

Penerapan Internet of Things untuk Monitoring Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) Kota Bogor

Eko Purnomo^{1*}, Wahyu Hidayat²

^{1,2}Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Informatika dan Komputer, Universitas Binaniaga Indonesia

email^{1*}: ekopurnmo17@gmail.com

email²: wahyu.hidayat@unbin.ac.id

*Corresponding Author

ABSTRACT

This research is motivated by the problem of managing Public Street Lighting (PJU) in Bogor City which still relies on manual inspections so that the detection of lamp damage is often late and has the potential to cause energy waste and reduce the level of safety for road users. This research aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based PJU monitoring system that is able to provide real-time information on lamp conditions and support operational efficiency. The method used is a research and development approach by designing a prototype using NodeMCU ESP8266 as the main controller, a Light Dependent Resistor (LDR) sensor to detect light intensity, a relay as an actuator, and a cloud-based Blynk application as a remote monitoring medium. The test results show that the system is able to detect lamp status automatically with a fast response and a good level of accuracy, and displays data in real-time via mobile devices. The implementation of this system has implications for increasing maintenance effectiveness, reducing energy waste, and operational cost efficiency. Thus, the application of IoT to PJU can be a strategic solution in supporting smarter, adaptive, and sustainable city infrastructure management.

Keywords: *Internet Of Things, Public Street Lighting (PJU), Real-Time Monitoring, NodeMCU ESP8266, LDR Sensor, Energy Efficiency, Smart City.*

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh permasalahan pengelolaan Penerangan Jalan Umum (PJU) di Kota Bogor yang masih mengandalkan inspeksi manual sehingga deteksi kerusakan lampu sering terlambat dan berpotensi menimbulkan pemborosan energi serta menurunkan tingkat keamanan pengguna jalan. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring PJU berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memberikan informasi kondisi lampu secara real-time dan mendukung efisiensi operasional. Metode yang digunakan adalah pendekatan research and development dengan merancang prototipe menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama, sensor Light Dependent Resistor (LDR) untuk mendeteksi intensitas cahaya, relay sebagai aktuator, serta aplikasi Blynk berbasis cloud sebagai media pemantauan jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi status lampu secara otomatis dengan respons cepat dan tingkat akurasi yang baik, serta menampilkan data secara real-time melalui perangkat seluler. Implementasi sistem ini berimplikasi pada peningkatan efektivitas pemeliharaan, pengurangan pemborosan energi, dan efisiensi biaya operasional. Dengan demikian, penerapan IoT pada PJU dapat menjadi solusi strategis dalam mendukung pengelolaan infrastruktur kota yang lebih cerdas, adaptif, dan berkelanjutan.

Kata kunci: *Internet Of Things, Penerangan Jalan Umum (PJU), Monitoring Real-Time, NodeMCU ESP8266, Sensor LDR, Efisiensi Energi, Smart City.*

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan salah satu fasilitas penting dalam mendukung aktivitas masyarakat, khususnya pada malam hari. Keberadaan lampu jalan yang berfungsi dengan baik dapat meningkatkan keamanan, kenyamanan, dan keselamatan pengguna jalan. Selain membantu mengurangi risiko kecelakaan lalu lintas, penerangan jalan juga berperan dalam menciptakan lingkungan yang lebih aman dan mendukung aktivitas ekonomi masyarakat pada malam hari.

Namun, pengelolaan PJU di berbagai daerah, termasuk di Kota Bogor, masih menghadapi beberapa kendala. Sistem pemantauan yang digunakan sebagian besar masih dilakukan secara manual melalui inspeksi lapangan atau laporan masyarakat ketika terjadi kerusakan lampu. Kondisi tersebut menyebabkan proses penanganan kerusakan menjadi lambat, sehingga lampu jalan yang padam sering kali dibiarkan dalam waktu cukup lama sebelum diperbaiki. Selain menurunkan kualitas pelayanan publik, kondisi ini juga dapat meningkatkan risiko kecelakaan dan tindak kriminalitas pada area yang minim penerangan.

Permasalahan lain yang sering terjadi adalah pemborosan energi akibat lampu jalan yang tetap menyala pada siang hari karena kurangnya sistem pengendalian dan monitoring yang efektif. Penggunaan sistem konvensional membuat pengelola kesulitan mengetahui kondisi lampu secara langsung dan real-time.

Akibatnya, biaya operasional dan pemeliharaan menjadi lebih tinggi karena proses pengawasan dan perbaikan memerlukan waktu, tenaga, dan biaya yang cukup besar.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan peluang baru dalam pengelolaan infrastruktur perkotaan, termasuk pada sistem penerangan jalan umum. Teknologi IoT memungkinkan perangkat elektronik saling terhubung melalui jaringan internet sehingga dapat melakukan pertukaran data secara otomatis dan real-time. Dalam penerapannya pada sistem PJU, teknologi IoT dapat digunakan untuk memantau kondisi lampu, mendeteksi kerusakan, serta melakukan pengendalian lampu secara otomatis dari jarak jauh.

Pada penelitian ini, sistem monitoring PJU dirancang menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama, sensor Light Dependent Resistor (LDR) untuk mendeteksi intensitas cahaya, sensor PIR untuk mendeteksi pergerakan, serta aplikasi Blynk sebagai media monitoring berbasis cloud. Dengan adanya sistem ini, kondisi lampu dapat dipantau secara real-time melalui perangkat mobile sehingga proses pengawasan menjadi lebih cepat, efektif, dan efisien. Selain itu, sistem ini diharapkan mampu membantu mengurangi pemborosan energi dan mendukung pengembangan konsep smart city di Kota Bogor.

2. Permasalahan

Pengelolaan lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) di Kota Bogor saat ini masih dilakukan secara konvensional sehingga proses monitoring dan penanganan kerusakan belum berjalan secara optimal. Kerusakan lampu jalan umumnya baru diketahui setelah adanya laporan masyarakat atau inspeksi langsung dari petugas lapangan. Kondisi tersebut menyebabkan keterlambatan dalam proses perbaikan sehingga lampu yang padam dapat mengganggu kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan.

Selain itu, sistem penerangan jalan yang belum terintegrasi dengan teknologi monitoring otomatis juga menyebabkan terjadinya pemborosan energi. Lampu jalan terkadang tetap menyala pada siang hari akibat kesalahan pengaturan maupun gangguan pada sistem kontrol. Tidak adanya pemantauan secara real-time membuat pengelola kesulitan dalam mendeteksi kondisi lampu secara cepat dan akurat.

Permasalahan lainnya adalah tingginya biaya operasional dan pemeliharaan karena proses monitoring masih membutuhkan pengecekan langsung ke lapangan. Sistem konvensional juga belum mampu menyediakan data monitoring yang dapat digunakan untuk analisis kondisi lampu maupun pengambilan keputusan secara cepat. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memberikan informasi kondisi lampu secara real-time, mempermudah proses pengawasan, serta meningkatkan efisiensi pengelolaan PJU.

Dengan memperhatikan uraian tersebut, maka dapat dirumuskan beberapa pokok permasalahan sebagai berikut:

- a. Bagaimana monitoring sistem penerangan lampu jalan otomatis berbasis internet of things menggunakan Blynk?
- b. Bagaimana sensor LDR dapat mendeteksi cahaya, baik dalam kondisi terang atau gelap?

Menindaklanjuti identifikasi masalah di atas, penelitian ini difokuskan untuk menjawab beberapa pertanyaan berikut:

- a. Sistem monitoring PJU belum dirancang untuk mengirim data kondisi lampu secara real-time ke pusat kontrol
- b. Kerusakan lampu PJU baru diketahui setelah ada laporan masyarakat atau inspeksi manual, sehingga perbaikan sering terlambat dilakukan dan dapat mengakibatkan kecelakaan di karenakan lampu PJU tersebut padam serta kondisi jalan gelap
- c. Mengantisipasi pencurian dan kehilangan lampu PJU sehingga dapat dideteksi agar kejadian tersebut dapat dihindari dan diminimalisir

3. Tinjauan Pustaka

- a. Research and Development (R&D)
Metode *Research and Development (R&D)* digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk teknologi sesuai kebutuhan pengguna. Menurut Sugiyono (2019), metode ini melibatkan tahapan analisis, perancangan, pengujian, serta evaluasi hingga diperoleh sistem yang efektif dan siap diterapkan. Dalam penelitian ini, pendekatan *R&D* digunakan untuk merancang dan menguji sistem pengendalian standar motor berbasis *Internet of Things (IoT)*
- b. Internet of Things (IoT)
Suatu konsep yang menghubungkan perangkat fisik melalui jaringan internet agar dapat bertukar data secara *real-time*. Menurut Mulyana (2024), *IoT* memungkinkan integrasi antara *hardware* dan *software* dengan dukungan konektivitas *cloud*. Pada penelitian ini, *IoT* diterapkan untuk mengendalikan dan

memantau posisi standar sepeda motor secara otomatis

- c. Mikrokontroler ESP8266
Lingkungan pengembangan perangkat lunak dan perangkat keras sumber terbuka yang dibangun di atas sebuah System-on-a-Chip (SoC) yang terjangkau, yaitu ESP8266. ESP8266, yang dirancang dan diproduksi oleh Espressif Systems, mengandung elemen-elemen penting dari sebuah komputer: CPU, RAM, jaringan (WiFi), serta sistem operasi dan SDK modern. Hal ini menjadikannya pilihan yang sangat baik untuk berbagai proyek Internet of Things (IoT). Menurut Musfirah Putri Lukman (2024).
- d. Light Dependent Resistor
Menurut (Yusman dkk., 2024, p.104) sensor LDR (Light Dependent Resistor) adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Besarnya nilai hambatan pada Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri.
- e. Relay
Relay merupakan komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar yang dapat mengendalikan arus listrik dengan prinsip elektromagnetik. Spesifikasi relay ini adalah bahwa mereka membutuhkan tegangan kerja 5 volt untuk operasi dan memiliki satu channel untuk mengendalikan aliran listrik. Menurut David Liem (2024)
- f. Pir
Menurut Lukmanul Khakim (2023), Sensor PIR adalah suatu sensor yang berfungsi untuk mendeteksi adanya gerakan manusia ataupun hewan, dimana tubuh manusia atau hewan memiliki energi panas yang dalam bentuk radiasi inframerah.
- g. Aplikasi Blynk
Platform *IoT* berbasis *Cloud* yang memungkinkan pengguna memantau dan mengendalikan perangkat melalui *smartphone*. Menurut Nurhadi (2023), *Blynk* digunakan untuk mengirimkan notifikasi *real-time* mengenai posisi standar motor guna meningkatkan keselamatan berkendara.



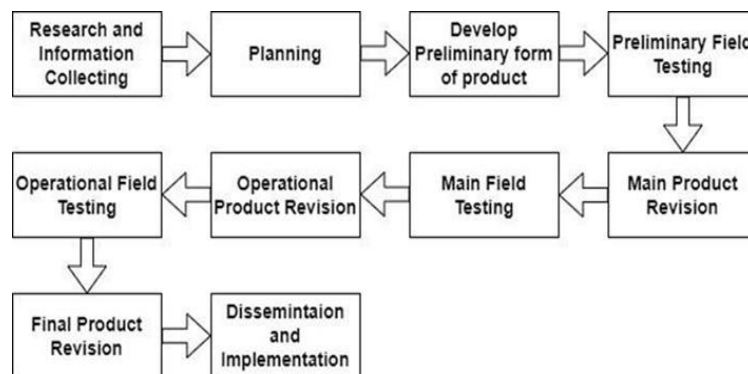
Gambar 1. Komponen ESP32 dan Aplikasi Blynk

Sumber: (diadaptasi dan disusun oleh penulis berdasarkan gambar dari situs resmi Arduino.cc dan Blynk.io, 2025)

B. METODE

1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development (R&D)* yang bertujuan untuk merancang dan menguji sistem monitoring lampu penerangan jalan umum berbasis *Internet of Things (IoT)*. Tahapan penelitian menerapkan metode *Research & Development* sebagai pendekatan utama untuk merancang, menyempurnakan, dan menguji produk hingga mencapai hasil yang optimal.



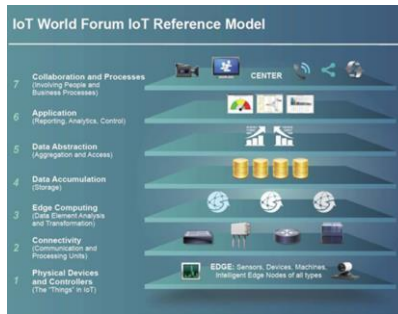
Gambar 2. R&D dari Borg and Gall, 1989

Sumber: (Sugiyono, 2024)

2. Model yang Diusulkan

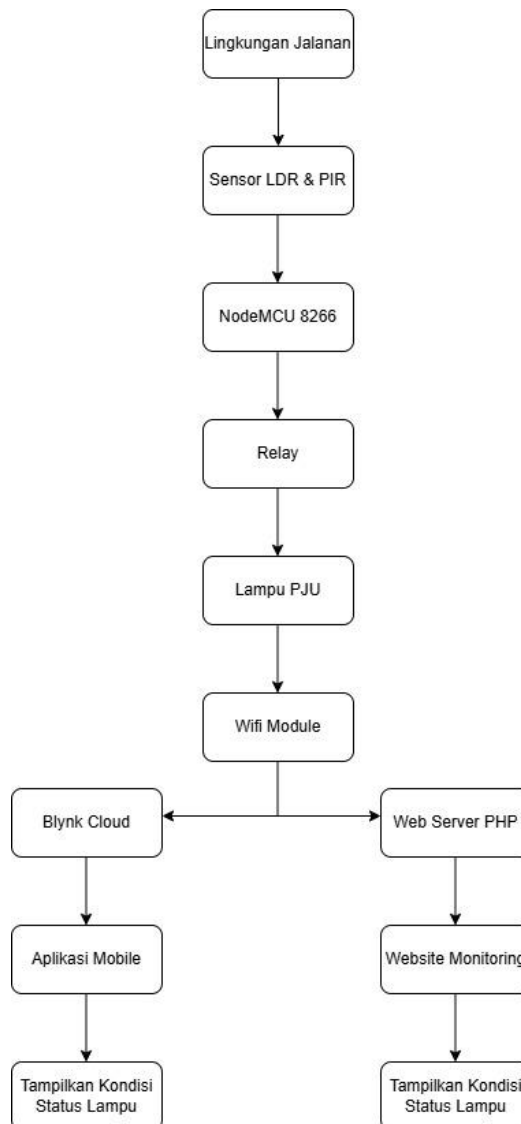
Metode penelitian yang relevan untuk digunakan dalam penelitian ini dapat dibagi menjadi dua pendekatan utama, yaitu metode evaluatif dan metode Prototype, antara lain sebagai berikut:

a. Model Teoritis



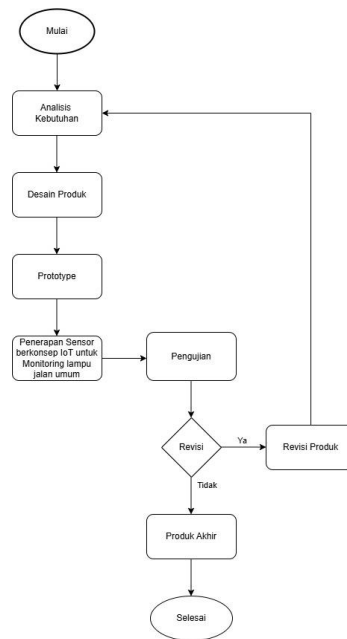
Gambar 3. Model Referensi Teoritis
Sumber: (juxtology.com, 2024)

b. Model Konseptual



Gambar 4. Model Referensi Konseptual
Sumber: (diadaptasi dan disusun oleh penulis dari Microsoft Word, 2025)

c. Model Prosedural



Gambar 5. Model Referensi Prosedural
 Sumber: (diadaptasi dan disusun oleh penulis dari draw.io, 2025)

3. Uji Coba Produk

a. Jenis Data

Dua jenis data digunakan dalam penelitian ini, yaitu data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif adalah data yang dapat diolah atau dianalisis menggunakan perhitungan matematis dan statistik (Sugiyono, 2016); Data kualitatif bersifat deskriptif dan menggambarkan kondisi atau tanggapan tertentu (Satori & Komariah, 2017).

b. Instrumen Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data pada penelitian dan pengembangan ini digunakan dua instrumen. Pengujian oleh ahli menggunakan metode *Blackbox Testing*, sedangkan pengujian oleh pengguna menggunakan *System Usability Scale (SUS)*.

Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Dalam perhitungan rumus di atas digunakan untuk memberikan hasil penilaian terhadap tingkat kelayakan sistem yang telah dibangun. Kategori kelayakan memiliki nilai maksimal 100% dan minimal 0% sesuai dengan Sugiyono (2024, pp. 333–335).

Perhitungan skor *System Usability Scale (SUS)* menggunakan rumus:

$$\text{SUS} = ((Q1-1) + (5-Q2) + (Q3-1) + (5-Q4) + (Q5-1) + (5-Q6) + (Q7-1) + (5-Q8) + (Q9-1) + (5-Q10)) \times 2,5.$$

c. Teknik Analisis Data

Analisis data menggunakan metode *black box testing* dengan pendekatan *boundary value analysis* untuk memastikan fungsi sistem berjalan sesuai rancangan. Pengujian dilakukan pada beberapa komponen utama, seperti sensor LDR, NodeMCU ESP8266, Relay, serta aplikasi *Blynk* sebagai media monitoring secara real-time. Hasil pengujian dinilai secara deskriptif dengan kategori sangat baik, baik, cukup, kurang, dan tidak baik berdasarkan kecepatan respon dan ketepatan fungsi sistem. Tingkat keberhasilan sistem mencapai 73%, termasuk kategori baik.

Tabel 1. Kategori Kelayakan

Persentase Kelayakan	Interpretasi
< 21%	Sangat Tidak Layak
21% - 40%	Tidak Layak
41% - 60%	Cukup Layak
61% - 80%	Layak
81% - 100%	Sangat Layak

Tabel 2. Grade Skor SUS

SUS Score	Grade	Adjective Rating
> 80,3	A	Excellent
68-80,3	B	Good
51-68	C	Okay
< 51	D/F	Poor/awful

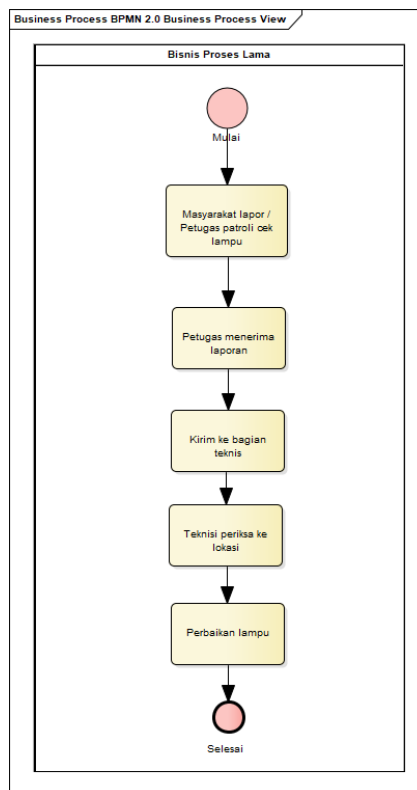
C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

a. Hasil Analisis Proses

Proses bisnis lama dalam pemeliharaan lampu penerangan jalan umum (PJU) masih dilakukan secara manual. Alur dimulai ketika terjadi permasalahan pada lampu, misalnya padam di malam hari atau tetap menyala pada siang hari. Kondisi ini biasanya diketahui melalui laporan masyarakat yang kebetulan melihat kerusakan, atau dari hasil patroli petugas di lapangan.

Setelah laporan diterima, petugas mencatat dan meneruskannya kepada bagian teknis yang bertanggung jawab terhadap perbaikan. Teknisi kemudian turun langsung ke lokasi untuk memeriksa kondisi lampu yang bermasalah. Apabila ditemukan kerusakan, teknisi segera melakukan perbaikan agar lampu dapat kembali berfungsi. Proses berakhir ketika lampu sudah menyala normal kembali.

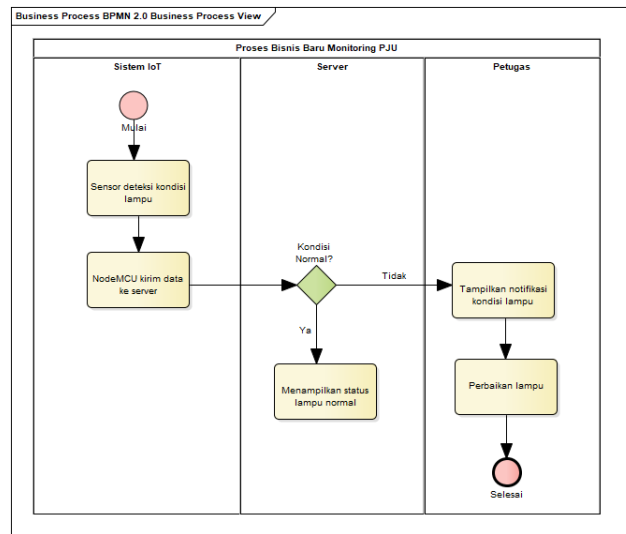


Gambar 6. Proses Bisnis Lama Monitoring Lampu Penerangan Jalan Umum
 Sumber: (diadaptasi dan disusun oleh penulis dari enterprise architect, 2025)

Pada sistem baru, pemantauan lampu PJU tidak lagi bergantung pada laporan manual, tetapi sudah didukung oleh perangkat IoT. Proses dimulai ketika sensor mendeteksi kondisi lampu di lapangan, apakah dalam keadaan menyala atau padam sesuai waktunya. Informasi yang ditangkap sensor kemudian dikirim oleh NodeMCU ke server melalui koneksi internet.

Server akan mengolah data tersebut dan menampilkannya melalui aplikasi monitoring. Pada tahap ini, sistem otomatis mengevaluasi apakah kondisi lampu masih normal atau terjadi masalah. Jika kondisi lampu sesuai, maka proses pemantauan berlanjut tanpa ada tindakan tambahan. Namun, jika terdeteksi adanya anomali, sistem segera mengirimkan notifikasi otomatis kepada petugas.

Setelah menerima notifikasi, petugas bergerak menuju lokasi untuk melakukan perbaikan. Begitu perbaikan selesai dilakukan, status lampu akan langsung diperbarui secara real-time pada sistem, sehingga kondisi terbaru dapat langsung dipantau. Dengan alur ini, proses penanganan menjadi lebih cepat, efisien, dan akurat dibandingkan cara manual sebelumnya.



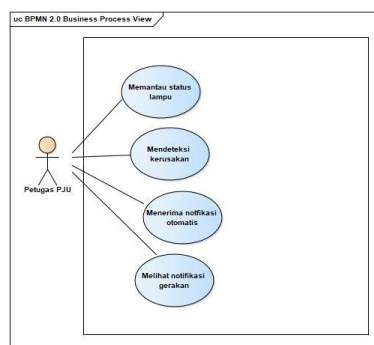
Gambar 7. Proses Bisnis Baru Monitoring Lampu Penerangan Jalan Umum Sumber: (diadaptasi dan disusun oleh penulis dari enterprise architect, 2025)

b. Desain Produk

Desain produk dibuat untuk menggambarkan cara sistem bekerja serta hubungan antara pengguna dan perangkat. Desain ini dijabarkan melalui *use case diagram* dan *activity diagram* sebagai acuan alur sistem.

1) Use Case Diagram

Use case diagram pada sistem monitoring lampu penerangan jalan umum (PJU) berbasis IoT ini menggambarkan interaksi antara aktor dan sistem. Aktor yang terlibat adalah petugas PJU. Petugas PJU berperan dalam mengakses dan mengelola sistem monitoring melalui aplikasi Blynk berbasis cloud. Aktivitas utama yang dapat dilakukan oleh Petugas PJU meliputi memantau status lampu (nyala/padam), mendeteksi kerusakan lampu, menerima notifikasi otomatis dari sistem, melihat notifikasi gerakan, sehingga proses pemeliharaan lampu dapat dilakukan lebih cepat dan tepat sasaran.



Gambar 8. Use Case Diagram

Sumber: (diadaptasi dan disusun oleh penulis dari enterprise architect, 2025)

2) Activity Diagram

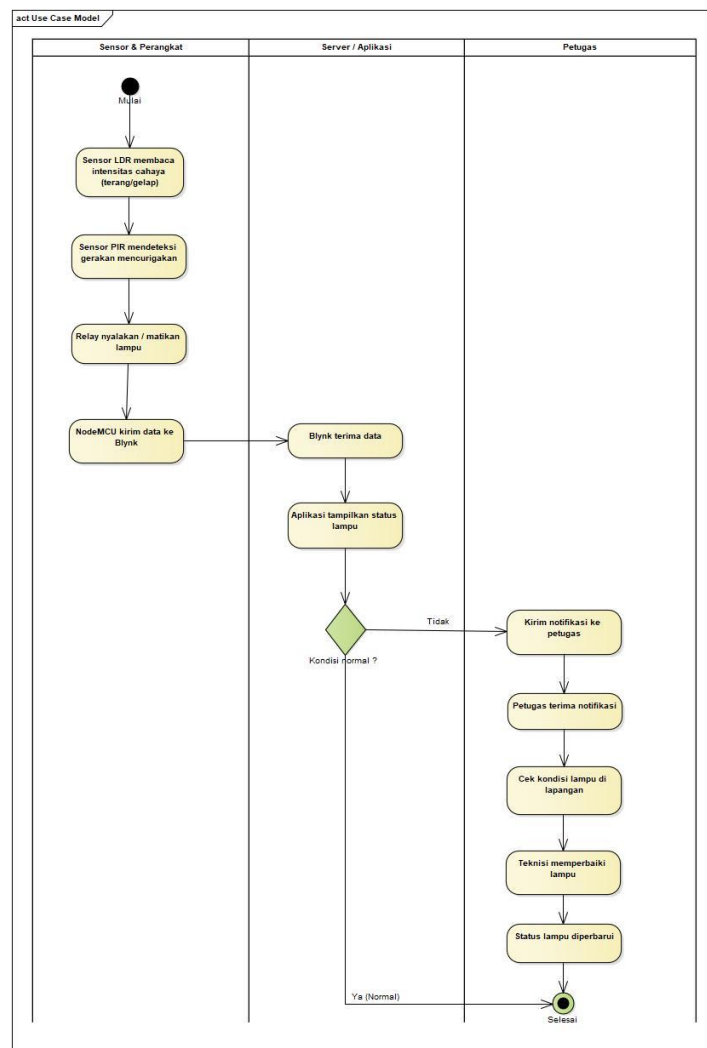
Alur sistem dimulai dari sensor LDR yang memantau kondisi cahaya di sekitar lampu jalan. Kalau lingkungan sudah gelap, sensor akan mengirim sinyal ke NodeMCU untuk menyalakan lampu lewat relay. Sebaliknya, kalau masih terang, lampu otomatis dimatikan agar tidak membuang energi.

Di sisi lain, sistem juga dilengkapi sensor PIR. Fungsinya bukan untuk mengatur nyala lampu, tapi lebih ke arah keamanan. PIR akan mendeteksi adanya gerakan yang tidak wajar, misalnya aktivitas orang yang berusaha merusak atau mencuri lampu PJU. Begitu ada pergerakan mencurigakan, NodeMCU langsung mencatat kejadian tersebut dan mengirimkan datanya ke aplikasi monitoring.

Setiap data, baik dari LDR maupun PIR, dikirim secara real-time ke server cloud (Blynk). Dari sini, informasi diteruskan ke aplikasi mobile. Aplikasi akan menampilkan kondisi lampu (nyala atau padam) sekaligus memberi tahu jika ada deteksi gerakan mencurigakan dari sensor PIR. Jika kondisi lampu berjalan normal, aplikasi hanya menampilkan status monitoring rutin. Namun, jika ada anomali misalnya lampu mati saat malam hari atau PIR mendeteksi aktivitas mencurigakan, sistem segera mengirim notifikasi otomatis ke petugas lapangan.

Petugas yang menerima notifikasi bisa langsung menentukan langkah selanjutnya. Jika masalahnya lampu padam, petugas akan turun ke lokasi untuk memperbaiki. Kalau yang terdeteksi adalah potensi gangguan keamanan, petugas bisa segera mengecek dan mengambil tindakan pencegahan. Setelah tindakan dilakukan, status terbaru lampu maupun keamanan akan diperbarui lagi di aplikasi.

Dengan begitu, sistem tidak hanya membantu dalam penghematan energi dan monitoring lampu, tapi juga menambah lapisan keamanan agar infrastruktur penerangan jalan tidak mudah rusak atau hilang karena pencurian.

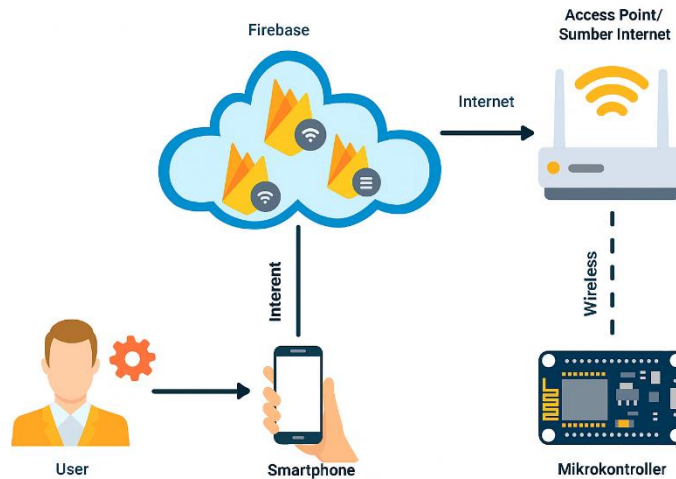


Gambar 9. Activity Diagram

Sumber: (diadaptasi dan disusun oleh penulis dari enterprise architect, 2025)

b. Implementasi Internet of Things

Implementasi Internet of Things (IoT) pada sistem monitoring lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) memanfaatkan NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama, sensor LDR sebagai pendeteksi intensitas cahaya, relay sebagai pengatur arus listrik lampu, serta aplikasi Blynk sebagai media monitoring dan kontrol jarak jauh. Seluruh komponen saling terhubung melalui jaringan Wi-Fi sehingga sistem dapat bekerja secara otomatis dalam menyalakan maupun mematikan lampu sesuai kondisi cahaya lingkungan serta mengirimkan informasi kondisi lampu secara real-time kepada pengguna melalui smartphone

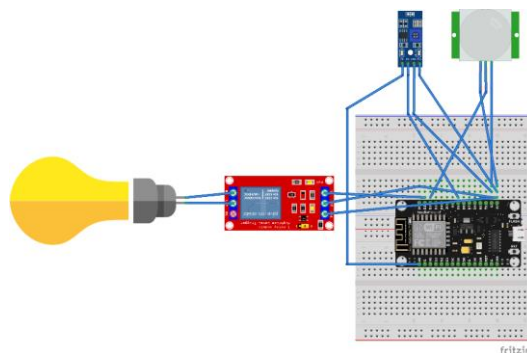


Gambar 10. Implementasi IoT

Sumber: (diadaptasi dan disusun oleh penulis menggunakan *Photoshop*, 2025)

c. Mockup Prototype

Setelah dilakukannya desain implementasi, langkah berikutnya adalah membuat mockup prototype. Pembuatan mockup ini bertujuan sebagai gambaran awal bagaimana sistem nantinya bekerja sekaligus menjadi acuan saat tahap pengembangan selesai dilakukan. Pada rangkaian yang dirancang, digunakan beberapa komponen utama, yaitu sensor LDR, sensor PIR, relay 5 volt, lampu, serta NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali. Pada tiga yaitu sensor LDR berfungsi mendeteksi intensitas cahaya di sekitar lampu jalan, sehingga sistem dapat mengetahui kapan lampu perlu menyala atau mati. Sementara itu, pada empat yaitu sensor PIR digunakan untuk mendeteksi adanya pergerakan di sekitar area, yang nantinya bisa menjadi penunjang tambahan dalam sistem monitoring. Pada dua yaitu relay 5 volt berperan sebagai saklar otomatis yang menghubungkan arus listrik ke lampu, dikendalikan langsung oleh NodeMCU. Adapun lima yaitu NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai mikrokontroler utama yang mengolah data dari sensor sekaligus mengirimkan informasi ke platform IoT melalui jaringan Wi-Fi, sedangkan pada satu yaitu lampu berfungsi sebagai perangkat output yang akan menyala atau padam sesuai perintah sistem melalui relay. Dengan mockup ini, terlihat jelas bagaimana setiap komponen saling terhubung dan bekerja sama untuk membentuk sebuah sistem penerangan jalan yang cerdas dan otomatis. Rangkaian ini bukan hanya sekadar percobaan, tetapi juga representasi nyata dari bagaimana sistem IoT akan diterapkan pada pengelolaan lampu penerangan jalan umum.

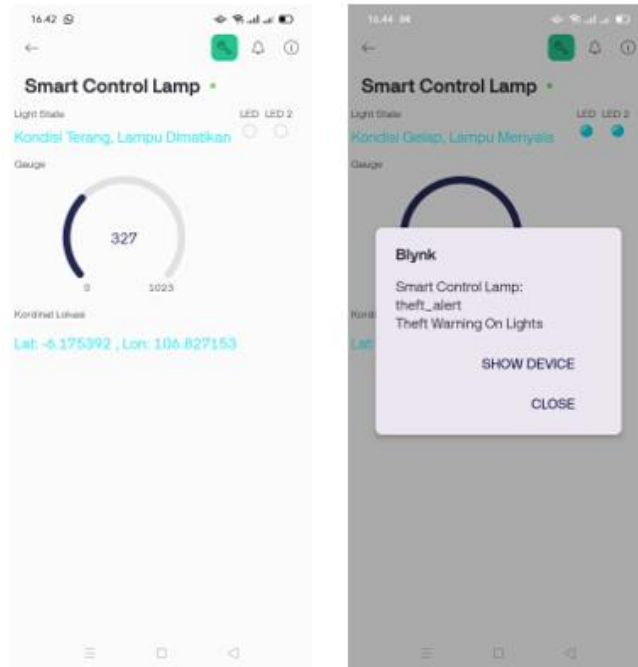


Gambar 11. Mockup Prototype

Sumber: (diadaptasi dan disusun oleh penulis menggunakan *Photoshop*, 2025)

d. Desain Antarmuka Aplikasi

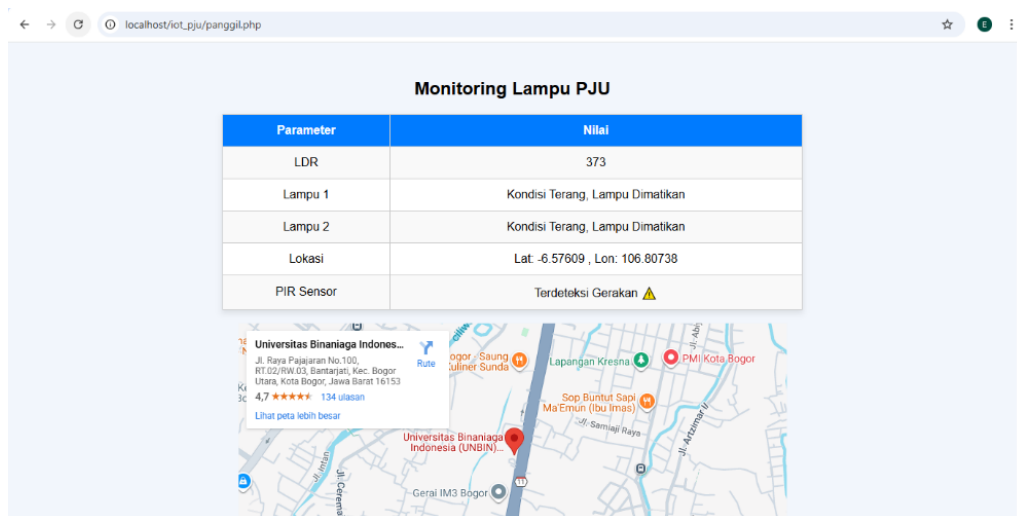
Desain antarmuka aplikasi adalah membuat interface sebagai rancangan awal aplikasi yang akan dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Gambar di atas menampilkan desain dashboard atau halaman utama yang dapat diakses oleh pengguna. Pengguna dapat langsung melihat status kondisi lampu (menyala/mati), memantau intensitas cahaya lingkungan melalui gauge, mendapatkan notifikasi real-time bila ada kondisi tertentu (misalnya gelap, lampu menyala, atau peringatan keamanan).



Gambar 12. Aplikasi Monitorig
Sumber: (Screenshot Blynk Penulis, 2025)

e. Desain Antarmuka Website

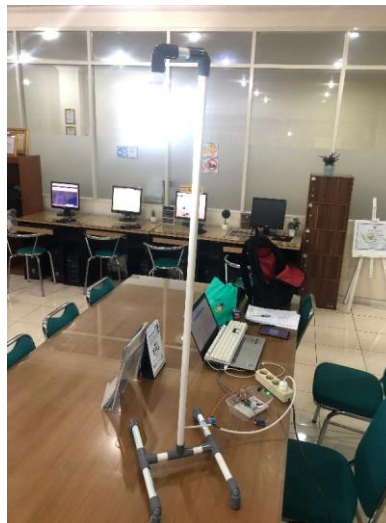
Antarmuka website dirancang untuk memudahkan monitoring lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) secara real-time. Website menampilkan informasi berupa nilai sensor LDR, status lampu, serta koordinat lokasi perangkat. Selain itu, sistem dilengkapi peta berbasis Google Maps untuk memudahkan identifikasi lokasi lampu yang dipantau. Sensor PIR juga digunakan untuk mendeteksi pergerakan manusia sebagai fitur pendukung keamanan lingkungan. Perubahan kondisi lampu yang dipengaruhi oleh intensitas cahaya akan ditampilkan secara otomatis pada website, sehingga pengguna dapat memantau kondisi PJU dengan lebih cepat, praktis, dan efisien tanpa perlu melakukan pengecekan langsung ke lapangan.



Gambar 13. Website Monitorig
Sumber: (Screenshot Website Penulis, 2025)

f. Prototype

Prototype alat yang dikembangkan merupakan simulasi sistem Penerangan Jalan Umum (PJU) berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang dalam bentuk miniatur tiang lampu jalan. Prototype ini terdiri dari NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama, sensor LDR sebagai pendeteksi intensitas cahaya, relay sebagai pengatur arus listrik, serta lampu LED sebagai representasi lampu PJU. Seluruh komponen dirakit pada satu rangkaian yang terintegrasi sehingga mampu bekerja secara otomatis sesuai kondisi lingkungan. Ketika sensor mendeteksi kondisi gelap, lampu akan menyala secara otomatis, sedangkan pada kondisi terang lampu akan padam. Selain itu, data kondisi lampu dapat dikirim dan dipantau secara real-time melalui aplikasi Blynk. Pembuatan prototype ini bertujuan untuk membuktikan bahwa sistem monitoring dan pengendalian PJU berbasis IoT dapat diimplementasikan dengan baik sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi pemantauan dan pengelolaan lampu penerangan jalan umum.







Gambar 14. *Prototype Alat*
 Sumber: (foto penulis, 2025)

g. Pengujian Alat Sensor

Pengujian dilakukan untuk memastikan kinerja sistem monitoring lampu PJU menggunakan sensor LDR untuk deteksi cahaya dan sensor PIR untuk deteksi keamanan serta Relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang digunakan untuk menghubungkan dan memutus arus listrik pada lampu Penerangan Jalan Umum (PJU)

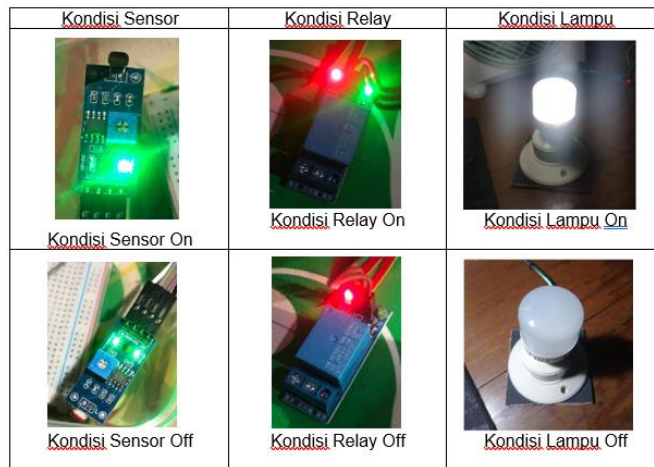
1) Pengujian Sensor LDR (Light Dependent Resistor)

Pengujian sensor LDR (Light Dependent Resistor) dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sensor cahaya.

Sampel intensitas cahaya sekitar	Output pada aplikasi Blynk
 Sampel kondisi sensor dengan intensitas cahaya tinggi	 Output nilai intensitas cahaya tinggi pada aplikasi Blynk
 Sampel kondisi sensor dengan intensitas cahaya rendah	 Output nilai intensitas cahaya rendah pada aplikasi Blynk

Gambar 15. Hasil Uji Coba Sensor LDR (Light Dependent Resistor)
 Sumber: (potret kamera penulis, 2025)

- 2) Pengujian Sensor LDR, Relay, Lampu
 Proses menyalakan lampu dilakukan dengan menggunakan sensor LDR dan tombol on/off yang disediakan aplikasi Blynk.



Gambar 16. Hasil Pengujian Sensor LDR, Relay, dan Lampu
 Sumber: (potret kamera penulis, 2025)

- 3) Hasil Pengujian Alat
 Berdasarkan hasil pengujian pada tabel di bawah, dapat diketahui bahwa sensor LDR bekerja sesuai fungsinya, yaitu mematikan lampu pada kondisi siang hari dan menyalakan lampu secara otomatis pada malam hari. Sensor PIR juga menunjukkan kinerja yang baik, di mana tidak ada sinyal yang muncul ketika tidak terdapat gerakan, serta memberikan sinyal deteksi ketika ada gerakan di sekitar area lampu. Dengan demikian, sistem monitoring lampu PJU dapat berfungsi sesuai dengan rancangan yang telah dibuat.

Tabel 6. Hasil Pengujian Sensor

No	Pengujian	Nilai Standar	Keterangan
1.	LDR (Siang hari)	Lampu OFF	Sesuai
2.	LDR (Malam hari)	Lampu ON	Sesuai
3.	PIR (Tidak ada gerakan)	Tidak ada deteksi	Sesuai
4.	PIR (Ada gerakan)	Deteksi gerakan	Sesuai

2. PEMBAHASAN

a. Hasil Pengujian Sistem (Blackbox)

Pengujian ini saya ajukan kepada uji ahli menggunakan metode *Blackbox Testing* untuk menilai kelayakan fungsi sistem, berikut tabelnya:

Tabel 7. Hasil Kuesioner Uji Ahli

Responden	Pertanyaan					Jumlah
	P1	P2	P3	P4	P5	
1	1	1	1	1	1	5
2	1	1	1	1	1	5
Total						10

Berdasarkan data tabel di atas, kedua ahli memberikan jawaban “Valid” pada butir pertanyaan dari total 5 butir pertanyaan. Dengan demikian, diperoleh skor 10 dari skor maksimal 10, dan dihitung sebagai berikut:

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{5}{5} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = 100\%$$

b. Hasil Pengujian Pengguna (SUS)

Pengujian juga dilakukan kepada pengguna melalui kuesioner *System Usability Scale (SUS)*. Sebanyak 2 responden dilibatkan dalam penilaian ini, dan hasil perhitungan menghasilkan skor rata-rata 73. Nilai tersebut berada pada kategori *grade B*, yang menandakan bahwa sistem monitoring lampu penerangan jalan umum berbasis *IoT* memiliki tingkat kelayakan yang baik dan dinilai layak untuk digunakan oleh pengguna.

Tabel 8. Hasil Kuesioner Uji Pengguna

Responden	Pertanyaan										Jumlah <i>Rumus SUS</i>
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
1	5	2	3	2	5	2	5	1	3	2	80
2	4	1	4	3	5	4	3	3	5	4	65
Nilai Rata-rata											73

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan, penerapan Internet of Things (IoT) pada sistem monitoring lampu penerangan jalan umum (PJU) di Kota Bogor dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem berhasil mengimplementasikan sensor LDR, relay, dan NodeMCU ESP8266 untuk mendeteksi kondisi lampu (nyala/padam) secara real-time, dimana data sensor dapat terbaca dengan baik dan memberikan informasi yang akurat.
2. Integrasi IoT dengan aplikasi Blynk terbukti mampu memfasilitasi proses monitoring secara jarak jauh, ditandai dengan pengiriman data yang stabil ke server/cloud serta tersaji dengan baik pada smartphone pengguna.
3. Aplikasi monitoring mampu menampilkan status lampu dengan cepat dan tepat, sehingga membantu petugas dalam melakukan pemeliharaan serta mengurangi keterlambatan dalam penanganan kerusakan.
4. Prototipe sistem yang dikembangkan mampu memberikan solusi efektif terhadap permasalahan inefisiensi energi dan keterlambatan deteksi kerusakan lampu jalan, serta dapat menekan biaya operasional.
5. Sistem monitoring lampu jalan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan NodeMCU ESP8266 dan aplikasi Blynk berhasil berfungsi dengan baik. Melalui Blynk, kondisi lampu dapat dipantau secara real-time dan pengguna bisa mengetahui status lampu serta aktivitas sensor dari jarak jauh.
6. Sensor LDR mampu mendeteksi perbedaan cahaya secara efektif. Saat lingkungan terang, lampu otomatis mati, dan saat gelap, lampu menyala tanpa perlu kontrol manual. Sistem ini menjadikan penerangan jalan lebih efisien, hemat energi, dan responsif terhadap kondisi cahaya di sekitarnya.
7. Hasil uji pengguna menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat efektivitas dan usability yang tinggi, sehingga layak untuk dikembangkan lebih lanjut dan diterapkan dalam skala yang lebih luas.

Secara keseluruhan, sistem monitoring lampu penerangan jalan umum berbasis IoT ini telah terbukti mampu memberikan kemudahan, efisiensi, serta solusi yang praktis dalam mendukung pengelolaan infrastruktur kota yang lebih modern dan sejalan dengan konsep smart city.

E. SARAN

Dalam pengembangan lebih lanjut, sistem monitoring PJU berbasis IoT ini masih memiliki ruang untuk ditingkatkan agar manfaatnya semakin optimal, yaitu :

1. Ke depan, sistem ini akan jauh lebih lengkap jika dilengkapi dengan sensor arus dan sensor PIR. Sensor arus bisa membantu membaca kondisi kelistrikan lampu dengan lebih akurat, sedangkan sensor PIR dapat menjadi fitur keamanan tambahan untuk mendeteksi adanya pergerakan di sekitar lampu jalan.

2. Walaupun aplikasi Blynk sudah cukup membantu, penggunaan dashboard web dapat memberikan tampilan data yang lebih lengkap. Misalnya, histori nyala-mati lampu, grafik penggunaan energi, hingga laporan otomatis yang bisa diakses kapan pun. Informasi tersebut tentu akan mempermudah proses pemantauan dan pengambilan keputusan.
3. Untuk penerapan yang lebih efektif di lapangan, kerja sama dengan instansi terkait seperti Dinas Perhubungan sangat diperlukan. Dengan adanya koordinasi, pemeliharaan PJU dapat dilakukan lebih cepat, terpusat, dan berdampak lebih luas bagi masyarakat.
4. Pada penelitian berikutnya, sistem dapat diperluas dengan kemampuan mendeteksi dan memberikan notifikasi otomatis ketika lampu mengalami kerusakan atau putus. Fitur ini akan membantu proses pemeliharaan menjadi lebih responsif.

F. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adam, A., Muharnis, M., Ariadi, A., & Lianda, J. (2020). Penerapan IoT untuk Sistem Pemantauan Lampu Penerangan Jalan Umum. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 5(1), 32–41. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v5i1.31249>
- [2] Fitriyani, F., & Susandi, D. (2022). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Otomatis Penerangan Jalan Umum (PJU) Menggunakan Mikrokontroler Arduino Berbasis Internet of Things. *Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, Dan Teknik Informatika (SNESTIK)*, 157–163. Retrieved from <https://sneistik.itats.ac.id>
- [3] Gita, A., Tahir, R., & Pramono, B. (2022). Sistem Monitoring Lampu Penerangan Jalan Umum Berbasis Internet Of Things, 1, 498–506.
- [4] Hidayah, A. A., & Amperawan. (2025). Monitoring arus dan tegangan penerangan lampu jalan berbasis Internet of Things. *Jurnal Teliska*, 18(1), 48–54. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15052833>
- [5] Hidayat, M. F., Martanto, M., Dikananda, A. R., & Rifai, A. (2025). Penerapan IoT pada Kendali Lampu Menggunakan ESP8266 dan Sensor Cahaya untuk Efisiensi Energi. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, 13(2). <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i2.6340>
- [6] Imam, R., Wedashwara, I. G. P. W., & Bimantoro, F. (2020). Rancang bangun sistem monitoring dan controlling penerangan jalan umum berbasis IoT dan Android. *JTIKA (Jurnal Teknologi Informasi dan Komputerisasi Akuntansi)*, 2(1), 101–112. <http://jtika.if.unram.ac.id/index.php/JTIKA/>
- [7] Martins, D. S. (2023). Pengendalian lampu berbasis IoT menggunakan NodeMCU dan sensor cahaya. *HOAQ: Jurnal Teknologi Informasi*, 14(1), 38–47. <https://doi.org/10.52972/hoaq.vol14no1.p38-47>
- [8] Priyadarshini, J. S., Vishnupriya, R., & Parvathi, P. (2022). IoT Based Streetlight Controlling System. *International Journal of Mechanical Engineering*, 7(1), 6716–6725.
- [9] Rahmat Irsyada, Muhdlor Auhah Haq, Naila Afina Rohmah, Prima Angga Hadi Saputra, & Roikhatul Jannah. (2022). Implementasi NodeMCU ESP8266 dan Sensor Cahaya Pada Lampu Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(1), 22–32. <https://doi.org/10.55606/juisik.v2i1.514>
- [10] Rozak, O. A., Irwansyah, N., Baskhara, H. A., & Kusnadi, H. (2023). Photocell Sensor Implementation as an Automatic Lighting System for Public Street Lighting. *REKA ELKOMIKA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 116–123. <https://doi.org/10.26760/rekaelkomika.v4i2.116-123>