

## IMPLEMENTASI SISTEM PENGISIAN DAYA DAN PENYIMPANAN ENERGI SURYA DENGAN TEKNOLOGI BATERAI LITHIUM-ION

Sefnath J. Wattimena<sup>1)</sup>, Luwis H. Laisina<sup>2)</sup>, Conny E. O. Pelamonia<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ambon  
E-mail: luwis.laisina@polnam.ac.id

### Abstract

Solar energy, as a renewable energy source, has gained popularity due to its clean and sustainable electricity generation. Lithium-ion battery technology has enabled efficient storage of solar energy. This study aims to evaluate the efficiency of solar energy charging and storage systems using lithium-ion technology. The research methodology combines quantitative and qualitative approaches. Quantitative data were collected from field tests and surveys, while qualitative data were obtained from interviews and case studies. The results indicate that solar power systems with lithium-ion batteries can reliably meet electricity needs. Additionally, the decreasing costs of solar panels and lithium-ion batteries make this solution more affordable and significantly reduce reliance on fossil fuels and greenhouse gas emissions. The study concludes that the combination of solar power and lithium-ion batteries provides a cleaner, more sustainable, and efficient energy alternative.

**Keywords:** *Solar Energy, Lithium-Ion Batteries, Energy Efficiency, Charging Systems, Energy Storage*

### PENDAHULUAN

Tenaga surya adalah sumber energi terbarukan yang memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan listrik (Sivaram, n.d.). Teknologi ini semakin populer dalam beberapa tahun terakhir sebagai alternatif yang bersih dan berkelanjutan terhadap bahan bakar fosil tradisional (Maneesha et al., 2014; Oudghene, 2011). Seiring dengan tenaga surya, baterai lithium-ion juga telah mengalami kemajuan signifikan, memungkinkan penyimpanan dan pemanfaatan energi yang dihasilkan oleh panel surya secara efisien (Ramchandra, 2015; Yang et al., 2017). Kombinasi antara tenaga surya dan teknologi baterai lithium-ion memiliki potensi untuk merevolusi cara kita menyediakan energi bagi rumah dan bisnis, mengurangi ketergantungan pada sumber energi yang tidak terbarukan, serta mengurangi dampak perubahan iklim (Dan & Chuanwei, 2020).

Penerapan sistem pengisian dan penyimpanan energi tenaga surya memiliki peranan penting dalam memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat secara global. Sistem ini tidak hanya menawarkan solusi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, tetapi juga memberikan potensi besar dalam mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil yang terbatas dan mencemari lingkungan. Dengan memanfaatkan teknologi

baterai lithium-ion yang memiliki efisiensi tinggi dan masa pakai yang panjang, sistem pengisian dan penyimpanan energi tenaga surya dapat memastikan ketersediaan energi yang stabil dan andal, bahkan di daerah terpencil yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik konvensional. Melalui penelitian ini, yang menjadi focus penelitian adalah bagaimana mengimplementasikan pengaruh teknologi baterai lithium-ion terhadap efisiensi sistem pengisian daya dan penyimpanan energi surya. Dengan demikian, tujuan dari penelitian adalah mengevaluasi efisiensi sistem pengisian daya dan penyimpanan energi surya dengan teknologi baterai lithium-ion.

## **METODE PENELITIAN**

Untuk menjawab pertanyaan penelitian dan mencapai tujuan penelitian yang telah diuraikan, metodologi penelitian berikut akan digunakan: Penelitian ini akan menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif untuk mendapatkan data yang komprehensif dan mendalam mengenai implementasi sistem pengisian daya dan penyimpanan energi surya dengan teknologi baterai lithium-ion.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Kebutuhan Pemakaian Daya Listrik (Watt-Jam)**

Kebutuhan daya listrik pada Stasiun pengisian daya (Charging Station) ditentukan berdasarkan besarnya daya listrik pada perangkat elektronika yang dibunakan serta lamanya waktu dalam penggunaannya (proses charging). Perangkat yang digunakan dalam penelitian ini adalah handphone dengan beberapa type serta laptop yang spesifikasinya dapat di lihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1  
Perangkat Penelitian berserta Kapasitasnya

<b>No.</b>	<b>Perangkat Penelitian</b>	<b>Merek Dagang</b>	<b>Kapasitas Daya Listrik (Watt)</b>
1.	Handphone	Iphone 7 S+	5
2.	Laptop	Toshiba	65,98
3.	Handphone	Samsung Galaxy A11	5
4.	Oppo	A57	30

Besarnya daya listrik yang dibutuhkan, dalam penelitian ini, ditunjukkan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2  
Total Kebutuhan Daya Listrik yang digunakan dalam satuan Jam

No.	Perangkat Penelitian	Merek Dagang	Daya Listrik (Watt)	Lama Pemakaian (Jam)	Kebutuhan Daya (Waat.Jam)
1.	Handphone	Iphone 7 S+	5	2	10
2.	Laptop	Toshiba	65,98	1	65,98
3.	Handphone	Samsung Galaxy A11	5	2	10
4.	Oppo	A57	30	2	60
Total Pemakaian Daya (Watt-Jam)					145,98

### Menghitung Kebutuhan Panel Surya

Panel surya yang akan digunakan harus mampu mensupply daya secara kontinyu sesuai dengan kebutuhan daya yang diinginkan. Dalam penelitian ini, panel surya yang digunakan berkapasitas 100 WP. Jika kebutuhan daya yang akan digunakan adalah 145,89 Watt-Jam, maka jumlah panel surya yang digunakan adalah

$$\text{Jumlah Panel Surya} = \frac{145,98}{100 \times 4}$$

$$\text{Jumlah Panel Surya} = 0,36 \text{ panel} \approx 1 \text{ Buah Panel Surya}$$

### Menghitung kebutuhan BMS

Menghitung kebutuhan kapasitas *Battery Management System (BMS)*

$$I_{Dch} = \frac{100 \text{ WP} \times 4}{4,2 \times 3}$$

$$I_{Dch} = 31,7 \text{ A}$$

$$I_{Ch} = \frac{145,98}{12,6}$$

$$I_{Ch} = 11,6 \text{ A}$$

Untuk BMS type Daly, kapasitas BMS adalah 0,5 : 1, yang artinya arus charging harus 50% dari arus discharging, dimana berdasarkan hasil perhitungan kapasitas BMS di atas arus discharging adalah 31,7 A  $\approx$  60 A, sedangkan arus charging adalah 11,6 A  $\approx$  30 A.

### **Menghitung Kapasitas Solar Charger Controller (SCC)**

Dalam menghitung kebutuhan *scc*, harus mengetahui terlebih dahulu datasheet dan spesifikasi dari solar panel, pada solar panel 100wp ini terdapat informasi data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_m &= 100 \text{ W} & V_m &= 21.45 \text{ V} & V_{oc} &= 24.66 \\ I_{mp} &= 4.67 \text{ A} & I_{sc} &= 4.90 \text{ A} \end{aligned}$$

Yang harus diperhatikan angka *I<sub>sc</sub>* (*short circuit current*), nilainya dikalikan dengan jumlah panel surya serta factor keamanan (*safety Factor*) yaitu 1.25, hasilnya merupakan berapa nilai minimal dari *SCC* (*solar charge controller*) yang dibutuhkan :

$$SCC = 1 \text{ panel surya} \times 4.90 \text{ A} \times 1.25 = 6,125 \text{ A}$$

Jadi *scc* (*solar charge controller*) harus memiliki kapasitas minimal 6,125 A. Dipasaran, SCC dengan kapasitas 6,125 A sangat tidak mungkin untuk didapatkan, untuk itu dipilih SCC dengan kapasitas 10A. Tetapi untuk mengantisipasi arus lebih pada panel surya pada saat intensitas cahaya dari matahari sangat tinggi (pada jam 12.00 s/d 13.00), maka diputuskan untuk memilih SCC dengan kapasitas 20A.

### **Menghitung Kapasitas Inverter**

Kapasitas inverter harus lebih besar dari total kebutuhan daya (Watt.Jam) yang digunakan ditambahkan dengan rugi-rugi daya pada panel surya, SCC, factor keamanan dan inverter itu sendiri.

$$P_{Tot} = \{145,98 + 7,3 + 26,3 + 29,2\} \times 1,25$$

$$P_{Tot} = 208,8 \times 1,25$$

$$P_{Tot} = 261 \text{ Watt.Jam}$$

Berarti kapasitas inverter yang digunakan harus lebih besar dari total daya yang dibutuhkan dalam hal ini inverter yang digunakan adalah 1,6 KW.

### **Menghitung Kebutuhan Battery Pack**

Berdasarkan kebutuhan daya di atas, maka kapasitas battery ditentukan berdasarkan kebutuhan daya dibagi dengan tegangan battery yang dibutuhkan dalam hal ini DC 12 Volt.

$$I = \frac{P_{Tot}}{V}$$

$$I = \frac{261 \text{ Watt.Jam}}{12}$$

$$I = 21,75 \text{ A.Jam}$$

### Proses Perakitan Battery Pack

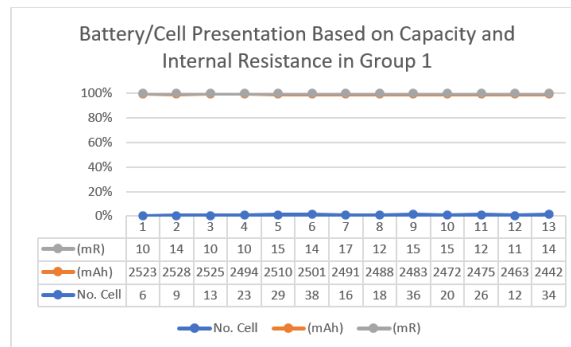
Untuk membangun sebuah baterai pack, pengukuran kapasitas dari baterai itu sendiri sangat penting. Tujuan dari pengukuran tersebut untuk melihat Tegangan (V), besarnya ampere jam pada baterai (Ah), internal resistansi (mR) dan juga kondisi SoC dan DoD dari baterai.

Tabel 3  
Pengujian kapasitas Battery/Cell (EVE-25P 18650 3.7V 2500 mAh  
30 A 12 C system 3S 13P

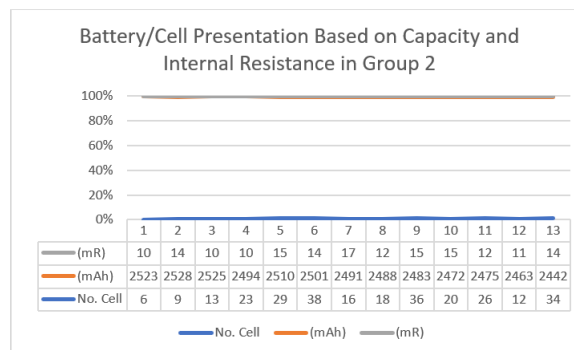
No. Cell	Tegangan, charging (V-Char)	Tegangan, Discharging (V-DChar)	Arus Char dan DChar, (I) mA	Waktu (t)	Kapasitas (mAh)	Internal Resistensi (mR)
1	2,8	4,2	500	4,48	2465	41
2	2,8	4,2	500	5,06	2452	14
3	2,8	4,2	500	5,01	2519	14
4	2,8	4,2	500	5,00	2466	13
5	2,8	4,2	500	5,20	2531	13
6	2,8	4,2	500	4,54	2523	10
7	2,8	4,19	500	4,57	2500	12
8	2,8	4,19	500	5,01	2540	15
9	2,8	4,19	500	4,44	2528	14
10	2,8	4,2	500	4,58	2516	12
11	2,8	4,2	500	5,03	2504	14
12	2,8	4,2	500	4,56	2463	11
13	2,8	4,2	500	5,05	2525	10
14	2,8	4,2	500	5,04	2519	11
15	2,8	4,19	500	3,36	2489	12
16	2,8	4,19	500	3,38	2491	17
17	2,8	4,19	500	3,34	2477	12
18	2,8	4,19	500	3,33	2488	12
19	2,8	4,19	500	5,02	2507	10
20	2,8	4,2	500	5,00	2472	15
21	2,8	4,19	500	4,58	2476	10
22	2,8	4,2	1000	2,40	2505	10
23	2,8	4,19	1000	2,29	2494	10
24	2,8	4,19	1000	2,30	2512	15
25	2,8	4,19	1000	2,27	2476	10
26	2,8	4,19	1000	2,28	2475	12
27	2,8	4,2	1000	2,27	2453	19
28	2,8	4,19	1000	2,31	2531	15
29	2,8	4,19	1000	2,35	2510	15
30	2,8	4,2	1000	2,30	2498	17
31	2,8	4,19	1000	2,28	2481	14
32	2,8	4,19	1000	2,31	2525	11
33	2,8	4,2	1000	2,3	2490	12
34	2,8	4,2	1000	2,27	2442	14
35	2,8	4,19	1000	2,31	2485	14
36	2,8	4,2	1000	2,38	2483	15
37	2,8	4,2	500	5,01	2487	19
38	2,8	4,19	500	5,03	2501	14
39	2,8	4,19	500	5,03	2512	14

### Group Baterai/Cell untuk Sistem Seri dan Paralel

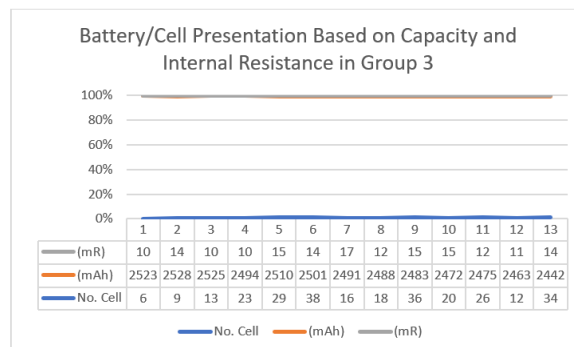
Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan dari baterai pack, maka dalam perakitan baterai pack komposisi penyusunannya adalah 3 seri dan 19 paralel untuk mendapatkan tegangan 12 V 32 Ah. Penyusunan group baterai secara seri dan paralel.



Gambar 1. Presentasi Baterai Berdasarkan Cspssitas dan Internal Resistansi Pada Group 1



Gambar 2. Presentasi Baterai Berdasarkan Cspssitas dan Internal Resistansi Pada Group 2



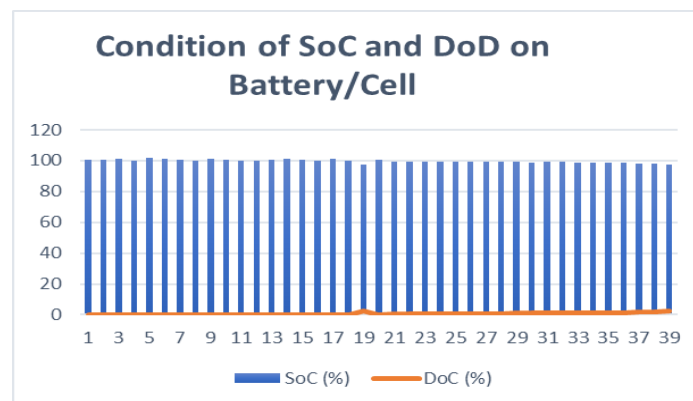
Gambar 3. Presentasi Baterai Berdasarkan Cspssitas dan Internal Resistansi Pada Group 3

### Komposisi SoC dan DoD Baterai/Cell

SoC dan DoD adalah parameter yang menunjukkan kondisi baterai pada waktu tertentu. SoC menggambarkan seberapa besar muatan yang tersedia di dalam baterai dibandingkan dengan kapasitasnya, sedangkan DoD menggambarkan seberapa besar discharge atau seberapa banyak baterai yang sudah terpakai. Hasil perhitungan SoC dan DoD dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4  
 Kondisi State of Charge (SoC) dan Depth of Discharge (DoD)

No.	No. Cell	(V- char)	(V- Dischar)	mA	(t)	(mAh)	(mR)	SoC (%)	DoD (%)
1	3	2,8	4,2	500	5,01	2515	14	100,6	0
2	5	2,8	4,2	500	5,2	2513	13	100,52	0
3	6	2,8	4,2	500	4,54	2523	10	100,92	0
4	7	2,8	4,19	500	4,57	2500	12	100	0
5	8	2,8	4,19	500	5,01	2540	15	101,6	0
6	9	2,8	4,19	500	4,44	2528	14	101,12	0
7	10	2,8	4,2	500	4,58	2516	12	100,64	0
8	11	2,8	4,2	500	5,03	2504	14	100,16	0
9	13	2,8	4,2	500	5,05	2525	10	101	0
10	14	2,8	4,2	500	5,04	2519	11	100,76	0
11	22	2,8	4,2	1000	2,4	2505	10	100,2	0
12	23	2,8	4,19	1000	2,29	2494	10	99,76	0,24
13	24	2,8	4,19	1000	2,3	2512	15	100,48	0
14	28	2,8	4,19	1000	2,31	2531	15	101,24	0
15	29	2,8	4,19	1000	2,35	2510	15	100,4	0
16	30	2,8	4,2	1000	2,3	2498	17	99,92	0,08
17	32	2,8	4,19	1000	2,31	2525	11	101	0
18	38	2,8	4,19	500	5,03	2501	14	100,04	0
19	19	2,8	4,19	500	4,54	2436	20	97,44	2,56
20	40	2,8	4,19	500	5,02	2507	10	100,28	0
21	16	2,8	4,19	500	3,38	2491	17	99,64	0,36
22	33	2,8	4,2	1000	2,3	2490	12	99,6	0,4
23	15	2,8	4,19	500	3,36	2489	12	99,56	0,44
24	18	2,8	4,19	500	3,33	2488	12	99,52	0,48
25	31	2,8	4,19	1000	2,28	2481	14	99,24	0,76
26	35	2,8	4,19	1000	2,31	2485	14	99,4	0,6
27	36	2,8	4,2	1000	2,38	2483	15	99,32	0,68
28	37	2,8	4,2	500	5,01	2487	19	99,48	0,52
29	17	2,8	4,19	500	3,34	2477	12	99,08	0,92
30	20	2,8	4,2	500	5	2472	15	98,88	1,12
31	21	2,8	4,19	500	4,58	2476	10	99,04	0,96
32	25	2,8	4,19	1000	2,27	2476	10	99,04	0,96
33	26	2,8	4,19	1000	2,28	2475	12	99	1
34	1	2,8	4,2	500	4,48	2465	41	98,6	1,4
35	4	2,8	4,2	500	5	2466	13	98,64	1,36
36	12	2,8	4,2	500	4,56	2463	11	98,52	1,48
37	2	2,8	4,2	500	5,06	2452	14	98,08	1,92
38	27	2,8	4,2	1000	2,27	2453	19	98,12	1,88
39	34	2,8	4,2	1000	2,27	2442	14	97,68	2,32



Gambar 4. Kondisi SoC dan DoD pada Baterai Lithium EVE-INP18650 25P

## SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi baterai lithium-ion meningkatkan efisiensi sistem pengisian daya dan penyimpanan energi surya, memungkinkan penyediaan energi yang stabil dan andal bahkan di daerah terpencil. Penurunan biaya teknologi ini menjadikannya lebih terjangkau, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Kombinasi tenaga surya dan baterai lithium-ion menawarkan alternatif energi yang lebih bersih dan berkelanjutan, merevolusi cara kita menghasilkan dan mengonsumsi energi.

**DAFTAR PUSTAKA**

IZA Discussion Paper No. 8145

Almas, & Jorn. (2014). *A review of renewable energy supply and energy efficiency technologies*, No. 8145

Anggara. (2022). *Implementasi Buck-Boost Converter pada Hybrid Turbin Angin Savonius dan Panel Surya*, Journal of Computer, Electronic, and Telecommunication, Vol. 3, No. 2

Dan, & Chuanwei. (2020). *An overview of electricity powered vehicles: Lithium-ion battery energy storage density and energy conversion efficiency*, Renewable Energy, Volume 162, December 2020, Pages 1629-1648

Effendi. (2024). *Integrasi Sistem Energi Terbarukan dan Penyimpanan untuk Meningkatkan Efisiensi Konversi Energi pada Mikrogrid*, G-Tech, Vol. 8 No. 1 Januari 2024

**In Articles**

Malau. (2024). *Perkembangan Ekonomi Hijau sebagai Upaya Mengatasi Perubahan Iklim*, Volume 1, No. 5 (2024)

Maneesha, Monika, Ruchi, Madhur, Jyoti, & Ashok. (2014). *Alternative fuels: an overview of current trends and scope for future*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 32, April 2014, Pages 697-712

Mas, & Eva. (2023). *Energi Terbarukan Optimal: Sistem Hibrid Solar Panel dengan Picohidro Kincir Vertikal sebagai Solusi Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan*, Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Edisi Juni 2023, Vol 2 No 1

oudghene. (2011). *Fuel cells: The expectations for an environmental-friendly and sustainable source of energy*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 15, Issue 9, December 2011, Pages 4507-4520

Ramchandra. (2015). *Potential of lithium-ion batteries in renewable energy*, Renewable Energy, Volume 76, April 2015, Pages 375-380

Sivaram. (n.d.). *Taming the sun: Innovations to harness solar energy and power the planet*. MIT Press.

Sudarti, & Yushardi. (2023). *Analisis Efisiensi Mobil Listrik Berbasis Panel Surya Sebagai Upaya Pemanfaatan Energi Terbarukan*, Journal of Health, Education, Economics, Science, and Technology, Vol 6, No.1 (2023)

Syaiful, Dewi, Sintya, Sinta, Nur, Sarah, & Muhammad. (2023). *POWERPIXIE (POWER BANK SOLAR PANEL) INOVASI PERANCANGAN APLIKASI PORTABLE POWERBANK BERBASIS PANEL SURYA*, Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi, Vol 1, No. 1 (2023)

Yang, Shaohua, & Haoshen. (2017). *Solar energy storage in the rechargeable batteries*, ScienceDirect, Volume 16, October 2017, Pages 46-60