

Analisis PLTS sebagai Sumber Daya Sistem Pengumpan Pakan Ikan Otomatis

PV Mini-Grid Analysis as A Resource for Automatic Fish Feeder Systems

Muhammad Idris¹, Indra Hermawan¹, Iswandi¹, Felix Darwin Jaya Waruwu^{1*}

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Indonesia

*Corresponding author: felixdarwin98@gmail.com

Diterima: 04-01-2023

Disetujui: 09-01-2023

Dipublikasikan: 14-01-2023

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah menentukan sudut kemiringan panel surya 10 WP agar jumlah sinar matahari yang jatuh pada area permukaan sel surya lebih maksimum, menganalisa kinerja solar cell, menghitung durasi pengisian baterai dengan menggunakan panel surya 10 WP. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan mencatat setiap 10 menit arus dan tegangan keluaran panel surya 10 WP dan baterai, arus dan tegangan masuk baterai serta mencatat intensitas cahaya matahari menggunakan solar meter. Hasil keseluruhan berdasarkan teori maupun eksperimen didapat sudut kemiringan panel surya 10 WP agar jumlah sinar matahari yang jatuh pada area permukaan sel surya lebih maksimum yaitu pada sudut $9,362^{\circ}$ pada jam 12.00 WIB menghadap ke selatan dimana intensitas cahaya matahari sesaat yang menerpa panel surya pada jam tersebut sebesar 1049 W/m^2 , kinerja solar cell diperoleh rata-rata arus output panel surya $0,1295 \text{ A}$, rata-rata tegangan output panel surya $14,3162 \text{ V}$, rata-rata daya keluaran panel surya $1,8798 \text{ W}$, rata-rata daya yang menerpa panel surya $59,3811 \text{ W}$, dan rata-rata efisiensi panel $3,1707 \%$, durasi pengisian baterai dengan menggunakan panel surya 10 WP kurang lebih 29 jam 8 menit supaya daya baterai terisi penuh atau kurang lebih 2 hari 5 jam 8 menit.

Kata Kunci : Panel Surya 10 WP, Sudut Kemiringan, Kinerja Solar Cell, Pengisian Baterai

Abstract

The purpose of this study was to determine the angle of inclination of the 10 WP solar panel so that the maximum amount of sunlight that falls on the surface area of the solar cell, analyze the performance of the solar cell, calculate the duration of charging the battery using a 10 WP solar panel. The method used is an experiment by recording every 10 minutes the output current and voltage of a 10 WP solar panel and battery, the current and voltage entering the battery and recording the intensity of sunlight using a solar meter. The overall results, based on theory and experiment, are that the angle of inclination of the solar panel is 10 WP so that the maximum amount of sunlight that falls on the surface area of the solar cell is at an angle of 9.362° at 12.00 WIB facing south where the instantaneous intensity of sunlight hitting the solar panel at is 1049 W/m^2 , the performance of the solar cell is obtained by an average output current of solar panels 0.1295 A , the average output voltage of solar panels is 14.3162 V , the average output power of solar panels is 1.8798 W , the average the power that hits the solar panel is 59.3811 W , and the average panel efficiency is 3.1707% , the duration of charging the battery using a 10 WP solar panel is approximately 29 hours 8 minutes so that the battery is fully charged or approximately 2 days 5 hours 8 minutes.

Keywords : 10 WP Solar Panel, Tilt Angle, Solar Cell Performance, Battery Charging

1. Pendahuluan

Dalam usaha budidaya ikan banyak pekerjaan yang harus dikerjakan, salah satunya adalah pekerjaan pemberian makanan ikan. Pemberian pakan ikan pada umumnya dikerjakan dengan menaburkan pakan ikan ke kolam dengan waktu yang telah ditentukan dan dikerjakan

secara rutin setiap hari sehingga memerlukan kedisiplinan peternak (Derman, Destyningtias, and Suprasetyo 2019). Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan sangat berpengaruh, baik yang berhubungan dengan rutinitas manusia secara tidak langsung maupun secara langsung. Teknologi ini berawal dari konvensional yang kemudian berubah menjadi sistem yang terotomatisasi. Penggunaan dari teknologi yang terotomatisasi juga bisa dilakukan pada kegiatan pembudidayaan ikan, seperti pemberian makanan ikan dengan waktu yang telah ditentukan. Oleh sebab itu dibuat alat yang dapat menggantikan pekerjaan pemberian makanan ikan secara manual dengan alat yang dapat bekerja secara otomatis (Priyatna, Handarto, and Andreas 2018). Penggunaan teknologi terotomatisasi saat ini kebanyakan menggunakan energi listrik sebagai sumber tenaga. Energi listrik saat ini masih banyak menggunakan minyak bumi. Sementara minyak bumi saat ini semakin langka dan harganya makin mahal dari tahun ke tahun. Semakin langkanya energi fosil tersebut di dunia sekarang banyak memanfaatkan energi terbarukan seperti energi surya, biofuel, dll (Idris et al. 2023). Potensi pemanfaatan energi surya di Indonesia saat ini sangat besar, sehingga dengan menggunakan solar cell dapat menghemat biaya listrik dalam penggunaan alat ini. sehingga alat otomatis tersebut dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam usaha budidaya ikan (Gede 2012). Tujuan dari pembuatan rancang bangun ini adalah menentukan sudut kemiringan panel surya 10 WP agar jumlah cahaya matahari yang jatuh pada area permukaan sel surya lebih maksimum, menganalisa kinerja solar cell dan menghitung durasi pengisian baterai dengan menggunakan panel surya 10 WP.

2. Metode Penelitian

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yaitu cara pemanfaatan energi matahari sebagai sumber listrik, dengan menggunakan teknologi sel surya untuk mengkonversikan cahaya radiasi matahari menjadi energi listrik. Sel surya yaitu komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek photovoltaic (Nugraha 2020). Efek photovoltaic yaitu suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik disebabkan adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya.

Kinerja panel surya dipengaruhi oleh arah datangnya sinar matahari yang diterima oleh panel surya (Sihombing et al. 2019). Posisi matahari memberikan efek terhadap daya keluaran panel surya. Tata letak panel surya agar menghasilkan daya keluaran yang maksimal adalah dipasang tegak lurus terhadap arah datangnya sinar matahari (A and Jansen 1995).

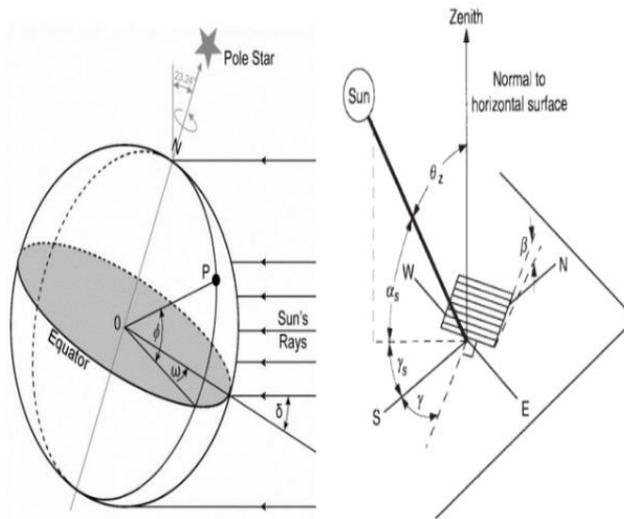
Menurut John A. Duffie dan Willian A. Beckman bahwa posisi relatif matahari terhadap panel surya di bumi bisa dijelaskan kedalam beberapa sudut yaitu sudut deklinasi, sudut jam waktu, sudut zenith, sudut azimuth matahari serta sudut kemiringan. Berikut merupakan gambar sudut – sudut posisi matahari terhadap suatu benda miring (Bayu Sutanto, Yusuf Dewantoro Herlambang, Bono, Abdul Syukur Alfauzi 2021).

1. Sudut Deklinasi

Sudut deklinasi yaitu sudut posisi matahari terhadap bidang khatulistiwa. Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\delta = 23,45^\circ \sin \left(360 \frac{284 + n}{365} \right) \quad (1)$$

dimana, δ adalah sudut deklinasi ($^\circ$), dan n adalah hari dalam bulan



Gambar 1. Sudut – Sudut Posisi Matahari Terhadap Suatu Benda Miring

Tabel 1. Nomor Hari Pertama Setiap Bulan (Jufrizal, Zulkifli, and Ambarita 2013; Jufrizal et al. 2013)

Bulan	Nomor	Bulan	Nomor
Januari	n = 1	Juli	n=182
Februari	n = 32	Agustus	n=213
Maret	n = 60	September	n=244
April	n=91	Oktober	n=274
Mei	n=121	November	n=305
Juni	n=152	Desember	n=335

2. Sudut Jam Waktu

Sudut jam waktu yaitu sudut penyimpangan matahari di sebelah timur atau barat garis bujur lokal karena rotasi pada porosnya sebesar 150 per jam ; sebelum jam 12.00 negatif, setelah jam 12.00 positif. Dapat dihitung dengan persamaan :

$$\omega = (ts - 12) \frac{360^\circ}{24} \tag{2}$$

dimana ω , sudut jam waktu ($^\circ$) dan ts , waktu (jam)

3. Sudut Zenith

Sudut zenith yaitu sudut antara garis vertikal bidang normal dan garis datang sinar matahari. Dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan :

$$\theta_z = \cos^{-1}(\cos \phi \cos \delta \cos \omega + \sin \phi \sin \delta) \tag{3}$$

dimana, θ_z adalah sudut *zenith* ($^\circ$), ϕ adalah sudut *latitude* ($^\circ$), δ adalah sudut *deklinasi* ($^\circ$) dan ω adalah sudut jam waktu ($^\circ$).

Latitude yaitu sudut lokasi di sebelah utara atau selatan dari khatulistiwa, utara positif; $-900 \leq \phi \leq 900$.

4. Sudut Azimuth Matahari

Sudut azimuth matahari yaitu proyeksi kebidang horizontal normal terhadap permukaan dari lokasi bujur, dengan nol menghadap selatan, timur negatif, barat positif ; $-1800 \leq \gamma \leq 1800$. Sudut azimuth dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan :

$$\gamma_s = \sin^{-1} \left(\frac{\sin \omega \cos \delta}{\sin \theta_z} \right) \tag{4}$$

5. Sudut Kemiringan

Sudut kemiringan yaitu sudut antara permukaan bidang yang ditanyakan dengan permukaan horisontal. Slope (kemiringan) dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan :

$$\beta = \tan^{-1} (\tan \theta_z \cos \gamma_s) \tag{5}$$

dimana, β adalah sudut kemiringan ($^{\circ}$)

Efisiensi dari panel dihitung dengan membagi output daya sel (dalam watt) pada maksimum powerpoint (P_m) oleh cahaya masukan (E , dalam W / m^2) dan luas permukaan sel surya (A_c dalam m^2)(Sihombing et al. 2019).

$$\eta = P_m / (E \times A_c) \tag{6}$$

dimana, η adalah efisiensi panel surya (%), P_m adalah daya keluaran panel surya (W), E adalah daya yang diterima panel (W/m^2), dan A_c adalah luas permukaan panel surya (m^2).

atau dengan rumus:

$$\eta_{ps} = \frac{\text{Daya keluaran panel surya (Ppo)}}{\text{Daya matahari sesaat yang diterima panel (Pmsp)}} \times 100\% \tag{7}$$

dimana, η_{ps} adalah efisiensi panel surya (%), Ppo adalah daya keluaran panel surya (W), dan $Pmsp$ adalah daya matahari sesaat yang diterima panel surya (W)

Daya keluaran panel surya (Ppo) dapat di cari dengan rumus:

$$Ppo = Vpo \times Ipo \tag{8}$$

dimana, Ppo adalah daya keluaran panel surya (W), Vpo adalah tegangan keluaran panel surya (V) dan Ipo adalah arus keluaran panel surya (A).

Daya matahari sesaat yang diterima panel surya dapat dicari dengan rumus:

$$Pmsp = Imsp \times Ap \tag{9}$$

dimana, $Pmsp$ adalah daya matahari sesaat yang diterima panel surya (W), $Imsp$ adalah intensitas matahari sesaat (W/m^2) dan Ap adalah luas panel (m^2)

Baterai yaitu suatu proses kimia listrik, dimana pada saat pengisian energi listrik diubah menjadi kimia dan saat discharge energi kimia diubah menjadi energi listrik (Hamid et al. 2016). Baterai digunakan untuk menyimpan energi listrik yang di hasilkan oleh panel surya 10 WP. Berdasarkan spesifikasi dari baterai dapat dihitung lama pengisian baterai dengan rumus:

$$\text{Lama pengisian baterai} = \frac{\text{Tegangan Baterai} \times \text{Kapasitas Baterai}}{\text{Vin rata-rata} \times \text{Iin rata-rata}} \tag{10}$$

Metode yang digunakan dalam penelitian ini explanatory dan metode experiment. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data primer. Setelah semua data yang dibutuhkan terkumpul dilakukan perhitungan berdasarkan teori dan berdasarkan perhitungan terhadap parameter sebagai berikut:

- | | |
|---|--|
| 1) Sudut deklinasi ($^{\circ}$); | 6) Efisiensi panel surya (%); |
| 2) Sudut jam waktu ($^{\circ}$); | 7) Daya keluaran panel surya (W); |
| 3) Sudut <i>zenith</i> ($^{\circ}$); | 8) Daya matahari sesaat yang diterima panel surya (W); |
| 4) Sudut <i>azimuth</i> ($^{\circ}$); | 9) Lama pengisian baterai (jam); |
| 5) Sudut kemiringan ($^{\circ}$); | 10) Lama pemakaian baterai (jam). |

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

1. Sudut Kemiringan Panel Surya dan Intensitas Cahaya Matahari Sesaat Yang Menerpa Panel Surya 10 WP

Tabel 2. Sudut Kemiringan Panel Surya dan Intensitas Cahaya Matahari Sesaat Yang Menerpa Panel Surya 10 WP

Waktu	Sudut Kemiringan (β)	Intensitas Cahaya Matahari Sesaat (W/m^2)
09.00	11,732°	257
09.10	11,402°	217
09.20	11,110°	309
09.30	10,855°	345
09.40	10,627°	395
09.50	10,427°	530
10.00	10,249°	824
10.10	10,093°	980
10.20	9,954°	805
10.30	9,835°	654
10.40	9,729°	854
10.50	9,641°	859
11.00	9,563°	618
11.10	9,501°	990
11.20	9,451°	824
11.30	9,412°	978
11.40	9,383°	1027
11.50	9,368°	994
12.00	9,362°	1049
12.10	9,368°	962
12.20	9,383°	803
12.30	9,412°	1029
12.40	9,451°	834
12.50	9,501°	870
13.00	9,563°	824
13.10	9,641°	718
13.20	9,729°	894
13.30	9,835°	927
13.40	9,954°	453
13.50	10,093°	567
14.00	10,249°	395
14.10	10,427°	309
Waktu	Sudut Kemiringan (β)	Intensitas Cahaya Matahari Sesaat (W/m^2)
14.20	10,627°	236
14.30	10,855°	341
14.40	11,110°	218
14.50	11,402°	260
15.00	11,732°	286

2. Kinerja Solar Cell

2.1 Data Arus dan Tegangan Keluaran Panel Surya 10 WP

Tabel 3. Data Arus dan Tegangan Keluaran Panel Surya 10 WP

Waktu (Jam)	Intensitas Cahaya Matahari Sesaat (W/m ²)	Panel	
		V _o (V)	I _o (A)
09.00	257	12,3	0,0145
09.10	217	12,1	0,0144
09.20	309	14	0,0704
09.30	345	14,1	0,0823
09.40	395	14,1	0,0915
09.50	530	14,2	0,0977
10.00	824	14,2	0,1080
10.10	980	14,3	0,1343
10.20	805	14,4	0,1315
10.30	654	14,4	0,1200
10.40	854	14,3	0,1069
10.50	859	14,4	0,1103
11.00	618	14,4	0,1286
11.10	990	14,5	0,1423
11.20	824	14,5	0,1687
11.30	978	14,7	0,2348
11.40	1027	14,7	0,2437
11.50	994	14,8	0,2753
12.00	1049	14,8	0,3003
12.10	962	14,8	0,2830
12.20	803	14,5	0,1243
12.30	1029	14,8	0,2918
12.40	834	14,6	0,1422
12.50	870	14,6	0,1867
13.00	824	14,5	0,1233
13.10	718	14,4	0,1012
13.20	894	14,5	0,1155
Waktu (Jam)	Intensitas Cahaya Matahari Sesaat (W/m ²)	Panel	
		V _o (V)	I _o (A)
13.30	927	14,5	0,1241
13.40	453	14,4	0,1014
13.50	567	14,5	0,1140
14.00	395	14,5	0,1027
14.10	309	14,4	0,0768
14.20	236	14,3	0,0617
14.30	341	14,3	0,0805
14.40	218	14,3	0,0586
14.50	260	14,3	0,0627
15.00	286	14,3	0,0675
	Rata – rata	14,3162	0,1295

2.2 Hasil Percobaan Panel Surya 10 WP

Tabel 4. Hasil Percobaan Panel Surya

Waktu	Daya yang Menerpa Panel Surya (W)	Daya Keluaran Panel Surya (W)	Efisiensi Panel (%)
09.00	23,108	0,178	0,770
09.10	19,512	0,174	0,892
09.20	27,784	0,986	3,549
09.30	31,021	1,160	3,739
09.40	35,517	1,290	3,632
09.50	47,655	1,387	2,911
10.00	74,091	1,534	2,070
10.10	88,118	1,920	2,179
10.20	72,382	1,894	2,617
10.30	58,805	1,728	2,939
10.40	76,788	1,529	1,991
10.50	77,238	1,588	2,056
11.00	55,568	1,852	3,333
11.10	89,017	2,063	2,318
11.20	74,091	2,446	3,301
11.30	87,938	3,452	3,925
11.40	92,344	3,582	3,879
11.50	89,377	4,074	4,558
12.00	94,322	4,444	4,712
12.10	86,499	4,188	4,842
12.20	72,203	1,802	2,496
12.30	92,524	4,319	4,668
12.40	74,990	2,076	2,768
Waktu	Daya yang Menerpa Panel Surya (W)	Daya Keluaran Panel Surya (W)	Efisiensi Panel (%)
12.50	78,227	2,726	3,485
13.00	74,091	1,788	2,413
13.10	64,560	1,457	2,257
13.20	80,385	1,675	2,084
13.30	83,352	1,799	2,158
13.40	40,732	1,460	3,584
13.50	50,982	1,653	3,242
14.00	35,517	1,489	4,192
14.10	27,784	1,106	3,981
14.20	21,220	0,882	4,156
14.30	30,661	1,151	3,754
14.40	19,602	0,838	4,275
14.50	23,378	0,897	3,837
15.00	25,716	0,965	3,753
Rata – rata	59,3811	1,8798	3,1707

4. Durasi Pengisian Baterai

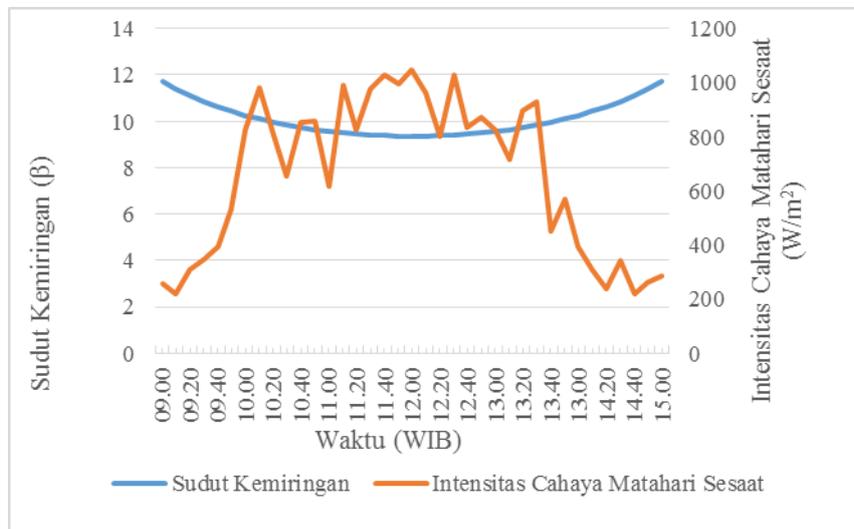
Tabel 5. Data Pengisian Baterai Menggunakan Panel Surya 10 WP

Waktu (WIB)	Intensitas Cahaya Matahari (W/m ²)	Input Baterai	
		Tegangan (V)	Arus (A)
09.00	257	12,3	0,0145
09.10	217	12,1	0,0144
09.20	309	14	0,0704
09.30	345	14,1	0,0823
09.40	395	14,1	0,0915
09.50	530	14,2	0,0977
10.00	824	14,2	0,1080
10.10	980	14,3	0,1343
10.20	805	14,4	0,1315
10.30	654	14,4	0,1200
10.40	854	14,3	0,1069
10.50	859	14,4	0,1103
11.00	618	14,4	0,1286
11.10	990	14,5	0,1423
11.20	824	14,5	0,1687
11.30	978	14,7	0,2348
11.40	1027	14,7	0,2437
Waktu (WIB)	Intensitas Cahaya Matahari (W/m ²)	Input Baterai	
		Tegangan (V)	Arus (A)
11.50	994	14,8	0,2753
12.00	1049	14,8	0,3003
12.10	962	14,8	0,2830
12.20	803	14,5	0,1243
12.30	1029	14,8	0,2918
12.40	834	14,6	0,1422
12.50	870	14,6	0,1867
13.00	824	14,5	0,1233
13,10	718	14,4	0,1012
13.20	894	14,5	0,1155
13.30	927	14,5	0,1241
13.40	453	14,4	0,1014
13.50	567	14,5	0,1140
14.00	395	14,5	0,1027
14.10	309	14,4	0,0768
14.20	236	14,3	0,0617
14.30	341	14,3	0,0805
14.40	218	14,3	0,0586
14.50	260	14,3	0,0627
15.00	286	14,3	0,0675
	Rata – rata	14,3162	0,1295

3.2. Pembahasan

1. Sudut Kemiringan Panel Surya 10 WP dan Intensitas Cahaya Matahari Sesaat Yang Menerpa Panel Surya 10 WP

Berdasarkan tabel sudut kemiringan panel surya dan intensitas cahaya matahari sesaat yang menerpa panel surya 10 WP, diperoleh sudut kemiringan agar jumlah sinar matahari yang jatuh pada permukaan sel surya lebih maksimum yaitu pada sudut 9.3620 pada jam 12.00 WIB menghadap ke Selatan karena pada perhitungan sudut deklinasi bernilai negatif dimana intensitas cahaya matahari yang menerpa panel surya sebesar 1049 W/m². Sudut kemiringan panel surya nilainya bergantung pada sudut zenith dan sudut azimuth matahari. Intensitas cahaya matahari yang menerpa panel surya 10 WP nilainya bergantung pada kecerahan matahari yang menerpa panel surya atau awan yang menghalangi cahaya matahari ke panel surya. Berdasarkan tabel sudut kemiringan panel surya dan intensitas cahaya matahari sesaat yang menerpa panel surya 10 WP dapat dibuat grafik sebagaimana yang dideskripsikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Sudut Kemiringan Panel Surya 10 WP dan Intensitas Cahaya Matahari Sesaat Yang Menerpa Panel Surya 10 WP

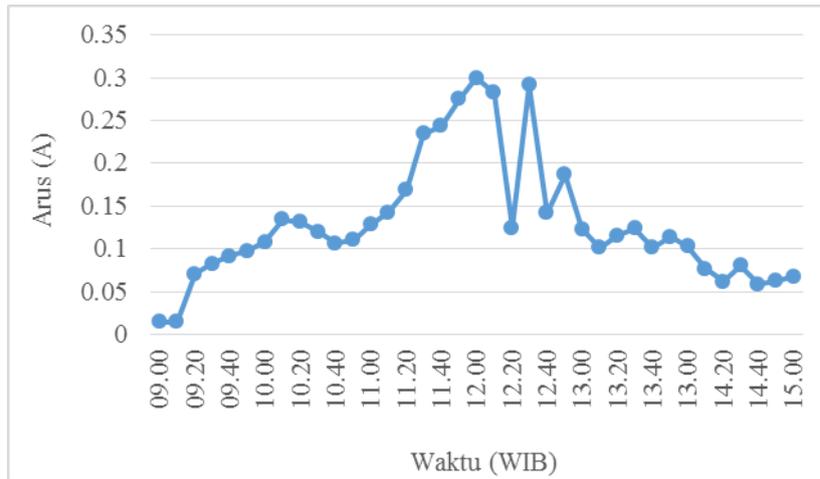
2. Kinerja Solar Cell

2.1. Analisa Arus Keluaran Panel Surya

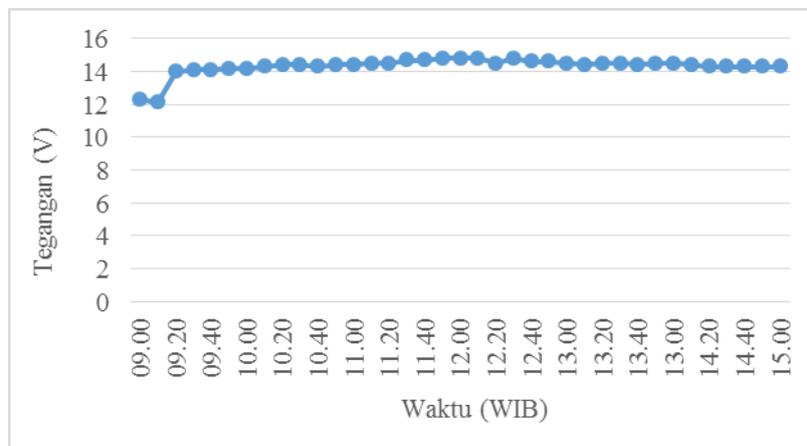
Berdasarkan tabel data arus dan tegangan keluaran panel surya, pengambilan data yang penulis ukur pada hari Rabu, 5 Oktober 2022 arus tertinggi terjadi pada pukul 12.00 WIB dengan arus sebesar 0,3003 A dan arus terendah terjadi pada pukul 09.10 WIB dengan arus sebesar 0,0144 A. Rata-rata arus dari pukul 09.00 WIB - 15.00 WIB adalah 0,1295 A. Berdasarkan tabel tersebut, dapat dibuat grafik arus sebagaimana yang dideskripsikan pada Gambar 3.

2.2. Analisa Tegangan Keluaran Panel Surya

Berdasarkan tabel data arus dan tegangan keluaran panel surya, pengambilan data yang penulis ukur pada hari Rabu, 5 Oktober 2022 tegangan tertinggi terjadi pada pukul 11.50 WIB, 12,00 WIB, 12.10 WIB dan 12.30 WIB dengan tegangan sebesar 14,8 V dan tegangan terendah terjadi pada pukul 09.10 WIB dengan tegangan sebesar 12,1 A. Rata-rata tegangan dari pukul 09.00 WIB - 15.00 WIB adalah 14,3162 V. Berdasarkan tabel tersebut, dapat dibuat grafik tegangan sebagaimana yang dideskripsikan pada Gambar 4.



Gambar 3. Grafik Arus Keluaran Panel Surya



Gambar 4. Grafik Tegangan Keluaran Panel Surya

2.3. Daya keluaran panel surya

Dari tabel data arus dan tegangan keluaran panel surya penulis dapat menghitung daya keluaran panel surya. Dimana daya keluaran panel (Ppo) adalah tegangan keluaran panel (Vpo) di kali dengan arus keluaran panel (Ipo). Maka dari rumus di atas penulis dapat menghitung daya keluaran panel surya. Daya keluaran panel surya pada pukul 09.00 yakni :

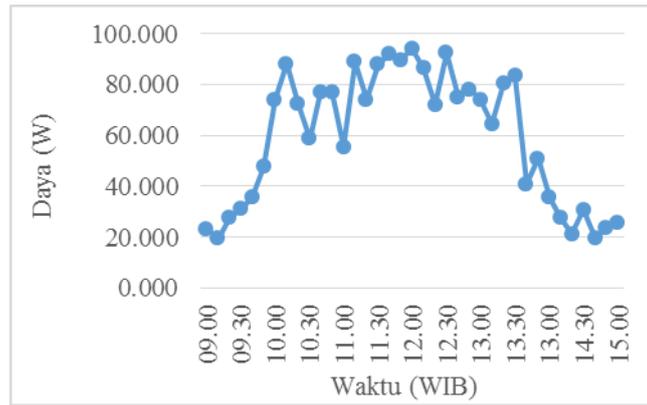
$$Ppo = Vpo \times Ipo$$

$$Ppo = 12,3 \text{ V} \times 0,0145 \text{ A}$$

$$Ppo = 0,178 \text{ W}$$

Dengan cara perhitungan yang sama, diperoleh hasil untuk data percobaan-percobaan selanjutnya yang tertera pada tabel hasil percobaan panel surya.

Berdasarkan tabel hasil percobaan panel surya, pengambilan data yang penulis ukur pada hari Rabu, 5 Oktober 2022, daya keluaran panel surya tertinggi terjadi pada pukul 12.00 WIB sebesar 4,444 W dan daya keluaran panel surya terendah terjadi pada pukul 09.10 WIB sebesar 0,174 W. Rata-rata daya keluaran panel surya dari pukul 09.00 WIB - 15.00 WIB adalah 1,8798 W. Perbedaan daya keluaran panel surya terjadi karena arus keluaran dan tegangan keluaran panel surya yang dihasilkan. Berdasarkan tabel hasil percobaan panel surya, dapat dibuat grafik daya keluaran panel surya sebagaimana yang dideskripsikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Daya Keluaran Panel Surya

2.4. Daya matahari sesaat yang menerpa panel surya

Daya matahari sesaat yang menerpa panel pada pukul 09.00 WIB yakni:

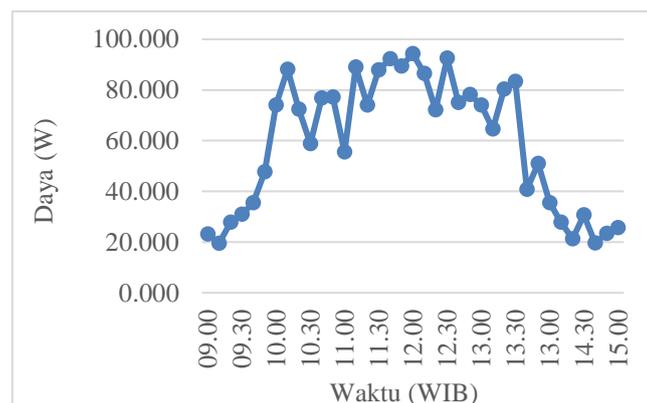
$$P_{msp} = I_{msp} \times A_p$$

$$P_{msp} = 257 \text{ W/m}^2 \times 0,089916 \text{ m}^2$$

$$P_{msp} = 23,108 \text{ W}$$

Dengan cara perhitungan yang sama, diperoleh hasil untuk data percobaan-percobaan selanjutnya yang tertera pada tabel hasil percobaan panel surya.

Berdasarkan tabel hasil percobaan panel surya, pengambilan data yang penulis ukur pada hari Rabu, 5 Oktober 2022, daya yang menerpa panel surya tertinggi terjadi pada pukul 12.00 WIB sebesar 94,322 W dan daya yang menerpa panel surya terendah terjadi pada pukul 09.10 WIB sebesar 19,512 W. Rata-rata daya yang menerpa panel surya dari pukul 09.00 WIB - 15.00 WIB adalah 59,3811 W. Perbedaan daya yang menerpa panel surya terjadi karena intensitas cahaya matahari yang menerpa panel surya berbeda – beda yang disebabkan oleh kecerahan matahari yang menerpa panel surya atau awan yang menghalangi cahaya matahari ke panel surya. Berdasarkan tabel hasil percobaan panel surya, dapat dibuat grafik daya yang menerpa panel surya sebagaimana yang dideskripsikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Daya Matahari Sesaat Yang Menerpa Panel Surya

2.5. Efisiensi panel surya

Efisiensi panel surya pada pukul 09.00 yakni :

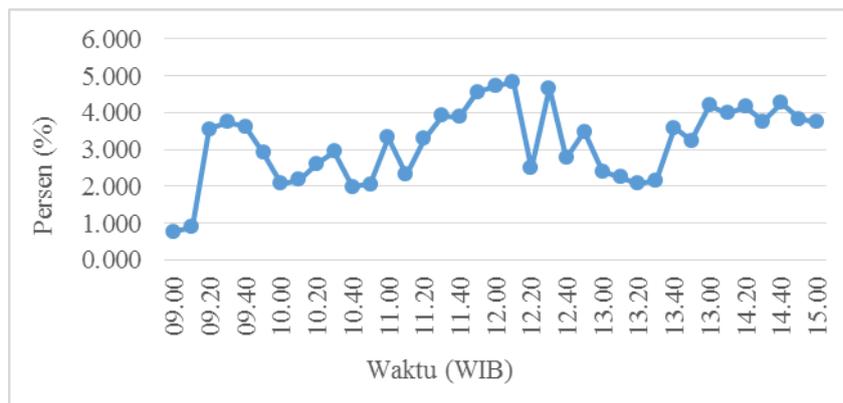
$$\eta_{ps} = \frac{\text{Daya keluaran panel surya}}{\text{Daya matahari sesaat yang menerpa panel surya}} \times 100\%$$

$$\eta_{ps} = \frac{0,178 \text{ W}}{23,10 \text{ W}} \times 100\%$$

$$\eta_{ps} = 0,0077 \times 100\%$$

$$\eta_{ps} = 0,770\%$$

Dengan cara perhitungan yang sama tersebut, diperoleh hasil untuk data percobaan-percobaan selanjutnya yang terdapat pada tabel hasil percobaan panel surya. Berdasarkan tabel hasil percobaan panel surya, pengambilan data yang penulis ukur pada hari Rabu, 5 Oktober 2022, efisiensi panel surya tertinggi terjadi pada pukul 12.10 WIB sebesar 4,842 % dan efisiensi panel surya terendah terjadi pada pukul 09.00 WIB sebesar 0,770 %. Rata-rata efisiensi panel surya dari pukul 09.00 WIB - 15.00 WIB adalah 3,1707 W. Perbedaan efisiensi panel surya terjadi karena daya yang menyerpa panel surya dan daya keluaran panel yang berbeda-beda. Berdasarkan tabel hasil percobaan panel surya, dapat dibuat grafik efisiensi panel surya sebagaimana yang dideskripsikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Efisiensi Panel Surya

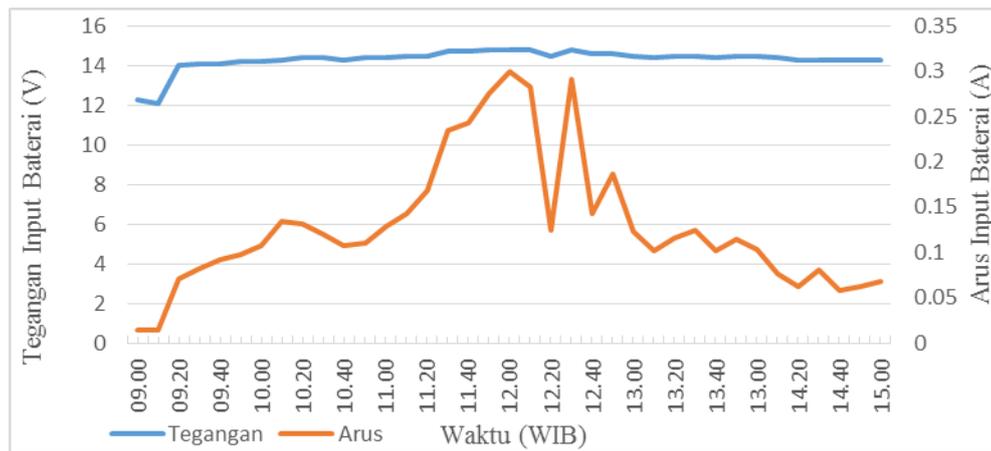
3. Durasi Pengisian Baterai

Berdasarkan tabel data pengisian baterai menggunakan panel surya 10 WP, pengujian karakteristik pengisian baterai yang diukur pada hari Rabu, 5 Oktober 2022 dilakukan mulai pukul 09.00 WIB sampai 15.00 WIB rata-rata arus dan tegangan pengisian baterai dari pukul 09.00 WIB - 15.00 WIB adalah 0,1295 A dan 14,3162 V. Perbedaan arus pengisian dan tegangan pengisian baterai menggunakan panel surya 10 WP terjadi karena kecerahan matahari yang menyerpa panel surya atau awan yang menghalangi cahaya matahari ke panel surya. Berdasarkan spesifikasi dari baterai yang digunakan yaitu 12 V 4,5 Ah, secara otomatis dapat ditentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan baterai agar dapat terisi penuh apabila diberi arus 0,1295 A dan tegangan 14,3162 V dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Lama pengisian baterai} &= \frac{\text{Tegangan Baterai} \times \text{Kapasitas Baterai}}{\text{Vin rata-rata} \times \text{Iin rata-rata}} \\ \text{Lama pengisian baterai} &= \frac{14,3162 \text{ v} \times 4,5 \text{ Ah}}{14,3162 \text{ v} \times 0,1295 \text{ A}} \\ \text{Lama pengisian baterai} &= 29,1270 \text{ Jam} \end{aligned}$$

Jadi, dengan arus 0,1295 A dan tegangan 14,3162 V diperlukan durasi waktu pengisian baterai selama kurang lebih 29 jam 8 menit supaya daya baterai terisi penuh. Karena dalam 1 hari matahari bersinar dari jam 06.00 WIB sampai 18.00 WIB atau sekitar 12 Jam, maka durasi pengisian baterai kurang lebih 2 hari 5 jam 8 menit.

Berdasarkan tabel data pengisian baterai menggunakan panel surya 10 WP, dapat dibuat grafik arus dan tegangan pengisian sebagaimana yang dideskripsikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Arus dan Tegangan Pengisian Baterai

4. Kesimpulan

1. Sudut kemiringan panel surya 10 WP agar jumlah sinar matahari yang jatuh pada area permukaan sel surya lebih maksimum yaitu pada sudut 9,3620 pada jam 12.00 WIB menghadap ke selatan karena pada perhitungan sudut deklinasi bernilai negatif dimana intensitas cahaya matahari sesaat yang menerpa panel surya pada jam tersebut sebesar 1049 W/m^2 .
2. Kinerja solar cell yang diukur pada tanggal 5 Oktober 2022 diperoleh rata – rata arus output panel surya 0,1295 A, rata – rata tegangan output panel surya 14,3162 V, rata – rata daya keluaran panel surya 1,8798 W, rata – rata daya yang menerpa panel surya 59,3811 W, dan rata – rata efisiensi panel 3,1707 %.
3. Durasi pengisian baterai dengan menggunakan panel surya 10 WP berdasarkan pengujian karakteristik pengisian baterai yang dilakukan pada hari Rabu, 5 Oktober 2022 dilakukan mulai pukul 09.00 WIB sampai 15.00 WIB diperoleh durasi waktu pengisian baterai selama kurang lebih 29 jam 8 menit supaya daya baterai terisi penuh atau kurang lebih 2 hari 5 jam 8 menit.

Daftar Pustaka

- Arismunandar, W. 1995. Teknologi rekayasa surya. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Derman, Budiani Destyningtias, and Arif Suprasetyo. 2019. "Rancang Bangun Pakan Ikan Otomatis Tenaga Surya Berbasis Programmable Logic Controller." *Jurnal Pengembangan Rekayasa dan Teknologi* 14(2): 55.
- Gede, Wiyana. 2012. "Pemanfaatan Energi Surya." *Jurusan Pendidikan Teknik Mesin* 9: 37–46.
- Hamid, Riskha Mirandha, Rizky Rizky, Mohamad Amin, and Ida Bagus Dharmawan. 2016. "Rancang Bangun Charger Baterai Untuk Kebutuhan UMKM." *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)* 4(2): 130.
- Idris, Muhammad, I. Husin, Indra Hermawan, Uun Novalia, R. D. Batubara, Nugroho Agung Pambudi, and Alfian Sarifudin. 2023. "Engine Performance Using Blended Fuels of Biodiesel and Eco Diesel." *Energy Engineering: Journal of the Association of Energy Engineering* 120 (1): 107–23. <https://doi.org/10.32604/ee.2023.019203>.
- Jufrizal, Zulkifli, and Himsar Ambarita. 2013. "Perkiraan Intensitas Radiasi Matahari Yang Dapat Dimanfaatkan Pada Permukaan Datar Dengan Metode Simulasi." *SAINTEK* 27 (December): 65–73.
- Jufrizal, Zulkifli, Ardiansyah Lubis, and Abdullah Muhazir. 2013. "Pengembangan Perangkat Lunak Untuk Memperkirakan Radiasi Matahari Pada Kondisi Langit Cerah." In *Prosiding*

Seminar Nasional Peran Teknologi Di Era Globalisasi Ke-2, 455–62. Medan: Biro Publikasi dan Dokumentasi - ITM.

Sihombing, Adelia BR Panggabean Daniel, Felix Darwin, Jaya Waruwu, and Yosafat T. Silaban.

2019. "Prototype Alat Pendeteksi Tanah Longsor Berbasis Mikrokontroler Avr Atmega 328 Dengan Menggunakan Tenaga Panel Surya 20 Wp Laporan Tugas Akhir."

Nugraha, Angga. 2020. "Analisis Perbandingan Efisiensi Dan Karakteristik Solar Charge Controller (Scc) Tipe Pwm Dan Mppt." : 44.

Prijatna, Dedy, Handarto Handarto, and Yoshua Andreas. 2018. "Rancang Bangun Pemberi Pakan Ikan Otomatis." *Jurnal Teknotan* 12(1): 30–35.

Sutanto, B., Herlambang, Y. D., Bono, B., Alfauzi, A. S., & Munawwaroh, D. A. 2021. "Optimalisasi Arah Sudut Tilt Dan Sudut Azimuth Dari Alat Pemanen Energi Radiasi Matahari Di Semarang, Jawa Tengah". *Eksergi*, 17(2), 145-154.