

Sistem monitoring dan kontrol penerangan jalan umum tenaga surya berbasis *Internet of Things*

Qory Hidayati^{1*}, Nurwahidah Jamal², Nur Yanti³, Yoga Tri Prasetyo⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Balikpapan
Jl. Soekarno Hatta Km. 8 Karang Joang, Balikpapan, 76129, Indonesia

^{1*}qory.hidayati@poltekba.ac.id, ²nurwahidah.jamal@poltekba.ac.id, ³nur.yanti@poltekba.ac.id,

⁴yogatri12333@gmail.com

ABSTRAK

Penerangan jalan umum (PJU) merupakan bagian infrastruktur jalan umum yang sangat penting untuk keselamatan pengguna jalan. Pada sistem PJU konvensional, lampu PJU akan menyala selama malam hari sampai menjelang pagi secara terus menerus tanpa ada pengontrolan dan monitoring. Selain itu, penggunaan lampu PJU juga masih membutuhkan daya yang besar, boros energi listrik, dan tidak terkendali. Oleh karena itu, pada penelitian ini dibuat sebuah alat yang mampu mengontrol tingkat penerangan lampu PJU berdasarkan jumlah orang dan juga mampu dimonitoring menggunakan sistem *Internet of Things* (IoT). Pada proses kendali, alat ini menggunakan Arduino untuk mengatur tegangan pada lampu penerangan dengan menggunakan AC *light dimmer*. Sedangkan pada proses monitoring, alat ini menggunakan sensor LDR untuk mendeteksi kondisi lampu dan ditampilkan pada *web*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sensor tegangan membaca 220-240 V dan sensor arus membaca sekitar 0,15 A pada keadaan lampu hidup. Pada keadaan lampu mati, sensor tegangan membaca 220-240 V dan sensor arus membaca sekitar 0,11 A. Pada keadaan lampu rusak, sensor arus membaca sekitar 0,04 A. Dengan adanya monitoring *website*, maka dapat lebih mudah dipantau karena dapat melihat data tegangan dan arus pada lampu sehingga diketahui kondisi lampu menyala atau mati.

Kata kunci: penerangan jalan umum (PJU), lampu, kontrol dan monitoring, *Internet of Things* (IoT)

ABSTRACT

Public street lighting (PJU) is a part of public road infrastructure which is very important for the safety of road users. In a conventional PJU system, the PJU lights will turn on during the night until early in the morning continuously without any control and monitoring. In addition, the use of PJU lamps still requires large amounts of power, is wasteful of electrical energy, and is out of control. Therefore, in this study a tool was created that is able to control the level of illumination of PJU lights based on the number of people and is also able to be monitored using the Internet of Things (IoT) system. In the control process, this tool uses Arduino to regulate the voltage on the lighting using an AC light dimmer. Meanwhile, in the monitoring process, this tool uses an LDR sensor to detect light conditions and display it on the web. The results of this study indicate that the voltage sensor reads 220-240 V and the current sensor reads around 0.15 A when the light is on. When the lights are off, the voltage sensor reads 220-240 V and the current sensor reads around 0.11 A. When the lights are broken, the current sensor reads around 0.04 A. With a monitoring website, monitoring can be easier because you can see data voltage and current in the lamp so that the condition of the lamp is known to be on or off.

Keywords: public street lighting (PJU), lighting, control and monitoring, *Internet of Things* (IoT)

1. PENDAHULUAN

Pemeriksaan rutin diperlukan untuk mengetahui kondisi lampu penerangan jalan umum (PJU). Kondisi lampu PJU yang rusak dapat mengganggu kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan. Beberapa perolehan temuan dari hasil evaluasi pengelolaan PJU adalah penggunaan teknologi yang tidak efisien dengan beberapa permasalahan teknis diantaranya berupa pencahayaan yang kurang dan ketiadaan lampu pada titik-titik tertentu [1]. Proses monitoring lampu jalan tidak dapat diketahui petugas secara cepat maka akan memperlambat proses perbaikan masalah tersebut. Hal ini akan mengakibatkan kerugian pada masyarakat, yaitu meningkatnya angka kerawanan sosial, baik itu

kecelakaan lalu lintas maupun tindakan kriminal. Oleh karena itu, diperlukannya sistem monitoring yang bisa memantau kondisi lampu di jalanan.

Pemantauan lampu dapat dilakukan dengan berbagai cara, seiringnya perkembangan sistem monitoring di dunia industri, salah satu caranya dengan membuat *website monitoring* yang bisa memantau kondisi lampu secara *real-time* dan valid. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, yang berkaitan dengan sistem monitoring lampu PJU diantaranya, penelitian [2]-[4] menggunakan modul ESP8266 sebagai perantara mengirim data sensor ke *website monitoring*. Penelitian [5] dan [6] juga menggunakan ESP8266 sebagai perantara mengirim data sensor, tetapi dengan menggunakan *platform* GOIOT sebagai platform pemantaunya. Penelitian [7] menggunakan ESP8266 sebagai perantara mengirim data sensor dan menggunakan MQTT sebagai protokolnya. Namun, kekurangan modul ESP8266 ini salah satunya lemah terhadap WiFi yang digunakan untuk mengirim data dan GOIOT yang menjadi *platform* monitoring memiliki kekurangan yaitu sering mengalami keterlambatan *update* data.

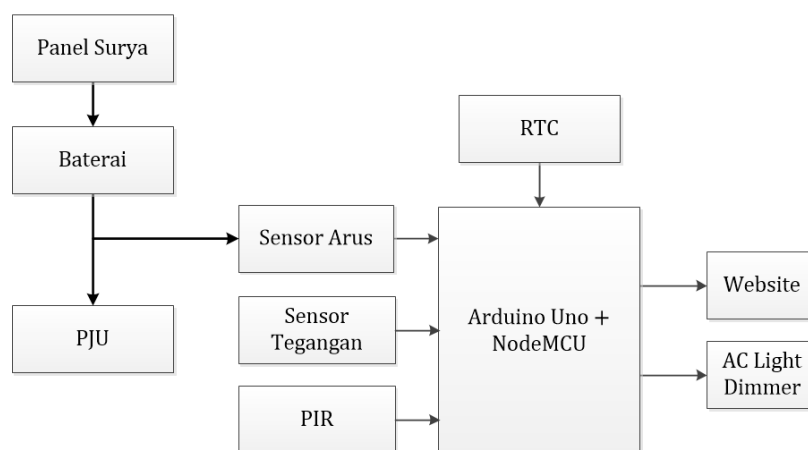
Berdasarkan beberapa sistem yang telah dibuat tersebut, tujuan penelitian ini adalah merancang dan merealisasikan sistem monitoring PJU berbasis *Internet of Things* (IoT). Penelitian ini menggunakan NodeMCU sebagai modul untuk mengirim data sensor ke *website*, serta membuat *website* secara mandiri agar bisa berkreasi membuat desain *website* dan menghasilkan data sensor yang *real-time* serta *update*. Untuk membaca data arus dan tegangan, penelitian ini menggunakan sensor ACS712 dan sensor ZMPT101b mengacu kepada penelitian [8] dan [9]. Kemudian PJU juga dilengkapi panel surya seperti yang dilakukan pada penelitian [10]. Pengaturan nilai intensitas cahaya lampu saat ada orang dan tidak juga ditambahkan sehingga kondisi lampu dapat diatur otomatis sesuai kondisi keberadaan pengguna jalan.

2. METODE PENELITIAN

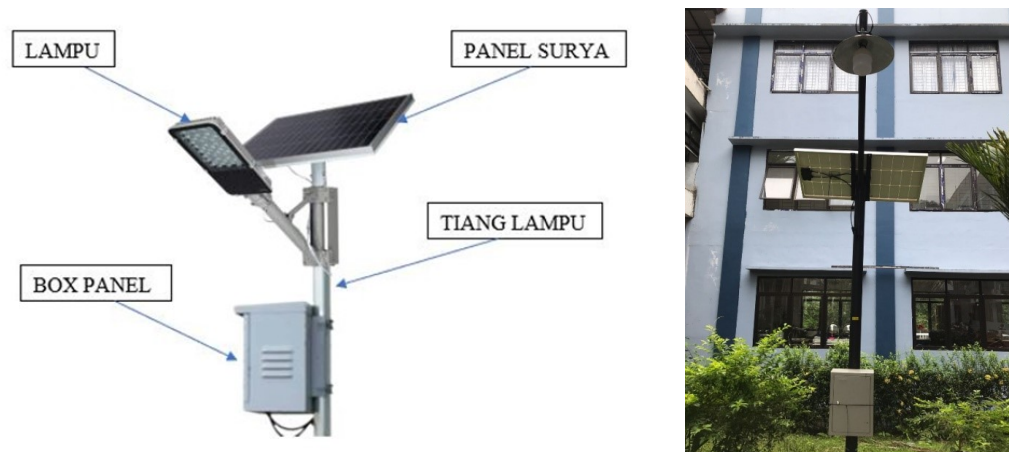
2.1 Perangkat Keras

Sistem ini dibuat untuk memonitoring dan mengirim data ke *website* apabila terjadi kerusakan pada lampu penerangan jalan umum. Sistem ini memerlukan beberapa komponen perangkat keras pendukung untuk menjalankannya, yaitu: (1) Arduino Uno, (2) RTC DS3231, (3) NodeMCU, (4) sensor ACS712, (5) sensor ZMPT101B, (6) AC *light dimmer modul*, dan (7) PIR. Diagram blok perancangan dapat dilihat pada Gambar 1, sedangkan desain dari prototipe PJU yang akan dibuat ditampilkan pada Gambar 2.

Pada sistem ini setiap lampu akan dipasang 1 buah sensor ACS712, 1 buah sensor ZMPT101b, dan RTC DS3231. Fungsi sensor ACS712 dan sensor ZMPT101b adalah untuk membaca arus dan tegangan dari lampu sedangkan RTC DS3231 berfungsi untuk menyalakan dan mematikan lampu secara otomatis. PIR untuk mendeteksi orang dan AC *light dimmer* modul untuk mengatur kondisi lampu. Setiap sensor akan dihubungkan ke Arduino Uno yang berfungsi sebagai mikrokontroler pengatur jalannya sistem yang kemudian data akan dikirim secara *realtime* melalui NodeMMCu untuk ditampilkan di *website*.



Gambar 1. Diagram blok sistem monitoring dan kontrol PJU



Gambar 2. Desain prototipe penerangan jalan umum

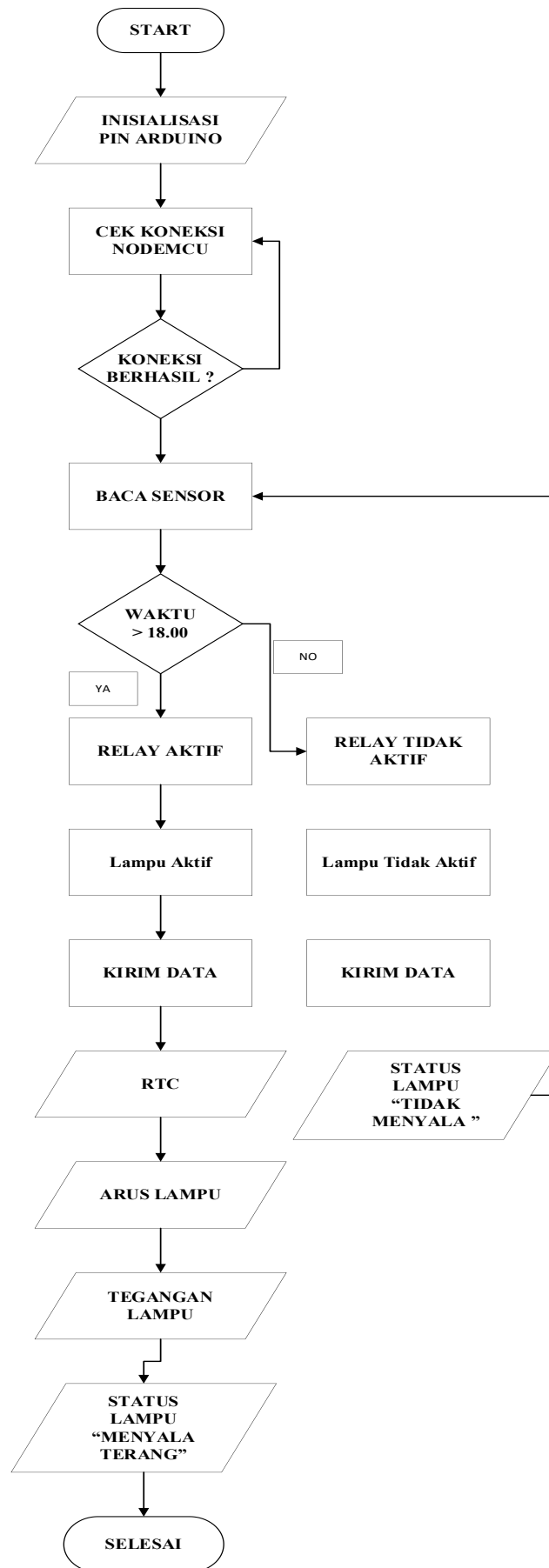
Sebagai daya untuk memonitoring, sistem ini menggunakan panel surya sebagai sumber daya listriknya. Adapun perancangan panel surya bisa dilihat pada Gambar 2. Gambar 2 adalah perancangan lampu PJU yang akan dibuat dari (1) lampu berfungsi sebagai komponen yang menerangi jalan; (2) panel surya berfungsi sebagai sumber listrik untuk lampu sehingga tidak memerlukan sumber listrik dari PLN, dan (3) box panel berfungsi sebagai tempat penyimpanan komponen-komponen yang telah di rangkai agar aman dari kondisi hujan atau panas pada siang hari.

2.2 Perangkat Lunak

Apabila lampu PJU dalam keadaan normal maka sensor arus dan tegangan akan membaca nilai tersebut dengan batas yang telah diukur, sedangkan jika nilai arus dan tegangan pada lampu tersebut turun drastis maka ada yang salah dengan lampu PJU tersebut. Sehingga jika petugas lapangan melihat ada data yang kurang normal pada *website* bisa langsung melakukan pengecekan kepada lampu PJU tersebut. Adapun diagram alir dari algoritma monitoring dan kontrol yang akan dirancang ditampilkan pada Gambar 3.

Algoritma tersebut menjelaskan mengenai proses untuk mengaktifkan lampu secara otomatis dan proses pengiriman data ke *website* sebagai berikut:

1. Menginisialisasi pin Arduino Uno
2. Setelah itu mengecek NodeMCU apakah terhubung atau tidak
3. Jika terhubung akan terlanjut membaca sensor ACS712 dan sensor ZMPT101b
4. Setelah itu akan mengirim data berupa data waktu dari RTC, arus lampu dari sensor ACS712, data nilai tegangan dari sensor ZMPT101b, data tegangan aki dari sensor tegangan, tegangan lampu dari sensor tegangan lampu
5. Jika semua nilai dari sensor sensor tersebut terpenuhi maka status lampu akan menyala
6. Jika nilai dari sensor-sensor tersebut lebih rendah dari ketentuannya maka status lampu akan mati dan sebaliknya



Gambar 3. Diagram alir program sistem monitoring dan kontrol PJU

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Sensor Arus dan Tegangan

Pengujian sensor arus ACS712 dilakukan dengan menyambungkan lampu ke sensor dan sensor ACS712 akan membaca nilai arus dari lampu. Setelah melakukan uji coba didapatkan nilai arus yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data pengujian sensor ACS712

No.	Waktu (WITA)	Arus		Keterangan
		Sensor arus ACS712 (A)	Digital clamp meter (A)	
1	06.00 – 17.59	0,110 – 0,117	0,109 – 0,120	Lampu mati
2	18.00 – 05.59	0,140 – 0,165	0,145 – 0,170	Lampu menyala
3	18.00 – 05.59	0,030 – 0,050	0,30 – 0,50	Lampu rusak

Berdasarkan hasil pengujian, ketika lampu menyala maka arus lampu akan menunjukkan nilai 0,140 A sampai 0,165 A. Ketika lampu mati maka arus lampu akan menunjukkan nilai 0,110 A sampai 0,117 A, sedangkan ketika lampu dalam keadaan rusak maka akan mendapatkan nilai arus sebesar 0,030 A sampai 0,050 A. Nilai yang dihasilkan dari sensor ini berupa rentang nilai minimum dan maksimum yang terbaca. Hal ini karena sensor ACS712 memiliki tingkat resolusi yang rendah yaitu 185 mV/A sehingga data pengukuran bersifat fluktuatif. Untuk pengujian akurasi sensor, pada pengujian ini dibandingkan dengan alat ukur *clamp* meter. Adapun *error* yang terjadi pada sensor ACS712 dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut.

$$Error(\%) = \frac{\text{Nilai Sensor} - \text{Nilai Clamp Meter}}{\text{Nilai Clamp Meter}} \times 100\% \quad (1)$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh *error* sebesar 0,009% untuk kondisi lampu mati, sedangkan untuk lampu menyala adalah 0,121%.

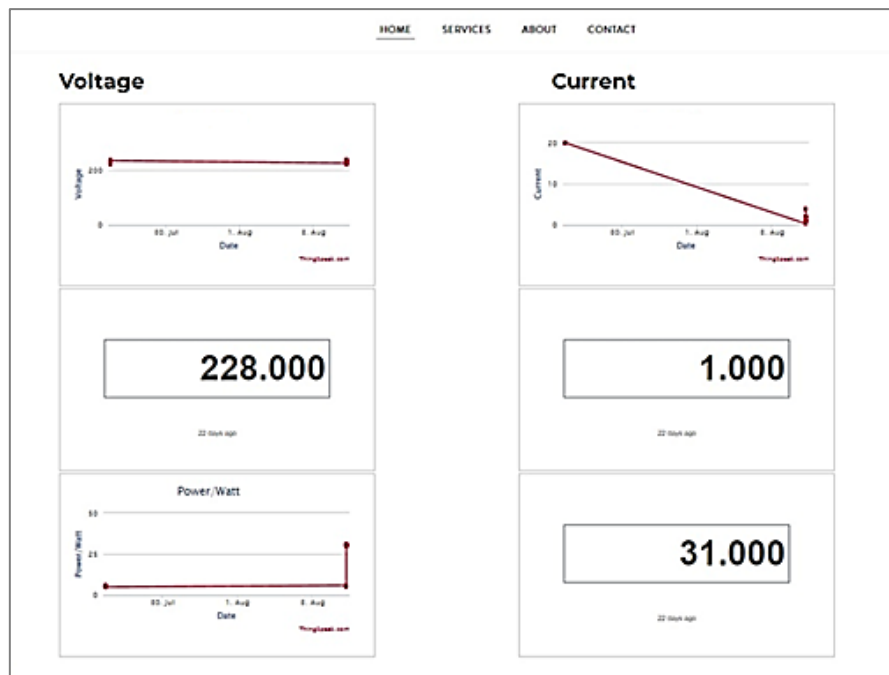
Untuk pengujian sensor ZMPT101b didapatkan hasil pada Tabel 2. Dari hasil pengujian didapatkan kesimpulan bahwa ketika lampu menyala maupun ketika lampu dalam keadaan mati maka nilai tegangan akan terukur sebesar 220 – 240 V karena ketika lampu menyala maupun mati sama-sama mendapatkan tegangan listrik tersebut. Pada kondisi lampu rusak, maka besarnya tegangan dianggap sama dengan pada kondisi lampu mati.

Tabel 2. Data Pengujian Sensor ZMPT101b

No.	Waktu (WITA)	Tegangan		Keterangan
		Sensor tegangan ZMPT101b (V)	Digital clamp meter (V)	
1	06.00 – 17.59	220,59 – 223,77	220,00 – 221,00	Lampu mati
2	18.00 – 05.59	220,59 – 223,77	220,00 – 221,00	Lampu menyala

3.2 Pengujian Tampilan Website

Adapun hasil dari data yang ditampilkan di dalam *website* memiliki tampilan seperti yang ditunjukkan Gambar 4. Di dalam *website* yang dibuat, terdapat kolom tegangan, arus, dan daya pada lampu yang digunakan. Data-data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik dan angka. Hal ini untuk mempermudah monitoring bagi petugas untuk mengetahui setiap perubahan nilai yang terjadi.



Gambar 4. Tampilan website

3.3 Pengujian Keseluruhan

Pada pengujian terakhir, dilakukan pengujian sistem selama 24 jam. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem saat diuji pada rentang waktu yang lebih lama. Adapun hasil pengujian keseluruhan ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian sistem selama 24 jam

No.	RTC (Real Time Clock)		Sensor		Keterangan	Status lampu
	Waktu (WITA)	Relai	ACS712 (A)	ZMPT101B (V)		
1	00.00	HIGH (1)	0,140 – 0,165 A	220,59 – 223,77	Lampu menyala	Lampu normal
2	01.00	HIGH (1)	0,140 – 0,165 A	220,59 – 223,77	Lampu menyala	Lampu normal
3	02.00	HIGH (1)	0,140 – 0,165 A	220,59 – 223,77	Lampu menyala	Lampu normal
4	03.00	HIGH (1)	0,140 – 0,165 A	220,59 – 223,77	Lampu menyala	Lampu normal
5	04.00	HIGH (1)	0,140 – 0,165 A	220,59 – 223,77	Lampu menyala	Lampu normal
6	05.00	HIGH (1)	0,140 – 0,165 A	220,59 – 223,77	Lampu menyala	Lampu normal
7	06.00	LOW (0)	0,110 – 0,117 A	220,59 – 223,77	Lampu mati	Lampu normal
8	07.00	LOW (0)	0,110 – 0,117 A	220,59 – 223,77	Lampu mati	Lampu normal
9	08.00	LOW (0)	0,110 – 0,117 A	220,59 – 223,77	Lampu mati	Lampu normal
10	09.00	LOW (0)	0,110 – 0,117 A	220,59 – 223,77	Lampu mati	Lampu normal
11	10.00	LOW (0)	0,110 – 0,117 A	220,59 – 223,77	Lampu mati	Lampu normal
12	11.00	LOW (0)	0,110 – 0,117 A	220,59 – 223,77	Lampu mati	Lampu normal
13	12.00	LOW (0)	0,110 – 0,117 A	220,59 – 223,77	Lampu mati	Lampu normal
15	13.00	LOW (0)	0,110 – 0,117 A	220,59 – 223,77	Lampu mati	Lampu normal
16	14.00	LOW (0)	0,110 – 0,117 A	220,59 – 223,77	Lampu mati	Lampu normal
17	15.00	LOW (0)	0,110 – 0,117 A	220,59 – 223,77	Lampu mati	Lampu normal
18	16.00	LOW (0)	0,110 – 0,117 A	220,59 – 223,77	Lampu mati	Lampu normal
19	17.00	LOW (0)	0,110 – 0,117 A	220,59 – 223,77	Lampu mati	Lampu normal
20	18.00	HIGH (1)	0,140 – 0,165 A	220,59 – 223,77	Lampu menyala	Lampu normal
21	19.00	HIGH (1)	0,35 – 0,50 A	220,59 – 223,77	Lampu menyala	Lampu rusak
22	20.00	HIGH (1)	0,35 – 0,50 A	220,59 – 223,77	Lampu menyala	Lampu rusak
23	21.00	HIGH (1)	0,35 – 0,50 A	220,59 – 223,77	Lampu menyala	Lampu rusak
24	22.00	HIGH (1)	0,35 – 0,50 A	220,59 – 223,77	Lampu menyala	Lampu rusak
25	23.00	HIGH (1)	0,140 – 0,165 A	220,59 – 223,77	Lampu menyala	Lampu normal

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa saat arus di bawah rata-rata, maka lampu dalam keadaan mati atau rusak. Jika nilai arus di atas rata-rata maka lampu dalam keadaan menyala. Kemudian pada saat RTC yang ditentukan telah menunjukkan pukul 18.00 WITA maka lampu akan menyala dan pada saat RTC menunjukkan pukul 06.00 WITA maka lampu akan mati secara otomatis. Pada siang hari panel surya akan mengisi aki untuk sumber daya listrik lampu.

4. KESIMPULAN

Sistem monitoring dan kontrol lampu PJU berbasis IoT telah berhasil dirancang dan direalisasikan. Lampu PJU dapat menyala secara otomatis dengan menggunakan modul RTC. Lampu akan menyala pada pukul 18.00 – 06.00 WITA dan lampu akan mati pada pukul 06.00 – 18.00 WITA. Sensor arus dan tegangan dapat mendeteksi tiga kondisi lampu berdasarkan nilai yang diukur. Selain itu, intensitas lampu berdasarkan jumlah orang yang berada pada lampu jalan umum juga dapat diatur. Penelitian berikutnya dapat dikembangkan sistem monitoring dan kontrol dengan menerapkan algoritma kecerdasan buatan seperti logika *fuzzy*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada P3M Politeknik Negeri Balikpapan yang telah dukungan terhadap pelaksanaan penelitian pemerataan dan kepada semua pihak atas partisipasi dalam mensukseskan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] (2021) Kominfo, Pemeliharaan Penerangan Jalan Umum. Retrieved from Dishub Kulonprogo [Online]. Available: dishub.kulonprogokab.go.id.
- [2] B. G. Melipurbowo, "Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus Acs 712," *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, vol. 12, no. 1, pp. 17-23, 2016.
- [3] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah, and I. F. Huda, "Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternative," *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10-14, 2018.
- [4] G. Y. Saputra, A. D. Afrizal, F. K. R. Mahfud, F. A. Pribadi, and F. J. Pamungkas, "Penerapan Protokol Mqtt Pada Teknologi Wan," *Jurnal Infomatika Mulawarman*, vol. 12, no. 2, pp. 69-75, 2017.
- [5] A. Adam, M. Muharnis, A. Ariadi, and J. Lianda, "Penerapan IoT Untuk Monitoring Lampu Penerangan Jalan Umum," *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, vol. 5, no. 1, pp. 32-41, 2020.
- [6] B. Edward, I. Kamil, and N. Nadhiroh, "Sistem Monitoring Luaran Daya Panel Surya Solar Tracker Berbasis Internet of Things Dengan GOIOT," *ELECTRICES*, vol. 3, no. 2, pp. 53-59, 2021.
- [7] P. Vendi, A. Wibawa, K. O. Saputra, A. Agung, and N. Amrita, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Lampu Penerangan Jalan Umum Berbasis Web," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 6, no. 4, pp. 51-57, 2019.
- [8] M. Wahyudi, "Sensor Arus dan Sensor Tegangan Untuk Monitoring Energi Listrik," *Seminar Nasional Industri dan Teknologi, Politeknik Negeri Bengkalis*, 2018, pp. 61-66.
- [9] S. Suryadi, "Sistem Kendali dan Monitoring Listrik Rumahan Menggunakan Ethernet Sheeld Dan Rtc Arduino," *JURNAL FATEKSA: Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, vol. 14, no. 1, pp. 9-18, 2017.
- [10] Q. Hidayati and N. Yanti, "Sistem Pembangkit Panel Surya dengan Solar Tracker Dual Axis," *Prosiding SNITT Poltekba*, vol. 4, 2020, pp. 68-73.

