

## Evaluation study of solar powered public street lighting as battery charging at Islamic Center based on PSIM

Cut Wina Azzahra\*<sup>1</sup>, Muhammad<sup>2</sup>, Irwan Mahmudi<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Malikussaleh,  
Lhokseumawe, Indonesia,

<sup>3</sup> Department of Electrical Engineering, Universitas Tadulako,  
Palu, Indonesia

<sup>4</sup> Dept of Electrical and Electronics Engineering  
The University of Nottingham.

[\\*cut.190150017@mhs.unimal.ac.id](mailto:cut.190150017@mhs.unimal.ac.id)

### ABSTRACT

Electrical energy is essential for the growth and advancement of technological knowledge that continues to increase. Solar cells are devices that convert solar energy through photovoltaic devices. Solar cell public street lighting (PJUBS) uses unlimited and free solar energy, is a feasible and cheap alternative to providing electric lighting. The Islamic center mosque is one of the places of worship for the majority of Muslims in the city of Lhokseumawe using public street lighting to support public security and safety. Installation of lamps for lighting is installed at several points, namely right, left or in the middle of the road, as needed, including flyovers, underpasses, and bridges. Public street lighting that is efficient and environmentally friendly is in accordance with SNI 7391: 2008. In this study, the lamps used in this evaluation study are solar types with a power of 50 Watts. The calculation results show that the illumination produced at the end of the road when using a 50 Watt solar LED lamp is 0.29 lux so that this does not comply with the provisions of BSN SNI 7391: 2008. This condition is influenced by several factors, namely surface temperature, shadows, inclination angle, light intensity, irradiation, and the condition of the panel surface in order to maximize the conversion value of sunlight into electrical energy.

**Keywords:** Energy, Conversion, Photovoltaics, SNI, PSIM.

### ABSTRAK

Energi listrik memiliki peranan penting dalam pertumbuhan dan kemajuan pengetahuan teknologi yang terus meningkat. Sel surya adalah perangkat yang mengubah energi matahari melalui perangkat photovoltaic. Penerangan jalan umum (PJUBS) sel surya menggunakan energi matahari yang tidak terbatas dan gratis, merupakan alternatif yang layak dan murah untuk penyediaan penerangan listrik. Masjid islam center merupakan salah satu sarana ibadah bagi mayoritas umat muslim di kota Lhokseumawe menggunakan penerangan jalan umum demi menunjang keamanan dan keselamatan masyarakat. Pemasangan lampu untuk penerangan dipasang pada beberapa titik yaitu kanan, kiri atau ditengah jalan, sesuai kebutuhan, termasuk jalan layang, underpass, dan jembatan. Penerangan jalan umum yang hemat serta ramah lingkungan yaitu sesuai dengan SNI 7391: 2008. Dalam penelitian ini, lampu yang digunakan dalam studi evaluasi ini yaitu jenis surya dengan daya 50 Watt. Hasil perhitungan didapatkan bahwa iluminasi yang dihasilkan pada ujung jalan saat menggunakan lampu led surya 50 Watt adalah 0,29 lux sehingga hal ini tidak sesuai dengan ketentuan dari BSN SNI 7391:2008. Kondisi ini dipengaruhi beberapa faktor yaitu suhu permukaan, bayangan, sudut inklinasi, intensitas cahaya, irradiasi, dan kondisi permukaan panel dalam mendapatkan memaksimal nilai konversi cahaya matahari menjadi energi listrik.

**Kata kunci:** Energi, Konversi, Panel Surya, SNI, PSIM.

*Manuscript received 30 Sept. 2024, Accepted 2 Nopember. 2024.*

*Journal Geuthee of Engineering and Energy is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.*



## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat akan energi listrik semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan penggunaan teknologi. Penggunaan teknologi berdampak pada melonjaknya kebutuhan energi listrik, sehingga energi listrik menjadi hal yang vital untuk pertumbuhan ekonomi suatu negara. Kebutuhan yang sangat besar itu, untuk menjaga ketersediaan energi listrik maka diperlukan membangun pembangkit listrik dengan menggunakan bahan bakar fosil, dari yang terkecil hingga terbesar [1].

Sel surya adalah perangkat semikonduktor yang mengubah energi matahari menggunakan prinsip photovoltaic dan merupakan salah satu sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Sel surya adalah salah satu metode energi langsung.

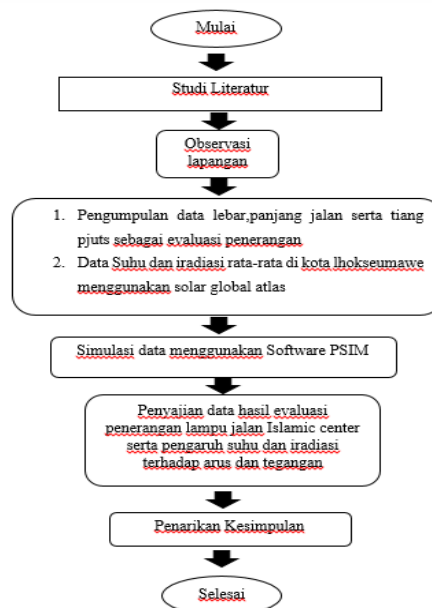
Masjid Islamic Center merupakan salah satu sarana ibadah bagi mayoritas umat muslim di Kota Lhokse. Bangunan tersebut memiliki luas 16.475 m<sup>2</sup> yang didominasi warna keemasan merupakan masjid termegah di Kota Lhokseumawe.

Banyaknya masyarakat yang akan beribadah di Islamic Centre Lhokseumawe dan juga aktivitas pengunjung di malam hari pada daerah taman, maka dibutuhkan keahlian Penerangan jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) yang sesuai standar SNI 7391:2008 di lingkungan Masjid islamik Kota Lhokseumawe demi menunjang keamanan dan keselamatan masyarakat [2].

Oleh karena itu, penelitian ini akan melakukan kajian tentang studi evaluasi penerangan lampu jalan umum tenaga surya sebagai pengisian baterai di islamic center berbasis software PSIM.

## 2. METODELOGI PENELITIAN

Metode penelitian dalam kajian ini digunakan untuk memudahkan peneliti dalam melakukan langkah kerja. Pada penelitian ini langkah kerja yang dilakukan meliputi beberapa tahapan seperti terlihat pada gambar 1 dimulai dari studi literasi, observasi, pengumpulan data, simulasi, hasil simulasi dan analisa:

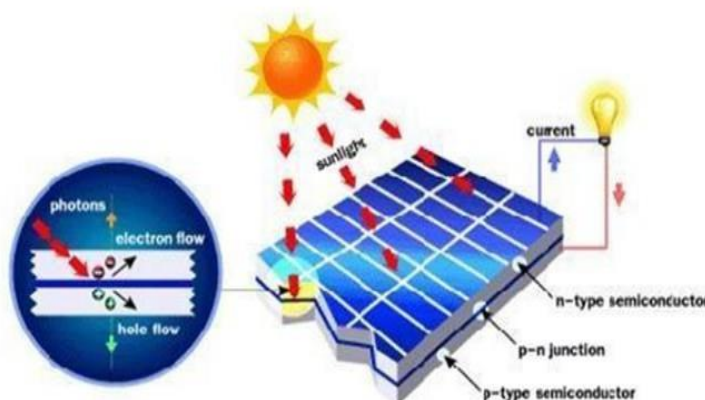


Gambar 1, Metode penelitian.

Matahari memancarkan energi berupa radiasi dengan rentang panjang gelombang yang sangat luas merupakan sumber kehidupan di planet ini. Menipisnya sumber energi dan ketergantungan pada satu sumber energi, seperti bahan bakar minyak, yang saat ini digunakan hampir di setiap sektor kehidupan dan juga merupakan ekspor utama energi matahari yang merupakan sumber utama pendapatan negara.

## 2.1. Konsep Cara Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya

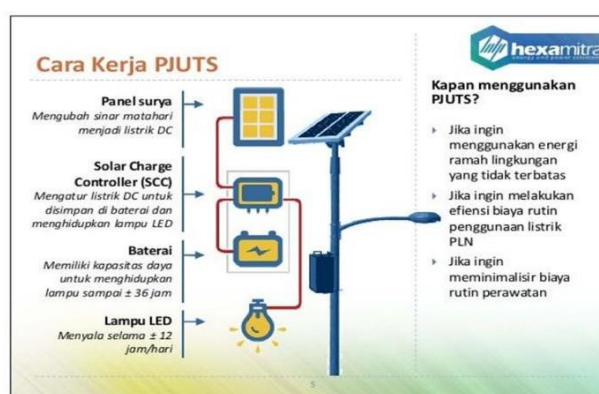
Foton adalah atom energi yang ditemukan di bawah sinar matahari. Tegangan listrik dibuat ketika foton dari sinar matahari mengenai permukaan sel surya dan dirangsang oleh elektron material [3 -4]. Energi akan ditransfer ketika sebuah foton cahaya menumbuk sebuah elektron. Elektron dapat distimulasi menjadi elektron bebas jika energi foton cukup tinggi. Area yang ditinggalkan elektron disebut sebagai lubang, dan proses ini disebut penciptaan lubang elektron. Elektron yang dibebaskan ini tidak akan kembali ke lubang yang ditinggalkannya; sebaliknya, mereka akan menuju ke wilayah N yang bermuatan positif. Ini karena persimpangan PN memiliki medan listrik yang melarang rekombinasi spontan.



Gambar 2, Prinsip Kerja Panel Surya [3].

## 2.2. Pengertian Penerangan Jalan Umum

Penerangan jalan umum yang hemat serta ramah lingkungan yang sesuai dengan sni 7391:2008 merupakan tujuan dari Penerangan Jalan Umum (LPJ) yang dapat dipasang di kanan, kiri, atau tengah jalan sesuai kebutuhan, termasuk jalan layang, underpass, dan jembatan [2]. Penerangan jalan umum berbasis sel surya yang menggunakan energi matahari yang tidak terbatas dan gratis, merupakan alternatif yang layak dan murah untuk penyediaan penerangan listrik. memanfaatkan panel surya yang mengubah cahaya dan sinar matahari menjadi energi listrik melalui teknik photovoltaic sebelum menyimpannya dalam baterai untuk menghilangkan kebutuhan daya PLN [5,6,7]. Saat malam tiba, secara otomatis akan hidup dan mati hingga pagi hari.



Gambar 2. Prinsip kerja PJUTS.

Dalam pengoperasiannya, photovoltaic digunakan pada siang hari untuk *charging* baterai, dana padam malam untuk mengoperasikan beba, sedangkan *solar charge controller* akan membatasi keluaran PLTS dari panel surya jika baterai sudah penuh [8 – 10].

### 3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan difokuskan pada beberapa lokasi lampu penerangan yang terletak pada kawasan lokasi Islamic Center Simpang Empat Banda Sakti, Kota Lhokseumawe antara lain jalan taman parkir dengan spesifikasi jalan yaitu panjang 150 meter, lebar jalan 20 meter, jarak antar tiang 20 meter, tinggi 8 meter, panjang stang ornament 1 meter, jenis panel surya *monocristaline*, baterai SUPB x blc -2240, jenis lampu GeNXT.



(a)



(b)

Gambar 4, (a) Lokasi penelitian, (b) Spesifikasi baterai.

#### 3.2. Menentukan Sudut Stang Ornament Pada Lokasi

Sudut stang ornament berguna untuk menghasilkan titik cahaya lampu ke mengarah ke tengah jalan. Penentuan sudut stang ornament ini mempengaruhi nilai intensitas penerangan yang dihasilkan dimana data yang didapatkan sebagai berikut:

##### Lokasi 1

- Tinggi tiang (h) adalah 7 meter
  - Jarak horizontal lampu ke tengah jalan (C) adalah 10 meter
- Jarak lampu ke tengah jalan (t) ?

$$\begin{aligned}
 t &= \sqrt{h^2 + c^2} \\
 &= \sqrt{7^2 + 10^2} \\
 &= \sqrt{49 + 100} \\
 &= \sqrt{149} \\
 &= 12,21
 \end{aligned}$$

$$\text{Maka, } \cos \varphi = h/t$$

$$\varphi = 7/12,21 \quad \varphi = 0,573$$

$$\varphi = 55,04 \text{ derajat}$$

Jadi sudut kemiringan stang ornament nya adalah 55,04 derajat

##### Lokasi 2

- Tinggi tiang (h) = 8 meter
- Jarak horizontal lampu ke tengah jalan (C) = 10 meter
- Jarak lampu ke tengah jalan (t) ?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 t &= \sqrt{(h^2 + c^2)} \\
 &= \sqrt{(8^2 + [10]^2)} \\
 &= \sqrt{(64 + 100)} \\
 &= \sqrt{164} \\
 &= 12,806 \\
 \text{Maka, } \cos \varphi &= h/t \\
 \varphi &= 8/12,806 \quad \varphi = 0,624 \\
 \varphi &= 51,39 \text{ derajat}
 \end{aligned}$$

### 3.2.1. Menghitung intensitas cahaya

Perhitungan intensitas cahaya untuk lampu LED menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I = \varphi / \omega$$

Dimana :

$I$  = Intensitas Cahaya

$\varphi$  = Fluks cahaya dalam lumen (lm)

$\omega$  = Sudut ruang dalam steradian (sr)

Menghitung intensitas cahaya yang dihasilkan lampu LED surya 50 watt

$$I = \varphi / \omega$$

$$I = 5000 / 4\pi$$

$$I = 5000 / 12,56$$

$$I = 398,089 \text{ Cd}$$

### 3.2.2. Menghitung Iluminasi Pada Titik Ujung Jalan

Sebelum dilakukan perhitungan nilai iluminasi, maka langkah yang perhitungan pertama yaitu menghitung titik akhir jalan seperti berikut ini

$$\begin{aligned}
 r &= \sqrt{(h^2 + l^2)} \\
 &= \sqrt{(7^2 + [20]^2)} \\
 &= \sqrt{(49 + 400)} \\
 &= \sqrt{449} \\
 &= 21,18 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan Lampu LED Surya 50 watt maka iluminasi dapat dihitung sebagai berikut :

$$E = I / r^2 \times h / r$$

$$E = 398,089 / 448,59 \times 7 / 21,18$$

$$E = 0,88 \times 0,33$$

$$E = 0,29$$

Hasil ini tidak sesuai dengan ketentuan dari BSN SNI untuk kebutuhan kelas jalan taman / parkir yaitu antara 3-7 lux.

### 3.2.3. Menghitung Daya yang diperlukan

Berdasarkan jumlah titik tiang yang digunakan pada ruas jalan parkir islamic centre, diambil sampel yaitu sebanyak 7 titik lampu lengan tunggal dengan daya 50 Watt. Maka daya yang mengalir dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P = 50 \times 7 = 350 \text{ watt}$$

Menghitung energi listrik yang dibutuhkan LPJU bekerja dengan menyalakan lampu pada pukul 18.00 dan tetap menyala hingga pukul 06.00. Ada dua belas jam operasi. Energi yang terpakai pada PJU ini adalah sebagai berikut:

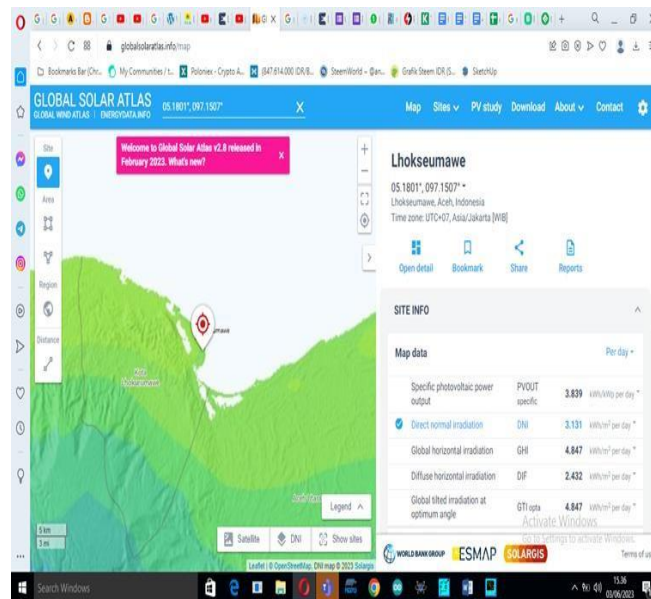
$$W = 350 \times 12$$

$$= 4200 \text{ W}$$

$$= 4,2 \text{ kWh / hari}$$

### 3.3. Potensi Energi Matahari Untuk Wilayah Islamic Centre Kota Lhokseumawe

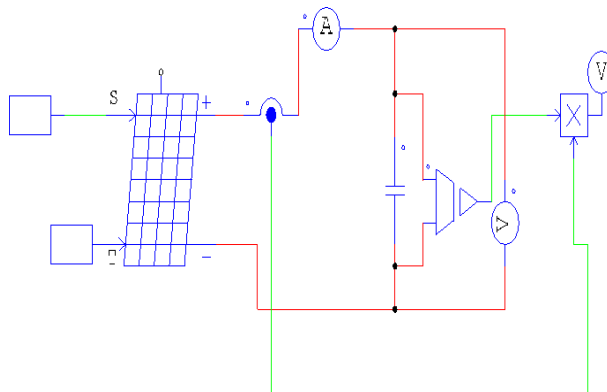
Data yang digunakan intensitas cahaya matahari diperoleh dari data satelit, studi kelayakan dilakukan untuk menilai potensi iradiasi suatu daerah, yaitu dari database solar global atlas yang diambil dari hasil penelitian, daerah Banda Sakti, kota Lhokseumawe 24351 (05.180322°, 097.144464°) adapun data rata-rata radiasi Matahari perhari yaitu sebagai berikut :



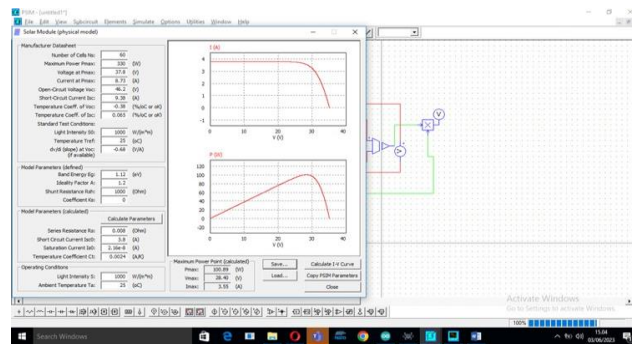
Gambar 5, Rata-rata irradiansi matahari Kota Lhokseumawe.

#### 3.3.1. Simulasi Pengaruh Iradiasi Terhadap Tegangan dan Arus Menggunakan PSIM

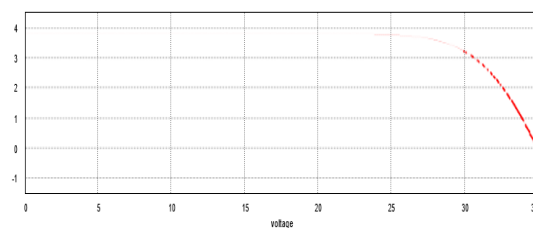
Simulasi PV dengan kapasitas 330 WP, pengaruh suhu dan iradiasi terhadap tegangan dan arus adalah sebagai berikut:



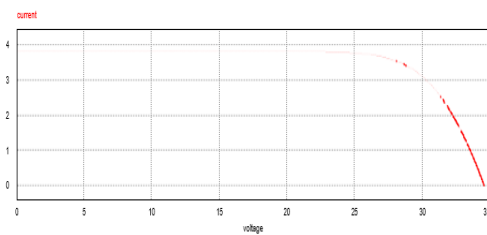
Gambar 6, Pemodelan Simulasi Panel Surya Pada Aplikasi PSIM.



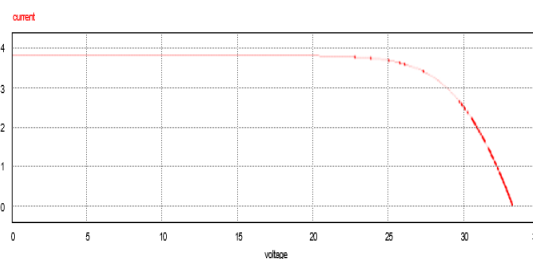
Gambar 7, Pemodelan Simulasi Spesifikasi Panel Surya.



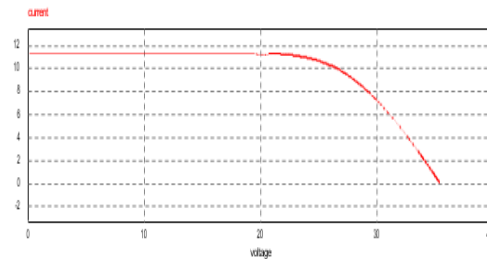
(a)



(b)



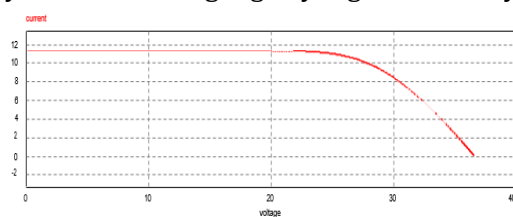
(c)



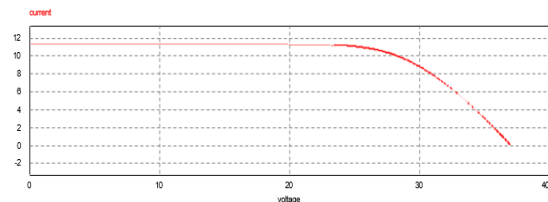
(d)

Gambar 9, (a) Nilai arus pada temperatur 27°. (b) Nilai arus pada temperatur 30°. (c) Temperatur 40° iradiasi 1000. (d) Temperatur 40° iradiasi 3000

Berdasarkan gambar 10 menunjukkan bahwa pengaruh suhu dan irradiasi matahari, terhadap arus dan tegangan. Pada saat temperatur 27° dan irradiasi matahari 1000 W/m<sup>2</sup> maka arus nya 3,8 A dan tegangan yang dihasilkan yaitu 35 V. Pada saat temperatur 30° dan irradiasi matahari 1000 W/m<sup>2</sup>, maka arus nya 3,7 A dan tegangan yang dihasilkan yaitu 34 V. Pada saat temperatur 40° dan irradiasi matahari 1000 W/m<sup>2</sup>, maka arus nya 3,8 A dan tegangan yang dihasilkan yaitu 33,5 V. Pada saat temperatur 40° dan irradiasi matahari 3000 W/m<sup>2</sup>, maka arus nya 11,8 A dan tegangan yang dihasilkan yaitu 35,5 V.



(a)



(b)

Gambar 10, (a) Nilai arus pada temperatur 40 irradiasi 3000. (b) Nilai arus pada temperatur 27 irradiasi 4000

Berdasarkan gambar 10 menunjukkan bahwa pengaruh suhu dan irradiansi matahari, terhadap arus dan tegangan. Pada saat temperatur  $40^{\circ}$  dan irradiansi matahari  $3000 \text{ W/m}^2$ , maka arus nya 11,8 A dan tegangan yang dihasilkan yaitu 36,5 V. Pada saat temperatur  $27^{\circ}$  dan irradiansi matahari  $3000 \text{ W/m}^2$ , maka arus nya 11,8 A dan tegangan yang dihasilkan yaitu 37,5 V. Berdasarkan gambar grafik-grafik diatas dapat dilihat bahwa setiap kenaikan suhu modul photovoltaic, maka tegangan yang dihasilkan akan semakin rendah, sedangkan untuk nilai arus pada modul photovoltaic kenaikan suhu tidak terlalu mempengaruhi terhadap nilai arus yang dihasilkan oleh modul photovoltaic. Sedangkan untuk Radiasi matahari yang menerpa modul photovoltaic, jika radiasi matahari yang menyinari modul photovoltaic Arus dan tegangan yang dihasilkan meningkat dengan ketinggianya, dan sebaliknya.

#### 4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini diperoleh bahwa penerangan lampu jalan pada lokasi tersebut tidak memenuhi standar. Disamping itu suhu permukaan, bayangan, sudut inklinasi, intensitas cahaya, iradiasi, dan kondisi permukaan panel mempengaruhi efisiensi penggunaan photovoltaic. Pada saat temperatur  $27^{\circ}$  iradiasi 1000 maka arus yang dihasilkan adalah 3,8A dan tegangan 35V. Temperatur  $30^{\circ}$  iradiasi 1000 maka arus 3,7 A tegangan 34V. Temperatur  $40^{\circ}$  iradiasi 1000 maka Arus 3,8A tegangan 33,5 V. Pada saat temperatur  $27^{\circ}$  iradiasi 3000 maka arus yang dihasilkan pada modul photovoltaic adalah 11,8 A dan tegangan 37,5V. Kenaikan temperatur, maka tegangan yang dihasilkan akan semakin rendah, sedangkan untuk nilai arus pada modul photovoltaic kenaikan temperatur tidak terlalu mempengaruhi terhadap nilai arus yang dihasilkan oleh modul photovoltaic.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Multazam, T., & Mulkan, A. (2019). Rancang Bangun Turbin Angin Sumbu Horizontal Pada Kecepatan Angin Rendah Untuk Meningkatkan Performa Permanent Magnet Generator. *Serambi Engineering* 4, 616-624.
- [2] Syukri. M, multazam.t, dkk., 'Electrical Energy Audit Analysis at Muara Batu Subdistrict Office, North Aceh", *Journal Geuthee of Engineering and Energy*, vol 2, nomor 2. pp. 126- 135, 2023, doi: 10.52626/joge.v2i2.31.
- [3] S. Mekhilef, R. Saidur, dan M. Kamalisarvestani, "Effect of dust, humidity and air velocity on efficiency of photovoltaic cells," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 16, no. 5, hal. 2920–2925, 2012, doi: 10.1016/j.rser.2012.02.012.
- [4] S. Hamdi, "Mengenal Lama Penyinaran Matahari Sebagai Salah Satu Parameter Klimatologi," 2014. doi: 10.20885/unisia.vol28.iss56.art12.
- [5] E. Rani dan H. Zainul, "Rancang Bangun Konversi Energi Surya Menjadi Energi Listrik Dengan Model Elevated Solar Tower," *J. Neutrino*, vol. 4, no. 2, hal. 153–163, 2012, doi: 10.18860/neu.v0i0.1935.
- [6] H. Kristiawan, I. N. S. Kumara, dan I. A. D. Giriantari, "Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Gedung Sekolah di Kota Denpasar," *J. SPEKTRUM*, vol. 6, no. 4, hal. 66–70, 2019.
- [7] A. H. Andriawan dan P. Slamet, "Tegangan Keluaran Solar Cell Type Monocrystalline Sebagai Dasar Pertimbangan Pembangkit Tenaga Surya," *J. Penelit. LPPM Untag Surabaya*, vol. 2, no. 1, hal. 39–45, 2017.
- [8] K. Liu and J. Makaran, "Design of a solar powered battery charger," *IEEE Electrical Power & Energy Conference (EPEC)*, pp. 1-5, 2009.
- [9] Z. Abidin, "Perancangan dan Implementasi Rangkaian Charger pada Pembangkit Sell Surya untuk Aplikasi Rumah Tangga (Scheme and Implementation Network Charger Generating Of Sell Surya For The Application of Household)," *POLI REKAYASA*, vol. 5, no. 1, pp. 1-6, 2009.
- [10] Triwijaya, S., et al., Battery Management Optimization Considers State Of Charge Using Coulomb Counting Method Pengoptimalan Manajemen Baterai Mempertimbangkan Status Pengisian Baterai Menggunakan Metode Coulomb Counting. 2023. 2(1): pp. 01-07.