

## **Sistem Kontrol dan Monitoring Penerangan Jalan Umum Panel Surya Berbasis Internet of Things (IoT)**

Hikmatul Amri<sup>1</sup>, Wan M. Faizal<sup>2</sup>, Hardi B<sup>3</sup>  
Politeknik Negeri Bengkalis<sup>1,2,3)</sup>

hikmatul\_amri@polbeng.ac.id<sup>1</sup>, wanfaizal@polbeng.ac.id<sup>2</sup>, hardi@polbeng.ac.id<sup>3</sup>

### **Abstract**

*Electricity is a crucial need in human life, affecting various daily activities. Most tasks require electrical energy, and any shortage can disrupt these activities. One alternative for providing electricity is by using Solar Power Plants, which convert sunlight into electricity through solar panels. Solar Power Plants is known as a renewable and eco-friendly energy source, as it does not produce air pollution or greenhouse gas emissions during its operation. Solar Power Plants system is also a practical solution for remote areas or islands because it can be installed quickly and easily. However, challenges arise in the field when solar power plants-based public street lighting is installed, including monitoring battery conditions, detecting damaged streetlights, and preventing theft. To address these issues, the proposed solution involves installing sensors that can monitor battery conditions (voltage and current sensors), detect the status of the public street lighting lights when active (LDR sensor), and prevent theft (GPS sensor). The data collected from the sensors is transmitted via a GPRS network using the SIM800L module for real-time monitoring by users. By installing sensors on Solar Power Plants-based street lighting, ongoing issues in the field can be addressed continuously. The test results show an average error of 0.81% for voltage measurements and 1.45% for current measurements. The NEO 7M sensor outperformed the smartphone GPS with a difference of 2.946 meters. The LDR sensor is active high, with an output voltage of 3.3 volts when there is light, while the relay module is active low, with an output voltage of 0 volts at the relay data pin. The battery charging duration was found to be 570 minutes, and the battery usage duration is 2.5 hours.*

*Keywords : Solar panel, greenhouse, public street lighting, network.*

### **1. PENDAHULUAN**

Penerangan jalan umum merupakan bagian penting dari infrastruktur perkotaan, yang berperan signifikan dalam meningkatkan keselamatan dan keamanan pengguna jalan di malam hari. Di banyak daerah, terutama di wilayah terpencil dan pulau-pulau, pasokan listrik dari jaringan konvensional seringkali tidak memadai atau bahkan tidak tersedia. Situasi ini telah mendorong pengembangan sumber energi alternatif yang lebih terjangkau, berkelanjutan, dan ramah lingkungan, salah satunya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Pembangkit listrik tenaga surya merupakan solusi yang efektif dan efisien untuk menghasilkan listrik dengan memanfaatkan energi terbarukan dari sinar matahari. Selain tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca, PLTS juga menawarkan keuntungan dalam hal pemasangan yang mudah, terutama di daerah yang sulit diakses oleh jaringan listrik konvensional. Namun, pelaksanaan sistem penerangan jalan umum yang berbasis PLTS juga menghadapi tantangan, seperti pemantauan kondisi baterai yang kompleks (Kale & Chaudhari, 2022), kondisi lampu penerangan dan risiko tinggi pencurian komponen.

Dengan kemajuan teknologi, integrasi PLTS dengan sistem GPS (Nadella et al., 2020) dan Internet of Things (IoT) telah muncul sebagai solusi inovatif untuk tantangan ini. Penggunaan sensor untuk memantau kondisi baterai berupa sensor tegangan dan arus, sensor

LDR untuk mengetahui kondisi lampu LED penerapan, dan sensor GPS untuk melacak lokasi dan mencegah pencurian sehingga memungkinkan manajemen dan pemeliharaan sistem penerangan jalan umum yang lebih efisien dan real-time. Data yang dihasilkan oleh sensor-sensor ini dapat dikirim melalui jaringan GPRS (Yujie & Xihuang, 2011) kepada pengguna untuk pemantauan secara langsung, sehingga memungkinkan tindakan cepat dalam mengatasi masalah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji sistem penerangan jalan umum berbasis PLTS yang terintegrasi dengan teknologi GPS dan IoT. Diharapkan bahwa sistem ini akan meningkatkan efisiensi operasional dan keamanan sistem PJU, terutama di wilayah terpencil dan pulau-pulau, sekaligus mempromosikan penggunaan sumber energi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lianda dan kawan-kawan tentang sistem pemantauan kapasitas baterai berbasis IoT pada kendaraan listrik di mana teknologi IoT dapat memantau kapasitas baterai 12 volt. Penelitian ini menggunakan panel surya 50 WP dengan kapasitas baterai 7 Ah. Baterai ini digunakan untuk menyuplai sistem penerangan pada kendaraan listrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengisian baterai memerlukan waktu 4,5 jam dengan rata-rata arus 1,74 amper. Selain itu, baterai dapat dinonaktifkan dengan menekan tombol *off* pada aplikasi Blynk (Lianda et al., 2024).

Muhammad dan Achmad telah merancang rangkaian kontrol otomatis dan pemantauan baterai untuk lampu jalan bertenaga surya berdasarkan *internet of things* (IoT). Dalam penelitian ini, sistem kontrol otomatis tanpa sensor cahaya dirancang untuk penerangan jalan menggunakan panel surya, sementara tegangan baterai dipantau menggunakan IoT. Perangkat keras terdiri dari sistem rangkaian kontrol otomatis yang mengendalikan lampu LED. Sensor Tegangan adalah pembagi tegangan dengan resistansi 7500  $\Omega$  dan 30000  $\Omega$ . NodeMCU 8266, yang bertindak sebagai pemroses data dari sensor, mengirimkan data ke server melalui internet, yang kemudian ditampilkan di situs web. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketika tegangan dari regulator adalah 12,6 volt, lampu akan mati, dan data tegangan baterai diperoleh dalam rentang 10,72-18,04 volt (Muhammad & Achmad, 2023).

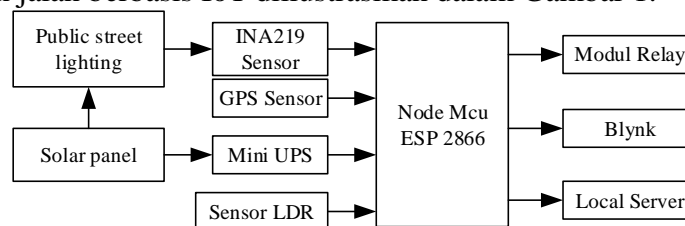
Hidayati dan kawan-kawan melakukan penelitian tentang sistem kontrol dan pemantauan penerangan jalan berbasis IoT. Dalam penelitian ini, mereka mengembangkan perangkat yang mampu mengontrol tingkat kecerahan lampu jalan dan memantaunya menggunakan sistem *internet of things* (IoT). Arduino digunakan untuk mengatur tegangan lampu jalan melalui *dimmer* lampu AC, dan sensor LDR digunakan untuk mendeteksi kondisi lampu, dengan data ditampilkan di situs web. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor tegangan membaca 220-240 V, dan sensor arus mengukur sekitar 0,15 A saat lampu menyala. Ketika lampu dimatikan, sensor tegangan tetap membaca 220-240 V, tetapi pembacaan sensor arus sekitar 0,11 A. Dalam kasus kerusakan lampu, nilai arus yang terbaca sensor sekitar 0,04 A (Hidayati et al., 2023).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Wijayanto dan kawan-kawan tentang sistem pemantauan arus dan tegangan pada sistem pembangkit listrik tenaga surya on-grid menggunakan *internet of things* (IoT) dan Aplikasi Telegram di mana pemantauan berbasis IoT mempermudah proses pemantauan arus dan tegangan pada pembangkit listrik tenaga surya. Pada pengujian tanpa beban data tegangan panel menunjukkan rata-rata tegangan sebesar 14,84 V dan arus sebesar 0,908 A dan pada pengujian berbeban menggunakan lampu 20 W sebagai beban, hasil menunjukkan rata-rata tegangan sebesar 219,48 V dan arus sebesar 0,08 A. Pembacaan arus dan tegangan yang diperoleh oleh sensor berdasarkan data Telegram dan pengukuran multimeter menunjukkan eror sebesar 0,14 %, dan eror *output* tegangan AC sebesar 0,094 % (Wijayanto et al., 2022).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Adam dan kawan-kawan tentang sistem pemantauan penerangan jalan dengan aplikasi IoT di mana teknologi *internet of things* digunakan untuk memantau dan mendeteksi kerusakan pada lampu jalan. Sistem ini dilengkapi dengan sensor ZMPT101B untuk mengukur tegangan AC, sensor ACS 712 untuk mengukur arus beban listrik, dan modul WiFi ESP8266-01 untuk membangun koneksi TCP/IP, memungkinkan data dikirim dari mikrokontroler Arduino Mega2560 ke internet. Sistem pemantauan penerangan jalan ini kemudian dapat diakses melalui antarmuka ThingSpeak, baik di ponsel maupun laptop. Hasil pengujian sensor tegangan menunjukkan tingkat akurasi sebesar 96,7 % (Adam et al., 2020).

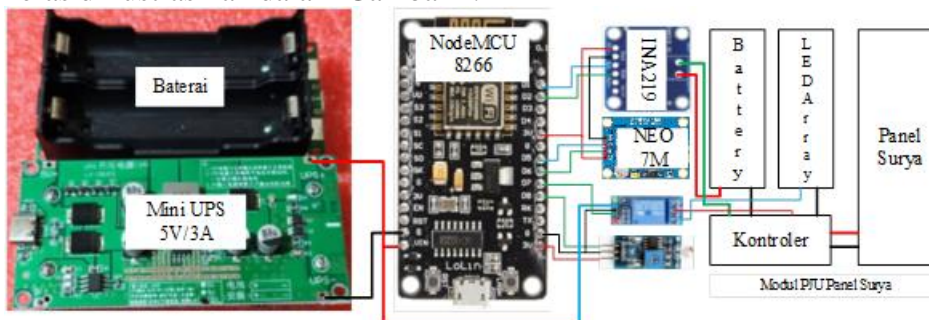
### 3. METODE PENELITIAN

Sistem pemantauan ini dapat melacak tegangan, arus, dan koordinat lokasi lampu penerangan jalan. NodeMCU ESP8266 berfungsi untuk menerima data arus dan tegangan dari sensor INA219, serta data koordinat GPS dari sensor NEO 7M, dan mengirimkan informasi ini ke server Blynk dan server lokal. Pemantauan dapat dilakukan melalui *smartphone* menggunakan aplikasi Blynk. Sensor INA219 mengukur dua parameter: tegangan dan arus DC melalui antarmuka *two wire interface* (TWI). Sensor GPS NEO 7M dapat membaca koordinat bujur dan lintang melalui komunikasi serial (Tx dan Rx). Sensor LDR untuk mendeteksi kerusakan pada lampu LED. Modul relay digunakan untuk mengontrol lampu secara otomatis. Seluruh sistem disuplai melalui modul mini UPS yang dapat diisi ulang melalui panel surya dan tetap aktif saat sedang mengisi daya. Diagram blok untuk sistem pemantauan penerangan jalan berbasis IoT diilustrasikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Perangkat keras merupakan bagian penting dari sistem ini. Tujuan dari desain ini adalah untuk merencanakan dan mengimplementasikan perangkat keras sesuai dengan kebutuhan operasional sistem pemantauan, yang bertujuan untuk melacak penggunaan tegangan dan arus baterai dalam sistem penerangan jalan bertenaga surya menggunakan NodeMCU ESP8266 berbasis IoT. Proses ini mencakup pemilihan komponen yang kompatibel dan pembuatan skema rangkaian yang efektif untuk memastikan sistem beroperasi secara optimal dalam pemantauan kondisi baterai secara *real-time* melalui internet. Desain perangkat keras diilustrasikan dalam Gambar 2.

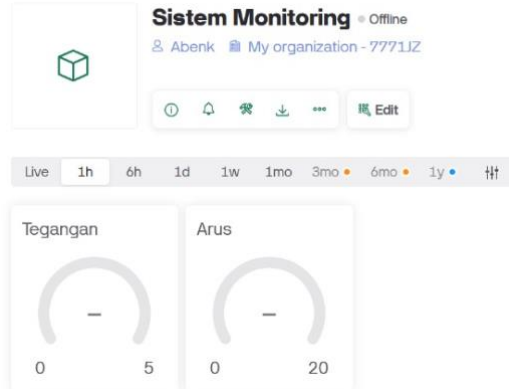


Gambar 2. Desain Perangkat Keras

Berdasarkan Gambar 2, sistem ini terdiri dari dua jenis sensor. Pertama, sensor INA219 terhubung ke NodeMCU 8266 melalui dua pin data: pin SCL pada sensor terhubung

ke pin D1, dan pin SDA terhubung ke pin D2 pada NodeMCU. Kedua, sensor GPS NEO 7M terhubung dengan pin Rx sensor ke pin D5 dan pin Tx ke pin D6 pada NodeMCU. Sensor LDR terhubung pada pin D8. Modul relay terhubung pada pin D7. Semua sensor diberdayakan oleh suplai 3,3 volt dari pin NodeMCU. Sementara itu, modul mini-UPS menyediakan *output* 5 VDC dan dapat terhubung langsung ke pin VV pada NodeMCU, dengan semua terminal negatif (-) terhubung ke semua perangkat sensor, NodeMCU, dan mini-UPS.

Di sisi perangkat lunak, antarmuka sistem pemantauan dirancang dalam aplikasi Blynk. Antarmuka yang dirancang menampilkan pembacaan dari sensor INA219, termasuk tegangan dan arus, yang dapat dipantau melalui *smartphone* dan komputer. Antarmuka sistem pemantauan ditunjukkan dalam Gambar 3.

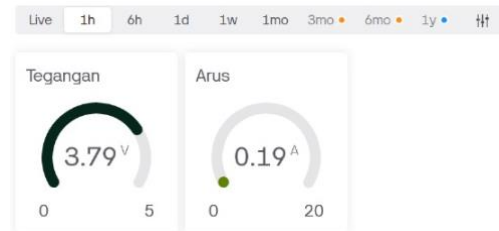


Gambar 3. Desain Perangkat Lunak

#### 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

##### Pengujian Sensor INA219

Blynk dapat digunakan pada berbagai sistem operasi. Aplikasi ini dapat diinstal melalui Play Store untuk pengguna Android, App Store untuk pengguna iOS, dan juga dapat diakses melalui website. Aplikasi ini dapat menampilkan data dalam bentuk angka, grafik, dan berbagai format lainnya untuk pemantauan data. Tampilan pemantauan tegangan dan arus dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Data Aplikasi Blynk

Pengujian awal sensor INA219 dilakukan untuk menentukan tingkat kesalahan pengukuran tegangan dan arus dengan berbagai beban DC. Pengujian ini melibatkan variasi tegangan dari 5 hingga 12 volt dengan beban DC yang berbeda untuk mengukur arus DC yang bervariasi. Pengujian dilakukan berulang kali untuk mendapatkan rata-rata kesalahan pengukuran tegangan dan arus. Hasil pengujian tegangan dan arus ditunjukkan pada Tabel 1.

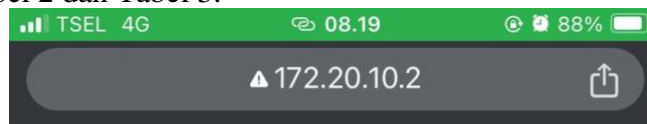
Sensor INA219		Alat Ukur		Error (%)	
Tegangan (V)	Arus (mA)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Tegangan	Arus
5,07	844,20	5,02	830,40	0,97	1,63
4,87	842,60	4,83	851,30	0,89	1,03
4,95	137,30	4,90	132,10	0,92	3,79
5,36	269,30	5,32	266,70	0,80	0,97
12,00	402,90	11,95	405,50	0,43	0,65

13,08	584,40	12,97	588,00	0,84	0,62
	Rata-rata eror			0,81	1,45

Pengujian sensor INA219 untuk arus dan tegangan dilakukan untuk perbandingan menggunakan multimeter METRL MD9060. Dari pengujian pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa rata-rata eror pengukuran tegangan adalah 0,81 %, dan rata-rata eror pengukuran arus adalah 1,45 %.

### Pengujian Sensor INA219

Akurasi sensor GPS NEO 7M diuji dengan membandingkan perbedaan jarak dengan koordinat Google Maps. Pengujian dilakukan di 5 lokasi berbeda di mana koordinat Google Maps dapat dengan mudah diidentifikasi pada peta di website seperti di persimpangan jalan. Smartphone iPhone SE 2020 juga digunakan sebagai perbandingan untuk menentukan koordinat mana yang lebih dekat dengan lokasi sebenarnya. Hasil pengiriman data koordinat dari sensor GPS NEO 7M ke server lokal dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.



## GPS DATA

### Location Details

Latitude 1.459341  
Longitude 102.150085

Gambar 5 Transmisi Data dari GPS ke Server Lokal

Tabel 2. Perbandingan Koordinat GPS Sensor NEO 7M dan GPS Smartphone

No	Google Maps	GPS Sensor	GPS Smartphone	Selisih (M)	
				GPS Sensor	GPS Smartphone
1	1.459039, 102.150463	1.458990, 102.150375	1.459020, 102.150438	12,23	6,55
2	1.458947, 102.148230	1.458916, 102.148247	1.458825, 102.148336	3,87	18,09
3	1.458984, 102.147165	1.458977, 102.147194	1.458989, 102.147184	3,24	2,14
4	1.459972, 102.141172	1.459903, 102.141151	1.459903, 102.141092	8,09	12,04
5	1.457083, 102.139741	1.457106, 102.139717	1.457084, 102.139678	3,75	7,09
			Rata-rata selisih	6,236	9,182

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa sensor GPS NEO 7M memiliki selisih yang lebih kecil dibandingkan dengan GPS pada *smartphone*. Rata-rata selisih untuk sensor GPS NEO 7M adalah 6,236 meter, sedangkan untuk GPS pada *smartphone* adalah 9,182 meter dibandingkan dengan koordinat sebenarnya pada Google Maps.

### Pengujian Sensor LDR

Pengujian modul sensor LDR dilakukan dengan menghubungkan pin keluaran LDR ke D8 NodeMCU ESP8266, membaca nilai digital dari pin output, dan menampilkan hasilnya di serial monitor. Pengujian sensor dilakukan dengan mengarahkan Lampu PJU ke sensor LDR sehingga adanya perubahan tegangan keluaran sesuai intensitas cahaya yang masuk ke sensor ini. Hasil pengujian sensor ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor LDR

No.	Kondisi Cahaya	Tegangan Keluaran Sensor (V)	Logika
1	Terang	3,3	1
2	Gelap	0	0

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa sensor LDR memiliki sifat keluaran aktif high, di mana pada kondisi cahaya terang logika keluaran bernilai 1 dengan tegangan keluaran sensor sebesar 3,3 volt.

### Pengujian Modul Relay

Pengujian modul relay dilakukan dengan menghubungkan pin VCC dan GND ke sumber tegangan 5V, menghubungkan pin kontrol ke pin digital D7 pada NodeMCU, membuat kode program untuk mengaktifkan relay dan melakukan proses unggah program ke perangkat NodeMCU ESP8266, mengukur tegangan yang masuk ke pin data relay dan mengukur kontak relay pada bagian keluaran. Hasil pengujian modul relay dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Pengujian Modul Relay

No.	Logika Pin D7	Tegangan IN Relay (V)	Kondisi Relay
1	HIGH	4,8	Terputus
2	LOW	0	Terhubung

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa modul relay memiliki sifat keluaran aktif low, untuk mengaktifkan relay pin keluaran NodeMCU yang terhubung ke pin data modlu relay harus diberi logika 0 (LOW) sehingga tegangan keluaran pin tersebut sebesar 0 volt.

### Pengujian Pengisian Baterai

Pengujian pengisian baterai penerangan jalan menggunakan panel surya dilakukan untuk mengetahui lama pengisian baterai di bawah kondisi cuaca yang berbeda. Cuaca cerah menghasilkan cahaya pada kapasitas maksimum, memungkinkan tegangan panel surya juga mencapai maksimum. Sebaliknya, kondisi mendung atau berawan menghasilkan cahaya yang kurang optimal, menyebabkan panel surya menghasilkan tingkat tegangan yang lebih rendah. Panel surya memiliki kapasitas 8 watt dan tegangan maksimum 4,5 volt. Baterai penyimpanan memiliki spesifikasi 3,2 volt dan arus 8 Ah. Hasil pengujian pengisian baterai dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Waktu Pengisian Baterai

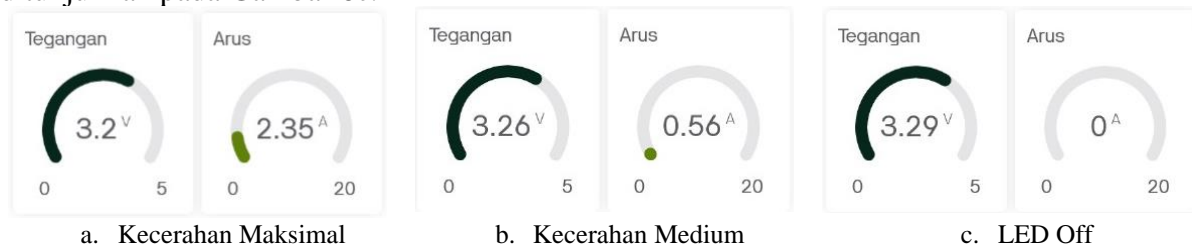
Waktu (Menit)	Tegangan Panel (V)	Arus (A)	Status Baterai
0	3,97	0,67	Mengisi
30	3,81	0,23	Mengisi
60	4,09	0,77	Mengisi
90	4,17	0,82	Mengisi
120	4,16	0,80	Mengisi
150	4,27	0,91	Mengisi
180	4,21	0,87	Mengisi
210	4,17	0,81	Mengisi
240	4,35	1,02	Mengisi
270	4,26	0,88	Mengisi
300	4,25	0,85	Mengisi
330	4,32	0,99	Mengisi
360	4,34	1,00	Mengisi
390	4,30	0,96	Mengisi
420	4,26	0,88	Mengisi
450	4,20	0,85	Mengisi
480	4,18	0,80	Mengisi

Waktu (Menit)	Tegangan Panel (V)	Arus (A)	Status Baterai
510	4,14	0,75	Mengisi
540	4,10	0,70	Mengisi
570	4,09	0,22	Penuh

Berdasarkan Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa waktu pengisian baterai adalah 570 menit dengan arus pengisian maksimum 1,02 A. Pengujian dilakukan dari pukul 7:00 pagi hingga 4:30 sore di bawah kondisi cuaca yang sebagian besar berawan dan mendung.

### Pengujian Pemakaian Baterai

Pengujian penggunaan beban melibatkan pemantauan tegangan dan arus baterai yang digunakan untuk menyalakan LED dengan kapasitas daya 15,2 watt dan arus 5,2 A. Baterai penyimpanan memiliki spesifikasi 3,2 volt dan arus 8 Ah. Hasil pengujian dengan LED pada kecerahan maksimum ditunjukkan pada Gambar 6a. Hasil pengujian dengan LED pada kecerahan sedang ditunjukkan pada Gambar 6b. Hasil pengujian dengan LED yang dimatikan ditunjukkan pada Gambar 6c.



Gambar 6. Pemantauan Tegangan dan Arus

Dari hasil pengujian pada kecerahan maksimum, ditemukan bahwa tingkat tegangan dan arus menurun selama periode penggunaan yang diperpanjang. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pemakaian Baterai

Waktu (Menit)	Tegangan Baterai (V)	Arus (A)	Kondisi Lampu
0	3,20	2,35	Terang
30	3,00	2,30	Terang
60	2,97	2,00	Sedang
90	2,95	1,55	Sedang
120	2,90	1,10	Redup
150	2,85	0,64	Off

Penelitian ini dapat memantau tegangan dan arus menggunakan aplikasi Blynk. Selain itu, data koordinat berhasil dikirimkan ke server lokal dan dapat diakses melalui *smartphone*. NodeMCU ESP8266 menunjukkan kinerja yang andal, menjaga koneksi tetap stabil saat terhubung ke internet. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata kesalahan sebesar 0,81 % untuk pengukuran tegangan dan 1,45 % untuk pengukuran arus. Sensor NEO 7M mengungguli GPS *smartphone* dengan selisih 2,946 meter. Durasi pengisian baterai ditemukan selama 570 menit, dan durasi penggunaan baterai adalah 2,5 jam.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini dapat memantau tegangan dan arus menggunakan aplikasi Blynk. Selain itu, data koordinat berhasil dikirimkan ke server lokal dan dapat diakses melalui *smartphone*. NodeMCU ESP8266 menunjukkan kinerja yang andal, menjaga koneksi tetap stabil saat terhubung ke internet. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata kesalahan sebesar 0,81 % untuk pengukuran tegangan dan 1,45 % untuk pengukuran arus. Sensor NEO 7M mengungguli GPS *smartphone* dengan selisih 2,946 meter. Sensor LDR bersifat aktif high dengan keluaran

tegangan sebesar 3,3 volt saat ada cahaya dan modul relay bersifat aktif low dengan tegangan keluaran pin data relay sebesar 0 volt. Durasi pengisian baterai ditemukan selama 570 menit, dan durasi penggunaan baterai adalah 2,5 jam.

## **6. DAFTAR PUSTAKA**

- Adam, Muharnis, Ariadi, A., & Lianda, J. (2020). Penerapan IoT untuk Sistem Pemantauan Lampu Penerangan Jalan Umum. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 5(1), 32–41.
- Hidayati, Q., Jamal, N., Yanti, N., & Tri Prasetyo, Y. (2023). Sistem monitoring dan kontrol penerangan jalan umum tenaga surya berbasis Internet of Things. *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, Dan Listrik Tenaga)*, 3(1), 19–26.
- Kale, S., & Chaudhari, B. N. (2022). IoT Based Battery Monitoring System. *2022 International Conference on Advances in Computing, Communication and Materials (ICACCM)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICACCM56405.2022.10009576>
- Lianda, J., Hadi, A., Adam, A., Amri, H., & Eviani, G. (2024). *IoT Based Battery Capacity Monitoring System on Solar Panels in Electric Vehicle* (Vol. 2023). Atlantis Press International BV. [https://doi.org/10.2991/978-94-6463-364-1\\_45](https://doi.org/10.2991/978-94-6463-364-1_45)
- Muhammad, U., & Achmad, A. (2023). Rancang Bangun Rangkaian Kontrol Otomatis Tanpa Sensor Cahaya Dan Monitoring Baterai Lampu Penerangan Jalan Panel Surya Berbasis Internet of Things (IoT). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika*, 30–35.
- Nadella, H., Narayanan, G., Gouda, P., Krishnan, S., Gupta, A., & Mairipelly, A. (2020). LDR Based Power Consumption of Vehicle Tracking System. *2020 International Conference on Wireless Communications Signal Processing and Networking (WiSPNET)*, 145–148. <https://doi.org/10.1109/WiSPNET48689.2020.9198503>
- Wijayanto, D., Haryudo, S. I., Wrahatnolo, T., & Nurhayati. (2022). Rancang Bangun Monitoring Arus Dan Tegangan Pada Plts Sistem On Grid Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan Aplikasi Telegram. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(3), 447–453.
- Yujie, H., & Xihuang, Z. (2011). Research and Application of PV Monitoring System Based on ZigBee and GPRS. *2011 10th International Symposium on Distributed Computing and Applications to Business, Engineering and Science*, 338–342. <https://doi.org/10.1109/DCABES.2011.74>