

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kecelakaan lalu lintas masih menjadi salah satu permasalahan transportasi yang serius di Indonesia dan memberikan dampak signifikan terhadap keselamatan masyarakat, kerugian ekonomi, serta kualitas pelayanan transportasi secara nasional [1]. Permasalahan kecelakaan lalu lintas di Indonesia masih menjadi isu yang signifikan dalam sistem transportasi nasional. Pada tahun 2019, tercatat sebanyak 116.441 kejadian kecelakaan lalu lintas yang mengakibatkan 30.568 korban meninggal dunia, sehingga menunjukkan bahwa tingkat fatalitas kecelakaan di Indonesia masih tergolong tinggi [2]. Tingginya angka kecelakaan tersebut mengindikasikan bahwa sistem keselamatan lalu lintas di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan, baik dari sisi infrastruktur, perilaku pengguna jalan, maupun efektivitas sistem pemantauan lalu lintas [3]. Salah satu lokasi yang memiliki tingkat kerawanan kecelakaan cukup tinggi adalah area persimpangan jalan, karena pada titik ini terjadi pertemuan arus kendaraan dari berbagai arah secara simultan yang menyebabkan konflik pergerakan kendaraan menjadi lebih kompleks dibandingkan segmen jalan biasa [4]. Kondisi seperti perlambatan mendadak, perubahan arah kendaraan, antrean kendaraan, serta perpotongan lintasan pada area persimpangan meningkatkan probabilitas terjadinya konflik lalu lintas yang dapat berujung pada kecelakaan apabila tidak terpantau secara optimal [5].

Dalam upaya menekan angka kecelakaan lalu lintas, pemerintah Indonesia telah menetapkan berbagai kebijakan keselamatan jalan melalui Rencana Umum Nasional Keselamatan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (RUNK LLAJ) beserta rencana aksi implementatif di tingkat daerah sebagai pedoman pelaksanaan program keselamatan lalu lintas secara terintegrasi [6]. Salah satu bentuk implementasi yang telah banyak diterapkan adalah penggunaan *Area Traffic Control System* (ATCS) sebagai sistem pengendalian sinyal lalu lintas terpusat untuk mengatur waktu lampu lalu lintas secara adaptif berdasarkan kondisi lalu lintas lapangan [7]. Selain itu, pemerintah juga mengembangkan sistem *Electronic*

Traffic Law Enforcement (ETLE), kamera pengawas lalu lintas (CCTV), serta pusat *monitoring* lalu lintas pada berbagai kota besar sebagai bagian dari digitalisasi pengawasan transportasi perkotaan [8]. Meskipun sistem-sistem tersebut telah membantu dalam meningkatkan pengawasan dan penegakan aturan lalu lintas, implementasi yang ada pada umumnya masih berfokus pada *monitoring* visual, pengaturan arus kendaraan, dan penindakan pelanggaran lalu lintas. Sebagian besar sistem pemantauan lalu lintas masih berfokus pada pendeteksian objek dan belum mampu melakukan identifikasi tingkat risiko tabrakan secara otomatis berdasarkan interaksi antar kendaraan sebelum kecelakaan benar-benar terjadi. Dengan demikian, masih terdapat kebutuhan terhadap sistem pemantauan lalu lintas yang lebih cerdas dan proaktif dalam mengidentifikasi kondisi berbahaya secara dini.

Perkembangan konsep *Intelligent Transportation System* (ITS) memberikan peluang besar dalam menjawab kebutuhan tersebut melalui integrasi teknologi informasi, komunikasi, sensor, dan komputasi cerdas dalam sistem transportasi modern [9]. ITS merupakan pendekatan teknologi transportasi yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi operasional, keselamatan, serta kualitas pelayanan sistem transportasi melalui pemanfaatan data *real-time* dan otomatisasi pengambilan keputusan [10]. Dalam implementasinya, ITS memungkinkan pengelola transportasi melakukan pemantauan kondisi lalu lintas secara berkelanjutan, analisis perilaku kendaraan, deteksi kejadian abnormal, hingga pemberian peringatan dini terhadap kondisi berbahaya pada jaringan jalan [11]. Salah satu komponen penting dalam *Intelligent Transportation Systems* modern adalah penerapan video *analytics* berbasis *computer vision*, yang memungkinkan sistem kamera pengawas melakukan ekstraksi dan analisis otomatis terhadap informasi visual dari kondisi lalu lintas untuk mendukung pemantauan, pengenalan objek, pelacakan kendaraan, serta analisis lalu lintas secara *real-time* [12]. Oleh karena itu, integrasi video *analytics* berbasis kecerdasan buatan dalam ITS menjadi pendekatan yang semakin relevan untuk mendukung pengembangan sistem keselamatan lalu lintas yang lebih adaptif dan berbasis data.

Dalam konteks tersebut, pendekatan berbasis *Artificial Intelligence* (AI) dan *Computer Vision* dapat dimanfaatkan untuk membangun sistem identifikasi risiko tabrakan kendaraan secara otomatis melalui analisis video lalu lintas [13]. Salah

satu algoritma *object detection* yang memiliki performa tinggi dalam analisis visual *real-time* adalah YOLOv8n, yang mampu mendeteksi objek kendaraan secara cepat dengan kompleksitas komputasi yang relatif ringan [14]. Namun, proses deteksi objek saja belum cukup untuk memahami dinamika interaksi kendaraan secara temporal, sehingga diperlukan algoritma DeepSORT untuk melakukan pelacakan multi-objek secara kontinu dan mempertahankan identitas setiap kendaraan antar *frame* video. Integrasi YOLOv8n dan DeepSORT memungkinkan sistem memperoleh informasi trajektori kendaraan secara kontinu, yang selanjutnya dianalisis menggunakan parameter jarak antar kendaraan, kecepatan relatif, *trajectory overlap*, dan *Time To Collision* (TTC) untuk mengidentifikasi tingkat risiko tabrakan kendaraan secara *real-time*.

Dalam penelitian ini, risiko tabrakan didefinisikan sebagai tingkat potensi terjadinya konflik atau tabrakan antar kendaraan yang diidentifikasi berdasarkan parameter interaksi kendaraan. Dengan demikian, sistem tidak bertujuan memprediksi terjadinya kecelakaan di masa depan, melainkan mengidentifikasi tingkat risiko tabrakan berdasarkan kondisi aktual interaksi antar kendaraan sehingga hasil identifikasi tersebut dapat digunakan sebagai dasar pemberian peringatan dini sebelum kecelakaan benar-benar terjadi. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kinerja model *Artificial Intelligence* berbasis YOLOv8n dan DeepSORT dalam mengidentifikasi tingkat risiko tabrakan kendaraan berdasarkan analisis interaksi antar kendaraan pada area persimpangan maupun ruas jalan sebagai bagian dari pengembangan sistem *intelligent traffic monitoring* berbasis *video analytics*.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi model YOLOv8n dan DeepSORT dalam mengidentifikasi tingkat risiko tabrakan kendaraan berdasarkan analisis video lalu lintas?
2. Bagaimana kinerja model YOLOv8n dan DeepSORT dalam mendeteksi dan melacak kendaraan sebagai dasar identifikasi tingkat risiko tabrakan?

3. Bagaimana hasil identifikasi tingkat risiko tabrakan kendaraan berdasarkan parameter jarak antar kendaraan, kecepatan relatif, *trajectory overlap*, dan *Time To Collision* (TTC)?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengimplementasikan model YOLOv8n dan DeepSORT untuk mengidentifikasi tingkat risiko tabrakan kendaraan berdasarkan analisis video lalu lintas.
2. Menganalisis kinerja model YOLOv8n dan DeepSORT dalam mendeteksi serta melacak kendaraan sebagai dasar identifikasi tingkat risiko tabrakan.
3. Mengidentifikasi tingkat risiko tabrakan kendaraan berdasarkan parameter jarak antar kendaraan, kecepatan relatif, *trajectory overlap*, dan *Time To Collision* (TTC).

1.4 Batasan Penelitian

Untuk memfokuskan penelitian ini, penulis akan menetapkan batasan masalah sehingga analisis yang di kembangkan memiliki tujuan yang spesifik.

1. Penelitian menggunakan model YOLOv8n untuk deteksi kendaraan dan DeepSORT untuk pelacakan kendaraan pada video lalu lintas.
2. Objek penelitian dibatasi pada kendaraan yang termasuk dalam kelas objek yang digunakan pada dataset penelitian.
3. Penelitian menggunakan data video lalu lintas yang diperoleh pada area persimpangan dan ruas jalan sebagai lokasi pengamatan interaksi antar kendaraan.
4. Identifikasi risiko tabrakan dilakukan berdasarkan parameter jarak antar kendaraan, kecepatan relatif, *trajectory overlap*, dan *Time To Collision* (TTC) yang diperoleh dari hasil deteksi dan pelacakan objek menggunakan YOLOv8n dan DeepSORT.
5. Evaluasi performa deteksi kendaraan dilakukan menggunakan metrik *Precision*, *Recall*, dan *Mean Average Precision* (mAP), sedangkan identifikasi risiko tabrakan dilakukan berdasarkan konsep *Traffic Conflict Technique*

(TCT) dengan memanfaatkan parameter *Time To Collision* (TTC), jarak antar kendaraan, kecepatan relatif, dan *trajectory overlap*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari Tugas Akhir ini, diharapkan akan memberi dampak yang positif bagi semua pihak yang berkaitan diantaranya sebagai berikut ini:

1. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan penelitian terkait identifikasi risiko tabrakan kendaraan berbasis YOLOv8n dan DeepSORT.
2. Penelitian ini diharapkan dapat mendukung pengembangan sistem peringatan dini berbasis video *analytics* melalui identifikasi tingkat risiko tabrakan kendaraan secara *real-time* guna meningkatkan keselamatan berkendara.
3. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem identifikasi risiko tabrakan kendaraan berbasis *Artificial Intelligence* dan *Computer Vision* untuk mendukung penerapan sistem transportasi cerdas (*Intelligent Transportation System*).