

# PERANCANGAN SISTEM KERJA PENERANGAN JALAN UMUM MENGUNAKAN TENAGA SOLAR CELL BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Bela Oktavia, Amperawan<sup>2</sup>

Sarjana Terapan Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Sriwijaya<sup>1</sup>

[belaoktavia8950@gmail.com](mailto:belaoktavia8950@gmail.com)<sup>1</sup>, [amperawan@polsri.ac.id](mailto:amperawan@polsri.ac.id)<sup>2</sup>

## ABSTRAK

Penelitian ini membahas perancangan sistem kerja penerangan jalan umum yang memanfaatkan tenaga solar cell berkapasitas 50 Wp, aki berkapasitas 18 Ah pada tegangan 12V, mikrokontroler ESP32, sensor LDR, sensor INA219, dan platform Blynk untuk sistem monitoring. Sistem ini dirancang untuk menyediakan solusi penerangan yang efisien dan ramah lingkungan dengan memanfaatkan energi terbarukan dari panel surya. Komponen utama sistem meliputi panel surya yang mengonversi energi matahari menjadi listrik dan menyimpan energi tersebut dalam aki untuk penggunaan malam hari. Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya lingkungan, memungkinkan sistem untuk secara otomatis menyalakan lampu pada malam hari dan mematikannya saat siang hari. Sensor INA219 berfungsi untuk mengukur tegangan dan arus yang mengalir dari panel surya ke aki serta dari aki ke lampu, memastikan pengelolaan energi yang efisien. Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai otak dari sistem, mengintegrasikan data dari sensor LDR dan INA219 untuk mengontrol operasi lampu dan mengirimkan data ke platform Blynk. Blynk digunakan sebagai sistem monitoring jarak jauh.

**Kata kunci :** *Lampu Jalan, Solar Cell, Sensor INA219, Blynk,*

## ABSTRACT

*This research discusses the design of a public street lighting system utilizing a 50 Wp solar cell, an 18 Ah battery at 12V, an ESP32 microcontroller, an LDR sensor, an INA219 sensor, and the Blynk platform for monitoring. The system is designed to provide an efficient and eco-friendly lighting solution by harnessing renewable energy from solar panels. The main components of the system include a solar panel that converts solar energy into electricity and stores it in the battery for nighttime use. An LDR (*Light Dependent Resistor*) sensor is used to detect ambient light intensity, allowing the system to automatically turn on the lights at night and turn them off during the day. The INA219 sensor functions to measure the voltage and current flowing from the solar panel to the battery and from the battery to the light, ensuring efficient energy management. The ESP32 microcontroller serves as the brain of the system, integrating data from the LDR and INA219 sensors to control light operations and send data to the Blynk platform. Blynk is used as a remote monitoring system.*

**Key words :** *Street Light, Solar Cell, Sensor INA19, Blynk*

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan yang dimana terdiri dari banyak pulau besar dan kecil, banyak orang di Indonesia masih tidak dapat menikmati kemajuan teknologi dan informasi. Indonesia Semua masyarakat membutuhkan listrik dan penerangan, tetapi banyak orang tidak menyadarinya, terutama mereka yang bekerja di luar rumah di malam hari. Ini termasuk mereka yang memiliki kebutuhan kepada orang lain di malam hari[1].

Berbeda dengan negara beriklim sedang atau kutub yang memiliki musim yang sangat berubah, negara tropis memiliki jumlah jam

sinar matahari yang relatif stabil sepanjang tahun. Konsep ini memastikan pasokan energi yang stabil dan memudahkan perencanaan dan pengelolaan energi surya. Potensi matahari yang besar tersebut dapat mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional. Pada wilayah pelosok yang sulit atau tidak dapat dijangkau oleh jaringan listrik konvensional, dengan memanfaatkan energi surya dari sinar matahari dapat menyediakan listrik di daerah-daerah tersebut, sehingga menunjang peningkatan kualitas hidup masyarakat dan keberlanjutan ekosistem masyarakat setempat. Jalan adalah unit penting dalam kehidupan sehari-hari

khususnya masyarakat dikota maupun didesa sebagai perantara menghubungkan berbagai macam tempat dan lokasi.

Namun, seiring kemajuan teknologi, jenis lampu jalan yang berbeda semakin beragam dan lebih efisien. Teknologi dioda lampu (LED) telah meningkatkan efisiensi energi dan daya tahan lampu jalan, membuatnya semakin populer di banyak kota. Sistem kerja dari penerangan jalan umum ini dibuat secara otomatis dengan menggunakan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) dimana sistem ini bekerja dengan memanfaatkan energi cahaya matahari yang disimpan pada baterai untuk kemudian digunakan pada malam hari. Pengukuran dan pembacaan arus dan tegangan menggunakan sensor INA219 dan Sensor LDR yang terhubung dengan mikrokontroller ESP32 yang kemudian dapat dimonitoring dengan jarak jauh menggunakan aplikasi blynk.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam perancangan sistem kerja penerangan jalan umum tenaga solar cell ini menggunakan beberapa komponen yaitu sebagai berikut.

### 2.1 Solar Cell

Pembangkit tenaga surya ini juga dikenal sebagai solar cell atau panel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor lainnya. Teknologi yang menggunakan sinar matahari sebagai sumber energi yang tidak terbatas memiliki daya guna yang tinggi dan ramah lingkungan, dan mereka hanya membutuhkan area instalasi yang luas untuk menyerap sinar matahari [2].



Gambar 2.1 Solar Cell[2]

### 2.2 Solar Charge Controller (SCC)

SCC adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengontrol arus searah yang masuk ke baterai dan keluar dari baterai ke beban. Pengontrol pengisian surya mengontrol

overcharging, yaitu kelebihan pengisian karena baterai penuh, dan kelebihan tegangan yang dihasilkan oleh solar cell [3].



Gambar 2.2 Solar Charge Controller (SCC)

### 2.3 Baterai

Aki atau baterai adalah bagian penting dari sistem penerangan jalan umum tenaga surya karena mereka menyimpan arus dan energi untuk digunakan pada malam hari ketika panel surya tidak dapat menghasilkan arus dan energi [4].



Gambar 2.3 Baterai[3]

### 2.4 Relay

Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan relay yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan armature relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A[5].



Gambar 2.4 Relay[5]

## 2.5 Stepdown

*Step Down* merupakan alah satu jenis *converter* yang mengubah secara langsung dari tegangan DC ke tegangan DC adalah *converter step down*. Konverter DC dapat digunakan untuk menaikkan sumber tegangan DC yang dikenal sebagai *boost converter* atau menurunkan sumber tegangan DC yang dikenal sebagai *buck converter*. Konverter DC juga dapat digunakan untuk menaikkan dan menurunkan sumber tegangan DC yang dikenal sebagai *buck converter* [6].



Gambar 2.5 Stepdown[6]

## 2.6 Sensor LDR

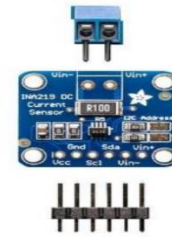
Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah jenis resistor yang nilai resistansinya berubah-ubah tergantung pada intensitas cahaya yang jatuh pada permukaannya. Sensor LDR mempunyai perubahan resstansi yang besarnya tergantung pada intensitas cahaya yang mengenainya[7].



Gambar 2.6 Sensor LDR[7]

## 2.7 Sensor INA

Sensor INA219 memiliki kemampuan untuk melihat tegangan dan arus pada rangkaian listrik. Dengan menggunakan VCC 5V atau 3V, modul ini dapat mengukur arus hingga 3.2A dan tegangan hingga 26VDC. Medan magnet yang dihasilkan oleh kabel tembaga dibaca oleh sensor, yang kemudian diproses oleh IC dan diubah menjadi tegangan [8].



Gambar 2.7 Sensor INA219[8]

## 2.8 NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 adalah mikrokontroler terpadu berbasis chip (SoC) yang memiliki WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai peripheral. ESP32 adalah chip yang cukup lengkap dengan prosesor, penyimpanan, dan akses ke GPIO (General Purpose Input Output). Ini dapat digunakan untuk rangkaian pengganti Arduino dan mendukung koneksi WI-FI langsung [9].



Gambar 2.8 NodeMCU ESP32[9]

## 2.9 Blynk

Blynk adalah platform yang memungkinkan mengontrol modul Arduino, Rasbery Pi, dan Wemos melalui internet pada perangkat Android atau iOS. Banyak fitur aplikasi ini membuatnya lebih mudah digunakan, bahkan bagi orang baru. Cara membuat proyek di aplikasi ini sangat mudah hanya dengan *drag and drop* dalam 5 menit. Blynk tidak terhubung ke modul atau papan khusus. Dengan menggunakan aplikasi ini, kita dapat mengontrol segala sesuatu dari jarak jauh sambil tetap terhubung ke internet. Ini adalah apa yang disebut *Internet of Things* (IoT) [10].

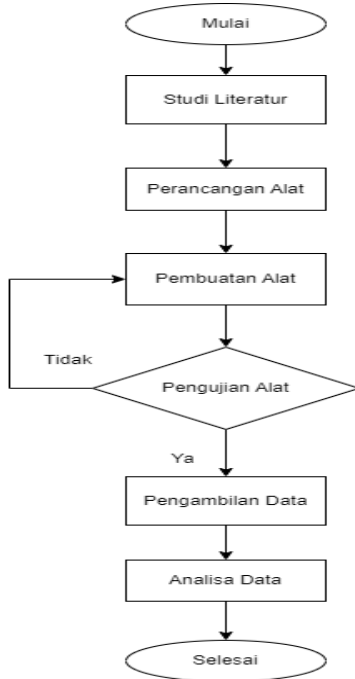


Gambar 2.8 Logo Blynk[10]

### 3. METODOLOGI

#### 3.1 Kerangka Tugas Akhir

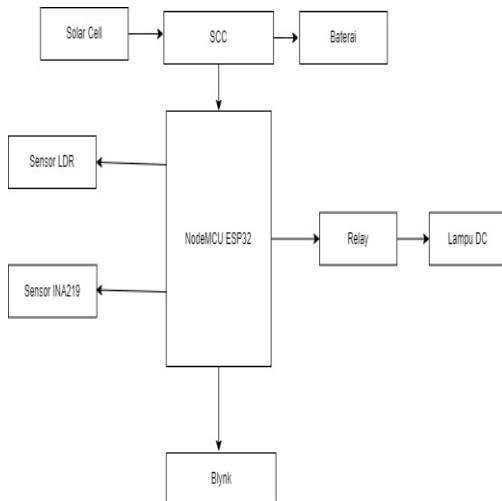
Selama proses pengerjaan penelitian ini dibagi menjadi 6 tahap seperti pada gambar berikut:



Gambar 3.1 Kerangka Tugas Akhir

#### 3.2 Blok Diagram

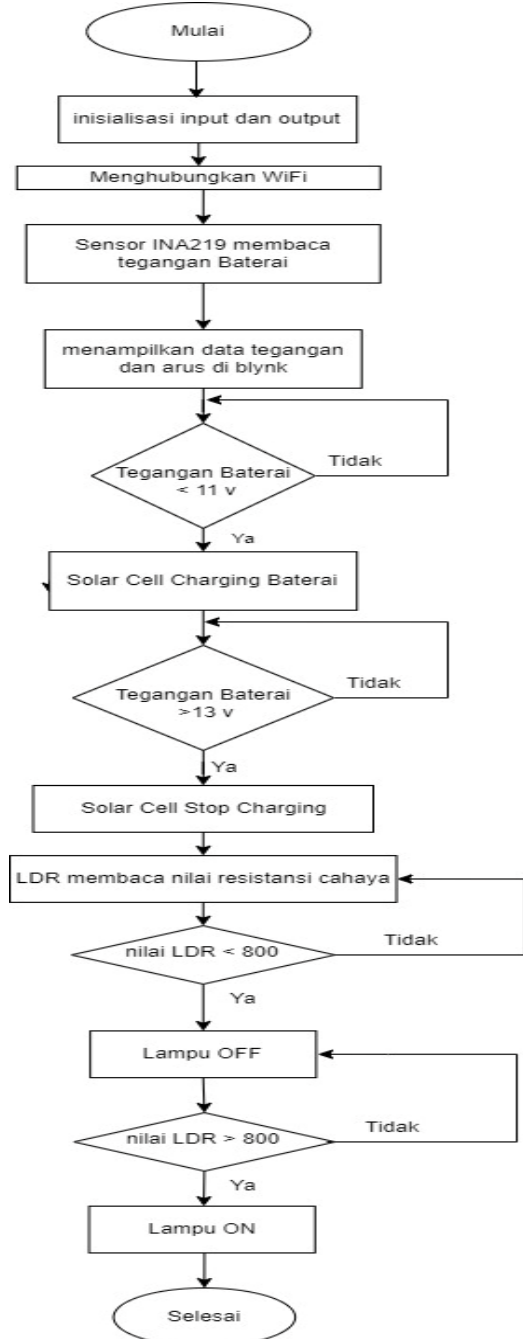
Blok diagram merupakan pernyataan hubungan yang berurutan dari satu atau lebih komponen yang memiliki satu kesatuan dimana setiap blok komponen mempengaruhi komponen lainnya. Diagram blok secara keseluruhan tentang lampu jalan tenaga solar cell seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem

#### 3.3 Flowchart

Cara kerja dari suatu alat dapat dilihat dari flowchart atau diagram alir proses alat tersebut mulai sampai dinyatakan selesai. Flowchart sistem penerangan lampu jalan dilihat pada gambar 3.3 berikut.

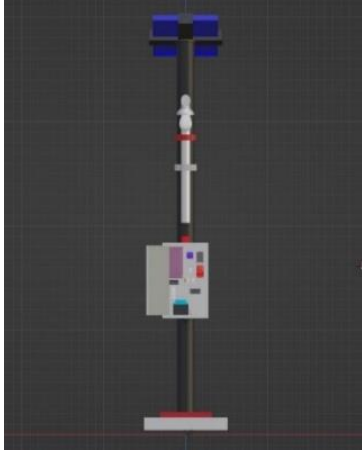


Gambar 3.3 Flowchart Sistem Penerangan Jalan Umum

#### 3.4 Perancangan Mekanik

Adapun tahapan yang dilakukan dalam mekanik perencanaan yaitu membuat model 3D menggunakan *software* blender untuk

merepresentasikan desain konseptual dalam bentuk yang lebih detail. Berikut desain 3D dari penerangan lampu jalan tenaga solar cell pada gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.4 Desain D3 Mekanik

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perancangan Sistem

Dengan desain ini, lampu jalan dapat memberikan penerangan yang konsisten dan andal sepanjang malam tanpa perlu dioperasikan secara manual. Oleh karena itu untuk lebih jelas perancangan penerangan jalan umum menggunakan beberapa komponen seperti pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4. 1 Perancangan Komponen

Nama Komponen	Keterangan
Solar Cell	Jenis <i>Polycrystalline</i> 50Wp
<i>Solar Charge Controller (SCC)</i>	MPPPT STEC 20A 12V/24 V <i>automatic</i> , 20A, max PV <i>voltage</i> 75V
Baterai	VRLA 18 Ah 12 Volt
MCB DC	6A merk TOMZN
Beban DC	1 Buah Lampu DC 30 Watt
Kabel	PV-IF 1 x 2,5 mm <sup>2</sup> 14 AWG

### 4.2 Penentuan Total Daya Perhari

Berdasarkan perhitungan beban yang dirancang maka diperoleh hasil kebutuhan energi beban yang didapat adalah jenis lampu DC 30W sebanyak 1 buah dengan waktu pemakaian 12 jam dan kebutuhan energi 150

Wh. Penentuan total daya dalam sehari dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4. 2 Kebutuhan Energi

Jenis Beban	Daya (Watt)	Waktu (Jam)	Energi (Wh)
Lampu DC	30	10	300

$$\begin{aligned}
 E &= P \times \text{Jumlah Beban} \times t \\
 &= 30 \text{ Watt} \times 1 \times 10 \text{ jam} \\
 &= 300 \text{ Wh}
 \end{aligned}$$

Jadi dari perhitungan kebutuhan energi pada tabel 4.2 didapatkan bahwa perancangan sistem penerangan jalan umum tenaga solar cell dengan lampu DC 30 Watt menyala selama 10 jam membutuhkan energi sebanyak 300 Wh.

### 4.3 Pemilihan Modul Solar Cell

Berikut persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung kebutuhan daya panel surya untuk lampu jalan otomatis dengan beban lampu DC 30 Watt.

$$\begin{aligned}
 \text{Daya Panel} &= \frac{\text{Kebutuhan Energi Harian}^2}{\text{Efisiensi Sistem} \times \text{Jam}} \\
 &= \frac{240 \text{ Wh}}{0,75 \times 8} \\
 &= 40 \text{ Wp}
 \end{aligned}$$

Setelah didapat kebutuhan energi sebesar 300Wh maka daya solar cell yang dibutuhkan adalah 40 Wp.

### 4.4 Penentuan Kapasitas SCC

Untuk menentukan kapasitas SCC pada penerangan lampu jalan tenaga solar cell, perlu dilakukan pertimbangan beberapa faktor termasuk daya solar cell (dalam Wp), tegangan baterai, dan kapasitas baterai. Berikut cara untuk menentukan kapasitas SCC menggunakan persamaan 2.9

$$\begin{aligned}
 I_{\text{panel}} &= \frac{P_{\text{panel}}}{V_{\text{sistem}}} \\
 &= \frac{50 \text{ Wp}}{12 \text{ V}} \\
 &= 4,17 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Jadi untuk panel surya kapasitas 50WP dengan tegangan sistem sebesar 12 Volt dapat menggunakan SCC dengan kapasitas minimal 4,17 A.

#### 4.5 Pemilihan MCB

MCB adalah komponen penting yang digunakan untuk pengaman peralatan maupun pengaman penghantar listrik pada tegangan rendah. Untuk rating MCB yang tersedia dipasaran mulai dari 2 A sampai 6 A. Dari PLTS yang diamankan dengan daya 50W dapat menggunakan persamaan 2.10 berikut.

$$\begin{aligned} I_{mcb} &= N_{panel} \times I_{sc} \times \text{factor keamanan} \\ &= 1 \times 2,97 \times 1,25 \\ &= 2,97 \text{ A} \end{aligned}$$

Jadi perancangan penerangan jalan umum tenaga solar cell berdaya 50W ini menggunakan MCB dengan arus 2,97 A.

#### 4.6 Data Pengujian Solar Cell

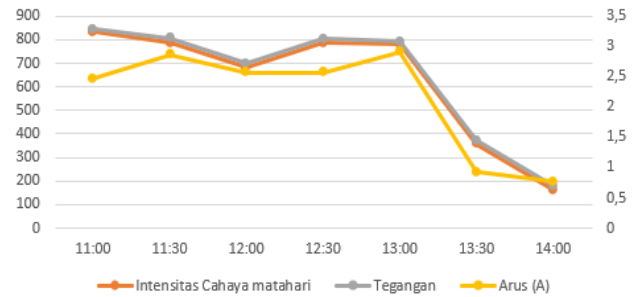
Pada tabel 4.3 dilakukan pengambilan data dari solar cell pada Senin, 23 Juli 2024 dari pukul 10:00 sampai pukul 14:00 menggunakan alat ukur intensitas cahaya matahari yaitu solar power meter, serta alat ukur arus dan tegangan menggunakan multimeter digital. Pengambilan data dilakukan setiap satu jam sehingga didapatkan beberapa data yang dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 pengujian solar cell

Waktu (WIB)	Intensitas Cahaya (W/m <sup>2</sup> )	Tegangan (V)	Arus (A)
11.00	832,2	16,6	2,47
12.00	682,1	16,1	2,57
13.00	779,5	16,0	2,91
14.00	164,1	15,7	0,78

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa tegangan tertinggi pada intensitas cahaya 832,2 W/m<sup>2</sup> pukul 11:00 sebesar 16,6 V dengan arus 2,47 A, sedangkan pada intensitas cahaya matahari sebesar 164,1 W/m<sup>2</sup> pukul 14:00 menunjukkan tegangan dan arus terendah dimana tegangan sebesar 15,7 V dan arus sebesar 0,78 A. Hubungan intensitas cahaya matahari dengan arus dan tegangan panel dapat dilihat pada berikut.

Hubungan Intensitas Cahaya terhadap Arus dan Tegangan



Grafik 4.1 Hubungan Intensitas Cahaya matahari dengan arus dan tegangan

Pada grafik 4.1 menunjukkan bahwa Pada awalnya, intensitas cahaya dan arus cukup tinggi dan relatif stabil antara pukul 11:00 hingga 13:00. Namun, keduanya mulai mengalami penurunan tajam setelah pukul 13:00 hingga 14:00. Pada sekitar pukul 13:30 hingga 14:00, intensitas cahaya, tegangan, dan arus semuanya turun dengan signifikan. Hal ini mungkin disebabkan oleh perubahan cuaca atau posisi matahari yang mulai menurun sehingga intensitas cahaya yang diterima juga berkurang. Sehingga dapat disimpulkan bahwa intensitas cahaya matahari berpengaruh pada arus dan tegangan. Saat intensitas cahaya tinggi, arus dan tegangan juga cenderung tinggi, dan sebaliknya.

#### 4.7 Pengujian Sistem Monitoring

Pengujian juga dilakukan dengan membandingkan nilai yang terbaca pada alat ukur berupa multimeter dengan nilai pada sensor yang dipakai baik sensor arus atau sensor tegangan yang kemudian nilai tersebut dibagi dengan nilai yang terbaca pada alat ukur dan dikalikan 100 % untu mendapatkan errornya sehingga rumus yang dapat digunakan sebagai berikut:

$$\% \text{ error} = \frac{V_{Out \text{ Perhitungan}} - V_{Sistem \text{ Monitoring}}}{V_{Out \text{ Perhitungan}}} \times 100\%$$

Tabel 4.4 pengujian nilai arus baterai

No	Arus Baterai		
	Alat Ukur	Monitoring	Persentase Error (%)
1	0,9	1,2	0,33
2	1,6	1,5	0,06
3	2,5	2,3	0,08
4	2,7	2,4	0,11
Rata-Rata			0,14

Berdasarkan pada tabel 4.4 pengujian arus yang terbaca pada sistem monitoring menggunakan aplikasi blynk yang diakses melalui *handphone* dan pengujian menggunakan alat ukur menggunakan multimeter dapat dilihat bahwa nilai tertinggi yang terbaca pada multimeter percobaan keempat sebesar 2,7A dan yang terendah percobaan pertama sebesar 0,9 sehingga dari keempat percobaan itu menghasilkan rata-rata error sebesar 0,14%.

Tabel 4.5 Pengujian tegangan baterai

No	Tegangan Baterai		
	Alat Ukur	Monitoring	Persentase Error (%)
1	13,1	14,2	0,08
2	15,7	16,4	0,04
3	13,3	15,3	0,15
4	16,1	16,4	0,01
Rata-Rata			0,34

Berdasarkan pada tabel 4.5 pengujian tegangan yang terbaca pada sistem monitoring dan pembacaan pada multimeter dapat dilihat bahwa nilai tertinggi yang terbaca pada multimeter percobaan ketiga sebesar 16,1 dan yang terendah percobaan pertama sebesar 13,1 sehingga dari keempat percobaan itu menghasilkan rata-rata error sebesar 0,34%.

## 5. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dari hasil perancangan didapatkan bahwa penerangan lampu jalan tenaga solar cell membutuhkan daya panel yang digunakan sistem yaitu 50 WP dengan kebutuhan harian 240Wh untuk menyalakan lampu selama 8 jam, dengan komponen pendukung lainnya seperti sensor INA219 untuk mengukur arus dan tegangan, sensor LDR untuk mendeteksi cahaya sehingga lampu akan menyala pada malam hari.
2. Pada pengukuran dengan sistem monitoring dengan membandingkan pengukuran melalui aplikasi blynk dan multimeter pengujian arus yang terbaca dapat dilihat bahwa nilai tertinggi yang terbaca pada multimeter percobaan keempat sebesar 2,7A dan menghasilkan rata-rata error

sebesar 0,14%. Dan nilai tertinggi yang terbaca sebesar 16,1 dan yang terendah sebesar 13,1 sehingga menghasilkan rata-rata error sebesar 0,34%.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Hajar, Y. Yuliansyah, J. Jumiati, D. J. Damiri, M. C. Fatah, and I. M. I. M. Brunner, "Implementasi Solar Cell Panel untuk penerangan umum di Wilayah Serang Baru - Bekasi," *Unri Conf. Ser. Community Engagem.*, vol. 3, pp. 289–295, 2021, doi: 10.31258/unricsce.3.289-295.
- [2] M. Nasution, "Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik," *Cetak) J. Electr. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 35–40, 2021.
- [3] B. Bakhtiar and T. Tadjuddin, "Pemilihan Solar Charge Controller (Scc) Pembangkit Listrik Tenaga Surya," *Semin. Nas. Has. Penelit. ...*, pp. 168–173, 2020
- [4] S. A. Angioni *et al.*, "No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析 Title," *Fish. Res.*, vol. 140, no. 1, p. 6, 2021, [Online]. Available: [http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/35612/1/Trabajo de Titulacion.pdf%0Ahttps://educacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2019/01/GUIA-METODOLOGICA EF.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2013.04.005%0Ahttps://doi.org/10.1038/s41598](http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/35612/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf%0Ahttps://educacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2019/01/GUIA-METODOLOGICA%20EF.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2013.04.005%0Ahttps://doi.org/10.1038/s41598)
- [5] M. Saputra, G. F. Yustiawan, I. Ridzki, S. S. Wiwaha, and B. S. Gumilang, "Perancangan Dan Implementasi Half Bridge Dc – Dc Converter Dengan Kendali Arus Hysteresis," *Elposys J. Sist. Kelistrikan*, vol. 10, no. 1, pp. 72–77, 2023, doi: 10.33795/elposys.v10i1.1006

- [7] M. N. Nizam, Haris Yuana, and Zunita Wulansari, "Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 767–772, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5713
- [8] M. Artiyasa, A. Nita Rostini, Edwinanto, and Anggy Pradifta Junfithrana, "Aplikasi Smart Home Node Mcu Iot Untuk Blynk," *J. Rekayasa Teknol. Nusa Putra*, vol. 7, no. 1, pp. 1–7, 2021, doi: 10.52005/rekayasa.v7i1.59.
- [9] M. N. Nizam, Haris Yuana, and Zunita Wulansari, "Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 767–772, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5713.
- [10] M. Artiyasa, A. Nita Rostini, Edwinanto, and Anggy Pradifta Junfithrana, "Aplikasi Smart Home Node Mcu Iot Untuk Blynk," *J. Rekayasa Teknol. Nusa Putra*, vol. 7, no. 1, pp. 1–7, 2021, doi: 10.52005/rekayasa.v7i1.59.