

Sistem Deteksi Lokasi dan Kerusakan Penerangan Jalan Umum Berbasis *Internet Of Things*

¹Novie Eka Nur Cahyani, ²Fauzan Masykur, ³Jawwad Sulthon Habiby

^{1,2,3}Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Ponorogo

¹Email Penulis_1 nvenovie@gmail.com, ²fauzan@umpo.ac.id, ³jawwad@umpo.ac.id

Abstract - Public Street Lighting (PJU) plays a vital role in ensuring the safety of road users and reducing crime rates, especially at night. In many regions, including Jombang Regency, the monitoring of PJU conditions is still conducted manually, which delays damage response and decreases service efficiency. Several previous studies have developed Internet of Things (IoT)-based monitoring systems for electrical infrastructure, such as load monitoring using the PZEM-004T sensor to detect current and voltage [1], and the use of GPS modules for device location tracking [2]. The ThingSpeak platform has been widely used as a real-time IoT data visualization medium [3], while Telegram is utilized as a fast notification tool for field personnel [4]. This study develops an IoT-based system for detecting damage and location of PJU using the ESP32 microcontroller, PZEM-004T current and voltage sensor, and the NEO-6M GPS module. The system transmits data to the ThingSpeak platform and sends damage notifications via the Telegram application, integrated using Google Apps Script. The system can detect abnormal conditions such as MCB tripping and automatically sends the location information of the fault via a Google Maps link. Test results show that the system can monitor electrical parameters in real time and send accurate fault location notifications within less than one minute after a disruption is detected. The implementation of this system has proven to significantly improve the efficiency of monitoring and handling of PJU faults, making it a practical technological solution for the Department of Transportation.

Keywords —*Internet of Things, PJU, ESP32, PZEM-004T, GPS NEO-6M, Notification, ThingSpeak, Telegram*

Abstrak—Penerangan Jalan Umum (PJU) memiliki peranan penting dalam menjaga keselamatan pengguna jalan dan mengurangi angka kriminalitas, terutama pada malam hari. Di berbagai daerah termasuk Kabupaten Jombang, proses pemantauan kondisi PJU masih dilakukan secara manual, sehingga memperlambat penanganan kerusakan dan menurunkan efisiensi layanan. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) untuk pemantauan infrastruktur kelistrikan, seperti pemantauan beban listrik menggunakan sensor PZEM-004T untuk mendeteksi arus dan tegangan [1], serta penggunaan modul GPS untuk pelacakan lokasi perangkat [2]. Platform ThingSpeak telah digunakan secara luas sebagai media visualisasi data IoT secara real-time [3], sementara Telegram dimanfaatkan sebagai media notifikasi cepat kepada petugas lapangan [4]. Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi kerusakan dan lokasi PJU berbasis IoT dengan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor arus dan tegangan PZEM-004T, serta modul GPS NEO-6M. Sistem mengirimkan data ke platform ThingSpeak, serta mengirimkan notifikasi kerusakan melalui aplikasi Telegram yang diintegrasikan menggunakan Google Apps Script. Sistem ini dapat mendeteksi kondisi tidak normal seperti pemutusan MCB, dan secara otomatis mengirimkan informasi lokasi titik kerusakan melalui tautan Google Maps. Hasil pengujian menunjukkan sistem dapat memantau parameter listrik secara real-time, serta mengirimkan notifikasi lokasi kerusakan secara akurat dalam waktu kurang dari 1 menit setelah gangguan terdeteksi. Sistem ini terbukti dapat meningkatkan efisiensi pemantauan dan penanganan gangguan PJU secara signifikan, sehingga dapat menjadi solusi teknologi tepat guna bagi Dinas Perhubungan.

Kata Kunci—*Internet of Things, PJU, ESP32, PZEM-004T, GPS NEO-6M, Notifikasi, ThingSpeak, Telegram.*

I. PENDAHULUAN

Di Kabupaten Jombang, Penerangan Jalan Umum (PJU) memiliki peran penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan aktivitas masyarakat. Saat ini terdapat 7.822 unit lampu PJU yang terhubung dengan 672 panel kontrol yang tersebar di seluruh wilayah Kabupaten Jombang [3]. Jumlah tersebut cukup besar dan tersebar luas, sehingga penanganan kerusakan sering kali kurang optimal. Pemeliharaan dan perbaikan masih bergantung pada laporan masyarakat, sehingga proses penanganan menjadi lambat dan kurang efisien.

Permasalahan utama yang dihadapi adalah belum tersedianya sistem pemantauan PJU secara real-time yang mampu mendeteksi kondisi lampu padam atau gangguan secara otomatis. Padahal, konsep Internet of Things (IoT) memungkinkan perangkat untuk mengirimkan data melalui jaringan tanpa keterlibatan manusia secara langsung. Dengan penerapan sistem pemantauan berbasis IoT, deteksi kerusakan PJU dapat dilakukan secara cepat dan akurat, sehingga mempercepat proses perbaikan.

Sistem yang dikembangkan pada penelitian ini dirancang untuk memantau konsumsi daya listrik pada panel kontrol PJU dan mengirimkan notifikasi otomatis kepada admin melalui aplikasi Telegram. Pesan notifikasi berupa chatbot yang terhubung dengan platform ThingSpeak, tempat data konsumsi daya ditampilkan secara real-time. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menampilkan lokasi panel hubung bagi (PHB) yang mengalami kerusakan.

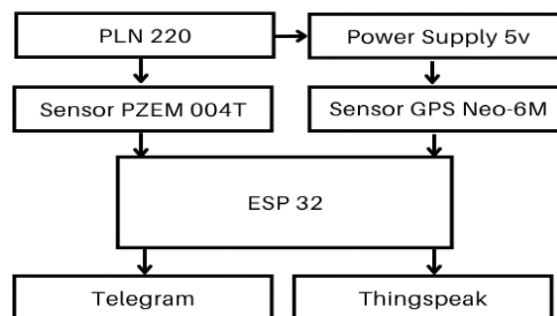
Dengan adanya sistem ini, teknisi dapat lebih cepat mengetahui titik kerusakan di lapangan, terutama pada malam hari, sehingga proses perbaikan dapat dilakukan segera. Penerapan sistem pemantauan berbasis IoT diharapkan mampu meningkatkan kualitas pelayanan publik, khususnya dalam hal rehabilitasi dan pemeliharaan PJU di Kabupaten Jombang.

II. METODE PENELITIAN

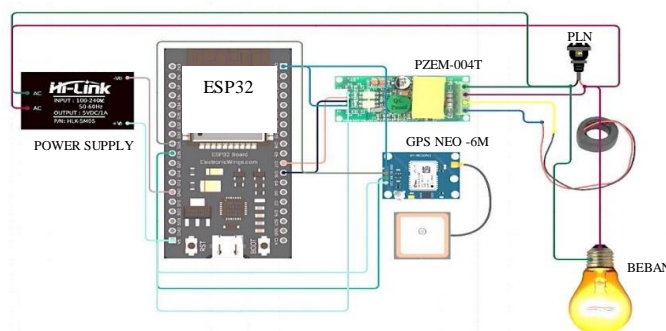
A. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen sistem dengan tahapan meliputi studi literatur, perancangan, implementasi, pengujian, serta analisis. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh dasar teori terkait IoT, ThingSpeak, dan Telegram. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem berupa blok diagram, diagram alur, dan wiring diagram. Implementasi dilakukan dengan merakit perangkat keras (ESP32, PZEM-004T, GPS NEO-6M) serta pemrograman untuk mengirim data ke ThingSpeak dan menampilkan notifikasi melalui Telegram menggunakan Google Apps Script. Sistem diuji langsung pada aset PJU milik Dinas Perhubungan Kabupaten Jombang untuk mengetahui kinerja dalam mendeteksi kerusakan dan mengirimkan notifikasi secara real time. Data hasil uji kemudian dianalisis untuk menilai efektivitas sistem dalam mendukung monitoring PJU.

B. Gambar dan Tabel



Gambar 1 Diagram Blok



Gambar 2 Diagram Wiring

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Studi

Sistem ini dirancang sebagai solusi atas masalah yang terjadi di Dinas Perhubungan Kabupaten Jombang dalam memantau kondisi PJU masih menggunakan cara konvensional sehingga menyebabkan keterlambatan dalam proses penanganan kerusakan. Permasalahan tersebut yang menjadi dasar dalam pengembangan sistem monitoring berbasis IoT. Dengan memanfaatkan sensor PZEM-004T sebagai pengumpul data kondisi kelistrikan, ESP32 sebagai pusat pengolahan data, dan GPS NEO 6M sebagai penunjuk lokasi PHB PJU. Sistem ini dapat mengirimkan notifikasi dengan cepat kepada pengguna ketika terjadi penurunan arus dan tegangan listrik.

B. Perencanaan

Sensor PZEM-004T diintegrasikan sebagai sensor utama untuk memantau tegangan dan arus listrik pada panel PJU sehingga kondisi kelistrikan dapat terdeteksi secara akurat. Modul GPS Neo-6M berfungsi sebagai penentu lokasi perangkat, memastikan titik koordinat PJU yang mengalami gangguan dapat diketahui dengan tepat. Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai pusat kendali yang mengolah data sensor dan mengirimkan informasi melalui jaringan Wi-Fi. Data hasil pemantauan diteruskan ke platform ThingSpeak sebagai basis penyimpanan dan analisis, serta dikirim ke aplikasi Telegram sebagai notifikasi real-time kepada pengguna. Seluruh komponen disusun dalam sebuah box modul yang ringkas dan terlindungi, sehingga sistem mampu bekerja secara berkelanjutan pada lingkungan luar ruangan tanpa memerlukan intervensi manual yang berlebihan.



Gambar 3 Flowchart

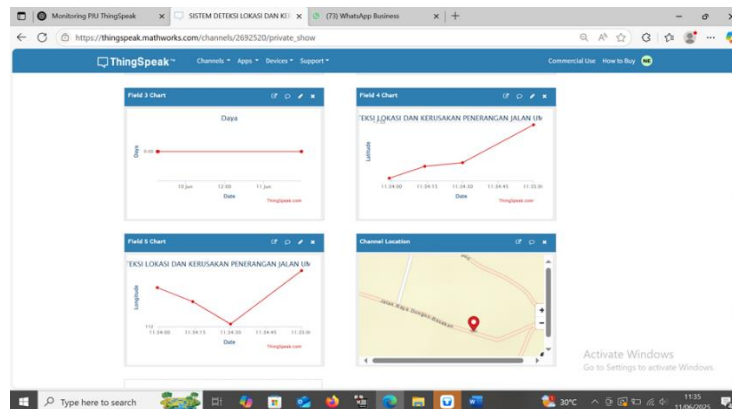
C. Perancangan

Tahap awal sistem deteksi lokasi dan kerusakan PJU dimulai dengan pemrograman pada mikrokontroler ESP32. Proses ini mencakup inialisasi sensor PZEM-004T untuk membaca parameter listrik (tegangan, arus, dan daya), serta modul GPS Neo-6M untuk memperoleh koordinat lokasi panel PJU. Selanjutnya dilakukan konfigurasi komunikasi data melalui jaringan Wi-Fi agar ESP32 dapat mengirimkan informasi jarak jauh. Setelah kode program berhasil dikompilasi dan diunggah, perangkat siap beroperasi secara mandiri.

Selanjutnya, integrasi dengan platform ThingSpeak dikembangkan untuk menampilkan data hasil pemantauan dalam bentuk grafik real-time yang mudah dianalisis. Untuk mendukung sistem notifikasi, Google Apps Script dimanfaatkan sebagai perantara antara ThingSpeak dan Telegram, sehingga setiap kondisi abnormal seperti

penurunan arus lebih dari 50% atau perangkat yang offline dapat segera dikirimkan ke akun Telegram pengguna. Antarmuka Telegram dirancang sederhana dan informatif agar pengguna, khususnya petugas lapangan Dinas Perhubungan, dapat segera mengetahui lokasi dan status kerusakan PJU.

Untuk meningkatkan akurasi sistem, dilakukan pengujian fungsi pada setiap komponen, meliputi respons sensor PZEM-004T terhadap perubahan arus, keakuratan koordinat GPS, serta kecepatan notifikasi yang diteruskan ke Telegram. Data hasil pengujian digunakan untuk mengevaluasi performa sistem sekaligus menjadi acuan dalam penentuan ambang batas kerusakan. Dengan pendekatan ini, sistem deteksi lokasi dan kerusakan PJU tidak hanya berfungsi sebagai alat pemantau, tetapi juga sebagai solusi berbasis IoT yang mendukung efektivitas pelayanan publik di Kabupaten Jombang.



Gambar 4 Desain Tampilan ThingSpeak

```

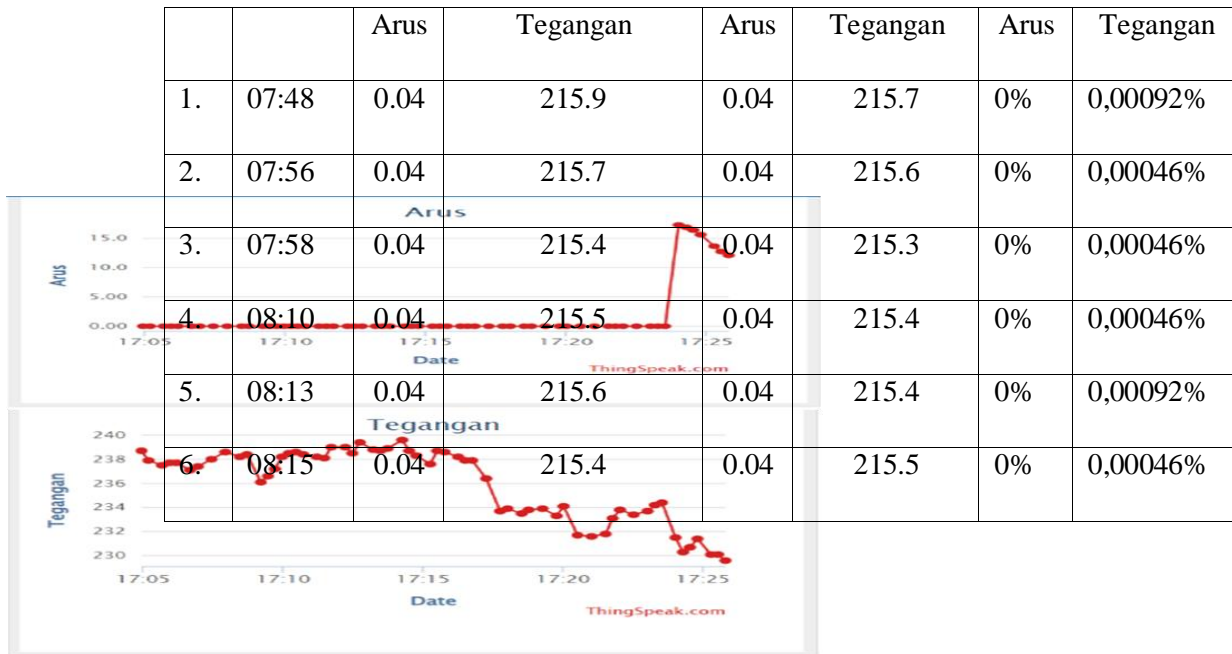
64
65 // Jika penurunan arus lebih dari 50%
66 if (dropPercentage > 50) {
67   const message =
68     *PERINGATAN PENURUNAN ARUS*\n\n +
69     Waktu: ${formatDate(new Date(latestData.created_at))}\n\n +
70     Arus saat ini: ${currentArus} A\n\n +
71     Rata-rata arus normal: ${avgArus.toFixed(3)} A\n\n +
72     Penurunan: ${dropPercentage.toFixed(1)}%\n\n +
73     Tegangan: ${latestData.field1} V\n\n +
74     Days: ${latestData.field3} W\n\n +
75     Lokasi: https://maps.google.com/?q=${data.channel.latitude},${data.channel.longitude};
76   kirimPesankelompokTelegram(message);
77 }
    
```

Gambar 5 Desain Notifikasi Pesan Telegram

Implementasi sistem deteksi lokasi dan kerusakan Penerangan Jalan Umum (PJU) berbasis ESP32 dilakukan dengan mengintegrasikan sensor arus PZEM-004T untuk membaca kondisi aliran listrik dan modul GPS NEO-6M untuk menentukan koordinat lokasi panel PJU. Apabila nilai arus yang terdeteksi penurunan dari nilai yang terukur sebelumnya, sistem secara otomatis mengidentifikasi adanya indikasi kerusakan. ESP32 kemudian mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke platform ThingSpeak untuk divisualisasikan dalam bentuk grafik real-time, sehingga memudahkan analisis kondisi PJU.

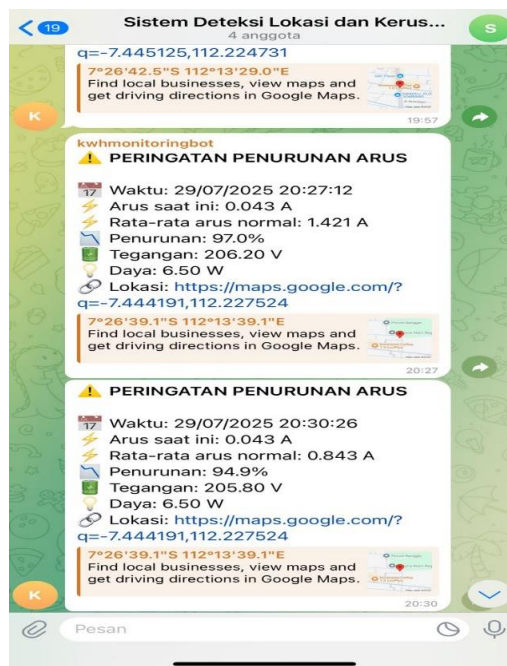
Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor PZEM 004T

No	Jam	Pembacaan Multimeter	Pembacaan Sensor	Error	Error



Gambar 6 Grafik Penurunan Arus Pada ThingSpeak

Selain itu, sistem juga terhubung dengan aplikasi Telegram melalui bot yang berfungsi memberikan notifikasi secara otomatis kepada petugas ketika terdeteksi penurunan. Notifikasi mencakup informasi kondisi kelistrikan PJU, lokasi berdasarkan koordinat GPS, serta waktu penurunan yang terjadi. Dengan demikian, petugas dapat segera melakukan penanganan di lapangan dengan cepat. Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak ini menjadikan sistem mampu bekerja secara real-time, responsif, serta mendukung peningkatan reliabilitas monitoring PJU di Kabupaten Jombang.



Gambar 7 bot Telegram

D. Hasil

Pada tahap pengujian ini, sistem berhasil mendeteksi lokasi dan kerusakan PJU secara otomatis. Sensor PZEM-004T mendeteksi arus dan tegangan listrik secara real-time, kemudian mengirimkan data ke ThingSpeak untuk divisualisasikan dalam bentuk grafik pemantauan. Selain itu, modul GPS NEO-6M memberikan informasi lokasi panel PJU yang diuji, sehingga kerusakan dapat dilacak dengan mudah.

Tabel 2 Hasil Implementasi

No	Tanggal	Jam	Pembacaan Sensor		
			Arus	Tegangan	Daya
1.	09-07-2025	17.10	11.169	232.30	2486.30
2.	09-07-2025	17.20	11.193	232.40	2489.90
3.	09-07-2025	17.40	11.144	232.30	2480.80
4.	09-07-2025	17.45	11.207	233.20	2493.00
5.	09-07-2025	18:03	11.236	233.00	2493.30
6.	09-07-2025	18:09	11.205	232.70	2500.20
7.	09-07-2025	18:14	11.209	232.70	2498.90
8.	09-07-2025	18:19	11.173	232.70	2491.60
9.	09-07-2025	18:25	0.043	221.80	221.80
10	09-07-2025	18:29	0.043	221.10	221.10

Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketika terjadi penurunan arus dari 11.173 A menjadi 0.043 A pada pukul 18:25 akibat Miniature Circuit Breaker (MCB) beban yang terhubung pada PJU trip, grafik pada ThingSpeak menampilkan perubahan secara signifikan. Sekitar 2 menit setelah penurunan terdeteksi, sistem mengirimkan notifikasi otomatis melalui Telegram berisi informasi kondisi listrik dan lokasi panel PJU. Hal ini membuktikan bahwa sistem mampu memberikan respon dengan cepat terhadap kerusakan, sehingga mempermudah proses pemantauan oleh Dinas Perhubungan.

Selama periode pengujian, sistem bekerja secara stabil. Data yang ditampilkan di ThingSpeak dapat diakses kapan saja, dan notifikasi Telegram terbukti akurat tanpa adanya keterlambatan signifikan. Dengan demikian, sistem ini dinilai efektif dan efisien dalam mendukung kegiatan monitoring PJU secara jarak jauh, sekaligus meningkatkan ketepatan waktu dalam penanganan kerusakan di lapangan.



Gambar 8 Notifikasi Peringatan Penurunan Arus Pada Smart Phone



Gambar 9 Pesan Telegram



Gambar 10 Lokasi PHB PJU

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem deteksi lokasi dan kerusakan Penerangan Jalan Umum (PJU) berbasis ESP32 dan Internet of Things (IoT), seluruh tahapan implementasi menunjukkan efektivitas dan stabilitas yang baik dalam memantau kondisi PJU. Hardware yang terdiri atas ESP32, sensor PZEM-004T, dan GPS NEO-6M berhasil mendeteksi kondisi arus dan tegangan pada panel PJU serta menentukan lokasi panel yang mengalami kerusakan secara akurat. Sensor PZEM-004T mampu memantau parameter listrik secara real-time dengan tingkat akurasi tinggi, sehingga setiap penurunan arus akibat kerusakan dapat terdeteksi. Modul GPS NEO-6M memberikan informasi koordinat lokasi panel PJU, memudahkan petugas lapangan dalam melakukan penanganan cepat. Integrasi dengan platform ThingSpeak memungkinkan data sensor divisualisasikan dalam bentuk grafik pemantauan, sedangkan notifikasi Telegram terbukti mampu mengirimkan peringatan otomatis maksimal 2 menit setelah penurunan arus terdeteksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja secara konsisten, mulai dari pengambilan data, pengiriman ke server IoT, hingga pemberitahuan kondisi panel kepada pengguna. Dengan demikian, sistem ini memberikan kontribusi nyata dalam mendukung monitoring infrastruktur PJU secara presisi, meningkatkan efisiensi kerja petugas, serta mempercepat proses perbaikan kerusakan di lapangan.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] N F. N. Ramadhan, A. G. Rachman, dan R. Hidayat, "Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT Menggunakan PZEM-004T dan ESP32," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer (JTEK)*, vol. 9, no. 2, pp. 121–127, 2022.
- [2] M. A. Nugraha dan R. S. Wibowo, "Rancang Bangun Sistem Monitoring PJU Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Deteksi Kerusakan Otomatis," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 11, no. 1, pp. 55–62, 2023.
- [3] A. B. Prasetyo dan L. S. Yulianto, "Pemanfaatan Platform ThingSpeak dalam Sistem Pemantauan Berbasis IoT," *Jurnal Ilmiah Informatika*, vol. 8, no. 1, pp. 34–41, 2021.
- [4] D. K. Saputra dan A. Kurniawan, "Integrasi Telegram Bot dengan Sistem IoT untuk Notifikasi Monitoring Otomatis," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 7, no. 2, pp. 89–95, 2022.
- [5] Anna, K. (2023). Peran Dinas Perhubungan Terhadap Pemeliharaan Lampu Penerangan Jalan Umum Di Kabupaten Pesawaran (*Studi di Kecamatan Kedondong Kabupaten Pesawaran*) (*Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung*).
- [6] Systematic Literature Review Terhadap Pemanfaatan Internet Of Things (IoT) Dalam Bidang Kesehatan Hofifah Isma Adauwiyah¹, Muhammad Ridho Kamaluddin², Ryo Figo Al Kautsar³, Fitroh⁴. *Applied Information Sistem And Management (AISM) Volume 5, (2) 2022, P. 67-74 P-ISSN: 2621-2536;E-ISSN: 2621-2544.*
- [7] Saputro, U. A., & Tuslam, A. (2022). Sistem Deteksi Kebakaran Berbasis Internet Of Things Dengan Pesan Peringatan Menggunakan NodeMCU ESP8266 Dan Platform ThingSpeak. *Jurnal Infomedia: Teknik Informatika, Multimedia, dan Jaringan*, 7(1), 24-30.
- [8] Fu'ady, R. C. (2022). Sistem Pengelolaan Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) Menggunakan Konsep IoT Berbasis Long Range (LoRa) Solution (*Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*).
- [9] Taufik, T., Misbahuddin, M., & Nrartha, I. M. A. (2021). Sistem Monitoring Dan Kontrol Penerangan Jalan Umum Menggunakan Jaringan Komunikasi Lora Berbasis Internet Of Things (IoT). *DIELEKTRIKA*, 8(2), 95-102.
- [10] Aditya, L., & Harahap, A. R. (2024). Rancang Bangun Penerangan Jalan Umum Untuk Mengatasi Kondisi Berkabut Menggunakan Sensor Ldr Dan Sensor Kabut Berbasis Esp 32. *Jurnal Elektro*, 12(1), 12-2.
- [11] Kamil, M. I., Umam, B. A., & Makruf, M. (2024). Rancang Bangun Sistem Monitoring Pemakaian Arus Dengan Aplikasi Blynk (Studi Kasus: Pengguna Jalan Umum): Rancang Bangun Sistem Monitoring Pemakaian Arus Dengan Aplikasi Blynk (Studi Kasus: Pengguna Jalan Umum). *Jurnal Siskom-Kb (Sistem Komputer Dan Kecerdasan Buatan)*, 8(1), 28-33.