

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya volume kendaraan, masalah transportasi masih menjadi tantangan utama dalam sebuah negara khususnya negara berkembang Wihartomo (2021). Indonesia sebagai negara berkembang menghadapi permasalahan kompleks dalam manajemen transportasi jalan, khususnya di kawasan perkotaan yang berdampak signifikan pada keselamatan, efisiensi mobilitas, dan keberlanjutan lingkungan. Dalam konteks keselamatan lalu lintas, kecepatan kendaraan merupakan variabel krusial yang mendominasi insiden kecelakaan. Berdasarkan laporan terkini dari *World Health Organization (2023)*, menunjukkan Indonesia menduduki posisi memprihatinkan di antara negara-negara Asia Tenggara dengan angka kematian akibat kecelakaan lalu lintas melebihi 12.000 jiwa setiap tahun.

Analisis data Korlantas Polri (2024) mengindikasikan bahwa faktor manusia mendominasi penyebab kecelakaan mencapai lebih dari 60%, dengan pelanggaran batas kecepatan sebagai kontributor utama. Penelitian terbaru oleh Siregar dkk. (2023) membuktikan bahwa heterogenitas kecepatan antar jenis kendaraan berkorelasi langsung dengan peningkatan risiko kecelakaan di jalan campuran Indonesia. Data Dirlantas Polri menunjukkan bahwa di Jawa Tengah saja, terdapat 1.637.555 mobil penumpang, 36.847 bus, 676.483 mobil barang, dan 18.885.601 sepeda motor (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah (2025)). Lalu lintas heterogen, yang didominasi oleh sepeda motor bercampur dengan kendaraan roda empat dan juga kendaraan angkutan barang, menimbulkan karakteristik aliran lalu lintas yang kompleks dan berbeda dari lalu lintas homogen (Pandey dkk, 2023).

Mekanisme pengawasan kecepatan yang diimplementasikan saat ini masih bersifat parsial dan belum optimal (Ruseruka dkk. 2023). Pemanfaatan alat speed gun atau radar konvensional hanya mampu menghasilkan data pada segmen atau titik tertentu, sehingga menghasilkan informasi yang tidak representatif untuk memetakan dinamika serta perilaku kecepatan kendaraan secara komprehensif pada keseluruhan jaringan jalan perkotaan. Namun

demikian, implementasi metode pengumpulan data konvensional, seperti survei lapangan manual atau penggunaan alat detektor kecepatan statis seringkali terkendala oleh tingginya biaya operasional, kebutuhan personel yang intensif, serta keterbatasan cakupan spasial. Prasetijo dkk. (2025) dalam penelitian bersama PKTJ Tegal dan UTHM Malaysia untuk estimasi konflik kecelakaan berdasarkan profil kecepatan kendaraan di jalan heterogen menggunakan alat GPSmap 76CSx. Penelitian ini masih menggunakan cara manual untuk penggunaan GPSmap 76CSx di masing-masing kendaraan dengan biaya yang cukup mahal dan pengolahan data manual untuk mencari profil kecepatan kendaraan.

Banyak studi hanya menggunakan smartphone sebagai sensor tunggal atau fokus pada kondisi lalu lintas secara agregat, tanpa menghasilkan data profil kendaraan secara kontinu dan visualisasi dalam bentuk web yang interaktif dan analisis mendalam. Ondruš dkk. (2024) melakukan penelitian mengenai kemampuan smartphone dalam mengukur parameter dinamis kendaraan seperti percepatan dan deselerasi, dan hasilnya menunjukkan bahwa data dari sensor ponsel cukup akurat untuk aplikasi analisis perilaku berkendara. Driessen dkk. (2025) dari TU Delft juga menemukan bahwa kombinasi GPS dan akselerometer pada smartphone mampu membedakan karakteristik gaya mengemudi (normal, agresif, hati-hati), walaupun akurasi menurun di lingkungan urban dengan gangguan sinyal seperti gedung tinggi. Sementara itu, penelitian lokal di Indonesia Latersia dkk. (2023) telah menerapkan ponsel Android untuk pengukuran kecepatan kendaraan dan menghasilkan data awal yang menjanjikan, namun masih terdapat masalah pada aspek kontinuitas data, validasi terhadap data referensi (*ground truth*), serta belum adanya sistem terintegrasi untuk pengolahan dan visualisasi data berbasis web.

Perkembangan teknologi Global Positioning System (GPS) dan Internet of Things (IoT) menawarkan alternatif yang menjanjikan dalam pengumpulan data pergerakan kendaraan. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa sistem berbasis GPS dapat menyediakan data profil kecepatan secara real-time, kontinu, dan mencakup area yang lebih luas. Suryana (2021) dalam penelitiannya menggunakan sensor GPS NEO-6 menemukan bahwa sensor GPS Neo-6 dapat melacak hingga 22 satelit dan mengidentifikasi lokasi

dimanapun di dunia. Modul ini memiliki daya rendah (cocok untuk perangkat bertenaga baterai), murah, mudah untuk berinteraksi dan sangat populer di kalangan penggemar. Prasetyo dkk. (2022) Dalam penelitiannya telah berhasil menerapkan GPS NEO-6M dan ESP-family untuk monitoring posisi & speed, dan menyampaikan bahwa ESP32 mampu mengirim data GPS ke server via Wi-Fi/HTTP untuk ditampilkan di dashboard web. Beberapa studi telah menguji akurasi perangkat GPS untuk aplikasi transportasi. Penelitian menunjukkan bahwa GPS Neo-6M mampu melacak hingga 22 satelit dengan akurasi posisi horizontal 2,5 meter pada kondisi optimal. Namun, validasi terhadap akurasi kecepatan dan kontinuitas data masih memerlukan pengujian lebih lanjut, terutama dalam kondisi lalu lintas heterogen perkotaan.

Penelitian lokal di Indonesia juga menunjukkan bahwa akurasi GPS dapat bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan dan kecepatan kendaraan (Maesa dkk, 2025). Sistem monitoring kendaraan menggunakan ESP32 dan GPS Beitian BN-220 telah terbukti efektif dalam mendeteksi posisi dan kecepatan kendaraan dengan akurasi tinggi. Integrasi teknologi dengan platform berbasis *website* memungkinkan visualisasi data yang interaktif dan aksesibel untuk mendukung pengambilan keputusan (Nitin dkk, 2025). Dengan memanfaatkan data GPS dari kendaraan yang bergerak, data profil kecepatan dapat dikumpulkan secara real-time, kontinu, dan mencakup area yang lebih luas. Dari penelitian yang dilakukan sebelumnya (Wibowo & Adhim (2025) dengan menggunakan jenis GPS Beitian BN-220 menunjukkan bahwa sensor GPS BN-220 memiliki deviasi jarak posisi rata-rata sebesar 4,72 meter terhadap koordinat referensi. Nilai ini menunjukkan bahwa akurasi GPS cukup baik ketika digunakan di area terbuka tanpa hambatan. Namun, pada pengukuran ke-4 ditemukan deviasi hingga 11,89 meter, yang kemungkinan disebabkan oleh gangguan sinyal sesaat atau delay pembacaan oleh sensor. Wibowo dkk. (2024) dalam penelitiannya juga menggunakan ESP 32 dan GPS Beitian BN-220 menunjukkan bahwa sensor GPS Beitian BN-220 memiliki nilai eror 2% untuk merekam data kecepatan dan eror 0,014 % untuk titik koordinat dalam merekam data kecepatan dan lokasi.

Dari penelitian sebelumnya, terdapat beberapa kesenjangan yang perlu diisi. Pertama, belum banyak penelitian yang mengintegrasikan analisis profil kecepatan kendaraan pada lalu lintas heterogen dengan sistem berbasis

website yang interaktif. *Website* interaktif dalam penelitian ini adalah platform berbasis web yang tidak hanya menampilkan data secara statis, tetapi memungkinkan pengguna untuk berinteraksi langsung dengan data lalu lintas melalui tampilan data dalam bentuk grafik sehingga analisis profil kecepatan kendaraan dapat dilakukan secara lebih mendalam, fleksibel, dan kontekstual. Kedua, penggunaan ESP32 dan GPS Beitian BN-220 untuk profiling kecepatan kendaraan di jalan perkotaan Indonesia masih terbatas. Ketiga, belum ada sistem yang dapat merekam dan menampilkan data kecepatan, percepatan, serta posisi kendaraan secara real-time melalui antarmuka berbasis *website* dengan visualisasi yang komprehensif. Dalam konteks penelitian profiling kecepatan kendaraan berbasis GPS pada lalu lintas heterogen, istilah komprehensif berarti bahwa analisis yang dilakukan tidak parsial atau terbatas pada satu aspek saja, tetapi mencakup berbagai dimensi penting pergerakan kendaraan secara menyeluruh, baik dari sisi data, metode, maupun hasil analisis. Penelitian ini berupaya mengisi kesenjangan tersebut dengan merancang dan membangun sistem prototipe yang memanfaatkan ESP32, GPS Beitian BN-220, dan LCD I2C sebagai perangkat keras, serta *Visual Studio Code* sebagai platform pengolahan dan visualisasi data berbasis *website*. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang umumnya menyajikan data kecepatan kendaraan secara statis dan agregat, penelitian ini mengusulkan penggunaan *website* interaktif yang memungkinkan eksplorasi data berbasis waktu, lokasi, dan jenis kendaraan, sehingga analisis profil kecepatan pada jalan perkotaan heterogen dapat dilakukan secara lebih komprehensif. Sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan metode survei lalu lintas yang lebih efisien dan berbasis teknologi, sekaligus memberikan data yang akurat dan valid dalam hal profil kecepatan kendaraan untuk mendukung analisis keselamatan jalan dan perumusan kebijakan pengendalian kecepatan di wilayah perkotaan.

I.2. Rumusah Masalah

Sesuai dengan latar belakang di atas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana Rancang Bangun GPS untuk Analisis Profil Kecepatan Kendaraan pada Lalu Lintas Heterogen di Jalan Perkotaan Berbasis *Website*?
2. Bagaimana Validasi Rancang Bangun GPS untuk Analisis Profil Kecepatan Kendaraan pada Lalu Lintas Heterogen di Jalan Perkotaan Berbasis *Website*?
3. Bagaimana Analisis Profil Kecepatan Kendaraan pada Lalu Lintas Heterogen di Jalan Perkotaan Berbasis *Website*?

I.3. Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan agar pembahasan lebih terarah sesuai dengan tujuan supaya pembahasan tidak meluas. Batasan penelitian ini meliputi:

1. Penelitian ini berfokus pada rancang bangun alat pendeteksi kecepatan kendaraan berbasis *website* untuk analisis profil kecepatan.
2. Analisis profil kecepatan akan dilakukan dengan menggunakan 4 jenis kendaraan yaitu motor, mobil, truk, dan bus dengan jarak 6,2 km dengan pengulangan sebanyak 6 kali.
3. Objek penelitian adalah ruas jalan perkotaan di Kota Tegal yang memiliki karakteristik lalu lintas heterogen yang jelas.
4. Sistem *website* akan menampilkan visualisasi data kecepatan, posisi dan profil kecepatan menggunakan nilai persentil ke-85 di setiap percobaan dan ditampilkan dalam bentuk grafik, peta, dan tabel dari masing-masing alat pada kendaraan yang diuji.
5. Validasi dilakukan dengan perbandingan terhadap alat ukur kecepatan konvensional yaitu speedometer pada kendaraan.
6. Data penelitian dikumpulkan pada kondisi cuaca cerah serta kondisi lalu lintas harian eksisting yang representatif, tanpa memasukkan pengaruh kondisi ekstrem seperti hujan lebat atau insiden kecelakaan lalu lintas.

I.4. Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Merancang dan membangun GPS untuk Profil Kecepatan Kendaraan pada Lalu Lintas Heterogen di Jalan Perkotaan Berbasis *Website*.

2. Melakukan validasi dan akurasi fungsi Rancang Bangun GPS untuk Profil Kecepatan Kendaraan pada Lalu Lintas Heterogen di Jalan Perkotaan Berbasis *Website*
3. Menganalisis profil kecepatan kendaraan pada kondisi lalu lintas heterogen di jalan perkotaan berbasis *website*.

I.5. Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan memiliki manfaat sebagai berikut :

1. Menambah ilmu pengetahuan di bidang rekayasa lalu lintas dan keselamatan jalan, khususnya mengenai interaksi kecepatan dan kecelakaan dalam konteks lalu lintas heterogen.
2. Menyediakan rancangan sistem yang efisien untuk mengumpulkan dan mengolah data kecepatan kendaraan tanpa peralatan mahal.
3. Memberikan rekomendasi kepada instansi terkait berbasis bukti untuk perumusan kebijakan batas kecepatan yang lebih sesuai, desain infrastruktur jalan yang mengakomodasi lalu lintas heterogen, dan strategi intervensi keselamatan jalan yang proaktif untuk mengurangi angka kecelakaan.
4. Meningkatkan kesadaran akan pentingnya perilaku kecepatan yang aman, terutama di lingkungan lalu lintas heterogen, demi menciptakan lingkungan lalu lintas yang lebih aman bagi semua pengguna jalan.

I.6. Sistematika Penulisan

Dalam memahami skripsi lebih jelas, maka materi yang tertera pada skripsi ini dikelompokkan beberapa sub dengan sistematika

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi mengenai studi literatur yang memberikan penjelasan tentang landasan teori penelitian yang terkait dengan penelitian dan menguraikan tentang bagian dari referensi buku, jurnal, penelitian terdahulu, maupun sumber instansi terkait.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang langkah sistematika yang ditempuh untuk mencapai tujuan topik pembahasan, terdiri dari lokasi penelitian, bagan alir penelitian, teknik pengumpulan data, teknik analisis data dan waktu penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini menampilkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan berdasarkan teori-teori yang disampaikan sebelumnya.

BAB V PENUTUP

Pada bagian ini merupakan kesimpulan dan saran terhadap penelitian yang telah dilakukan

DAFTAR PUSTAKA

Berisi mengenai sumber-sumber referensi yang digunakan oleh penulis untuk mendukung pelaksanaan penyusunan skripsi yang berupa jurnal ataupun *website* (situs) pendukung lainnya.

LAMPIRAN

Berisi instrumen penelitian yang digunakan dalam penyusunan laporan seperti formulir survey, tabel-tabel pendukung, gambar-gambar pendukung serta dokumentasi kegiatan.