

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Infrastruktur jalan memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung mobilitas masyarakat, distribusi barang, dan pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. Jalan yang terpelihara dengan baik dapat meningkatkan efisiensi transportasi, keselamatan pengguna jalan, dan mengurangi biaya ekonomi yang timbul akibat kerusakan jalan, seperti kerusakan kendaraan atau kecelakaan lalu lintas. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2010, jalan merupakan transportasi darat yang mencakup semua bagian jalan beserta bangunan pelengkap yang digunakan untuk lalu lintas. Sebagai infrastruktur utama, jalan berfungsi untuk mendukung kegiatan sosial, budaya, dan ekonomi, serta berperan dalam pemerataan pembangunan antar daerah [1]. Akan tetapi dengan peran sepenting itu, tidak bisa dipungkiri bahwa banyak jalan di Indonesia mengalami kerusakan. Kerusakan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti banjir, gempa bumi, atau seringnya kendaraan dengan muatan berat melintas di atasnya [1]. Kerusakan jalan yang tidak segera ditangani dapat berpotensi membahayakan kehidupan manusia dan hewan, serta menyebabkan kecelakaan yang berakibat fatal [2].

Namun di Indonesia, kerusakan jalan masih menjadi masalah yang sering ditemukan, terutama pada jalan-jalan yang memiliki tingkat lalu lintas tinggi atau berada di wilayah dengan kondisi cuaca ekstrem. Berdasarkan data Kementerian PUPR tahun 2023, sekitar 43,98% jalan berada dalam kondisi baik, 21,86% dalam kondisi sedang, 12,84% rusak, dan 21,32% rusak berat. Di Jawa Timur, sebagai salah satu provinsi dengan infrastruktur jalan terluas, kondisi jalan kabupaten/kota per tahun 2023 mencatat 37% jalan kabupaten/kota per tahun 2023 memiliki kondisi jalan yang tidak baik [3]. Provinsi ini juga menduduki peringkat ketiga nasional dengan jumlah jalan rusak terbanyak. Sidoarjo merupakan salah satu daerah di Jawa Timur yang memiliki kondisi jalan kurang baik. Bupati Sidoarjo, Ahmad Muhdlor Ali, menyebutkan bahwa pada Maret 2024 terdapat 39 titik ruas jalan rusak dan berlubang yang tersebar di 15 kecamatan dari total 18 kecamatan [4].

Kerusakan jalan memiliki dampak serius, salah satunya adalah peningkatan angka kecelakaan lalu lintas. Menurut Korps Lalu Lintas Kepolisian RI (Korlantas POLRI), jumlah kecelakaan lalu lintas di Indonesia pada tahun 2023 mencapai 152.008 kasus, meningkat 10,27% dibandingkan tahun sebelumnya. Jawa Timur menjadi provinsi dengan angka kecelakaan tertinggi, mencapai 31.922 kasus di tahun yang sama [3]. Kerusakan jalan turut menjadi salah satu penyebab signifikan, dengan laporan Kepolisian Negara Republik Indonesia pada tahun 2021 mencatat 40 kasus kecelakaan yang secara langsung diakibatkan oleh kondisi jalan yang rusak [5]. Selain itu menurut penelitian, dampak kerusakan jalan memiliki hubungan yang cukup kuat terhadap kecelakaan, walaupun tidak signifikan secara statistik [6].

Tantangan ini diperburuk oleh proses identifikasi dan pemeliharaan jalan yang sering kali masih dilakukan secara manual, memakan waktu, dan membutuhkan banyak tenaga kerja, terutama pada wilayah yang luas atau sulit dijangkau [2]. Oleh karena itu, solusi berbasis teknologi sangat diperlukan untuk meningkatkan efisiensi pemantauan dan pemeliharaan jalan. Dalam konteks ini, pendekatan berbasis kecerdasan buatan seperti *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur modern seperti *Inception ResNet-V2* menjadi alternatif yang menjanjikan untuk klasifikasi tingkat kerusakan jalan secara lebih akurat dan efisien.

Di era digital, perkembangan teknologi berbasis kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) memberikan peluang besar untuk mengatasi tantangan ini. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam analisis data berbasis citra adalah *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN merupakan salah satu algoritma dari *deep learning* yang merupakan hasil pengembangan dari *Multilayer Perceptron* (MLP) yang dirancang untuk melakukan olah data menjadi bentuk dua dimensi, misalnya yaitu: gambar atau suara [7]. CNN merupakan teknik *deep learning* yang sangat efektif dalam mengenali pola dan fitur dari data visual, seperti citra jalan. CNN telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam bidang pemantauan infrastruktur dan mitigasi bencana [2]. Dalam konteks pemantauan kerusakan jalan, CNN memungkinkan analisis otomatis untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan kerusakan berdasarkan citra digital yang diambil dari kamera atau sensor lainnya. Penggunaan model CNN memungkinkan

proses identifikasi kerusakan jalan dilakukan secara otomatis dan lebih cepat dibandingkan dengan metode manual [8].

Penelitian ini memanfaatkan CNN berbasis arsitektur *Inception ResNet-V2*, yang dikenal memiliki performa unggul dalam menangani data kompleks dan menghasilkan klasifikasi yang akurat. *Inception ResNet-V2* mengintegrasikan konsep *Inception module* yang memungkinkan model untuk belajar dari berbagai skala informasi dalam citra, serta *Residual connections* yang membantu memperbaiki masalah *vanishing gradient* serta *overfitting*, meningkatkan efisiensi pelatihan, dan mendukung akurasi model pada dataset yang lebih besar dan lebih rumit [9]. Dengan demikian, arsitektur ini sangat cocok untuk aplikasi yang memerlukan analisis citra tingkat lanjut, seperti pemantauan kerusakan jalan. Dalam penelitian ini, transfer learning diterapkan dengan memanfaatkan model *Inception ResNet-V2* yang telah dilatih pada dataset besar seperti *ImageNet*. Pendekatan ini memungkinkan model untuk memanfaatkan fitur-fitur yang sudah dipelajari dari dataset yang lebih luas, sehingga mempercepat proses pelatihan dan meningkatkan akurasi meskipun data lokal yang digunakan terbatas.

Keunggulan model *Inception ResNet-V2* juga telah dibuktikan melalui berbagai penelitian terdahulu. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh [10] dengan studi kasus klasifikasi bentuk wajah. Penelitian tersebut membandingkan kinerja model transfer learning *Inception ResNet-V2*, *Xception*, *Inception-V3*, dan *ResNet-50*. Hasilnya menunjukkan bahwa *Inception ResNet-V2* memiliki performa terbaik dengan akurasi mencapai 92%, mengungguli tiga model lainnya. Keberhasilan ini menunjukkan kemampuan *Inception ResNet-V2* dalam mengenali pola kompleks secara lebih efektif dan menghasilkan klasifikasi yang akurat, sehingga relevan untuk diterapkan pada tugas analisis citra lainnya, termasuk klasifikasi kerusakan jalan.

Penelitian ini menggunakan data primer berupa gambar jalan yang diambil secara langsung menggunakan kamera *smartphone*. Gambar tersebut diambil di wilayah Sidoarjo, khususnya pada jalan-jalan berstatus kabupaten atau kota. Selain itu, digunakan pula data sekunder berupa citra jalan dari wilayah Sidoarjo yang diperoleh melalui Google Maps Platform APIs. Untuk mengevaluasi performa model klasifikasi, digunakan metrik akurasi dan *confusion matrix*. Sebagai pelengkap, penelitian ini juga mengembangkan sebuah *website* bernama Lapor

Jalan Rusak yang dibangun menggunakan *Streamlit. Website* ini bertujuan untuk memfasilitasi partisipasi masyarakat dalam melaporkan permasalahan jalan rusak melalui pengunggahan foto. Foto yang diunggah akan diklasifikasikan tingkat kerusakannya oleh model, dan hasil klasifikasi tersebut akan ditampilkan dalam bentuk visualisasi geospasial melalui *dashboard* interaktif.

Dalam penelitian ini, peneliti memilih lokasi penelitian di Sidoarjo dikarenakan peneliti memperoleh informasi lebih lanjut terkait kondisi pemeliharaan jalan di Sidoarjo melalui Kepala Bidang Teknisi Dinas PU Bina Marga Sidoarjo dimana dalam wawancara tersebut mengungkapkan bahwa Dinas PU Bina Marga Sidoarjo saat ini masih menggunakan sistem manual dalam mendata kerusakan jalan, yang sebagian besar bergantung pada pelaporan masyarakat. Data kerusakan jalan yang terkumpul melalui sistem manual ini hanya ditindaklanjuti dengan perbaikan tanpa adanya analisis lebih lanjut mengenai penyebab dan tingkat kerusakan. Selain itu, Dinas PU Bina Marga Sidoarjo juga tidak memiliki sistem digital yang dapat mendata dan menganalisis kerusakan jalan secara efisien.

Kepala Bidang Teknisi Jalan Dinas PU Bina Marga Sidoarjo menyatakan dalam wawancaranya kepada peneliti bahwa jika ada sistem *dashboard* digital yang dapat mendata, menganalisis, dan mengklasifikasikan tingkat kerusakan jalan di Sidoarjo, hal tersebut akan sangat membantu dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemeliharaan jalan di wilayah tersebut. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat memberikan gambaran distribusi kerusakan jalan di wilayah Sidoarjo, yang dapat digunakan oleh pemerintah daerah Sidoarjo atau dalam hal ini pihak terkait yakni Dinas PU Bina Marga Sidoarjo untuk merencanakan pemeliharaan jalan secara lebih efektif dan efisien.

Teknologi pengolahan citra digital dengan menggunakan CNN dapat mempercepat proses survei lapangan dalam identifikasi kerusakan jalan sehingga memungkinkan perbaikan jalan dilakukan dengan lebih cepat dan efisien. Hal ini diharapkan dapat mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh kerusakan jalan, serta memberikan solusi untuk mengelola pemeliharaan jalan secara lebih efektif dan tepat sasaran. Dengan demikian, penelitian ini berpotensi untuk memberikan dampak positif bagi keselamatan pengguna jalan dan efisiensi pengelolaan infrastruktur jalan di Indonesia. Dengan memperhatikan

permasalahan yang telah dipaparkan di atas, peneliti tertarik untuk melakukan implementasi penelitian dengan judul “Klasifikasi Kerusakan Jalan di Sidoarjo Menggunakan CNN berbasis Arsitektur *Inception Resnet-V2*”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, terdapat beberapa masalah yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini. Adapun rumusan masalah yang akan dijawab melalui penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pengumpulan data gambar jalan di wilayah jalan kabupaten/kota Sidoarjo dapat dilakukan secara efektif menggunakan kamera *smartphone* dan Google Maps Platform APIs?
2. Bagaimana tahapan proses pengembangan model *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis arsitektur *Inception ResNet-V2* dapat diimplementasikan untuk melakukan klasifikasi kerusakan jalan berbasis citra?
3. Bagaimana performa model CNN dengan arsitektur *Inception ResNet-V2* dalam mengklasifikasikan kerusakan jalan ke dalam kategori yang telah ditentukan menggunakan evaluasi metrik akurasi dan *confusion matrix*?
4. Bagaimana proses membangun *Website* Laporan Jalan Rusak menggunakan *streamlit*?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, agar kajian dapat lebih fokus dan mendalam, maka terdapat beberapa batasan yang ditetapkan terkait ruang lingkup penelitian. Batasan-batasan ini ditujukan untuk memperjelas aspek-aspek spesifik yang akan dibahas dan diuji coba sehingga penelitian dapat memberikan hasil yang optimal dan sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Adapun batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data gambar jalan yang digunakan dalam penelitian ini hanya mencakup citra jalan di wilayah Sidoarjo dengan status jalan kabupaten/kota, yang berkondisi rusak.

2. Kategori kerusakan jalan dibatasi pada tiga kategori, yaitu Lubang, Retak dan Tidak Rusak.
3. Penelitian hanya menggunakan CNN berbasis arsitektur *Inception ResNet-V2* sebagai metode utama dalam membangun model klasifikasi kerusakan jalan.
4. Metode CNN berbasis *ResNet50* dan *Support Vector Machine* digunakan hanya sebagai pembanding metode utama.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data gambar jalan di Sidoarjo secara manual dan menggunakan Google Maps Platform APIs.
2. Mengembangkan model CNN berbasis arsitektur *Inception ResNet-V2* dalam implementasi klasifikasi kerusakan jalan berbasis citra.
3. Mengukur dan mengevaluasi performa model CNN berbasis arsitektur *Inception ResNet-V2* dalam melakukan klasifikasi kerusakan jalan. Model yang dibangun akan dievaluasi menggunakan metrik akurasi dan *confusion matrix* untuk memastikan kemampuannya dalam membedakan kategori kerusakan jalan.
4. Membangun *Website* Laporan Jalan Rusak menggunakan *Streamlit* yang dapat melihat peta persebaran jalan rusak serta melakukan pelaporan jalan rusak.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini secara keseluruhan dapat memberikan kontribusi baik secara teoretis maupun praktis sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi bagi pengembangan literatur terkait penerapan deep learning, khususnya *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis *Inception ResNet-V2*, dalam klasifikasi kerusakan infrastruktur jalan.
2. Menambah wawasan dan pemahaman tentang proses pengembangan dan optimasi model CNN berbasis *Inception ResNet-V2* dalam bidang deteksi

kerusakan berbasis citra, yang dapat dijadikan referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

3. Membantu instansi pemerintah atau perusahaan pemelihara jalan dalam melakukan pemantauan kondisi jalan secara lebih efisien dan efektif, sehingga dapat mengurangi biaya dan waktu yang diperlukan untuk inspeksi manual.
4. Mempermudah pengambilan keputusan terkait pemeliharaan jalan, dengan hasil klasifikasi kerusakan yang lebih akurat, konsisten, dan berbasis data, yang dapat digunakan untuk merencanakan dan menetapkan prioritas perbaikan jalan.
5. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan keselamatan pengguna jalan dengan mendukung pemeliharaan jalan yang lebih terstruktur, tepat waktu, dan berfokus pada area dengan kerusakan parah. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengurangi dampak ekonomi yang disebabkan oleh kerusakan jalan, seperti kerugian akibat kecelakaan dan biaya perawatan kendaraan yang lebih tinggi. Lebih jauh, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teknologi pemantauan infrastruktur yang lebih maju, efisien, dan andal, sehingga dapat diterapkan secara efektif pada wilayah yang luas atau sulit dijangkau.

Halaman ini sengaja dikosongkan