

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jalan merupakan infrastruktur transportasi darat yang memiliki peran penting dalam mendukung bidang ekonomi, sosial, dan budaya serta berbagai aspek lain dari komunitas sosial [1]. Namun, permukaan jalan mengalami keausan dan kerusakan seiring waktu akibat faktor-faktor yang berkaitan dengan lokasi, usia, volume lalu lintas, cuaca, solusi rekayasa, dan bahan yang digunakan untuk membangunnya [2]. Masalah disebabkan oleh jalan yang rusak menyebabkan kemacetan, kecelakaan lalu lintas, dan bahkan korban jiwa [1].

Berdasarkan Laporan *Global Status Report on Road Safety* WHO tahun 2015, kecelakaan lalu lintas global menyebabkan lebih dari 1,25 juta kematian dan 50 juta orang luka berat setiap tahun. 90% dari korban ini berada di negara berkembang, meskipun kendaraan mereka hanya 54% dari total terdaftar di dunia. Jika situasi ini dibiarkan, 25 juta jiwa diperkirakan akan hilang dalam dua dekade ke depan [3].

Data Kepolisian Republik Indonesia tahun 2024 menunjukkan peningkatan drastis dalam angka kematian akibat kecelakaan lalu lintas. Sepanjang tahun 2024, 1.150.000 kecelakaan terjadi dalam kurun waktu Januari-Desember 2024. Peristiwa tersebut menewaskan sekitar 27.000 jiwa, sehingga setidaknya 3 hingga 4 orang meninggal dunia setiap jamnya karena kecelakaan. Angka ini melonjak hampir delapan kali lipat dibandingkan tahun 2023, yang mencatat 152.000 kecelakaan dengan jumlah korban jiwa yang serupa. [4] Jakarta dan wilayah sekitarnya yang padat penduduk menjadi sorotan utama. Sepanjang tahun 2024, wilayah ini mencatat 11.442 kecelakaan lalu lintas yang mengakibatkan 619 kematian [4]

Merujuk pada data Kepolisian tahun 2017, faktor penyebab utama kecelakaan di Indonesia adalah faktor manusia, yang menyumbang 61% dari total insiden. Hal ini mencakup kemampuan dan karakter pengemudi. Selain itu, faktor kendaraan (terkait kelayakan teknis) menyumbang 9%, dan faktor prasarana dan lingkungan bertanggung jawab atas 30% kecelakaan. [3]

Indonesia masih menghadapi masalah serius terkait jalan rusak. Berdasarkan data pada 2022, 179 ribu km atau 31,9% jalan di Indonesia masih

rusak dan 15,9% diantaranya rusak berat. Dari 444 ribu km jalan yang rusak, 46,85% merupakan jalan provinsi [5]. Dari jumlah tersebut, sepanjang 92.213 km diantaranya merupakan jalanan rusak berat atau setara 20,71% dari total panjang jalan kabupaten/kota nasional tahun lalu. Jalan dikategorikan rusak berat oleh Badan Pusat Statistik (BPS) apabila kecepatan maksimal kendaraan yang melintas hanya mencapai 0-20 km per jam dan memerlukan perbaikan pondasi jalan [6].

Sistem deteksi kerusakan jalan saat ini cukup rumit, hal ini terjadi di beberapa instansi yang bertugas [7]. Agar jalan rusak bisa diperbaiki, ada beberapa persyaratan utama yang harus dipenuhi, seperti data survei kerusakan jalan dan laporan permohonan perbaikan. Namun, survei kondisi jalan ini hanya direkomendasikan minimal empat kali dalam setahun, khususnya sebelum dan sesudah musim hujan. Mengingat potensi cepatnya pembesaran kerusakan kecil selama musim hujan, survei jalan dilakukan dengan berjalan kaki demi identifikasi kerusakan yang komprehensif. Pengukuran juga dilakukan langsung di lokasi kerusakan untuk akurasi. [7]. Selain itu, setiap wilayah perlu mengajukan proposal usulan. Usulan perbaikan jalan ini juga harus melalui berbagai tahapan pembahasan di tingkat daerah, dan masih banyak proses birokrasi lain yang harus dilalui [8].

Salah satu upaya pembuatan sistem berbasis teknologi informasi yang dikembangkan oleh instansi [9] untuk mendapatkan data dan informasi pelaksanaan operasi dan pemeliharaan jalan nasional yang aktual, akurat, transparan, dan akuntabel adalah dirilisnya Aplikasi Jalan Kita 2.0 pelapor perlu melampirkan detail ruas jalan, *tagging location*, keluhan masyarakat serta foto atau video kerusakan jalan [9], namun sampai Mei 2024 hanya terdapat 1818 jumlah laporan, 157 laporan baru, 89 laporan dalam proses verifikasi, 90 terverifikasi 1.482 penanganan selesai [10]. Salah satu contoh penanganan kerusakan jalan yang lambat adalah kasus Jalan Raya Inspeksi Kalimalang, Cibitung dengan rute Karawang, Kabupaten Bekasi [11].

Verifikasi kerusakan jalan pada sistem “Aplikasi Jalan Kita 2.0” masih dilakukan manual oleh Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) dan Penilik Jalan, tanpa memanfaatkan validitas dari gambar maupun video laporan. Sistem kerja manual seperti ini berpeluang untuk ditingkatkan dengan memanfaatkan

teknologi. Kemajuan teknologi komputasi kini sudah merambah pada penerapan kecerdasan buatan untuk melakukan tugas-tugas yang dapat dilakukan manusia, termasuk *surveillance* dan mitigasi [12].

Kerusakan pada lapisan jalan, salah satu karakteristik kondisi jalan, dapat dievaluasi menggunakan tiga pendekatan: manual, semi-otomatis, atau sepenuhnya otomatis. Metode tradisional untuk pengumpulan data kondisi jalan melibatkan survei manual dan semi-otomatis [2]. Peneliti di banyak sektor telah banyak melakukan studi mengenai pemanfaatan algoritma *Deep Learning* Khususnya untuk *object detection*, pengolahan citra digital, algoritma model *Convolutional Neural Networks* (CNN) sering jadi pilihan utama dalam pengenalan objek pada citra digital terestrial (permukaan tanah) [12].

Meskipun *dataset* umum seperti PASCAL-VOC, KITTI, dan MSCOCO telah banyak digunakan dan dieksplorasi, sektor jalan raya memerlukan *dataset* yang lebih spesifik terhadap domain tersebut. Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai *dataset* telah diperkenalkan untuk mendukung deteksi kerusakan jalan, dan para peneliti telah melakukan eksperimen dengan data dari berbagai lokasi, yang menunjukkan pentingnya penggunaan *dataset* dan model yang sesuai dengan lokasi tertentu [13].

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana jumlah *dataset* mempengaruhi kondisi pelatihan model YOLO12 jika berdasarkan kecepatan (*speed*) dan jumlah *epoch* yang dibutuhkan untuk mencapai hasil terbaik (best.pt) ?
2. Bagaimana performa metode *deep learning* YOLO12 untuk deteksi kerusakan jalan menggunakan *dataset imbalanced* dibandingkan dengan *dataset* yang telah dilakukan *undersampling (balanced)* ditinjau dari metrik *accuracy*, *recall*, *precision*, *mean average precision* (mAP) dan mAP50-95?
3. Bagaimana hasil *true positive* (TP), *false positives* (FP) dan *false negatives* (FN) pada model YOLO12 yang telah dilatih dengan *dataset imbalanced* dan *dataset balanced (undersampling)*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan pengenalan kerusakan jalan dengan menggunakan metode *You Only Look Once* (YOLO).
2. Mengetahui signifikansi jumlah *dataset* dalam mempengaruhi efisiensi pelatihan model YOLO12 baik dari kecepatan (*speed*) dan jumlah *epoch* yang dibutuhkan untuk mencapai hasil terbaik (best.pt)
3. Mengetahui kinerja metode *deep learning* YOLO12 dalam menghadapi permasalahan pengenalan kerusakan jalan ditinjau dari metrik *accuracy*, *recall*, *precision*, *mean average precision* (mAP) dan mAP50-95.
4. Mengetahui perbandingan antara *true positive* (TP), *false positives* (FP) dan *false negatives* (FN) pada model YOLOv12 yang dilatih dengan *dataset imbalanced* dan *dataset balanced (undersampling)* untuk mengevaluasi secara lebih spesifik sejauh mana perbedaan distribusi data mempengaruhi kinerja *object detection*, khususnya deteksi kerusakan jalan.

1.4. Batasan dan Asumsi Penelitian

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Ragam data yang dipergunakan mencakup gambar berasal dari *dataset* roboflow, RDD2022 dari beberapa negara (Jepang dan India), video jalan nasional Jabodetabek yang dikumpulkan langsung oleh peneliti menggunakan ponsel yang dipasang pada kendaraan saat melintasi area jalanan nasional disekitar Jakarta Selatan (Tebet - Cawang), Jakarta Timur (Jatinegara), Jakarta Utara (Kelapa Gading), serta hasil *scraping* video *Motovlog* Jabodetabek dari YouTube.
2. Kelas klasifikasi jalan rusak merujuk buku panduan Manual Pemeliharaan Jalan Bina Marga No. 03/MN/B/1983.
3. Jalan yang dicakup dalam penelitian ini hanyalah jalan beraspal.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi bagi pembaca, lembaga lokal, dan pemerintah daerah di negara lain ketika satu negara menerbitkan data dan modelnya untuk deteksi dan klasifikasi kerusakan jalan otomatis. serta menjadi acuan untuk penelitian model berbasis *deep learning* selanjutnya yang mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan kerusakan jalan di lebih dari satu negara.

1.6. Sistematika Penulisan

Penelitian ini terbagi menjadi beberapa bab uraian singkat berikut.

Bab 1 : Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, manfaat dan tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

Bab 2 : Tinjauan Pustaka

Berisi pembahasan mengenai teori-teori dasar yang menunjang pada penelitian yang dilakukan selama pengerjaan tugas akhir, membahas teori penunjang dari permasalahan teknologi *object detection*, pencatatan waktu, pengiriman data teori lainnya yang menunjang. Hal ini memastikan bahwa implementasi program ini dilandaskan pada teorema yang dapat dipertanggungjawabkan.

Bab 3 : Analisa dan Perancangan Sistem

Pada bagian ini dijelaskan mengenai analisis kebutuhan, sebuah proses yang bertujuan untuk menetapkan kebutuhan riset, aplikasi, serta instrumen penunjang yang relevan untuk digunakan sepanjang fase implementasi.

Bab 4 : Implementasi dan Pengujian

Berisi penjelasan penerapan rancang dan pengujian dari penelitian yang dilakukan.

Bab 5 : Penutup

Pada bagian akhir laporan tugas akhir ini, disajikan kesimpulan dan saran. Keduanya dirumuskan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, sehingga dapat berfungsi sebagai acuan pengembangan riset di kemudian hari.