

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

“Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan penghubung, bangunan pelengkap dan perlengkapan lainnya yang berada di permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel, jalan lori, dan jalan kabel” [1]. Infrastruktur jalan merupakan urat nadi perekonomian dan mobilitas masyarakat yang sifatnya krusial. Namun, kondisi jalan yang tidak terawat menjadi masalah serius yang berdampak langsung pada keselamatan pengguna jalan dan efisiensi transportasi. Kerusakan jalan sering disebabkan oleh kualitas aspal yang buruk, beban kendaraan berlebih, serta perawatan jalan yang tidak dilakukan secara rutin [2]. Data dari kementerian PUPR tahun 2024 menyatakan bahwa hanya sekitar 42% dari total panjang jalan nasional yang berada dalam kondisi baik, sementara sisanya berada pada kondisi sedang, rusak ringan hingga berat [3]. Fakta ini menggarisbawahi kelemahan sistem pemantauan kondisi jalan yang ada di Indonesia saat ini.

Pemantauan kondisi jalan secara tradisional umumnya masih dilakukan melalui inspeksi manual oleh petugas lapangan. Studi menyatakan bahwa inspeksi manual bersifat subjektif karena sangat bergantung pada pengalaman dan persepsi masing masing petugas [4]. Pendekatan tradisional dalam inspeksi jalan juga memiliki ketergantungan pada survei manual dan sensor statis yang tidak hanya membutuhkan sumber daya yang besar, tetapi juga mengakibatkan tingginya beban anggaran serta keterlambatan dalam mitigasi kerusakan [5]. Selain itu, inspeksi berkala oleh petugas pemeliharaan juga dinilai tidak selalu memadai, khususnya pada wilayah perkotaan besar dan ruas jalan dengan panjang yang signifikan [6]. Oleh karena itu, berbagai penelitian terbaru menekankan perlunya pendekatan otomatis yang lebih efisien dan konsisten untuk mendukung pemantauan kondisi jalan secara berkelanjutan [5], [6].

Untuk mengatasi keterbatasan inspeksi manual, berbagai penelitian mengusulkan pendekatan otomatis berbasis *computer vision* dan *deep learning* untuk deteksi kerusakan jalan [7], [8], [9], [10]. Pendekatan tersebut memanfaatkan data citra atau video untuk melakukan deteksi secara otomatis dan berulang tanpa ketergantungan penuh pada petugas lapangan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa deteksi otomatis menggunakan *deep learning* khususnya model *You Only Look Once* (YOLO) berbasis video mampu mendeteksi

lubang jalan secara efektif dalam skenario pemantauan jalan bergerak [10], [11]. Selain itu, penelitian lain juga telah mengembangkan sistem deteksi lubang jalan berbasis YOLO menggunakan perangkat tertanam seperti ESP32-CAM, yang menunjukkan potensi penerapan pada sistem pemantauan jalan berbiaya rendah [12].

Hasil-hasil penelitian terdahulu telah membuktikan secara konsisten bahwa pendekatan berbasis *deep learning* meningkatkan efisiensi dan akurasi kondisi jalan secara signifikan dibandingkan metode manual. Sejalan dengan kemajuan tersebut, terdapat penelitian yang mengeksplorasi integrasi algoritma YOLO ke dalam aplikasi seluler (*mobile app*) yang terhubung dengan Google Maps API untuk memungkinkan pelaporan lokasi lubang jalan secara *real-time* [13]. Namun, pendekatan yang mengemas sistem ke dalam aplikasi seluler *native* (khususnya Android) memiliki keterbatasan aksesibilitas, karena mengharuskan pengguna melakukan instalasi perangkat lunak dan tidak bersifat lintas-platform [13]. Ketergantungan pada layanan peta berbayar atau *proprietary* dalam penelitian sebelumnya juga menjadi kendala dalam hal fleksibilitas pengelolaan data spasial untuk kepentingan umum. Selain itu, sebagian besar penelitian yang ada masih cenderung berfokus pada eksperimen perangkat keras atau pengujian algoritma secara terisolasi tanpa membahas integrasi hasil deteksi ke dalam sistem informasi yang terbuka bagi publik [5], [12], [14]. Hal ini menunjukkan urgensi pengembangan sistem yang tidak hanya mengandalkan akurasi deteksi tinggi, tetapi juga menawarkan kemudahan akses melalui platform berbasis web yang terintegrasi dengan teknologi pemetaan terbuka (*open-source*). Sebagai implemementasi dari teknologi tersebut, penggunaan OpenStreetMap dalam lingkungan web menjadi solusi untuk menciptakan visualisasi persebaran lubang jalan yang transparan, mudah diakses tanpa instalasi, dan dapat dimanfaatkan secara lebih luas oleh berbagai pihak [8].

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini berjudul: **“Deteksi Jalan Berlubang Menggunakan YOLOv8 dan Integrasi OpenStreetMap Berbasis Web”**, yang bertujuan untuk mengembangkan sistem berbasis web yang mampu melakukan deteksi otomatis jalan berlubang secara *real-time* menggunakan YOLOv8, menyimpan hasil deteksi beserta informasi lokasi (koordinat *Global Positioning System* (GPS) dan waktu perekaman), serta menampilkannya secara interaktif melalui integrasi OpenStreetMap.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah belum tersedianya sistem yang mampu mendeteksi dan memetakan kondisi jalan

berlubang secara otomatis, *real-time*, dan dapat diakses oleh publik melalui integrasi peta digital berbasis web.

1.3 Tujuan

Tujuan penyusunan tugas akhir ini adalah mengembangkan sistem yang mampu mendeteksi lubang jalan secara otomatis menggunakan YOLOv8 dan memetakan hasil deteksinya ke peta digital melalui integrasi OpenStreetMap untuk mendukung pelaporan kondisi jalan secara efisien dan *real-time*.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai referensi bagi peneliti berikutnya yang ingin mengembangkan sistem deteksi jalan berlubang atau penelitian terkait penerapan model YOLOv8 untuk pengenalan objek pada infrastruktur jalan.
2. Menambah literatur terkait integrasi teknologi *deep learning* dengan Sistem Informasi Geografis (GIS) berbasis OpenStreetMap dalam konteks pemantauan infrastruktur jalan.
3. Membantu masyarakat memperoleh informasi terkini mengenai kondisi jalan yang berlubang melalui sistem berbasis web.
4. Memberikan landasan bagi pengembangan *smart city* berbasis data geospasial dan teknologi kecerdasan buatan *deep learning*.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan sistem menggunakan arsitektur *front-end* React dan *back-end* FastAPI untuk membangun antarmuka pengguna dan layanan *API*.
2. *Dataset* citra yang digunakan merupakan data sekunder, yang berasal dari Roboflow Universe, dibuat oleh Jerry Cooper dengan judul “[*Pothole Detection Computer Vision Model*](#)” dan terdiri dari total 4510 gambar (3993 data *training*, 352 data *validation*, 165 data *testing*).
3. Data lokasi diperoleh dari koordinat GPS yang terkait dengan hasil deteksi jalan berlubang.
4. Halaman deteksi jalan berlubang secara *real-time* hanya dapat diakses melalui perangkat *mobile*.

5. Data duplikasi ditangani dengan menyaring hasil deteksi berdasarkan jarak antar koordinat GPS, di mana deteksi dengan jarak $\leq 2,5$ meter dianggap sebagai satu *pothole* yang sama.
6. Inferensi model dilakukan di sisi *client (front end)* menggunakan *runtime Tensorflow Lite (LiteRT)*.
7. Evaluasi model menggunakan metrik *precision*, *recall*, *mAP@50* dan *mAP@50-95*.
8. Pengujian sistem menggunakan *black box testing*.
9. Model hanya mampu mendeteksi keberadaan *pothole*, bukan tingkat keparahan, ukuran/diameter lubang, ataupun jenis kerusakan lain.
10. Hasil deteksi ditampilkan dalam bentuk *bounding box* tanpa segmentasi atau analisis lanjutan.
11. Model bekerja optimal pada kondisi pencahayaan terang (pagi hari).
12. Pengujian lapangan hanya dilakukan di wilayah Jl. Setia Luhur, Dwi Kora, Kec. Medan Helvetia, Kota Medan.