

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Infrastruktur jalan yang berkualitas memegang peran penting dalam pembangunan dan pertumbuhan ekonomi suatu negara. Jalan yang baik tidak hanya menambah efisiensi mobilitas barang dan jasa, tetapi juga memastikan keselamatan pengguna jalan. Namun, dengan meningkatnya volume kendaraan dan faktor lingkungan, kerusakan jalan menjadi masalah yang tak terhindarkan dan memerlukan perhatian serius (Nguyen dkk, 2021).

Secara tradisional, deteksi kerusakan jalan dilakukan oleh pekerja melalui inspeksi manual untuk melihat kondisi jalan atau menggunakan metode yang memerlukan investasi peralatan mahal dan kompleks. Tentunya proses ini akan memakan waktu, tenaga dan biaya yang besar. Selain itu, cara tradisional ini seringkali subjektif dan tidak konsisten, tergantung pada pengalaman dan penilaian inspektur. Dengan berkembangnya teknologi, terutama di bidang kecerdasan buatan (AI) dan pengolahan citra digital, terbuka peluang untuk mengatasi permasalahan ini secara lebih efisien (Nguyen dkk, 2021).

Convolutional Neural Networks (CNN) yang merupakan sebuah metode dalam deep learning kerap digunakan untuk mengolah data berbentuk grid seperti gambar. CNN telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam berbagai aplikasi pengolahan citra berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya. CNN memiliki potensi yang besar untuk diaplikasikan dalam pengembangan teknologi pendeteksi pola keretakan jalan pada gambar dengan akurasi pengenalan pola yang baik (Islam dkk, 2020).

Long Short-Term Memory (LSTM) networks adalah varian dari Recurrent Neural Networks (RNN) yang dirancang untuk mengatasi masalah dependensi jangka panjang. LSTM sangat efektif dalam memproses dan membuat prediksi berdasarkan data sekuensial, seperti seri waktu atau urutan teks. Dengan menggunakan struktur sel memori, LSTM dapat mengingat informasi untuk durasi yang panjang, membuatnya sangat sesuai untuk tugas-tugas yang memerlukan

pemahaman konteks atau pola yang berkembang seiring waktu. Dalam konteks deteksi keretakan jalan, LSTM dapat dimanfaatkan untuk mempelajari bagaimana keretakan jalan berkembang, memberikan wawasan penting untuk prediksi dan pemeliharaan preventif (Gill dkk, 2021).

Menggabungkan kekuatan Convolutional Neural Networks (CNN) dan Long Short-Term Memory (LSTM) dapat menciptakan algoritma hybrid yang sangat kuat untuk mendeteksi dan menganalisis keretakan jalan. Dalam pendekatan ini, CNN digunakan untuk ekstraksi fitur visual dari gambar keretakan jalan, mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis kerusakan dengan presisi tinggi. Output dari CNN kemudian disalurkan ke LSTM untuk memanfaatkan aspek temporal dan sekuensial dari data (Islam dkk, 2020). Algoritma hybrid ini menggabungkan kemampuan analisis citra yang canggih dengan pemahaman mendalam tentang dinamika keretakan jalan, menawarkan solusi komprehensif untuk pendeteksian keretakan jalan yang lebih efektif dan akurat.

Di sisi lain, penetrasi smartphone, khususnya yang berbasis sistem operasi Android, telah mencapai angka yang sangat tinggi di berbagai lapisan masyarakat. Platform Android menawarkan kemudahan akses dan fleksibilitas yang tinggi, menjadikannya platform yang ideal untuk aplikasi yang memanfaatkan AI. Dengan memanfaatkan kamera smartphone, aplikasi Android yang dilengkapi dengan AI dapat digunakan untuk mengambil gambar permukaan jalan, kemudian algoritma hybrid CNN-LSTM akan menganalisis gambar tersebut untuk mendeteksi adanya keretakan.

Melihat potensi yang ada, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah aplikasi berbasis Android yang mampu mendeteksi keretakan jalan menggunakan teknologi CNN dan LSTM. Aplikasi ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efisien, objektif, dan ekonomis dibandingkan metode inspeksi keretakan jalan yang tradisional. Manfaat dari penelitian ini tidak hanya terbatas pada peningkatan pemeliharaan jalan, tetapi juga berkontribusi pada keselamatan pengguna jalan, pengurangan biaya perbaikan, dan peningkatan pengelolaan infrastruktur jalan secara umum.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan bagi bidang teknik sipil dalam hal pemeliharaan infrastruktur, serta dalam bidang teknologi informasi melalui pengembangan aplikasi mobile yang inovatif. Selain itu, penelitian ini juga memberikan wawasan baru dalam aplikasi teknologi AI, khususnya CNN dan LSTM, untuk solusi praktis dalam masalah kehidupan nyata.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara mengembangkan aplikasi berbasis Android untuk mendeteksi keretakan jalan menggunakan teknologi Hybrid CNN-LSTM?
2. Seberapa akurat dan efisien aplikasi berbasis Android dalam mendeteksi keretakan jalan menggunakan CNN-LSTM?
3. Bagaimana cara mengintegrasikan kode Machine Learning Python ke dalam sebuah aplikasi Android dengan bahasa pemrograman Kotlin menggunakan TensorFlow Lite?

1.3. Tujuan

1. Mengembangkan aplikasi berbasis Android yang mampu mendeteksi keretakan jalan menggunakan Hybrid CNN-LSTM.
2. Menguji dan menganalisis keakuratan serta efisiensi dari model CNN-LSTM dalam mendeteksi keretakan jalan.
3. Membuat integrasi antara Machine Learning Python dengan Android Kotlin menggunakan TensorFlow Lite untuk menghasilkan suatu program yang bekerja dengan optimal.

1.4. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan yang dibagi dalam beberapa hal berikut :

1. Kontribusi Teknologi untuk Pemeliharaan Infrastruktur :

Memudahkan pihak berwenang dan instansi terkait dalam mengidentifikasi dan menangani keretakan jalan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pemeliharaan infrastruktur.

2. Peningkatan Keselamatan dan Kenyamanan Pengguna Jalan :

Dengan deteksi dini keretakan jalan, dapat mengurangi risiko kecelakaan dan meningkatkan kenyamanan berkendara.

3. Dukungan untuk Penelitian Terkait Kecerdasan Buatan :

Penelitian ini diharapkan dapat menyediakan wawasan dan menjadi referensi bagi penelitian lanjutan di bidang pengolahan gambar, aplikasi berbasis Android dan kecerdasan buatan khususnya yang menerapkan teknologi Deep Learning CNN digabungkan dengan LSTM.

1.5. Batasan Masalah

Fokus utama dalam penelitian ini adalah mengembangkan Aplikasi Pendeteksi Keretakan Jalan Berbasis Android Menggunakan Implementasi Hybrid Convolutional Neural Network (CNN) dan Long Short-Term Memory. Oleh karena itu, beberapa batasan masalah telah ditetapkan untuk memastikan bahwa penelitian berjalan secara efektif dan terfokus pada tujuan utama. Berikut ini adalah batasan-batasan masalah tersebut :

1. Jenis Kerusakan Jalan : Aplikasi ini akan terfokus pada pendeteksian jenis-jenis kerusakan jalan tertentu yaitu keretakan dan lubang. Tidak semua jenis kerusakan jalan akan ditangani oleh aplikasi ini.
2. Arsitektur CNN-LSTM : Penelitian ini akan menggunakan arsitektur CNN-LSTM tertentu yang telah dipilih berdasarkan kinerja dan efisiensi untuk aplikasi mobile.
3. Versi Android : Aplikasi ini akan dikembangkan dan diuji coba pada versi Android tertentu. Hal ini untuk memastikan kompatibilitas dan performa aplikasi pada perangkat yang paling umum digunakan.
4. Data Pelatihan dan Pengujian : Data yang digunakan untuk pelatihan dan pengujian model hybrid CNN-LSTM akan terbatas pada kumpulan data yang telah ditentukan.
5. Lingkup Geografis : Penelitian ini akan membatasi area geografis dari mana data dikumpulkan, fokus utamanya adalah pada jalan-jalan di area perkotaan di Indonesia.
6. Pengujian Lapangan : Pengujian aplikasi di lapangan akan dilakukan dalam kondisi dan skenario tertentu, yang telah ditetapkan sebelumnya untuk menilai performa aplikasi dalam kondisi nyata.

7. Limitasi perangkat keras dan perangkat lunak : Penelitian ini akan mempertimbangkan keterbatasan *hardware*, seperti spesifikasi kamera dan kemampuan komputasi dari perangkat ponsel Android, serta keterbatasan kemampuan *software* dalam mengolah data yang banyak.