

# **Sistem Monitoring Kerusakan Lampu Lalu Lintas dan Notifikasi Secara *Real-Time* Berbasis *Internet-of-Things***

## ***Real-Time Traffic Light Damage Monitoring and Notification System Based on Internet-of-Things***

**Mochamad Riskhi C. H, Rosiana, Hasbi N.P Wisudawan\*, Medilla Kusriyanto**

Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia  
Jl Kaliurang KM 14.5, Sleman, DIY

### **Abstrak**

Kerusakan lampu lalu lintas dapat menjadi penyebab utama kemacetan di persimpangan jalan. Ketidakpedulian masyarakat dan lambatnya penanganan kerusakan lampu oleh petugas dapat memperburuk situasi di tengah kepadatan jalan dan bahkan dapat menyebabkan kecelakaan. Sistem monitoring kondisi lampu lalu lintas berbasis *Internet-of-Things* (IoT) diusulkan untuk memberikan solusi terhadap permasalahan tersebut. Pemantauan kondisi lampu dan notifikasi secara langsung kepada petugas terkait, dalam hal ini Dinas Perhubungan, baik melalui *Short-Message-Service* (SMS) maupun aplikasi Blynk dapat mempercepat penanganan kerusakan lampu. Selain itu, parameter seperti arus, tegangan, dan daya dapat dipantau secara *real-time* sehingga tanda-tanda kerusakan dapat dideteksi lebih awal. Sistem ini menggunakan sensor arus PZEM004T yang terintegrasi dengan Arduino Mega. Selain itu, terdapat modul GPS yang berfungsi untuk memberikan informasi lokasi titik lampu lalu lintas yang dipantau. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring yang terdiri dari modul pengirim dan aplikasi penerima berfungsi dengan baik. Meskipun akurasi pengukuran arus belum mencapai 70%, akurasi pengukuran tegangan dan daya di atas 97%. Petugas mendapatkan notifikasi kerusakan secara langsung ketika lampu padam atau rusak. Implementasi sistem ini diharapkan dapat meningkatkan kecepatan penanganan kerusakan lampu lalu lintas dan sekaligus memudahkan dalam pengelolaan lampu lalu lintas sebagai fasilitas utama di jalan raya.

**Kata Kunci :** *Real-time monitoring, Lampu lalu lintas, PZEM004T, GPS, IoT, Blynk*

### **Abstract**

Damaged traffic lights can be the main cause of traffic jams at road intersections. Public indifference and slow handling of damaged lights by officers can worsen the situation on busy roads and can even cause accidents. An *Internet-of-Things* (IoT) based traffic light condition monitoring system is proposed to provide a solution to this problem. Monitoring the condition of the lights and providing direct notification to the relevant officers, in this case the Transportation Service, either via *Short-Message-Service* (SMS) or the Blynk application can speed up handling of damaged lights. In addition, parameters such as current, voltage and power can be monitored in *real-time* so that signs of damage can be detected early. This system uses a PZEM004T current sensor integrated with Arduino Mega. Apart from that, there is a GPS module which functions to provide information on the location of the monitored traffic light points. The test results show that the monitoring system consisting of a sending module and a receiving application functions well. Although the current measurement accuracy has not reached 70%, the voltage and power measurement accuracy is above 97%. Officers receive immediate damage notifications when the lights go out or are damaged. The implementation of this system is expected to increase the speed of handling damaged traffic lights and at the same time make it easier to manage traffic lights as the main facility on the highway.

**Keyword :** *Real-time monitoring, Traffic lights, PZEM004T, GPS, IoT, Blynk*

\*Penulis Korespondensi. 0817 949 7642

Alamat E-mail : [hasbi.wisudawan@uii.ac.id](mailto:hasbi.wisudawan@uii.ac.id)

## 1. Pendahuluan

Lampu lalu lintas berfungsi sebagai alat pengatur lalu lintas yang dipasang di persimpangan jalan untuk memastikan keselamatan pengendara ketika berada di persimpangan jalan. Operasional lampu lalu lintas diatur oleh Kepolisian Negara Republik Indonesia melalui Divisi Departemen Kepolisian Lalu Lintas (PJR), sebagaimana diatur dalam Undang-undang Nomor 2 Tahun 2009. Undang-undang ini mengatur fungsi lampu lalu lintas, yang dikenal juga sebagai Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL). APILL memberikan isyarat berupa lampu merah, kuning, dan hijau, yang bertujuan mengatur pergerakan kendaraan dan pejalan kaki [1] [2].

Lampu lalu lintas dirancang untuk memastikan pergerakan kendaraan di persimpangan berjalan dengan tertib dan aman. Sistem pengaturan ini memerlukan koordinasi yang baik di antara semua pengguna jalan untuk mengurangi kemacetan dan meningkatkan keselamatan. Penerapan lampu lalu lintas sangat penting dalam mengelola kepadatan lalu lintas, terutama di area perkotaan dengan tingkat kemacetan yang tinggi. Dengan sistem lampu lalu lintas yang baik, dapat diharapkan pengaturan arus lalu lintas menjadi lebih efisien dan mengurangi risiko kecelakaan [3].

Namun, seiring dengan meningkatnya jumlah kendaraan, potensi kecelakaan juga semakin besar. Data dari Kementerian Perhubungan Republik Indonesia mencatat sebanyak 94.617 kasus laka lantas di wilayah Republik Indonesia. Jika dibandingkan dengan tahun 2021, terdapat peningkatan sekitar 34,6 persen. Setidaknya terdapat 3 penyebab utama kecelakaan. Pertama adalah aksi menerobos lampu merah oleh pengendara. Penyebab kedua adalah mengendarai kendaraan dengan melawan arus dan bersikap tidak peduli dan ketiga adalah pengendara melanggar rambu lalu lintas [4].

Dengan demikian, peran lampu lalu lintas sangat besar dalam mengurangi kemacetan dan menjaga keselamatan pengendara. Kerusakan pada salah satu atau beberapa lampu atau kondisi lampu yang kurang baik dapat memicu terjadinya kecelakaan. Hal ini diperburuk dengan semakin tidak pedulinya masyarakat terkait dengan kerusakan lampu sehingga perbaikan kerusakan membutuhkan waktu yang sangat lama.

Berbagai metode untuk mengetahui kerusakan lampu telah dikembangkan. Adam dkk

mengembangkan sistem berbasis *Long Range* (LoRA) untuk memantau lampu penerangan jalan umum [5]. Sistem yang sama juga digunakan oleh Gabril dkk untuk memonitor lampu lalu lintas [6]. Meskipun sistem ini memiliki kecepatan dan akurasi yang baik, performa LoRA akan menurun dengan semakin banyaknya objek atau penghalang seperti pohon, rumah, dan gedung-gedung bertingkat. Kelemahan ini dapat diatasi dengan menggunakan sistem komunikasi *Global System for Mobile Communication* (GSM) atau 4G. Sistem pengiriman data juga dapat dikembangkan dengan menggunakan sinyal *Wireless Fidelity* (WiFi).

Penelitian ini mengusulkan sistem monitoring kerusakan lampu lalu lintas dengan menggunakan GSM dan aplikasi *Internet-of-Things* (IoT) Blynk. Teknologi IoT diintegrasikan dalam sistem lampu lalu lintas untuk memungkinkan pemantauan otomatis dan pengendalian jarak jauh. Sistem ini memanfaatkan sensor arus yang memberikan informasi terkait kondisi lampu secara *real-time*. Notifikasi kerusakan melalui layanan *Short Message Service* (SMS) dan aplikasi membantu mendeteksi masalah secara cepat dan mengoptimalkan pemeliharaan dengan pendekatan berbasis data.

## 2. Teori Dasar

Aplikasi *Internet-of-Things* (IoT)

*Internet of Things* (IoT) merupakan konsep di mana objek atau benda memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia. Hal ini memungkinkan objek tersebut untuk saling berkomunikasi dan bertukar informasi dengan perangkat lain atau sistem komputer melalui jaringan, seperti internet. Teknologi nirkabel, sistem mikro-elektromekanis atau *Micro Electronic Mechanical Systems* (MEMS), dan internet memainkan peran kunci dalam mewujudkan konsep IoT. Teknologi nirkabel memungkinkan komunikasi antara objek-objek tersebut tanpa perlu kabel fisik, sementara MEMS adalah teknologi mikro yang memungkinkan pembuatan sensor dan perangkat kecil dengan kemampuan elektronik dan mekanik. Meskipun konsep IoT memiliki potensi besar untuk mengubah berbagai aspek kehidupan sehari-hari, termasuk industri, kesehatan, transportasi, dan lainnya, saat ini tidak ada definisi secara spesifik terkait IoT karena masih dalam tahap pengembangan [7]. IoT juga diterapkan dalam

bidang keamanan [8]. Selain telegram yang digunakan dalam penelitian tersebut, Blynk IoT salah satu contoh aplikasi yang memiliki banyak fitur dan mudah dalam pengembangan.

#### **Traffic Light**

Lampu lalu lintas, atau yang dikenal sebagai *traffic light*, merupakan perangkat krusial dalam pengaturan lalu lintas di persimpangan jalan. Meskipun peranannya sangat penting, seringkali terjadi pelanggaran, terutama di daerah yang kurang terawasi. Situasi ini dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan dan kemacetan lalu lintas. Penerapan *traffic light* dapat membantu dalam mengendalikan arus lalu lintas, meningkatkan kualitas pergerakan, mengurangi tingkat polusi udara, menghemat konsumsi bahan bakar, dan mempercepat perjalanan. Meskipun berbagai upaya telah dilakukan, seperti penambahan infrastruktur jalan dan sistem pengaturan lalu lintas, sebagian besar sistem *traffic light* saat ini masih memiliki keterbatasan dalam menyesuaikan waktu penyalaaan lampu sesuai dengan kebutuhan, yang menjadi tantangan dalam pengendalian lalu lintas [9].

#### **Sensor Arus**

Pemantauan kerusakan peralatan listrik identik dengan pemantauan terhadap pengukuran parameter arus, tegangan, dan daya. Berbagai sensor dapat digunakan untuk pengukuran arus seperti ACS712. Sensor ini populer digunakan mengukur arus listrik dalam proyek elektronik. ACS712 mendeteksi medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik, memberikan keluaran analog linear dalam bentuk tegangan/voltase. Pengukuran berbagai parameter juga dapat dilakukan sekaligus dengan menggunakan sensor multifungsi dengan PZEM-004T. Sensor ini berperan dalam mengukur tegangan, arus, daya, frekuensi, energi, dan faktor daya. Modul PZEM-004T menjadi pilihan ideal untuk proyek atau eksperimen alat pengukur daya pada sistem listrik, seperti pada proyek monitoring kerusakan lampu lalu lintas berbasis IoT. Informasi pengukuran daya dari PZEM-004T dapat diakses dan ditampilkan melalui aplikasi Blynk, memungkinkan pemantauan dan manajemen jarak jauh. Jenis sensor yang lain adalah PZEM-016. Sensor ini memiliki struktur yang lebih solid dibandingkan dengan PZEM-004T.

#### **Parameter Pengukuran Performa**

Kinerja suatu sistem dapat diketahui dengan mengukur parameter-parameter yang telah didefinisikan. Pada penelitian ini terdapat tiga parameter yang digunakan yakni

##### **a. Akurasi Deteksi**

Alat maupun sistem dapat melakukan pemrosesan data dengan tingkat akurasi yang tinggi dengan data hasil pembacaan tegangan, arus, daya dan waktu sesuai dengan kondisi lampu

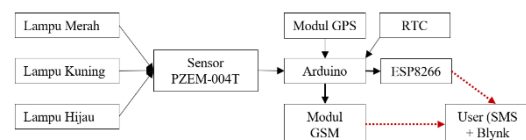
atau *bulb*. Data yang telah diproses sistem pemroses sinyal seperti ESP32 atau Arduino akan dikirim melalui GSM untuk ditampilkan dalam aplikasi Blynk.

##### **b. Uji Notifikasi**

Terdapat dua notifikasi yang digunakan dalam penelitian ini. Pertama, parameter pengukuran arus, tegangan, dan daya lampu dapat dimonitor dengan menggunakan aplikasi Blynk. Terdapat notifikasi ke pemangku kepentingan apabila salah satu lampu atau beberapa lampu dalam kondisi rusak/padam. Sebagai cadangan, notifikasi berupa SMS juga dikirimkan ke pengguna.

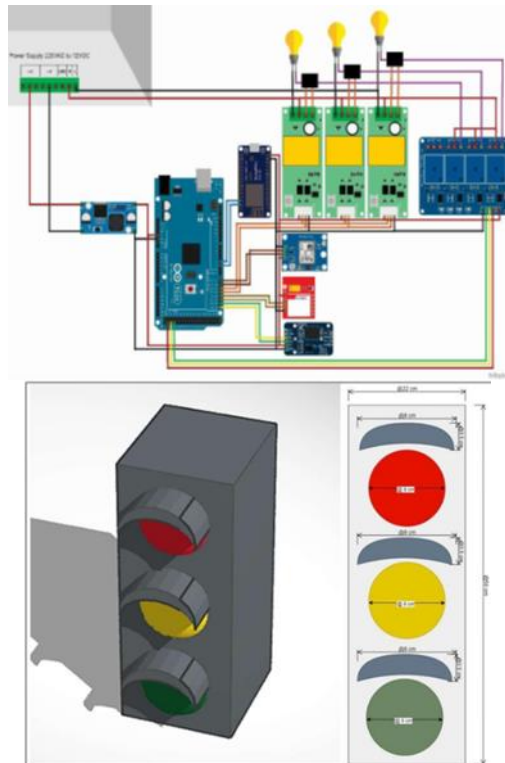
### **3. Metodologi**

Sistem monitoring kerusakan lalu lintas terdiri dari rangkaian atau modul pengirim yang ditempatkan pada sistem *traffic light*. Modul pengirim dilengkapi sensor yang terhubung ke Arduino dan dilengkapi sistem komunikasi GSM untuk mengirimkan data ke sistem penerima. Komponen utama melibatkan modul GSM/GPRS, Arduino MEGA 2560, sensor multifungsi PZEM-004T, regulator LM2596, relay, dan tiga lampu dengan warna merah, kuning, dan hijau. Modul sensor multifungsi PZEM-004T digunakan untuk mengukur tegangan, arus dan daya. LM2596, sebagai IC regulator tegangan, diintegrasikan dengan modul GSM untuk memberikan pasokan daya yang stabil dan meningkatkan efisiensi energi dalam sistem. Data hasil pembacaan dikirimkan melalui GSM ke platform Blynk. Dalam desain ini, penambahan modul RTC (Real-Time Clock) bertujuan untuk memberikan waktu yang akurat dalam proses monitoring atau kontrol jarak jauh. RTC menjadi penting untuk sinkronisasi waktu yang tepat saat menanggapi data atau menjalankan fungsi tertentu pada waktu-waktu tertentu dan memperkuat kehandalan sistem secara keseluruhan. Diagram blok sistem pengirim dan penerima ditunjukkan pada Gambar 1 sedangkan rangkaian elektronik sistem pengirim ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Diagram blok sistem monitoring kerusakan lampu lalu lintas

Sistem kedua adalah aplikasi sistem penerima dalam hal ini adalah aplikasi Blynk dan layanan SMS.



Gambar 2. Modul rangkaian sistem pengirim yang ditempatkan bersama dengan lampu lalu lintas

Selain notifikasi kerusakan, terdapat tiga parameter yang diukur yakni arus, tegangan, dan daya. Fungsi dari masing-masing komponen pada Gambar 1 ditunjukkan pada Tabel 1.

Cara kerja sistem monitoring lampu lalu lintas ditunjukkan pada Gambar 3. Sensor PZEM-004T berfungsi untuk mengukur parameter berupa arus dan tegangan. Hasil pembacaan sensor diproses oleh Arduino dan dikirimkan ke pengguna melalui SMS dan aplikasi Blynk. Terdapat tiga parameter suatu lampu dianggap mengalami kerusakan, yakni ketika tegangan kurang 80 volt atau di atas 220 volt. Kedua, notifikasi diberikan ketika arus kurang dari 1 miliAmpere atau dengan kata lain tidak terdapat arus yang mengalir sehingga lampu dianggap putus atau rusak. Kondisi ketiga, ketika daya sistem kurang dari 5 Watt.

Tabel 1. Fungsi komponen elektronika sistem monitoring kerusakan lampu lalu lintas

| No | Nama Alat         | Keterangan                                                                                                               |
|----|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Arduino Mega 2560 | Berfungsi memproses data hasil pembacaan sensor dan meneruskannya ke penerima melalui sistem komunikasi GSM. Selain itu, |

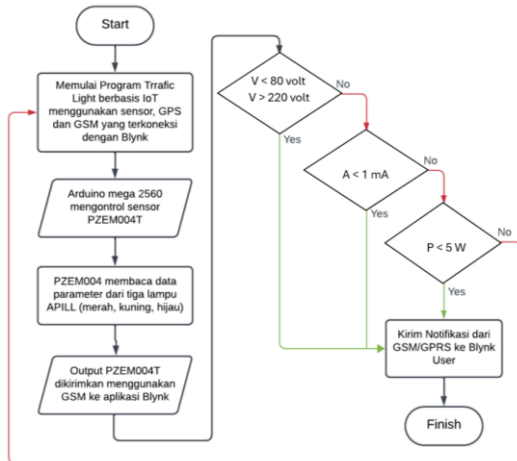
| No | Nama Alat                    | Keterangan                                                                                                                            |
|----|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2  | Sensor Multifungsi PZEM004 T | Berperan dalam mengukur tegangan, arus, daya, frekuensi, energi, dan faktor daya                                                      |
| 3  | Regulator (LM2596)           | Sebagai regulator tegangan buck ( <i>step-down</i> ). Fungsi utama adalah menyediakan tegangan stabil yang diperlukan oleh modul GSM. |
| 4  | Bulb/Lampu                   | Sebagai pengganti lampu lalu lintas yang ditempatkan di jalan. Lampu dengan daya 5 Watt yang memiliki warna merah, kuning, dan hijau. |
| 5  | Modul RTC (DS3231)           | Modul RTC DS3231 berperan untuk menunjukkan waktu secara akurat tentang status lampu.                                                 |
| 6  | SIM800L                      | Sebagai perangkat sistem telekomunikasi yang mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke penerima/aplikasi.                            |
| 7  | ESP8266                      | Sebagai pengirim data hasil pembacaan sensor melalui jaringan WiFi                                                                    |
| 8  | GY NEO-6M                    | Sebagai modul GPS yang berperan dalam menunjukkan lokasi atau titik lampu lalu lintas yang dimonitor.                                 |

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian berupa hasil pembacaan arus, tegangan, dan daya, serta notifikasi kerusakan. Pembacaan beberapa parameter tersebut dan uji notifikasi kerusakan dilakukan dengan menggunakan dua skenario terkait dengan jumlah lampu yang dipadamkan. Pemadaman lampu ini dianalogikan kondisi lampu ketika rusak atau padam. Pada skenario pertama, salah satu lampu dinyalakan, dalam hal ini lampu merah, kemudian dipadamkan (dengan memutus arus melalui saklar). Skenario kedua diterapkan dengan memadamkan semua lampu.

Hasil pembacaan arus, tegangan, dan daya ketika lampu merah dalam kondisi aktif dan ketika lampu tersebut dipadamkan berturut-turut ditunjukkan Gambar 4a dan 4b. Hasil pengukuran parameter arus, tegangan, dan daya dengan menggunakan sensor PZEM-004T untuk lampu merah berturut-turut sebesar 0.1 A (tampilan di Arduino IDE sebesar 0.09 A), 218.6 Volt, dan 14.6 Watt. Untuk lampu kuning dan hijau, karena pada waktu yang sama tidak menyala, hasil pengukuran arus dan daya adalah nol sedangkan hasil pengukuran tegangan adalah 218.9 dan 218.8 volt. Nilai tegangan tersebut muncul karena ketiga

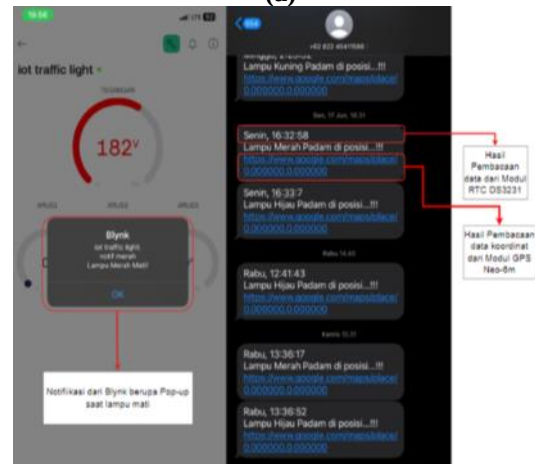
lampu dirangkai secara parallel. Pengukuran daya mendekati daya lampu yang digunakan yakni sebesar 15 Watt. Hasil pengukuran arus dengan menggunakan multimeter diperoleh sebesar 0.068 A. Pengujian dilakukan sebanyak 30 kali dengan rata-rata kesalahan pengukuran arus, tegangan, dan daya oleh sensor dibandingkan dengan hasil pengukuran multimeter berturut-turut sebesar 32%, 1%, dan 1%. Perbedaan ini dikarenakan akurasi sensor yang kurang baik. Meskipun demikian, hasil pengukuran dapat menunjukkan bahwa lampu dalam kondisi normal. Pada saat lampu merah dipadamkan tiba-tiba dengan menggunakan saklar, muncul notifikasi SMS yang berisi informasi lampu yang padam beserta tautan google lokasi lampu tersebut berada. Selain itu, notifikasi berupa *pop-up* lampu merah dalam kondisi padam dikirimkan ke aplikasi Blynk. Berdasarkan hasil pengujian, sistem pemantau kerusakan lampu lalu lintas bekerja dengan baik. Hal ini ditunjukkan berdasarkan pemantauan parameter pengukuran lampu berupa arus, tegangan, dan daya serta notifikasi melalui SMS dan *pop-up* Blynk. Akurasi hasil pengukuran arus perlu ditingkatkan dengan menggunakan sensor arus yang sering digunakan di dunia industri seperti Omron Split-type Current Transformer (CT).



Gambar 3. Diagram alir sistem monitoring kerusakan lampu lalu lintas



(a)



(b)

Gambar 4 a. Hasil pembacaan sensor melalui aplikasi Blynk, b. Notifikasi melalui Blynk dan SMS ketika kondisi lampu merah padam

## 5. Kesimpulan

Sistem monitoring kerusakan lampu lalu lintas terdiri dari modul pengirim yang terdiri dari sensor PZEM-004T, GPS, ESP8266, Arduino dan SIM800L. Sistem penerima berupa aplikasi Blynk yang terinstal di *smartphone*. Akurasi hasil pengukuran tegangan dan daya salah satu lampu yang dilakukan sebanyak 30 kali adalah sebesar 99%. Akurasi hasil pengukuran arus sebesar 69 % perlu ditingkatkan dengan menggunakan sensor yang lebih akurat. Ketika lampu padam, sistem dapat memberikan notifikasi kerusakan lampu ke pengguna berupa pemberitahuan SMS dan aplikasi Blynk.

**Daftar Pustaka**

- 2016, pp. 291–294. doi:  
10.1109/ICCPEIC.2016.7557213.
- [1] Departemen Perhubungan R.I. (2009). Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Darat. Jakarta.
  - [2] Tripathy, A. K., Mishra, A. K., & Das, T. K. (2017). "Smart lighting: Intelligent and weather adaptive lighting in street lights using IoT." Dalam 2017 International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies (ICICT) (hal. 1236-1239).
  - [3] Machdani, A., Husodo, B., & Attamimi, S. (2019). "Sistem Kontrol Lampu Lalu Lintas Untuk Layanan Darurat Berbasis Internet of Things (IoT)." Jurnal Teknologi Elektro Universitas Mercu Buana, 10(3), 188-193.
  - [4] "Tekan Angka Kecelakaan Lalu Lintas, Kemenhub Ajak Masyarakat Beralih ke Transportasi Umum dan Utamakan Keselamatan Berkendara Kementerian Perhubungan Republik Indonesia." Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: <https://dephub.go.id/post/read/%E2%80%8Btekan-angka-kecelakaan-lalu-lintas,-kemenhub-ajak-masyarakat-beralih-ke-transportasi-umum-dan-utamakan-keselamatan-berkendara>
  - [5] A. Adam, M. Muharnis, A. Ariadi, and J. Lianda, "Penerapan IoT untuk Sistem Pemantauan Lampu Penerangan Jalan Umum," *ELINVO*, vol. 5, no. 1, pp. 32–41, May 2020, doi: 10.21831/elinvo.v5i1.31249.
  - [6] G. Hozanna and D. Nur, "Sistem Monitoring Dan Controlling Lampu Lalu Lintas Berbasis Wireless Sensor Network Menggunakan Lora," 2021.
  - [7] R. A. Radouan Ait Mouha, "Internet of Things (IoT)," *JDAIP*, vol. 09, no. 02, pp. 77–101, 2021, doi: 10.4236/jdaip.2021.92006.
  - [8] M. M. Asri, H. Maulana, N. P. Hasbi Wisudawan, and S. Murnani, "Developing Smart Security Camera with LBPH Method and Haar-Cascade Based on Raspberry-Pi and Telegram," in *2023 International Workshop on Artificial Intelligence and Image Processing (IWAIP)*, Yogyakarta, Indonesia: IEEE, Dec. 2023, pp. 396–401. doi: 10.1109/IWAIP58158.2023.10462860.
  - [9] M. A. Kumaar, G. A. Kumar, and S. M. Shyni, "Advanced traffic light control system using barrier gate and GSM," in 2016 International Conference on Computation of Power, Energy Information and Commuincation (ICCPEIC), Melmaruvathur, Chennai, India: IEEE, Apr.