

## Rancang Bangun Prototipe Solar Home System Menggunakan Baterai Lithium Sebagai Penyimpan Energi

<sup>1\*</sup>Marhatang, <sup>2</sup>Muhammad Yusuf Yunus, <sup>3</sup>Sonong, <sup>4</sup>Lewi, <sup>5</sup>Remigius Tandioga, <sup>6</sup>Muhammad Ruswandi Djalal

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Energi Terbarukan, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, Indonesia

<sup>4,5</sup>Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, Indonesia

<sup>6</sup>Program Studi Teknik Pembangkit Energi, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, Indonesia

<sup>1</sup>marhatang@poliupg.ac.id, <sup>2</sup>yusuf\_yunus@poliupg.ac.id, <sup>3</sup>sonong@poliupg.ac.id, <sup>4</sup>lewi@poliupg.ac.id,

<sup>5</sup>remigius\_tandioga@gmail.com, <sup>6</sup>wandi@poliupg.ac.id

### Article Info

#### Article history:

Received January 17<sup>th</sup>, 2024

Revised February 24<sup>th</sup>, 2024

Accepted March 23<sup>th</sup>, 2024

#### Keyword:

Solar Home System

Lithium Battery

Voltage

DoD

Efficiency

### ABSTRACT

Utilizing the Solar Home System requires a battery as an energy storage medium produced from photovoltaic modules. Today's batteries are lead-carbon Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries. This type of battery has a 90-95% round-trip efficiency and a deep discharge (DOD) level of 80%. However, this type of battery is not environmentally friendly because it produces lead acid. Therefore, the development of batteries in the SHS system from lithium battery technology is being pursued. Besides being environmentally friendly, its round-trip efficiency is quite good compared to lead-carbon, which is 92-96% with a DOD level of 100%. In this study, it is proposed to apply lithium batteries on a lab scale so that they can assist students in developing scientific fields, especially lithium battery-based energy storage. Additionally, this research will describe the process of making and prototyping lithium batteries in solar practicum learning media. From the test results obtained, a laboratory-scale Solar Home System prototype for solar power system practicum using Lithium batteries as Energy Storage was developed. The average effect of charging the battery is 21.09 watts, with the highest battery charging voltage set at 14.08 Vdc and the highest charging current rate at 1.37 A. The highest battery charging efficiency rate is 12%. The characteristics of the Lithium battery itself are good; when the capacity read on the battery meter is 0%, the battery can still supply 15 watts of load for 20 minutes.

Copyright © 2024 Jurnal JEETech.

All rights reserved.

### Corresponding Author:

Marhatang

Program Studi Teknologi Rekayasa Energi Terbarukan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang

Jl. Perintis Kemerdekaan KM.10, Makassar, Indonesia

marhatang@poliupg.ac.id

*Abstrak*-Pemanfaatan Solar Home System membutuhkan baterai sebagai media penyimpanan energi yang dihasilkan dari modul photovoltaic. Baterai saat ini adalah baterai lead-carbon Valve Regulated Lead Acid (VRLA). Baterai jenis ini memiliki efisiensi bolak-balik 90-95% dan tingkat debit dalam (DOD) 80%. Baterai jenis ini tidak ramah lingkungan karena menghasilkan asam timbal. Oleh karena itu dilakukan pengembangan baterai pada sistem SHS dari teknologi baterai lithium. Selain ramah lingkungan, efisiensi bolak-baliknya cukup baik dibandingkan timbal-karbon, yaitu 92-96% dengan tingkat DOD 100%. Pada penelitian ini diusulkan penerapan baterai lithium dalam skala lab sehingga dapat membantu mahasiswa dalam mengembangkan bidang keilmuan khususnya penyimpanan energi berbasis baterai lithium. Selain itu,

penelitian ini akan mendeskripsikan proses pembuatan dan pembuatan prototipe baterai litium pada media pembelajaran praktikum surya. Dari hasil pengujian diperoleh prototipe Solar Home System skala laboratorium untuk praktikum sistem tenaga surya dengan menggunakan baterai Lithium sebagai Energy Storage. Efek rata-rata pengisian baterai adalah 21,09 watt. Dengan tegangan pengisian baterai tertinggi ditetapkan pada 14,08 Vdc. Dan tingkat arus pengisian tertinggi adalah 1,37 A, dengan tingkat efisiensi pengisian baterai tertinggi sebesar 12%. Karakteristik dari baterai Lithium sendiri, DoD yang ditampilkan juga bagus ketika kapasitas yang terbaca pada meteran baterai adalah 0%. Baterai masih bisa menyuplai beban 15 watt selama 20 menit.

## I. Pendahuluan

Energi merupakan kebutuhan utama sepanjang peradaban umat manusia. Peningkatan kebutuhan energi dapat menjadi indikator peningkatan kemakmuran, namun pada saat yang sama menimbulkan masalah dalam usaha penyediaannya. Dengan kian menipisnya cadangan minyak bumi di Indonesia, pemanfaatan energi alternatif nonfosil harus ditingkatkan [1, 2]. Ada beberapa energi alam sebagai energi alternatif yang bersih, tidak berpolusi, aman dan persediaannya tidak terbatas yang dikenal dengan energi terbarukan. Diantaranya adalah energi surya, angin, gelombang, dan perbedaan suhu air laut. [3]

Kondisi geografis Indonesia yang terdiri dari ribuan pulau menyebabkan masih banyaknya daerah terpencil yang belum terjangkau listrik PLN [4]. Oleh karena itu, penerapan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk memanfaatkan potensi energi surya tersedia dilokasi-lokasi tersebut merupakan solusi yang tepat. Sumber energi alternatif adalah sumber energi yang dapat diperbaharui. Salah satunya adalah *solar home system* (SHS) [5]. Teknologi yang memanfaatkan energi matahari untuk diubah menjadi listrik. Sistem ini digunakan untuk sistem listrik pedesaan. Dalam penggunaan SHS biasanya ditempatkan diatap rumah sehingga memperoleh radiasi matahari secara langsung tanpa ada halangan [2].

Dalam pemanfaatan SHS memerlukan baterai sebagai media penyimpanan energi yang dihasilkan dari modul photovoltaic (PV) [6, 7]. Sistem kerja baterai yaitu dengan cara mengisi daya atau charging dari energi listrik yang dibangkitkan oleh PLTS lalu di salurkan ke baterai dalam bentuk energi kimia dan nantinya akan dikonversikan kembali menjadi energi listrik untuk digunakan atau discharging untuk mensuplai daya sesuai kebutuhan [8]. Baterai yang kebanyakan digunakan sekarang adalah baterai jenis baterai valve regulated lead acid (VRLA) jenis lead-carbon. Baterai Jenis ini memiliki *round-trip efficiency* sebesar 90-95% dan tingkat deep of discharge (DOD) sebesar 80%. Baterai Jenis ini memang tidak ramah lingkungan karena menghasilkan asam timbal. Oleh sebab itu dilakukan pengembangan baterai pada sistem SHS dari teknologi baterai *lithium*. Selain ramah lingkungan, *round-trip efficiency* nya cukup bagus dari pada lead-carbon yaitu sebesar 92-96% dengan tingkat DOD sebesar 100% [9].

Beberapa penelitian terkait dengan penggunaan baterai lithium pada solar panel diantaranya, [10-12] penerapan baterai lithium sebagai media penyimpanan energi solar cell untuk rumah tinggal, dari hasil penelitian tersebut kinerja baterai lithium sangat baik dalam media penyimpanan energi dari solar panel. Dari beberapa penelitian tersebut perlu kiranya penerapan baterai lithium dalam skala lab agar dapat membantu mahasiswa dalam pengembangan bidang keilmuan khususnya penyimpanan energi berbasis baterai lithium. Selain itu pada penelitian ini akan diuraikan proses pembuatan dan prototipe baterai lithium pada media pembelajaran praktikum tenaga surya.

## II. Metode Penelitian

### A. Studi Literatur

Pada tahap awal dilakukan peninjauan mengenai alat yang akan dirancang dan studi literatur untuk mengumpulkan sumber-sumber informasi yang mendukung dalam pengerjaan pengembangan rancangan bangun alat.

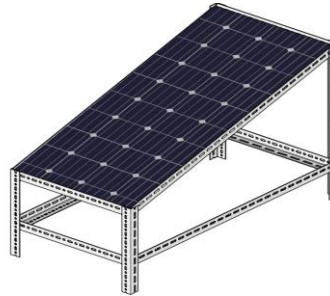
### B. Tahap Perencanaan

Penelitian ini membuat Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Solar Home System* (SHS) atau skala kecil yang dihitung dan dibuat untuk rumah di desa terpencil yang belum terjangkau oleh listrik PLN dengan menggunakan baterai Lithium sebagai penyimpan energi.

### C. Konstruksi Rangka Panel Surya

Kinerja panel surya di pengaruhi banyak faktor, salah satunya yaitu menentukan sudut kemiringan dari permukaan panel. Jika kemiringan panelnya tidak sesuai maka akan mempengaruhi radiasi matahari yang sampai ke permukaan panel. Oleh karena itu, Pada proses perancangan konstruksi rangka panel surya diperlukan ketelitian dalam menentukan sudut kemiringan panel surya, hal ini diperlukan supaya panel surya mendapatkan pancaran sinar matahari yang optimal di lokasi penelitian. Orientasi dan kemiringan panel surya di Lab konversi energi dengan titik koordinat 5,12° LS, 119,48° BT adalah sebagai berikut :

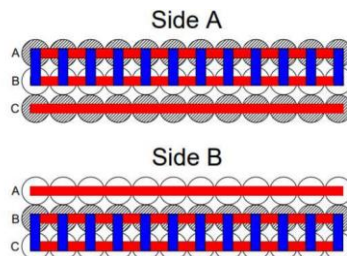
$$\begin{aligned} \alpha &= \delta - \text{lat} \\ &= 23,45^\circ - 5,12^\circ \\ &= 18,33^\circ \end{aligned}$$



Gambar 1. Konstruksi Dudukan Panel Surya

*D. Perancangan Susunan Cell Baterai Lithium dan BMS*

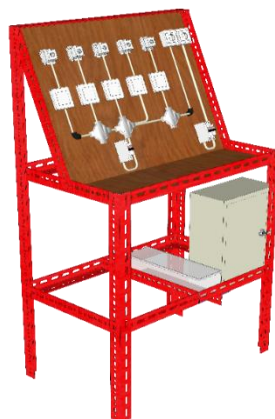
Tahapan Perancangan Susunan Cell Baterai Li-ion mengikut pada kapasitas real pada satu baterai. Dimulai dengan penyusunan Baterai dengan socket kemudian dengan disambungkan/dirangkai secara seri dan parallel untuk mendapatkan tegangan dan arus yang maksimal kemudian untuk memudahkan dalam management system pengisian dan pengurusan baterai BMS dipadang mengikuti tegangan tiap sisinya. Ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2. Lithium Ion Battery Circuit

*E. Perancangan Prototype Beban SHS*

Perancangan Prototype beban SHS menjadi hal yang penting pada penelitian ini, dimana beban yang direncanakan dirangkai untuk memudahkan dalam pengujian.



Gambar 3. Konstruksi beban SHS Tampak 3D

**Spesifikasi Panel Surya**

Kapasitas sel surya yang terdiri dari 36 sel dimana setiap sel nya diasumsikan memiliki tegangan 4,5-5 Volt DC apabila terkena matahari terik. Spesifikasi modul panel surya 150 Wp *Poly-cristaline* yang dipakai dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Spesifikasi panel surya

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Merk	Tesla
2	Power Maksimal ( $P_{max}$ )	150 W
3	Tegangan ( $V_{mp}$ )	18,50V
4	Arus ( $I_{mp}$ )	8,40 A
5	Tegangan Terbuka ( $V_{oc}$ )	22,40 V
6	Arus Hubung singkat ( $I_{sc}$ )	9,19 A
7	Dimensi	1400*680*35mm

Panel surya yang digunakan adalah dengan kapasitas 150 Wp dan asumsi penyinaran matahari 6 jam/hari (jam 9 pagi sampai jam 3 sore).

**F. Perencanaan Kelistrikan**

Perencanaan kelistrikan di awali dengan menghitung total beban atau energi yang akan digunakan saat beroperasi. Analisa data tersebut untuk menentukan jenis dan jumlah panel surya dan kapasitas baterai dan jumlah baterai yang akan di gunakan untuk memenuhi kebutuhan. Berikut skema perancangan kelistrikannya

**1. Panel Surya**

Jumlah Panel Surya yang harus disediakan untuk memenuhi kebutuhan kapasitas PLTS diperhitungkan terlebih dahulu mengitung PV Area yang dibutuhkan dan kemudian menghitung berapa daya yang dibangkitkan (*wattpeak*) PLTS yang ingin dirancang dengan rumus seperti berikut :

a. Area array (PV area) diperhitungkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_{t \text{ naik}^\circ\text{C}} = 0,5\% \text{per}^\circ\text{C} \times P_{mpp} \times \text{kenaikan suhu} \tag{1}$$

$$P_{mpp \text{ saat naik menjadi } t^\circ\text{C}} = P_{MPPP} - P_{\text{saat } t \text{ naik }^\circ\text{C}} \tag{2}$$

$$TFC = \frac{Mpp_{\text{saat naik menjadi } t^\circ\text{C}}}{PMMP} \tag{3}$$

Di mana :

$P_{\text{saat } t \text{ naik}^\circ\text{C}}$  = daya saat temperature naik (Watt)

$P_{MPP \text{ saat naik menjadi } t^\circ\text{C}}$  = daya yang dihasilkan panel saat temperature naik (Watt)

TCF = *Temperature Coefficient Factor* (%)

0,5%/ $^\circ\text{C}$  = Perubahan *temperature* saat bekerja diatas suhu  $25^\circ\text{C}$

$P_{mpp}$  = daya yang dihasilkan panel surya (watt)

$$PV_{\text{area}} = \frac{P}{G_{av} \times \eta_{pv} \times TCF \times \eta_{out}} \tag{4}$$

Di mana:

PV area = Luas area array ( $m^2$ )

P = Pemakaian energi listrik (kWh)

$G_{av}$  = Isolasi harian matahari ( $kWh/m^2$ )

Yaitu daya per unit yang dihasilkan matahari dalam bentuk intensitas radiasi elektromagent permeter persegi

$\eta_{pv}$  = kompensasi rugi-rugi instalasi PV array (%)

$\eta_{out}$  = efisiensi out (%)

b. Menghitung daya yang dibangkitkan PLTS (Wattpeak)

Berdasarkan perhitungan daya yang muncul pada area array, besar daya yang dibangkitkan PLTS (*wattpeak*) dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$P_{\text{wattpeak}} = \text{area array} \times PSI \times \eta_p \tag{5}$$

Di mana:

$P_{\text{wattpeak}}$  = Besar daya yang dibangkitkan PLTS (*wattpeak*)

PSI = *Peak Sun Insolation* adalah  $1000 \text{ W}/m^2$

c. Menghitung jumlah panel yang dibutuhkan

Jumlah panel surya yang harus disediakan untuk memnuhi kebutuhan kapasitas PLTS harus diperhitungkan dengan membagi total kapasitas PLTS yang ingin dirancang dengan daya yang dihasilkan panel surya, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah panel surya} = \frac{P_{\text{watt Peak}}}{P_{\text{MPP}}} \quad (6)$$

Di mana:

$P_{\text{wattpeak}}$  = Besar daya yang dibangkitkan PLTS (Wattpeak)

$P_{\text{mpp}}$  = Daya yang dihasilkan panel surya (Watt)

## 2. Solar Charge Controller (SCC)

SCC yang digunakan harus dapat memperhitungkan besar kapasitas PLTS dan membagi dengan daya maksimum SCC. Dapat ditentukan batas minimum tegangan dan arus yang akan dirangkai seri atau paralel oleh panel surya ke SCC.

## 3. Baterai

Kapasitas Baterai yang digunakan dan dihitung dengan cara berikut:

$$C = \frac{P \text{ daya yang dibutuhkan} \times \text{autonomi days}}{V_s \times DOD \times \eta} \quad (7)$$

Di mana :

$C$  = Kapasitas baterai yang dibutuhkan (Ah)

DoD = Kedalaman Kapasitas yang dapat diambil dari Baterai

$V_s$  = Tegangan Sistem

Setelah mendapat kapasitas baterai yang dibutuhkan, untuk menentukan jumlah baterai yang dibutuhkan digunakan persamaan seperti berikut:

$$\text{Jumlah baterai} = \frac{\text{Kapasitas yang dibutuhkan}}{\text{Jumlah Daya baterai Lithium}} \quad (8)$$

Di mana :

Jumlah daya baterai Lithium = Hasil penjumlahan Taip Cell baterai

## 4. Inverter

Untuk memastikan kapasitas dan jumlah inverter yang akan digunakan dalam perencanaan ini, maka kapasitas inverter disesuaikan dengan tegangan dan arus keluaran dari PV array yang dirancang maupun daya keluaran PLTS, dapat di rumuskan sebagai berikut:

$$\text{Daya output} = \text{Jumlah panel} \times \text{Daya Panel} \quad (9)$$

### G. Langkah-Langkah Pengujian Alat

Setelah rancang bangun selesai maka akan dilanjutkan dengan pengujian alat dan pengambilan data. Pengujian dilakukan di Lab. Konversi Energi. Langkah-langkah Pengujian yang akan di lakukan adalah sebagai berikut: Pengujian Saat Charging baterai:

1. Menyiapkan Alat ukur yang akan digunakan (Voltmeter, Amperemeter, Timer, dan Pyranometer)
2. Mengecek dan mengkalibrasi semua alat ukur
3. Pengujian dilakukan Pada jam 09.00 WITA-15.00 WITA
4. Pengambilan data dilakukan setiap 15
5. Pengambilan data seperti: Tegangan dan Arus keluaran Panel surya, Tegangan dan Arus Baterai, Tegangan dan Arus SCC, dan Gmatahari serta kapasitas baterai.

Pegujian Saat Berbeban siang hari

1. Menyiapkan Alat ukur yang akan digunakan (Voltmeter, Amperemeter, Timer, dan Pyranometer)
2. Mengecek dan mengkalibrasi semua alat ukur
3. Pengujian dilakukan Pada jam 09.00 WITA-15.00 WITA
4. Pengambilan data dilakukan setiap 15 Menit
5. Pengambilan data seperti: Tegangan dan Arus keluaran Panel surya, Tegangan dan Arus Baterai, Tegangan dan Arus SCC, Gmatahari serta Tegangan dan arus beban AC/DC dan juga kapsitas baterai.

Pegujian Saat Berbeban malam hari:

1. Menyiapkan Alat ukur yang akan digunakan (Voltmeter, Amperemeter, Timer, dan Pyranometer)

2. Mengecek dan mengkalibrasi semua alat ukur
3. Pengujian dilakukan Pada jam 09.00 WITA-15.00 WITA
4. Pengambilan data dilakukan setiap 15 Menit
5. Pengambilan data seperti: Tegangan dan Arus Baterai, Tegangan dan Arus SCC, Gmatahari serta Tegangan dan arus beban AC dan juga kapasitas baterai.

H. Pengumpulan Data

Ada beberapa parameter yang akan di gunakan dalam pengujian alat ini yaitu:

Tabel 2. Data yang diambil dalam pengujian

No.	Parameter	Simbol	Satuan	Alat Ukur
1	Intensitas radiasi matahari	G	W/m <sup>2</sup>	Pyranometer
2	Tegangan	V	Volt	Voltmeter
3	Arus	I	Ampere	Amperemeter
4	Kapasitas Baterai	%	%	Baterai Meter

I. Metode Analisis

Energi Matahari :

$$P_{in} = G \times A \tag{10}$$

Dimana :

$P_{in}$  = Daya input sel fotovoltaik (Watt)

G = Intensitas radiasi matahari (Watt/m<sup>2</sup>)

A = Luasan sel fotovoltaik (m<sup>2</sup>)

Daya Output:

$$P_{out} = V \times I \tag{11}$$

Dimana :

$P_{ou}$  = Daya output sel fotovoltaik (Watt)

V = Tegangan (Volt)

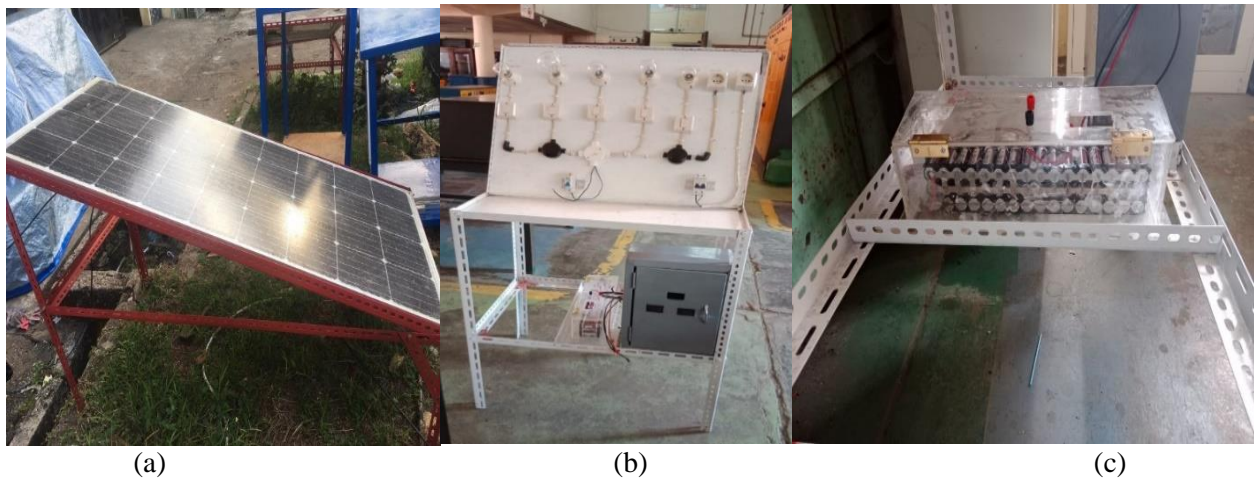
I = Arus (Ampere)

c) Efisiensi

$$\eta = (P_{out} / P_{in}) \times 100\% \tag{12}$$

III. Results and Discussion

Hasil perancangan modul SHS ditunjukkan pada gambar berikut. Gambar 5a menunjukkan rancangan dudukan PLTS. Gambar 5b menunjukkan dudukan beban PLTS. Gambar 5c menunjukkan hasil perakitan baterai lithium dan box baterai.



Gambar 5. (a) Dudukan Panel Surya, (b) Dudukan beban, (c) Hasil Perakitan Baterai Lithium dengan BMS

Hasil pengujian SHS ditunjukkan pada tabel berikut. Tabel 7 menunjukkan hasil pengujian charging baterai lithium, Tabel 8 dan 9 menunjukkan hasil pengujian pada kondisi berbeban siang, dan tabel 10 menunjukkan hasil pengujian berbeban malam hari.

Tabel 7. Pengujian Charging Baterai Lithium

Time	G (W/m <sup>2</sup> )	V <sub>PV</sub> (V)	I <sub>PV</sub> (A)	I <sub>SCC</sub> (A)	V <sub>batt</sub> (V)	(%)
09.00	540	13,15	4,75	6,95	13,2	85
10.00	748	17,92	1,27	2,02	14,5	100
11.00	912	18,78	0,78	2,02	14,6	100
12.00	915	18,63	0,79	2,05	14,5	100
13.00	891	17,35	0,76	2,05	14,8	100
14.00	758	17,7	0,77	2,05	14,6	100
15.00	600	12,56	0,5	0,68	12,4	100

Tabel 8. Pengujian Berbeban Siang Hari

Time	PV		G <sub>panel</sub> (W/m <sup>2</sup> )	SCC	
	V <sub>pv</sub> (V)	I <sub>pv</sub> (A)		V <sub>dc</sub> (V)	I <sub>dc</sub> (A)
09,00	12,51	5,20	560	12,4	7,31
10,00	12,60	5,90	750	12,3	8,56
11,00	12,76	6,53	872	12,1	9,34
12,00	12,87	7,48	1101	12,6	10,6
13,00	12,64	6,87	911	12,6	9,81
14,00	12,02	5,17	809	11,9	7,31
15,00	11,43	4,33	835	11,5	6,04

Tabel 9. Pengujian Berbeban Siang Hari (Lanjutan)

Vdc	Batt		AC Load		DC Load	
	%	I <sub>ac</sub>	V <sub>ac</sub>	Vdc	I <sub>dc</sub>	
12,0	89	0,38	82	12,1	0,63	
12,0	88	0,39	84	12,1	0,66	
12,2	95	0,41	88	12,3	0,66	
11,4	92	0,43	91	12,5	0,68	
12,1	91	0,42	82	12,2	0,66	
11,,6	67	0,36	75	11,6	0,45	
11,1	45	0,34	72	11,1	0,40	

Tabel 10. Pengujian Berbeban Malam Hari

No.	V (V)	Wattmeter AC				Baterai	
		I (A)	P (W)	PF	F (Hz)	Vdc (V)	(%)
1	214	0,16	27,8	0,8	50	11,5	70
2	209	0,16	26,8	0,8	50	11,2	52
3	202	0,15	25,5	0,8	50	10,9	32
4	196	0,15	24,3	0,8	50	10,5	20
5	193	0,14	23,6	0,8	50	10,4	16
6	190	0,14	23,1	0,9	50	10,2	12
7	185	0,14	22,3	0,9	50	10	7
8	179	0,14	21,1	0,9	50	9,7	2
9	171	0,13	19,6	0,9	50	9,2	0

Analisis kinerja PLTS dengan menggunakan persamaan 10-12 di atas dan hasil analisis ditampilkan pada tabel 11-13.

Tabel 11. Hasil Analisa data Charging Baterai

T (H)	P <sub>in</sub> (W)	P <sub>out</sub> (W)	A Pv (m <sup>2</sup> )	kWh	Eff (%)
0	514,08	62,4625	0,952	0	12,1503
1	712,096	22,7584	0,952	22,7584	3,1959
2	868,224	14,6484	0,952	29,2968	1,6871
3	871,08	14,7177	0,952	44,1531	1,6895
4	848,232	13,186	0,952	52,744	1,5545
5	721,616	13,629	0,952	68,145	1,8886
6	571,2	6,28	0,952	37,68	1,0994

Tabel 12. Hasil Analisa data Berbeban pada siang hari

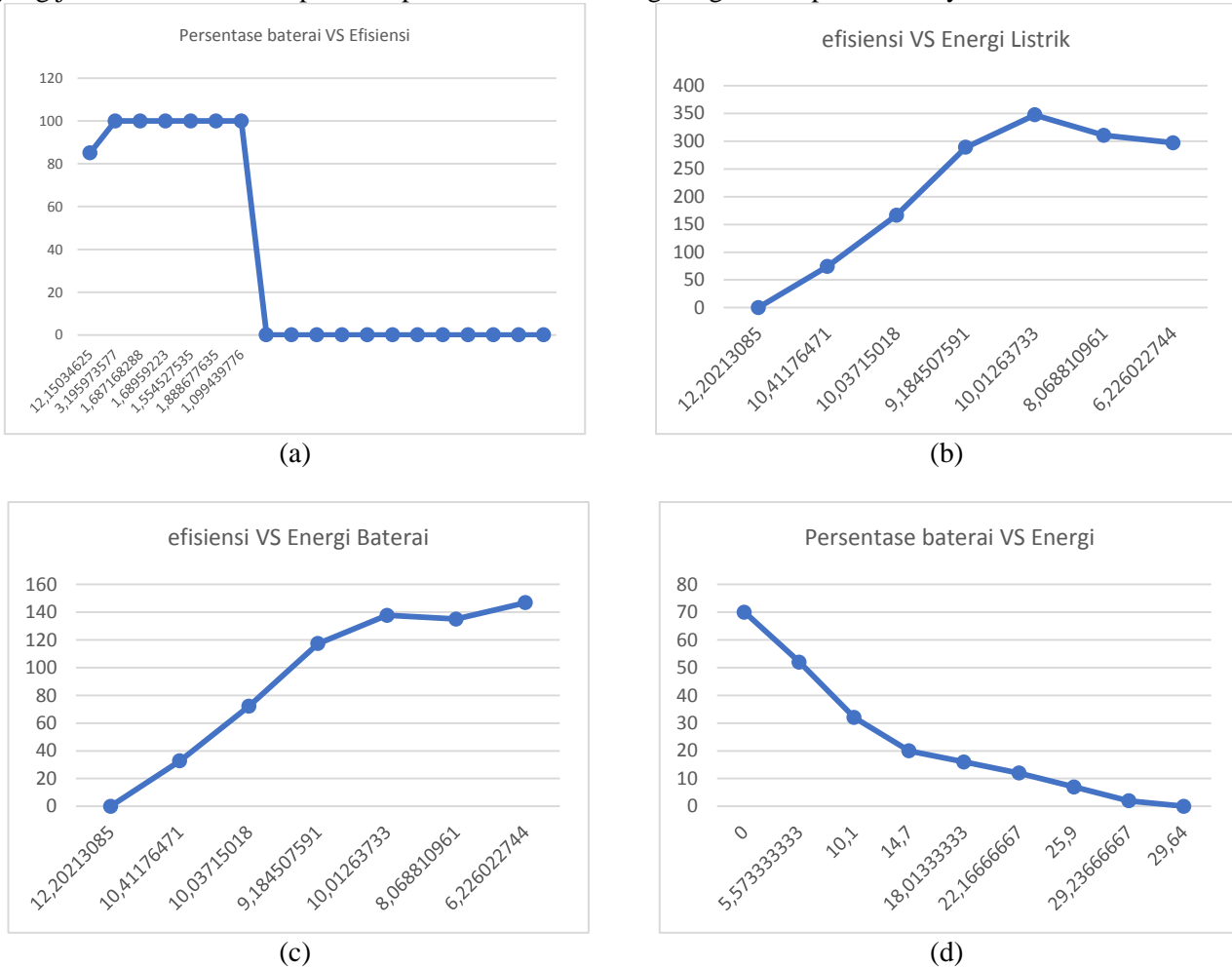
T (H)	P <sub>in</sub> (W)	P <sub>out</sub> (W)	A (m <sup>2</sup> )	Panel kWh	kWh Batt	Efff
0	533,12	65,05	0,952	0	0	12,20
1	714	74,34	0,952	74,34	32,76	10,41
2	830,14	83,32	0,952	166,64	72,16	10,03
3	1048,15	96,26	0,952	288,80	117,39	9,18
4	867,27	86,83	0,952	347,34	137,76	10,01
5	770,16	62,14	0,952	310,71	135	8,06
6	794,92	49,49	0,952	296,95	146,88	6,22

Tabel 13. Hasil Analisa data berbeban pada malam hari

No	Time (H)	Energi dari Baterai (Kwh)
1	0	0
2	0,16667	5,57333
3	0,33333	10,1
4	0,5	14,7
5	0,66667	18,0133
6	0,83333	22,1667
7	1	25,9
8	1,16667	29,2367
9	1,33333	29,64

Gambar 8a-8b menunjukkan tampilan grafis kinerja PLTS dari hasil analisa. Gambar 8a adalah menunjukkan hubungan antara persentase baterai dengan Efisiensi panel Surya, di mana dihasilkan tren grafik yang naik, namun konstan saat persentase baterai sudah menunjukkan angka 100%. Gambar 8c menunjukkan hubungan antara efisiensi dan energi listrik yang dihasilkan oleh baterai, di mana menghasilkan tren grafik efisiensi yang menurun dikarenakan daya yang masuk juga semakin rendah karena baterai telah terisi penuh. Berkaitan dengan karakteristik baterai lithium itu sendiri yang cepat terisi. Gambar 8b menunjukkan hubungan antaran grafik energi listrik dan efisiensi, ditunjukkan bahwa adanya tren menurun, di karenkan pemakaian beban dan juga daya yang keluar dari plts dan masuk ke baterai dapat menjadi backup tegangan agar tegangan di baterai tidak menurun sehingga energi baterai juga tetap pada posisi normal. Sama seperti pada gambar sebelumnya grafik diatas menunjukka tren yang turun pada efisiensi akan tetap sebaliknya pada energi dari panel surya tapi saat posisi efisiensi berada di posisi 10% energi listrik juga ikut berkurang dikarenakan daya keluaran dari plts yang berkurang karena cuaca yang tiba-tiba berawan yang mengakibatkan intensitas matahari turun. Gambar 8d menunjukkan hubungan antara

persentasi baterai dengan energi yang dihasilkan baterai. Berbeda dengan Grafik sebelumnya grafik ini menunjukkan tren yang turun yang signifikan, dikarenakan karakteristik dan kapasitas dari baterai lithium yang jika di beri beban tanpa backup dari PLTS akan sangat signifikan penurunannya.



Gambar 8. (a) Grafik Hubungan antara persentase baterai dan Efisiensi panel Surya, (b) grafik hubungan antara energi listrik dan efisiensi, (c) Grafik hubungan antara efisiensi dan energi yang dihasilkan oleh baterai, (d) Grafik hubungan antara Persentase baterai dengan energi yang dihasilkan Baterai

#### IV. Kesimpulan

1. Diperoleh Prototype Solar Home System yang menggunakan baterai Lithium sebagai Penyimpan Energi.
2. Hasil rata-rata daya pengisian sebesar 21.09 watt. Dengan tegangan tertinggi pengisian baterai di atur di 14,08 vdc. Dan laju arus pengisian tertinggi 1,37 amper, dengan tingkat efisiensi pengisian baterai tertinggi adalah 12%, walaupun tegangan yang di dihasilkan oleh panel surya meningkat, namun tegangan pengisian tetap stabil karena di regulasi oleh *solar charger controller* dan *battery management system* sehingga tidak akan merusak baterai.
3. Berkaitan dengan karakteristik baterai Lithium itu sendiri DoD yang ditunjukan juga baik di saat kapsitas yang terbaca dibaterai meter sudah 0% baterai masih bisa menyuplai beban 15 watt selama 20 menit.

---

**V. Daftar Pustaka**

- [1] R. D. Muhammad and K. J. P. J. I. T. E. Nasrun, "Rancang Bangun Monitoring Kinerja Solar Cell Menggunakan Labview," vol. 8, no. 2, pp. 68-71, 2021.
- [2] A. Machrus, S. Hadi, A. M. Muhammad, R. D. Muhammad, M. S. Yanuar, and A. F. J. S. Aji, "Determination of the parameters of the firefly method for PID parameters in solar panel applications," vol. 26, no. 2, pp. 265-272, 2022.
- [3] A. T. Soelistio, "SOLAR POWER PLANTS " *PAPER* p. 2, 2016.
- [4] F. Firman, N. H. Said, and M. R. Djalal, "Characteristic Analysis of Solar Panels on Clay and Ceramic Roof Tiles," 2022, Rooftop PV Panel; Clay Tiles; Ceramic Tiles; Efficiency vol. 16, no. 3, 2022.
- [5] R. Islam, M. N. Islam, M. N. J. R. Islam, and S. E. Reviews, "Evaluation of solar home system (SHS) implementation in Harirampur subdistrict," vol. 69, pp. 1281-1285, 2017.
- [6] U. Usman, A. R. Idris, M. R. Djalal, M. Thalib, M. Ayu, and M. I. A. Putramardani, "PENERAPAN SISTEM POMPA AIR TENAGA SURYA UNTUK PENYEDIAAN AIR TANAMAN JAGUNG PADA MUSIM KEMARAU DI DESA SOKKOLIA, KECAMATAN BONTOMARANNU, GOWA-SULSEL," *Jurnal Abdi Insani*, vol. 9, no. 4, pp. 1495-1506, 2022.
- [7] M. Saini, M. R. Djalal, R. Rustang, D. P. F. Abbas, and Y. H. J. J. T. M. S. Barlian, "Analisis Kinerja Pemasangan Baterai Lithium Ion dan Ultra Kapasitor Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya," vol. 20, no. 2, pp. 97-103, 2022.
- [8] S. P. Ayeng'o, T. Schirmer, K.-P. Kairies, H. Axelsen, and D. U. J. S. E. Sauer, "Comparison of off-grid power supply systems using lead-acid and lithium-ion batteries," vol. 162, pp. 140-152, 2018.
- [9] B. Diouf and R. J. R. E. Pote, "Potential of lithium-ion batteries in renewable energy," vol. 76, pp. 375-380, 2015.
- [10] T. Gibson and N. Kelly, "Solar photovoltaic charging of lithium-ion batteries," *Journal of Power Sources - J POWER SOURCES*, vol. 195, pp. 3928-3932, 06/01 2010.
- [11] P. A. ILHAM and A. HASTI, "COMPARISON OF LITHIUM ION AND LITHIUM POLYMER PERFORMANCE AS SOLAR PANEL ENERGY STORAGE," *Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, vol. 6, no. 2, 2021.
- [12] G. Zubi, R. S. Adhikari, N. E. Sánchez, and W. J. J. o. E. S. Acuña-Bravo, "Lithium-ion battery-packs for solar home systems: Layout, cost and implementation perspectives," vol. 32, p. 101985, 2020.