



3.54%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 17 JUL 2025, 5:22 AM

Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL
0.22%

● CHANGED TEXT
3.32%

Report #27531223

8 BAB I PENDAHULUAN Permasalahan yang akan dihadapi diuraikan dalam bab ini. Mencakup rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, kebaruan, dan kerangka penulisan. 1.1. Latar Belakang Zona Selamat Sekolah (ZoSS) merupakan sebuah program yang digagas demi meningkatkan keselamatan lalu lintas terutama anak-anak yang masih sekolah. ZoSS diharapkan mampu mengurangi kecepatan kendaraan yang melintas, dengan tujuan memberi waktu reaksi lebih lama bagi pengendara untuk mencegah gerakan spontan dari anak-anak sekolah yang dapat menyebabkan kecelakaan (SK Dirjen Hubdat, 2006). Anak-anak sekolah memiliki sifat dasar terlalu aktif dan hanya fokus pada yang ada di depannya. Di samping itu, kemungkinan anak berperilaku lain seperti seketika terdiam ketika di posisi berbahaya dan menjadi tidak waspada ketika bersama kelompok anak-anak lainnya. Kurangnya pengalaman dan naluri yang impulsif serta tidak meyakinkan juga menambah faktor penyebab anak sekolah rentan kecelakaan lalu lintas (Suparmanta, 2019). Maka dari itu, pengendara perlu membatasi kecepatan agar dapat bereaksi ketika mendapati perilaku spontan dari pejalan kaki di Area Zona Selamat Sekolah. Peraturan mengenai Zona Selamat Sekolah (ZoSS) tertuang dalam Peraturan Dirjen Perhubungan Darat SK **5 17** 1304/AJ 403/DJPD/2014 tentang Zona Selamat Sekolah (ZoSS). Dalam peraturan tersebut ditetapkan kecepatan maksimal kendaraan bermotor sekitar 20 sampai 25 kilometer/jam

(Handayani et al., 2021). Berdasarkan jurnal “Evaluasi Keselamatan Penyeberang Jalan Pada Area Zona Selamat Sekolah (ZoSS) (Kurniawan, et al., 2019) menyatakan : Kecepatan kendaraan di Jalan Ahmad Yani dan Jalan Tentara Pelajar Kota Magelang masih melebihi batas maksimum 25 km/jam.

Kendaraan yang melintasi Jalan Tentara Pelajar dengan kecepatan rata-rata 30,749, dan Jalan Ahmad Yani dengan kecepatan rata-rata 34,28. 9

Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan oleh penulis yang dituangkan dalam jurnal berjudul “Tinjauan Kecepatan Kendaraan Pada Wilayah Zona Selamat Sekolah (ZoSS) Di Kota Padang (Mutiara, et al., 2015) menyatakan

: a. Kendaraan yang melintasi wilayah ZoSS masih melebihi batas kecepatan standar (25 km/jam untuk kota Padang) yang diizinkan, yaitu 33 km/jam. Namun, pada daerah yang tidak memiliki fasilitas ZoSS, kecepatan rata-rata adalah 29 km/jam. Ini masih masuk dalam batas kecepatan standar umum kendaraan di wilayah ZoSS di Indonesia, yaitu 20-30 km/jam. b. Tingkat pelanggaran kecepatan kendaraan yang melewati wilayah ZoSS sangat tinggi yaitu 96,5%, dan tingkat pelanggaran 90% pada daerah yang tidak memiliki wilayah ZoSS. Tabel di bawah ini menunjukkan hasil survei dari Karya Tulis Ilmiah “Analisis Kinerja Zona Selamat Sekolah (ZoSS) (Studi Kasus SDN 01 Buaran) (Rinaldi, 2023) tentang kecepatan sesaat pada Zona Selamat Sekolah SDN 01 Buaran yang diambil pada hari Senin hingga Jumat. Tabel 1.1 Tabel Rata-rata Kecepatan Sesaat (Km/jam) Pada ZoSS SDN 01 Buaran Hari Pagi (06.00 – 08.00) Sian g (11.00 – 13.00) Motor Mobil Motor Mobil Senin 30,49 30,32 32,06 29,7 0 Selasa 30,20 29,32 32,18 29,45 Rabu 30,39 30,18 31,10 28,42 Kamis 31,11 28,75 29,83 27,90 Jumat 30,85 30,79 32,47 31,56 Sumber :

Rinaldi, 2023 Berdasarkan hasil survei dari Karya Tulis Ilmiah “Evaluasi Penerapan Zona Selamat Sekolah (ZoSS) Pada Sekolah SMPN 4 Bukit Tinggi dan SDN 02 Air Kuning (Sopa, 2021) tentang rata-rata kecepatan kendaraan yang diambil pada hari Senin dan Sabtu, serta diukur dari sebelum dan sesudah ZoSS. 10

Tabel 1.2 Tabel Rata-rata Kecepatan Pada ZoSS SMPN 4 Bukit Tinggi dan SDN 02 Air Kuning Hari Rata-rata Kecepatan (Km/jam) SMPN 4

Bukit Tinggi SDN 02 Air Kuning Senin 52,619 48,528 Sabtu 52,620
46,304 Sumber : Sopa, 2021 Berdasarkan tingginya angka pelanggaran kecepatan di Zona Selamat Sekolah (ZoSS) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.1 dan Tabel 1.2 secara langsung meningkatkan risiko keselamatan bagi pengguna jalan, khususnya anak-anak sekolah yang merupakan pejalan kaki rentan.

8 Kecepatan kendaraan yang melebihi batas yang diizinkan mengurangi kemampuan pengemudi untuk bereaksi terhadap situasi tak terduga, seperti gerakan spontan anak-anak. Hal ini menciptakan lingkungan yang tidak aman dan berpotensi menyebabkan insiden lalu lintas yang dapat mengakibatkan cedera serius bahkan fatal, serta dampak psikologis bagi korban dan komunitas sekolah. Dengan demikian, mengatasi masalah kecepatan berlebih di ZoSS adalah esensial untuk menciptakan lingkungan yang lebih aman dan mendukung program keselamatan lalu lintas. Pentingnya pengendalian kecepatan di area sensitif seperti Zona Selamat Sekolah (ZoSS) juga sejalan dengan visi global menuju Smart City dan Smart Mobility. Konsep Smart City menekankan pada pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan kualitas hidup perkotaan, termasuk aspek keselamatan dan efisiensi transportasi. Dalam konteks ini, sistem pengontrol kecepatan otomatis pada kendaraan merupakan bagian integral dari Smart Transportation yang bertujuan untuk menciptakan sistem transportasi yang lebih aman, responsif, dan adaptif terhadap kondisi lingkungan. Pendekatan ini selaras dengan “Safe System Approach” yang diakui secara internasional, sebuah paradigma dalam keselamatan lalu lintas yang bertujuan untuk mengurangi dan menghilangkan fatalitas serta cedera serius bagi semua pengguna jalan, dengan salah satu pilar utamanya adalah kecepatan aman (safe speeds). Pendekatan ini mengakui bahwa manusia dapat membuat kesalahan dan 11 rentan, sehingga sistem transportasi harus dirancang untuk meminimalkan dampak kecelakaan. (Kumfer et al., 2023). Di tingkat internasional, banyak negara telah mengimplementasikan kebijakan dan teknologi untuk mengelola kecepatan di zona sekolah atau area dengan kerentanan tinggi. Sebagai contoh, di Amerika Serikat, zona sekolah memiliki batas kecepatan yang ketat,

seperti 20 mil per jam (sekitar 32 km/jam) ketika lampu peringatan berkedip. Negara-negara lain seperti Belanda dan Jepang juga telah menerapkan slow-speed zones dengan batas kecepatan 19-20 mil per jam (sekitar 30-32 km/jam) di area perkotaan atau padat pejalan kaki, termasuk di sekitar sekolah, yang telah terbukti efektif dalam mengurangi insiden kecelakaan dan cedera fatal (Kumfer et al., 2023). Sistem yang kami kembangkan, yang secara otomatis membatasi kecepatan kendaraan listrik di ZoSS menggunakan fitur geofence, merepresentasikan sebuah langkah teknologi maju yang mendukung standar keselamatan internasional ini, serta berkontribusi pada pengembangan ekosistem Smart Mobility yang lebih aman di perkotaan. Seiring berjalannya waktu penggunaan kendaraan bermotor mengalami peningkatan. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik per Tahun 2022, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia menyentuh angka 148.261.817 unit. Di samping itu penggunaan kendaraan dengan bahan bakar listrik di Indonesia meningkat dalam beberapa tahun terakhir. Kendaraan listrik atau biasa dikenal dengan Electric Vehicle (EV) sudah banyak tersebar di Indonesia. Tabel 1.3

Tabel Peningkatan Penggunaan Kendaraan Listrik di Indonesia Nama Data

Motor Listrik Mobil Listrik	2020	2021	2022
	1.974	229	5.486
	2.012	25.782	7.679

Sumber : databoks, 2023 Ditambah dengan data penjualan mobil listrik pada rentang waktu Januari 2022-Agustus 2023. Tabel 1.4

Tabel Volume Penjualan Mobil Listrik di Indonesia 12 No Nama Data

Penjualan Wholesale Mobil Listrik BEV	1 01-2022	36	2 02-2022	9	3	
	03-2022	19	4	04-2022	99	
	5	05-2022	200	6	06-2022	132
	7	07-2022	131	8	08-2022	1.021
	9	09-2022	2.154	10	10-2022	2.157
	11	11-2022	1.965	12	12-2022	2.404
	13	01-2023	298	14	02-2023	391
	15	03-2023	1.107	16	04-2023	1.284
	17	05-2023	1.561	18	06-2023	1.205
	19	07-2023	1.074	20	08-2023	1.331

Sumber : databoks,2023 Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat peningkatan jumlah dan penjualan kendaraan listrik. Menjadikan kendaraan listrik bukanlah hal yang asing bagi masyarakat di Indonesia. Meninjau banyaknya kendaraan yang beredar dan tingginya tingkat pengendara

yang tidak patuh dalam mengendalikan kecepatan kendaraan di area tertentu khususnya Zona Selamat Sekolah. Mengindikasikan perlunya ada tindak lanjut dalam mengendalikan tingkat kecepatan kendaraan dalam Zona Selamat Sekolah. Kendaraan berbahan dasar listrik tidak hanya mengandalkan sistem pengereman dan rambu lalu lintas untuk menurunkan kecepatan. Pengendalian catu daya pada motor yang digunakan kendaraan listrik dapat membatasi kecepatan pada kendaraan berbahan bakar listrik. (Candra, & Taali., 2020). Saat ini Indonesia telah masuk era Dunia Industri 4.0 di mana teknologi telah berkembang pesat sehingga memungkinkan segala pekerjaan dikerjakan secara otomatis untuk mengurangi adanya human error. Hal ini membuka jalan untuk pengembangan sistem pengontrol kecepatan otomatis dalam Zona Selamat Sekolah. Melalui pengembangan sistem tertanam ini dapat menjadi solusi untuk mengurangi pelanggaran kecepatan dalam Zona Selamat Sekolah. Memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna Zona Selamat Sekolah. Kelebihan dari sistem tertanam ini dapat mengontrol kecepatan maksimal dari kendaraan listrik dalam radius tertentu di Zona Selamat Sekolah menggunakan fitur geofence, ditambah adanya fitur yang mengabaikan penambahan kecepatan melalui mekanisme akselerasi dengan pengendalian catu daya pada motor dalam kendaraan listrik sehingga kecepatan maksimal hanya mencapai titik yang diperbolehkan dalam peraturan di Zona Selamat Sekolah.

1.2. **10** Identifikasi Masalah Pada penelitian ini, rumusan dan batasan masalah dirumuskan dengan mengacu pada pandangan peneliti. Rumusan masalah mencakup fokus penting dari permasalahan yang diangkat, dan batasan masalah mencakup batasan penelitian agar tetap konsisten dengan rumusan masalah.

1.2 **15** 1. Rumusan Masalah Rumusan masalah berikut dibentuk berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan. 1. Bagaimana membangun sistem pengontrol kecepatan otomatis pada kendaraan listrik bermotor DC di Zona Selamat Sekolah ? 2. Bagaimana cara menerapkan fitur geofence pada sistem pengontrol kecepatan otomatis pada kendaraan listrik ?

1.2.2. Batasan Masalah Peneliti membatasi penelitian ini untuk menjaga konsistensi dari uraian rumusan masalah sebagai berikut. 1. Penelitian

ini berfokus pada sistem tertanam yang mengatur batas kecepatan maksimal pada motor DC menggunakan ESP32-S3-WROOM-1 N16R8. 2. Sistem tertanam hanya terintegrasi dengan fitur geofence. 14 3. Penelitian ini hanya mencapai tahap pengujian prototipe menggunakan motor DC pada sebuah kendaraan listrik berskala kecil yang dikendalikan dengan Remote Control. 4. Penelitian ini tidak mempertimbangkan faktor-faktor seperti kondisi lalu lintas, interaksi dengan pejalan kaki atau kendaraan lain, kondisi cuaca, atau gangguan sinyal GPS. 5. Penelitian ini tidak mencakup pengembangan fitur lain seperti navigasi mandiri maupun penghindaran rintangan. 6. Pengujian dilakukan di lingkungan terkontrol yang mensimulasikan kondisi Zona Selamat Sekolah. 7. Penelitian ini hanya menilai fungsionalitas dari pembacaan koordinat GPS, deteksi geofence, penurunan kecepatan otomatis dan pengabaian akselerasi. 11 1.3. 2 5 11 12 Tujuan

Penelitian Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian yang akan

dilaksanakan ini diuraikan sebagai berikut.

1. Terbentuknya sebuah sistem pengontrol kecepatan otomatis pada kendaraan listrik bermotor DC di Zona Selamat Sekolah. 2. Terintegrasinya sistem dengan fitur geofence pada sistem pengontrol kecepatan otomatis pada kendaraan listrik bermotor DC di Zona Selamat Sekolah. 1.4. Manfaat Penelitian Manfaat penelitian ini terbagi menjadi dua bagian, yaitu untuk masyarakat dan peneliti. Manfaat penelitian ini dijabarkan sebagai berikut. 1.4.1. Manfaat Bagi Masyarakat Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rasa aman anak-anak sekolah sebagai pejalan kaki yang menggunakan Zona Selamat Sekolah dan orang tua dari anak-anak tersebut. 1.4.2. Manfaat Bagi Peneliti Penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan pemahaman peneliti dalam pengendalian kecepatan, serta pemahaman mengenai geofence. 15 1.5. Kebaruan Penelitian ini menghadirkan inovasi dalam sistem pengontrol kecepatan otomatis pada kendaraan listrik. Meskipun konsep geofencing dan kontrol kecepatan motor telah dieksplorasi secara terpisah dalam literatur sebelumnya, kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi proaktif dan otomatis kedua fitur tersebut pada satu sistem yang secara spesifik dirancang untuk aplikasi

keselamatan di Zona Selamat Sekolah (ZoSS). Berbeda dengan studi terdahulu yang umumnya berfokus pada monitoring lokasi (seperti pelacakan) atau pengendalian motor secara fundamental, sistem yang kami kembangkan mampu secara real-time mendeteksi posisi kendaraan listrik bermotor DC menggunakan fitur geofence dan secara otomatis membatasi kecepatan maksimal kendaraan tersebut ketika berada dalam area ZoSS, bahkan dengan mengabaikan input akselerasi manual. Fokus pada kendaraan listrik dan skenario Zona Selamat Sekolah yang krusial juga memperkuat kontribusi dan relevansi penelitian ini dalam menciptakan lingkungan lalu lintas yang lebih aman. ini menghadirkan inovasi dengan menggunakan fitur geofence untuk mengatur kecepatan maksimal dari sebuah kendaraan listrik bermotor DC. Selain itu, penelitian ini berfokus pada Area Zona Selamat Sekolah.

1.6. Kerangka Penulisan Laporan ini dibuat sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Lembaga Penjamin Mutu Universitas Pembangunan Jaya. Laporan terdiri dari enam bab dan disusun sesuai dengan adendum sistematika penulisan laporan tugas akhir Program Studi Informatika.

2 BAB I PENDAHULUAN Bab ini menjelaskan tentang masalah yang diangkat dan arah dari penelitian ini, kemudian dijabarkan dalam latar belakang penelitian, identifikasi masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, kebaruan, dan kerangka penulisan.

6 BAB II TINJAUAN PUSTAKA Bab ini menguraikan hasil penelitian terdahulu dan tinjauan teori yang berfungsi sebagai landasan teoretis dan empiris untuk mendukung penelitian ini.

16 BAB III TAHAPAN PELAKSANAAN Bab ini menjelaskan tentang langkah yang perlu dilalui peneliti dalam melaksanakan penelitian ini sampai selesai, serta menjabarkan metode pengujian yang digunakan.

BAB IV PERANCANGAN Bab ini menguraikan semua hal yang berkaitan dengan penelitian mulai dari penyusunan kebutuhan penelitian lalu pembentukan prototipe hingga tahap pengujian prototipe.

BAB V HASIL Bab ini menjelaskan hasil yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan dan membahasnya secara komprehensif.

7 BAB VI PENUTUP Bab ini akan merangkum hasil penelitian dan memberikan kesimpulan dari hasil yang telah diperoleh, serta memberikan

saran bagi penelitian selanjutnya yang serupa. 17 BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menguraikan hasil dan teori penelitian terdahulu yang bertujuan untuk memperkuat dan memberikan acuan dasar bagi penelitian yang dilakukan. 2.1. Pencapaian Terdahulu Pencapaian terdahulu berfungsi sebagai bahan referensi peneliti dalam memperkuat data dan argumen peneliti agar mendapatkan hasil yang signifikan, serta menghindari duplikasi dari penelitian yang serupa. Berikut merupakan tabel 2.1 yang berisikan artikel maupun jurnal ilmiah terkait penelitian yang serupa.

Tabel 2.1 Tabel Pencapaian terdahulu Pencapaian Ke-1 Nama Penulis La

Ode Muhammad Asardin, Mayda Waruni Kasrani, Aswadul Fitri Saiful Rahman. 13 Judul

Perancangan Sistem Monitoring Kecepatan Kendaraan di Bandara Berbasis GPS Dengan Fitur Geofence dan Wireless. Hasil Hasil uji menunjukkan bahwa

rangkainan NodeMCU ESP8266, Modul GPS U-Blox NEO 6M, NodeMCU ESP8266, dan Buzzer terintegrasi dengan aplikasi nirkabel dan ponsel Android.

Pada Bandara Sultan Aji Muhammad Sulaiman, alat ini membantu melakukan kegiatan pemantauan kecepatan kendaraan. Sistem berfungsi sebagai alarm kendaraan untuk memberi tahu bahwa kecepatan telah melampaui kecepatan tertentu. Sistem tidak dapat mengontrol kecepatan kendaraan saat melewati pembatas di lokasi tertentu. Pada penelitian ini sistem memiliki

keterbatasan berfungsi sebagai alat pemantauan dan peringatan, serta tidak mampu secara otomatis mengontrol atau membatasi kecepatan kendaraan saat melintasi batas zona yang ditentukan. 18 Pencapaian Ke-2 Nama Penulis

Puji Astuti, Hendri Masdi. 16 Judul Sistem Kendali Kecepatan Motor BLDC

Menggunakan PWM Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Hasil Hasil penelitian ini

menunjukkan bahwa kendali kecepatan motor BLDC dapat berfungsi dengan

baik. Nilai duty cycle, yang mempengaruhi nilai tegangan, memungkinkan pengguna untuk mengontrol kecepatan motor BLDC. Karena nilai arus pada motor BLDC berbanding lurus dengan kecepatan atau torka motor, putaran motor BLDC akan meningkat seiring dengan nilai tegangan. Studi ini

berfokus pada pengendalian kecepatan motor BLDC secara umum dan tidak mengintegrasikan fitur penentuan lokasi spesifik. Pencapaian Ke-3 Nama

Penulis Diarsyah Amarullah, Mochammad Djaohar, Massus Subekti. Judul Pengaturan Kecepatan Motor DC Seri Berbasis Arduino Uno. 1 Hasil Hasil penelitian menunjukkan bahwa menggunakan DC-DC converter atau boost converter dapat menggerakkan beban inersia pada motor DC seri dengan tegangan maksimal 24 V, mengalami peningkatan dua kali lipat tegangan dari catu daya awal yang masuk ke boost converter (12 V). Selain itu, besaran duty cycle yang dikontrol melalui Mikrokontroler Arduino Uno juga dipengaruhi oleh penggunaan DC-DC converter atau boost converter. Penelitian ini berfokus pada aspek kontrol daya dan kecepatan motor DC secara fundamental, namun tidak membahas integrasi dengan data lokasi (GPS/geofence) atau penerapannya dalam konteks pembatasan kecepatan di area spesifik.

Pencapaian Ke-4 Nama Penulis Izham Jaya, Goh Xin Tong, Mohd Faizal, Azle Zabidi, Syifak Izhar Hisham. 19 Judul Geofence alerts application with GPS Tracking for Children Monitoring (CTS). Hasil Hasil dari penelitian ini, pengguna dapat menentukan area geofence atau area yang dianggap aman untuk anak dari pengguna. Pengguna dapat mengontrol kapan anak akan berada di area aman tersebut. Pengguna juga dapat mendaftarkan lebih dari satu tempat. Informasi lintang bujur, serta waktu keberadaan anak dapat diperoleh secara real-time menggunakan pelacak GPS. Pelacak GPS dikembangkan menggunakan papan Arduino Uno, Modul SIM808, Kartu SIM 2G/3G/4G, antena GSM, antena GPS, dan baterai 9 volt. Informasi lokasi berhasil dikirim ke basis data cloud menggunakan jaringan GSM. Penelitian ini berhasil mengimplementasikan fitur geofence dan pelacakan GPS, fokus utamanya adalah pemantauan lokasi individu dan memberikan peringatan, bukan pada sistem kontrol kecepatan otomatis pada kendaraan.

Pencapaian Ke-5 Nama Penulis Deni Setiawan, Marti Widya Sari and R. Hafid Hardyanto. Judul Geofencing technology implementation for pet tracker using Arduino based on Android. Hasil Hasil dari penelitian ini menerapkan teknologi geofencing untuk melacak hewan peliharaan. Sistem ini menggabungkan perangkat keras dan perangkat lunak, termasuk modul GPS U- Blox NEO 6M untuk melacak lokasi, Modul

SIM800L untuk mengirim data, serta Arduino Pro Mini untuk mengolah data input dan output. Aplikasi Android digunakan sebagai antarmuka bagi pemilik hewan peliharaan. Sistem ini dirancang untuk memberikan notifikasi kepada pemilik ketika hewan peliharaan mereka keluar dari area geofence yang telah ditetapkan. Notifikasi tersebut dikirim melalui aplikasi, yang menampilkan lokasi terkini hewan peliharaan pada peta. 20 Penelitian ini berpusat pada aplikasi pagar geografis untuk tujuan pelacakan dan notifikasi, bukan untuk secara aktif membatasi atau mengontrol kecepatan kendaraan secara otomatis. Pencapaian Ke-6 Nama Alendra Jospine, Lukman Hanif Muhammad Audah, Abdulwahhab Hamzah, Hamzah Qasim. Judul Vehicle Monitoring System with Geofencing Capability. Hasil Hasil dari penelitian ini ketika kendaraan memasuki atau meninggalkan area geofence tertentu, notifikasi akan dikirim, memudahkan orang yang bertanggung jawab untuk memeriksa lokasi kendaraan saat ini menggunakan Aplikasi Blynk, yang merupakan bagian dari platform IoT dan dapat diunduh pada smartphone. Dengan menggunakan Arduino Mega 2560 dan FONA808 shield yang terintegrasi dengan GPS, GSM, dan baterai Li-Po, mendukung Aplikasi Blynk dalam mendapatkan informasi dan menampilkan lokasi dari kendaraan tersebut. Penelitian ini membahas geofencing pada kendaraan, fungsinya terbatas pada pemantauan dan memberikan peringatan, dan tidak menyediakan mekanisme kontrol kecepatan otomatis. Secara umum, literatur menunjukkan dua arah penelitian utama yang relevan dengan topik ini. Pertama, terdapat fokus pada sistem pemantauan dan pelacakan berbasis lokasi dengan fitur geofencing. Penelitian seperti yang dilakukan oleh Asardin et al. (2020) pada sistem pemantauan kecepatan di bandara, serta karya Jaya et al. (2021), Setiawan et al. (2021), dan Jospine et al. (2020) yang berpusat pada aplikasi geofencing untuk pemantauan individu atau kendaraan, telah berhasil menunjukkan kemampuan identifikasi dan notifikasi berbasis lokasi. Namun, meskipun efektif dalam memberikan informasi dan peringatan ketika suatu objek memasuki atau meninggalkan area yang ditentukan, sistem-sistem ini cenderung bersifat pasif dalam

hal kontrol; mereka tidak dirancang untuk secara otomatis mengintervensi atau membatasi kecepatan kendaraan secara fisik di lapangan. Arah penelitian kedua berpusat pada pengendalian kecepatan motor secara fundamental. Studi oleh Astuti & Masdi (2022) yang membahas kendali kecepatan motor BLDC menggunakan PWM, serta penelitian Amarullah et al. (2020) mengenai pengaturan kecepatan motor DC seri, telah berhasil mendemonstrasikan metode untuk mengontrol parameter kecepatan motor. Meskipun memiliki kapabilitas kontrol, penelitian-penelitian ini umumnya mengabaikan aspek kesadaran lokasi atau penerapan kontekstual seperti zona keselamatan. Fokusnya lebih pada optimasi kinerja motor dan sirkuit kontrol tanpa integrasi data geolokasi yang dinamis. Dari tinjauan terhadap kedua domain penelitian tersebut, teridentifikasi adanya kesenjangan yang signifikan, yaitu kurangnya integrasi komprehensif antara sistem geofencing berbasis lokasi dengan mekanisme kontrol kecepatan otomatis yang proaktif pada kendaraan. Sebagian besar upaya penelitian yang ada hanya menyentuh salah satu aspek: baik pemantauan lokasi (tanpa kontrol kecepatan otomatis) atau kontrol kecepatan motor (tanpa kesadaran lokasi spesifik). Kebutuhan akan sistem yang secara cerdas mendeteksi keberadaan di zona tertentu dan secara otomatis menyesuaikan kecepatan kendaraan masih menjadi celah yang perlu diisi. Untuk mengatasi kesenjangan ini, penelitian ini hadir dengan menghadirkan "Sistem Pengontrol Kecepatan Otomatis pada Kendaraan Listrik di Zona Selamat Sekolah dengan Fitur Geofence". Kebaruan penelitian ini terletak pada kemampuannya untuk mengintegrasikan modul GPS (U-Blox Neo M8N) dengan fitur geofence (untuk mendeteksi keberadaan prototipe di Zona Selamat Sekolah/ZoSS secara real-time) dan sistem kontrol daya motor (menggunakan Driver L298N dan sensor HC-020K) yang secara otomatis membatasi kecepatan kendaraan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memantau lokasi, tetapi juga secara aktif mengintervensi kecepatan kendaraan untuk memastikan kepatuhan terhadap batas yang telah ditetapkan di area krusial seperti Zona Selamat Sekolah, 22 memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan

keselamatan lalu lintas yang belum sepenuhnya dicakup oleh penelitian terdahulu.

2.2. Tinjauan Teoritis

2.2.1. Sistem Penurunan Kecepatan Sistem penurunan kecepatan (speed reduction system) merupakan mekanisme untuk mengontrol dan membatasi kecepatan pada kondisi atau tempat tertentu. Sistem ini diterapkan lewat banyak media seperti; polisi tidur, rambu lalu lintas, pembatas kecepatan pada komponen kendaraan, hingga sistem pengereman. (Kumfer, et al., 2023).

2.2.2. Sistem Tertanam Sistem Tertanam (embedded system) merupakan sebuah perpaduan antara perangkat lunak dan perangkat keras yang terintegrasi dalam satu kesatuan. Sistem ini dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan dan menyelesaikan tugas tertentu (special-purposes). Kata ‘tertanam’ mengacu kepada program yang ditanamkan pada sebuah mikrokontroler. (Handoko, 2023).

2.2.3. Sistem Tertanam Cerdas Sistem tertanam cerdas merupakan sistem yang di dalamnya sudah ditanamkan kecerdasan buatan yang menyerupai kemampuan manusia dan untuk membantu manusia dalam melakukan aktivitasnya. Hanya saja kecerdasan sistem memiliki tingkatan yang lebih rendah dari manusia. (Handoko, 2023).

2.2.4. Sistem Tertanam Kendali Sistem tertanam kendali merupakan sistem tertanam yang memiliki kemampuan untuk menyelesaikan suatu masalah. Sistem tertanam kendali telah dibuat sedemikian rupa untuk kebutuhan tertentu tanpa kemampuan untuk membuat keputusan. Maka dari itu masih perlu campur tangan manusia dalam pengoperasiannya. (Handoko, 2023).

2.2.5. Zona Selamat Sekolah (ZoSS) Zona Selamat Sekolah (ZoSS) merupakan area di sekitar sekolah yang diberlakukan aturan khusus terkait lalu lintas kendaraan. Aturan ini meliputi batas kecepatan, aturan parkir, larangan mendahului, dan pengaturan pejalan kaki yang menyeberang jalan. Penerapan ZoSS bertujuan untuk melindungi anak-anak sekolah yang umumnya berjalan kaki menuju sekolah (Desprijon et al., 2021).

2.2.6. ESP32S3 WROOM1 N16R8 Gambar 2.1 Bentuk Fisik ESP32S3 WROOM1 N16R8 Gambar 2.1 menunjukkan ESP32S3 WROOM1 N16R8 adalah System-on- Chip (SoC) berdaya rendah yang mengintegrasikan kapabilitas Wi-Fi 2.4 GHz dan Bluetooth® Low Energy (Bluetooth LE). Inti dari SoC

ini adalah mikroprosesor dual-core Xtensa® 32-bit LX7 yang beroperasi hingga kecepatan 240 MHz. Modul ini dilengkapi dengan 44 GPIO yang dapat diprogram. Varian N16R8 secara spesifik menyertakan Flash 16 MB dan PSRAM 8 MB. (Espressif Systems, 2025).

2.2.7. Motor Driver L298N
Gambar 2.2 Bentuk Fisik Driver L298N 24 Motor Driver L298N merupakan sebuah perangkat elektronik yang dirancang untuk mengendalikan motor DC. Perangkat ini memanfaatkan IC L298 dual H-bridge sebagai komponen utamanya. Fungsi utama Motor Driver L298N adalah mengatur arah dan kecepatan putaran motor DC. Penggunaan Motor Driver L298N menjadi penting karena motor DC membutuhkan arus yang lebih besar dari 250 mA untuk beroperasi. Hal ini melebihi kemampuan keluaran arus dari beberapa IC mikrokomputer (Zanofa et al., 2020).

2.2.8. Modul U-Blox NEO M8N
Gambar 2.3 Bentuk Fisik Modul U-Blox NEO M8N Modul U-Blox Neo M8N pada Gambar 2.3 merupakan sebuah penerima sinyal GPS yang memiliki kinerja baik. Time to First Fix (TTFF) adalah salah satu parameter penting, yang didefinisikan sebagai kecepatan modul GPS dalam mengakses data dari satelit. TTFF pada modul ini memiliki durasi maksimal 45 detik, dilengkapi dengan receiver berkapasitas 72 kanal, kecepatan akurasi hingga 0,05 m/s, serta akurasi posisi horizontal mencapai 2,5 meter. Modul ini mampu melakukan pembaruan data dengan frekuensi 10 Hz, bekerja pada tegangan 3,6V, dengan konsumsi arus maksimum sebesar 67 mA, dan menggunakan antarmuka komunikasi UART. (Firdaus & Ismail, 2020).

2.2.9. HC-020K Speed Encoder Gambar 2.4 Bentuk Fisik HC-020K

HC-020K pada gambar 2.4 merupakan modul sensor kecepatan yang berfungsi menghitung putaran roda melalui disk berlubang transparan dan tidak tembus cahaya.

18 Modul ini memiliki tiga pin: VCC (5V), GND (0V), dan OUT. Berpusat pada IC LM393, HC-020K tidak memiliki histeresis. (Rainard, C.Y.A., 2023). 3 2.2 3 10.

Motor DC Gambar 2.5 Bentuk Fisik Motor DC Motor DC atau motor arus

searah ditunjukkan pada Gambar 2.5 merupakan sebuah mesin yang mengubah energi listrik searah menjadi tenaga putar. 4 Prinsip kerja motor DC dalam

menghasilkan kekuatan adalah menggunakan medan magnet dan konduktor

pembawa arus untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. (Budiyanto et al., 2020).

26 2.2.11. OLED Display 0,96 Inch 128×64 Pixel Gambar 2.6 Bentuk

Fisik OLED Display 0,96 Inch 128×64 Pixel Gambar 2.6 merupakan salah satu jenis layar berbasis teknologi OLED yang umum digunakan dalam berbagai aplikasi mikrokontroler. Layar ini memiliki resolusi 128 piksel secara horizontal dan 64 piksel. Modul OLED ini terhubung dengan sistem melalui antarmuka komunikasi serial seperti I2C maupun SPI. Dalam pengoperasiannya, OLED ini menggunakan Driver SSD1306 berbasis CMOS.

Selain itu, Driver SSD1306 dirancang khusus untuk panel OLED dengan konfigurasi common cathode. (Tarigan et al., 2023). 2.2.12. MP1584 Step Down DC Gambar 2.7 Bentuk Fisik MP1584 Step Down DC MP1584 merupakan regulator switching step-down berfrekuensi tinggi yang mengintegrasikan internal high-side high voltage power MOSFET. Modul ini mampu menyediakan keluaran hingga 3A dengan implementasi kontrol mode arus 27 untuk respons berulang yang cepat dan kompensasi yang mudah. Dengan rentang tegangan masukan yang luas, dari 4.5V hingga 28V. (Swagatam, 2023).

2.2.13. Geofence Metode yang memungkinkan aplikasi untuk memberikan informasi secara akurat, pada waktu dan lokasi yang sesuai. Geofence terdiri dua elemen utama yaitu wilayah yang ditetapkan secara digital dan perangkat yang menerima informasi untuk mengolah geofence (Setiawan, 2021). 28 BAB III TAHAP PELAKSANAAN Bab ini mengupas langkah-langkah konkret dan metode pengujian yang diterapkan peneliti dalam mengerjakan Tugas Akhir. Pendekatan ini bertujuan memastikan proses pengerjaan yang tepat. 3.1. Langkah-langkah Pelaksanaan Langkah yang akan dilaksanakan peneliti ditunjukkan pada Gambar 3.1. Gambar 3.1 Alur Pelaksanaan Penjelasan sederhana perihal alur pelaksanaan pada Gambar 3.1 diuraikan sebagai berikut. a) Analisis Masalah Tahap pertama peneliti adalah untuk mencari suatu masalah yang ada pada masyarakat dan bersifat merugikan bagi masyarakat atau tidak sesuai dengan peraturan yang ada. Peneliti perlu memahami dampak apa bagi sekitar sehingga dapat membuat penyelesaian dari masalah tersebut. b) Peninjauan Literatur 29 Pemahaman

yang mendalam diperlukan peneliti dalam melakukan sebuah penelitian. Tahap ini bertujuan untuk melakukan peninjauan terhadap penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya dan mengumpulkan data perihal kebutuhan dalam penelitian ini. c) Pengembangan Sistem Tahap ini mencakup pengembangan sistem pengendali kecepatan otomatis menggunakan metode prototyping. Metode prototyping adalah salah satu pendekatan dalam pengembangan perangkat lunak di mana prototipe dari sistem dibangun, diuji, dan disempurnakan secara berulang hingga mencapai hasil yang diinginkan sebelum diubah menjadi produk akhir. Pembuatan prototipe sebelum tahap pemrograman, kebutuhan dapat disesuaikan berdasarkan hasil evaluasi setelah mengamati dan menguji sistem tersebut (Sidana, & Haryono, 2024). d) Penulisan Laporan Seluruh rangkaian penelitian dikemas dalam bentuk tulisan yang terstruktur dan mencakup masalah, hasil, dan saran sehingga menarik minat pembaca tanpa melihat bentuk fisik dari perangkat atau sistem yang dikembangkan.

3.1.1. Metode Pengembangan Prototyping Berdasarkan poin pengembangan perangkat yang tercantum pada Gambar 3.1 berikut alur dari poin pengembangan perangkat yang dilaksanakan oleh peneliti. Gambar 3.2 Metode Prototyping (Meileni, et al., 2019) 30

Penjelasan singkat perihal metode pengembangan pada Gambar 3.2 diuraikan sebagai berikut. a) Analisis Kebutuhan Tahap ini menjadi awal dari pengembangan perangkat. Tahapan ini bertujuan menganalisis kebutuhan sistem mulai dari komponen hingga program yang diperlukan untuk mengintegrasikan keseluruhan sistem. Pengembang menganalisis kebutuhan apa saja yang diperlukan sistem dalam menyelesaikan masalah yang diangkat, mulai dari pemilihan komponen, program yang akan digunakan, hingga bentuk dari produk akhir sebagai alat penelitian. b) Desain Pengembang melakukan desain cepat untuk pembentukan prototipe dan produk akhir berdasarkan hasil dari menganalisis kebutuhan sistem. Tahap ini bertujuan untuk memberikan gambaran bagaimana sistem akan terbentuk. c) Prototyping Pada tahap ini pengembang melakukan perakitan komponen dan pemrograman sesuai rancangan sistem. Tahap ini bertujuan untuk membangun model awal dari produk akhir sistem yang

dikembangkan. d) Evaluasi Tahap ini bertujuan memastikan program dan setiap komponennya berfungsi dengan baik. Pada tahap ini evaluasi dilakukan oleh pengembang. Pengembang melakukan evaluasi sebagai pengguna untuk melihat ada tidaknya kekurangan dalam sistem, apabila masih ada kekurangan pengembang perlu melakukan revisi dan perbaikan. e) Revisi dan Perbaikan Tahap pengembang mengidentifikasi dan menjabarkan kekurangan yang ada pada sistem, serta merencanakan perubahan atau peningkatan yang perlu diterapkan pada sistem berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan. 31 f) Pengembangan Final Tahap ini dicapai setelah menyempurnakan prototyping, pengembang akan memodifikasi sistem yang telah dikembangkan dengan mengemasnya sedemikian rupa sehingga sesuai dengan desain awal dari produk akhir sistem untuk digunakan dalam menyelesaikan penelitian. g) Pengujian Pada tahap ini pengembang melakukan pengujian dengan menerapkan metode pengujian fungsionalitas pada produk akhir sistem. Tahap ini bertujuan mendapatkan sistem yang berjalan sesuai rancangan. h) Pemeliharaan Pada tahap pemeliharaan p engembang perlu untuk menjaga sistem dalam keberlangsungan penelitian agar tidak ada perubahan kinerja dari sistem yang telah dikembangkan. 3.2. Metode Pengujian Prototipe dari sistem pengendali kecepatan otomatis yang telah usai dikembangkan diuji dengan metode pengujian BlackBox. Metode BlackBox atau biasa disebut pengujian fungsionalitas adalah pendekatan dalam pengujian perangkat yang berfokus pada menguji fungsionalitas suatu sistem. Pengujian fungsionalitas hanya melakukan penilaian apakah sistem bekerja sesuai dengan hasil yang diharapkan atau belum (Hozairi, et al. 2024). Tabel 3.1 Rancangan Pengujian BlackBox No Item Uji Deskripsi 1 Fungsi Komponen Menguji sensor GPS dalam membaca titik longitude dan latitude. Menguji Driver L298N dalam mengendalikan kecepatan motor DC pada prototipe. 2 Fungsi Prototipe Menguji prototipe dalam menurunkan kecepatan berdasarkan komponen yang telah diprogram sesuai rancangan. 32 BAB IV PERANCANGAN Bab ini menguraikan semua hal yang berkaitan dengan penelitian mulai dari penyusunan kebutuhan penelitian

lalu pembentukan prototipe hingga tahap pengujian prototipe. 4.1. Analisis Terdahulu

Peneliti melakukan analisis terhadap penelitian sebelumnya untuk mengevaluasi sistem yang meliputi area uji, spesifikasi alat, cara kerja, hasil yang dicapai dari penelitian terdahulu. Hasil analisis ini berupa penjelasan sederhana mengenai alat yang digunakan, cara kerja sistem dan area uji dari penelitian sebelumnya, kemudian memberikan penjelasan mengenai penelitian yang dilakukan peneliti untuk memberikan gambaran perbedaan dan kebaruan penelitian ini dari penelitian terdahulu. Analisis ini dimanfaatkan untuk mengembangkan sistem pada penelitian ini berdasarkan sistem pada penelitian sebelumnya. Penelitian yang telah dilakukan oleh Adarsh, Arjun C, Koushik S, Midhun Krishnan, Sourav Purushothaman V, Aswathy K Nair, dan Gayathri Narayanan (2020) berjudul "Integrated Real-time Vehicle Speed Control System using RFID and GPS". Area uji penelitian ini adalah sebuah prototipe kendaraan yang dikendalikan secara elektronik yang diuji di area terpilih dan menyertakan simulasi GPS pada perangkat lunak Proteus. Spesifikasi alat utamanya meliputi Mikrokontroler Arduino Uno (ATmega328P), Modul RFID RC522, Motor Driver L298N, dan Modul GPS U-Blox NEO 6M. Cara kerja sistemnya dimulai dengan prioritas pada data geolokasi dari Modul GPS U-Blox NEO 6M yang diterima oleh Arduino Uno. Data lintang dan bujur ini kemudian dibandingkan dengan nilai koordinat yang ada dalam memori Arduino, di mana setiap koordinat tersebut sudah dipetakan ke nilai batas kecepatan tertentu untuk zona spesifik. Jika sinyal GPS tidak tersedia (dalam penelitian ini menggunakan sebuah terowongan sebagai area uji coba), sistem akan beralih menggunakan RFID. Pada kasus ini, Tag RFID pasif 33 ditempatkan di zona batas kecepatan, dan pembaca RFID RC522 di kendaraan akan menangkap sinyal unik terenkripsi (UID) dari Tag RFID tersebut. UID ini sudah dipetakan ke nilai batas kecepatan spesifik. Untuk keamanan, UID Tag RFID tersebut dienkripsi menggunakan algoritma DES (Data Encryption Standard), dan pada sisi penerima, kode terenkripsi ini akan didekripsi untuk mendapatkan nilai batas kecepatan. Nilai batas

kecepatan yang diperoleh baik dari GPS maupun RFID kemudian dikirimkan ke Motor Driver L298N melalui pin PWM (Pulse Width Modulation) Arduino. PWM ini berfungsi untuk mengontrol kecepatan motor DC dengan mengatur durasi pulsa digital, yang secara efektif memvariasikan tegangan rata-rata yang disuplai ke motor. Jika kecepatan kendaraan saat ini melebihi batas kecepatan yang ditentukan, sistem akan memutus akselerasi dan menerapkan pengereman secara berkala. Proses ini berulang hingga kecepatan kendaraan sama dengan atau di bawah batas yang diizinkan. Hasil yang dicapai dari penelitian ini menunjukkan bahwa kecepatan prototipe berhasil dikurangi hingga batas yang ditentukan di area uji, dan model gabungan RFID-GPS terbukti meningkatkan efisiensi serta akurasi sistem, dengan implementasi algoritma DES yang berhasil. Berbeda dengan penelitian terdahulu, penelitian ini yang berjudul "Sistem Pengontrol Kecepatan Otomatis pada Kendaraan Listrik di Zona Selamat Sekolah dengan Fitur Geofence" berfokus pada kendaraan listrik dengan prototipe menggunakan motor DC. Area uji penelitian ini adalah prototipe mobil RC yang digerakkan oleh motor DC, diterapkan secara spesifik di Zona Selamat Sekolah (ZoSS). Spesifikasi alat yang digunakan meliputi Mikrokontroler ESP32S3 WROOM1 N16R8, dua unit Motor Driver L298N Dual H-Bridge, empat unit Motor DC, empat unit HC-020K Speed Encoder, modul GPS U-BLOX NEO M8N, dan OLED Display 0,96 Inch 128x64 Pixel, serta Modul MP1584 Fixed Output Step Down DC untuk regulasi daya. Cara kerja sistemnya dimulai dengan ESP32S3 yang secara real-time membaca geolokasi dari Modul GPS U-Blox NEO M8N. Kecepatan prototipe diukur secara presisi oleh empat unit HC-020K yang terpasang pada setiap motor DC, dan data kecepatan ini diolah serta ditampilkan pada OLED. ESP32S3 WROOM1 N16R8 akan terus membandingkan lokasi prototipe dengan koordinat ZoSS yang telah ditentukan. Jika prototipe terdeteksi memasuki area ZoSS, sistem akan membatasi daya yang dialirkan ke motor DC melalui driver L298N, sehingga kecepatan prototipe secara otomatis berkurang dan stabil di bawah batas maksimal yang diizinkan di ZoSS. Pentingnya,

sistem ini juga dirancang untuk mengabaikan upaya penambahan kecepatan melalui mekanisme akselerasi saat prototipe berada di dalam ZoSS, memastikan kepatuhan terhadap batas kecepatan. Ketika data GPS menunjukkan bahwa prototipe telah keluar dari area ZoSS, pembatasan kecepatan akan secara otomatis dilepaskan, dan motor DC dapat beroperasi pada kecepatan normalnya.

4.2. Perancangan Prototipe Bagian ini akan menjelaskan proses perancangan prototipe sistem pengontrol kecepatan otomatis pada kendaraan listrik. Pembahasan mencakup identifikasi komponen perangkat keras yang digunakan, tata letak pin, prinsip kerja, logika sistem, diagram skema, serta rancangan papan sirkuit cetak. Selain itu, bagian ini juga akan memaparkan desain produk akhir dari prototipe yang dikembangkan.

4.2.1. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras Bagian ini akan membahas komponen-komponen perangkat keras utama yang dipilih dan digunakan dalam pembangunan sistem, termasuk spesifikasi teknis dan peran masing-masing komponen. Berikut penjabaran dari komponen-komponen yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 4.1	Daftar Komponen	Komponen Spesifikasi
Peran	ESP32S3 WROOM1 N16R8	• Prosesor: Dual-core Tensilica Xtensa LX7 (hingga 240 MHz). • Memori: 512 KB SRAM, 16 MB Flash, 8 MB PSRAM. • Konektivitas: Wi-Fi (802.11 b/g/n), Bluetooth LE 5.0
		. Berfungsi sebagai unit pemrosesan sentral. Bertanggung jawab untuk memproses data dari modul GPS dan sensor kecepatan, mengimplementasikan logika geofence dan mode operasi, mengontrol Motor Driver melalui sinyal PWM,
35	Komponen Spesifikasi Peran	• Pin GPIO: Lebih dari 40 pin GPIO multifungsi, mendukung ADC, PWM, I2C, SPI, UART, dan interrupt. • Pin Khusus: Pin internal untuk RGB LED (GPIO 48). serta mengelola tampilan pada layar OLED dan indikator LED RGB. Dua unit Motor Driver L298N Dual H-Bridge
		• Tegangan Operasi Motor: 5V hingga 35V. • Arus Saluran: Hingga 2A masing-masing saluran (total 4A maksimal).
		• Saluran Kontrol: Dua saluran independen per modul. • Input Logika: 5V (IN1, IN2, IN3, IN4), Input Enable (ENA, ENB) untuk PWM.
		Berfungsi sebagai antarmuka daya antara mikrokontroler dan motor DC.

REPORT #27531223

Modul ini menerima sinyal logika rendah dari ESP32S3 dan mengubahnya menjadi arus dan tegangan yang lebih tinggi yang diperlukan untuk menggerakkan Motor DC. Empat unit Motor DC Tegangan Operasi: 3V hingga 6V Komponen aktuator yang mengubah energi listrik menjadi gerakan mekanis untuk menggerakkan kendaraan. Masing-masing dua motor dihubungkan secara paralel ke satu 36 Komponen Spesifikasi Peran saluran output Driver L298N. Empat unit HC-020K Speed Encoder • Sensor Slot Optik (photocoupler) • Tegangan Operasi: 4,5V hingga 5,5V. Dipasang pada poros atau roda masing-masing dari empat motor DC untuk mengukur kecepatan putaran secara individual. Pulsa digital (HIGH/LOW) yang dihasilkan saat disk encoder melewati celah sensor dihitung oleh ESP32S3. Data ini esensial untuk menentukan kecepatan aktual kendaraan dan fungsi kontrol kecepatan. Satu unit MP1584 Fixed Output Step Down DC • Tegangan Input: 7V hingga 28V. • Tegangan Output: Tetap 5V. • Arus Output: Hingga 3A. Berfungsi sebagai regulator daya utama untuk komponen sensitif. Menurunkan tegangan tinggi dari baterai 3S (Maksimal 12.6V) menjadi 5V yang stabil untuk memberikan daya pada ESP32S3, Modul GPS, OLED, dan speed encoder memastikan operasi yang aman dan stabil. Satu unit Modul GPS U-Blox NEO M8N • Chipset: U-Blox NEO-M8N. Menyediakan data lokasi (lintang, bujur, ketinggian) dengan menerima sinyal 37 Komponen Spesifikasi Peran • Komunikasi: Antarmuka serial UART (RXD, TXD). • Fitur: Mendukung berbagai sistem satelit (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou) dari satelit. Data ini digunakan untuk implementasi fitur geofence, yang secara otomatis membatasi kecepatan saat kendaraan memasuki Zona Selamat Sekolah (ZoSS). Satu unit OLED Display 0,96 Inch 128×64 Pixel • Resolusi: 128×64 piksel. • Antarmuka: I2C Menyediakan antarmuka visual bagi pengguna untuk menampilkan informasi penting secara real-time, seperti lokasi GPS, kecepatan saat ini, dan mode operasi sistem. Satu unit Tempat Baterai 3S 18650 dengan Tiga buah Baterai 18650 • Tegangan Nominal: 3,7V×3 (11,1V). • Tegangan Penuh: 4,6V×3 (12,6V). • Arus; 40A Menyediakan daya listrik utama untuk seluruh

h sistem. Satu unit Saklar Daya KCD11 10×15MM • SPST (Single Pole Single Throw) ON/OFF. • Peringkat Arus/Tegangan: 3A pada 250VAC, 6A pada 125VAC. Berfungsi sebagai saklar fisik utama untuk menghidupkan dan mematikan seluruh sistem. Empat buah Kapasitor Elektrolit Elco 1000uF 16V • Kapasitansi: 1000uF • Nilai Tegangan Kerja: 16V Berfungsi sebagai kapasitor bulk decoupling. Menyimpan cadangan 38 Komponen Spesifikasi Peran energi untuk mengatasi lonjakan arus yang mendadak dan menstabilkan tegangan suplai daya pada jalur utama 5V dan 12V. Tiga Belas buah Kapasitor Keramik 1uF 50V • Kapasitansi: 1uF • Nilai Tegangan Kerja: 50V Berfungsi sebagai kapasitor decoupling dan penyaring noise frekuensi tinggi. Dipasang di dekat pin daya setiap IC atau modul untuk menyerap noise lokal dan menyediakan arus instan yang dibutuhkan, memastikan operasi yang stabil.

4.2.2. Rancangan Pin Prototype Bagian

ini akan menguraikan konfigurasi dan penugasan pin untuk setiap komponen perangkat keras yang terhubung pada mikrokontroler. Berikut merupakan tabel yang menjabarkan penugasan pin untuk setiap komponen yang terhubung ke mikrokontroler.

Komponen	Pin	Fungsi
ESP32S3	GPIO 1	IN1 Kontrol Motor 1 (Kiri depan)
ESP32S3	GPIO 2	IN2
ESP32S3	GPIO 3	ENA
ESP32S3	GPIO 4	IN3 Kontrol Motor 2 (Kanan depan)
ESP32S3	GPIO 5	IN4
ESP32S3	GPIO 7	ENB
ESP32S3	GPIO 10	IN1 Kontrol Motor 3 (Kanan belakang)
ESP32S3	GPIO 11	IN2
ESP32S3	GPIO 12	ENA
ESP32S3	GPIO 13	IN3 Kontrol Motor 4 (Kiri belakang)
ESP32S3	GPIO 14	IN4
ESP32S3	GPIO 15	ENB
U-Blox NEO M8N	GPIO 18	RX Menerima data untuk mengkonfigurasi pengaturan modul.
U-Blox NEO M8N	GPIO 17	TX Mengirim data.
OLED Display 0.96 inci 128x64 Piksel I2C	GPIO 41	SDA Mengirim dan menerima data.
OLED Display 0.96 inci 128x64 Piksel I2C	GPIO 42	SCL Sinkronisasi transfer data.
HC-020K Speed Encoder	GPIO 19	OUT Menerima data dari speed encoder untuk Motor DC kanan depan.
HC-020K Speed Encoder	GPIO 20	OUT Menerima data untuk Motor DC kiri depan.
HC-020K Speed Encoder	GPIO 21	OUT Menerima data untuk Motor DC kanan belakang.
HC-020K Speed Encoder	GPIO 45	OUT Menerima data untuk Motor DC kiri belakang.

r DC kiri belakang. 4.2.3. Rancangan Prinsip Kerja Bagian ini akan menjelaskan secara konseptual bagaimana sistem secara keseluruhan beroperasi, mulai dari input sensor hingga output kendali motor. **19** Berikut merupakan blok diagram dari sistem yang akan dibuat. 40 Gambar 4.1 Blok Diagram Berdasarkan blok diagram yang ditunjukkan pada gambar 4.1 sistem mulai bekerja setelah mendapatkan daya. Pertama kali sistem akan mengaktifkan GPS dengan mengirimkan data koordinat ini ke ESP32 untuk dapat menentukan geolokasi secara real-time lokasi keberadaan prototipe. Informasi hasil pembacaan geolokasi yang telah dikirimkan ke ESP32 kemudian dikirimkan ke OLED untuk ditampilkan. Proses pengolahan selanjutnya ESP32 akan menentukan apakah lokasi keberadaan prototipe berada di dalam atau di luar geofence yang telah ditentukan, kemudian akan mengirimkan instruksi ke Driver L298N agar dapat mengendalikan arah dan kecepatan dari Motor DC untuk menjalankan prototipe sesuai instruksi yang telah ditentukan. Setelah prototipe bergerak, HC-020K akan membaca putaran dari Motor DC yang kemudian hasil pembacaan tersebut dikirimkan ke ESP32. Data tersebut diubah menjadi satuan kecepatan yang lebih mudah dipahami dan dikirimkan ke OLED untuk ditampilkan. 4.2.4. Rancangan Logika Bagian ini akan menjabarkan logika dari sistem pada prototipe dan divisualisasikan pada gambar 4.2 menggunakan Flowchart. Proses diawali dengan 41 kondisi di mana sistem memverifikasi status saklar daya. Apabila "Tombol OFF menjadi ON", maka "Alat Menyala" dan inisiasi sistem berhasil. Sebaliknya, jika saklar tidak berada dalam posisi "ON", sistem akan tetap dalam keadaan tidak aktif atau kembali ke kondisi awal hingga saklar diaktifkan. Setelah alat menyala, sistem akan membaca koordinat posisi real-time dari prototipe secara. Prototipe kemudian akan secara otomatis mengaktifkan pembatasan kecepatan saat keberadaan prototipe terdeteksi memasuki area ZoSS, kemudian pembatasan kecepatan akan dinonaktifkan ketika sistem mendeteksi keberadaan prototipe keluar area ZoSS. Perubahan koordinat, kecepatan, statu "OLED Menampilkan Data dan Status terkini. Proses ini terus berulang hingga "Tombol ON menjadi OFF". Ketika

kondisi ini terpenuhi, "Alat Mati" dan flowchart berakhir pada kondisi "Selesai". Gambar 4.2 Diagram Flowchart 4.2.5. Rancangan Diagram Skema Perangkat Keras Tahapan ini mencakup diagram skematik yang menunjukkan interkoneksi antar komponen perangkat keras. Berikut merupakan Diagram Skema Perangkat Keras dari prototipe yang dikembangkan pada penelitian ini dengan menggunakan alat bantu dari Software Fritzing. 42 Gambar 4.3 Diagram Skema Perangkat Keras Berikut merupakan penjabaran secara sederhana mengenai Gambar 4.3 yang menjelaskan tentang Diagram Skema Perangkat Keras. 1. Mikrokontroler ESP32S3 WROOM1 N16R8 (Bagian Tengah, Ungu): Otak sistem, memproses data dan mengirim perintah. 2. Modul GPS U-Blox NEO M8N (Kiri Bagian Tengah, Biru): Menyediakan data lokasi ke mikrokontroler untuk fitur geofence. 3. Driver L298N (Atas dan Bawah Bagian Tengah, Merah): Mengontrol arah dan kecepatan empat Motor DC berdasarkan sinyal dari mikrokontroler dengan mengatur daya. 4. Motor DC (Empat Sudut, Abu-abu): Mengubah energi listrik menjadi gerakan putar, berfungsi sebagai penggerak kendaraan. 43 5. Sensor Kecepatan HC-020K (Dekat Setiap Motor, Biru): Memberikan umpan balik kecepatan putaran motor ke mikrokontroler untuk perhitungan kecepatan kendaraan. 6. Layar OLED (Kanan Tengah, Hitam): Menampilkan informasi seperti kecepatan dan status sistem kepada pengguna. 7. Modul MP1584 (Kanan Bagian Bawah, Hijau): Penurun tegangan untuk menyediakan daya yang sesuai bagi komponen. 8. Dudukan Baterai (Kanan Bagian Atas, Coklat): Sumber daya listrik utama untuk seluruh sistem. 9. Rocker Switch (Kanan Bagian Tengah, Hitam): Untuk menghidupkan dan mematikan sistem. 10. Breadboard (Kanan Bagian Bawah, Merah): Papan untuk menghubungkan jalur catu daya komponen sementara. 4.2.6. Rancangan Papan Sirkuit Cetak Bagian ini akan menjelaskan desain tata letak papan sirkuit cetak (PCB) untuk integrasi komponen secara fisik. Berikut merupakan desain tata letak papan sirkuit cetak. Gambar 4.4 Desain Tata Letak PCB pada Prototipe 44 Gambar 4.5 Desain Top Layer PCB Gambar 4.6 Desain Bottom Layer PCB Gambar 4.7 Desain 3D Top Layer PCB 45 Gambar 4.8 Desain 3D Bottom Layer PCB

4.2.7. Rancangan Produk Akhir Tahap ini akan memberikan gambaran tampilan akhir dari prototipe berdasarkan bentuk prototipe dalam masa perancangan. Berikut merupakan gambaran awal dari bentuk fisik prototipe. Gambar 4.9 Rancangan Desain Bentuk Fisik Prototipe Gambar 4.9 menampilkan rancangan awal prototipe yang akan dijadikan gambaran dalam produk akhir prototipe yang digunakan dalam penelitian ini. Prototipe akan menggunakan base plate berbahan aluminium alloy sebagai fondasi utama kendaraan. Di atas base plate ini, terpasang sebuah PCB yang dirancang khusus untuk sistem pengontrol kecepatan. PCB ini menampung berbagai 46 komponen elektronik, termasuk mikrokontroler, Driver L298N, OLED dan Modul GPS.

4.3. Perancangan Pengujian Pada tahapan ini akan menjabarkan mengenai ini skenario pengujian menggunakan Metode Pengujian BlackBox yang akan digunakan untuk memverifikasi fungsionalitas sistem yang telah dirancang. Berikut tabel pengujian dengan menggunakan Metode Pengujian BlackBox. Tabel 4.3 Tabel Rancangan Pengujian Prototipe Pengujian Ke-1 Skenario Pengujian Pengujian Fungsionalitas Saklar ON/OFF Prototipe. Deskripsi Mengaktifkan saklar utama pada prototipe dari posisi "OFF" ke "ON". Hasil yang Diharapkan Sistem menyala, ditandai dengan layar OLED menampilkan status awal, serta LED pada setiap komponen dan WS2812B pada mikrokontroler menyala. Pengujian Ke-2 Skenario Pengujian Pengujian Kontrol Gerak "UP" via Aplikasi Dabble. Deskripsi Menahan (menekan dan menahan) Button UP pada antarmuka aplikasi Dabble. Hasil yang Diharapkan Prototipe merespon dengan bergerak maju, dan motor DC berputar sesuai instruksi. Layar OLED memperbarui informasi kecepatan. Pengujian Ke-3 Skenario Pengujian Pengujian Kontrol Gerak "DOWN" via Aplikasi Dabble. Deskripsi Menahan (menekan dan menahan) Button Down pada antarmuka aplikasi Dabble. Hasil yang Diharapkan Prototipe merespon dengan bergerak mundur, dan motor DC berputar sesuai instruksi. Layar OLED memperbarui informasi kecepatan. Pengujian Ke-4 Skenario Pengujian Pengujian Kontrol Gerak "Lingkaran" via Aplikasi Dabble Deskripsi Menahan (menekan dan menahan) Button Right pada antarmuka aplikasi Dabble. Hasil yang

Diharapkan Prototipe merespon dengan bergerak searah jarum jam, dan motor DC berputar sesuai instruksi. Layar OLED memperbarui informasi kecepatan. Pengujian Ke-5 Skenario Pengujian Pengujian Kontrol Gerak "Kotak" via Aplikasi Dabble Deskripsi Menahan (menekan dan menahan) Button Left pada antarmuka aplikasi Dabble. **9 Hasil yang Diharapkan Prototipe merespon dengan bergerak berlawanan arah dengan jarum jam, dan motor DC berputar sesuai instruksi.** Layar OLED memperbarui informasi kecepatan. Pengujian Ke-6 Skenario Pengujian Pengujian Deteksi dan Pembatasan Kecepatan di ZoSS Deskripsi Mengoperasikan prototipe dengan menggerakannya hingga memasuki area Zona Selamat Sekolah (ZoSS) yang telah ditentukan. Hasil yang Diharapkan Sistem berhasil mendeteksi prototipe masuk ke ZoSS, kecepatan motor DC secara otomatis berkurang dan stabil di bawah batas tertentu. Layar OLED menampilkan indikasi masuk ZoSS dan kecepatan prototipe. Pengujian Ke-7 Skenario Pengujian Pengujian Pelepasan Pembatasan Kecepatan di Luar ZoSS 48 Deskripsi Mengoperasikan prototipe dengan menggerakannya keluar dari area Zona Selamat Sekolah (ZoSS). Hasil yang Diharapkan Sistem berhasil mendeteksi keluar dari ZoSS, pembatasan kecepatan dihilangkan secara otomatis, dan motor DC dapat beroperasi pada kecepatan normal. Layar OLED memperbarui Pengujian Ke-8 Skenario Pengujian Pengujian Perilaku di Luar ZoSS Deskripsi Mengoperasikan prototipe tetap berada di luar area ZoSS. Hasil yang Diharapkan Sistem tidak melakukan pembatasan kecepatan pada motor DC, memungkinkan prototipe untuk berakselerasi penuh. Pengujian Ke-9 Skenario Pengujian Pengujian Fungsionalitas Saklar OFF Prototipe Deskripsi Mengubah saklar utama pada prototipe dari posisi "ON" ke "OFF". Hasil yang Diharapkan Sistem mati sepenuhnya, ditandai dengan layar OLED, LED komponen lain dan WS2812B pada mikrokontroler tidak menyala lagi.

4.4 Analisis Risiko Sistem Dalam perancangan sistem pengontrol kecepatan otomatis ini, identifikasi potensi risiko dan dampaknya menjadi krusial untuk memastikan keandalan dan keamanan sistem, meskipun penelitian ini berfokus pada tahap prototipe. Analisis risiko ini bertujuan untuk mengantisipasi kemungkinan kegagalan

pada komponen perangkat keras utama dan kesalahan pada sisi perangkat lunak, serta mengidentifikasi langkah mitigasi yang dapat diterapkan. Berikut merupakan penjabaran dari potensi kegagalan dan mitigasi pada penelitian ini:

1. Kegagalan Modul GPS U-Blox NEO M8N:
 - Mode Kegagalan : Modul GPS tidak mendapatkan data koordinat atau memberikan data koordinat yang tidak akurat. 49
 - Dampak: Sistem tidak dapat menentukan lokasi keberadaan prototipe secara tepat, sehingga fitur geofence tidak berfungsi. Ini dapat mengakibatkan prototipe tidak membatasi kecepatan ketika memasuki area geofence (ZoSS).
 - Mitigasi:
 - o Pada Tingkat Perancangan Prototipe: Sistem dirancang untuk terus mencoba mendapatkan sinyal dan menampilkan status "tidak ada sinyal" atau "menunggu fix" pada layar OLED. Dalam kasus sinyal hilang sementara, sistem prototipe kembali ke skenario ketika prototipe berada di luar ZoSS.
 - o Saran untuk Pengembangan Lanjut: Penggunaan antena GPS eksternal yang lebih sensitif atau modul GPS dengan kemampuan dead reckoning dapat dipertimbangkan untuk menjaga akurasi lokasi di area blank spot sinyal. Implementasi logic fallback yang lebih kompleks, seperti batas kecepatan default terendah, juga dapat ditambahkan jika sinyal hilang dalam periode waktu yang lama.
2. Kegagalan HC-020K Speed Encoder:
 - Mode Kegagalan: Sensor tidak membaca putaran motor dengan benar atau memberikan data kecepatan yang tidak stabil atau salah.
 - Dampak: Sistem tidak mendapatkan informasi kecepatan aktual prototipe, sehingga pengendalian kecepatan menjadi tidak akurat atau tidak berfungsi sama sekali. Hal ini dapat menyebabkan kecepatan tidak sesuai dengan batas yang ditentukan.
 - Mitigasi:
 - o Pada Tingkat Perancangan Prototipe : Perancangan sistem melibatkan empat unit sensor HC-020K pada setiap motor, yang secara inheren menyediakan sedikit redundansi untuk pembacaan kecepatan rata-rata. Data kecepatan juga ditampilkan pada OLED yang memungkinkan pemantauan visual.
 - o Saran untuk Pengembangan Lanjut: Implementasi algoritma filter data untuk mereduksi noise atau outlier dari pembacaan sensor. 50
 - 50 Pertimbangan penggunaan sensor dengan resolusi

lebih tinggi atau penambahan sistem kalibrasi sensor otomatis. 3.

Kegagalan Motor Driver L298N: • Mode Kegagalan: Driver mengalami overload, overheating, atau kerusakan yang menyebabkan gagal mengontrol daya ke motor DC. • Dampak: Kontrol kecepatan tidak dapat diimplementasikan, sehingga tujuan utama sistem untuk membatasi kecepatan di ZoSS tidak tercapai. • Mitigasi: o Pada Tingkat Perancangan Prototipe: Pemilihan Driver L298N dilakukan berdasarkan spesifikasi motor DC dan kebutuhan daya. Desain PCB juga mempertimbangkan tata letak komponen untuk aliran daya yang optimal. o Saran untuk Pengembangan Lanjut: Penggunaan driver motor dengan kapasitas arus yang lebih tinggi atau fitur proteksi internal yang lebih canggih untuk meningkatkan ketahanan. Pertimbangan penambahan heatsink eksternal jika operasi jangka panjang menghasilkan panas berlebih. 4. Kesalahan Pemrograman: • Mode Kegagalan: Bug pada kode program dapat menyebabkan sistem hang, melakukan perhitungan yang salah atau crash secara acak. • Dampak: Perilaku sistem menjadi tidak dapat diprediksi, dapat membahayakan atau gagal berfungsi sama sekali dalam mengontrol kecepatan. • Mitigasi: o Pada Tingkat Perancangan Prototipe: Pengembangan perangkat lunak dilakukan melalui Metode Prototyping yang melibatkan siklus berulang analisis kebutuhan, desain, pengujian, dan revisi. Proses Pengujian BlackBox dilakukan untuk memverifikasi fungsionalitas sistem. Penggunaan watchdog timer pada ESP32 juga dapat diimplementasikan untuk melakukan reset otomatis jika sistem mengalami hang atau stuck. 51 o Saran untuk Pengembangan Lanjut: Menerapkan praktik pengembangan perangkat lunak yang lebih formal, seperti code review oleh pihak ketiga, pengujian unit otomatis yang lebih mendalam, atau simulasi perangkat lunak untuk mengidentifikasi bug sebelum implementasi pada perangkat keras. Analisis risiko ini menjadi landasan untuk perbaikan dan pengembangan sistem di masa mendatang, memastikan bahwa sistem tidak hanya berfungsi sesuai yang diharapkan tetapi juga resilient terhadap potensi kegagalan yang mungkin terjadi di lingkungan nyata.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN Bab ini akan memaparkan hasil dari

penelitian yang telah dilakukan. Bagian ini terdiri dari dua sub bab, yaitu hasil dan pembahasan yang diuraikan sebagai berikut. 5.1. Hasil

Pada bagian ini akan menguraikan hasil dari rangkaian sistem yang dikembangkan dalam bentuk prototipe mobil dengan penggerak empat motor. Perakitan prototipe berdasarkan hasil rancangan yang dijabarkan pada sub bab 4.2 untuk mengimplementasikan komponen-komponen yang telah ditentukan. Proses ini terdiri dari tiga bagian utama yang dijabarkan sebagai berikut. (1) Perakitan PCB Gambar 5.1 Tampak Belakang Hasil Rakitan PCB 53 Gambar 5.2 Tampak Depan Hasil Rakitan PCB Gambar 5.1 dan gambar 5.2 menunjukkan bentuk fisik dari PCB yang dirakit berdasarkan hasil rancangan pada sub sub bab 4.2.6. PCB memiliki tata letak komponen dan jalur koneksi yang diatur dengan baik untuk mengoptimalkan ruang dan memastikan sinyal serta aliran daya dapat terhubung dengan baik. Aliran daya pada PCB ini terbagi menjadi dua jalur. Salah satu jalur digunakan untuk mengalirkan daya dari sumber daya DC sebesar kurang lebih 16V ke Driver L298N dan Step Down MP1584, dan jalur lainnya untuk mengalirkan daya dari Step Down MP1584 menuju komponen lainnya. PCB ini juga terdapat beberapa lubang sebagai sarana untuk menghubungkan PCB dengan akrilik pada prototipe nantinya. (2) Perakitan Akhir Prototipe Peneliti membuat bentuk akhir dari prototipe yang ditunjukkan pada gambar 5.3, gambar 5.4 dan gambar 5.5 berdasarkan hasil rancangan yang dijabarkan pada sub sub bab 4.2.7. Hasil akhir dari perakitan prototipe dibagi ke dalam dua tingkat. Tingkat pertama atau base plate menjadi fondasi prototipe dengan menggunakan aluminium alloy yang terpasang empat unit Motor DC sebagai unit penggerak, empat unit HC-020K guna menerima data kecepatan dan Battery Holder 18650 4s sebagai sumber daya utama dari prototipe. Tingkat kedua 54 digunakan untuk menempatkan PCB pada akrilik yang dipasangkan spacer pada aluminium alloy. Komponen-komponen diletakkan di atas PCB dengan fungsi masing-masing sebagai berikut. Gambar 5.3 Tampak Atas Prototipe Gambar 5.4 Tampak Samping Prototipe 55 Gambar 5.5 Hasil Akhir Prototipe

ESP32S3 WROOM1 N16R8 sebagai mikrokontroler guna mengelola data yang diterima dan mengirimnya ke aktuator, dua unit Motor Driver L298N pengendali arah gerak dan catu daya Motor DC, MP1584 Step Down DC sebagai penurun aliran daya dari sumber DC, Modul GPS U-BLOX NEO M8N untuk membaca lokasi keberadaan prototipe dan OLED Display 0,96 Inch 128×64 Pixel yang berfungsi untuk menampilkan data yang dikirimkan dari mikrokontroler. Prototipe menggunakan kabel tunggal 22 AWG untuk menghubungkan antara Motor DC dan HC-020K pada PCB. Aliran daya dari sumber DC dihubungkan dengan PCB menggunakan kabel serabut 22 AWG. (3) Remote Control Pada gambar 5.6 menunjukkan tampilan remote control yang digunakan untuk mengirimkan instruksi pergerakan kepada prototipe. Peneliti menggunakan Aplikasi Dabble yang dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler menggunakan koneksi bluetooth sebagai sarana peneliti dalam menggerakkan prototipe secara wireless. Fungsi-fungsi diatur sedemikian rupa agar remote control dapat mengendalikan gerak prototipe. Fungsi-fungsi yang dimaksud adalah sebagai berikut, (1) tombol panah atas menggerakkan prototipe bergerak maju, (2) tombol panah bawah menggerakkan prototipe bergerak mundur, (3) tombol segitiga dan “X” mengatur PWM putaran motor dc, dan tombol persegi serta lingkaran berguna untuk mengatur rotasi arah prototipe. Gambar 5.6 Tampilan Remote Control 5.2. Pembahasan Hasil Uji Coba Prototipe Pada bagian ini peneliti menjabarkan hasil uji coba dari prototipe menggunakan skenario uji coba yang telah dijabarkan pada sub bab 4.3 dengan Metode Pengujian BlackBox. Berikut merupakan hasil uji coba prototipe. Tabel 5.1 Tabel Hasil Uji Coba Prototipe Pengujian Ke-1 Skenario Pengujian Pengujian Fungsionalitas Saklar ON/OFF Prototipe. Hasil yang Diharapkan Prototipe menyala, ditandai dengan layar OLED menampilkan status awal, serta LED pada setiap komponen dan WS2812B pada mikrokontroler menyala. 57 Hasil Pengujian Prototipe menyala, ditandai dengan lampu dari setiap komponen menyala. Muncul logo pada OLED, kemudian menampilkan “Memulai Sistem Mohon Tunggu dan dilanjutkan dengan menunjukkan beberapa data pada OLED seperti kecepatan, koordinat



REPORT #27531223

dan status keberadaan lokasi prototipe berada di dalam ZoSS atau tidak. Pengujian Ke-2 58 Skenario Pengujian Pengujian Kontrol Gerak "UP" via Aplikasi Dabble. Hasil yang Diharapkan Prototipe merespon dengan bergerak maju, dan motor DC berputar sesuai instruksi. Layar OLED memperbarui informasi kecepatan. Hasil Pengujian Keempat Motor DC pada prototipe berputar sesuai instruksi untuk bergerak maju, kemudian OLED memperbaharui data kecepatan yang diambil dari HC-020K. Pengujian Ke-3 Skenario Pengujian Pengujian Kontrol Gerak "DOWN" via Aplikasi Dabble. Hasil yang Diharapkan Prototipe merespon dengan gerakan mundur, dan motor DC berputar sesuai instruksi. Layar OLED memperbarui informasi kecepatan. Hasil Pengujian Keempat Motor DC berputar sesuai instruksi untuk bergerak mundur, kemudian OLED memperbaharui data kecepatan yang diambil dari HC-020K. 59 Pengujian Ke-4 Skenario Pengujian Pengujian Kontrol Gerak "CIRCLE" via Aplikasi Dabble Hasil yang Diharapkan Prototipe merespon dengan gerakan belok kanan, dan motor DC berputar sesuai instruksi. Hasil Pengujian Kedua Motor DC yang ada pada sebelah kiri prototipe berputar sesuai instruksi untuk bergerak maju, untuk kedua Motor DC yang ada pada sebelah kanan prototipe berputar sesuai instruksi untuk bergerak mundur. Pengujian Ke-5 Skenario Pengujian Pengujian Kontrol Gerak "SQUARE" via Aplikasi Dabble Hasil yang Diharapkan Prototipe merespon dengan gerakan belok kiri, dan motor DC berputar sesuai instruksi. Hasil Pengujian Kedua Motor DC yang ada pada sebelah kiri prototipe berputar sesuai instruksi untuk bergerak mundur, untuk kedua Motor DC yang ada pada sebelah kanan prototipe berputar sesuai instruksi untuk bergerak maju. Pengujian Ke-6 60 Skenario Pengujian Pengujian Deteksi dan Pembatasan Kecepatan di ZoSS Hasil yang Diharapkan Sistem berhasil mendeteksi prototipe masuk ke ZoSS, kecepatan motor DC secara otomatis berkurang dan stabil di bawah batas tertentu. Layar OLED menampilkan indikasi masuk ZoSS dan kecepatan prototipe. Hasil Pengujian Sistem berhasil membaca keberadaan lokasi prototipe memasuki area ZoSS menggunakan pembacaan koordinat dari modul

GPS dan geofence yang telah ditentukan, kemudian putaran Motor DC akan terkontrol secara otomatis untuk menurunkan kecepatan dengan mengatur dan membatasi catu daya yang masuk dari sumber DC menggunakan Driver L298N selama prototipe berada di dalam area ZoSS. OLED akan menampilkan status prototipe sedang berada di dalam area ZoSS. Pengujian Ke-7 Skenario Pengujian Pengujian Pelepasan Pembatasan Kecepatan di Luar ZoSS Hasil yang Diharapkan Sistem berhasil mendeteksi keluar dari ZoSS, pembatasan kecepatan dihilangkan secara otomatis, dan motor DC dapat beroperasi pada kecepatan normal. Layar OLED memperbarui 61 Hasil Pengujian Sistem berhasil membaca keberadaan lokasi prototipe keluar dari area ZoSS menggunakan pembacaan koordinat dari modul GPS dan geofence yang telah ditentukan, kemudian putaran Motor DC akan kembali normal tanpa pembatasan catu daya oleh Driver L298N. OLED akan menampilkan status prototipe sedang tidak berada di dalam area ZoSS. Pengujian Ke-8 Skenario Pengujian Pengujian Perilaku di Luar ZoSS Hasil yang Diharapkan Sistem tidak melakukan pembatasan kecepatan pada motor DC, memungkinkan prototipe untuk berakselerasi penuh. Hasil Pengujian 62 Sistem berhasil membaca keberadaan lokasi prototipe sedang tidak berada di dalam area ZoSS menggunakan pembacaan koordinat dari modul GPS, kemudian putaran Motor DC akan berjalan normal tanpa pembatasan catu daya oleh Driver L298N. OLED akan menampilkan status prototipe sedang tidak berada di dalam area ZoSS. Pengujian Ke-9 Skenario Pengujian Pengujian Fungsionalitas Saklar OFF Prototipe Hasil yang Diharapkan Sistem mati sepenuhnya, ditandai dengan layar OLED, LED komponen lain dan WS2812b pada mikrokontroler tidak menyala lagi. Hasil Pengujian Sistem mati, ditunjukkan dengan kondisi lampu pada setiap komponen yang mati dan OLED yang tidak lagi menampilkan data pada layarnya. 63 BAB VI PENUTUP Bab ini menguraikan kesimpulan dan saran mengenai pengembangan sistem pengontrol kecepatan otomatis pada kendaraan listrik di Zona Selamat Sekolah dengan Fitur Geofence. Penjelasan yang diuraikan meliputi seluruh proses penelitian mulai dari perancangan hingga pembahasan hasil

pengujian. 6.1. Kesimpulan Berdasarkan hasil penelitian dan perancangan mengenai sistem pengontrol kecepatan otomatis pada kendaraan listrik di Zona Selamat Sekolah dengan Fitur Geofence yang telah dilakukan, berikut merupakan penjabaran kesimpulan dari penelitian ini. (1) Penelitian ini menunjukkan sistem pengontrol kecepatan otomatis pada kendaraan listrik bermotor DC dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32S3 WROOM1 N16R8 sebagai pusat kendali. Sistem juga dilengkapi dengan sensor kecepatan HC-020K untuk memantau kecepatan aktual kendaraan secara real-time. Sistem ini menunjukkan hasil dari pengujian BlackBox mampu untuk membatasi kecepatan kendaraan secara otomatis tanpa intervensi pengguna, khususnya ketika kendaraan berada di dalam Zona Selamat Sekolah (ZoSS). Pembatasan kecepatan dilakukan melalui pengendalian sinyal PWM yang mengatur daya masuk ke motor DC melalui Driver L298N. (2) Fitur geofence diterapkan melalui pemanfaatan modul GPS U-Blox Neo M8N yang membaca koordinat lokasi kendaraan secara terus-menerus. Data lokasi tersebut diproses oleh ESP32-S3 untuk menentukan apakah kendaraan berada di dalam atau di luar area ZoSS. Ketika kendaraan terdeteksi memasuki zona yang telah ditetapkan, sistem secara otomatis mengaktifkan pembatasan kecepatan dengan mengurangi daya ke motor. Sebaliknya, ketika kendaraan keluar dari zona tersebut, sistem akan menonaktifkan pembatasan kecepatan sehingga kendaraan dapat kembali beroperasi secara normal. Dengan integrasi ini, sistem mampu menjalankan 64 kontrol kecepatan berbasis lokasi secara otomatis dan adaptif terhadap kondisi lingkungan. (3) Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode BlackBox untuk menilai fungsionalitas utama dari sistem yang dikembangkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan seluruh fungsi yang telah dirancang, mulai dari deteksi lokasi GPS, identifikasi masuk/keluar ZoSS, pengurangan kecepatan otomatis, hingga pelaporan status melalui layar OLED. Selama prototipe berada di dalam area ZoSS, sistem terbukti berhasil menolak input akselerasi dari remote control untuk mencegah pelanggaran batas kecepatan. Dengan demikian, sistem ini terbukti layak untuk diterapkan sebagai

solusi pendukung keselamatan lalu lintas di lingkungan sekolah, khususnya pada kendaraan listrik yang menggunakan motor DC. 6.2. Saran Peneliti menyadari berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dalam pengembangan sistem pengontrol kecepatan otomatis pada kendaraan listrik di Zona Selamat Sekolah dengan Fitur Geofence. Masih banyak ruang untuk pengembangan lebih lanjut oleh peneliti berikutnya. Dengan mempertimbangkan berbagai hal yang dapat terjadi dalam kondisi ruang lingkup nyata, diharapkan pengembang selanjutnya dapat meneliti lebih lanjut mengenai hal-hal berikut. (1) Disarankan untuk penelitian lanjutan dapat mengembangkan sistem tertanam cerdas yang memanfaatkan algoritma machine learning atau fuzzy logic untuk mengambil keputusan berdasarkan berbagai parameter, seperti tingkat kepadatan lalu lintas, jam operasional sekolah, serta pola pergerakan kendaraan. Hal ini memungkinkan pengendalian kecepatan yang lebih fleksibel dan kontekstual, tanpa hanya mengandalkan batasan koordinat geofence. (2) Disarankan untuk penelitian mendatang dapat menambahkan fitur notifikasi berupa lampu indikator atau bunyi dari komponen seperti buzzer saat kendaraan memasuki dan keluar dari Zona Selamat Sekolah. Tujuannya agar keberadaan kendaraan yang diperlambat dapat diketahui oleh pengguna jalan lain, sehingga mendukung keselamatan secara menyeluruh dan meningkatkan interaksi antara sistem dan lingkungan sekitar. (3) Penelitian ini masih terbatas pada pengujian menggunakan prototipe kendaraan listrik berskala kecil di lingkungan terkontrol. Meskipun penentuan geofence telah menggunakan koordinat dari peta asli untuk simulasi lingkungan nyata, dalam implementasi sistem pada kendaraan listrik skala penuh dan pengujian langsung di lingkungan luar ruangan, diperlukan penyusunan peta jalan (roadmap) pengembangan yang jelas. Peta jalan ini mencakup tahapan peningkatan skala prototipe, validasi akurasi geofence dalam berbagai kondisi, integrasi dengan sistem kendaraan internal, dan uji coba lapangan komprehensif untuk mencapai implementasi real-world. (4) Untuk mengukur performa sistem secara lebih objektif dan komprehensif, disarankan agar penelitian selanjutnya

REPORT #27531223

menyertakan pengujian kuantitatif. Metrik yang dapat diukur meliputi latency sistem (waktu tunda respons), error margin akurasi GPS dalam berbagai kondisi lingkungan, dan rata-rata waktu reaksi sistem dalam menurunkan atau mengembalikan kecepatan kendaraan. Pengukuran ini akan memberikan data validasi yang lebih kuat terhadap efektivitas dan keandalan sistem dalam skenario operasional yang beragam.



REPORT #27531223

Results

Sources that matched your submitted document.

● IDENTICAL ● CHANGED TEXT

INTERNET SOURCE		
1.	0.59% journal.unj.ac.id https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jevet/article/view/15025	●
INTERNET SOURCE		
2.	0.51% repo.undiksha.ac.id http://repo.undiksha.ac.id/17422/3/2129071003-BAB%201%20PENDAHULUAN.p...	●
INTERNET SOURCE		
3.	0.27% repository.umy.ac.id https://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/6507/BAB%20II.pdf?s...	●
INTERNET SOURCE		
4.	0.25% ojs.polmed.ac.id https://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/article/download/1831/1041/6...	●
INTERNET SOURCE		
5.	0.25% scholar.unand.ac.id http://scholar.unand.ac.id/71736/2/BAB%20I.pdf	● ●
INTERNET SOURCE		
6.	0.24% eskripsi.usm.ac.id https://eskripsi.usm.ac.id/files/skripsi/G21A/2020/G.211.20.0040/G.211.20.0040-...	●
INTERNET SOURCE		
7.	0.24% repository.unissula.ac.id http://repository.unissula.ac.id/38162/1/Teknik%20Elektro_30602200080_fullpd...	●
INTERNET SOURCE		
8.	0.23% www.toyota.astra.co.id https://www.toyota.astra.co.id/corporate-information/news-promo/read/batas-...	●
INTERNET SOURCE		
9.	0.17% ejournal.unisbablitar.ac.id https://ejournal.unisbablitar.ac.id/index.php/qua/article/download/936/731/233..	●



REPORT #27531223

INTERNET SOURCE		
10.	0.17% penerbitdeepublish.com https://penerbitdeepublish.com/pengertian-rumusan-masalah/	●
INTERNET SOURCE		
11.	0.17% biologi.ub.ac.id https://biologi.ub.ac.id/s1/wp-content/uploads/sites/25/2011/05/BAB-I.pdf	●
INTERNET SOURCE		
12.	0.16% jurnalistik.fikom.unpad.ac.id https://jurnalistik.fikom.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2022/05/PEDOMAN-P...	●
INTERNET SOURCE		
13.	0.16% repository.upi.edu http://repository.upi.edu/120133/1/S_TEKKOM_2007575_Title.pdf	●
INTERNET SOURCE		
14.	0.14% repo.darmajaya.ac.id http://repo.darmajaya.ac.id/2452/8/BAB%20IV.pdf	●
INTERNET SOURCE		
15.	0.14% eprints.ums.ac.id https://eprints.ums.ac.id/30462/2/BAB_I.pdf	●
INTERNET SOURCE		
16.	0.13% journals.stimsukmamedan.ac.id https://journals.stimsukmamedan.ac.id/index.php/senashtek2/article/download..	●
INTERNET SOURCE		
17.	0.08% jurnal.ikta.ac.id https://jurnal.ikta.ac.id/kesmas/article/download/1054/169/2811	●
INTERNET SOURCE		
18.	0.08% journal.untar.ac.id https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/32950/19415	●
INTERNET SOURCE		
19.	0.08% openlibrary.telkomuniversity.ac.id https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/pustaka/files/162743/jurnal_eproc/pe..	●