

Sistem Lampu Lalu Lintas Pintar untuk Kendaraan Prioritas

Muhammad Resandi Sholahuddin¹, Bima Hendiaji Kusuma²

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: *1mresandis@gmail.com, 2bimakusuma206@gmail.com

Abstrak – *Sistem lalu lintas di kota-kota besar semakin kompleks dengan meningkatnya jumlah kendaraan dan populasi. Salah satu solusi adalah sistem lampu lalu lintas pintar yang memberikan prioritas kepada kendaraan darurat seperti ambulan dan pemadam kebakaran. Implementasi sistem ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi arus lalu lintas dan keselamatan di jalan melalui penggunaan teknologi adaptif dan IoT. Penelitian ini membahas pengembangan sistem tersebut dan manfaatnya bagi masyarakat perkotaan dengan menggunakan metode pendekatan prototipe.*

Kata Kunci — kendaraan prioritas, lalu lintas, IoT, Smart City, sistem lampu lalu lintas.

1. PENDAHULUAN

Dengan pesatnya perkembangan teknologi, tantangan dalam mengelola lalu lintas di kota-kota besar menjadi semakin kompleks. Pertambahan jumlah kendaraan yang signifikan, seiring dengan laju urbanisasi dan pertumbuhan penduduk, menyebabkan kemacetan yang berimbang pada mobilitas dan kenyamanan masyarakat perkotaan[1]. Salah satu elemen penting dalam pengelolaan lalu lintas adalah sistem lampu lalu lintas, yang bertugas mengatur arus kendaraan. Namun, sistem lampu lalu lintas konvensional sering kali tidak efektif dalam menangani kendaraan yang membutuhkan prioritas, seperti ambulans dan pemadam kebakaran, yang sangat bergantung pada kelancaran lalu lintas untuk mencapai lokasi kejadian tepat waktu[2].

Untuk mengatasi masalah ini, teknologi sistem lampu lalu lintas pintar menawarkan solusi inovatif. Dengan memanfaatkan Internet of Things (IoT), sistem ini dapat mendeteksi keberadaan kendaraan prioritas serta memberikan jalur yang lebih cepat dan aman bagi mereka . Pengembangan sistem lampu lalu lintas adaptif ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi arus lalu lintas dan keselamatan jalan, sekaligus menjadi bagian dari upaya menciptakan Smart City yang lebih responsif terhadap kebutuhan masyarakat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem lampu lalu lintas pintar yang mampu mendeteksi kendaraan darurat dan memberikan prioritas kepada mereka secara otomatis. Melalui penggunaan teknologi IoT, sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi lalu lintas dan memberikan respons cepat dalam situasi darurat. Implementasi sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif dalam menghadapi tantangan lalu lintas perkotaan, sehingga kota menjadi lebih aman, efisien, dan layak huni bagi seluruh masyarakat.

2. METODE PENELITIAN

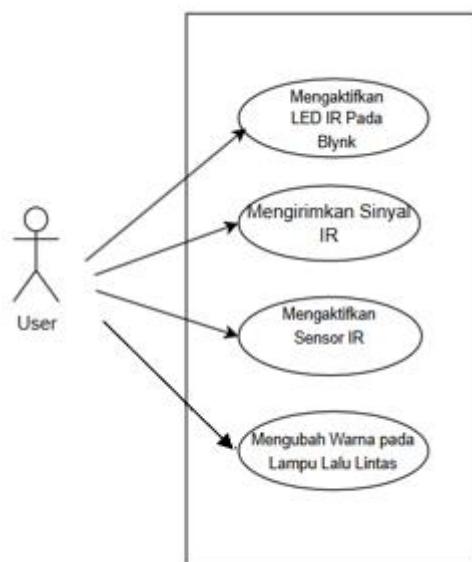
Penelitian ini menggunakan metode pendekatan prototipe yang melibatkan pengembangan sistem secara iteratif dan interaktif, yang memungkinkan penyesuaian sistem secara bertahap berdasarkan hasil uji coba dan umpan balik yang diperoleh selama proses pengembangan. Prototipe sistem lampu lalu lintas pintar ini dirancang khusus untuk mendeteksi dan memberikan prioritas kepada kendaraan darurat. Tahapan penelitian dimulai dengan analisis kebutuhan, di mana dilakukan identifikasi kebutuhan sistem, analisis lalu lintas, pemilihan perangkat seperti sensor dan modul komunikasi, serta studi kelayakan sistem. Informasi ini penting untuk merancang sistem yang dapat beroperasi secara efisien di lingkungan perkotaan[4].

Setelah kebutuhan sistem ditentukan, langkah selanjutnya adalah perancangan sistem, yang mencakup desain arsitektur sistem lampu lalu lintas pintar dengan modul deteksi kendaraan darurat dan kontrol lampu lalu lintas. Pada tahap pengembangan prototipe, perangkat keras dan perangkat lunak diintegrasikan untuk membangun sistem lampu lalu lintas adaptif, di mana Arduino diprogram untuk mengontrol lampu lalu lintas berdasarkan sinyal dari modul deteksi kendaraan. Prototipe kemudian diuji dalam lingkungan simulasi untuk memastikan sistem dapat mendeteksi kendaraan darurat dan memberikan prioritas secara efisien, dengan evaluasi dilakukan berdasarkan kecepatan respons sistem dan efektivitas dalam mengatur arus lalu lintas[5].

Metode penelitian ini mengadopsi pendekatan prototipe dengan serangkaian langkah sebagai berikut:

1. Analisis Kebutuhan: Pertama-tama, dilakukan identifikasi kebutuhan sistem, termasuk pemilihan perangkat keras dan perangkat lunak yang paling sesuai.
2. Perancangan Sistem: Selanjutnya, arsitektur sistem dirancang, yang mencakup integrasi sensor inframerah, mikrokontroler, dan lampu LED.
3. Implementasi Sistem: Pada tahap ini, perangkat keras dan perangkat lunak diintegrasikan, serta mikrokontroler diprogram untuk memproses sinyal yang diterima dari sensor.
4. Pengujian Sistem: Setelah itu, sistem diuji dalam berbagai skenario simulasi untuk memastikan responsnya dalam mendeteksi kendaraan prioritas dan mengatur lampu lalu lintas.
5. Evaluasi Sistem: Terakhir, evaluasi dilakukan untuk mengukur kecepatan respons, akurasi mendekripsi, dan efektivitas pengaturan arus lalu lintas.

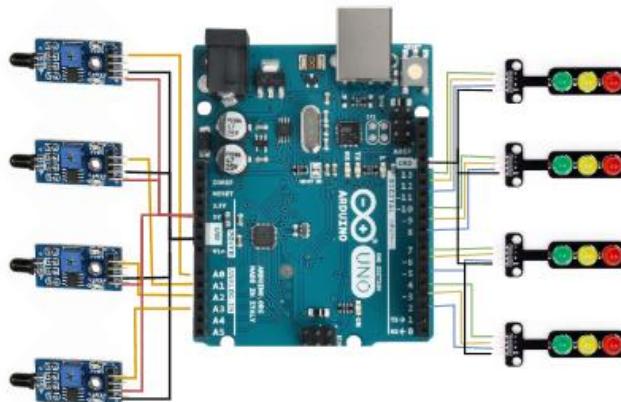
2.1 Use Case Diagram



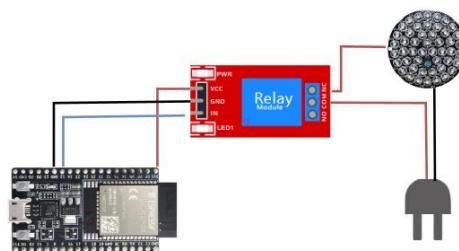
Gambar 1. Use Case Diagram Sistem

- a. User, seperti ambulans atau pemadam kebakaran, memancarkan sinyal laser khusus ketika mendekati lampu lalu lintas untuk meminta prioritas jalan.
- b. Sensor inframerah yang terpasang di sistem lampu lalu lintas menerima dan mengenali sinyal led ir yang sebelumnya dinyalakan dengan menggunakan aplikasi blynk dari kendaraan prioritas yang mendekat.
- c. Setelah sensor inframerah mendeteksi sinyal, sistem lampu lalu lintas memproses permintaan prioritas kendaraan dan menyesuaikan status lampu.
- d. Lampu lalu lintas pada jalur kendaraan prioritas otomatis berubah menjadi hijau untuk memberikan akses cepat dan aman bagi kendaraan tersebut.
- e. Lampu lalu lintas pada jalur-jalur lain berubah menjadi merah untuk menghentikan arus kendaraan dan memastikan kendaraan prioritas dapat melintas tanpa hambatan.

2.2 Rancangan Sistem



Gambar 2. Rangkaian Alat Pada Arduino



Gambar 3. Rangkaian Alat Pada ESP32

Keterangan :

1. Pin 11 pada arduino dihubungkan pada LED 1 merah.
2. Pin 12 pada arduino dihubungkan pada LED 1 kuning.
3. Pin 13 pada arduino dihubungkan pada LED 1 hijau.
4. Pin 8 pada arduino dihubungkan pada LED 2 merah.
5. Pin 9 pada arduino dihubungkan pada LED 2 kuning.
6. Pin 10 pada arduino dihubungkan pada LED 2 hijau.
7. Pin 5 pada arduino dihubungkan pada LED 3 merah.
8. Pin 6 pada arduino dihubungkan pada LED 3 kuning.
9. Pin 7 pada arduino dihubungkan pada LED 3 hijau.
10. Pin 2 pada arduino dihubungkan pada LED 4 merah.
11. Pin 3 pada arduino dihubungkan pada LED 4 kuning.
12. Pin 4 pada arduino dihubungkan pada LED 4 hijau.
13. Pin 22 pada ESP 32 dihubungkan pada Relay.
14. Pin A0 pada arduino dihubungkan ke kaki sensor infrared 1.
15. Pin A1 pada arduino dihubungkan ke kaki sensor infrared 2.
16. Pin A2 pada arduino dihubungkan ke kaki sensor infrared 3.
17. Pin A3 pada arduino dihubungkan ke kaki sensor infrared 4.
18. 5v pada arduino yaitu mengambil arus positif pada rangkaian.
19. 3.3v pada ESP32 yaitu mengambil arus positif pada rangkaian.
20. GND pada arduino dan ESP32 yaitu mengambil arus negatif pada rangkaian.

Sementara tampilan untuk interface sistemnya menggunakan tampilan yang disediakan pada aplikasi Blynk yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Lalu lintas

Adapun alur kerja dari perancangan sistem ini adalah :



Gambar 5. Flowchart Lalu lintas

Alur kerja awal pada prototipe sistem deteksi kendaraan prioritas pada lampu lalu lintas dimulai dengan mengaktifkan led infrared dengan menggunakan aplikasi blynk dahulu, kemudian sensor mendeteksi kendaraan yang mendekati perempatan. Sensor ini berupa Led infrared yang diletakkan pada kendaraan darurat seperti ambulans atau pemadam kebakaran. Ketika kendaraan terdeteksi, sistem akan memeriksa apakah kendaraan tersebut termasuk kendaraan prioritas. Jika kendaraan tersebut bukan kendaraan prioritas, sistem kembali memantau kendaraan lain tanpa mengubah pengaturan lampu lalu lintas. Namun, jika kendaraan tersebut merupakan kendaraan prioritas, sistem secara otomatis mengubah lampu lalu lintas pada jalur kendaraan tersebut menjadi hijau, sementara jalur lainnya diberikan lampu merah untuk menghentikan arus kendaraan.

2.3 Tinjauan Pustaka

2.3.1. Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler yang berbasis Atmega328. Papan ini dilengkapi dengan 14 pin digital untuk input dan output, 6 pin untuk input analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, jack daya, header ICSP, dan tombol reset. Semua komponen ini mendukung fungsi mikrokontroler dan memudahkan koneksi ke komputer melalui kabel USB atau sumber daya AC-to-DC menggunakan adaptor atau baterai. Arduino Uno memiliki karakteristik unik karena tidak menggunakan chip konverter USB-to-serial FTDI.



Gambar 6. Arduino Uno

2.3.2. Led Infrared

Laser, adalah komponen semikonduktor yang dapat menghasilkan radiasi koheren. Radiasi ini dapat terlihat oleh mata manusia atau berada dalam bentuk spektrum inframerah (Infrared/IR) ketika dialiri arus listrik. Dioda laser sering digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pemindai barcode, laser pointer, dan perangkat komunikasi optik[2].



Gambar 7. Led Infrared

2.3.3. Led Traffic Light

LED Traffic Light adalah sistem lampu lalu lintas yang menggunakan dioda pemancar cahaya (LED) untuk mengatur dan mengontrol arus kendaraan dan pejalan kaki di persimpangan jalan. Sistem ini biasanya terdiri dari tiga warna utama: merah, kuning, dan hijau, masing-masing memiliki fungsi tertentu. Lampu merah menandakan berhenti, lampu kuning sebagai peringatan untuk bersiap-siap, dan lampu hijau menandakan jalan dibuka untuk berlalu[1].



Gambar 8. Led Traffic Light

2.3.4. Sensor Infrared

Sensor inframerah terdiri dari pemancar dan penerima sinar, yang dikenal sebagai IR LED (Infrared Light Emitting Diode). IR LED berfungsi sebagai pemancar cahaya, sementara photodiode digunakan sebagai penerima cahaya. Sensor ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti deteksi gerakan, pengukuran jarak, dan sistem otomatisasi[3].



Gambar 9. Sensor Infrared

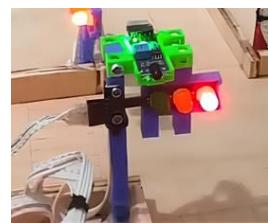
2.3.5. Internet Of Things

Menurut Bagas Lantip Trengginas, Hanny Hikmayanti Handayani dan Ayu Ratna Juwita yang dikutip oleh [6] *IoT* adalah salah satu elemen penting dalam teknologi komunikasi yang berfungsi untuk mendukung dan meningkatkan efisiensi serta produktivitas manusia dalam menjalani aktivitas sehari-hari.

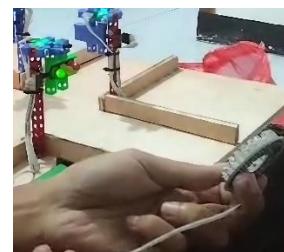
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem ini dirancang untuk mendeteksi kendaraan prioritas, seperti ambulans atau pemadam kebakaran, melalui penggunaan sensor inframerah yang dipasang di persimpangan lampu lalu lintas. Proses ini dimulai ketika kendaraan prioritas memancarkan sinyal inframerah yang diterima oleh sensor. Kemudian, informasi dari sensor tersebut diproses oleh mikrokontroler untuk mengatur status lampu lalu lintas, sehingga jalur kendaraan prioritas mendapatkan lampu hijau.

Setelah lampu lalu lintas diubah, sistem terus memantau pergerakan kendaraan prioritas di perempatan hingga kendaraan tersebut sepenuhnya keluar dari zona prioritas. Selama kendaraan masih berada di zona prioritas, lampu hijau akan tetap diberikan pada jalur kendaraan tersebut. Begitu kendaraan prioritas keluar dari zona, sistem mengembalikan lampu lalu lintas ke siklus normal, di mana lampu hijau dan merah bergantian sesuai dengan pengaturan waktu standar. Setelah itu, sistem kembali ke proses awal untuk mendeteksi kendaraan lainnya. Proses ini berlangsung terus-menerus hingga sistem dihentikan untuk pemeliharaan atau kondisi darurat lainnya. Sistem ini dirancang untuk memastikan kelancaran lalu lintas sekaligus memberikan prioritas penuh kepada kendaraan darurat saat melewati perempatan.



Gambar 10. Led merah untuk arah yang tidak mendeteksi sensor



Gambar 11. Led hijau untuk arah yang mendeteksi sensor

Berdasarkan uraian diatas maka penelitian diatas akan membuat sebuah prototipe alat yang bekerja dengan mendeteksi sinyal laser dari kendaraan prioritas melalui sensor inframerah yang terpasang pada lampu lalu lintas. Ketika kendaraan prioritas, seperti ambulans atau pemadam kebakaran, mendekati persimpangan dan memancarkan sinyal laser, sensor inframerah akan menerima sinyal tersebut dan mengirimkan perintah ke sistem untuk mengubah status lampu lalu lintas. Lampu pada jalur kendaraan prioritas akan otomatis berubah menjadi hijau, sementara lampu di jalur lain berubah menjadi merah, memungkinkan kendaraan prioritas melintas dengan cepat dan aman di persimpangan.

4. SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem lampu lalu lintas berbasis IoT yang mendukung prioritas kendaraan darurat mampu meningkatkan efisiensi dan responsivitas lalu lintas di perkotaan. Sistem ini dapat mendeteksi kendaraan prioritas secara otomatis dan memberikan sinyal lampu hijau, mengurangi kemacetan dan mempercepat respons darurat.

5. SARAN

Perluasan penerapan sistem ke lebih banyak persimpangan akan meningkatkan cakupan dan efektivitasnya dalam mengelola lalu lintas, sementara integrasi dengan aplikasi navigasi dapat memberikan notifikasi real-time kepada pengguna jalan lainnya, sehingga menciptakan kesadaran yang lebih baik tentang kondisi lalu lintas. Selain itu, penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk menguji sistem dalam skenario lalu lintas dengan kepadatan tinggi, guna memastikan kinerja yang optimal dan adaptabilitas sistem dalam berbagai situasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Usman, Usman, et al. "Rancang Bangun *Traffic Light System* Tanggap Darurat Berbasis IoT." Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON) 1.3 (2020): 195-199.
- [2] Hasanah, U., Subito, M., & Indrajaya, M. A. (2021). Rancang Bangun *Prototype* Sistem Pendekripsi Pelanggaran pada Zebra Cross di Lampu Lalu Lintas Berbasis Arduino. Foristik, 11(1), 1-7.
- [3] Irawan, D., & Anshory, I. (2022). Implementasi Esp 32 Cam Dan Sensor Infrared Untuk Monitoring Pengunjung Dilokasi Wisata. SinarFe7, 5(1), 95-99.
- [4] M. Taufikurrachman, I. K. Somawirata and M. I. Ashari, "PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PADA LAPORAN PRAKTIKUM MENGGUNAKAN SCAN BARCODE," Magnetika, vol. VII, no. 2, p. 413, 2022.

- [5] Maulana, Banny Arman. *Perancangan dan monitoring Lampu Lalu Lintas Pintar dengan Sensor Laser Berbasis IoT*. Diss. Institut Teknologi Kalimantan, 2024.
- [6] Istiqlal, Alamullah, Mohammad Taufan Asri Zaen Zaen, and Walidi Wahyu Pratama. "Prototype Smart Parking Berbasis IoT." *Jurnal Teknik Informatika dan Elektro* 5.2 (2023): 73-86.