

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kecelakaan lalu lintas merupakan salah satu permasalahan serius di Indonesia yang menimbulkan kerugian besar, baik dari segi korban jiwa, kerusakan materiil, maupun gangguan arus lalu lintas. Berdasarkan data Korlantas Polri yang dipublikasikan oleh ANTARA NEWS, jumlah kecelakaan lalu lintas pada tahun 2025 tercatat sebanyak 141.608 kasus dan pada tahun 2024 mencapai 150.096 kasus (Korlantas Polri, 2025).

Salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap kecelakaan lalu lintas adalah kelajuan kendaraan yang tidak sesuai dengan kondisi jalan maupun batas yang ditetapkan. *World Health Organization* menyatakan bahwa kelajuan kendaraan mempengaruhi kemungkinan terjadinya kecelakaan serta tingkat keparahan cedera dan risiko kematian yang ditimbulkan. Semakin tinggi kelajuan kendaraan, semakin besar kemungkinan kecelakaan terjadi dan semakin parah dampak yang dihasilkan. Selain itu, kelajuan yang tinggi juga meningkatkan jarak pengereman dan mengurangi waktu reaksi pengemudi, sehingga memperbesar potensi terjadinya kecelakaan (*World Health Organization*, 2023). Hal ini mengindikasikan perlunya sistem pemantauan kelajuan kendaraan yang lebih efektif dan *real-time* untuk mendukung keselamatan dan penegakan hukum.

Berbagai teknologi telah digunakan dalam pengukuran kecepatan kendaraan, seperti radar, LiDAR, dan sistem berbasis pengolahan citra. Perangkat berbasis radar (*Radio Detection and Ranging*) menjadi salah satu teknologi paling umum, yang bekerja dengan memanfaatkan efek Doppler pada gelombang mikro yang dipantulkan dari kendaraan (Bhatkar, Shivalkar, Tandale, dan Joshi, 2015). Selain itu, sistem LiDAR (*Light Detection and Ranging*) telah banyak diterapkan karena mampu mengukur kelajuan secara presisi menggunakan pulsa laser dan menghitung perubahan jarak terhadap waktu (Zhang, Xiao, Coifman, dan Mills, 2020). Metode berbasis kamera dan pengolahan citra (*vision-based*) juga mulai

diadopsi dalam sistem pemantauan lalu lintas modern, di mana kelajuan kendaraan dihitung melalui analisis *frame* video dan perubahan posisi antar-*frame* (Lian dkk., 2025). Menurut Chen, Guo, dan Luo, (2024), pengukuran kelajuan kendaraan dalam sistem transportasi cerdas (*Intelligent Transportation Systems*) telah berevolusi dari detektor induktif, radar/LiDAR, hingga metode berbasis penglihatan komputer yang lebih fleksibel dan berbiaya rendah. Radar, LiDAR, dan kamera pengawas, perangkat-perangkat tersebut umumnya memiliki biaya tinggi, membutuhkan perawatan rutin, serta instalasi yang kompleks, sehingga kurang efisien untuk diterapkan secara luas, terutama di daerah dengan keterbatasan sumber daya.

Sebagai alternatif, sensor ultrasonik HC-SR04 menawarkan solusi yang lebih ekonomis dan sederhana dibandingkan teknologi pengukur kelajuan kendaraan lainnya. Penelitian sebelumnya oleh Zapata (2025) menunjukkan bahwa metode satu sensor HC-SR04 mampu mengukur kecepatan kendaraan, namun masih memiliki keterbatasan dalam akurasi akibat error pengukuran serta pengaruh kondisi. Di sisi lain, studi yang membandingkan metode satu sensor HC-SR04 (pengukuran dari depan) dengan metode dua sensor HC-SR04 (pengukuran dari samping) berbasis perbedaan waktu masih terbatas.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pengukuran kecepatan kendaraan berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan protokol MQTT, serta menganalisis perbandingan kinerja antara metode satu sensor (pengukuran dari depan) dan dua sensor (pengukuran dari samping). Sistem ini diharapkan mampu menghasilkan solusi pemantauan kecepatan yang akurat, ekonomis, dan *real-time* untuk mendukung peningkatan keselamatan lalu lintas.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Merancang dan membangun sistem pengukur kelajuan kendaraan berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler ESP32 menggunakan metode pengukuran depan (satu sensor) dan samping (dua sensor).
2. Menganalisis kinerja sistem serta mengintegrasikan data pengukuran ke dalam platform IoT berbasis MQTT untuk pemantauan *real-time*.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Membantu memahami konsep integrasi sensor, mikrokontroler ESP32, dan platform IoT untuk sistem pemantauan kelajuan secara *real-time*.
2. Membantu pihak berwenang, seperti kepolisian dan dinas perhubungan, dalam melakukan pengawasan kelajuan kendaraan secara lebih efektif dan efisien.