

## SISTEM MONITORING *GREEN SMART STREET LIGHT* BERBASIS *IOT*

Rizky Fajar Rifa'i<sup>1)</sup>, Damis Hardiantono<sup>2)\*</sup>, Muhamad Rusdi<sup>3)</sup>, Jayadi<sup>4)</sup>

<sup>1,2,3,4)</sup> Teknik Elektro, Fakultas Teknik - Universitas Musamus

E-mail: damiz@unmus.ac.id

### Abstrak

Penerangan Jalan Umum (PJU) berperan penting dalam meningkatkan keselamatan dan efisiensi energi, tetapi sistem konvensional sering menghadapi kendala dalam pemantauan dan perawatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring *Green Smart Street Light* berbasis *Internet of Things (IoT)* guna mempermudah pemantauan kondisi PJU secara *real-time*. Sistem ini menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler utama dan sensor PZEM-017 untuk mengukur tegangan, arus, daya, serta energi dari panel surya, baterai, dan beban PJU. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah perancangan dan pengujian prototype sistem monitoring PJU. Sistem dirancang agar mampu membaca parameter tegangan, arus, daya, dan energi dari lampu jalan. Pengujian dilakukan dalam berbagai kondisi, seperti lampu dalam keadaan menyala, mati, dan saat tegangan baterai rendah. Data dari sensor dikirim ke aplikasi Blynk untuk divisualisasikan dan menghasilkan notifikasi otomatis terkait status sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini bekerja dengan tingkat kesalahan sensor di bawah 10%, dengan rata-rata error sebesar 0,07% pada tegangan dan 6,05% pada arus untuk sensor pertama, serta 0,34% pada tegangan dan 0,85% pada arus untuk sensor kedua.

**Kata Kunci:** *Green Smart Street Light, Internet of Things, NodeMCU ESP32, Sensor PZEM-017, Thinger.io.*

### Abstract

*Public Street Lighting (PJU) plays a crucial role in improving safety and energy efficiency, but conventional systems often face challenges in monitoring and maintenance. This research aims to develop an Internet of Things (IoT)-based Green Smart Street Light monitoring system to facilitate real-time monitoring of PJU conditions. This system utilizes NodeMCU ESP32 as the main microcontroller and a PZEM-017 sensor to measure voltage, current, power, and energy from the solar panel, battery, and PJU load. The method used in this research is the design and testing of PJU monitoring system prototype. The system is designed to read parameters like voltage, current, power, and energy from the streetlights. Testing is being conducted under various conditions, such as when the lights are on, off, and when the battery voltage is low. Data from the sensors is sent to the Blynk application for visualization and to generate automatic notifications regarding the system's status. The test results indicate that the system operates with a sensor error rate below 10%, with an average error of 0.07% for voltage and 6.05% for current for the first sensor, and 0.34% for voltage and 0.85% for current for the second sensor.*

**Keywords:** *Green Smart Street Light, Internet of Things, NodeMCU ESP32, Sensor PZEM-017, Thinger.io.*

### PENDAHULUAN

Lampu penerangan jalan umum (LPJU) merupakan infrastruktur vital bagi kehidupan masyarakat di malam hari, karena lampu PJU selain berfungsi untuk menerangi ruas-ruas jalan di malam hari, juga mempunyai fungsi dimana pengguna jalan membutuhkan penerangan dengan cahaya tertentu untuk menghindari terjadinya kecelakaan dan mengurangi resiko tindak kriminal[1]. Pada kawasan perkotaan, lampu PJU difungsikan untuk memberikan kontras antara objek dan permukaan jalan,

membantu navigasi pemakai jalan, mempertinggi tingkat keselamatan dan kenyamanan pemakai jalan, khususnya pada malam hari, memberikan kontribusi pada keamanan lingkungan dan mendukung keindahan lingkungan jalan[2][3]. Pengelolaan lampu PJU yang dilakukan secara manual seringkali menghadapi beberapa kendala, seperti kesulitan dalam mendeteksi lampu yang mati atau rusak dan kurangnya informasi yang akurat tentang konsumsi energi, seperti permasalahan masa pakai *battery* pada *solar cell* antara lain

pemakaian *battery* terus menerus sehingga *battery* kosong tanpa diketahui[4]. Sistem monitoring dirancang untuk memperoleh data yang berkaitan dengan pengukuran parameter listrik antara lain arus, tegangan, daya, *troubleshooting*, dan lokasi secara *real time*. Monitoring yang sudah dilakukan masih menggunakan instrument sederhana dan prosesnya secara manual, sehingga data yang diperoleh masih membutuhkan waktu yang cukup lama[5]. Perkembangan sistem monitoring memunculkan gagasan inovatif untuk membuat *prototype* monitoring arus dan tegangan lampu penerangan lampu jalan umum (PJU) dengan menggunakan NodeMCU sebagai mikrikontroler dan aplikasi *Blynk* sebagai media monitor[6]. Penerapan sensor PZEM-017, NodeMCU ESP32 yang bertugas mengontrol kerja sensor dan lampu pada sistem PJU, dan penerapan aplikasi *Blynk* untuk memonitoring pengoperasian PJU[7][8][9]. Untuk menghasilkan prinsip kerja yang ideal dari komponen-komponen tersebut sehingga dapat bekerja sebagai pengontrol dan pemonitor kerja dari keluaran pada PJU yaitu lampu, hal ini juga dimaksudkan supaya dapat terbangun sebuah sistem PJU yang bekerja secara andal dan berkelanjutan sesuai jangka umur penggunaan yang seharusnya[10]. Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu menghasilkan alat monitoring yang bekerja secara otomatis dalam memonitoring kinerja PJU dan menghasilkan sebuah sistem informasi pada PJU yang berbasis IoT.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam melakukan penelitian adalah Studi Literature dan Metode Experimen. Dengan tahapan dalam penilitian ini adalah sebagai berikut:

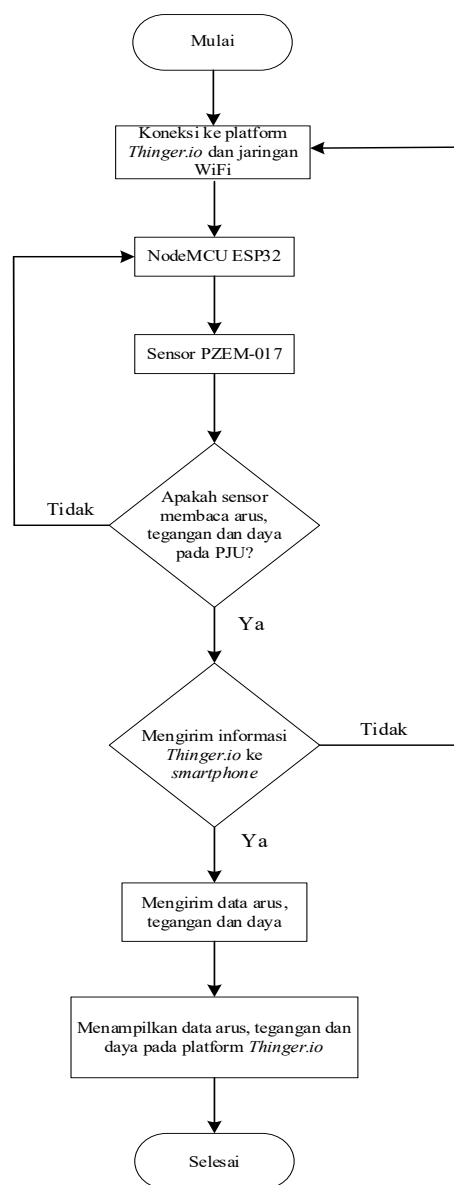
### 1. Perencanaan

Pada tahap ini penulis melakukan perencanaan berdasarkan hasil dari studi literature agar penulis memiliki pandangan terhadap penelitian

yang akan dilakukan, memiliki pemahaman dasar tentang penelitian terkait, serta penulis mempunyai referensi tambahan tentang penelitian yang akan dilakukan. Dari hasil studi literature penulis dapat membuat konsep dan alur perancangan alat, persiapan alat dan bahan yang diperlukan, serta cara pengujian alat.

### 2. Perancangan dan Perakitan

Pada tahapan ini penulis melakukan perancangan dan perakitan sesuai dengan konsep alat yang direncanakan. Perancangan dan perakitan dilakukan agar dapat dilakukannya pengujian pada alat. Pada tahap ini dibahas mengenai proses yang akan dihasilkan oleh sistem alat yang dibuat.



Gambar 1. Flowchat Kerja Sistem

Gambar 2 membahas gambaran dari sistem alat monitoring smart street light.

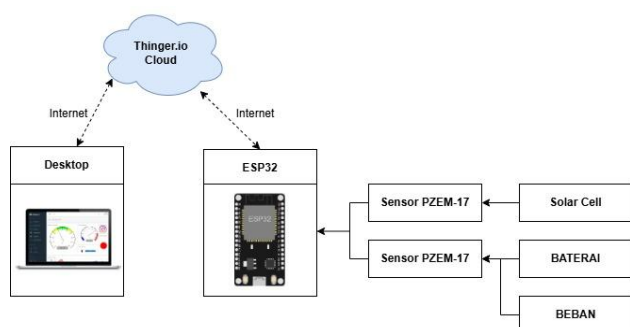
**Thinger.io** : Thinger.io merupakan platform yang digunakan sebagai media pemonitor dari sistem kerja alat monitoring yang akan dipantau langsung oleh pengguna.

**Internet** : Penggunaan internet sebagai penghubung antara blynk sebagai output dan NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroller.

**NodeMCU ESP32** : NodeMCU ESP32 digunakan sebagai mikrokontroller pada alat monitoring yang bertugas penerima data yang akan ditampilkan oleh platform blynk sebagai media monitoring alat smart street light.

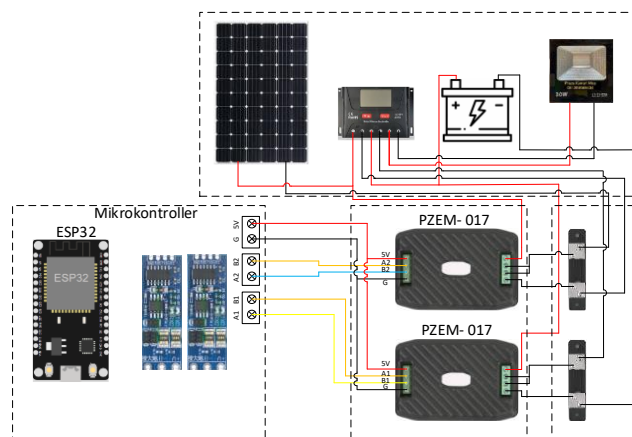
**PZEM-017**: PZEM-017 merupakan sensor yang akan digunakan sebagai pembaca data dari beban yang akan dikirim ke NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroller.

**Beban** : Beban yang digunakan pada penelitian ini adalah lampu dan solar cell sebagai benda yang diukur parameternya. Berikut adalah wiring diagram alat sistem monitoring *smart street light*.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Gambar 3 adalah wiring diagram dari alat sistem monitoring smart street light yang dimana terdapat beberapa komponen seperti NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroller, sensor PZEM-017 sebagai pendeteksi parameter beban, ttl to RS485 sebagai penghubung dan pengirim data yang terbaca oleh sensor ke mikrokontroller, baterai sebagai sumber energi utama dari alat monitoring smart street light serta penggunaan solar panel dan lampu sebagai beban yang akan diukur parameternya.



Gambar 3. Wiring Diagram Sistem

### 3. Pengujian dan Evaluasi

Pengujian dibagi menjadi 2 tahap yaitu, pengujian sensor dan pengujian keseluruhan sistem. Pengujian sensor dilakukan untuk membaca arus dan tegangan input dan output pada smart PJU. Pada pengujian keseluruhan sistem akan dilakukan evaluasi terhadap kerja sistem yang bertujuan untuk mengetahui apakah sistem beroperasi dengan normal.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Pengujian Sensor PZEM-017

Pengujian sensor PZEM-017 pada sistem panel surya dan baterai dilakukan untuk mengukur parameter-parameter seperti tegangan, arus, daya, dan energi yang dihasilkan. Hasil pembacaan dari sensor PZEM-017 kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan alat ukur untuk memastikan akurasi pembacaan sensor. Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui nilai persentase kesalahan dari sensor PZEM-017 dan memberikan pembacaan yang sebanding dengan alat ukur.

Tabel 1. Hasil pembacaan sensor PZEM 1 pada baterai

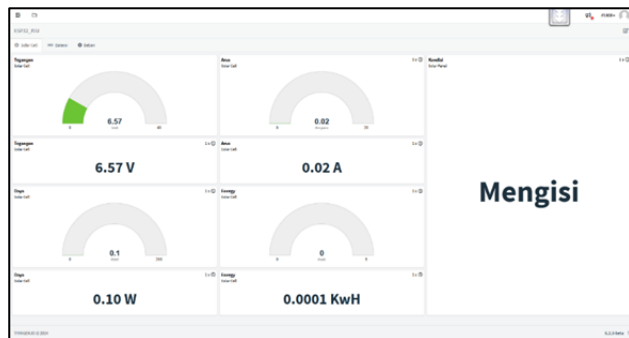
Tegangan (V)			Arus (A)		
Alat Ukur	Sensor	%Error	Alat Ukur	Sensor	%Error
13,22V	13,21V	0,07%	1,02A	0,97A	4,9%
13,28V	13,27V	0,07%	1,03A	0,94A	8,7%
13,47V	13,46V	0,07%	1,01A	0,96A	4,9%
13,49V	13,48V	0,07%	1,04A	0,98A	5,7%

Tabel 2. Hasil pembacaan sensor PZEM 2 pada solar panel

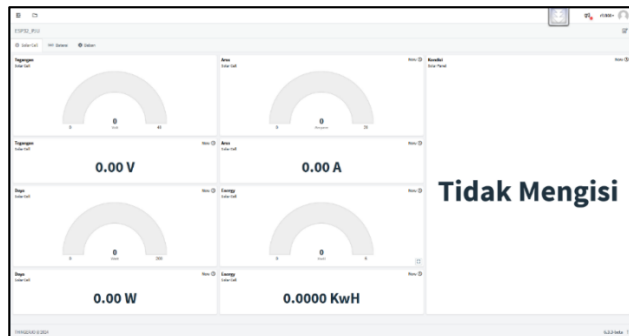
Tegangan (V)			Arus (A)		
Alat Ukur	Sensor	%Error	Alat Ukur	Sensor	%Error
12,89V	12,88V	0,07%	0,1A	0,18A	0,8%
12,99V	12,94V	0,38%	0,1A	0,19A	0,9%
12,95V	12,90V	0,38%	0,1A	0,18A	0,8%
13,12V	13,05V	0,53%	0,1A	0,19A	0,9%

## 2. Hasil Monitoring Pada Solar Panel

Hasil monitoring solar panel menggunakan aplikasi thinger.io menunjukkan hasil monitoring secara real time. aplikasi thinger.io memberikan informasi dari nilai parameter dan kondisi pada solar panel, seperti pada gambar berikut.



(a)



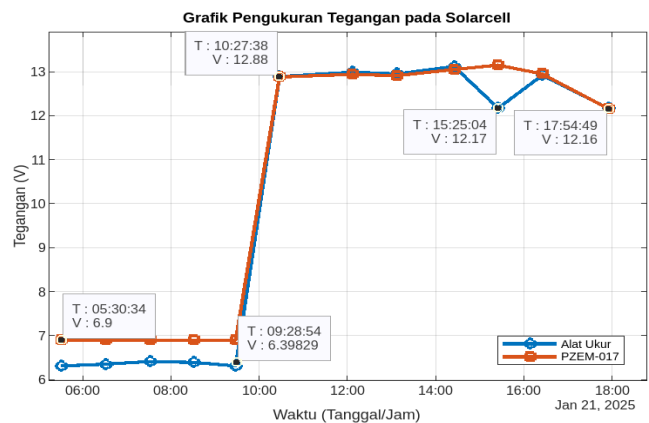
(b)

Gambar 4. Dashboard Monitoring Solarcell (a) Kondisi Mengisi (b) Kondisi Tidak Mengisi.

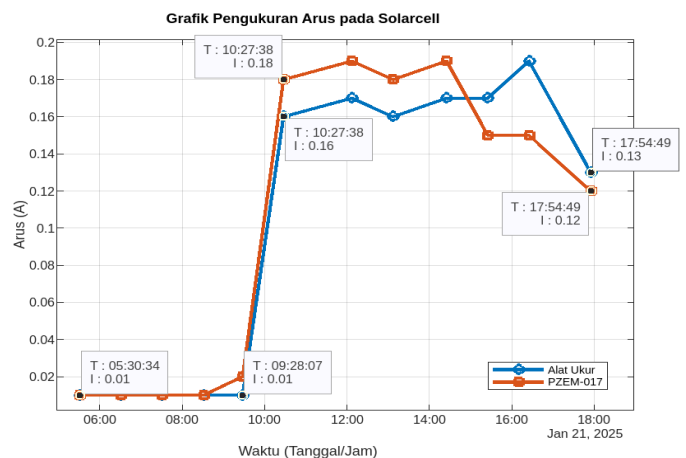
Hasil Monitoring Solar Panel menunjukkan hasil dari monitoring solar panel, ada 2 gambar diatas. Dimana, pada gambar 4(a) menunjukkan kondisi ketika solar panel berhasil mendeteksi sinar matahari dan menampilkan hasil dari parameter yang dibaca. Pada gambar 4(a) juga memberikan informasi “Mengisi” yang dimana ketika solar panel berhasil mendeteksi arus  $>0,2$

A maka, nilai arus akan langsung mengisi baterai meskipun nilai arus kecil.

Sedangkan pada gambar 4(b) menunjukkan kondisi ketika solar panel gagal bekerja sehingga hanya menampilkan angka 0 atau tidak ada nilai dari parameter yang terbaca. Pada gambar 4(b) juga memberikan informasi “Tidak Mengisi” dikarenakan kondisi solar panel gagal berkerja dan tidak ada nilai arus atau nilai arus 0A, sehingga solar panel gagal untuk mengisi baterai



(a)



(b)

Gambar 5. Grafik Perbandingan Pengukuran (a) Tegangan Solarcell (b) Arus Solarcell.

Gambar 5(a) grafik tegangan solar panel menunjukkan perubahan tegangan solar panel yang diukur menggunakan dua alat, yaitu alat ukur dan PZEM2, pada tanggal 21 Januari 2025. Pada pagi hari hingga sekitar pukul 10:27, tegangan berada dalam kisaran 6,31–6,9V, menunjukkan kestabilan sebelum terjadi lonjakan tajam setelah pukul 12:00, di mana tegangan meningkat hingga mencapai kisaran

12,88–13,15V. Tegangan ini bertahan cukup stabil sepanjang siang hingga sore hari dengan sedikit perubahan, sebelum akhirnya mengalami sedikit penurunan menjadi 12,18V menjelang akhir pengukuran pada pukul 17:54.

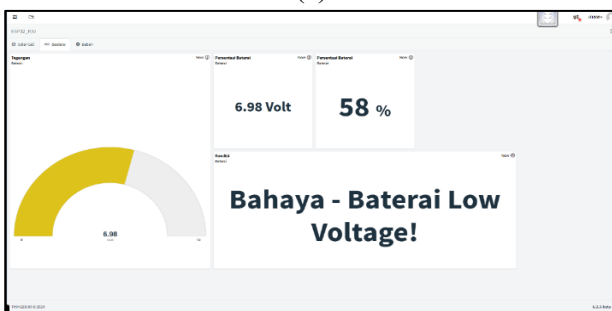
Gambar 5(b) grafik arus solar panel menunjukkan perubahan arus listrik yang dihasilkan oleh solar panel, yang diukur menggunakan dua metode, yaitu alat ukur dan PZEM. Pada pagi hari hingga sekitar pukul 10:27, arus sangat rendah, berada di kisaran 0,01–0,02A, sebelum mengalami lonjakan signifikan setelah pukul 12:00, mencapai sekitar 0,16–0,19A. Setelah itu, arus relatif stabil dengan sedikit fluktuasi sepanjang siang hingga sore hari, sebelum akhirnya mengalami penurunan bertahap pada sore menjelang malam, dengan nilai akhir sekitar 0,12–0,13A pada pukul 17:54.

### 3. Hasil Monitoring Pada Baterai

Hasil monitoring baterai menggunakan aplikasi Thinger.io menunjukkan data real-time tentang tegangan, arus, daya, dan energi, sehingga memudahkan dalam memonitoring dan analisis performa sistem secara efisien. Seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



(a)

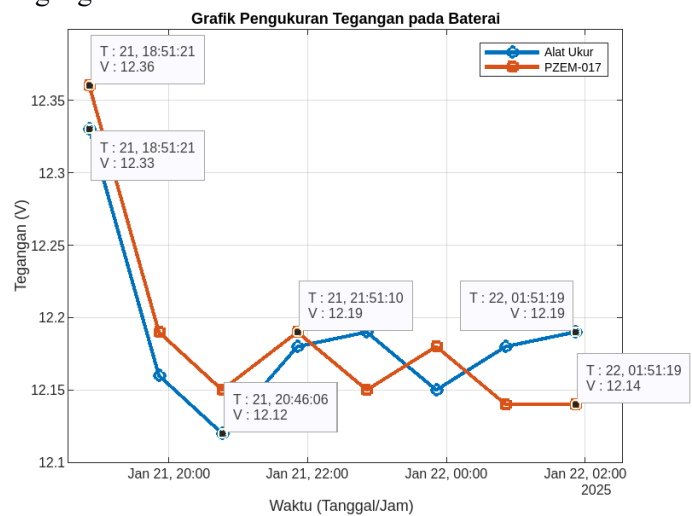


(b)

Gambar 6. Dashboard Monitoring Tegangan Baterai  
(a) Baterai Penuh (b) Baterai Rendah.

Pada gambar 6(a) Hasil Monitoring Baterai menunjukkan hasil dari monitoring baterai, ada 2 gambar diatas. Dimana, pada gambar 6(a) menunjukkan nilai tegangan baterai 13,35V dan persentase baterai 100%, yang dimana baterai dalam kondisi stabil atau baterai dalam keadaan berfungsi karena tegangan baterai >12V.

Sedangkan pada gambar 6(b) menunjukkan nilai tegangan baterai 6,98V dan persentase baterai 58%, yang dimana baterai dalam kondisi bahaya karena low voltage. Dapat disimpulkan baterai tidak berfungsi atau ada kegagalan sistem karena nilai tegangan <12V.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Pengukuran Tegangan Pada Baterai

Gambar 7 grafik tegangan baterai, pada awal pengukuran sekitar pukul 18:51, tegangan baterai berada di kisaran 12,33–12,36V. Seiring waktu, tegangan mengalami penurunan secara bertahap, mencapai titik terendah sekitar 12,19V pada pukul 21:51. Setelah itu, tegangan mengalami sedikit perubahan tetapi tetap berada di sekitar 12,14–12,19V hingga akhir pengukuran pada pukul 01:51. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan beban menyebabkan penurunan tegangan baterai secara bertahap, dengan kecenderungan stabil setelah beberapa jam.

### 4. Hasil Monitoring Pada Beban

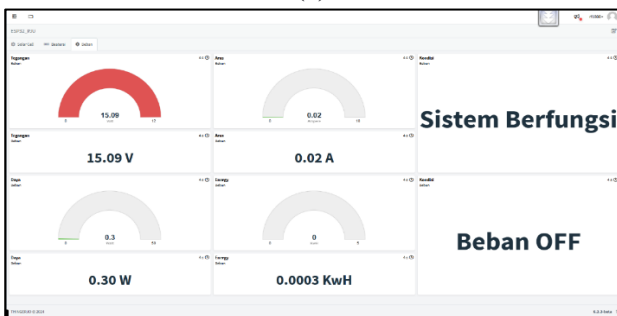
Hasil monitoring pada beban menggunakan aplikasi Thinger.io menunjukkan data real-time tentang tegangan, arus, daya, dan energi, serta memberikan informasi tentang kondisi beban



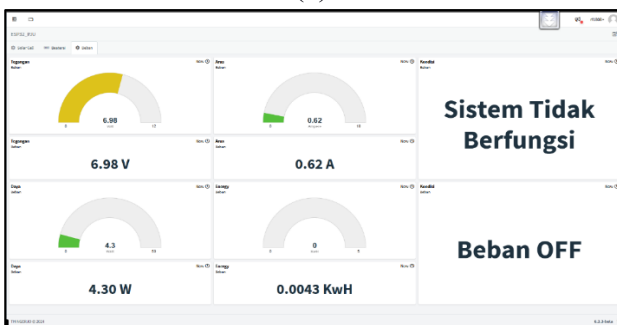
dan kondisi sistem. Gambar diatas adalah dashboard Thinger.io yang menampilkan kinerja sistem Penerangan Jalan Umum (PJU) berbasis ESP32.



(a)



(b)



(c)

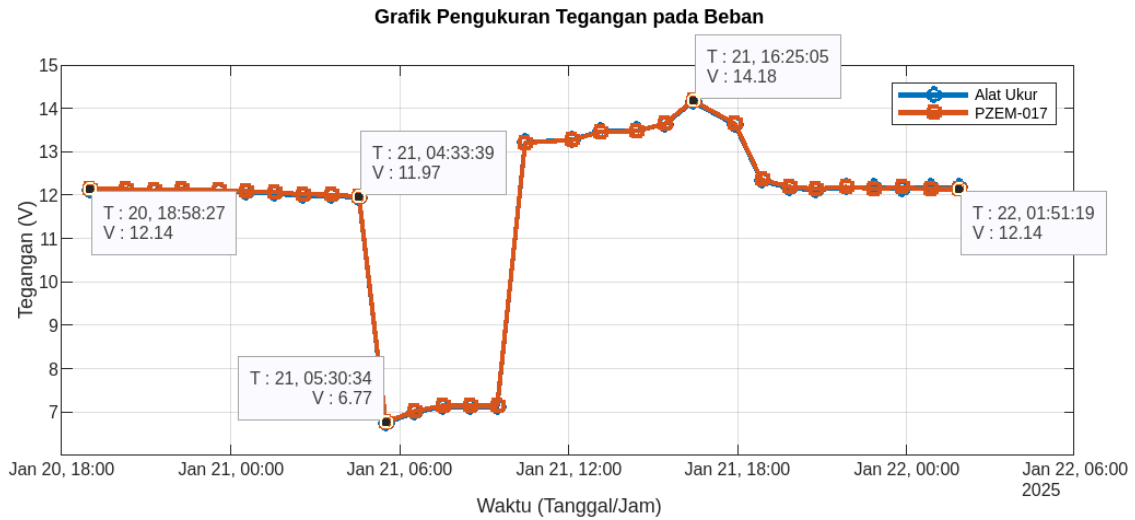
Gambar 8. Dashboard Monitoring Beban (a) Kondisi Beban Terhubung, (b) Kondisi Beban Terputus, (c) Kondisi Sistem dan Beban Terputus.

Pada gambar 8(a) merupakan hasil monitoring dengan kondisi beban ON dengan menampilkan nilai dari parameter tegangan beban sebesar 13,35 Volt, arus 4,68 Ampere, dan daya yang digunakan sebesar 62,40 Watt. Total energi yang telah digunakan oleh beban adalah 0,0624 kWh,

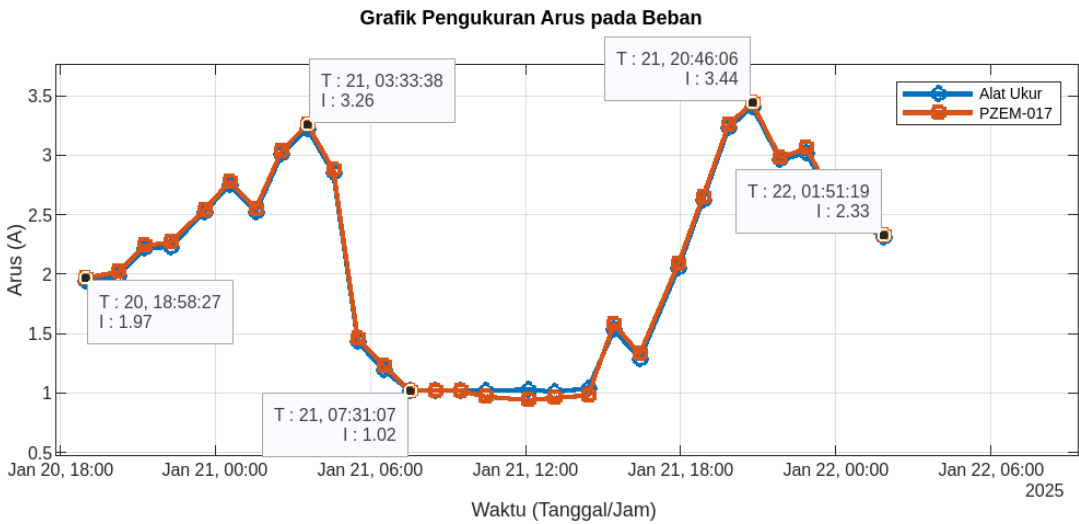
memberikan gambaran penggunaan energi selama periode tertentu. Indikasi pada dashboard menunjukkan bahwa Sistem Berfungsi dengan baik, dan status Beban ON menandakan beban aktif dan menerima daya. Informasi ini memberikan informasi real-time mengenai kinerja sistem, memungkinkan pemantauan dan pengelolaan yang efektif terhadap parameter listrik.

Gambar 8(b) merupakan dashboard Thinger.io pada kondisi Beban OFF yang menunjukkan bahwa sistem PJU tetap berfungsi normal dengan parameter yang berbeda dari kondisi beban aktif. Tegangan tercatat sebesar 15,09 Volt, sedangkan arus yang mengalir sangat kecil, yaitu hanya 0,02 Ampere, menghasilkan daya konsumsi minimal sebesar 0,30 Watt. Total energi yang tercatat pada kondisi ini adalah 0,0003 kWh, menggambarkan penggunaan daya yang hampir nol akibat beban yang tidak aktif. Status sistem tetap menunjukkan Sistem Berfungsi, yang berarti sistem tetap bekerja untuk memantau dan mencatat parameter meskipun beban dimatikan.

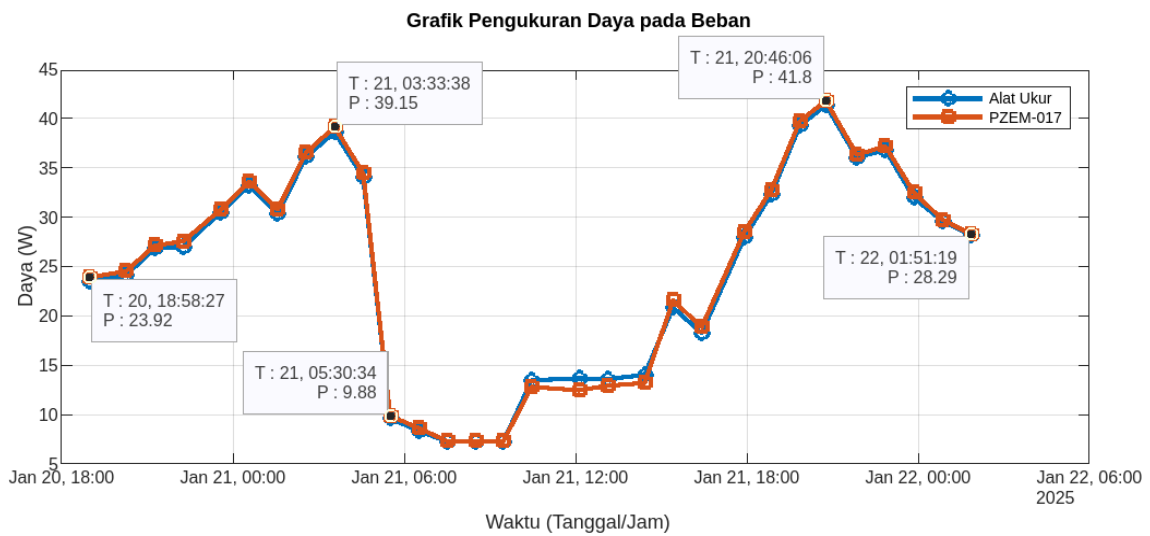
Sedangkan pada gambar 8(c) dashboard Thinger.io pada kondisi Beban OFF dan status Sistem Tidak Berfungsi menunjukkan bahwa sistem PJU mengalami gangguan atau kegagalan fungsi. Meskipun begitu, beberapa parameter masih dapat terpantau, seperti tegangan sebesar 6,98 Volt, arus sebesar 0,62 Ampere, dan daya konsumsi sebesar 4,30 Watt, dengan total energi yang tercatat adalah 0,0043 kWh. Nilai-nilai ini menunjukkan adanya konsumsi daya minimal meskipun beban tidak aktif. Status "Sistem Tidak Berfungsi" dapat menjadi indikasi bahwa sistem alat monitoring tidak dapat bekerja optimal sehingga tidak bisa menjalankan fungsinya secara normal.



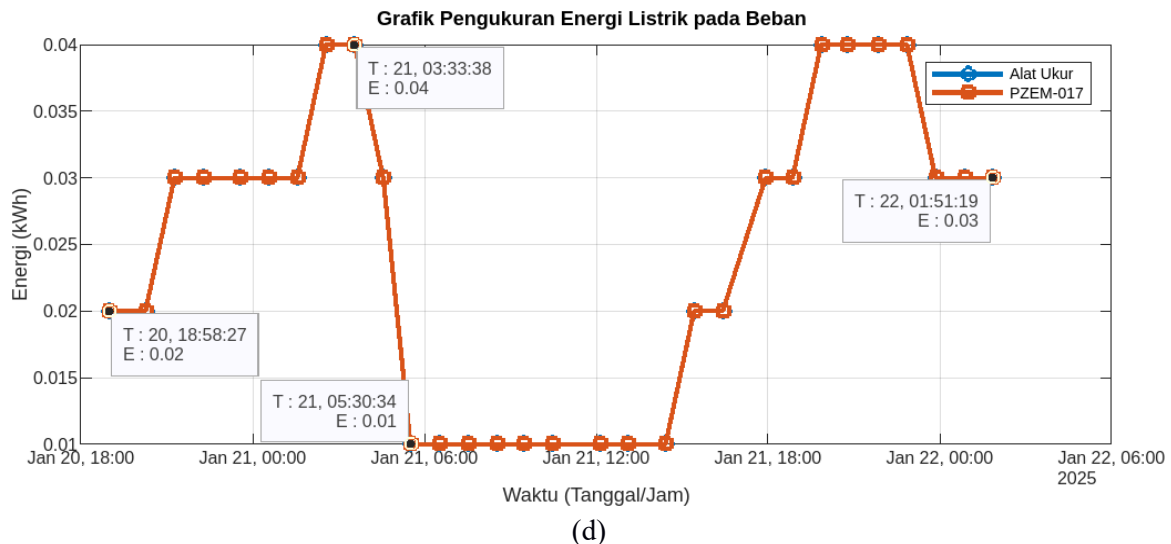
(a)



(b)



(c)



Gambar 9. Grafik Perbandingan Pengukuran pada Beban (a) Tegangan, (b) Arus, (c) Daya, dan (d) Energi Listrik

Gambar 9(a) Grafik tegangan beban menunjukkan perubahan tegangan beban. Nilai tegangan beban stabil di sekitar 12-13 Volt, namun terdapat penurunan signifikan sekitar pukul 05:30, di mana tegangan turun drastis hingga sekitar 6,77-7,15 Volt. Setelah itu, tegangan kembali meningkat dan mencapai puncaknya di sekitar 14 Volt sebelum stabil kembali di kisaran 12-13 Volt. Grafik ini membandingkan dua sumber pengukuran, yaitu PZEM1 dan alat ukur, yang menunjukkan hasil pengukuran yang hampir serupa dengan sedikit perbedaan di beberapa titik.

Gambar 9(b) grafik arus beban menunjukkan penggunaan arus beban. Pada awalnya, arus berada di sekitar 1,94A pada pukul 18:58, kemudian mengalami kenaikan secara bertahap hingga mencapai puncaknya sekitar 3,44A pada pukul 21:51. Setelah itu, arus menurun drastis hingga mencapai titik terendah sekitar 0,92A pada pukul 12:07, sebelum kembali meningkat secara bertahap dan mencapai 2,33A pada pukul 01:51. Dari grafik ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan arus beban mengalami fluktuasi dengan puncak tertinggi di malam hari dan penurunan signifikan pada siang hari, dengan hasil pengukuran dari dua alat yang menunjukkan kesamaan, menandakan akurasi alat ukur yang digunakan.

Gambar 9(c) grafik daya beban menunjukkan penggunaan daya beban. Pada awal pengukuran sekitar pukul 18:58, daya beban berada di angka 23,92W dan mengalami peningkatan bertahap hingga mencapai 41,90W pada pukul 21:51, yang merupakan puncak tertinggi dalam grafik ini. Daya mengalami penurunan yang cukup signifikan hingga mencapai titik terendah sebesar 7,20W pada pukul 08:31. Kemudian, daya mulai meningkat kembali secara perlahan dan mencapai 32,36W pada pukul 19:51, lalu kembali naik hingga sekitar 39,78W pada pukul 20:46, sebelum akhirnya mengalami sedikit penurunan menjelang akhir periode pengukuran di angka 28,10W pada pukul 01:51. Dari grafik ini, terlihat pola perunahan yang menunjukkan bahwa daya beban cenderung lebih tinggi di malam hari dan menurun drastis di pagi hingga siang hari.

Gambar 9(d) garfik energi beban menunjukkan penggunaan energi beban dalam satuan kWh selama periode waktu tertentu pada tanggal 21 Januari 2025. sekitar pukul 18:58, energi beban tercatat sebesar 0,024 kWh dan mengalami peningkatan bertahap hingga mencapai nilai 0,039 kWh pada pukul 04:33, yang merupakan puncak tertinggi pertama dalam grafik ini. Energi beban mengalami penurunan drastis



hingga mencapai titik terendah 0,007 kWh pada pukul 08:31, yang menunjukkan periode konsumsi energi yang sangat rendah di pagi hari. Energi mulai meningkat kembali dengan perubahan kecil hingga mencapai nilai 0,042 kWh pada pukul 21:51, yang menjadi puncak tertinggi kedua dalam grafik ini. Setelah puncak tersebut, energi mengalami sedikit penurunan hingga akhirnya berada pada angka 0,028 kWh di akhir periode pengukuran pukul 01:51

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa rancang bangun prototype dari alat sistem monitoring green smart street light berbasis IoT mampu bekerja secara otomatis dalam memonitoring kinerja PJU dalam sebuah sistem informasi yang berbasis IoT. Hasil pengujian sensor PZEM 1 memiliki kesalahan rata-rata 0,07% pada tegangan dan 6,05% pada arus, serta PZEM 2 dengan kesalahan 0,34% pada tegangan dan 0,85% pada arus. Menunjukkan bahwa tingkat kesalahan masih dalam batas toleransi di bawah 10%, dengan demikian sistem monitoring green smart street light berbasis IoT dapat memberikan informasi dengan akurat dan valid.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. G. A. Putra, A. A. N. Amrita, and I. M. A. Suyadnya, "Rancang Bangun Alat Monitoring Kerusakan Lampu Penerangan Jalan Umum Berbasis Mikrokontroler dengan Notifikasi SMS," *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 90–99, 2018, doi: 10.29303/jcosine.v2i2.141.
- [2] A. Adam, M. Muharnis, A. Ariadi, and J. Lianda, "Penerapan IoT untuk Sistem Pemantauan Lampu Penerangan Jalan Umum," *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat. Educ.)*, vol. 5, no. 1, pp. 32–41, 2020, doi: 10.21831/elinvo.v5i1.31249.
- [3] Muhammad Dzulkifli, Verra Aullia, and Abdurrahim, "Perencanaan Instalasi Penerangan Jalan Umum (PJU) Jalan Tani Subur Kec. Loa Janan Ilir Samarinda," *PoliGrid*, vol. 4, no. 2, pp. 41–51, 2023, doi: 10.46964/poligrid.v4i2.17.
- [4] R. P. Pratama, "Perancangan Sistem Monitoring Battery Solar Cell Pada Lampu PJU," *J. ELTEK*, vol. 12, no. 01, pp. 50–63, 2019.
- [5] I. Risyad, "Monitoring Smart Lighting PJU Berbasis IoT," 2022.
- [6] I. W. Nursatriya, S. Hariyadi, L. D. Kusumayati, and P. P. Surabaya, "Rancangan Monitoring Arus Dan Tegangan Lampu Penerangan Jalan Umum Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU Via Aplikasi Blynk," *Pros. SNITP*, vol. 6, no. 1, pp. 1–6, 2022.
- [7] M. I. Faruqi, R. Rahmadian, W. Aribowo, and A. L. Wardani, "Monitoring Pada Alat Penerangan Jalan Umum (PJU) Menggunakan Sensor Passive Infrared Reciver (PIR) Berbasis Node-red," *J. Tek. Elektro*, vol. 12, no. 3, pp. 27–32, 2023.
- [8] M. F. Rohman, W. S. Pambudi, T. Wati, and Y. A. Prabowo, "Prototipe dan Monitoring Penerangan Jalan Umum (PJU) Menggunakan Tenaga Surya," *BEES Bull. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 72–82, 2023, doi: 10.47065/bees.v4i2.4284.
- [9] F. Fitriyani and D. Susandi, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Otomatis Penerangan Jalan Umum (PJU) Menggunakan Mikrokontroler Arduino Berbasis Internet of Things," *Semin. Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, dan Tek. Inform.*, pp. 157–163, 2022, [Online]. Available: <https://snestik.itats.ac.id>.
- [10] C. O. S. Patricia, "Instalasi Prototype Penerangan Jalan Umum Berbasis Blynk," 2021.