

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jumlah kendaraan transportasi darat mengalami peningkatan setiap tahunnya. Badan Pusat Statistik (BPS) pada 29 Februari 2024 merilis laporan, selama periode 2021-2022 terjadi pertambahan jumlah kendaraan bermotor sebanyak 6,27 juta kendaraan yang terdiri dari kendaraan mobil penumpang, bis, mobil barang, dan sepeda motor. Peningkatan jumlah kendaraan akan berpengaruh terhadap meningkatnya jumlah kecelakaan (Kariyana dkk., 2024).

Catatan Korlantas Polri menjelaskan kecelakaan di Indonesia diakibatkan oleh beberapa faktor, yaitu 61% manusia, 9% kendaraan, dan 30% prasarana dan lingkungan. Jenis kendaraan yang terlibat dalam kasus kecelakaan tersebut yakni sepeda motor sebanyak 73%, dan melibatkan angkutan barang sebanyak 12%. Peneliti Pusat Studi Transportasi dan Logistik (PUSTRAL) UGM, menyebut kecelakaan terjadi umumnya tidak hanya disebabkan oleh satu faktor saja, melainkan hasil interaksi antar faktor. Salah satu faktor kecelakaan yang diakibatkan oleh kendaraan, yaitu karena adanya daerah yang dikenal sebagai *blind spot*.

Blind spot atau titik buta adalah area di sekitar kendaraan yang tidak dapat terlihat oleh pengemudi, baik melalui kaca spion maupun kaca samping kendaraan. Fenomena ini menjadi salah satu perhatian utama dalam keselamatan lalu lintas karena keberadaannya dapat mempengaruhi kemampuan pengemudi untuk mendeteksi kendaraan lain atau objek di sekitarnya. *Blind spot* dapat bervariasi tergantung pada ukuran dan jenis kendaraan. Semakin besar dimensi sebuah kendaraan, seperti truk atau bus maka semakin luas pula area *blind spot* yang dimiliki (KNKT, 2022).

Pengembangan sistem pemantauan titik *blind spot* telah menjadi fokus penting dalam upaya meningkatkan keselamatan berkendara, dengan berbagai pendekatan yang diusulkan oleh peneliti sebelumnya. Kusuma dkk. (2020) merancang sistem deteksi *blind spot* untuk truk tangki yang memanfaatkan

mikrokontroler Arduino UNO, sensor ultrasonik HC-SR04T, *buzzer*, LED, dan layar LCD. Hasil penelitian ini menunjukkan efektivitas sistem dalam mendeteksi objek dan memberikan peringatan visual serta audio yang jelas. Kontribusi utama dari penelitian ini adalah demonstrasi konsep sistem deteksi *blind spot* berbasis mikrokontroler yang sederhana dan fungsional. Penelitian ini juga memiliki batasan signifikan yang terletak pada pemilihan sensor ultrasonik HC-SR04T yang diketahui rentan rusak akibat air dan kelembaban.

Dzulkarnain dan Wahid (2021) meneliti sistem deteksi *blind spot* untuk kendaraan penumpang dengan menggunakan perangkat elektronik *open source*. Sistem tersebut menggunakan mikrokontroler Arduino UNO, tiga sensor ultrasonik, *buzzer*, dan LED. Kelebihan penelitian ini adalah biaya yang rendah dan desain sederhana, hal ini membuatnya mudah diakses oleh pengguna serta memiliki kemampuan deteksi hambatan yang cukup andal. Keterbatasan penelitian ini sistem hanya diuji dalam simulasi, sehingga belum dapat dinilai secara optimal di dunia nyata karena belum ada implementasi langsung pada kendaraan sebenarnya.

Muzammel dkk. (2022) berfokus pada sistem deteksi *blind spot* untuk kendaraan komersial menggunakan arsitektur *Multi Deep CNN*. Penelitian ini mengusulkan dua pendekatan berbasis *Convolutional Neural Networks* (CNN) yang digabungkan dengan *Faster R-CNN* untuk mendeteksi kendaraan di area *blind spot* khususnya untuk bus. Hasil penelitian menunjukkan tingkat deteksi yang tinggi dengan *True Positive Rate* (TPR) sebesar 98,72% dan *False Detection Rate* (FDR) serendah 3,49% pada *dataset* yang direkam sendiri, hal ini membuat sistem ini andal untuk aplikasi *real-time*. Kelebihan dari pendekatan ini adalah peningkatan akurasi melalui penggabungan fitur dari dua CNN. Kelemaha penelitian ini terketak pada kecepatan pemrosesan yang relatif lambat pada beberapa skenario, terutama saat menggunakan model pra-latih seperti *ResNet*, dibandingkan dengan model yang dirancang sendiri.

Abdillah dkk. (2024) melakukan penelitian tentang pengembangan sistem keamanan untuk truk *trailer* yang bertujuan mendeteksi hambatan di area *blind spot* menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor ultrasonik untuk mendeteksi objek pada area *blind spot*,

dengan data yang dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi dan ditampilkan pada aplikasi *Blynk*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini berhasil memberikan peringatan yang efektif kepada pengemudi mengenai objek di sekitar kendaraan. Keunggulan sistem ini adalah kemampuan monitoring secara *real-time* melalui IoT dan deteksi yang akurat oleh sensor ultrasonik. Kekurangan dari penelitian alat berupa prototipe yang diuji pada model skala kecil, sehingga masih diperlukan pengembangan lebih lanjut untuk aplikasi langsung pada truk berukuran penuh.

Melihat penelitian-penelitian yang telah dilakukan dan resiko dari daerah *blind spot*, maka perlu dirancang suatu sistem yang dapat mengontrol dan memonitoring titik *blind spot* secara *real-time* untuk menghindari kecelakaan. Pemantauan dapat memanfaatkan kombinasi teknologi sensor ultrasonik dan *Computer Vision*. Pemilihan sensor ultrasonik JSN-SR04T sebagai pendeksi dini didasari oleh keandalannya dalam mendeksi jarak objek dengan gelombang ultrasonik serta jangkauannya yang optimal (20cm hingga 450cm). Hal ini memungkinkan penempatan yang lebih tinggi dan aman dari kondisi terendam (Andang dkk., 2019). Pemilihan ini secara langsung mengatasi kekurangan sensor HC-SR04T yang menjadi kelemahan dalam terkait kerentanan terhadap air dan kelembaban.

Sistem deteksi lanjutan memanfaatkan teknologi *Computer Vision* untuk memvalidasi pendeksi dini. Teknologi ini dirancang untuk mendeksi dan mengenali objek dalam gambar dan video yang memungkinkan pengawasan keamanan secara *real-time*. *Computer Vision* dapat diimplementasikan menggunakan *algoritma You Only Look Once* (YOLO) yang dikenal karena kemampuannya mendeksi objek dengan cepat dan akurat dalam satu proses tunggal. Keunggulan utama YOLO adalah kecepatannya yang mampu memproses hingga 155 *Frames Per Second* (FPS) yang menjadikannya algoritma yang sangat efisien untuk pendeksi *real-time*.

Kombinasi antara sensor ultrasonik JSN-SR04T dan algoritma YOLO1n didasarkan pada kebutuhan akan sistem pendeksi *blind spot* yang cepat dan informatif. Sensor ultrasonik JSN-SR04T berfungsi sebagai pendeksi dini yang sangat akurat dalam mengukur jarak. *Computer Vision* yang YOLO berfungsi

sebagai sistem deteksi lanjutan dan validasi, yang tidak hanya menkonfirmasi keberadaan objek tetapi juga mengklasifikasikannya (mobil, motor, pejalan kaki) secara visual. Gabungan kedua teknologi ini diharapkan mampu memberikan peringatan cepat dan andal sekaligus mengatasi kelemahan masing-masing sensor: Sensor ultrasonik JSN-SR04T yang rentan terhadap identifikasi objek non-fisik, dan *Computer Vision* yang rentan terhadap variasi pencahayaan ekstrim.

Melihat urgensi keselamatan lalu lintas yang disebabkan oleh *blind spot* dan perlunya solusi yang lebih andal dan *real-time*, penelitian ini merancang sistem pemantauan *blind spot* berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk kendaraan truk. Sistem ini bertujuan menanamkan model YOLO11n ke perangkat ESP32-CAM dan memadukannya dengan pembacaan sensor ultrasonik JSN-SR04T yang data sensornya dikirimkan secara *real-time* melalui protokol MQTT dan ditampilkan pada *website*.

Sistem ini dilengkapi dengan sebuah *website* berbasis IoT yang berfungsi menampilkan hasil deteksi objek dan status indikator LED secara *real-time*. *Website* terhubung langsung dengan NodeMCU ESP8266 melalui protokol MQTT, sehingga setiap data jarak dari sensor ultrasonik maupun hasil deteksi visual dari kamera ESP32-CAM dapat ditampilkan secara sinkron. Tampilan *website* dirancang untuk memberikan informasi yang mudah dibaca oleh pengemudi maupun pengamat, meliputi jarak objek, kategori objek terdeteksi (mobil, pengendara motor, atau pejalan kaki), serta kondisi LED yang merepresentasikan tingkat bahaya pada area *blind spot*. Adanya media web ini, sistem tidak hanya mampu melakukan deteksi otomatis, tetapi juga menyajikan visualisasi hasil deteksi secara interaktif dan informatif.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai yaitu:

1. Mengimplementasikan sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk menghasilkan sistem peringatan dini, serta mengintegrasikan algoritma YOLO sebagai deteksi lanjutan berbasis *computer vision*.

2. Mengimplementasikan *platform* IoT berbasis protokol MQTT untuk mengirim dan menerima data jarak serta hasil deteksi secara *real-time*.
3. Mengevaluasi kinerja sistem dalam mendeteksi objek (mobil, pengendara motor, dan pejalan kaki) pada berbagai kondisi pencahayaan, sudut *blind spot*, dan jarak antar kendaraan.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan yaitu:

1. Sistem yang dihasilkan dapat digunakan untuk meningkatkan keselamatan pengemudi truk dengan memberikan peringatan dini saat ada kendaraan lain di area *blind spot*, yang merupakan area rawan kecelakaan.
2. Mendukung pemanfaatan teknologi *Computer Vision* dan sensor pada aplikasi keselamatan berkendara, khususnya untuk kendaraan berat seperti truk.
3. Memberikan solusi yang lebih murah dan dapat diimplementasikan di berbagai kendaraan besar lainnya untuk mendukung keselamatan lalu lintas.

1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Ruang lingkup dan batasan penelitian yang digunakan pada penelitian ini:

1. Menggunakan data awal sebanyak 100 citra objek pada area *blind spot*.
2. Model dilatih menggunakan algoritma YOLOv11n.
3. Sistem berupa alat dengan ukuran (20 x 15 x 5,5)cm.
4. Menggunakan sensor ultrasonik JSN-SR04T dan kamera OV2640.
5. LED sebagai indikator ada atau tidak adanya kendaraan di area *blind spot*.
6. Alat dipasang pada ketinggian 1 m untuk sisi depan/belakang dan 1,5 m untuk sisi samping truk.
7. Alat dapat diletakkan pada seluruh area *blind spot*, tetapi visualisasi pada situs *website* terbatas pada satu posisi kamera.
8. Operasional sistem terbatas pada jangkauan sinyal Wi-Fi.
9. Sistem mampu beroperasi pada rentang intensitas cahaya lingkungan antara 2 Lux hingga 100.000 Lux.