

PERANCANGAN, PEMBUATAN, DAN PENGUJIAN PENGISI BATERAI SEPEDA MOTOR LISTRIK TENAGA SURYA

Indah Lestari ¹⁾, Chalilullah Rangkuti ^{2)*}

^{1,2)} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Trisakti

**Corresponding Author: chalil@trisakti.ac.id*

Diterima: 18 September 2023	Revisi: 25 September 2023	Disetujui: 27 September 2023	Terbit: 29 Oktober 2023
-----------------------------	---------------------------	------------------------------	-------------------------

ABSTRAK

Listrik merupakan kebutuhan utama kehidupan manusia dan semakin meningkat setiap harinya. Energi alternatif muncul sebagai solusi, salah satu potensi terbesarnya adalah energi matahari. Penelitian pemanfaatan energi matahari untuk dikonversikan menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya yang dihubungkan ke baterai untuk menyimpan energi. Perancangan, pembuatan, dan pengujian pengisi baterai sepeda motor listrik tenaga surya dibutuhkan sebagai solusi masalah tersebut. Perancangan dilakukan dengan menghitung dan menentukan spesifikasi setiap komponen. Proses pembuatan alat yaitu merangkai setiap komponen. Pengujian pada panel surya dilakukan selama 8 jam. Hasil perancangan didapatkan spesifikasi alat yaitu 4 buah panel surya jenis *monocrystalline* dengan daya masing-masing 50 Wp dirangkai secara seri, baterai kapasitas 100 Ah, SCC PWM kapasitas 20 A, dan kabel PV1-F ukuran 2 x 4 mm. Setiap komponen kemudian dibuat menjadi sebuah rangkaian pengisi baterai sepeda motor listrik tenaga surya. Hasil pengujian rata-rata daya panel surya adalah 585,6 Watt. Daya tersebut cukup untuk mengisi daya baterai untuk menyalakan sepeda motor listrik dan mampu bekerja dengan baik.

Kata Kunci: *Energi Alternatif, Listrik, Panel Surya, Sepeda Motor Listrik.*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan kebutuhan utama kehidupan manusia dan semakin meningkat setiap harinya. Selain itu, BBM memiliki peran penting dalam menunjang aktivitas masyarakat. Adanya kenaikan harga bahan bakar minyak menimbulkan pro dan kontra dari pengguna kendaraan. Di sisi lain, kenaikan harga bahan bakar minyak dapat menjadi momentum masyarakat untuk beralih ke kendaraan rendah emisi. Energi alternatif merupakan salah satu solusi sebagai upaya untuk mengurangi pemakaian bahan bakar fosil (Contained Energy Indonesia, 2011)

Pengisi baterai sepeda motor listrik tenaga surya merupakan salah satu penerapan penggunaan panel surya untuk kebutuhan sehari-hari. Saat ini, jika dibandingkan dengan transportasi bermesin lainnya, sepeda motor termasuk salah satu kendaraan ringan untuk konsumsi energi.

II. STUDI PUSTAKA

2.1 Radiasi Matahari

Radiasi matahari adalah bentuk radiasi termal yang memiliki distribusi panjang gelombang tertentu. Intensitasnya sangat tergantung kepada kondisi atmosfer, waktu dalam satu tahun, dan sudut pancaran sinar matahari di permukaan bumi.

2.2 Panel Surya

Panel surya merupakan suatu alat yang mengkonversikan energi matahari menjadi energi listrik. Modul surya sendiri biasanya terdiri dari 28 sampai dengan 36 sel surya tersebut dirangkai seri atau paralel untuk memperbesar daya output.

2.3 Sel Surya

Sel surya merupakan struktur dasar dari system photovoltaik (PV) yang berguna untuk mengkonversi gelombang elektromagnetik dari radiasi matahari menjadi energi listrik yaitu menjadi arus searah (DC)

2.4 Jenis-jenis Sel Surya

- a. Monocrystalline terbuat dari batangan kristal silikon murni yang diiris tipis-tipis dan sel surya yang paling efisien dibandingkan lainnya, sekitar 24%. (Nikolai , 2010)
- b. Polycrystalline terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dicairkan (Nikolai , 2010).
- c. Thin Film salah satu jenis sel surya yang diproduksi dengan cara menambahkan satu atau beberapa lapisan material sel surya yang tipis ke dalam lapisan dasar.

III. METODE

Diagram alir penelitian menjelaskan langkah-langkah atau tahapan yang akan dilakukan pada penelitian. Sinar matahari pada siang hari dikonversi dengan panel surya menjadi arus listrik. Kemudian arus listrik mengalir menuju baterai melalui Solar Charge Controller (SCC) sebagai salah satu regulator arus dan menjaga agar tidak terjadi over charge pada baterai. Kemudian motor akan menyala menggunakan energi listrik yang tersimpan di baterai saat siang hari. Arus listrik dari baterai menuju motor listrik sepeda motor mengalir melalui SCC sehingga arus tetap stabil (Contained Energy Indonesi, 2011)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tahap Perancangan

- a. Pengukuran Radiasi Matahari.

Tabel 1 Data pengukuran Radiasi Matahari

Waktu (jam)	Kondisi Cuaca	Intensitas Cahaya Matahari (W/m ²)		
		Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3
10:00	Cerah	691	691	674
11:00	Cerah	755	755	768
12:00	Cerah	684	684	692
13:00	Cerah	580	580	573
14:00	Cerah	376	376	383
15:00	Cerah	214	214	234
Total		3.303	3.300	3.324

Dari pengukuran tersebut didapatkan hasil rata-rata daya yang mampu dihasilkan adalah sebesar 3,31 kWh/m².

- b. Kebutuhan daya sehari-hari, menggunakan persamaan

$$P_L = \sum_i n_i P_i t_i = 1 \times 48 \times 12,2 = 585,6 \text{ Wh/hari} \quad [1]$$

Area Panel Surya yang dibutuhkan, dengan persamaan :

$$\eta \text{ panel surya} = \frac{P}{A \times I_{sol}} = \frac{V_{oc} \times I_{sc}}{A \times I_{sol}} \times 100 \% = \frac{21,8 \times 2,93}{0,269 \times 1000} \times 100 \% = 3,7 \% \quad [2]$$

Area panel surya, dicari menggunakan persamaan :

$$A_G = \frac{P_L}{\eta \eta_G} = \frac{585,6}{3,31 \times 1000 \times 0,23} = 0,76 \text{ m}^2 \quad [3]$$



Gambar 1 Panel Surya

MY SOLAR My Free Energy		MODEL:MY50S-12
PV Module Electricity Performance Parameter		
Cell type:	Monocrystalline silicon solar cell	
Maximum Power(Pmax)	50W	
Voltage at Pmax(Vmp)	18.1V	
Current at Pmax(Impp)	2.77A	
Open-circuit voltage(Voc)	21.8V	
Short circuit current(Isc)	2.93A	
Max System Voltage	1000V	
Temperature Range	-45℃~+80℃	
NOTE: POWER MEASURED UNDER STANDARD TEST CONDITIONS: 1000W/M ² AM1.5 GLOBAL, 25℃ CELL TEMPERATURE		
WARNING! This solar module produces electricity when exposed to light. Cover all modules in the PV array with opaque material before making any wiring connections or opening the terminal box.		
   		

Gambar 2 Spesifikasi Panel Surya

- c. Daya output power maksimum, dapat dicari menggunakan persamaan :

$$P_{max} = A_G \eta \eta_G = 0,76 \times 1000 \times 0,237 = 175 \text{ Wp} \quad [4]$$

- d. Menentukan jumlah panel yang dibutuhkan menggunakan persamaan :

$$N_m = \frac{P_{max}}{P_m} = \frac{175}{50} = 3,5 = 4 \text{ Panel} \quad [5]$$

- e. Menentukan solar charge controller, menggunakan persamaan

$I_{sc} = I_{sc} \times n_{\text{panel}} \times \text{safety factor} = 2,93 \times 4 \times 1,25 = 14,65 \text{ A}$. Digunakan SCC dengan $I_{sc} = 2.93 \text{ A}$. [6]

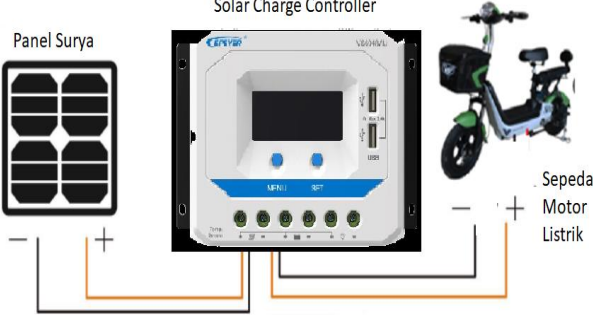
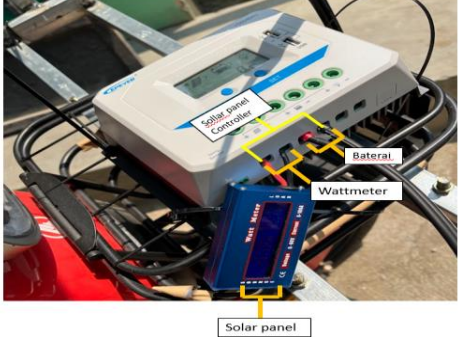
f. Menentukan Kapasitas Baterai

$$C = \frac{FP_L ND}{V_B D_{\max} \eta_B} = \frac{1,2 \times 585,6 \times 1}{12 \times 0,8 \times 0,8} = 91,5 \text{ Ah. Digunakan kapasitas } 100 \text{ Ah. [7]}$$

g. Jenis kabel yang akan digunakan adalah PV1-F dengan ukuran $2 \times 4 \text{ mm}^2$, mengikuti standar yang biasa digunakan untuk sistem panel surya,

4.2 Proses Pembuatan Alat

- Hubungkan kabel positif dan negatif pada panel surya dengan SCC.
- Kutub positif baterai dihubungkan ke kabel positif pada SCC, dan sebaliknya.
- Kabel panel surya dihubungkan dengan input wattmeter, kemudian output wattmeter dihubungkan dengan SCC.

	
Gambar 3 Rangkaian Sepeda Motor Listrik Tenaga Surya	Gambar 4 Pemasangan Wattmeter

4.3 Prosedur Pengujian Panel Surya

- Pengujian dilakukan ketika cuaca cerah dari pukul 07:00 – 15:00 WIB.
- Panel surya dirangkai diatas sepeda motor listrik dengan ditopang besi hollow.
- Pengambilan data setiap satu jam sekali.
- Data yang diambil adalah arus dan tegangan panel surya dengan wattmeter.



Gambar 5 Rangkaian Panel Surya Pada Sepeda Motor Listrik

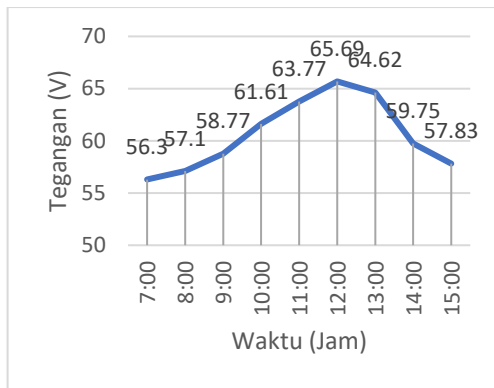
Tabel 2 Data Hasil Pengujian Panel Surya

Waktu (jam)	Tegangan (V)			Arus (A)			Daya (W)		
Hari ke	1	2	3	1	2	3	1	2	3
07:00	56,3	56,25	56	0,68	0,7	0,7	38,28	39,38	39,2
08:00	57,1	57,2	57,5	0,8	0,84	0,84	45,68	48,05	48,3
09:00	58,77	57,5	58	0,95	0,85	0,85	55,83	48,88	49,3
10:00	61,61	62,32	61,9	1,28	1,16	1,16	78,86	72,29	71,8
11:00	63,77	64,9	63,75	1,53	1,53	1,53	97,57	99,3	97,54
12:00	65,69	63,1	63,32	1,55	1,45	1,5	101,8	91,5	94,58
13:00	64,62	64,32	62,76	1,54	1,5	1,36	99,51	96,48	85,35
14:00	59,75	60,6	62,14	1,1	1,3	1,3	65,73	78,78	80,78
15:00	57,83	58,7	59,6	0,85	0,92	0,92	49,16	54	54,83
Total Daya yang Dihasilkan							632,4	628,7	622,1

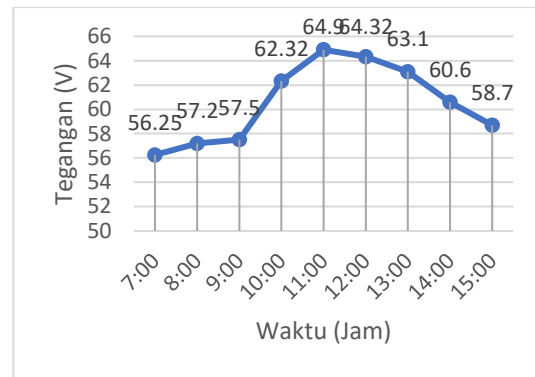
Dari hasil pengujian panel surya selama 3 hari didapatkan rata-rata daya yang dihasilkan adalah sebesar 627,73 Watt.

4.3.1 Analisa Tegangan Terhadap Waktu Pada Panel Surya

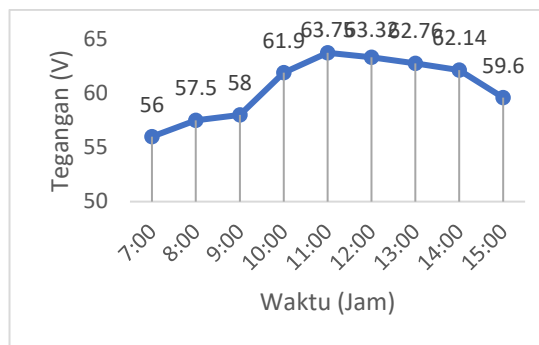
Hasil pengukuran tegangan terhadap waktu dijabarkan pada gambar 6 sampai dengan Gambar 8



Gambar 6. Grafik Tegangan Panel Surya Terhadap Waktu Hari ke 1



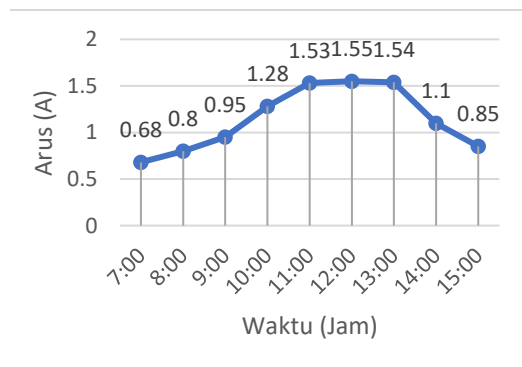
Gambar 7. Grafik Tegangan Panel Surya Terhadap Waktu Hari ke 2



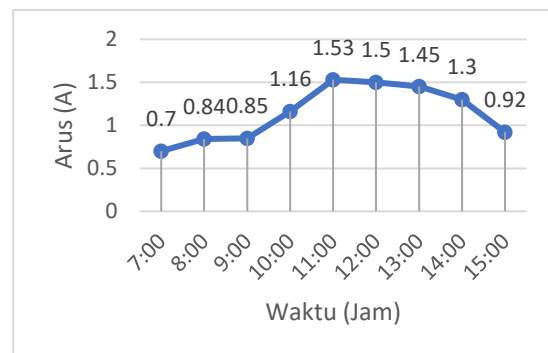
Gambar 8. Grafik Tegangan Panel Surya Terhadap Waktu Hari ke 3

4.3.2 Analisis Arus Terhadap Waktu Pada Panel Surya

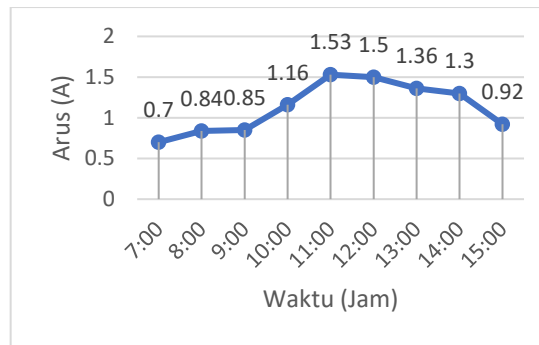
Hasil pengukuran arus terhadap waktu dijabarkan pada Gambar 9 sampai dengan Gambar 11.



Gambar 9 Grafik Arus Panel Surya Terhadap Waktu Hari ke 2



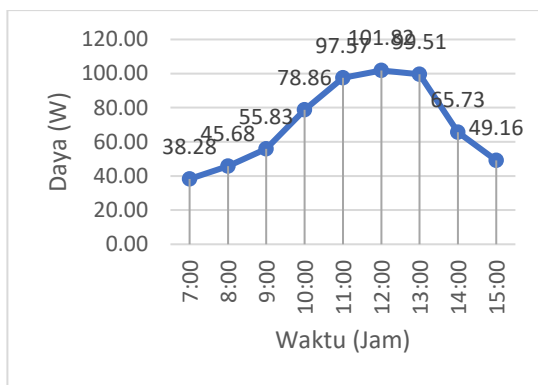
Gambar 10 Grafik Arus Panel Surya Terhadap Waktu Hari ke 2



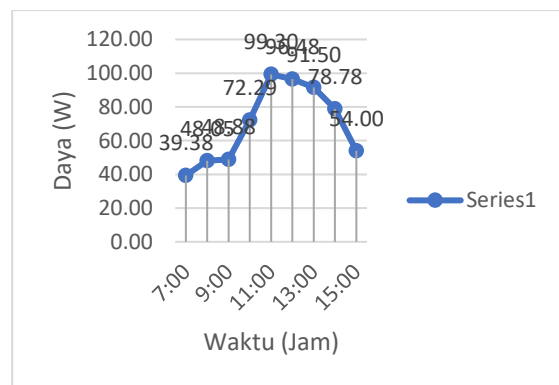
Gambar 11 Grafik Arus Panel Surya Terhadap Waktu Hari ke 3

4.3.3 Analisa Daya Terhadap Waktu Pada Panel Surya

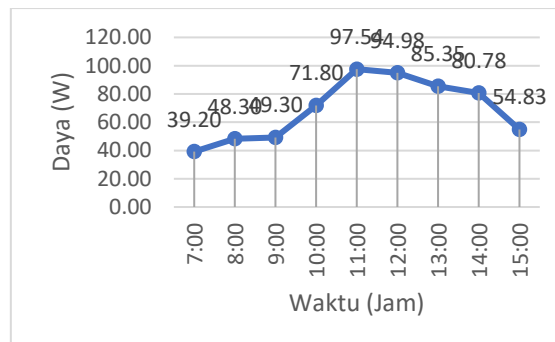
Analisa Daya terhadap waktu dijabarkan pada Gambar 12, 13 dan 14..



Gambar 12 Grafik Daya Panel Surya Terhadap Waktu Hari ke 1



Gambar 13 Grafik Daya Panel Surya Terhadap Waktu Hari ke 2



Gambar 14 Grafik Daya Panel Surya Terhadap Waktu Hari ke 3

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, dapat disimpulkan:

- Telah dirancang dan dibuat pengisi baterai sepeda motor listrik tenaga surya dan bekerja dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.
- Empat buah panel surya dengan kapasitas 50 Wp yang dirangkaiakan secara seri mampu menghasilkan daya rata-rata 627,32 Watt. Daya yang dihasilkan cukup untuk mengisi baterai sepeda motor listrik.

- c. SCC yang digunakan adalah kapasitas 2,93 A, dan baterai dengan kapasitas 100 Ah.

DAFTAR PUSTAKA

- Contained Energy Indonesia, Buku Panduan Energi yang Terbarukan, PNPM-MP/LMP, 2011.
- Kementrian ESDM, Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, Statistik Ketenagalistrikan Tahun 2020, Edisi no.34, 2021.
- Effendi, Asnal, *Study Pengisi Energi Ke Baterai Terhadap Output Energi Panel Surya Dengan Menggunakan Solar Tracker 4 Axis*. Program Studi Teknologi Rekayasa Instalasi Listrik, Fakultas Vokasi Institut Teknologi Padang, 2022.
- J.P. Holman, Heat Transfer, 10th edition, New York: McGraw-Hill, 2010.
- Nikolai V. Khartchenko & Vadym M. Kartchenko, *Advanced Energy Systems, 2 nd edition, Boca Raton, Florida: Taylor & Francis Group, LLC*, 2010.
- W. Sheperd & D. W. Sheperd, *Energy Studies, 2 nd edition, London: Imperial College Press*, 2003.
- Dr. R. K. Singal, Non-Conventional Energy Resources, 2 nd edition, Delhi: S. K. Kataria & Sons, 2007. [8] Hesti Amelia Winda, *Perancangan Sistem Panel Surya Sebagai Sumber Energi pada Smart Classroom*, Departemen Teknik Instrumentasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.
- James P. Dunlop, *Batteries and Charge Control in Stand-Alone Photovoltaik Systems*, Florida Solar Energy Center, 1997.
- Kementrian ESDM, Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, Statistik Ketenagalistrikan Tahun 2020, Edisi no.34, 2021.
- J. M. Listrik, P. M. Listrik, P. E. Energi, D. P. Opsi, and L. Kerja, "Pedoman efisiensi energi untuk Industri di Asia: Motor listrik 1.," energy Effic. asia.org ©UNEP 1, pp. 1–26, 2004.
- Nainggolon, Benhur; Inaswara, Fadhilla; dan Ramadhan, Hirzan. Rancang Bangun Sepeda Listrik Menggunakan Panel Surya Sebagai Pengisi Baterai, Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Jakarta, 2016.
- Maulana, Adrian; dan Pujiyanto P., Keymas. Bacistikbel: Battery Charger Sepeda Listrik Berbasis Panel Surya, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia, 2022.
- Dilla, Bartsa; Widi, Brainvendra; Wilyanti, Sinka; Jaenul, Arie; Maulida A., Zakia; dan Pangestu, Agung. Implementasi Solar Charge Controller Untuk Pengisi Baterai Dengan Menggunakan Sumber Energi Hybrid Pada Sepeda Motor Listrik, Jurnal Vol. 10, No.1, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Global Jakarta, 2022.
- Sumbung, H. F dan Letsoin, Y, 2012, Analisa dan Estimasi Radiasi Konstan Energi Matahari Melalui Variasi Sudut Panel Fotovoltaik Shs 50 Wp, Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha Vol.1 No.1 ISSN: 2089-6697.

- Sidabutar, V.T.P, Kajian Pengembangan Kendaraan Listrik di Indonesia: Prospek dan Hambatannya, Jurnal Paradigma Ekonomika Vol. 15 No.1, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Perdagangan, Kementrian Perdagangan, Januari-Juni 2020.
- Saputra, Agung dan Sudarma, Firdaus A., Analisis Efisiensi Konsumsi Energi Listrik Panel Surya Untuk Warung Umkm dengan Metode Instalasi Atap Langsung, Jurnal Teknik Mesin: Vol. 11, No. 3, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta. 2022.