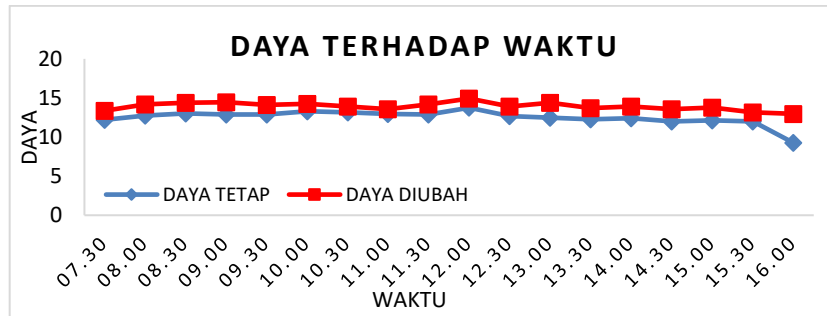
Gambar 12 Grafik Sudut Terhadap Waktu

3.3. Daya Keluaran Terhadap Waktu pada Panel Surya

Berikut adalah hasil perhitungan dari daya yang diperoleh dari tegangan dan arus yang didapatkan pada panel dengan sudut tetap.

Tabel 4. Data Daya Keluaran Panel Surya Tidak Diubah Sudutnya

No	Waktu	Arus (A _T)	Arus (A _U)	Tegangan (V _T)	Tegangan (V _U)	Daya (W _T)	Daya (W _U)	Intensitas Cahaya (kLUX)
1	07.30	0,65	0,69	18,8	19,4	12,22	13,39	13,48
2	08.00	0,69	0,73	18,7	19,4	12,77	14,16	22,69
3	08.30	0,7	0,75	18,6	19,2	13,02	14,40	32,64
4	09.00	0,69	0,75	18,7	19,3	12,90	14,48	37,76
5	09.30	0,69	0,73	18,7	19,3	12,90	14,09	49,2
6	10.00	0,71	0,73	18,7	19,5	13,28	14,24	54,5
7	10.30	0,71	0,73	18,5	19,1	13,14	13,94	55,6
8	11.00	0,7	0,71	18,5	19,1	12,95	13,56	58,2
9	11.30	0,7	0,73	18,4	18,9	12,88	14,18	60
10	12.00	0,72	0,75	19,1	19,9	13,75	14,93	60,5
11	12.30	0,69	0,73	18,4	19,1	12,70	13,94	54,6
12	13.00	0,68	0,75	18,4	19,2	12,51	14,40	52
13	13.30	0,67	0,72	18,3	19	12,26	13,68	44,6
14	14.00	0,68	0,73	18,3	19,1	12,44	13,94	42,7
15	14.30	0,66	0,71	18,2	19,1	12,01	13,56	38,18
16	15.00	0,67	0,72	18,1	19,1	12,13	13,75	29,66
17	15.30	0,66	0,69	18,2	19,1	12,01	13,18	22,7
18	16.00	0,52	0,69	17,8	18,8	9,26	12,97	16,34



Gambar 13. Daya Terhadap Waktu Pada Sudut Tetap

Berdasarkan gambar 13, diperoleh dengan perhitungan daya menggunakan rumus

$$P = V \times I. \quad (1)$$

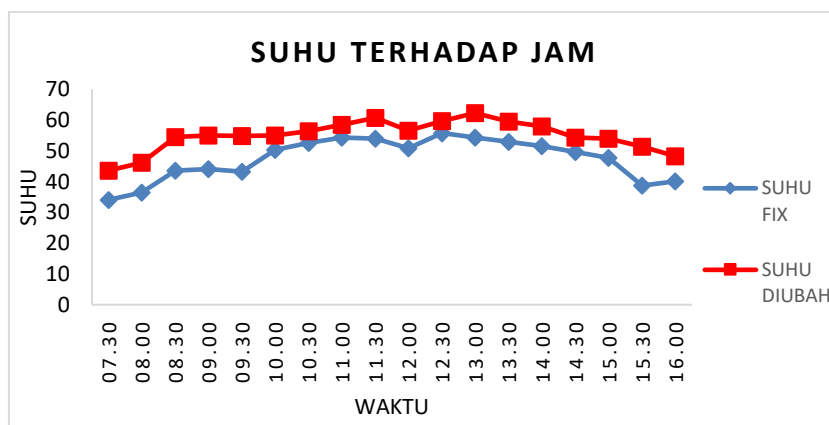
Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai daya yang paling optimal terjadi pada pukul 12.00 WIB dengan panel sudut 90°, diperoleh nilai daya optimal sebesar 13,75 Watt, dan pada panel sudut diubah, daya optimal diperoleh nilai daya sebesar 14,93 Watt. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan sudut panel surya mempengaruhi jumlah daya yang dihasilkan, dan beberapa sudut tertentu dapat memberikan daya yang lebih optimal

3.4. Temperatur Panel Surya Terhadap Waktu Panel Surya 50 Wp

Tegangan pada panel surya diketahui memiliki pengaruh terhadap suhu atau temperatur panel. Berikut adalah pengaruh suhu terhadap kedua panel yang berbeda.

Tabel 5. Temperatur Panel Surya Sudut Tetap

No	Waktu	Arus (Ar)	Arus (Au)	Tegangan (Vr)	Tegangan (Vu)	Suhu (°Cr)	Suhu (°Cu)	Intensitas Cahaya (kLUX)
1	07.30	0,65	0,69	18,8	19,4	34,1	43,6	13,48
2	08.00	0,69	0,73	18,7	19,4	36,5	46,2	22,69
3	08.30	0,7	0,75	18,6	19,2	43,5	54,5	32,64
4	09.00	0,69	0,75	18,7	19,3	44,1	55	37,76
5	09.30	0,69	0,73	18,7	19,3	43,3	64,9	49,2
6	10.00	0,71	0,73	18,7	19,5	50,3	55,1	54,5
7	10.30	0,71	0,73	18,5	19,1	52,6	56,4	55,6
8	11.00	0,7	0,71	18,5	19,1	54,3	58,5	58,2
9	11.30	0,7	0,73	18,4	18,9	54	60,8	60
10	12.00	0,72	0,75	19,1	19,9	50,8	56,6	60,5
11	12.30	0,69	0,73	18,4	19,1	55,8	67,7	54,6
12	13.00	0,68	0,75	18,4	19,2	54,4	62,3	52
13	13.30	0,67	0,72	18,3	19	53	59,5	44,6
14	14.00	0,68	0,73	18,3	19,1	51,6	57,9	42,7
15	14.30	0,66	0,71	18,2	19,1	49,6	54,3	38,18
16	15.00	0,67	0,72	18,1	19,1	47,7	54	29,66
17	15.30	0,66	0,69	18,2	19,1	38,7	51,3	22,7
18	16.00	0,52	0,69	17,8	18,8	40,1	48,3	16,34



Gambar 14. Grafik Suhu Terhadap Waktu Pada Sudut Tetap

Berdasarkan Gambar 14, diperhatikan bahwa suhu pada panel berpengaruh terhadap tegangan keluaran yang dihasilkan. Semakin tinggi tegangan dan arus yang didapatkan, suhu pada panel akan berkurang. Dapat dilihat pada Tabel 5 dimana pada pukul 12.00 dihasilkan tegangan puncak atau tegangan maksimal. Sehingga suhu yang dihasilkan pada pukul 12.00 rendah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah di bahas sebelumnya dapat ditarik kesimpulan bahwa Intensitas cahaya matahari memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai tegangan dan arus pada panel surya. Pengukuran panel surya di Semarang menunjukkan bahwa sudut optimal untuk panel berada pada sekitar pukul 10.30-11.00 WIB dengan rentang sudut kemiringan panel antara 57° hingga 99° (panel sudut diubah). Daya keluaran dari panel surya berbanding lurus dengan intensitas cahaya, arus, dan tegangan. Di sisi lain, nilai suhu keluaran panel surya berbanding terbalik dengan intensitas cahaya, arus, dan tegangan. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan SCC dan dilakukan di tempat dan pada saat Intensitas Cahaya tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Assiddiq, S. Jurusan, T. Mesin, P. Kotabaru, J. Raya, and S. Km, "PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN TERHADAP EFISIENSI SEL FOTOVOLTAIK (Influence Of Slope Angle On Efficiency Of The Photovoltaic Cell)," *Media Sains*, vol. 10, no. 2, 2017.
- [2] M. S. ing. Bagus Ramadhani, *Buku Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Jakarta: GIZ, 2018.
- [3] A. Albahar, M. H.-J. ELEKTRO, and undefined 2020, "PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN PANEL SURYA (PV) TERHADAP KELUARAN DAYA," *journal.teknikunkris.ac.id*, vol. 8, no. 3, 2020, Accessed: Oct. 18, 2022. [Online]. Available:<https://journal.teknikunkris.ac.id/index.php/elektro/article/download/113/102>
- [4] M. R. Andriani Parastiwi, Ratna Ika Putri, Supriatna Adhisuwignjo, *Photovoltaic Terapan (Teknologi dan Implementasi)*, Pertama. Malang: POLINEM PRESS, 2018. [Online].
- [5] "Charting The Sun's Motion In Relation To Your Home And Permaculture Site - The Permaculture Research Institute," Ravindra Krishnamurthy, 2015. <https://www.permaculturenews.org/2015/10/23/charting-the-suns-motion-in-relation-to-your-home-and-permaculture-site/> (accessed Jul. 20, 2023).
- [6] A. Kurniawan, Y. Yoserizal, and F. A.-I. A. Putra, "ANALISA EFEK KEMIRINGAN PEMASANGAN TERHADAP LUARAN DAYA RANGKAIAN PANEL SURYA,"

- SISTEM Jurnal Ilmu Ilmu Teknik, vol. 15, no. 3, pp. 36–42, Dec. 2019, doi: 10.37303/SISTEM.V15I3.199.
- [7] P. Pawitra Teguh Dharma Priatam, M. Fitra Zambak, and P. Harahap, “Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP,” vol. 4, no. 1, pp. 48–54, 2021, doi: 10.30596/rele.v4i1.7825.