

## Analisis Kinerja Battery Charging Menggunakan Tenaga Surya Untuk Kendaraan Roda Dua

Ikhwanul Muslimin<sup>1</sup>; Muhammad Farid<sup>2\*</sup>; Mohammad Ahsan S. Mandra<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mesin Otomotif, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

<sup>2</sup>Program Profesi Insinyur, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

<sup>3</sup>Pendidikan Kependudukan & Lingkungan Hidup, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

\*Corresponding Author: muhammadfarid@unm.ac.id

### Abstract

*The utilization of solar energy as an alternative energy source currently being developed has many advantages, one of which is seen from the unlimited availability of solar power and does not cause pollution. The purpose of this final assignment is to find out the process of designing a battery charger using solar energy for two-wheeled vehicles and how much power and efficiency of power plants with solar cell technology. The method used is experimental research, the results are obtained through measurements using measuring instruments that match the specifications. Analysis of battery charging performance using solar power for two-wheeled vehicles on a 50 WP solar cell static load to determine input power, output, and efficiency at 07.00 -17.00 Wita which was carried out for five days in the UNM Automotive Engineering Education laboratory. The results as follows 1) The minimum input power is 202.8 W and the maximum is 448.7 W. 2) The minimum output power on the fifth day was 22.7 W and the maximum on the second day was 79.2W. 3) Minimum efficiency on the first day is 9.2%, maximum on the second day is 17.7%, and maximum average 12,69%.*

*Keywords: Battery Charger, Solar Cell, Two-Wheeled Vehicled*

### Abstrak

Pemanfaatan energi matahari sebagai salah satu sumber energi alternatif yang sedang dikembangkan saat ini memiliki banyak keuntungan, salah satunya dilihat dari ketersediaan energi matahari yang tidak terbatas dan tidak menimbulkan polusi. Tujuan dari tugas akhir penelitian ini untuk mengetahui proses perancangan *battery charger* menggunakan energi surya untuk kendaraan roda dua dan berapa besar daya serta efisiensi pembangkit listrik dengan teknologi *solar cell*. Metode yang digunakan yaitu penelitian eksperimen, hasil diperoleh melalui pengukuran menggunakan alat ukur yang sesuai spesifikasi. Analisis kinerja *battery charging* menggunakan tenaga surya untuk kendaraan roda dua pada *solar cell* 50 WP beban statis untuk mengetahui daya input, ouput, dan efisiensi pada pukul 07.00 -17.00 Wita yang dilaksanakan selama lima hari di laboratorium Pendidikan Teknik Otomotif UNM. Hasil didapatkan sebagai berikut 1) Daya input minimum 202,8 W dan maksimum 448,7 W. 2) Daya output minimum pada hari kelima 22,7 W dan maksimum pada hari kedua 79,2 W, 3) Efisiensi minimum pada hari pertama 9,2% maksimum pada hari kedua 17,7%, dan rerata maksimum 12,69%.

Kata Kunci: *Battery Charger, Solar Cell, Kendaraan Roda Dua.*

## PENDAHULUAN

Sumber energi yang berpotensi untuk diterapkan adalah energi surya, dikarenakan Indonesia salah satu negara yang beriklim tropis. Teknologi sel surya memanfaatkan radiasi sinar matahari untuk menghasilkan Listrik. Salah satu keuntungannya, ketersediaan energi yang tidak terbatas dan faktanya tidak menimbulkan polusi (Merta et al, 2019).

Memanfaatkan energi alternatif atau terbarukan yang ramah lingkungan adalah salah satu

cara menghemat energi. Energi terbarukan adalah energi yang dihasilkan dari sumber daya yang secara alamiah tidak akan habis atau cepat dipulihkan, dan jika dikelola dengan baik serta prosesnya berkelanjutan. Selain itu, penggunaan energi terbarukan dianggap aman, terjangkau, dan ramah lingkungan (Nainggolan et al, 2016).

Baterai merupakan komponen penting bagi kendaraan bermotor, yang berfungsi untuk menyimpan energi listrik dan digunakan untuk menyuplai ke komponen kelistrikan kendaraan (Agustian, 2013). Pengisian baterai akan terjadi secara langsung, jika kendaraan dilengkapi dengan sistem pengisian (Syaeif et al., 2017). Selain itu, pemanfaatan baterai dibutuhkan untuk aktivitas lain yang membutuhkan sumber daya, misalnya lampu penerangan, komputer, ponsel, dan lainnya (Hamid et al., 2016).

Pengisian baterai (*battery charging*) dibutuhkan untuk kondisi baterai dengan tegangan yang lemah di bawah 12V. Selanjutnya, pemanfaatan baterai untuk aktivitas lain tentunya membutuhkan pengisian baterai secara berkala. Hal ini membutuhkan alat yang mampu mengisi baterai di luar sistem pengisian kendaraan (Budiman et al., 2014).

Charger baterai dapat mengisi baterai dengan tegangan konstan. Struktur pengisi baterai telah berkembang, diawali terdiri dari komponen sederhana yaitu trafo dan dioda. Sebagai penyearah. Namun, seiring dengan peningkatan kebutuhan akan baterai, para ilmuwan telah menemukan cara untuk membuat baterai lebih tahan lama (Atmoko, 2018). Pada umumnya, pengisian menggunakan *battery charger* aliran listrik bersumber dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Pemanfaatan cahaya matahari dengan efek *photovoltaic*, memungkinkan energi dapat diserap dan dikonversi menjadi energi listrik (Muttaqin et al., 2016).

*Charger* yang dibangun berbasis mikrokontroler arduino sebagai pengendali sistem. Metode yang digunakan adalah *solar cell* yang mengubah cahaya matahari menjadi energi Listrik, kemudian disimpan di baterai oleh sebuah *solar charger controller*. Selanjutnya, dari *charger* tersebut arus dialirkan ke baterai untuk melakukan pengisian (Santosa et al., 2022).

Berdasarkan uraian di atas, dibutuhkan rancangan sebuah *battery charger* yang sumber energinya berasal dari energi surya. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui proses perancangan *battery charging* menggunakan energi surya untuk kendaraan roda dua, daya yang digunakan, serta efisiensi pembangkit listrik dengan teknologi *solar cell*.

## **METODE**

### **Desain Alat**

Penelitian ini merupakan *pre-experiment* yang berfokus pada *one-shot case study* (Sugiyono, 2015) yang menggunakan teknik merancang, analisis dan mencatat langsung hasil eksperimen, menyajikan data, dan membuat kesimpulan tentang penelitian yang di laksanakan

untuk mengetahui kinerja dari alat perancangan pengisi baterai menggunakan panel surya untuk kendaraan roda dua.

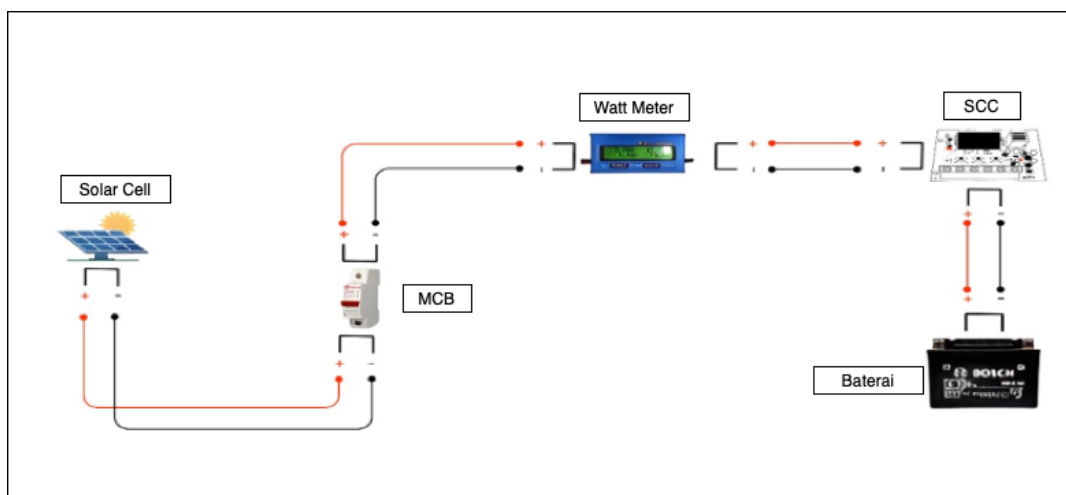
### Konsep Pembuatan Alat

Pembuatan alat dilakukan sesuai dengan desain yang telah dibuat. Selama proses ini, diperlukan pengetahuan tentang penggunaan alat pengukuran seperti Lux Meter dan Avometer, dalam proses pembuatan alat harus dengan teliti supaya hasil yang di dapatkan sesuai apa yang kita inginkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Desain analisis kinerja *battery charging* menggunakan tenaga surya untuk kendaraan roda dua ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Desain Komponen Rangkaian

Selanjutnya, spesifikasi hasil rancangan dan alat analisis kinerja *battery charging* menggunakan tenaga surya untuk kendaraan roda dua diuraikan pada Tabel 1. Pengukuran kinerja *battery charger* ditunjukkan pada Gambar 2.

Model	Kapasitas	Satuan
Solar Cell	50	W
MCB	2	A
Baterai	12	V
Watt Meter	0 - 60	V
SCC	24	V



Gambar 2. Pengukuran Kinerja *battery charger*

### **Analisis Perhitungan Daya input Photovoltaic**

Besar daya  $P_{in}$  dianalisis dari pengukuran intensitas cahaya dan luas permukaan *solar cell* (Julisman et al., 2017), dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Sukhatme & Nayak, 2008; Makruf et al., 2020)

Menghitung Iradiasi:

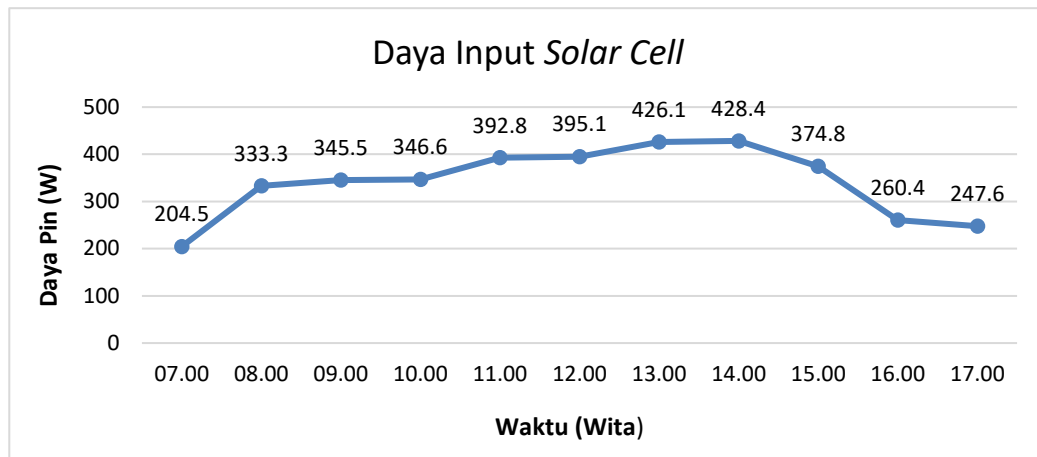
$$\begin{aligned}\text{Jadi Ir} &= \text{Lux} \cdot 0,0079 \\ &= 72,530 \times 0,0079 \\ &= 527,9 \text{ W/m}^2\end{aligned}$$

Menghitung Luas Permukaan Panel:

$$\begin{aligned}\text{Jadi } A_{\text{Panel}} &= 695 \text{ mm} \times 515 \text{ mm} \\ &= 0,357 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Menghitung Daya Input Solar Cell:

$$\begin{aligned}\text{Jadi } P_{in} &= \text{Ir} \cdot A_{\text{panel}} \\ &= 527,9 \text{ W/m}^2 \times 0,357 \text{ m}^2 \\ &= 204,5 \text{ W}\end{aligned}$$



Gambar 3 Hasil Pengukuran daya input solar Cell

Hasil pengukuran daya input ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 3. Diperoleh melalui pengukuran radiasi matahari dan luas permukaan solar cell yang dihasilkan oleh solar cell polycrystalline 50 WP pada tanggal 20 Desember 2023, dengan daya input minimum 204,5 W, maksimum 428,4 W, dan rata-rata daya input 341,37 W.

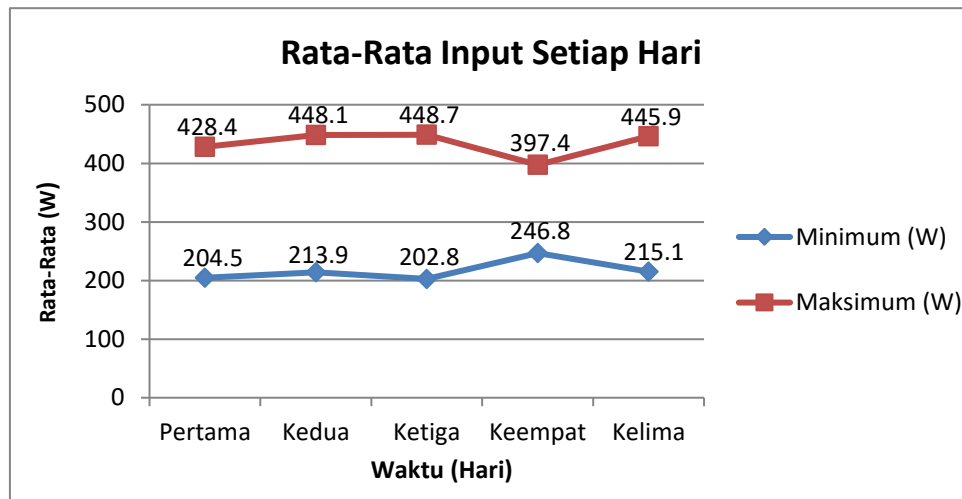
Tabel 2 Hasil Pengukuran Daya Input solar Cell

Waktu (Wita)	Luas Panel (m <sup>2</sup> )	Radiasi (Lux)	Radiasi (W/m <sup>2</sup> )	P <sub>in</sub> (W)
07.00	0,357	72530	572,9	204,5
08.00	0,357	118200	933,8	333,3
09.00	0,357	122500	967,70	345,5
10.00	0,357	122900	970,9	346,6
11.00	0,357	139300	1100,4	392,8
12.00	0,357	140100	1106,8	395,1
13.00	0,357	151100	1193,7	426,1
14.00	0,357	151900	1200	428,4
15.00	0,357	132900	1049,9	374,8
16.00	0,357	92330	729,4	260,4
17.00	0,357	87810	693,7	247,6
Input		Minimum (W)	Maksimum (W)	Average(W)
		204,5	428,4	341,37

Hasil pengukuran daya input ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 4 diperoleh melalui pengukuran secara berkala pada radiasi matahari dan luas permukaan solar cell yang dihasilkan oleh solar cell polycrystalline 50 W. Daya input minimum pada hari ketiga 202,8 W dengan rerata minimum 216,62. Daya input maksimum pada hari ketiga 448,7 W dengan rerata maksimum 433,7 W.

Tabel 3 Rata-rata Daya input *solar cell*

Hari, Tanggal	Minimum (W)	Maksimum (W)
Rabu, 20 Des 2023	204.5	428.4
Kamis, 21 Des 2023	213.9	448.1
Jumat, 22 Des 2023	<b>202.8</b>	<b>448.7</b>
Sabtu, 23 Des 2023	246.8	397.4
Selasa, 26 Des 2023	215.1	445.9
Rerata Daya Input	Minimum (W) 216,62	Maksimum(W) 433,7



Gambar 4 Rata-rata Daya input *solar cell*

### Analisis perhitungan daya output *solar cell*

Mengukur tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya dapat digunakan untuk mengetahui berapa banyak energi yang dihasilkan oleh panel surya ( $P_{out}$ ). Dengan demikian, energi yang dihasilkan disebut sebagai keluaran dari *solar cell* (Rivaldi et al., 2023).

$$P_{out} = V \cdot I$$

Dimana:

$P_{out}$  = Energi/daya keluaran dari *solar cell* (W)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

Contoh perhitungan daya output *photovoltaic*:

Berikut adalah contoh perhitungan hari pertama pukul 07.00 Wita

Diketahui:

Voltase Panel = 19,45 V

Arus Panel = 1,24 A

Ditanyakan =  $P_{out}$  (W) =.....?

Menghitung Daya Output Solar Cell:

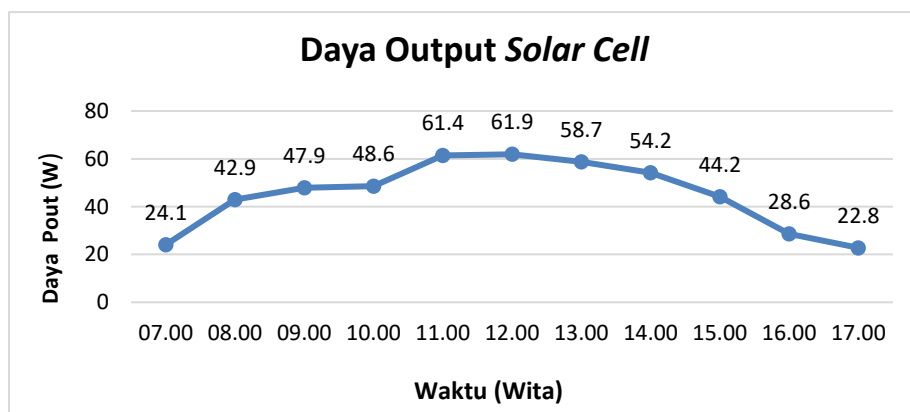
$$\begin{aligned} \text{Jadi } P_{\text{out}} &= V \cdot I \\ &= 19,45 \text{ V} \times 1,24 \text{ A} \\ &= 24,1 \text{ W} \end{aligned}$$

Jadi diketahui daya output *photovoltaic* pada hari pertama pukul 07.00 Wita adalah 24,1 W

Hasil pengukuran daya output ditunjukkan pada Tabel 4 dan Gambar 5 yang diperoleh melalui pengukuran tegangan dan arus *solar cell* yang dihasilkan oleh *solar cell polycrystalline* 50 W pada tanggal 20 Desember 2023. Daya output minimum 22,8 W, maksimum 61,9 W dan rata-rata daya output 45,02 W.

Tabel 4 Hasil Pengukuran Daya Output Photovoltaic

Waktu (Wita)	Tegangan (V)	Arus (A)	P <sub>out</sub> (W)
07.00	19,45	1,24	24,1
08.00	19,48	2,2	42,9
09.00	19,54	2,45	47,9
10.00	19,59	2,48	48,6
11.00	19,63	3,13	61,4
12.00	19,7	3,14	<b>61,9</b>
13.00	19,64	2,99	58,7
14.00	19,55	2,77	54,2
15.00	19,39	2,28	44,2
16.00	19,2	1,49	28,6
17.00	18,54	1,23	<b>22,8</b>
Rerata	Tegangan (V) 19,42	Arus (A) 2,30	Daya (W) 45,02

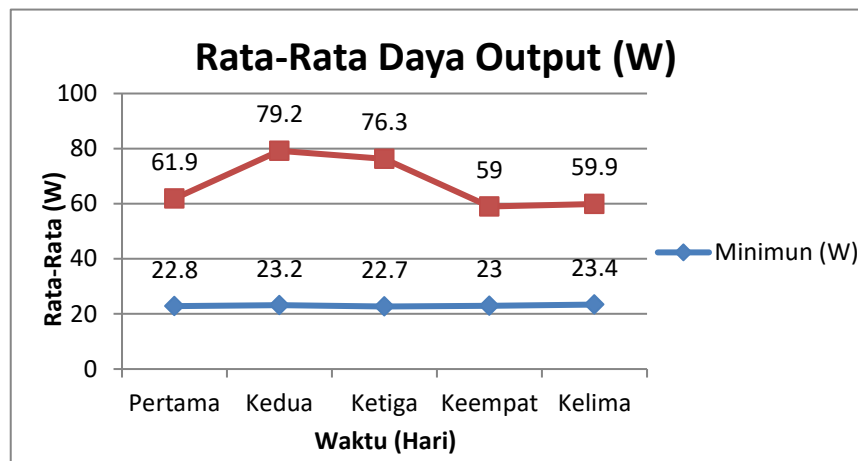


Gambar 5 Hasil Pengukuran Daya Output Photovoltaic

Hasil pengukuran daya output ditunjukkan Pada Tabel 5 dan Gambar 5 yang diperoleh melalui pengukuran secara berkala pada tegangan dan arus *solar cell* yang dihasilkan oleh *solar cell polycrystalline* 50 W. Daya output minimum pada hari kelima (26 Desember 2023) 23,4 W, maksimum pada hari kedua (21 Desember 2023) 79,2 W, dan rata-rata daya output yaitu 67,26 W.

Tabel 5 Rata-Rata Daya *Photovoltaic* 20-26 Desember 2023

Hari	Minimum (W)	Maksimum (W)
Pertama	22,8	61,9
Kedua	23,2	79,2
Ketiga	22,7	76,3
Keempat	23	59
Kelima	23,4	59,9
Rerata Daya Output	minimum (W) 23,2	maksimum (W) 67,26

Gambar 6 Rata-Rata Daya Output *Solar Cell*

### Analisis perhitungan efisiensi *photovoltaic*

Besar efisiensi yang dihasilkan *solar cell* pada pengisian baterai dapat dihitung dengan terlebih dahulu menghitung besar energi surya yang datang ( $P_{in}$ ) dan besar energi surya yang keluar ( $P_{out}$ ). Perhitungan efisiensi sebagai berikut.

Contoh perhitungan Efisiensi *Photovoltaic*

Berikut adalah contoh perhitungan hari pertama pukul 07.00 Wita dengan  $P_{out}$  24,1 W dan  $P_{in}$  204,5 W.

Menghitung Efisiensi (Jafarkazemi & Saadabadi, 2013; Wahyu et al., 2023):

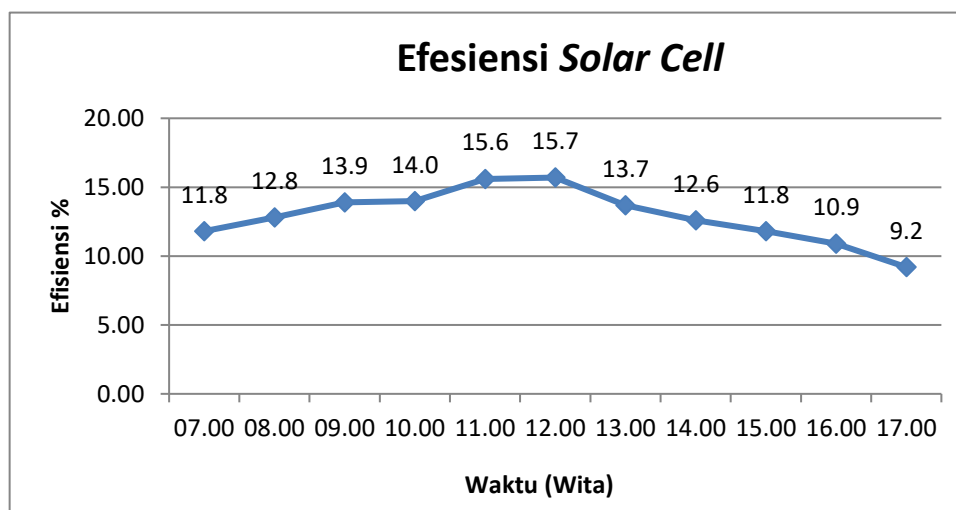
$$\begin{aligned}
 \text{Jadi Efisiensi } (n) &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\
 &= \frac{24,1}{204,5} \times 100\% = 11,8 \%
 \end{aligned}$$



Tabel 6 Pengukuran Efisiensi *Solar Cell*

Waktu (Wita)	P <sub>out</sub> (W)	P <sub>in</sub> (W)	Efisiensi (%)
07.00	24.1	204.5	11.8
08.00	42.9	333.3	12.8
09.00	47.9	345.5	13.9
10.00	48.6	346.6	14
11.00	61.4	392.8	15.6
12.00	61.9	395.1	15.7
13.00	58.7	426.1	13.7
14.00	54.2	428.4	12.6
15.00	44.2	374.8	11.8
16.00	28.6	260.4	10.9
17.00	22.8	247.6	9.2
Efisiensi	Minimum (%)	Maksimum (%)	Average (%)
	9,2	15,7	12,9

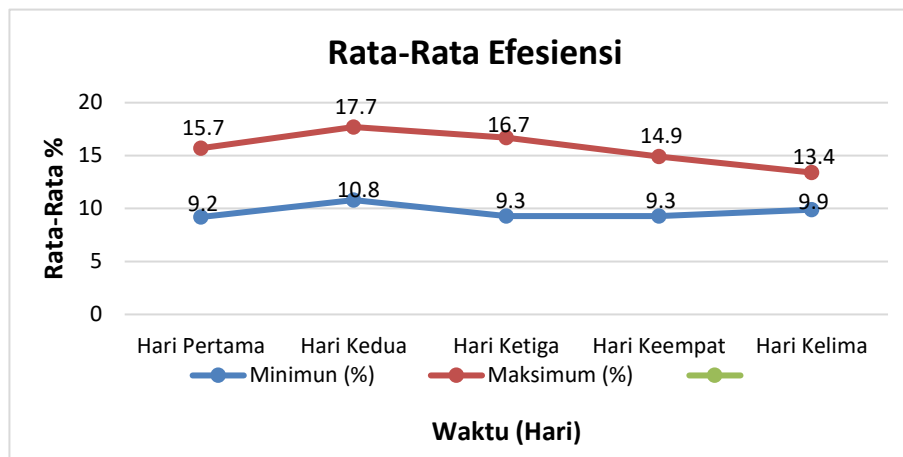
Hasil pengukuran efisiensi ditunjukkan pada pada Tabel 6 dan Gambar 7 yang diperoleh melalui pengukuran daya P<sub>in</sub> dan P<sub>out</sub> yang dihasilkan oleh *solar cell Polycrystalline 50 WP*, dengan efisiensi *minimum* yaitu 9,2%, *maksimum* yaitu 15,7% dan didapat rata-rata efisiensi yaitu 12,9%.

Gambar 7 Hasil Pengukuran Efisiensi *Solar Cel*

Hasil pengukuran efisiensi ditunjukkan pada Tabel 7 dan Gambar 8 yang diperoleh melalui pengukuran secara berkala P<sub>in</sub> dan P<sub>out</sub> *solar cell* yang dihasilkan oleh *solar cell polycrystalline 50 W*. Efisiensi minimum pada hari pertama (20 Desember 2023) 9,2 % dan maksimum pada hari kedua (21 Desember 2023) yaitu 17,7 %.

Tabel 7 Rata-Rata Efisiensi Photovoltaic tanggal 20-26 Desember 2023

Hari, Tanggal	Minimum (%)	Maksimum (%)
Rabu 20 Desember 2023	<b>9,2</b>	15,7
Kamis 21 Desember 2023	10,8	<b>17,7</b>
Jum'at 22 Desember 2023	9,3	16,7
Sabtu 23 Desember 2023	9,3	14,9
Selasa 26 Desember 2023	9,9	13,4
Rerata Efisiensi	<i>Minimum (%)</i> 9,7	<i>Maksimum (%)</i> 15,8



Gambar 8 Rata-Rata Efisiensi Photovoltaic

### Pembahasan

Uji kinerja perancangan *battery charger* menggunakan tenaga surya untuk kendaraan roda dua sebagai berikut: hasil pengukuran daya input diperoleh melalui radiasi dan permukaan *solar cell polycrystalline* 50 WP menghasilkan daya input minimum 202,8 W dan maksimum 448,7 W, dan rata-rata daya input 341,37 W. Hal ini menunjukkan bahwa intensitas sinar matahari di pagi hari masih sedikit dan puncaknya di siang hari pada pukul 13.00 – 14.00 Wita, sejalan dengan penelitian yang dihasilkan Rifaldi et al. (2023) dengan waktu dan daya maksimum yang dihasilkan.

Selanjutnya, hasil pengukuran daya output yang diperoleh melalui pengukuran tegangan dan arus *solar cell* yang dihasilkan oleh *solar cell polycrystalline* 50 W menghasilkan daya output minimum 22,7 W, maksimum 79,2 W, dan rata-rata daya output maksimum 67,26 W. Hal ini menunjukkan daya output minimal terjadi di sore hari pukul 17.00 Wita dan maksimum di siang hari pada pukul 11.00 - 12.00 Wita. Hasil ini sejalan dengan penelitian Rifaldi et al. (2023) dengan ketentuan daya output dari *solar cell* akan tergantung pada intensitas sinar matahari yang diterima oleh *solar cell*. Posisi geografis, musim, dan kondisi cuaca dapat

mempengaruhi intensitas sinar matahari yang tersedia. Selain itu, kapasitas *solar cell* dan proses penyimpanan energi akan mempengaruhi daya yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan

Hasil pengukuran efisiensi yang diperoleh melalui pengukuran secara berkala  $P_{in}$  dan  $P_{out}$  *solar cell* yang dihasilkan oleh *solar cell polycrystalline* 50 WP. Efisiensi minimum 9,2%, maksimum 17,7%, dan rerata maksimum 15,68%. Efisiensi *solar cell* merupakan kombinasi dukungan intensitas sinar matahari, hasil daya input, dan daya output (Wahyu et al., 2023).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis, dan pembahasan yang telah dilakukan tentang uji kinerja *battery charger* dengan teknologi *solar cell* 50 WP dapat disimpulkan sebagai berikut

- 1) Hasil Pengukuran daya input melalui pengukuran secara berkala pada sinar matahari dan luas permukaan *solar cell* dihasilkan dengan daya input minimum 202,8 W dan maksimum 448,7 W.
- 2) Daya output *solar cell* minimum 22,7 W dan maksimum 79,2 W.
- 3) Efisiensi melalui pengukuran secara berkala  $P_{in}$  dan  $P_{out}$  dengan efisiensi minimum 9,2 %, maksimum 17,7 %, dan rata-rata efisiensi yaitu 12,69 %.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, L. (2013). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kondisi Aki Pada Kendaraan Bermotor. *Journal of Electrical Engineering, Energi, and Information Technology*, 3(1), From doi: <https://doi.org/10.26418/j3eit.v3i1.10457>
- Atmoko, T.D. (2018). Rancang Bangun *Automatic Battery Float Charger Circuit*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati. Bandung.
- Budiman, W., Hariyanto, N., & Sahrial (2014). Perancangan dan Realisasi Sistem Pengisian Baterai 12 Volt 45Ah pada Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro di UPI Bandung. *Jurnal Reka Elkomika*, 2(1), 1-12.
- Hamid, R.M., Rizky., Amin, M., Bagus, I.D. (2016). Rancang Bangun Baterai untuk kebutuhan UMKM. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 4(2), 130-136.
- Jafarkazemi, F., and Saadabadi, S.A., (2013). Optimum Tilt Angle and Orientation of Solar Surfaces in Abu Dhabi, UAE. *Renew Energi*, 56(C), 44-49, from doi: 10.1016/J.RENENE.2012.10.036.
- Julisman, A., Sara, I.D., & Siregar (2017). Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola. *KITEKTRO*, 2(1), 35-42.

- Makruf, A., Rahmadhani, R., Ningsih, P.S., Jayaditama, W., & Alham, N.R. (2020). Pengukuran Tegangan. Arus, Daya Pada Prototypr PLTS Berbasis Mikrokontroller Arduin Uno. *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industr)*, 5(1), 8-16.
- Merta, K. H., Kumara, I. N. S., & Ariastina, W. G. (2019). Rancangan Penempatan Modul Surya Dan Simulasi PLTS Fotovoltaik Atap Gedung RSPTN Rumah Sakit Universitas Udayana. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 18(3), 329-336, from doi: <https://doi.org/10.24843/MITE.2019.v18i03.P05>
- Muttaqin, I., Irhamni, G., & Agani, W. (2016). Analisa Rancangan Sel Surya Dengan Kapasitas 50 Watt Untuk Penerangan Parkiran Uniska. *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, 01(02), 33–39.
- Nainggolan, B., Inaswara, F., Pratiwi, G., & Ramadhan, H. (2017). Rancang Bangun Sepeda Listrik Menggunakan Panel Surya Sebagai Pengisi Baterai. *Jurnal Poli-Teknologi*, 15(3), 263-272, from doi: <https://doi.org/10.32722/pt.v15i3.861>
- Rifaldi, M., Alham, N.R., Izzah, N., Ihsan, N.M., & Sugianto, M. (2023). Analisis Efisiensi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan. *RETROTEKIN*, 1(1), 16-24.
- Santoso, P.P.A., Nopriandy, F., Ningsih, I.F.B., Anjie, L.D., & Kurniawan, I. (2022). Pengaruh Bentuk Rangkaian Panel Surya Terhadap Kuat Arus, Tegangan dan Daya. *Jurnal Engine, Manufaktur, dan Material*, 6(1), 26-35, from doi: <https://doi.org/10.30588/jeemm.v6i1.996>
- Sugiyono (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sukhatme, S.P. and Nayak, J.K. (2008). *Solar Energi: Principle of Thermal Collection and Stroge*. New Delhi: McGraw-Hill Education
- Syaief, A. N., Ningsih, Y., & Rizqiannor. (2017). Perancangan Simulator *Charging System* Pada Sepeda Motor. *Jurnal Elemen*, 4 (2), 70–75.
- Wahyu, D., Rosa, Y., Hanif, Andriyanto, & Hendra. (2023). Pengaruh Sudut dan Orientasi *Solar Cell* Terhadap Luaran Energi Listrik Sebagai kajian *Power Charge Station*, Untuk Kendaraan Alat Berat. *Rotasi*, 25 (1), 9–16.