

Bab I

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kendaraan bermotor sudah menjadi kebutuhan penting bagi manusia di masa modern berkat kemudahan transportasi yang diberikannya. Namun di samping kemudahan tersebut, World Health Organization (WHO) pada tahun 2023 melaporkan kematian akibat kecelakaan lalu lintas dunia masih berada di atas angka satu juta jiwa pada tahun 2021 [5]. Selain faktor pengemudi (seperti tidak digunakannya sabuk pengaman dan pengemudi yang terdistraksi [5]), infrastruktur permukaan jalan yang kurang baik, seperti adanya retakan atau lubang yang dalam, turut menjadi salah satu dari faktor kecelakaan tersebut [6]. Oleh karena itu, pengembangan teknologi *Autonomous Driving* (AD) yang dapat beradaptasi dengan kondisi jalan yang dilaluinya menjadi solusi yang cukup menjanjikan untuk menekan angka kecelakaan tersebut.

Dalam realita, kondisi jalan di berbagai sudut dunia tidak seluruhnya baik. Kondisi jalan yang kurang baik umumnya ditemukan pada negara yang berkembang [7]. Berdasarkan data yang bersumber dari Direktorat Jenderal Bina Marga, tingkat kondisi jalan nasional yang baik di Indonesia pada 2023 masih berada di angka 39% saja [8]. Untuk menghadapi tantangan tersebut, sistem AD harus dapat memahami kondisi jalan yang kurang baik melalui citra kondisi jalan yang diambil pada saat itu. Salah satu cara mendapatkan pemahaman tersebut yakni melalui segmentasi semantik atau proses pembe-

rian label suatu kelas atau kategori untuk setiap piksel pada suatu citra [9]. Dengan pemahaman tersebut, sistem AD dapat membuat sebuah keputusan dalam menghadapi skenario tertentu, seperti menurunkan kecepatan atau menghindari permukaan jalan yang terdapat lubang atau retakan.

Penelitian terkini seperti yang telah dilakukan oleh Katsamenis *et al.* [10] serta Rateke dan Wangenheim [11] mencoba untuk mengembangkan sebuah model untuk melakukan segmentasi semantik pada kerusakan jalan. Penelitian tersebut masih mengandalkan salah satu arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) atau *transformer* dalam metode yang diusulkan sehingga meninggalkan sebuah ruang penelitian untuk mencoba metode yang mengadopsi kedua arsitektur tersebut. Pada penelitian ini, sebuah model LETNet [4] yang menggabungkan arsitektur CNN dan *transformer* diimplementasikan untuk melakukan segmentasi semantik pada kerusakan permukaan jalan. Model LETNet dipilih karena penggabungan tersebut berpotensi meminimalisasi kelemahan yang dimiliki oleh masing-masing arsitektur tersebut. Implementasi dari model tersebut dievaluasi menggunakan metrik *mean Intersection over Union* (mIoU) dari hasil segmentasi serta *inference speed* atau banyaknya citra yang dapat disegmentasi dalam satu detik menggunakan satuan *frame per second* (FPS). Kedua metrik tersebut dipilih karena kendaraan yang menerapkan sistem *autonomous driving* perlu melakukan pengambilan keputusan berdasarkan pemahaman lingkungan yang didapat dengan akurasi dan kecepatan sebaik mungkin. Sebagai tambahan, metrik *running time* turut digunakan dalam evaluasi.

1.2 Rumusan Masalah

Sejumlah penelitian penerapan metode segmentasi semantik pada kerusakan jalan telah dilakukan [10, 11, 12, 13], namun mayoritas dari metode yang diterapkan masih terbatas dalam penggunaan salah satu arsitektur di antara CNN atau *transformer* saja. Hal ini dapat menyebabkan terbatasnya variasi dalam pilihan model yang dapat digunakan dalam sistem AD dengan spesifikasi tertentu. Keterbatasan tersebut membuka sebuah ruang untuk mengembangkan model dengan kinerja yang lebih baik melalui penerapan pendekatan yang berbeda pada arsitektur model yang digunakan. Sebagai upaya untuk menghadapi keterbatasan tersebut, sebuah penelitian perlu dilakukan untuk menjawab pertanyaan “apakah model LETNet dapat bersaing dalam segi akurasi dan kecepatan inferensi dengan metode yang hanya menerapkan salah satu arsitektur saja dalam segmentasi semantik kerusakan permukaan jalan?”.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini memiliki tujuan utama untuk menjawab rumusan masalah yang ditetapkan seperti yang diilustrasikan pada Tabel 1.1. Untuk menjawab pertanyaan tersebut, model segmentasi kerusakan jalan menggunakan metode LETNet diimplementasikan. Penelitian ini diharapkan dapat memberi kontribusi berupa implementasi model tersebut untuk segmentasi semantik kerusakan jalan serta hasil analisis performanya pada kasus tersebut. Hasil analisis dapat digunakan dalam mempertimbangkan apakah *tradeoff* yang diberikan model tersebut dibandingkan dengan model lain cocok dengan spesifikasi sistem AD yang dimiliki dan efektifitas serta efisiensi yang diinginkan.

Tabel 1.1. Tabel keterkaitan antara tujuan, pengujian, dan kesimpulan.

No.	Tujuan	Pengujian	Kesimpulan
1	Tujuan 1	Eksperimen 1	Kesimpulan 1
		Eksperimen 2	
		Eksperimen 3	
		Eksperimen 4	

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini mengangkat masalah segmentasi semantik kerusakan pada permukaan jalan. Karena kebatasan sumber daya komputasi dan waktu, *base-line* dalam evaluasi yang digunakan hanya mencakup arsitektur berbasis CNN saja. Selain itu, *dataset* yang digunakan terbatas pada *dataset* yang berisi citra jalan yang berasal dari luar Indonesia yang disebabkan oleh keterbatasan penulis dalam ilmu sipil sebagai aspek penting dalam menentukan label yang tepat ketika melakukan anotasi. Penggunaan *dataset* demikian dapat menyebabkan adanya perbedaan pada standar kualitas permukaan jalan yang diterapkan sehingga mempengaruhi anotasi yang diberikan pada citra, seperti dalam mendefinisikan suatu jenis kerusakan yang terdapat pada permukaan jalan.

1.5 Metode Penelitian

Penelitian difokuskan pada implementasi dan analisis metode yang berbeda dengan penelitian terdahulu dengan kasus yang serupa. Analisis dilakukan dengan berdasarkan pengukuran performa model serta perbandingannya dengan metode yang digunakan pada penelitian sebelumnya. Pengukuran performa model dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Pengukuran secara kuantitatif dilakukan menggunakan metrik utama berupa *mean Intersection over Union* (mIoU) dan kecepatan inferensi (*inference speed*) serta metrik lainnya

seperti waktu pelatihan dan penggunaan memori. Pengukuran secara kualitatif dilakukan dengan menganalisis hasil segmentasi model dengan *ground truth* secara visual.

1.6 Jadwal Pelaksanaan

Rincian dan pelaksanaan kegiatan-kegiatan dalam penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Jadwal pelaksanaan tugas akhir.

No	Kegiatan	Bulan ke-											
		1			2			3			4		
1	Studi Literatur												
2	Pengumpulan Data												
3	Implementasi Sistem												
4	Pengujian dan Analisis												
5	Penulisan Laporan												