

## **Rancang Bangun Solar Panel *Portable* Dengan Menggunakan *Low Voltage Disconnect* Sebagai Proteksi Baterai**

**Gilang Oktavianto<sup>1</sup>, Aris Suryadi<sup>2</sup>, Agustini Rodiah Machdi<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pakuan, Bogor, 16143, Indonesia

*Email: gilangoktavianto26@gmail.com*

### **Abstrak**

Saat ini panel surya umumnya dirancang dalam bentuk permanen dengan sistem yang kompleks, sehingga pemanfaatan energi surya menjadi sulit untuk dipindahkan dari satu lokasi ke lokasi lain. Kondisi ini menyebabkan keterbatasan bagi daerah yang jauh dari jaringan listrik. Oleh karena itu diperlukan sumber listrik yang mudah dibawa, dan berbiaya terjangkau agar tidak menghambat produktivitas di berbagai lokasi. Salah satu solusi yang dibuat adalah solar panel portabel. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun Solar Panel Portabel sebagai penyedia energi listrik yang fleksibel, mudah dibongkar pasang, serta dapat dibawa ke berbagai lokasi. Metode penelitian yang digunakan meliputi studi literatur yaitu pengumpulan sumber pustaka, proses penelaahan dan pencatatan, serta pengolahan bahan penelitian. Pengujian pengosongan baterai dilakukan menggunakan beban yang berbeda, yaitu menggunakan lampu 50 w, 75 w, 100 w, dan 125 w. Sementara itu pada pengujian pengisian baterai terdapat dua media pengisian, yaitu pengisian menggunakan panel surya berkapasitas 100 wp sebagai media pertama, serta pengisian menggunakan charger baterai sebagai media kedua. Hasil pengujian pengosongan baterai menunjukkan bahwa kinerja alat paling optimal saat menyuplai beban sebesar 50 w dengan durasi pemakaian selama 7 jam. Efisiensi tertinggi diperoleh pada penggunaan beban 125 w, yaitu sebesar 83%. Pada pengujian pengisian baterai diketahui bahwa pengisian menggunakan charger baterai berlangsung lebih cepat dengan waktu pengisian selama 9 jam. Sedangkan pengisian baterai menggunakan panel surya memerlukan waktu selama 2 hari. Hasil perhitungan efisiensi total sistem alat yang dirancang sebesar 48,53%. Ini menunjukkan bahwa hampir setengah dari daya rata-rata yang dihasilkan oleh panel surya dapat dimanfaatkan secara efektif oleh beban.

**Kata Kunci: Baterai, Charger baterai, Efisiensi, Panel surya, Portabel**

### **Abstract**

Currently solar panels are generally designed in permanent configurations with complex systems, making the utilization of solar energy difficult to relocate from one location to another. This condition leads to limited accessibility for areas that are far from the electrical power grid. Therefore a portable and cost effective power source is required to support productivity in various locations. One proposed solution is a portable solar panel. This study aims to design and develop a portable solar panel system that provides flexible electrical energy, is easy to assemble and disassemble, and can be transported to different locations. The research method includes a literature review involving the collection of relevant references, critical analysis and documentation, and processing of research materials. Battery discharge testing was conducted using different load variations namely 50 w, 75 w, 100 w, and 125 w lamps. Meanwhile, battery

charging tests were conducted using two charging methods: a 100 WP solar panel as the first charging medium and a battery charger as the second. The battery discharge test results indicate that the system performed optimally when supplying a 50 w load with an operating duration of 7 hours. The highest efficiency was achieved at a 125 W load, reaching 83%. In the battery charging tests, charging using the battery charger was faster, with a charging duration of 9 hours, whereas charging using the solar panel required 2 days. The calculated total efficiency of the designed system was 48.53%, indicating that nearly half of the average power generated by the solar panel could be effectively utilized by the load.

**Keywords:** *Battery, Battery Charger, Portable System, Solar Panel, System Efficiency,*

## 1. PENDAHULUAN

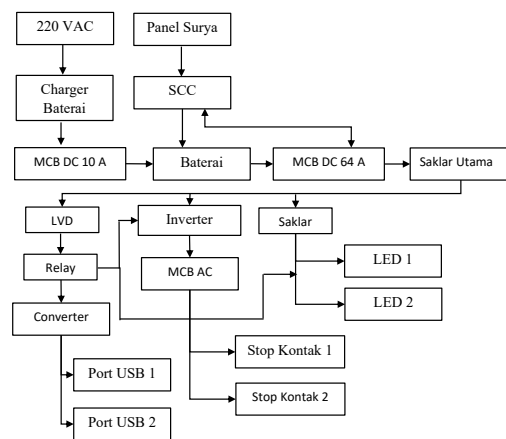
Intensitas radiasi matahari di Indonesia berada pada kisaran 2,5 hingga 5,7 kWh/m<sup>2</sup>. Beberapa wilayah seperti Lampung, Jawa Tengah, Sulawesi Tengah, Papua, Bali, Nusa Tenggara Barat (NTB), dan Nusa Tenggara Timur (NTT) memiliki tingkat radiasi matahari yang melebihi 5 kWh/m<sup>2</sup> [1]. Energi matahari adalah sumber energi besar yang bersifat berkelanjutan, ramah lingkungan, dan mudah dimanfaatkan [2]. Energi ini dapat dikonversi menjadi energi lain seperti energi kimia, panas, dan listrik [3]. Melalui efek *photovoltaic*, panel surya mampu mengonversi energi matahari menjadi listrik [4]. *Photovoltaic* PV terbuat dari material semikonduktor utamanya silikon [5]. Ketika cahaya matahari mengenai sel PV, elektron akan terlepas dari atom silikon dan mengalir membentuk rangkaian listrik, sehingga energi listrik dapat dihasilkan [6]. Kebutuhan akan energi listrik saat ini terus mengalami peningkatan secara signifikan di berbagai wilayah [7]. Namun demikian pertumbuhan kebutuhan tersebut belum sejalan dengan ketersediaan pasokan listrik di beberapa daerah [8]. Oleh karena itu penelitian ini memberikan suatu solusi berupa perangkat yang mampu menyediakan sumber pasokan energi listrik sebagai alternatif [9]. Saat ini sistem panel surya umumnya dirancang secara permanen dengan konfigurasi yang relatif kompleks [10], sehingga pemanfaatan energi surya menjadi kurang fleksibel untuk dipindahkan dari satu lokasi ke lokasi lainnya [11]. Kondisi ini menyebabkan keterbatasan akses listrik khususnya di wilayah yang jauh dari jaringan listrik [12]. Oleh karena itu diperlukan sumber listrik portabel yang mudah dibawa, ekonomis, dan praktis digunakan sehingga tidak

menghambat produktivitas di berbagai lokasi [13]. Sistem ini juga dapat dimanfaatkan untuk kegiatan luar ruang, seperti camping, serta pada kondisi darurat pasca bencana, yang dikenal sebagai solar panel portabel [14].

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Blok Diagram Perancangan Alat

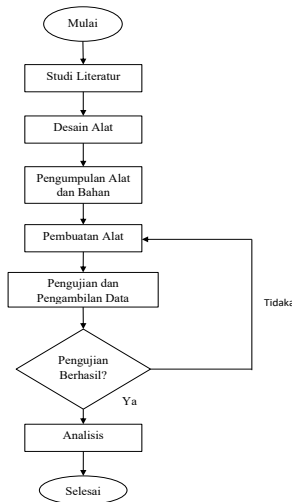
Blok diagram ini menggambarkan alur hubungan antar komponen pada sistem solar panel serta memberikan informasi mengenai sumber daya yang digunakan. Untuk memahami secara lebih jelas indikator dan mekanisme pengendalian perangkat pada sistem tersebut, diagram blok dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini:



**Gambar 1. Blok Diagram Solar Panel Portable**

### 2.2 Metode Perancangan

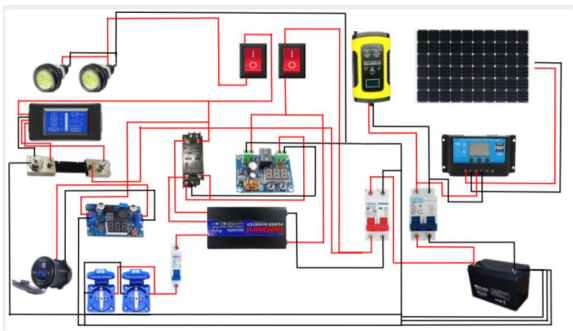
Tahapan yang dilakukan untuk mempermudah proses perancangan suatu sistem disusun dalam satu metode yang disebut metode perancangan. Metode ini bertujuan untuk membantu pengembangan berbagai ide perancangan sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Diagram alir perancangan secara keseluruhan ditunjukkan pada gambar 2 sebagai berikut:



**Gambar 2. Diagram Alir Perancangan**

### 2.3 Perancangan Alat Keseluruhan

Perancangan alat secara keseluruhan merupakan hasil integrasi dari seluruh rancangan yang disusun menjadi satu sistem pengendalian pada alat yang dikembangkan. Diagram perancangan alat keseluruhan ditunjukkan pada gambar 3 sebagai berikut:



**Gambar 3. Rangkaian Keseluruhan**

Rangkaian ini menggunakan dua sumber masukan sebagai sistem pengisian baterai. Sumber pertama berasal dari panel surya yang dikendalikan oleh solar *charge controller* (SCC),

sedangkan sumber kedua berasal dari *charger* baterai yang terhubung langsung dengan jaringan PLN. Selain itu rangkaian ini dilengkapi dengan watt meter yang berfungsi sebagai media tampilan untuk memonitor parameter kelistrikan meliputi tegangan (V), arus (A), daya (W), serta kapasitas baterai (Ah).

Rangkaian ini dilengkapi dengan komponen *low voltage disconnect* (LVD) yang berfungsi memutus suplai tegangan ketika tegangan baterai mencapai batas bawah yang telah ditetapkan. Selanjutnya daya dari baterai dialirkan ke sisi masukan inverter untuk mengonversi arus searah (DC) 12 V menjadi arus bolak – balik (AC) 220 V, yang kemudian digunakan sebagai keluaran AC dengan sistem proteksi berupa *miniature circuit breaker* (MCB). Selain itu keluaran baterai juga disalurkan ke beberapa beban DC seperti lampu LED yang memperoleh suplai daya secara langsung dari baterai dan dapat dioperasikan melalui saklar yang terhubung langsung ke baterai. Di samping itu keluaran baterai dihubungkan ke rangkaian DC *step down* untuk menurunkan tegangan 12 V menjadi 5 V sebagai sumber masukan port USB.

Rangkaian ini dilengkapi dengan komponen *low voltage disconnect* (LVD) yang berfungsi untuk memutus suplai tegangan ketika tegangan baterai mencapai batas bawah yang telah ditetapkan. Selanjutnya daya dari baterai dialirkan ke sisi masukan inverter untuk mengkonversi arus DC 12 V menjadi arus AC 220 V, yang kemudian dimanfaatkan sebagai keluaran AC dengan sistem proteksi berupa MCB. Selain itu keluaran baterai.

### 2.4 Perancangan Desain Kontruksi Alat

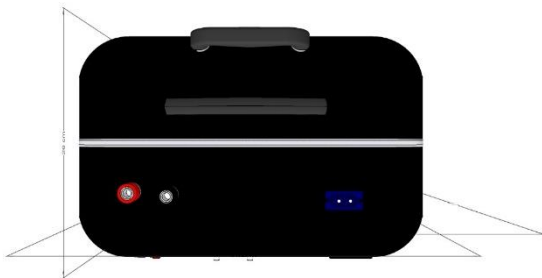
Perancangan desain konstruksi alat solar panel portabel menggunakan media koper yang terbuat dari bahan ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) dengan karakteristik tahan terhadap benturan, getaran, suhu tinggi, serta bersifat kedap air. Material tersebut menjadikan koper layak digunakan sebagai wadah solar panel portabel karena memiliki bentuk yang ringkas, mudah dibawa, mudah di modifikasi, serta ruang internal yang luas dan mampu menahan beban hingga 25 kg. Proses perancangan diawali dengan penyesuaian bentuk koper, penentuan tata letak komponen, serta pemilihan peralatan dan material

yang digunakan agar sistem solar panel portabel dapat beroperasi secara optimal. Hasil perancangan desain konstruksi alat solar panel portabel ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



**Gambar 4. Desain Solar Panel Portabel Tampak Depan**

Pada gambar 4 diatas menunjukkan bentuk desain alat solar panel portabel tampak depan yang sudah di modifikasi dengan komponen-komponen pendukung seperti saklar utama, saklar lampu LED, lampu LED, watt meter, stop kontak, dan port USB.



**Gambar 5. Desain Solar Panel Portabel Tampak Atas**

Pada gambar 5 diatas menunjukkan bentuk desain alat solar panel portabel tampak atas yang sudah di modifikasi dengan komponen-komponen pendukung untuk media pengisian baterai seperti yang dapat dilihat pada sebelah kiri terdapat 2 buah probe dengan warna merah dan hitam sebagai media pengisian menggunakan panel surya, dan konektor yang berada di sebelah kanan sebagai media pengisian menggunakan *charger* baterai.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Pengujian Pengosongan Baterai Beban 50 W

Pengujian dilaksanakan pada rentang waktu pukul 18.00 WIB hingga 01.00 WIB. Parameter yang dicatat dalam pengujian ini meliputi *input* inverter berupa tegangan dan arus DC, serta *output* inverter yang terdiri atas tegangan dan arus AC, dan faktor daya ( $\cos \phi$ ).

**Tabel 1. Hasil Pengujian Pengosongan Baterai Dengan Beban 50 W**

Waktu	Baterai		Inverter		
	V	I	V	I	Cosphi
18.00	12,1	5,35	223,3	0,21	0,99
19.00	12,0	5,33	222,7	0,21	0,99
20.00	11,9	5,5	221,8	0,21	0,99
21.00	11,8	5,49	221,4	0,21	0,99
22.00	11,7	5,52	220,3	0,21	0,99
23.00	11,6	5,5	219,2	0,21	0,99
00.00	11,6	5,48	215	0,2	0,99
01.00	11,0	5,46	214	0,2	0,99

Berdasarkan tabel 1 tegagan baterai mengalami penurunan dari 12,1 V menjadi 11,0 V. Hasil pengukuran arus baterai menunjukkan adanya peningkatan pada pukul 20.00 WIB, kemudian mengalami penurunan secara bertahap hingga pukul 01.00 WIB. Sementara itu tegangan *output* inverter juga mengalami penurunan yaitu dari 223,3 V menjadi 214,0 V.

#### 3.2 Hasil Pengujian Pengosongan Baterai Beban 75 W

**Tabel 2. Hasil Pengujian Pengosongan Baterai Dengan Beban 75 W**

Waktu	Baterai		Inverter		
	V	I	V	I	Cosphi
18.00	11,7	6,59	218,8	0,29	0,97
19.00	11,7	6,76	218,5	0,29	0,97
20.00	11,6	6,85	217,1	0,29	0,97
21.00	11,5	6,80	217,0	0,28	0,97
22.00	11,4	6,76	215,2	0,28	0,97
23.00	11,3	6,62	214,9	0,28	0,97
00.00	11,1	6,52	212,5	0,28	0,97
00.07	11,0	6,48	210,2	0,28	0,97

Berdasarkan tabel 2 tegangan baterai mengalami penurunan dari 11,7 V menjadi 11,0 V. Hasil pengukuran arus baterai menunjukkan adanya peningkatan pada rentang waktu pukul 19.00 hingga 00.07 WIB. Sementara itu tegangan *output* inverter juga mengalami penurunan yaitu 218,8 V menjadi 210,2 V.

**3.3 Hasil Pengujian Pengosongan Baterai Beban 100 W**

**Tabel 3. Hasil Pengujian Pengosongan Baterai Dengan Beban 100 W**

Baterai			Inverter		
Waktu	V	I	V	I	Cosphi
18.00	11,8	9,01	217,4	0,39	0,94
19.00	11,6	9,02	215	0,39	0,94
20.00	11,2	8,94	212,3	0,39	0,94
21.00	11,1	8,29	210,9	0,39	0,94
21.19	11,0	8,11	209,7	0,39	0,94

Berdasarkan tabel 3. Tegangan baterai mengalami penurunan dari 11,8 V menjadi 11,0 V. Hasil pengukuran arus baterai menunjukkan nilai sebesar 9,01 A pada pukul 18.00 WIB, yang selanjutnya menurun hingga mencapai 8,11 A pada pukul 21.00 WIB. Sementara itu tegangan *output* inverter juga mengalami penurunan yaitu 217,4 V menjadi 209,7 V.

**3.4 Hasil Pengujian Pengosongan Baterai Beban 125 W**

**Tabel 4. Hasil Pengujian Pengosongan Baterai Dengan Beban 125 W**

Baterai			Inverter		
Waktu	V	I	V	I	Cosphi
18.00	11,3	10,96	231,5	0,48	0,9
19.00	11,2	10,89	230,4	0,49	0,9
20.00	11,1	10,87	230	0,49	0,94
20.10	11,0	10,87	227	0,49	0,94

Berdasarkan tabel 4 tegangan baterai mengalami penurunan dari 11,3 V menjadi 11,0 V. Hasil pengukuran arus menunjukkan kondisi yang relatif stabil pada kisaran 10,96 A namun mengalami penurunan pada pukul 20.00 WIB menjadi 10,87 A, kemudian meningkat kembali menjadi 10,92 A pada pukul 20.10 WIB. Sementara itu tegangan

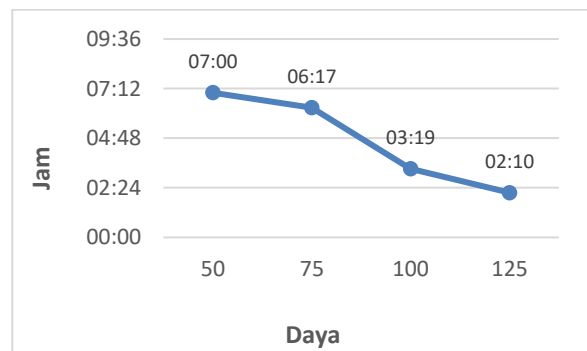
*output* inverter juga mengalami penurunan yaitu dari 231,5 V menjadi 227 V.

**3.5 Analisa Perbandingan Waktu Kerja Pada Beban 50 W, 75 W, 100 W, dan 125 W**

Berdasarkan hasil pengujian pengosongan baterai dapat dibuat analisa perbandingan waktu kerja pada beban 50 W, 75 W, 100 W, dan 125 W

**Tabel 5. Perbandingan Waktu Kerja Beban 50 W, 75 W, 100 W, dan 125 W**

Pengujian	Beban (W)	Waktu
1	50	7 Jam
2	75	6 Jam 17 Menit
3	100	3 Jam 19 Menit
4	125	2 Jam 10 Menit



**Gambar 6. Grafik Perbandingan Waktu Kerja Beban**

Gambar 6. Menunjukkan hubungan antara pengujian beban dan waktu pengujian. Pada pengujian beban 50 W, sistem mulai beroperasi pada pukul 18.00 WIB hingga perangkat *low voltage disconnect* (LVD) memutuskan tegangan sesuai dengan nilai batas yang telah ditetapkan. Pemutusan oleh LVD terjadi pada pukul 01.00 WIB. Berdasarkan hasil tersebut alat mampu menyuplai beban 50 W selama durasi pengujian selama 7 jam.

Pada pengujian beban 75 W dimulai pada pukul 18.00 WIB dan berlangsung hingga perangkat *low voltage disconnect* (LVD) memutuskan tegangan sesuai dengan nilai batas yang telah ditetapkan, pemutusan oleh LVD terjadi pada pukul 00.17 WIB. Berdasarkan hasil pengujian sistem mampu menyuplai beban 75 W selama 6 jam 17 menit.

Pada pengujian beban 100 W dimulai pada pukul 18.00 WIB dan berlangsung hingga perangkat *low voltage disconnect* (LVD) memutuskan tegangan sesuai dengan nilai batas yang telah ditetapkan, Pemutusan oleh LVD terjadi pada pukul 21.19 WIB. Berdasarkan hasil pengujian sistem mampu menyuplai beban 100 W selama 3 jam 19 menit.

Pada pengujian beban 125 W dimulai pada pukul 18.00 WIB dan berlangsung hingga perangkat *Low Voltage Disconnect* (LVD) memutuskan tegangan sesuai dengan nilai batas yang telah ditetapkan. Pemutusan oleh LVD terjadi pada pukul 20.10 WIB. Berdasarkan hasil pengujian sistem mampu menyuplai beban 125 W selama 2 jam 10 menit.

**3.2 Pengujian Pengisian Baterai**

Pada pengujian pengisian baterai digunakan dua media pengisian. Media pertama memanfaatkan panel surya berkapasitas 100 WP, sedangkan media kedua menggunakan charger baterai.

**3.2.1 Hasil Pengujian Pengisian Baterai Dengan Panel Surya**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui durasi waktu yang dibutuhkan dalam proses pengisian baterai pada alat menggunakan panel surya.

**Tabel 6. Hasil Pengisian Baterai Dengan Panel Surya Hari Ke 1**

Panel Surya Hari Ke 1				
Waktu	V	I	V Baterai	SOC
10.00	13,47	3,51	12,00	50%
11.00	13,36	3,79	12,20	55%
12.00	13,82	4,56	12,30	60%
13.00	13,46	3,60	12,40	65%
14.00	13,45	3,15	12,50	70%
15.00	12,9	0,31	12,55	75%
16.00	12,68	0,27	12,60	77%

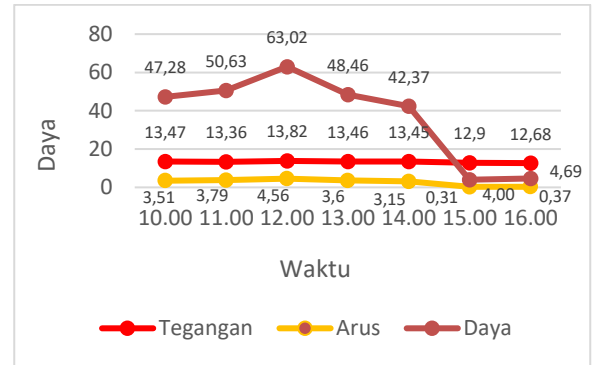
data pada tabel 6 dapat dihitung daya yang di hasilkan oleh panel surya hari ke 1 di mulai pukul 10.00 WIB hingga 16.00 WIB.

Dengan cara yang sama perhitungan daya yang dihasilkan panel surya dari pukul 10.00 WIB hingga 16.00 WIB, dapat dihitung menggunakan perhitungan (1).

$$P = V \times I \tag{1}$$

$$P = 13,47 \times 3,51$$

$$P = 47,28 \text{ W}$$



**Gambar 7. Grafik Pengisian PLTS Hari Ke 1**

Nilai tegangan, arus, dan daya maksimum tercatat pada pukul 12.00 WIB, masing-masing sebesar 13,82 V, 4,56 A, dan 63,02 W. Hal ini menunjukkan bahwa intensitas penyinaran matahari pada waktu tersebut berada pada kondisi optimal.

Nilai tegangan, arus, dan daya minimum tercatat pada pukul 16.00 WIB, masing-masing sebesar 12,68 V, 4,00A, dan 3,42 W. Penurunan tersebut sejalan dengan karakteristik panel surya yang sangat dipengaruhi oleh intensitas penyinaran matahari.

**Tabel 7. Hasil Pengujian Baterai Dengan Panel Surya Hari Ke 2**

Panel Surya Hari Ke 2				
Waktu	V	I	V Baterai	SOC
10.00	13,38	3,34	12,60	77%
11.00	13,65	3,35	12,70	80%
12.00	13,69	4,11	12,80	85%
13.00	13,62	3,49	12,90	90%
14.00	13,63	3,34	13,00	95%
15.00	13,07	0,22	13,5	98%
16.00	12,59	0,12	13,10	100%

Berdasarkan data pada tabel 7 dapat dihitung daya yang di hasilkan oleh panel surya hari ke 2 di mulai pukul 10.00 WIB hingga 16.00 WIB.

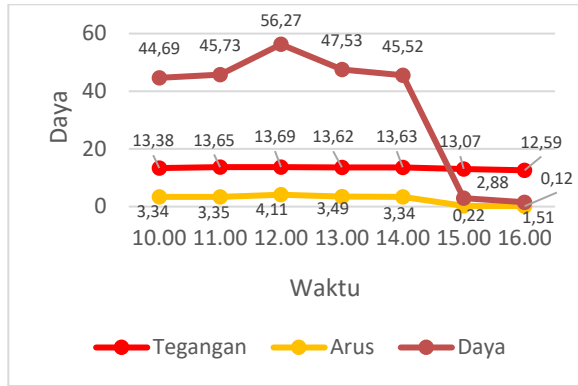
Dengan cara yang sama perhitungan daya yang dihasilkan panel surya dari pukul 10.00 WIB

hingga 16.00 WIB, dapat dihitung menggunakan perhitungan (1).

$$P = V \times I \tag{1}$$

$$P = 13,38 \times 3,34$$

$$P = 44,69 W$$



Gambar 8. Grafik Pengisian PLTS Hari Ke 2

Nilai tegangan, arus, dan daya maksimum tercatat pada pukul 12.00 WIB, masing-masing sebesar 13,69 V, 4,11 A, dan 56,27 W. Hal ini menunjukkan bahwa intensitas penyinaran matahari pada waktu tersebut berada pada kondisi optimal.

Nilai tegangan, arus, dan daya minimum tercatat pada pukul 16.00 WIB, masing-masing sebesar 12,59 V, 0,12 A, dan 1,51 W. Penurunan tersebut sejalan dengan karakteristik panel surya yang sangat dipengaruhi oleh intensitas penyinaran matahari.

### 3.2.2 Hasil Pengujian Pengisian Baterai Dengan Charger Baterai

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui durasi dalam proses pengisian baterai menggunakan charger baterai sebagai sumber cadangan dari pengisian panel surya.

Tabel 8. Hasil Pengisian Baterai Dengan Charger Baterai

Waktu	Charger		Baterai	
	V	I	V	SOC
07.00	13,3	6,1	12,00	50%
08.00	13,4	6	12,21	54%
09.00	13,5	6	12,41	63%

10.00	13,6	6	12,62	78%
11.00	13,7	6	12,83	92%
12.00	13,9	6	13,05	95%
13.00	14,5	4,9	13,08	97%
14.00	14,6	3,1	13,13	98%
15.00	14,7	2,5	13,15	99%
16.00	14,7	2,1	13,17	100%

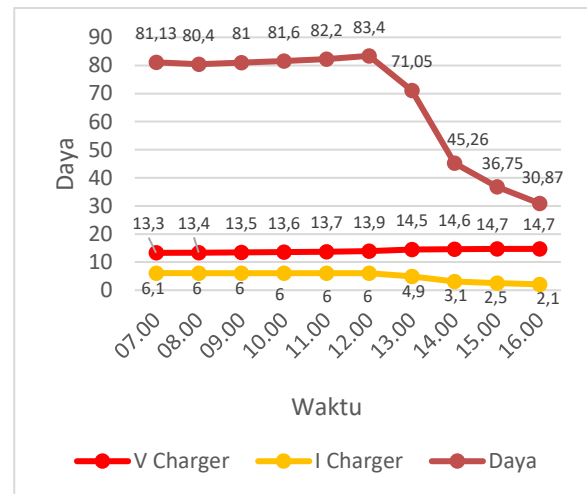
Berdasarkan data pada tabel 8 dapat dihitung daya yang di hasilkan oleh charger baterai di mulai pukul 07.00 WIB hingga 16.00 WIB.

Dengan cara yang sama perhitungan daya yang dihasilkan charger dari pukul 07.00 WIB hingga 16.00 WIB, dapat dihitung menggunakan perhitungan (1).

$$P = V \times I \tag{1}$$

$$P = 13,3 \times 6,1$$

$$P = 81,13 W$$



Gambar 9. Grafik Daya Pengisian charger Baterai

Pada awal pengisian yaitu dari pukul 07.00 hingga pukul 12.00 WIB, daya charger berada pada kondisi tinggi, dengan kisaran antara 80,40 W hingga 83,40 W. Kondisi ini menunjukkan fase bulk charging, di mana baterai masih mampu menerima arus dalam jumlah besar sehingga proses pengisian berlangsung cepat. Selanjutnya, pada rentang waktu pukul 13.00 hingga 16.00 WIB, terjadi penurunan daya secara bertahap dari 71,05 W menjadi 30,87 W. Penurunan tersebut terjadi seiring dengan berkurangnya arus

pengisian akibat meningkatnya tegangan baterai dan nilai *state of charge* (SOC). Kondisi ini menunjukkan *fase absorption*, yaitu fase pengisian yang berlangsung lebih lambat meskipun tegangan charger meningkat karena kapasitas baterai mendekati penuh. Pada pukul 16.00 WIB, daya pengisian tercatat sebesar 30,87 W, yang menandakan bahwa baterai telah terisi penuh dengan SOC mencapai 100%.

### 3. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil pengujian pengosongan baterai dengan berbagai variasi beban, kinerja alat paling optimal diperoleh saat menyuplai beban sebesar 50 W dengan durasi operasi terpanjang, yaitu selama 7 jam. Sebaliknya, durasi operasi terpendek terjadi pada pengujian dengan beban 125 W, yaitu selama 2 jam 10 menit.
2. Hasil pengujian pengisian baterai menggunakan panel surya menunjukkan bahwa baterai dapat terisi penuh dalam waktu 2 hari. Sementara itu, pengisian baterai menggunakan charger baterai sebagai sumber cadangan menghasilkan waktu pengisian penuh yang lebih singkat, yaitu selama 9 jam.

### 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. R. I. S. Ashabul Khaffi, "Rancang Bangun Modul Trainer Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)," Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makasar, 2020.
- [2] S. A. Randis, "Rancang Bangu Sistem Mini Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Portable," JURNAL TEKNOLOGI TERPADU, vol. 9, no. 1, pp. 65-70, 2021.
- [3] T. S. I. S. Jaka Persada Sembiring, "Rancang Bangun Sistem Solar Panel Portable," Jurnal Teknik Elektro, vol. 14, no. 03, pp. 128-131, 2023.
- [4] L. A. Gunawan, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Portable," Jurnal Teknik Elektro, vol. 10, no. 01, pp. 66-71, 2021.
- [5] N. U. P. E. P. Bagas Pamuji, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya Portable Untuk Penerangan Kolam Budidaya Ikan (Studi Kasus: Kolam Warga Desa Jembara, Kecamatan Waway Karya, Lampung Timur)," Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, vol. 17, no. 03, pp. 318-325, 2023.
- [6] H. Hasan, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi," Jurnal Riset Teknologi Kelautan (JRKT), vol. 10, no. 2, pp. 169-180, 2012.
- [7] K. Hakim, "Dessain Dan Analisa Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 15 KW Dengan Memaksimalkan Final Yield Dan Peformance Ratio Pada Perkantoran Skala Kecil-Sedang," Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2020.
- [8] A. P. R. T. Marhatang, "Perancangan Dan Implementasi Sistem Kendali Automatic Transfer Switch Antara PLTS OFF-GRID DENGAN JARINGAN PLN," Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makasar, 2022.
- [9] E. A. Yuniarto, "Korektor Faktor Daya Otomatis Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga," GEMA TEKNOLOGI, vol. 19, no. 4, pp. 24-30, 2018.
- [10] F. D. J. Waruwu, "Analisis PLTS Sebagai Sumber Daya Sistem Pakan Ikan Otomatis," Universitas Medan Area, Medan, 2023.
- [11] S. Hidayatulloh, "Perancangan Sistem Monitoring Dan Proteksi Baterai Litium Ion (Li-ion) Pada Panel Surya," Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, 2024.
- [12] Ridwan, "Perancangan Sumber Listrik Tenaga Surya 1000 Watt Sebagai Sumber Cadangan Suplai Listrik Dengan Sistem Hibrid," Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, Padang, 2021.
- [13] M. K. Bambang Harianto, "Planning Of Photovoltaic (PV) Type Solar Power Plants As An Alternative Energy Of The Future In Indonesia," ENDLESS: International Journal Of Future Studies, vol. 5, no. 2, pp. 182-195, 2022.
- [14] I. D. S. R. H. S. Andi Julisman, "Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola," KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro, vol. 2, no. 1, pp. 35-42, 2017.