

## Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Unjuk Kerja Panel Surya (Studi di Universitas Bangka Belitung)

Rifki Mardani<sup>1</sup>, Rika Favoria Gusa<sup>1</sup>, Asmar<sup>1</sup>, Wahri Sunanda<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung, Bangka, Bangka Belitung.

### Informasi Artikel

Naskah Diterima : 24 Maret 022

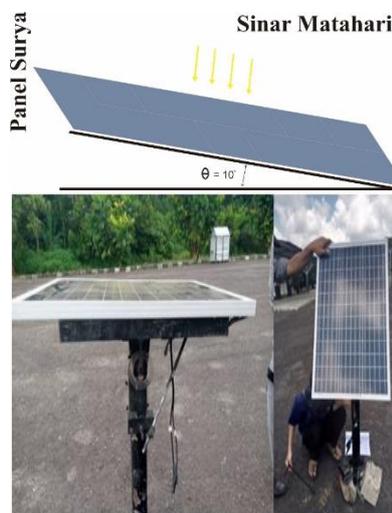
Direvisi : 01 April 2022

Disetujui : 20 Juni 2022

doi:10.36055/setrum.v11i1.14579

\*Korespondensi Penulis : wahrisunanda@ubb.ac.id

### Graphical abstract



### Abstract

In this study, data were collected on solar irradiation ( $W/m^2$ ), short circuit current ( $I_{sc}$ ), and open circuit voltage ( $V_{oc}$ ) at angles of  $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $50^\circ$ , and  $60^\circ$ . The research method used is an experimental method of data collection with variations in the tilt angle of the solar panels. From the results of research that was tested using monocrystalline solar panels with a capacity of 50 WP, it can be concluded that the highest value of the solar panel output power ( $P_{out}$ ) was 31.59 Watts at an angle of  $10^\circ$  which occurred at 01.00 p.m. Then the highest efficiency value ( $\eta$ ) of 15.47% occurred at 03.00 p.m. with a slope angle of  $10^\circ$ .

**Keywords:** solar irradiation, angle tilt, output power, efficiency

### Abstrak

Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data intensitas radiasi matahari ( $W/m^2$ ), arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ), dan tegangan rangkaian terbuka ( $V_{oc}$ ) pada sudut  $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $50^\circ$ , dan  $60^\circ$ . Pengumpulan data dilakukan dengan variasi sudut kemiringan panel surya. Dari hasil penelitian yang diujikan menggunakan panel surya monokristalin dengan kapasitas 50 WP, dapat disimpulkan bahwa nilai daya keluaran panel surya ( $P_{out}$ ) tertinggi adalah 31,59 Watt pada sudut  $10^\circ$  yang terjadi pada pukul 13.00 WIB. Kemudian nilai efisiensi tertinggi ( $\eta$ ) sebesar 15,47% terjadi pada pukul 15:00. dengan sudut kemiringan  $10^\circ$ .

**Kata kunci:** intensitas radiasi matahari, sudut kemiringan, daya keluaran, efisiensi

© 2022 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved

## 1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi listrik menjadi salah satu pilihan dalam pemenuhan energi di Indonesia [1][2]. Ditargetkan hingga 2025, target kapasitas pengembangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) mencapai 6,5 GW dengan strategi ; memberlakukan kewajiban pemanfaatan sel surya minimum sebesar 30% dari luas atap dari seluruh bangunan pemerintah pusat dan pemerintah daerah, memberlakukan kewajiban pemanfaatan sel surya minimum sebesar 25% dari luas atap bangunan rumah mewah, apartemen melalui izin mendirikan bangunan, dan memberlakukan kewajiban pemanfaatan sel surya minimum 25% dari luas atap bangunan kompleks industri dan bangunan komersil melalui izin mendirikan bangunan [3]. Ketersediaan intensitas matahari di sepanjang tahun menjadi salah satu pertimbangan pemanfaatan energi surya dalam pemenuhan kebutuhan energi listrik [4]. Oleh karenanya peningkatan pemanfaatan energi baru terbarukan dari surya menjadi salah satu fokus pemerintah dalam upaya meningkatkan bauran energi.

Tantangan yang perlu diperhatikan dari penggunaan PLTS diantaranya sifat *intermittent* yang ditandai oleh frekuensi dan tegangan selalu berubah tergantung kondisi radiasi matahari serta PLTS termasuk pembangkit *non dispatchable* yang berarti besarnya daya mampu tidak dapat diatur dan

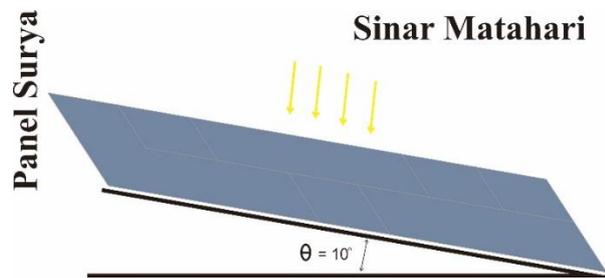
direncanakan sehingga kapasitas terpasang tidak dapat menjadi acuan [3]. Salah satu hal juga yang perlu diperhatikan dalam peningkatan efisiensi dari luaran panel surya adalah sudut kemiringan panel surya selain lokasi instalasi, kondisi lingkungan, dan arah orientasi [5]. Beberapa penelitian terkait menunjukkan bahwa sudut kemiringan panel surya berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan dan efisiensi [6][7][8]. Selain itu juga penelitian lain menggunakan simulasi MATLAB dalam menentukan intensitas radiasi matahari pada berbagai variasi sudut kemiringan [9] termasuk juga menggunakan *Solar Emulator* dengan sumber cahaya berasal dari lampu halogen [10]. Perbedaan intensitas matahari yang dihasilkan dari sudut kemiringan yang berbeda juga dilakukan evaluasi terhadap panel surya yang sudah terpasang di STT PLN [11] di Bandung [12] dan Meulaboh [13].

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis terhadap sudut kemiringan dari 1 unit panel surya *monocrystalline* dengan kapasitas 50 Wp dengan penempatan lokasi di Universitas Bangka Belitung, sehingga didapatkan unjuk kerja baik yang ditunjukkan dengan daya *output* dan efisiensi yang tinggi. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi rekomendasi dalam melakukan instalasi panel surya di kawasan kampus selain beberapa perancangan yang sudah dilakukan terkait pemantauan unjuk kinerja PV secara *realtime* [14].

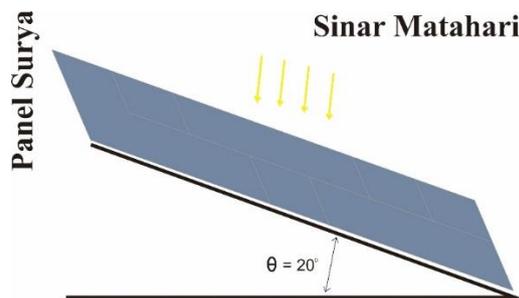
## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan menggunakan 1 unit panel surya 50 Wp jenis *monocrystalline*. Pengujian dilakukan di kawasan kampus Universitas Bangka Belitung. Tahapan yang dilakukan yakni

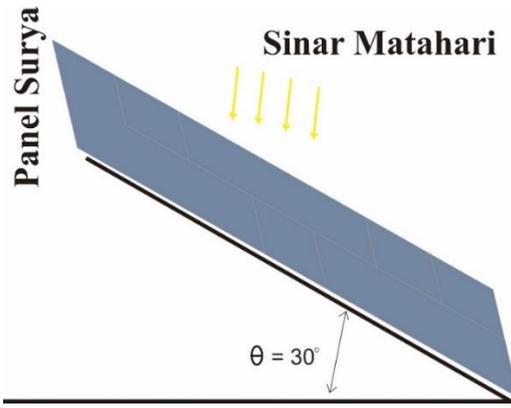
1. Pengambilan data tegangan pada rangkaian terbuka ( $V_{oc}$ ) panel surya tipe *monocrystalline* dengan cara menghubungkan multimeter ke terminal keluaran panel surya dengan sudut yang bervariasi seperti pada gambar 1 hingga gambar 6.



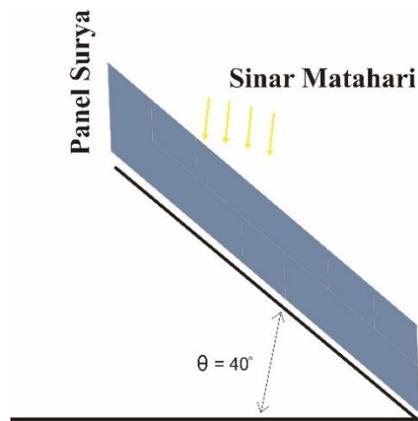
Gambar 1. Pengaturan panel surya dengan sudut  $10^\circ$



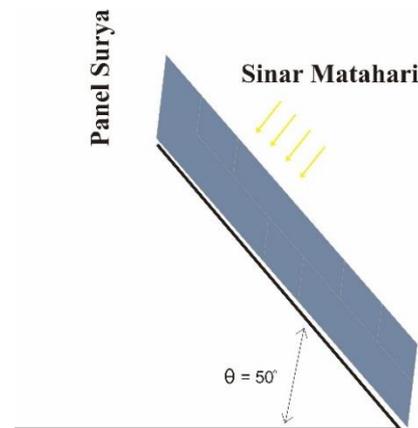
Gambar 2. Pengaturan panel surya dengan sudut  $20^\circ$



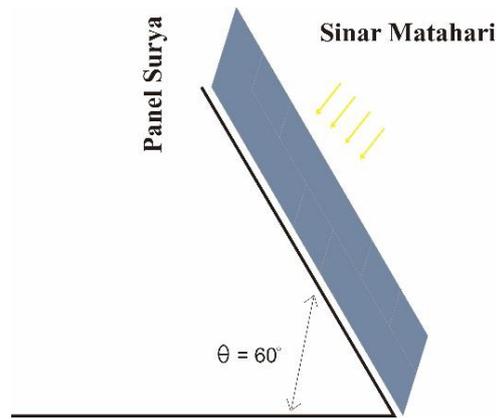
Gambar 3. Pengaturan panel surya dengan sudut  $30^\circ$



Gambar 4. Pengaturan panel surya dengan sudut  $40^\circ$



Gambar 5. Pengaturan panel surya dengan sudut  $50^\circ$



Gambar 6. Pengaturan panel surya dengan sudut  $60^\circ$

2. Pengambilan data arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ) panel surya dengan menghubungkan multimeter ke terminal keluaran panel surya tipe. Pengambilan data ini dilakukan dari pukul 09.00 – 15.00 dengan variasi sudut kemiringan  $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $50^\circ$  dan  $60^\circ$ .
3. Pengambilan data intensitas radiasi matahari menggunakan alat ukur *solar power meter*. Pengambilan data dilakukan di lokasi penelitian untuk mendapatkan nilai intensitas radiasi matahari, sehingga dapat diketahui nilai intensitas radiasi matahari maksimum, nilai intensitas radiasi matahari minimum dan rata-rata data pengukuran dari intensitas radiasi matahari.

### 3.HASIL DAN PEMBAHASAN

Panel surya yang digunakan merupakan jenis *monocrystalline* dengan kapasitas 50 Wp. Pada gambar 7 merupakan panel surya yang digunakan dan lokasi pengujian di Universitas Bangka Belitung.



Gambar 7. Panel surya 50 WP

Dari tabel 1 dapat dilihat hasil pemantauan radiasi matahari dari pukul 09.00 – 15.00 WIB. Hasil pengukuran radiasi matahari tertinggi yakni  $1136 \text{ W/m}^2$  pada pukul 12.00 WIB, sedangkan hasil pengukuran radiasi matahari terendah  $567 \text{ W/m}^2$  pada pukul 15.00 WIB. Rata-rata nilai intensitas radiasi matahari dari hasil pengukuran yakni  $907.16 \text{ W/m}^2$ .

Tabel 1. Hasil pengukuran intensitas radiasi matahari

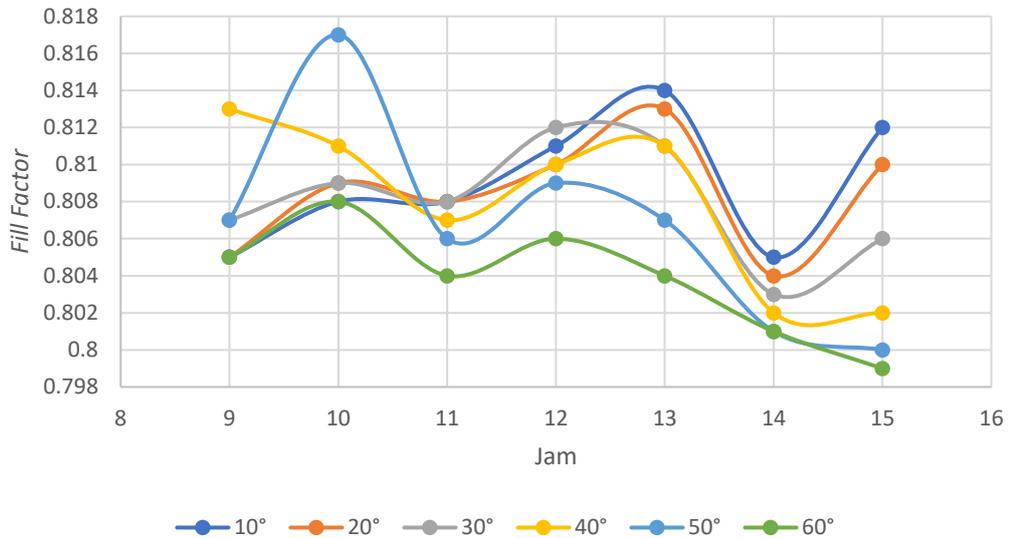
Jam	Intensitas Radiasi Matahari (W/m <sup>2</sup> )
09.00	894.1
10.00	1028
11.00	951
12.00	1136
13.00	1025
14.00	749
15.00	567

Pada tabel 2 merupakan hasil dari pengukuran radiasi matahari (W/m<sup>2</sup>), tegangan terbuka (V<sub>oc</sub>) dan arus hubung singkat (I<sub>sc</sub>) pada setiap sudut yang berbeda. Pengukuran ini menggunakan tipe panel surya *monocrystalline* dengan kapasitas 50 WP. Dari data tersebut selanjutnya akan dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan nilai daya *output* (P<sub>out</sub>) dan nilai efisiensi (η) panel surya.

Tabel 2. Nilai intensitas radiasi matahari, V<sub>oc</sub> dan I<sub>sc</sub> panel surya dengan pengaturan panel hadap utara bumi pada sudut kemiringan berbeda

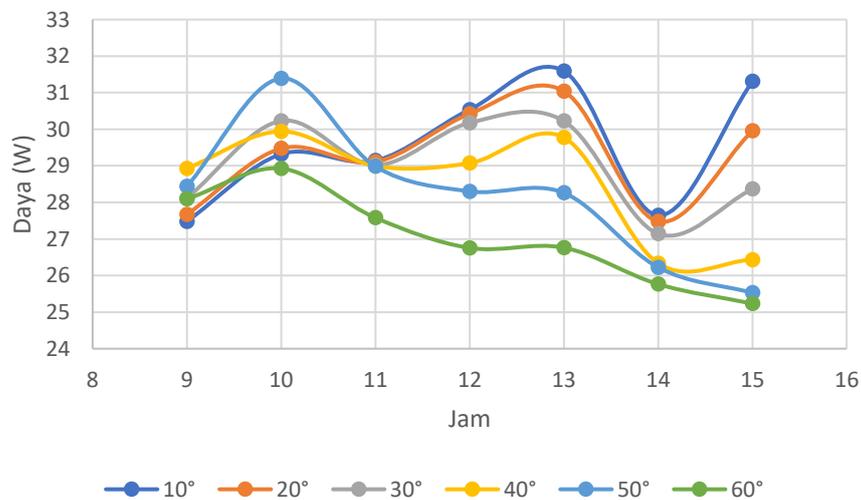
Jam	Radiasi Matahari (W/m <sup>2</sup> )	Sudut Kemiringan Panel											
		10°		20°		30°		40°		50°		60°	
		V <sub>oc</sub> (V)	I <sub>sc</sub> (A)	V <sub>oc</sub> (V)	I <sub>sc</sub> (A)	V <sub>oc</sub> (V)	I <sub>sc</sub> (A)	V <sub>oc</sub> (V)	I <sub>sc</sub> (A)	V <sub>oc</sub> (V)	I <sub>sc</sub> (A)	V <sub>oc</sub> (V)	I <sub>sc</sub> (A)
09.00	894.1	19.61	1.74	19.63	1.75	19.9	1.75	20.8	1.71	19.9	1.77	19.6	1.78
10.00	1028	20.04	1.81	20.13	1.81	20.19	1.85	20.5	1.8	21.35	1.8	20	1.79
11.00	951	20.03	1.8	20.01	1.8	19.96	1.8	19.85	1.81	19.75	1.82	19.48	1.76
12.00	1136	20.46	1.84	20.3	1.85	20.54	1.81	20.28	1.77	20.11	1.74	19.75	1.68
13.00	1025	20.87	1.86	20.75	1.84	20.47	1.82	20.5	1.79	19.89	1.76	19.46	1.71
14.00	749	19.52	1.76	19.42	1.76	19.31	1.75	19.1	1.72	19.03	1.72	19.03	1.69
15.00	567	20.52	1.88	20.22	1.83	19.76	1.78	19.16	1.72	18.88	1.69	18.79	1.68

Pada gambar 8 merupakan hasil dari perhitungan *Fill Factor* (FF) pada panel surya. Nilai *Fill Factor* (FF) tertinggi terjadi pada sudut 50° pada jam 10.00 WIB sebesar 0.817 dan terendah terjadi pada sudut 60° pada jam 15.00 WIB sebesar 0.799. Nilai *Fill Factor* (FF) berada pada angka 0.75-0.85 untuk jenis panel surya berbahan silikon sedangkan untuk jenis panel surya berbahan film tipis berada pada angka 0.6-0.75.



Gambar 8. Grafik hubungan antara *Fill Factor* (FF) dan jam pengambilan data pada sudut kemiringan panel surya yang berbeda

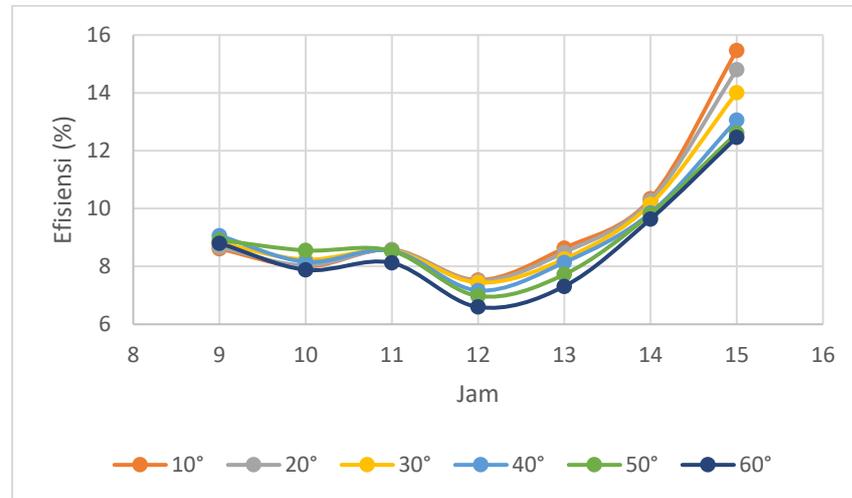
Dari gambar 9 dapat dilihat bahwa daya keluaran ( $P_{out}$ ) panel surya 50 WP tertinggi terjadi pada sudut kemiringan  $10^\circ$  dan pada jam 13.00 WIB dengan nilai daya keluaran ( $P_{out}$ ) 31.59 Watt. Kemudian daya keluaran ( $P_{out}$ ) terendah terjadi pada sudut kemiringan  $60^\circ$  yang terjadi pada jam 15.00 WIB dengan nilai daya keluaran ( $P_{out}$ ) 25.23 Watt. Dari gambar 7 dan gambar 8 dapat dijelaskan bahwa grafik *Fill Factor* (FF) berbanding lurus dengan daya keluaran ( $P_{out}$ ) panel surya.



Gambar 9. Grafik hubungan daya keluaran ( $P_{out}$ ) dan jam pengambilan data pada sudut kemiringan yang berbeda

Daya luaran ( $P_{out}$ ) mengalami fluktuatif naik dan turun untuk semua sudut kemiringan pada rentang jam pengukuran pukul 09.00 – 15.00 WIB. Daya luaran yang dihasilkan panel berbeda untuk semua sudut kemiringan, namun dapat dilihat berbanding lurus dengan *Fill Factor*.

Terjadinya penurunan ini dapat disebabkan salah satunya karena faktor cuaca pada saat jam tersebut mendung, sehingga nilai intensitas radiasi matahari ( $W/m^2$ ),  $V_{oc}$ , dan  $I_{sc}$  mengalami penurunan juga. Dari grafik juga terlihat bahwa, daya keluaran ( $P_{out}$ ) panel surya pada sudut kemiringan yang paling optimal terdapat pada sudut  $10^\circ$ .



Gambar 10. Grafik hubungan antara efisiensi panel dengan jam pengambilan data pada sudut kemiringan yang berbeda

Pada gambar 10 didapatkan bahwa efisiensi ( $\eta$ ) tertinggi pada pukul 15.00 WIB dengan nilai efisiensi ( $\eta$ ) 15.47% pada sudut  $10^\circ$ , sedangkan nilai efisiensi ( $\eta$ ) yang terendah terdapat pada sudut  $60^\circ$  dengan nilai efisiensi ( $\eta$ ) 6.597% pada pukul 12.00 WIB.

#### 4. KESIMPULAN

Pengaturan sudut kemiringan panel surya dengan arah panel mengarah ke utara bumi menghasilkan daya keluaran ( $P_{out}$ ) panel surya tertinggi 31.59 Watt pada sudut kemiringan  $10^\circ$  yang terjadi pada pukul 13.00 WIB, sedangkan daya keluaran ( $P_{out}$ ) panel surya terendah 25.23 Watt pada sudut kemiringan  $60^\circ$  terjadi pada pukul 15.00 WIB. Untuk nilai efisiensi ( $\eta$ ) panel surya yang tertinggi terjadi pukul 15.00 WIB pada sudut kemiringan panel surya  $10^\circ$  dengan nilai efisiensi ( $\eta$ ) 15.47%, sedangkan efisiensi ( $\eta$ ) panel surya terendah terjadi pada pukul 12.00 WIB pada sudut kemiringan panel surya  $60^\circ$  dengan nilai efisiensi ( $\eta$ ) sebesar 6.59%. Pengukuran dapat dilakukan dengan jenis dan kapasitas panel yang berbeda guna mendapatkan perbandingan hasil untuk berbagai jenis dan kapasitas panel surya.

#### REFERENSI

- [1] Tiandho, Y., Gusa, R. F., Dinata, I., Sunanda, W. *Model for nanofluids thermal conductivity based on modified nanoconvective mechanism*. 2018. In E3S Web of Conferences (Vol. 73, p. 01015). EDP Sciences.
- [2] Anoi, Y. H., Yani, A., Yunanri, W. *Analisis sudut panel solar cell terhadap daya output dan efisiensi yang dihasilkan*. 2020. Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 8(2).
- [3] Sekretariat Jendral Dewan Energi Nasional. *Laporan Kajian Penelaahan Neraca Energi Nasional 2019*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- [4] Tira, H. S. *Pengaruh Sudut Surya terhadap Daya Keluaran Sel Surya 10 WP Tipe Polycrystalline*.

2018. Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana, 7(2), 69-74.
- [5] Pandria, T. A., Muzakir, M., Mawardi, E., Samsuddin, S., Munawir, M., Mukhlizar, M. *Penentuan Sudut Kemiringan Optimum Berdasarkan Energi Keluaran Panel Surya*. 2021. Jurnal Serambi Engineering, 6(1).
- [6] Samsurizal, S., Makkulau, A., Christiono, C. *Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Arus Keluaran Pada Photovoltaic Dengan Menggunakan Regretion Quadratic Method*. 2018. Energi & Kelistrikan, 10(2), 137-144.
- [7] Hariningrum, R. *Analisa Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya 100 WP Terhadap Daya Listrik*. 2021. Marine Science and Technology Journal, 1(2), 67-76.
- [8] Rudawin, L., Rajabiah, N., Irawan, D. *Analisa sistem kerja photovoltaic berdasarkan sudut kemiringan menggunakan monocrystalline dan polycrystalline*. 2020. Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 9(1).
- [9] Pangestuningtyas, D. L., Hermawan, H., Karnoto, K. *Analisis pengaruh sudut kemiringan panel surya terhadap radiasi matahari yang diterima oleh panel surya tipe larik tetap*. 2014. Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, 2(4), 930-937.
- [10] Tira, H. S. *Pengaruh Sudut Surya terhadap Daya Keluaran Sel Surya 10 WP Tipe Polycrystalline*. 2018. Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana, 7(2), 69-74.
- [11] Samsurizal, S., Christiono, C., Makkulau, A. *Evaluasi Sudut Kemiringan Terhadap Pengaruh Irradiance Pada Array Photovoltaic Jenis Monocrystalline*. 2019. Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer, 8(1), 28-34.
- [12] Darussalam, R., Rajani, A., Kusnadi, K., Atmaja, T. D. *Pengaturan Arah Azimuth Dan Sudut Tilt Panel Photovoltaic Untuk Optimalisasi Radiasi Matahari, Studi Kasus: Bandung - Jawa Barat*. 2016. In PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA. Vol. 5, pp. SNF2016-ERE.
- [13] Ali, S., Pandria, T. A. *Penentuan Sudut Kemiringan Optimal Panel Surya Untuk Wilayah Meulaboh*. 2019. Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi, 5(1).
- [14] Sunanda, W., Tiandho, Y., Gusa, R. F., Darussalam, M., Novitasari, D. *Monitoring of photovoltaic performance as an alternative energy source in campus buildings*. 2021. Instrumentation Mesure Métrologie, 20(3), 15