

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan seiring dengan perkembangan aktivitas masyarakat. Peningkatan ini tidak hanya terjadi pada jalan utama, tetapi juga meluas hingga ke jalan lingkungan atau pemukiman. Jalan pemukiman umumnya memiliki karakteristik lebar terbatas, visibilitas rendah, serta minim rambu lalu lintas dan pengawasan, sehingga memiliki tingkat kerawanan yang lebih tinggi terhadap potensi kecelakaan.

Pada lingkungan pemukiman, interaksi antara kendaraan dengan aktivitas masyarakat seperti pejalan kaki, anak-anak, serta kegiatan sosial berlangsung secara langsung. Namun demikian, masih banyak pengendara yang melintas dengan kecepatan tinggi dan tidak memperhatikan kondisi sekitar. Selain itu, kendaraan yang berhenti terlalu lama di badan jalan juga sering menimbulkan gangguan seperti kemacetan lokal dan menghambat mobilitas warga. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengawasan terhadap perilaku berkendara di jalan pemukiman masih belum optimal.

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, kecepatan kendaraan harus disesuaikan dengan fungsi jalan. Ketentuan tersebut diperkuat oleh Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 111 Tahun 2015 tentang Tata Cara Penetapan Batas Kecepatan, yang secara spesifik menetapkan batas kecepatan maksimum di kawasan permukiman dan lingkungan adalah 30 Km/h guna menjamin keselamatan pengguna jalan[1]. Namun, implementasi dari regulasi tersebut masih belum optimal karena keterbatasan sistem pengawasan di lapangan.

Data kecelakaan lalu lintas di Indonesia menunjukkan bahwa permasalahan keselamatan berkendara masih menjadi isu yang serius. Berdasarkan data statistik tahun 2023, jumlah kecelakaan lalu lintas di Indonesia mencapai sekitar 148.643 kasus dengan korban meninggal dunia lebih dari 22.000 jiwa[2].

Selain itu, tercatat pula 11.689 korban luka berat dan 134.811 korban luka ringan, yang menunjukkan besarnya dampak kecelakaan terhadap Masyarakat[3]. Penelitian lain juga menyebutkan bahwa kecelakaan lalu lintas menjadi salah satu penyebab kematian tertinggi di Indonesia dengan rata-rata 3–4 orang meninggal setiap jam akibat kecelakaan[4], meskipun sebagian besar kecelakaan terjadi di jalan arteri dan kolektor, potensi kecelakaan pada jalan lingkungan atau pemukiman tetap tinggi karena keterbatasan ruang, rendahnya visibilitas, serta tingginya interaksi antara kendaraan dan aktivitas warga. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian yang menunjukkan bahwa kecelakaan lalu lintas tetap tersebar di berbagai jenis jalan dan dipengaruhi oleh faktor perilaku pengendara serta kondisi lingkungan jalan[5]. Dengan karakteristik tersebut, pelanggaran kecepatan pada jalan pemukiman menjadi salah satu faktor risiko yang signifikan terhadap terjadinya kecelakaan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem yang mampu melakukan monitoring kecepatan kendaraan sekaligus mendeteksi jumlah kendaraan secara akurat dan efisien, khususnya pada jalan pemukiman. Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah sensor photo beam, yang bekerja berdasarkan prinsip pemutusan sinar cahaya oleh objek yang melintas. Dengan menempatkan dua sensor pada jarak tertentu, kecepatan kendaraan dapat dihitung berdasarkan selisih waktu tempuh antar sensor, sedangkan jumlah kendaraan dapat dianalisis dari durasi terputusnya sinar pada satu titik pengamatan.

Dalam sistem ini, ESP32 digunakan sebagai pengendali utama karena memiliki kemampuan pemrosesan data yang cepat serta fitur konektivitas Wi-Fi yang mendukung pengiriman data secara real-time. Data hasil pengukuran kecepatan dan jumlah kendaraan kemudian dikirim ke server, disimpan dalam database, dan ditampilkan melalui website monitoring dalam bentuk informasi yang mudah dipahami. Dengan adanya sistem monitoring berbasis web, data lalu lintas pada jalan pemukiman dapat dianalisis secara berkelanjutan sebagai dasar evaluasi dan pengambilan keputusan dalam meningkatkan keselamatan lingkungan.

Oleh karena itu, penelitian ini mengangkat judul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kecepatan dan Jumlah Kendaraan Di Jalan Lingkungan Berbasis

Sensor Photo Beam” sebagai solusi untuk meningkatkan keselamatan dan ketertiban lalu lintas khususnya pada jalan lingkungan atau gang permukiman.

1.2 Perumusan Masalah

Pada jalan lingkungan atau gang permukiman, sering terjadi permasalahan lalu lintas berupa kendaraan yang melaju dengan kecepatan tidak sesuai batas yang ditetapkan. Kondisi ini disebabkan oleh tingginya intensitas kendaraan yang melintas pada ruas jalan yang memiliki lebar terbatas dan minim pengawasan, sehingga berpotensi menimbulkan gangguan aktivitas masyarakat, kemacetan lokal, serta risiko kecelakaan. Kurangnya sistem pemantauan yang mampu mencatat kecepatan dan jumlah kendaraan secara akurat dan terukur menyebabkan permasalahan tersebut sulit untuk dikendalikan dan dievaluasi secara objektif.

Sebagai upaya mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem berbasis teknologi yang mampu mendeteksi dan menghitung kecepatan serta jumlah kendaraan secara otomatis, sekaligus menyajikan data hasil pengukuran secara *real-time* dan terdokumentasi dengan baik. Oleh karena itu, dirancang sebuah sistem monitoring kecepatan dan jumlah kendaraan menggunakan sensor *photo beam* berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan penyimpanan data secara digital, guna mendukung upaya peningkatan keselamatan, ketertiban, dan pengelolaan lalu lintas pada jalan lingkungan atau gang permukiman.

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan perumusan masalah yang telah ditetapkan, tujuan khusus dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang dan membangun sistem yang mampu mengukur dan menghitung jumlah kecepatan kendaraan pada jalan lingkungan atau gang permukiman menggunakan sensor photo beam.
2. Mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT menggunakan Google Sheets untuk data logger yang menampilkan data kecepatan, dan waktu pengukuran secara real-time.
3. Menganalisis dengan statistik terkait data kecepatan kendaraan dalam pengujian 500 data.

1.4 Manfaat Tugas Akhir

1.4.1 Bagi Penulis

1. Meningkatkan keterampilan teknis dalam perancangan, implementasi, dan evaluasi sistem monitoring kecepatan serta jumlah kendaraan berbasis sensor photo beam.
2. Memperoleh pemahaman yang lebih dalam mengenai prinsip kerja sensor photo beam, pengolahan data waktu dan kecepatan, serta sistem komunikasi data berbasis IoT.
3. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang sistem transportasi cerdas dan penerapan teknologi IoT untuk monitoring lalu lintas skala lingkungan

1.4.2 Bagi Mahasiswa Dan Pembaca

1. Memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai sistem monitoring kecepatan dan jumlah kendaraan berbasis sensor photo beam.
2. Mengetahui penerapan teknologi sensor dan mikrokontroler dalam pengukuran kecepatan serta pengolahan data kendaraan secara otomatis dan real time melalui sistem monitoring berbasis IoT.
3. Menjadi referensi bagi mahasiswa Program Studi Teknik Listrik Industri dalam penyusunan Tugas Akhir dengan topik sistem monitoring lalu lintas, sensor kendaraan, dan penerapan IoT.

1.5 Batasan Masalah

Agar tugas akhir ini lebih terarah dan fokus, maka ditetapkan beberapa Batasan masalah yang menjadi pedoman dalam perancangan dan implementasi sistem. Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini membahas perancangan dan implementasi sistem monitoring kecepatan kendaraan menggunakan metode pengukuran dua set sensor photo beam dengan pengendali utama mikrokontroler ESP32.
2. Sistem dirancang untuk diterapkan pada jalan lingkungan atau kawasan permukiman dengan kondisi lalu lintas rendah hingga sedang, serta dilakukan pengujian pada area lingkungan kampus sebagai simulasi kondisi penerapan sistem.

3. Parameter yang diukur dalam sistem ini meliputi kecepatan kendaraan dan jumlah kendaraan berdasarkan selisih waktu pembacaan antara sensor A dan sensor B dengan jarak antar sensor ditetapkan sebesar 2,5 meter.
4. Sistem monitoring menampilkan data hasil pengukuran melalui platform berbasis web berupa Google Sheets secara real-time, tanpa pengembangan aplikasi mobile maupun website khusus.
5. Analisis hasil pengukuran mengacu pada batas kecepatan maksimum di kawasan permukiman dan lingkungan sebesar 30 Km/h sesuai Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 111 Tahun 2015 tentang Tata Cara Penetapan Batas Kecepatan. Sistem tidak membatasi kecepatan kendaraan secara teknis, melainkan hanya mencatat dan menganalisis data kecepatan yang terukur
6. Sistem tidak membahas aspek penegakan hukum lalu lintas, melainkan difokuskan pada fungsi monitoring dan pengambilan data sebagai bahan analisis.
7. Sistem tidak membedakan jenis kendaraan dan diasumsikan satu kendaraan melintas dalam satu waktu pengukuran.

1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Sistematika penyusunan tugas akhir ini disusun untuk memberikan gambaran umum mengenai tahapan kegiatan yang dilakukan dalam perancangan dan pengembangan sistem. Adapun sistematika penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Perancangan tugas akhir, identifikasi dan perumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, metode penyusunan tugas akhir, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membahas tinjauan pustaka dan teori-teori yang mendukung perancangan sistem monitoring kecepatan dan jumlah kendaraan berbasis sensor photo beam dan ESP32 dengan monitoring melalui *spreadsheet*. Pembahasan meliputi konsep dasar sistem monitoring lalu lintas, prinsip kerja sensor photo beam, mikrokontroler ESP32, sistem komunikasi data, serta teknologi website yang digunakan.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menjelaskan tahapan perancangan sistem yang terdiri dari perancangan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Perancangan hardware meliputi pembuatan diagram blok sistem, perancangan skematik rangkaian elektronik, serta perancangan alur kerja sistem (flowchart). Perancangan software meliputi perancangan sistem monitoring berbasis website dan alur pengolahan data.

BAB IV IMPLEMENTASI SISTEM

Bab ini membahas proses pembuatan dan implementasi sistem sesuai dengan hasil perancangan yang telah dilakukan. Implementasi meliputi perakitan perangkat keras, pemrograman ESP32, serta pembuatan dan konfigurasi website monitoring.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

Bab ini menjelaskan metode pengujian sistem yang dilakukan untuk memastikan kinerja alat sesuai dengan perancangan. Pengujian meliputi pengukuran akurasi sensor, perhitungan kecepatan kendaraan, pengujian jumlah kendaraan, serta analisis data hasil pengujian.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil perancangan dan pengujian sistem, serta saran untuk pengembangan sistem di masa mendatang