

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan adalah infrastruktur berbasis darat yang sangat penting untuk mencapai mobilitas masyarakat dan pemerataan pembangunan. Kondisi jalan yang baik bertujuan untuk meningkatkan pembangunan dan pengembangan wilayah serta ekonomi secara berkelanjutan (Wibowo & Yulianto, 2023). Sebaliknya, kondisi jalan yang rusak akan menghambat tercapainya tujuan tersebut. Tidak hanya itu, kerusakan jalan, terutama jalan berlubang, sebagian besar berkontribusi pada pelanggaran keselamatan pengguna jalan dan mengurangi kualitas transportasi darat.

Pemerintah melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) mencatat bahwa dari total 545.275 km jalan di Indonesia, sekitar 42% di antaranya berada dalam kondisi rusak ringan hingga berat (Kementerian PUPR, 2023). Penyebab kerusakan jalan di Indonesia antara lain volume lalu lintas yang tinggi, perbedaan cuaca ekstrem dan buruk, serta minimnya pemeliharaan rutin. Kondisi ini menyebabkan terganggunya konektivitas antar wilayah serta meningkatnya risiko kecelakaan lalu lintas.



Sumber : satudata.pasuruankab.go.id

Gambar 1.1 Data Statistik Tahun 2024

Gambar di atas menunjukkan data sejak tahun 2017 hingga 2022, panjang jalan rusak di kabupaten Pasuruan adalah 465.96 km. Salah satu bentuk kerusakan jalan yang paling umum di Indonesia adalah lubang jalan (*Potholes*), yang tidak hanya merusak kenyamanan berkendara, tetapi juga dapat menimbulkan kecelakaan lalu lintas. Kasus nyata dapat dilihat pada Jalan Arteri Gempol–Pasuruan, Jawa Timur. Kerusakan jalan berupa lubang-lubang dan aspal yang mengelupas seringkali luput dari perhatian dini akibat kurangnya sistem pemantauan otomatis dan hanya mengandalkan laporan masyarakat. Masalah ini masih menjadi keluhan warga setempat karena membahayakan pengguna jalan, termasuk kendaraan besar (Radar Bromo, 2025). Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah teknologi yang lebih cerdas, akurat, dan cepat agar dapat mendeteksi kerusakan jalan secara *real time*.

Salah satu teknologi yang paling berguna adalah Convolutional Neural Network (CNN), bagian dari pembelajaran mendalam yang dirancang khusus untuk memproses data berbasis citra secara efisien. CNN beroperasi melalui serangkaian lapisan konvolusi, penggabungan, dan lapisan yang sepenuhnya terhubung untuk menganalisis karakteristik penting dalam citra dan mendeteksi fitur kompleks seperti lubang pada jalan. Proses ini diawali dengan penerapan filter pada lapisan konvolusi untuk mendeteksi elemen-elemen dasar seperti tepi dan tekstur, dilanjutkan dengan lapisan penggabungan yang berfungsi mereduksi dimensi data sambil mempertahankan informasi esensial, dan diakhiri dengan lapisan klasifikasi untuk menentukan keberadaan lubang (Putri, 2024). Keunggulan CNN terletak pada kemampuannya dalam melakukan ekstraksi fitur secara otomatis, tanpa memerlukan teknik manual yang umumnya rumit dan kurang fleksibel terhadap variasi kondisi jalan.

Penelitian ini terinspirasi oleh penelitian sebelumnya. Sasmito et al. (2023) berhasil menerapkan CNN dengan arsitektur YOLO untuk mendeteksi kerusakan jalan di kota Semarang, dengan tingkat akurasi mencapai 88%. YOLO sebagai salah satu varian dari CNN memungkinkan deteksi secara *real-time* dengan kecepatan tinggi, menjadikannya pilihan yang sangat baik untuk digunakan pada perangkat komputer dan nirkabel seperti Raspberry Pi.

Implementasi teknologi ini memanfaatkan webcam sebagai alat pendeteksi citra dan GPS untuk menentukan lokasi. Sistem deteksi jalan yang dikembangkan berbasis pada Convolutional Neural Network (CNN) dan diimplementasikan di Raspberry Pi. Data citra yang diperoleh dari webcam diproses oleh CNN untuk mengidentifikasi kondisi jalan, sedangkan informasi lokasi dikumpulkan melalui GPS dan diintegrasikan dengan *Geographic Information System* (GIS). Dalam penelitian ini, GIS diimplementasikan dalam bentuk aplikasi *mobile*, yang memungkinkan pengguna untuk mengakses peta digital berisi titik-titik lokasi kerusakan jalan secara *real-time* melalui perangkat seluler.

Integrasi CNN dan GIS bertujuan tidak hanya untuk mendeteksi lubang jalan, tetapi juga untuk menyediakan informasi spasial yang akurat dan dapat digunakan untuk perencanaan perbaikan infrastruktur. Dengan memanfaatkan Raspberry Pi sebagai *platform* pemrosesan, sistem ini menawarkan solusi portabel dan hemat biaya dibandingkan metode konvensional berbasis server. Penelitian ini difokuskan pada deteksi jalan berlubang dan pemetaan lokasi, tanpa mencakup analisis penyebab kerusakan atau tindakan perbaikan fisik. Sistem ini diharapkan dapat memberikan dukungan data yang akurat bagi pihak berwenang dalam pengambilan keputusan untuk pemeliharaan jalan secara lebih efisien dan responsif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan sistem deteksi jalan berlubang berbasis Convolutional Neural Network (CNN) yang terintegrasi dengan GIS?
2. Seberapa akurat sistem deteksi jalan berlubang berbasis CNN dalam mengidentifikasi kerusakan jalan dan memetakan lokasinya menggunakan GIS?
3. Bagaimana implementasi sistem ini dapat meningkatkan keselamatan dan kualitas jalan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan mengembangkan sistem deteksi jalan berlubang berbasis CNN yang terintegrasi dengan GIS untuk pemetaan lokasi kerusakan.
2. Menguji tingkat akurasi sistem deteksi jalan berlubang berbasis CNN dalam mengenali kerusakan jalan dan keakuratan pemetaan lokasi menggunakan GIS.
3. Mengimplementasikan sistem tersebut untuk mendukung peningkatan keselamatan dan kualitas jalan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Bagi Penulis

Memberikan pengalaman langsung dalam mengembangkan sistem berbasis kecerdasan buatan menggunakan CNN dan GIS, serta meningkatkan pemahaman tentang penerapan teknologi dalam solusi masalah dunia nyata.

2. Bagi Jurusan Teknologi Informasi

Menambah referensi penelitian di bidang pengolahan citra dan sistem cerdas, sekaligus memperkuat reputasi jurusan dalam menghasilkan karya inovatif yang relevan dengan kebutuhan masyarakat.

3. Bagi Mahasiswa

Menyediakan sumber referensi dan inspirasi untuk penelitian serupa, khususnya dalam pemanfaatan teknologi *deep learning* dan GIS untuk mengatasi permasalahan infrastruktur.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tetap terfokus, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut.

1. Penelitian hanya berfokus pada deteksi jalan berlubang menggunakan citra yang diolah dengan CNN dan pemetaan lokasi menggunakan GIS.
2. Data citra dan koordinat geografis yang digunakan berasal dari jalan Arteri Gempol–Pasuruan.

3. Sistem ini tidak mencakup perbaikan fisik jalan, tetapi hanya memberikan informasi lokasi dan tingkat kerusakan dalam bentuk peta digital.