

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kehadiran kendaraan bermotor telah meningkatkan efisiensi dalam transportasi barang dan manusia secara signifikan. Kemajuan ini diiringi dengan dampak negatif, terutama dalam bentuk kecelakaan lalu lintas yang setiap tahunnya menjadi penyebab utama kematian jutaan jiwa di dunia. Menurut World Health Organization (WHO) dalam publikasi *Road Traffic Injuries* (2023), 1,19 juta jiwa dilaporkan meninggal dunia setiap tahun akibat kecelakaan lalu lintas. Selain itu, terdapat sekitar 20 hingga 50 juta kasus cedera non-fatal di seluruh dunia dengan banyak di antaranya mengakibatkan disabilitas permanen. Kecelakaan lalu lintas ini menjadi penyebab utama kematian di kalangan anak muda berusia 5-29 tahun (Vyas dkk., 2023). Jumlah kecelakaan lalu lintas terus meningkat seiring bertambahnya jumlah kendaraan di jalan dan perilaku pengemudi yang ceroboh (Rosales dkk., 2023).

Di Indonesia, kecelakaan lalu lintas terus menunjukkan tren yang mengkhawatirkan dan menjadi salah satu masalah serius yang memerlukan perhatian khusus. Kasus kecelakaan lalu lintas di Indonesia meningkat tajam sepanjang 2024, tercatat hingga 5 Agustus 2024 terdapat 79.220 kecelakaan, bertambah signifikan dibanding periode yang sama tahun sebelumnya. Sepeda motor mendominasi kecelakaan dengan 76,42% keterlibatan dari total 722.470 kendaraan terlibat. Korban kecelakaan mencapai 117.962 orang, dengan 7,21% meninggal dunia (NTMC Redaksi, 2024). Menurut Zainafree dkk. (2022), fenomena ini telah menjadi masalah yang serius karena menjadi penyebab kematian ke-8 di Indonesia terutama di kalangan usia produktif. Kecelakaan lalu lintas juga memiliki dampak ekonomi yang signifikan. Kabupaten Jember mengalami kerugian total Rp162.010.233.179 selama tiga tahun (Lestari & Khairat, 2021). Kerugian akibat kecelakaan lalu lintas tidak hanya mencakup biaya medis dan

kerusakan properti, tetapi juga hilangnya produktivitas dan efek psikologis yang berkelanjutan bagi korban dan keluarga mereka (Puspita dkk., 2020). Lestari & Khairat (2021) menyatakan bahwa kecelakaan lalu lintas telah menyebabkan peningkatan jumlah kematian dan kerugian ekonomi yang signifikan. Mereka percaya bahwa ini adalah masalah penting yang membutuhkan penanganan segera dan menyeluruh.

Masalah keamanan di jalan raya semakin diperburuk dengan maraknya kasus begal bersenjata tajam yang menimbulkan ancaman ganda bagi para pengguna jalan. Begal seringkali melibatkan kekerasan yang dapat menyebabkan cedera serius atau bahkan kematian. Dampak dari tindakan kriminal ini mencakup aspek sosial yang lebih luas selain dampak fisik. Begal dengan senjata tajam telah menimbulkan ketakutan di masyarakat dan mengancam stabilitas sosial karena menimbulkan ketidakpercayaan terhadap lingkungan sekitar dan aparat keamanan (Hisyam dkk., 2023).

Deteksi dini *road accident* menjadi sangat penting karena sejumlah kematian dan cedera akibat kecelakaan disebabkan oleh keterlambatan tindakan medis dan kecelakaan lanjutan yang terjadi ketika layanan darurat dan kendaraan di sekitar lokasi tidak mampu merespons kecelakaan dengan segera. Lebih lanjut, faktor utama yang berkontribusi terhadap kematian akibat kecelakaan adalah kegagalan memberikan pertolongan pertama dengan cepat yang bermula dari penundaan dalam mengomunikasikan informasi kecelakaan kepada ambulans atau rumah sakit (Tian dkk., 2019). Deteksi yang cepat dapat memungkinkan tindakan darurat dilakukan tepat waktu yang berpotensi menyelamatkan nyawa dan mengurangi tingkat keparahan luka. Selain itu, hal ini juga memungkinkan penerapan langkah-langkah pengendalian lalu lintas secara dini sehingga dapat menurunkan risiko kecelakaan lanjutan dan kemacetan (Nusari dkk., 2024). Hal yang sama juga berlaku untuk deteksi tindak kriminal seperti begal yang beraksi di jalan, deteksi yang cepat dapat memungkinkan pihak terkait untuk segera melakukan tindakan yang tepat.

Metode deteksi *road accident* yang umum digunakan saat ini mengandalkan perangkat lunak seperti PC-CRASH serta analisis kejadian masa lalu menggunakan data dari laporan kepolisian dan kesaksian saksi mata. Pendekatan retrospektif ini sering kali menyebabkan keterlambatan dalam memberikan peringatan kepada petugas tanggap darurat yang berpotensi mengurangi peluang untuk menyelamatkan nyawa (Sharif dkk., 2023). Pemanfaatan teknologi, khususnya *artificial intelligence* (AI) dan *computer vision* memiliki potensi besar untuk mengubah cara kita mendeteksi *road accident*. Implementasi algoritma canggih mampu menghasilkan solusi proaktif yang bertujuan untuk mengoptimalkan respons darurat dan meminimalisasi risiko kehilangan nyawa (Berhanu dkk., 2023). Teknologi ini memungkinkan komputer meniru sistem visual manusia dan mempermudah proses seperti pengambilan gambar, penyaringan, analisis, identifikasi, dan ekstraksi informasi dengan memanfaatkan data dari gambar atau video digital. Melalui pemrosesan yang mendalam, komputer dapat mengenali konten visual dan merespons secara tepat sesuai konteks. Perkembangan mutakhir dalam teknik klasifikasi dan deteksi objek telah menunjukkan peningkatan akurasi yang signifikan. Dalam berbagai bidang seperti robotika, *augmented reality*, kamera cctv, dan kendaraan otomatis, deteksi objek *real time* telah menjadi aspek yang sangat penting. Dari berbagai algoritma deteksi objek, *framework* YOLO (*You Only Look Once*) merupakan yang paling populer karena memiliki keseimbangan yang optimal antara kecepatan dan akurasi sehingga memungkinkan pengenalan objek secara cepat dan efisien pada gambar. Metode deteksi *one-shoot* dari YOLO yang membagi gambar menjadi grid kecil dan menghasilkan prediksi di setiap sel grid telah merevolusi cara kerja deteksi objek. Pendekatan ini menjadikan YOLO sangat ideal untuk aplikasi yang memerlukan identifikasi objek yang cepat dan akurat dalam situasi dinamis (A. N. Nusari dkk., 2024).

Penelitian sebelumnya menunjukkan beberapa keterbatasan yang mendukung pentingnya pengembangan penelitian ini. Rosales dkk. (2023)

menggunakan YOLOv8 untuk deteksi kecelakaan kendaraan berbasis CCTV, tetapi fokusnya terbatas pada klasifikasi tipe kecelakaan tanpa mengintegrasikan kategori lain seperti tindakan kriminal bersenjata. Sementara itu, A. N. Nusari dkk. (2024) mengevaluasi algoritma YOLOv9 dan YOLO-NAS untuk deteksi kecelakaan dengan dua kategori tingkat keparahan (moderat dan parah). Penelitian dari Sharif dkk. (2023) juga menyoroti bahwa metode deteksi retrospektif yang umum digunakan seperti PC-CRASH sering kali menyebabkan keterlambatan dalam memberikan peringatan kepada pihak berwenang. Dengan demikian, penelitian ini berusaha mengisi celah tersebut dengan menggunakan YOLOv11 yang merupakan versi terbaru dari YOLO untuk deteksi multi-kategori yang mencakup kecelakaan lalu lintas dan tindakan kriminal bersenjata sekaligus mengintegrasikannya ke dalam *platform* berbasis *web* untuk *monitoring* dan sistem *alert*.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini mengembangkan sistem berbasis *web* yang secara khusus ditujukan untuk mendukung kinerja unit tanggap darurat, khususnya kepolisian. Sistem ini dirancang untuk memberikan notifikasi *real-time* ketika terdeteksi kejadian darurat melalui CCTV sehingga memungkinkan respons yang lebih cepat dan terkoordinasi. Integrasi antara deteksi otomatis menggunakan YOLOv11 dan *platform web* berbasis Flask memungkinkan pusat kendali untuk melakukan *monitoring* kejadian secara *real-time*, memetakan lokasi kejadian, dan mengkoordinasikan petugas. Dengan adanya sistem terintegrasi ini, diharapkan dapat mengoptimalkan waktu respons unit tanggap darurat dan meningkatkan peluang penyelamatan korban dalam kejadian kecelakaan lalu lintas maupun tindak kriminal bersenjata.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana mendesain sistem deteksi kecelakaan lalu lintas dan tindakan kriminal bersenjata dengan menggunakan model *deep learning* YOLOv11?
2. Bagaimana hasil pengujian kinerja model menggunakan metrik evaluasi untuk algoritma deteksi objek seperti *precision*, *recall*, dan mAP (*mean Average Precision*)?
3. Bagaimana mengembangkan sistem integrasi antara model deteksi dengan *platform web* untuk *monitoring* dan sistem *alert*?
4. Bagaimana hasil pengujian performa sistem deteksi setelah terintegrasi dengan *platform web* dari segi akurasi, *frame rate*, kecepatan deteksi, latensi, dan respons sistem *alert*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendesain sistem deteksi kecelakaan lalu lintas dan tindakan kriminal bersenjata dengan menggunakan model *deep learning* YOLOv11.
2. Melakukan pengujian kinerja model menggunakan metrik evaluasi untuk algoritma deteksi objek seperti *precision*, *recall*, dan mAP (*mean Average Precision*).
3. Mengembangkan sistem integrasi antara model deteksi dengan *platform web* untuk *monitoring* dan sistem *alert*.
4. Melakukan pengujian kinerja sistem deteksi setelah terintegrasi dengan *platform web* dari segi akurasi, *frame rate*, kecepatan deteksi, latensi, dan respons sistem *alert*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, baik lembaga maupun penulis sendiri. Adapun manfaat yang diharapkan yaitu sebagai berikut:

1. Dapat menambah wawasan dan pengetahuan mengenai implementasi *deep learning* dengan algoritma YOLOv11 di bidang *computer vision* untuk deteksi kecelakaan lalu lintas dan tindakan kriminal bersenjata secara *real-time* melalui CCTV dan video lokal.
2. Dapat menjadi sebuah terobosan inovasi baru bagi instansi kepolisian dalam melakukan *monitoring* dan penanganan kejadian darurat melalui sistem deteksi otomatis terintegrasi yang dapat memberikan *alert* secara *real-time*.
3. Menjadi sebuah bahan referensi baik di tingkat program studi, fakultas, maupun universitas untuk penelitian selanjutnya dalam pengembangan sistem deteksi kejadian darurat berbasis *deep learning*.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem deteksi kecelakaan lalu lintas dan tindakan kriminal bersenjata menggunakan model YOLOv11 yang terintegrasi dengan *platform web* berbasis Flask. Ruang lingkupnya mencakup:

1.5.1 Pengembangan Model AI

1. Pelatihan model YOLOv11 menggunakan *dataset* kecelakaan lalu lintas dan senjata, baik itu senjata tajam maupun senjata api.
2. *Dataset* diperoleh dari pengambilan gambar langsung dan sumber publik seperti Kaggle dan Youtube.
3. Fokus deteksi dari sistem ini yaitu deteksi kecelakaan lalu lintas dan senjata.

1.5.2 Pengujian Sistem

1. Pengujian kinerja model menggunakan metrik evaluasi yaitu *precision*, *recall*, mAP (*mean Average Precision*).
2. Pengujian sistem meliputi segi akurasi, *frame rate*, kecepatan deteksi, latensi, dan respons sistem *alert*.
3. Pengujian sistem dilakukan menggunakan *cctv real-time* dan video lokal.

4. Pengujian sistem secara *real-time* dilakukan dengan memutar video dan direkam secara *real-time* oleh kamera CCTV yang terhubung dengan sistem menggunakan RTSP.