

Sistem Pengontrol Kecepatan Mobil Ambulans Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU ESP8266

¹⁾ Juniati Laia

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Prima Medan, Indonesia

E-Mail: juniatilaia809@gmail.com

²⁾ Winner Parluhutan Nainggolan

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Prima Medan, Indonesia

E-Mail: winnerparluhutannainggolan@unprimdn.ac.id

ABSTRACT

This research introduces an IoT-based speed control system tailored for ambulance vehicles using the NodeMCU ESP8266 microcontroller. The system employs an optocoupler sensor to detect wheel rotation speed and transmits real-time data via Wi-Fi to the Blynk application. The objective is to ensure that the ambulance maintains safe operating speeds, while simultaneously activating alerts for the driver whenever thresholds are exceeded. Performance evaluations were conducted across GPRS, 3G, and 4G networks to assess reliability and responsiveness. The findings reveal a response latency of approximately 1 second on a 4G connection, and up to 3 seconds under GPRS. The proposed system exhibited strong network stability over a 24-hour test period and delivered accurate speed monitoring throughout. The novelty of this work lies in the seamless integration of real-time monitoring and alert mechanisms without reliance on manual intervention. This solution has potential application in improving the operational safety and efficiency of emergency medical transport services in Indonesia.

Keywords: iot, nodemcu esp8266, ambulance, rpm speed, blynk

PENDAHULUAN

Ambulans merupakan salah satu fasilitas penting dalam sistem pelayanan kesehatan, terutama dalam kondisi kedaruratan medis yang menuntut waktu tanggap cepat dan penanganan langsung di lokasi. Dalam banyak kasus, pasien yang mengalami kecelakaan atau kondisi kritis sering kali membutuhkan penanganan segera. Sayangnya, beberapa kejadian menunjukkan bahwa keterlambatan ambulans untuk mencapai lokasi maupun rumah sakit sering kali terjadi karena kurangnya sistem pendukung yang dapat mengoptimalkan kecepatan secara aman. Kecepatan tinggi memang diperlukan, namun tanpa pengawasan yang tepat, hal ini dapat menimbulkan risiko kecelakaan baru di jalan. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu sistem yang mampu mengatur kecepatan ambulans secara otomatis dan memberikan peringatan dini kepada pengemudi ketika melebihi ambang batas kecepatan aman.

Menurut World Health Organization (WHO), sekitar 1,3 juta orang meninggal setiap tahunnya akibat kecelakaan lalu lintas.[1] Penanganan medis yang terlambat merupakan salah satu faktor krusial yang memperburuk kondisi korban. Sementara itu, teknologi Internet of Things (IoT) berkembang dengan sangat cepat dan telah banyak digunakan dalam sistem transportasi modern untuk menunjang keselamatan berkendara [2], [3]. IoT memungkinkan perangkat saling terhubung melalui internet untuk mengirim dan menerima data secara

real-time. Pemanfaatan teknologi ini dalam kendaraan darurat seperti ambulans, sangat potensial untuk meningkatkan efisiensi operasional serta keselamatan pasien dan pengemudi.

Beberapa penelitian telah dilakukan dalam bidang monitoring kendaraan berbasis IoT. Sebagai contoh, Sitorus et al. [4] dan Rizaldi & Syukron [5] mengembangkan sistem pelacakan kendaraan menggunakan GPS dan Firebase, namun belum menyentuh aspek kontrol kecepatan secara langsung. Rangkuti et al.[6] hanya mengintegrasikan pelacakan lokasi tanpa penanganan alarm otomatis terhadap pelanggaran kecepatan. Sebaliknya, Ningsih et al.[7] merancang sistem kontrol motor DC menggunakan ESP32, namun belum melibatkan sistem peringatan berbasis buzzer. Penelitian oleh Purba et al.[8] difokuskan pada kendaraan pintar yang hemat energi, bukan sistem pemantauan kecepatan kendaraan darurat. Hal serupa juga ditunjukkan dalam penelitian oleh Pathak dan Patil yang berjudul "IoT Based Ambulance Car Speed Control System Using NodeMCU ESP8266" [9], di mana fokus sistem terletak pada implementasi IoT untuk mendeteksi dan mengatur kecepatan, namun tanpa integrasi pengujian stabilitas jaringan multi-platform (GPRS, 3G, 4G) secara komprehensif serta belum mengevaluasi fungsi alert buzzer dalam konteks medis darurat.

Permasalahan tersebut menunjukkan adanya kebutuhan akan solusi teknis yang mampu

mengontrol kecepatan ambulans secara otomatis dan memberikan umpan balik instan dalam bentuk alarm. Selain itu, sistem yang dirancang harus mampu berfungsi dengan baik di berbagai kondisi jaringan, baik GPRS, 3G, maupun 4G, mengingat kendaraan akan berpindah lokasi secara dinamis.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pengontrol kecepatan ambulans berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor optocoupler, dan aplikasi Blynk. Sistem ini dirancang agar dapat membaca data kecepatan secara real-time, mengirimkan data ke aplikasi pemantauan, serta mengaktifkan alarm buzzer saat kendaraan melebihi batas kecepatan. Dengan demikian, pengemudi ambulans dapat dikontrol secara tidak langsung untuk tetap menjaga keselamatan pasien dan pengguna jalan lainnya.

Keunggulan utama atau kebaruan (novelty) dari penelitian ini terletak pada integrasi sistem kontrol kecepatan kendaraan darurat berbasis IoT dengan sistem peringatan otomatis, serta pengujian sistem dalam berbagai kondisi jaringan internet. Hal ini berbeda dari penelitian sebelumnya yang umumnya hanya menggunakan GPS sebagai alat pelacak kendaraan. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi pendukung layanan medis darurat di Indonesia, sekaligus mendorong pemanfaatan IoT dalam sektor publik.

Dengan semakin berkembangnya konsep smart transportation dan smart health system, penerapan sistem pengendali otomatis berbasis IoT di sektor layanan kesehatan menjadi semakin penting. Penelitian ini berada di simpul dua bidang strategis tersebut, yaitu transportasi darurat dan teknologi pintar. Oleh karena itu, pengembangan sistem ini tidak hanya menjawab kebutuhan lokal, tetapi juga mendukung roadmap transformasi digital sektor kesehatan nasional sesuai dengan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020–2024.

METODE

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif, dengan pendekatan eksperimen. Penelitian kuantitatif bertujuan untuk mengukur fenomena secara objektif melalui data numerik dan pengujian terkontrol. Dalam konteks ini, metode digunakan untuk mengembangkan serta memodifikasi sistem pengontrol kecepatan ambulans berbasis IoT dengan NodeMCU ESP8266. Produk yang dikembangkan mencakup perangkat keras dan perangkat lunak yang terintegrasi dalam satu sistem pemantauan dan pengendalian kecepatan secara real-time. Sistem ini tidak hanya bersifat reaktif, tetapi juga proaktif dalam memberikan umpan balik kepada pengemudi ketika kendaraan melebihi batas kecepatan yang telah ditentukan. Dengan adanya sistem ini, diharapkan efisiensi dan keamanan pengoperasian ambulans dapat meningkat terutama dalam menangani situasi darurat.

2.2 Diagram Alir Penelitian

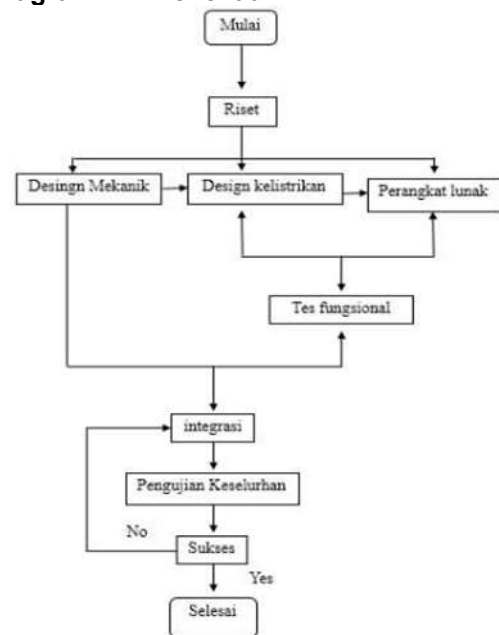


Figure 1 Flowchart Diagram Alir

Diagram alir berikut menunjukkan tahapan kerja dalam penelitian ini, yang dimulai dari kegiatan riset, perancangan mekanik dan kelistrikan, hingga tahap integrasi dan pengujian sistem secara menyeluruh. Proses ini bertujuan memastikan bahwa seluruh komponen sistem bekerja sesuai dengan fungsinya sebelum dinyatakan selesai. Diagram ini juga mencerminkan pendekatan iteratif, di mana setiap pengujian yang tidak berhasil akan dikaji ulang dan disesuaikan kembali untuk mencapai performa sistem yang optimal.

2.3 Diagram Rangkaian Sistem

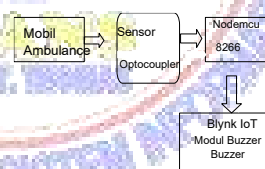


Figure 2 Diagram Rangkaian

Diagram berikut menunjukkan alur kerja fungsional dari sistem yang dirancang. Sensor optocoupler berfungsi untuk membaca kecepatan kendaraan yang berasal dari putaran roda ambulans. Data dari sensor ini dikirim ke NodeMCU ESP8266, yang kemudian memproses dan mengirimkannya secara real-time ke aplikasi Blynk. Jika kecepatan melebihi ambang batas, modul buzzer akan aktif sebagai peringatan suara kepada pengemudi. Sistem ini dirancang agar setiap elemen dapat berfungsi secara mandiri namun tetap saling terintegrasi dalam jaringan komunikasi nirkabel. Dengan konsep ini, sistem mampu bekerja secara otomatis tanpa intervensi manual selama proses pengawasan berlangsung.

2.4 Skema Sistem Pengendali Kecepatan

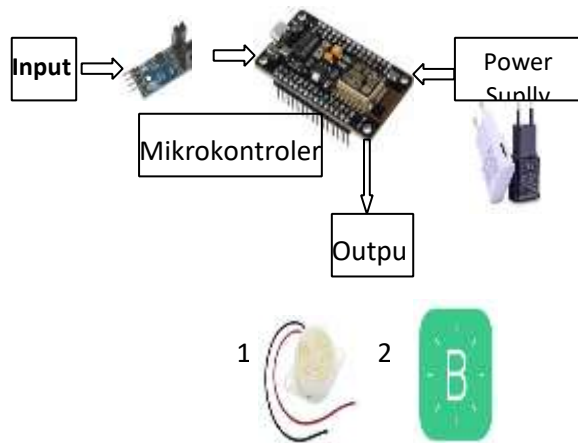


Figure 3 Skema Rangkaian

Skema sistem berikut memperlihatkan komponen fisik yang digunakan dalam perangkat keras, mulai dari sensor optocoupler sebagai input utama, mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali, dan modul buzzer serta aplikasi Blynk sebagai output. Power supply digunakan untuk memberikan tegangan ke sistem. Interaksi antar komponen ini memungkinkan proses pemantauan dan pengendalian kecepatan kendaraan dapat dilakukan secara otomatis dan efisien. Skema ini juga menggambarkan aliran daya dan sinyal secara jelas, sehingga memudahkan dalam proses perakitan maupun pemeliharaan sistem. Keterlibatan modul Blynk memperkuat fungsi sistem sebagai solusi berbasis cloud, memungkinkan pengguna untuk mengakses data secara jarak jauh dengan tampilan antarmuka yang intuitif dan responsif terhadap pembaruan kondisi lapangan secara real-time.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan keberhasilan dalam merancang dan mengimplementasikan sistem pengontrol kecepatan ambulans berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266. Pengujian dilakukan secara menyeluruh terhadap perangkat keras, perangkat lunak, dan komunikasi data dalam sistem. Penilaian kinerja mencakup akurasi pembacaan kecepatan, waktu respons terhadap perubahan data, kestabilan koneksi jaringan, serta efektivitas buzzer sebagai indikator peringatan.

3.1 Hasil Pengujian Sistem Kontrol Kecepatan

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian sistem pengontrol kecepatan pada ambulans dengan berbagai putaran motor. Data kecepatan dikumpulkan dari dua sumber, yaitu pembacaan speedometer manual dan data real-time yang dikirim ke aplikasi Blynk melalui NodeMCU. Selain itu, buzzer digunakan sebagai alarm saat kecepatan melebihi ambang batas tertentu (7000 rpm).

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem Pengontrol Kecepatan Ambulans

No	Spidometer (Manual)	Blynk (IoT)	Status Buzzer	Akurasi Pemantauan
1	1035 rpm	1040 rpm	Mati	99.52% (Stabil)
2	2545 rpm	2520 rpm	Mati	99.01% (Stabil)
3	5600 rpm	5630 rpm	Mati	99.47% (Stabil)
4	7080 rpm	7020 rpm	Hidup	99.15% (Stabil)
5	8050 rpm	8103 rpm	Hidup	99.35% (Stabil)
6	9100 rpm	9045 rpm	Hidup	99.39% (Stabil)

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa terdapat akurasi yang tinggi antara data aktual dan data yang dikirim ke platform IoT. Selisih rata-rata sangat kecil, dan sistem mampu mengaktifkan buzzer secara otomatis ketika batas rpm dilampaui, menandakan fungsi logika kontrol berjalan baik.

3.2 Pengujian NodeMCU ESP8266 pada Berbagai Jarak

NodeMCU diuji dalam berbagai jarak dan kualitas sinyal untuk melihat stabilitas koneksi dengan server Blynk. Estimasi delay dihitung berdasarkan waktu tunda pengiriman data.

Tabel 2. Pengujian Kinerja NodeMCU

No	Jarak (cm)	Kualitas Sinyal (dBm)	Status NodeMCU	Delay (detik)
1	50	-30 s.d -40	Terhubung	0.10
2	200	-40 s.d -50	Terhubung	0.15
3	500	-50 s.d -60	Terhubung	0.20
4	1000	-70 s.d -70	Terhubung	0.30
5	1500	-70 s.d -80	Terhubung	0.50

Hasil menunjukkan bahwa NodeMCU tetap terhubung dengan aplikasi Blynk meskipun sinyal mengalami degradasi. Delay pengiriman data tetap dalam rentang dapat diterima untuk pemantauan real-time.

3.3 Pengujian Sensor Optocoupler

Pengujian dilakukan dengan variasi tegangan input untuk memastikan respons sensor. Output diukur dan status kerja sensor dicatat.

Tabel 3. Pengujian Sensor Optocoupler

No	Tegangan Input (V)	Arus Input (mA)	Tegangan Output (V)	Status
1	0.0	0.0	5.00	OFF
2	1.2	~1-2	4.00	ON (lemah)
3	2.0	~5	2.00	ON
4	3.0	~10	0.40	ON
5	5.0	~15-20	0.20	ON (kuat)

Sensor bekerja secara normal pada tegangan operasional 3V ke atas. Output menunjukkan tingkat sensitivitas yang sesuai untuk mendeteksi kecepatan rotasi roda.

3.4 Pengujian Modul Buzzer

Buzzer diuji dengan berbagai level tegangan input. Hasilnya menunjukkan tingkat suara yang bervariasi.

Tabel 4. Hasil Pengujian Modul Buzzer

No	Tegangan Input (V)	Tegangan Output (V)	Respon Suara
1	0.0	0.0	Tidak Ada Suara
2	1.0	~0.9	Tidak Ada Suara
3	2.0	~1.8	Sangat Lemah
4	3.0	~2.7	Samar
5	4.0	~3.8	Jelas
6	5.0	~4.9	Nyaring (Optimal)

Modul buzzer paling efektif bekerja pada tegangan 5V, di mana suara peringatan terdengar jelas dan sesuai dengan kebutuhan sistem.

3.5 Prototipe dan Implementasi Program

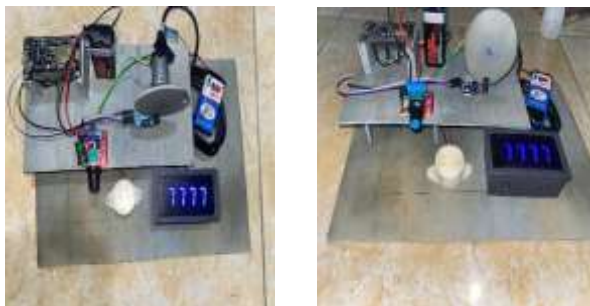


Figure 4 Prototipe Rangkaian

Prototipe sistem terdiri dari NodeMCU, sensor optocoupler, motor DC, tachometer digital, buzzer, dan modul Blynk. Semua komponen bekerja sesuai fungsi, dan sistem berhasil diujikan dengan stabil selama 24 jam tanpa gangguan.



Figure 5 Implementasi Program menggunakan Arduino Uno

Program dikembangkan menggunakan bahasa C++ pada Arduino IDE, dengan koneksi Blynk yang dikonfigurasi menggunakan auth token, ssid, dan password. Data RPM dikirim dan divisualisasikan melalui aplikasi Blynk, sementara logika kontrol buzzer diatur dalam kode utama berbasis kondisi nilai ambang batas.

Sistem ini telah memenuhi indikator keberhasilan penelitian, yaitu:

1. Mampu membaca kecepatan secara akurat dan real-time.
2. Memberikan peringatan otomatis saat kecepatan berlebih.
3. Menunjukkan stabilitas koneksi pada berbagai jaringan.
4. Dapat diakses secara jarak jauh melalui aplikasi berbasis cloud.
5. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan tidak hanya layak diimplementasikan pada ambulans, tetapi juga dapat dijadikan sebagai prototipe awal untuk sistem kontrol kendaraan darurat berbasis IoT di Indonesia.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai sistem kontrol kecepatan ambulans berbasis NodeMCU ESP8266 dengan integrasi Internet of Things (IoT) dan aplikasi blynk IoT, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kecepatan Respon: Sistem ini mampu memberikan kecepatan respon yang baik pada jaringan 4G, dengan waktu rata-rata 1 detik untuk menerima dan mengeksekusi perintah yang diberikan melalui aplikasi blynk IoT. Namun, pada jaringan dengan kualitas yang lebih rendah seperti GPRS, terdapat peningkatan waktu respon hingga 3 detik.
2. Akurasi Pemantauan Kecepatan: Penggunaan sensor optocoupler dalam sistem ini mampu memberikan hasil pengukuran kecepatan yang akurat. Sistem ini secara real-time memantau dan mengirimkan data kecepatan ambulans ke pusat kendali melalui aplikasi blynk IoT dengan deviasi pengukuran yang sangat kecil, sehingga memastikan keakuratan data.
3. Stabilitas Sistem: Sistem dapat berjalan dengan stabil dan berkelanjutan selama 24 jam tanpa adanya gangguan atau kehilangan koneksi. Semua data dikirim dan diterima dengan baik, yang menunjukkan bahwa sistem ini dapat diandalkan untuk pemantauan dan pengendalian ambulans dalam jangka waktu panjang.
4. Pengaruh Kualitas Jaringan: Kualitas jaringan internet mempengaruhi performa sistem. Meskipun sistem bekerja dengan sangat baik pada jaringan 4G, penurunan kinerja terlihat pada jaringan GPRS dengan waktu respon yang lebih lambat. Hal ini menunjukkan bahwa stabilitas jaringan menjadi faktor kunci dalam optimalisasi sistem.
5. Potensi Pengembangan: Sistem ini memberikan peluang besar untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi transportasi medis. Selain itu, pengembangan lebih lanjut dengan memanfaatkan teknologi cloud computing atau kecerdasan buatan (AI) dapat memberikan tambahan nilai dalam analisis pola kecepatan dan manajemen operasi ambulans.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Lagarde, "Road Traffic Injuries," 2011. doi: 10.1016/B978-0-444-52272-6.00623-1.
- [2] H. Saputra and F. Hidayat, "IoT-Based Real-Time Monitoring of Emergency Vehicles," *Int. J. Eng. Res. Appl.*, vol. 12, no. 5, pp. 55–60, 2022.
- [3] S. Wulandari and E. Rahayu, "Sistem Kendali Kendaraan Menggunakan NodeMCU dan IoT," *J. Teknol. Robot.*, vol. 11, no. 1, pp. 30–36, 2023.
- [4] H. R. Sitorus, A. S. Samosir, and H. Pasaribu, "Desain Monitoring Kendaraan Menggunakan IoT dan Firebase Realtime," *J. Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 2, pp. 110–117, 2021.
- [5] M. A. Rizaldi and I. Syukron, "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Jarak Jauh Kendaraan Berbasis GPS dan IoT," *Electrician*, vol. 14, no. 1, pp. 18–23, 2020.
- [6] R. Rangkuti, D. Siahaan, and R. Hutagalung, "Sistem Pemantauan Kendaraan Ambulans Menggunakan GPS Berbasis Mobile," *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 11, no. 1, pp. 52–60, 2023.
- [7] Y. Ningsih, M. Lestari, and T. Widodo, "Kendali Kecepatan Motor DC Berbasis IoT Menggunakan ESP32," *J. Tek. Elektro Terap.*, vol. 10, no. 1, pp. 45–50, 2022.
- [8] M. A. Purba, R. Lubis, and R. Sembiring, "Smart Vehicle Monitoring System Menggunakan IoT dan Sensor Ultrasonik," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 9, no. 3, pp. 131–139, 2021.
- [9] S. D. Pathak and M. R. Patil, "IoT Based Ambulance Car Speed Control System Using NodeMCU ESP8266," *Int. J. Sci. Res. Eng. Dev.*, vol. 3, no. 2, pp. 188–191, 2020.
- [10] N. Andriani and Y. Prasetyo, "Sistem Pengawasan Kendaraan Berbasis Mikrokontroler dan GSM," *J. Teknol. Terapan*, vol. 8, no. 1, pp. 20–26, 2020.
- [11] A. Arifin and A. Supriyadi, "Penerapan Blynk untuk Monitoring Jarak Jauh Sistem Keamanan Rumah," *J. Inform. dan Komput.*, vol. 6, no. 2, pp. 85–91, 2021.
- [12] R. Iskandar and R. Ramadhan, "Implementasi Sensor Optocoupler dalam Sistem Kendali Berbasis Mikrokontroler," *J. Elektron. dan Otomasi*, vol. 4, no. 2, pp. 19–24, 2020.
- [13] F. Gunawan and D. Permana, "Penggunaan NodeMCU dalam Sistem Kendali Jarak Jauh," *J. Sist. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–8, 2023.
- [14] L. Fitriyah and D. Prasetya, "Efektivitas Buzzer sebagai Peringatan dalam Sistem Otomatis," *J. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 66–70, 2021.
- [15] W. Rasyid and W. Mailita, "Screening dan Strategi Pencegahan Delirium Pada Lansia Di Puskesmas Andalas Padang," *Pemberdayaan: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 1, no. 2, pp. 168–171, 2022.
- [16] A. S. Widodo and P. T. Prasetyaningrum, "Perancangan Aplikasi Internet of Thing (IoT) Autonomous Pada Mobil," in *Seminar Multimedia & Artificial Intelligence*, vol. 1, pp. 35–38, Oct. 2018.
- [17] M. K. Wirawati and D. Nuraini, "Pelatihan Pertolongan Kegawatdaruratan Bagi Kelompok PKK Dengan Menggunakan Metode Simulasi Dan Roleplay," *Jurnal Pengembangan Masyarakat: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 5, no. 3, pp. 5806–5810, 2024.
- [18] A. D. Januari, N. Rusdayanti, S. Kardian, and S. Shara, "Urbanisasi Jakarta dan dampaknya terhadap sosial ekonomi dan lingkungan," *Transportasi Berkelanjutan dan Mobilitas Perkotaan*, vol. 1, no. 1, 2024.
- [19] A. Thariq and G. A. Que, "Aplikasi Layanan Ambulans Darurat Dengan Metode Layanan Berbasis Lokasi Berbasis Android," *Jurnal Kolaboratif Sains*, vol. 6, no. 11, pp. 1552–1562, 2023.
- [20] I. Valentino, I. Purbhawa, and I. Yasa, "Sistem Kontrol dan Monitoring Pemakaian Daya Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things (IoT)," *Dissertation, Politeknik Negeri Bali*, 2023.