



Research Article

## Analisa Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Kinerja Modul *Photovoltaic Cell*

**Bagus Radiant Utomo<sup>1,\*</sup>, Irfan Isdhianto<sup>1</sup>, Hadi Kusnanto<sup>1</sup>, Muhammad Iwan<sup>2</sup>, Edi Sarwono<sup>3</sup>, Hassan Khamis Hassan<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya, **Indonesia**

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Pontianak, **Indonesia**

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, **Indonesia**

<sup>4</sup>Zanzibar Water Authority – ZAWA, P.O.Box 460, Mablou – Zanzibar, **Tanzania**

**Corresponding author:** [bagusradiant@ft-umsurabaya.ac.id](mailto:bagusradiant@ft-umsurabaya.ac.id)

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received : 5 July 2022

Revised : 14 July 2022

Accepted : 9 August 2022

Available online : 9 August 2022

**Keywords:** Performance, Photovoltaic cell, Light intensity

**Kata Kunci:** Performa, Photovoltaic cell, Intensitas cahaya

### ABSTRACT

The photovoltaic cell module is an electronic device that converts solar energy into electrical energy. This research discusses testing the performance of electrical output voltage, current, and power on the HY1-49 type photovoltaic cell module on the effect of sunlight intensity. The research was conducted by placing two photovoltaic cell modules HY1-49, which were arranged in series with a tilt angle of 121°. In the research, measurements were carried out on ambient air temperature, light intensity, and photovoltaic cell electrical output in the form of voltage, current, and power. The results showed that the light intensity affects the electrical output of the photovoltaic cell. The highest value of voltage, current, and power is shown at 12:18 WIB with a voltage of 5.77 V, a current of 0.27 A, and power of 1.5579 W at a sunlight intensity of 545.58 lux. This proves that the intensity of sunlight has a major effect on the electrical output of the photovoltaic cell module.

### ABSTRAK

Modul *photovoltaic cell* merupakan perangkat elektronik yang merubah energi matahari menjadi energi listrik. Penelitian ini membahas tentang pengujian performa keluaran listrik tegangan, arus, daya pada modul *photovoltaic cell* tipe HY1-49 terhadap pengaruh intensitas cahaya matahari. Penelitian dilakukan dengan menempatkan 2 modul *photovoltaic cell* tipe HY1-49 yang disusun secara seri dengan penempatan sudut kemiringan 121°. Pada penelitian pengukuran dilakukan pada suhu udara lingkungan, intensitas cahaya, keluaran listrik *photovoltaic cell* yang berupa tegangan, arus, dan daya. Hasil penelitian menunjukkan intensitas cahaya mempengaruhi keluaran listrik dari *photovoltaic cell*. Nilai tegangan, arus, daya



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

paling tinggi ditunjukkan pada pukul 12:18 WIB yaitu dengan tegangan 5,77 V, arus 0,27 A, dan daya 1,5579 W pada intensitas cahaya matahari sebesar 545,58 lux. Hal ini membuktikan bahwa intensitas cahaya matahari berpengaruh besar terhadap keluaran listrik modul *photovoltaic cell*.

## 1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu sumber daya yang sangat penting bagi pertumbuhan dan perkembangan manusia. Saat ini produksi energi listrik masih menggunakan bahan bakar fosil, yang sifatnya terbatas, dan hasil penggunaan bahan bakar fosil memiliki dampak yang merugikan terhadap perubahan iklim [1]. Penggunaan bahan bakar fosil tersebut sebagai sumber energi telah menyebabkan banyak permasalahan seperti pencemaran air dan udara yang berbahaya bagi makhluk hidup. Pemanasan global, hujan asam dan kerusakan tanah adalah efek terburuk dari penggunaan sumber energi fosil [2]. Untuk mengatasi permasalahan dari penggunaan bahan bakar fosil tersebut adalah dengan menggunakan energi terbarukan dan berkelanjutan. Salah satu sumber energi terbarukan yang berkelanjutan di bumi adalah energi matahari [3]. Dibandingkan dengan sumber energi fosil, energi matahari memiliki banyak keunggulan seperti ramah lingkungan, bersih, melimpah dan bebas polusi udara [4]. Selain itu, energi matahari merupakan energi tak terbatas dan tersedia secara gratis [5]. Sistem yang digunakan untuk merubah energi matahari menjadi energi listrik adalah menggunakan *photovoltaic cell*. *Photovoltaic cell* merupakan perangkat elektronik yang merubah energi matahari menjadi energi listrik [6] [7]. *Photovoltaic cell* juga memiliki potensi membentuk sistem yang bersih, handal dalam sistem kelistrikan yang terukur dan terjangkau untuk masa depan [8].

Penelitian yang membahas tentang *photovoltaic cell* sebagai pembangkit listrik, telah diamati oleh banyak peneliti. Dilaporkan oleh Mukhamad Khumaidi Usman, yang membahas tentang analisa intensitas cahaya terhadap listrik yang dihasilkan *photovoltaic cell* [9]. Hasil penelitian yang dilakukan dengan *photovoltaic cell* 10 Wp terhadap intensitas cahaya matahari menunjukkan pada intensitas cahaya 6900 LUX menghasilkan tegangan sebesar 17,7 V, dan arus sebesar 0,02 A, serta pada intensitas cahaya 121.100 LUX menghasilkan tegangan sebesar 20,2 V, dan arus sebesar 0,53 A. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar intensitas cahaya yang diterima maka akan menghasilkan tegangan dan arus yang semakin besar. Dilaporkan oleh Rahmat Hasrul [10], penelitian tentang analisa efisiensi *photovoltaic cell*. Hasil penelitian menunjukkan *photovoltaic cell* menghasilkan daya sebesar 0,0474 W dengan efisiensi sebesar 16,42 %. Selain penggunaan jenis *photovoltaic cell* dan pengaruh intensitas cahaya, hasil keluaran listrik *photovoltaic cell* juga dipengaruhi oleh sudut kemiringan dari *photovoltaic cell*. Dilaporkan oleh Yano Hurung Anoi dkk [11]. Dari hasil pengujian *photovoltaic cell* 50 Wp pada sudut kemiringan 16° dan pada jam 09:00 dengan nilai efisiensi sebesar 46,076 %, kemudian yang kedua terjadi pada sudut kemiringan 8° dan pada jam 09:00 dengan nilai efisiensi sebesar 45,052 %, kemudian efisiensi terendah terjadi pada sudut kemiringan 0° dan pada jam 09:00 dengan nilai sebesar efisiensi 43,986 %. Keluaran listrik yang dihasilkan sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari yang diterima oleh *photovoltaic cell*, dimana pemasangan *photovoltaic cell* dapat dimaksimalkan dengan memasang dengan sudut kemiringan atau slope dan sudut azimuth yang tepat [12]. Berdasarkan analisa masalah dan hasil penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk menguji keluaran listrik modul *photovoltaic cell* tipe HY1-49 yang dijual secara komersial di Indonesia, terhadap pengaruh

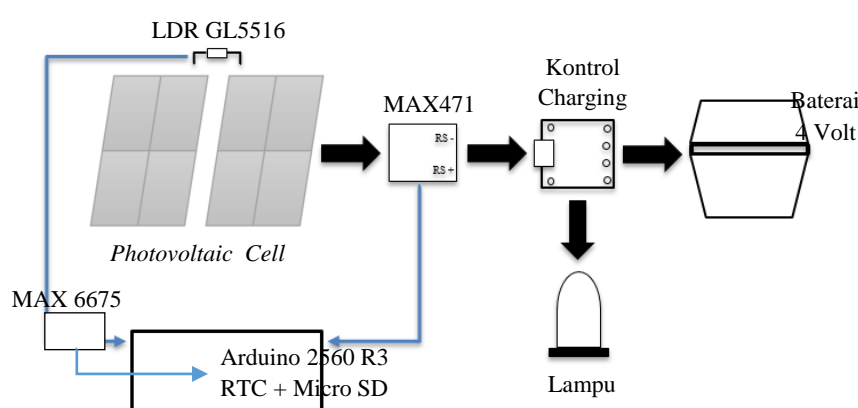
intensitas cahaya matahari, agar penggunaan *photovoltaic cell* tipe HY1-49 dapat diprediksi keluaran listriknya sehingga dapat digunakan sesuai kebutuhan.

## 2. METODE PENELITIAN

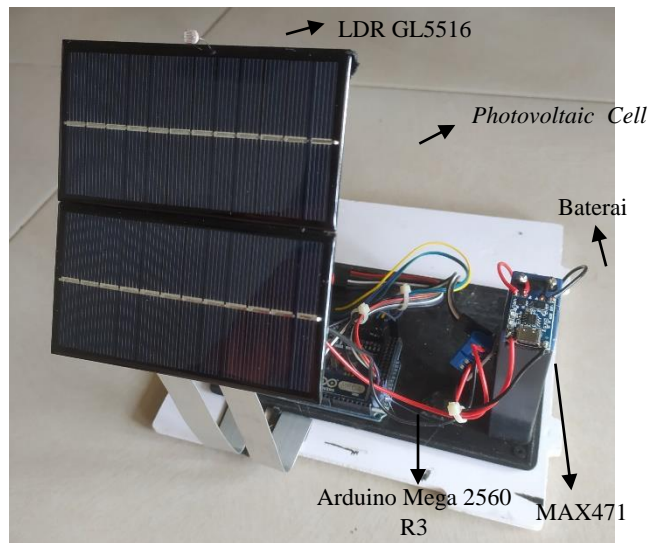
Penelitian dilakukan pada 2 modul *photovoltaic cell* tipe HY1-49 yang dirangkai secara seri. Tabel 1 merupakan spesifikasi modul *photovoltaic cell* tipe HY1-49 yang digunakan pada penelitian. Penelitian *photovoltaic cell* dilakukan dengan menghubungkan dengan kontrol *charging* tipe tp4056, dan dibebankan baterai 4 V 1000 mAh yang dihubungkan dengan lampu 4,8 V 0,5 A. Pengujian dilakukan di kabupaten Magetan pada hari Jum'at 01 Juli 2022, pada pukul 05:00 WIB hingga 18:00 WIB. Sudut kemiringan *photovoltaic cell* yang digunakan pada pengujian *photovoltaic cell* adalah  $121^\circ$  dari sudut  $0^\circ$  arah utara. Sudut kemiringan dihitung menggunakan persamaan 1 dengan data latitude kota Magetan pada Jum'at 01 Juli 2022 sebesar  $0.64743^\circ\text{S}$  [13]. Untuk mengetahui sudut kemiringan *photovoltaic cell* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [14]:

$$\alpha = 90^\circ - \text{Lat} + \delta, \quad (1)$$

Dimana Lat merupakan latitude (garis lintang) dan  $\delta$  adalah sudut dari deklinasi matahari ( $23,45^\circ$ ) [14]. Hasil pengukuran yang diukur adalah suhu udara lingkungan, intensitas cahaya matahari dan keluaran listrik tegangan, arus, dan daya. Hasil suhu udara lingkungan, intensitas cahaya matahari dan keluaran listrik diukur menggunakan sensor berbasis Arduino. Suhu udara lingkungan di ukur menggunakan sensor MAX 6675, Intensitas cahaya matahari diukur menggunakan sensor *light dependent resistor* (LDR) tipe GL5516, dan keluaran listrik tegangan, arus, daya diukur menggunakan sensor MAX471. Sensor MAX 6675, *light dependent resistor* (LDR) dan MAX471 dihubungkan dengan Arduino Mega 2560 R3 yang diatur dengan sensor RTC DS3132 sebagai penunjuk waktu, dan data disimpan menggunakan sensor Micro-SD. Adapun alat pengujian dan pengukuran *photovoltaic cell* dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Skematik instalasi pengujian modul *photovoltaic cell*



**Gambar 2.** Alat uji pengujian photovoltaic cell

### 3. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Hasil prakiraan cuaca dari laman resmi BMKG

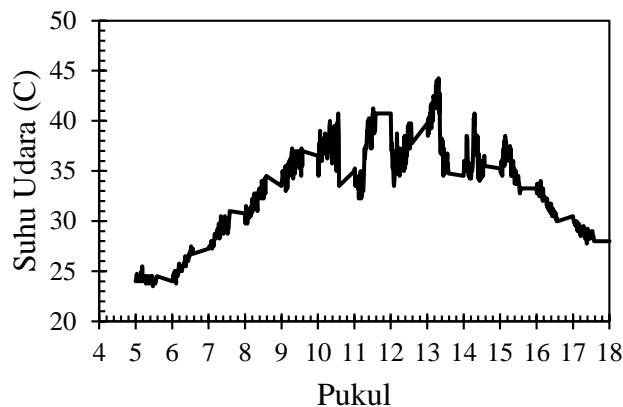
Prakiraan cuaca pada hari Jum'at, 01 Juli 2022 di kabupaten Magetan, Jawa Timur, Indonesia yang di publikasikan secara resmi di laman BMKG ditunjukkan pada tabel 1. Hasil menunjukkan suhu udara lingkungan sekitar 24-30 °C, dengan kecepatan angin sekitar 10-30 km/jam, dan kelembapan udara sekitar 65-80 %. Cuaca pada pukul 07:00 dan 10:00 WIB menunjukkan cuaca yang cukup cerah, namun kondisi cerah berawan mulai terjadi pukul 13:00, 16:00, 19:00, dan 22:00 WIB.

**Tabel 1.** Prakiraan cuaca pada hari Jum'at, 01 Juli 2022 [15]

Pukul (WIB)	Kondisi Cuaca	Suhu Udara (°C)	Kelembapan Udara (%)	Kecepatan Angin (Km/jam)
07:00	Cerah	25	85	10
10:00	Cerah	29	65	20
13:00	Cerah Berawan	30	65	30
16:00	Cerah Berawan	28	70	30
19:00	Cerah Berawan	25	85	30
20:00	Berawan	24	90	10

#### 3.2 Hasil pengukuran suhu udara lingkungan

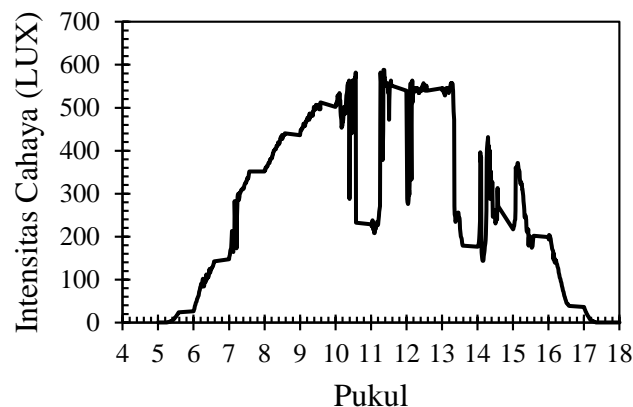
Hasil pengukuran suhu udara lingkungan ditunjukkan pada gambar 3. Hasil menunjukkan suhu udara lingkungan mengalami kenaikan suhu hingga pukul 13:00 WIB. Kemudian suhu mulai beranjak turun sampai pukul 18:00 WIB. Pada pengukuran suhu lingkungan terjadi fluktuasi yang disebabkan cuaca berawan yang menutupi matahari, sehingga menghasilkan suhu udara lingkungan mengalami fluktuasi kenaikan dan penurunan.



**Gambar 2.** Grafik hasil pengukuran suhu udara lingkungan

### 3.3 Hasil pengukuran intensitas cahaya

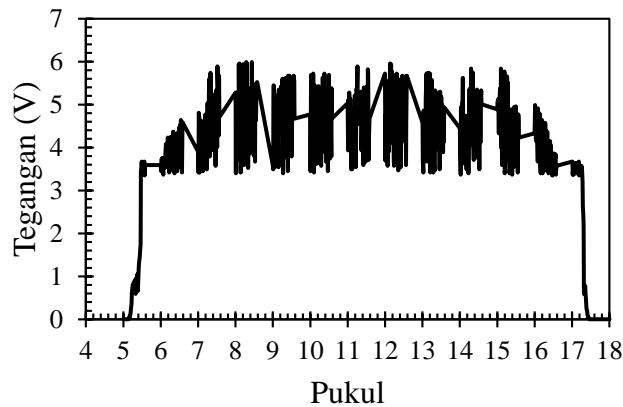
Gambar 4 menunjukkan hasil dari pengukuran intensitas cahaya dari pukul 05:00 sampai 18:00 WIB. Hasil menunjukkan intensitas cahaya dipengaruhi oleh posisi matahari, dimana semakin tinggi matahari maka akan menghasilkan nilai intensitas yang tinggi. Pada pengukuran nilai intensitas cahaya fluktuasi terjadi di setiap waktu pengujian, hal ini disebabkan karena adanya awan yang menutupi cahaya matahari.



**Gambar 3 .** Grafik hasil pengukuran intensitas cahaya matahari

### 3.4 Hasil pengukuran tegangan listrik *photovoltaic cell*

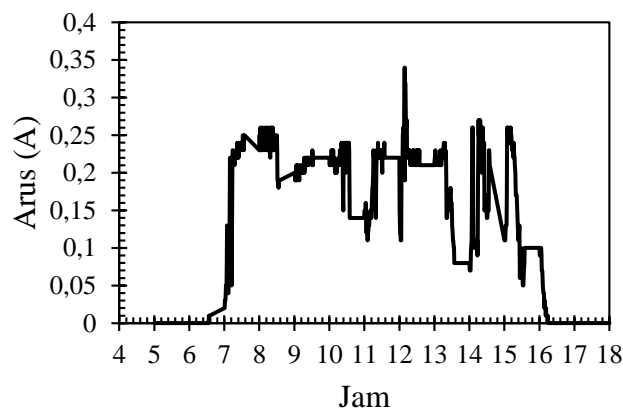
Gambar 5 menunjukkan hasil pengukuran tegangan dari pukul 05:00 hingga 18:00 WIB. Hasil pengukuran menunjukkan tegangan mulai mengalami kenaikan sampai pukul 07:56 WIB, kemudian tegangan cenderung memiliki kondisi yang hampir sama dan tegangan mengalami fluktuasi sampai pukul 15:28 WIB. Kemudian tegangan mengalami penurunan sampai kehilangan tegangan pada pukul 17:45 WIB.



**Gambar 4.** Hasil pengukuran keluaran tegangan listrik photovoltaic cell

### 3.5 Hasil pengukuran arus listrik *photovoltaic cell*

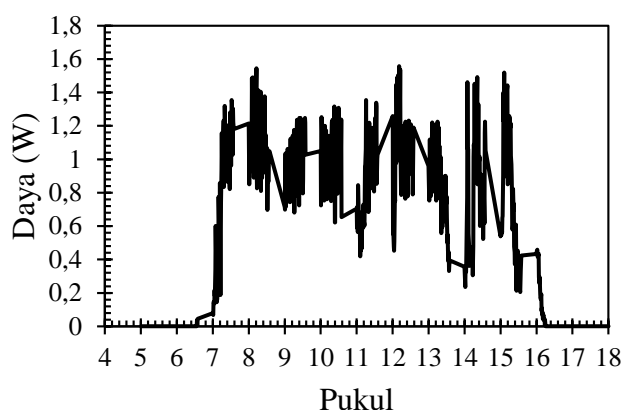
Hasil pengukuran arus ditunjukkan pada gambar 6. Hasil pengukuran menunjukkan arus muncul pada pukul 06:56 WIB, dan kemudian mengalami kenaikan hingga pukul 07:55 WIB. Hasil pengukuran arus kemudian mengalami fluktuasi kenaikan dan penurunan arus yang cukup tinggi sampai pukul 15:17 WIB. Fluktuasi kenaikan dan penurunan arus disebabkan karena cahaya matahari tertutup awan, sehingga modul photovoltaic cell menghasilkan arus yang berfluktuasi naik dan turun. Keluaran arus kemudian mengalami penurunan hingga 0 A pada pukul 16:25 WIB.



**Gambar 5.** Hasil pengukuran keluaran arus listrik photovoltaic cell

### 3.6 Hasil pengukuran daya listrik *photovoltaic cell*

Pengukuran keluaran listrik daya ditunjukkan pada gambar 7. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa daya muncul bersamaan dengan munculnya arus yaitu pukul 06:56 WIB. Kemudian daya mengalami fluktuasi kenaikan dan penurunan hingga pukul 15:17 WIB sesuai dengan kenaikan dan penurunan arus. Daya kemudian mengalami penurunan hingga mencapai 0 W pada pukul 16:25 WIB.



**Gambar 6.** Hasil pengukuran keluaran daya listrik photovoltaic cell

### 3.7 Hasil pengukuran dan pengujian *photovoltaic cell*

Hasil pengukuran dari intensitas cahaya, tegangan, arus, dan daya ditunjukkan pada tabel 2. Dari hasil pengukuran menunjukkan intensitas cahaya mempengaruhi kinerja luaran listrik *photovoltaic cell*. Pada tabel 2 menunjukkan semakin tinggi nilai intensitas cahaya maka akan menghasilkan kinerja luaran tegangan, arus, dan daya listrik yang semakin tinggi. Nilai kinerja luaran tertinggi terjadi pada pukul 12:18 WIB, dengan nilai intensitas cahaya sebesar 545,48 LUX, tegangan sebesar 5,77 V, arus 0,27 A, dan daya sebesar 1,5579 W. Hal ini menunjukkan pengujian kinerja keluaran listrik *photovoltaic cell* dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang diterima oleh *photovoltaic cell*. Menurut M. Usman [9], *Photovoltaic cell* merupakan alat untuk mengubah energi matahari atau intensitas matahari menjadi energi listrik. *Photovoltaic cell* terdiri dari semikonduktor silicon yang dilapisi oleh bahan khusus. Jika intensitas cahaya matahari mencapai *cell* maka elektron akan terlepas dari atom silicon dan mengalirkan sirkuit listrik. Hasil energi listrik yang dihasilkan *photovoltaic cell* dipengaruhi oleh besarnya intensitas cahaya, dimana saat intensitas cahaya berkurang akibat tertutup awan maka akan menghasilkan arus listrik yang berkurang juga [9].

Pada tabel 2 juga menunjukkan tegangan dan arus awal tidak muncul secara bersamaan. Hasil pengukuran menunjukkan keluaran tegangan awal muncul pada pukul 05:15 WIB, dengan besar tegangan sebesar 0,01 volt pada intensitas cahaya 0,01 lux. Kemudian keluaran arus dan daya awal pada pukul 06:58 dengan tegangan sebesar 3,76 V, arus sebesar 0,01 A dan daya sebesar 0,038 W. Tegangan tertinggi didapatkan pada pukul 12:18 WIB pada intensitas cahaya sebesar 545,48 lux, dengan tegangan sebesar 5,77 volt. Kemudian tegangan terakhir terjadi pada pukul 17:45 WIB dengan tegangan sebesar 0,02 volt pada intensitas cahaya sebesar 0,01 lux.

**Tabel 2.** Hasil pengujian modul *photovoltaic cell*

Pukul (WIB)	Intensitas cahaya (Lux)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Keterangan
05:00	0	0	0	0	
05:15	0,01	0,01	0	0	Awal keluaran tegangan
06:00	26,07	3,59	0	0	
06:58	134,6	3,76	0,01	0,038	Awal keluaran arus dan daya
07:00	147,44	3,91	0,02	0,0782	



08:00	351,48	5,28	0,23	1,2144	
09:00	436,07	3,57	0,20	0,7140	
10:00	501,70	4,77	0,22	1,0494	
11:00	228,83	5,03	0,14	0,7042	
12:00	539,72	5,72	0,22	1,2584	
<b>12:18</b>	<b>545,48</b>	<b>5,77</b>	<b>0,27</b>	<b>1,5579</b>	<b>Keluaran listrik tertinggi</b>
13:00	535,48	4,57	0,21	0,9597	
14:00	176,61	4,45	0,08	0,3560	
15:00	216,63	4,89	0,11	0,5379	
16:00	199,07	4,33	0,10	0,4330	
17:00	36,36	3,67	0	0	
18:00	0	0	0	0	

#### 4. KESIMPULAN

Hasil pengujian dan pengukuran modul *photovoltaic cell* tipe HY1-49 menunjukkan keluaran listrik tegangan, arus, dan daya pada waktu yang berbeda. *photovoltaic cell* mulai menghasilkan tegangan pada pukul 05:15 WIB pada intensitas cahaya 0,01 lux dengan tegangan sebesar 0,01 V, kemudian arus dan daya muncul pada pukul 06:58 WIB pada intensitas cahaya 134,6 lux dengan tegangan sebesar 3,76 V, arus sebesar 0,01 A dan daya sebesar 0,038 W. Nilai tegangan, arus, daya paling tinggi ditunjukkan pada pukul 12.18 WIB yaitu dengan tegangan 5.77 V, arus 0.27 A, dan daya 1.5579 W pada intensitas cahaya matahari sebesar 545.58 lux.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Politeknik Manufaktur Ceper yang telah mendukung penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. T. Tchao *et al.*, "An Implementation of an optimized dual-axis solar tracking algorithm for concentrating solar power plants deployment," *Sci. African*, vol. 16, p. e01228, 2022, doi: 10.1016/j.sciaf.2022.e01228.
- [2] I. Band *et al.*, "Solar photovoltaic technology : A review of different types of solar cells and its future trends Solar photovoltaic technology : A review of different types of solar cells and its future trends," 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1913/1/012053.
- [3] E. Dupont, R. Koppelaar, and H. Jeanmart, "Global available solar energy under physical and energy return on investment constraints," *Appl. Energy*, vol. 257, no. October 2019, p. 113968, 2020, doi: 10.1016/j.apenergy.2019.113968.
- [4] Budiyanto and Fadliandi, "The improvement of solar cell output power using cooling and reflection from mirror," *Int. J. Power Electron. Drive Syst.*, vol. 8, no. 3, pp. 1320–1326, 2017, doi: 10.11591/ijpeds.v8i3.pp1320-1326.
- [5] K. L. Chopra, P. D. Paulson, and V. Dutta, "Solar cell current scenario and future trends," *Prog. Photovoltaics Res. Appl.*, vol. 12, no. 2–3, pp. 69–92, 2004.
- [6] M. Gupta, A. K. Dubey, V. Kumar, and D. S. Mehta, "Experimental study of combined transparent solar panel and large Fresnel lens concentrator based hybrid PV/thermal sunlight harvesting system," *Energy Sustain. Dev.*, vol. 63, pp. 33–40, 2021, doi: 10.1016/j.esd.2021.05.008.
- [7] H. Ayed *et al.*, "Thermal, efficiency and power output evaluation of pyramid, hexagonal and conical forms as solar panel," *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 27, no. March, p. 101232, 2021, doi:



- 10.1016/j.csite.2021.101232.
- [8] M. Gul, Y. Kotak, and T. Muneer, *Review on recent trend of solar photovoltaic technology*, vol. 34, no. 4. 2016.
- [9] M. Usman, “Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya,” *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 52–57, 2020, doi: 10.30591/polektr.v9i2.2047.
- [10] R. Hasrul *et al.*, “Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif,” vol. 5, no. 9, pp. 79–87, 2021.
- [11] Y. H. Anoi, A. Yani, and Y. W, “Analisis sudut panel solar cell terhadap daya output dan efisiensi yang dihasilkan,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 2, pp. 0–5, 2020, doi: 10.24127/trb.v8i2.1051.
- [12] D. . Pangestingtyas, H. Hermawan, and K. Karnoto, “Analisis sudut panel solar cell terhadap daya output dan efisiensi yang dihasilkan,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 2, pp. 0–7, 2020.
- [13] VYMaps.com, “Where are the coordinates of the Matahari?” <https://vymaps.com/ID/Matahari-65301/> (accessed Jul. 01, 2022).
- [14] K. Vidhia Kumara, I. N. Satya Kumara, and W. G. Ariastina, “Tinjauan Terhadap Plts 24 Kw Atap Gedung Pt Indonesia Power Pesanggaran Bali,” *J. SPEKTRUM*, vol. 5, no. 2, p. 26, 2018, doi: 10.24843/spektrum.2018.v05.i02.p04.
- [15] D. G. (BMKG) BADAN METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, “Prakiraan Cuaca.” <https://www.bmkg.go.id/cuaca/prakiraan-cuaca.bmkg?Kota=Magetan&AreaID=501289&Prov=1> (accessed Jul. 01, 2022).