

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang semakin pesat telah membawa perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk pada bidang transportasi. Salah satu perkembangan teknologi yang banyak diterapkan saat ini adalah *Artificial Intelligence (AI)* atau kecerdasan buatan. *AI* telah dimanfaatkan dalam berbagai sistem cerdas, salah satunya sebagai kamera pendeteksi objek yang mampu mengenali lingkungan sekitar secara otomatis (SY. Zakia Mutianniza, 2023). Penerapan teknologi ini berkembang sangat cepat dan mulai digunakan pada sistem kendaraan modern guna meningkatkan keselamatan, kenyamanan, serta efisiensi kendaraan.

Salah satu penerapan *AI* dalam bidang transportasi adalah sistem asisten informasi kendaraan. Sistem ini dirancang untuk membantu pengemudi dalam mengenali kondisi di sekitar kendaraan dengan memanfaatkan teknologi deteksi objek berbasis kamera. Teknologi deteksi objek memungkinkan sistem mengenali berbagai jenis objek seperti mobil, motor, truk, bus, maupun pejalan kaki secara *real-time*. Dengan adanya sistem ini, pengemudi dapat memperoleh informasi tambahan mengenai kondisi sekitar kendaraan sehingga risiko kecelakaan dapat diminimalkan.

Meskipun sistem deteksi objek berbasis *computer vision* pada kendaraan telah banyak dikembangkan, sebagian besar sistem tersebut masih menghadapi kendala besar pada keterbatasan komputasi perangkat keras tertanam (*embedded system*) serta penurunan performa di lingkungan ekstrem. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (N. Abdul Razak, 2023) menunjukkan bahwa *Raspberry Pi 4B* dan kamera *USB* yang dikombinasikan dengan *TensorFlow Lite* mampu mendeteksi objek seperti mobil, bus, truk, orang, dan motor dengan tingkat akurasi antara 50% hingga 80%. Namun, sistem tersebut terbukti menghasilkan kecepatan pemrosesan yang sangat lambat, yaitu hanya 0,8 *FPS*, serta mengalami penurunan akurasi yang signifikan pada kondisi minim cahaya atau akibat efek silau (*glare*) lampu di malam hari. Di sisi lain, penelitian yang dilakukan oleh (Shofia Priya Dharsini.D, 2022)

membuktikan bahwa *ESP32-CAM* yang dipadukan dengan algoritma *YOLOv3* dan pustaka *OpenCV* mampu mendeteksi berbagai objek secara efisien tetapi memiliki kelemahan berupa ketergantungan yang tinggi pada stabilitas jaringan internet karena pemrosesannya harus dijembatani berbasis *web eksternal*. Selain itu, secara umum sistem yang hanya mengandalkan kamera tunggal (*single-source data*) tidak cukup akurat dalam mengukur jarak fisik objek di area titik buta (*blind spot*) secara instan.

Untuk mengatasi berbagai kelemahan tersebut, penelitian ini mengusulkan rencana perbaikan melalui penerapan sistem hibrida yang berjalan sepenuhnya secara *offline*. Sistem ini menggabungkan deteksi pintar berbasis visual dari *ESP32-CAM* dengan sensor jarak ultrasonik *HC-SR04* yang ditempatkan pada titik-titik krusial kendaraan. Melalui integrasi ini, pemrosesan visual model *AI* yang disesuaikan dapat berjalan lebih ringan pada *Raspberry Pi 4B* untuk mengenali jenis objek, sementara kelemahan kamera dalam membaca objek pada kondisi gelap, silau, atau jarak kritis akan ditutupi secara instan oleh sensor ultrasonik yang bekerja berdasarkan pantulan gelombang akustik. Hasilnya, informasi asisten berkendara menjadi lebih valid, responsif, komprehensif, dan mandiri tanpa ketergantungan pada jaringan internet *eksternal*.

Berdasarkan uraian tersebut, Rancang bangun Pendeteksi Pintar Pada Kendaraan Sebagai Sistem Asisten Informasi Berkendara Menggunakan *ESP32-CAM* Berbasis *Mikrokontroler Raspberry Pi 4B* bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pendeteksi objek berbasis kamera dan *sensor ultrasonic* yang mampu membantu pengendara dalam mengenali kondisi di sekitar kendaraan. Sistem Asisten Informasi Berkendara ini diharapkan mampu mendeteksi objek kendaraan di depan pengendara menggunakan kamera *ESP32-CAM*, serta memberikan peringatan tambahan terhadap objek di sisi kiri, kanan, dan belakang kendaraan menggunakan sensor *ultrasonic* dan indikator *LED*. Dengan adanya Rancang bangun Pendeteksi Pintar Pada Kendaraan Sebagai Sistem Asisten Informasi Berkendara Menggunakan *ESP32-CAM* Berbasis *Mikrokontroler Raspberry Pi 4B*, diharapkan sistem mampu menjadi solusi inovatif dalam

meningkatkan keselamatan dan kewaspadaan pengendara terhadap objek di sekitar kendaraan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem pendeteksi objek kendaraan dan estimasi jarak secara kontinu menggunakan *ESP32-CAM* dan *Raspberry Pi 4B*?
2. Bagaimana menganalisis tingkat keberhasilan deteksi objek kendaraan pada sistem berbasis *Raspberry Pi 4B*?
3. Bagaimana tingkat akurasi pengukuran jarak oleh sensor ultrasonik *HC-SR04* pada kondisi siang dan malam hari?

1.3 Tujuan

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi objek kendaraan dan estimasi jarak secara kontinu menggunakan *ESP32-CAM* dan *Raspberry Pi 4B*.
2. Menganalisis tingkat keberhasilan deteksi objek kendaraan pada sistem berbasis *Raspberry Pi 4B*.
3. Menganalisis tingkat akurasi pengukuran jarak objek menggunakan sensor ultrasonik *HC-SR04* pada variasi waktu siang dan malam hari.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan sistem asisten informasi kendaraan berbasis teknologi *AI* dan *Internet of Things (IoT)*.
2. Menjadi sumber referensi akademik maupun praktis bagi pihak yang ingin mengembangkan sistem deteksi kendaraan otomatis dengan biaya rendah dan efektivitas tinggi.
3. Mendorong inovasi di bidang transportasi cerdas, khususnya dalam pemanfaatan *mikrokontroler* dan algoritma deteksi objek untuk aplikasi keamanan dan keselamatan berkendara.

1.5 Batasan Masalah

1. Sistem hanya mampu mendeteksi kendaraan yang berada dalam jangkauan kamera *ESP32-CAM* dan sensor *ultrasonic HC-SR04*.
2. Sistem hanya mendeteksi objek berupa mobil, motor, dan truk.
3. Sistem tidak mencakup deteksi identitas kendaraan seperti plat nomor atau warna kendaraan.
4. Kamera hanya digunakan untuk pengambilan gambar secara kontinu tanpa fungsi penyimpanan eksternal selain *MicroSD*.
5. *Raspberry Pi 4B* hanya berperan sebagai pusat pemrosesan citra dan pengendali sistem peringatan melalui *LED* indikator.
6. Algoritma kecerdasan buatan yang digunakan pada sistem adalah *TensorFlow Lite*.