

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Berdasarkan UU No. 38 Tahun 2004, jalan merupakan bagian sistem transportasi nasional yang mempunyai peranan penting dalam mendukung kegiatan baik di bidang ekonomi, bidang sosial, bidang budaya serta bidang lingkungan (Indonesia, 2004). Hasil penelitian (Suswita *et al.*, 2020) menyimpulkan panjang jalan berpengaruh positif terhadap pertumbuhan ekonomi dikarenakan jalan dapat memperlancar arus barang dan jasa serta mengurangi ketimpangan pembangunan antarwilayah.

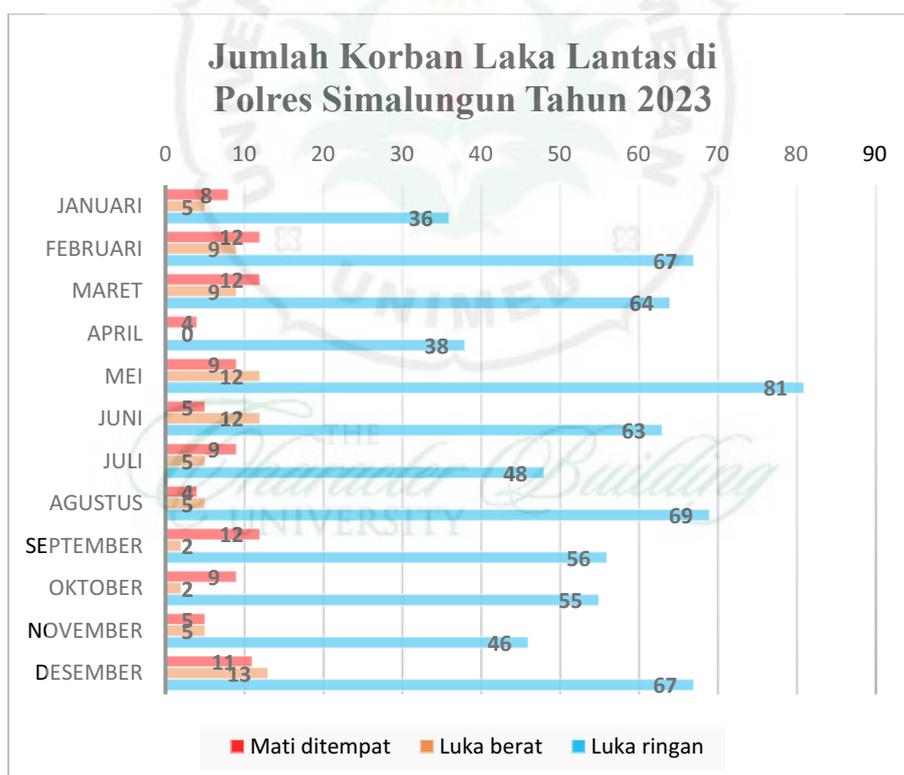
Jalan yang rusak dapat memberikan dampak buruk bagi pengguna jalan. Mayoritas pengemudi menganggap lubang di jalan sebagai bahaya karena jalan yang rusak atau berlubang dapat merusak kendaraan hingga menyebabkan kecelakaan. Saat seorang pengemudi tiba-tiba mengerem kendaraan atau mengelakkan lubang di jalan, ada kemungkinan terjadi tabrakan dengan kendaraan dibelakang atau disampingnya jika pengemudi tersebut tidak berhati-hati dalam situasi tersebut.

Berdasarkan data statistik BPS, terdapat 139.258 kasus kecelakaan pada tahun 2022 di Indonesia (BPS, 2023). Sumatera Utara adalah salah satu provinsi yang memiliki tingkat kecelakaan tertinggi dan diatas rata rata, yaitu 6.418 kasus atau 4,63 persen dari jumlah kecelakaan yang terjadi di Indonesia dengan *traffic accident clock* setiap 82 menit terjadi satu (1) kecelakaan lalu lintas pada wilayah Polda Sumatera Utara (Pusiknas Polri, 2023).

Kabupaten Simalungun merupakan kabupaten terluas ketiga di Sumatera Utara yang berada di lokasi strategis dan berada di Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN) Danau Toba (Manik *et al.*, 2023) yang merupakan kawasan wisata super prioritas yang saat ini tengah menjadi fokus pembangunan pemerintah (Saragih *et al.*, 2021). Kota Pematangsiantar terletak di tengah wilayah Kabupaten Simalungun yang merupakan perlintasan dari wilayah Tapanuli menuju Kota Medan dan dari wilayah

timur menuju wilayah barat, sehingga Kota Pematangsiantar telah ditetapkan sebagai daerah transit oleh pemerintah setempat (Situmorang & Suryawan, 2017). Terdapat 161 jumlah objek wisata yang terbagi dari 52 lokasi wisata budaya, 95 wisata alam, tiga (3) wisata agro, 10 wisata rekreasi dan satu (1) ground camping, dengan kunjungan wisatawan meningkat dari 398.334 orang pada tahun 2021 menjadi 1.889.785 (Manik *et al.*, 2023).

Berdasarkan studi dokumentasi yang telah dilakukan pada tanggal 12 Januari 2024 pada pukul 10:00 di kantor unit laka lintas Polres Simalungun, terdapat 460 kasus kecelakaan diantaranya 100 orang mati di tempat, 79 orang luka berat dan 690 orang luka ringan (Gambar 1.1) dengan total kerugian mencapai Rp 1.300.250.000 yang terjadi di Kabupaten Simalungun.

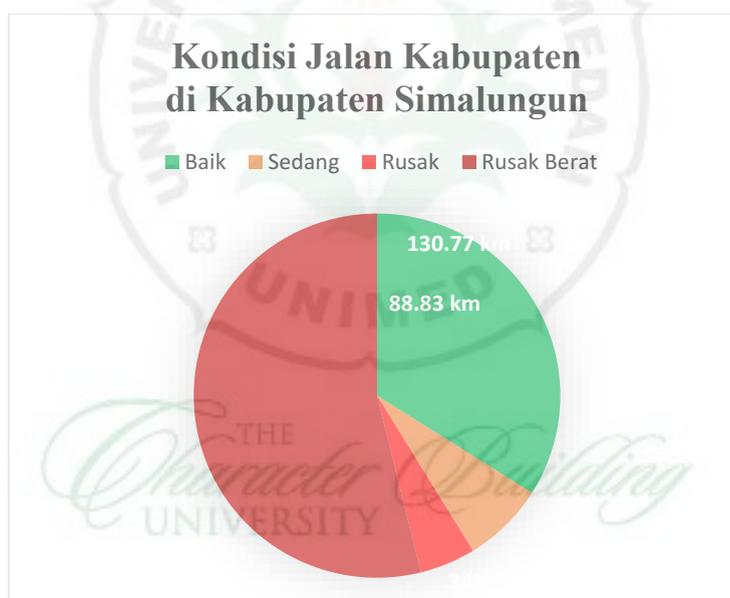


**Gambar 1.1.** Jumlah korban laka lintas di Polres Simalungun tahun 2023

Menurut Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia pada tahun 2017, faktor penyebab terbesar kecelakaan lalu lintas yaitu 61% manusia, diikuti oleh 30% prasarana dan lingkungan dan 9% kendaraan. Pusiknas Polri pada tahun

2023 memberikan informasi terdapat 2.740 kecelakaan yang terjadi di jalan dengan kondisi permukaan yang berlubang, 2.029 kecelakaan terjadi di jalan dengan kondisi permukaan yang berombak, 523 kecelakaan terjadi di jalan dengan kondisi permukaan yang keriting, 469 kecelakaan terjadi di jalan dengan kondisi permukaan yang licin dan 142 kecelakaan terjadi di jalan dengan kondisi permukaan yang berdebu.

BPS Sumatera Utara 2023 menyatakan bahwa terdapat 15,94% jalan provinsi yang rusak (3,68% rusak dan 12,26% rusak berat) di Kabupaten Simalungun (BPS Sumatera Utara, 2023). BPS Kabupaten Simalungun 2023 menyatakan bahwa terdapat 54% (971,33 km) jalan kabupaten dengan kondisi rusak berat, 5% (88,83 km) jalan kabupaten dengan kondisi rusak, 7% (130,77 km) jalan kabupaten dengan kondisi sedang dan 34% (612,85 km) jalan kabupaten dengan kondisi baik (Gambar 1.2) (Manik *et al.*, 2023).



**Gambar 1.2.** Kondisi jalan kabupaten di Kabupaten Simalungun

Berdasarkan wawancara yang dilakukan di kantor Unit Pelayanan Laka Lintas Polres Simalungun pada tanggal 12 Januari 2024 pukul 09:00 dengan Kanit Gakkum IPTU Rudi Junaidi dan Bripka M. Tampubolon, S. H. diperoleh hasil bahwa sepanjang tahun 2023 diperkirakan terdapat kurang lebih 100 kasus kecelakaan dikarenakan jalan yang rusak, namun hanya 40 kasus yang tercatat dikarenakan korban lebih memilih untuk tidak melaporkan atau tidak melanjutkan pemeriksaan karena prosesnya dinilai

tidak efisien. Sebagian besar kasus kecelakaan yang membuat berita acara pemeriksaan merupakan kasus kecelakaan non tunggal yang nantinya akan digunakan sebagai syarat untuk mengklaim asuransi Jasa Raharja, sedangkan mayoritas kecelakaan dikarenakan jalan rusak adalah kecelakaan tunggal yang tidak berhak untuk mengklaim asuransi Jasa Raharja dikarenakan diluar dari lingkup jaminan Jasa Raharja (Kusuma, 2018).

Dalam hubungannya dengan perbaikan jalan rusak yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan, Dinas Pekerjaan Umum menyampaikan bahwa proses perbaikan jalan umumnya dilakukan dengan tiga (3) tahapan, yaitu pencatatan, lelang projek, dan perbaikan (Hidayatullah *et al.*, 2012). Salah satu permasalahan yang menyebabkan terhambatnya perbaikan jalan ini ialah proses pencatatan. Menurut kantor Dinas Pekerjaan Umum, proses pencatatan jalan memerlukan waktu yang relatif lebih lama dikarenakan pencatatan jalan masih dilakukan secara manual, yaitu 1-2 minggu per satu (1) kilometer jalan (Sari *et al.*, 2021). Mengingat relatif lamanya proses pendeteksian dan pencatatan data tersebut, sebuah solusi baru yang dapat mempercepat proses pencatatan dengan tingkat keakuratan yang tinggi perlu ditemukan.

Kemajuan teknologi yang makin merata di kalangan masyarakat hingga saat ini ditandai dengan adanya peningkatan jumlah masyarakat yang memiliki dan menguasai HP setiap tahunnya terutama di daerah Kabupaten Simalungun pada tahun 2022 mencapai 69,93%. Apabila ada aplikasi yang dapat digunakan oleh masyarakat khususnya pengemudi kendaraan yang dapat memberi peringatan dini jika akan melewati jalan yang rusak, maka pengemudi dapat lebih berhati-hati sehingga jumlah kecelakaan dikarenakan kondisi jalan yang buruk kemungkinan besar juga dapat diminimalisasi. Pengguna aplikasi juga dapat berkontribusi dalam sistem informasi geografis dengan melaporkan lokasi jalan rusak sehingga setiap pengguna aplikasi memiliki data yang *up-to-date*. Hal ini juga memungkinkan pemerintah dari dinas terkait untuk lebih sigap dalam mengetahui titik – titik jalan yang rusak tanpa menunggu laporan dari masyarakat yang terkadang menimbulkan korban terlebih dahulu (Hakim, 2015), sehingga memungkinkan perbaikan lebih cepat untuk dimulai sebelum kerusakannya makin parah.

Berbagai metode telah diajukan untuk membuat alat pengklasifikasi jalan rusak, mulai dari menggunakan sensor *accelerometer* pada *smartphone* (Hartono *et al.*, 2017), sensor *Light Detection and Ranging* (LIDAR) dengan Arduino Due (Drajanta & Rivai, 2019), sensor getar dan ultrasonik dengan Raspberry PI (Syah *et al.*, 2019) hingga menggunakan sensor kamera digital dengan menggunakan metode seperti *Support Vector Machine* (SVM) (Sari *et al.*, 2021; Utomo, 2020), *Deep Learning* yang menggunakan metode berbasis CNN (Maeda *et al.*, 2018a; Riyandi *et al.*, 2022; Sasmito *et al.*, 2023) dan lainnya.

Hasil penelitian (Utomo, 2020) membandingkan algoritma *Naïve Bayes*, *K-Nearest Neighbor*, *Support Vector Machine* dan *Decision Tree* untuk mengklasifikasikan jalan yang rusak. *Naïve Bayes* dengan akurasi 30%, *K-Nearest Neighbor* dengan akurasi 60%, *Support Vector Machine* dengan akurasi 40% dan *Decision Tree* dengan akurasi 50% menunjukkan bahwa algoritma tersebut kurang cocok untuk digunakan dalam hal mengklasifikasikan jalan yang rusak. Berbeda dengan hasil penelitian yang menggunakan *Deep Learning* berbasis CNN, (Maeda *et al.*, 2018a) dengan model SSD-MobileNet menghasilkan *recall* dan *precision* 75% dengan waktu inferensi 1.5 detik, (Sasmito *et al.*, 2023) dengan menggunakan model YOLO menghasilkan akurasi 88% dan (Riyandi *et al.*, 2022) membuat model baru dengan akurasi 88% pada *dataset training* dan 99% pada *dataset validasi*, menunjukkan *Deep Learning* cocok untuk mengklasifikasikan kerusakan pada jalan.

Penelitian terkait pembuatan *Geographic Information System* (GIS) untuk pemetaan jalan berlubang telah berhasil dilakukan di Kota Malang (Zunaidi *et al.*, 2019), Surabaya Selatan (Pratama & Utami, 2016) dan Kota Banjarmasin (Zulkipli *et al.*, 2022). Selain itu, terdapat juga pembuatan sistem informasi pelaporan kerusakan dan perbaikan jalan di Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII (Sumirat *et al.*, 2021) serta GIS jalan dan jembatan di Kabupaten Wonogiri (Alim, 2016). Namun, keseluruhan dari sistem informasi geografis yang telah diteliti sebelumnya masih belum mengintegrasikan pengklasifikasi kondisi jalan secara otomatis dan kebanyakan sistem informasi geografis masih berbasis website yang hanya bisa diakses ketika terhubung ke jaringan internet.

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan di atas, suatu penelitian yang berupaya mengembangkan sebuah aplikasi Android yang dapat digunakan untuk

menampilkan titik lokasi jalan yang rusak, memberi peringatan dini akan adanya jalan yang rusak yang akan diperbarui secara berkala serta dapat mengklasifikasikan kondisi jalan berbasis citra digital di Kabupaten Simalungun-Sumatera Utara ingin dilakukan.

Penelitian ini akan dimulai dengan mengimplementasi model klasifikasi kondisi jalan dengan menggunakan metode *transfer learning* pada model *pre-trained* MobileNetV3 yang merupakan salah satu implementasi dari algoritma CNN. Model MobileNetV3 merupakan pengembangan terkini dari MobileNetV2 yang dinilai memiliki akurasi yang lebih tinggi (da Silva *et al.*, 2023; Jakaria & Pardede, 2022) dan *inference time* serta ukuran yang lebih kecil (Pérez Arteaga *et al.*, 2023) dibandingkan dengan *pre-trained* model lainnya yang dijalankan di perangkat *low powered device* seperti *smartphone*. Metode *transfer learning* dilakukan untuk mempercepat proses *training* (Jakaria & Pardede, 2022). Penelitian dilanjutkan dengan pengembangan sistem informasi geografis (GIS) berbasis aplikasi Android dengan integrasi model *machine learning* yang telah dikembangkan sebelumnya mengingat penelitian seperti ini sebelumnya belum pernah dilakukan.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan, dapat diidentifikasi masalah berikut:

1. Salah satu faktor penyebab kecelakaan adalah jalan yang rusak sehingga diperlukan aplikasi yang dapat memberi peringatan dini ketika pengendara akan melewati titik jalan yang rusak.
2. Pendeteksian dan pencatatan jalan yang rusak dilakukan secara manual, yaitu 1-2 minggu per 1 kilometer jalan. Diperlukan solusi baru yang dapat mempercepat proses pencatatan.
3. Belum adanya pemetaan jalan yang rusak yang dapat diakses oleh masyarakat umum.

### 1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Jalan yang dipetakan adalah jalan utama yang berada di bawah status provinsi atau kabupaten dengan tipe permukaan jalan aspal (*paved*) yang berada di Kabupaten Simalungun.
2. Pengguna aplikasi adalah masyarakat yang tinggal atau sedang berada di Kabupaten Simalungun.

### 1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah tersebut dapat dilihat bahwa terdapat masalah yang muncul serta dapat diteliti namun cakupannya masih sangat luas. Oleh karena itu, perlu dilakukan pembatasan masalah pada penelitian ini agar masalah yang akan diteliti lebih fokus dan terarah. Penelitian dibatasi pada masalah-masalah berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada kerusakan cacat permukaan jalan berupa lubang atau *pothole*.
2. Klasifikasi kondisi jalan berbasis citra digital dengan dua (2) kelas, yaitu normal dan berlubang. Kondisi berlubang yang akan digunakan adalah gabungan dari lubang sedang (kedalaman 25-50mm dan lebar 500mm) dan lubang dalam (kedalaman >50mm dan lebar >500mm). Lubang kecil tidak digunakan karena dianggap tidak berbahaya terhadap baik pengendara motor atau mobil.
3. Klasifikasi kondisi jalan hanya dilakukan pada siang hari atau dengan pencahayaan yang cukup.
4. Penelitian ini tidak mempertimbangkan jalur dan arah jalan.
5. Penelitian ini menggunakan rasio *split dataset* 60:20:20, 70:20:10, 80:10:10.

## 1.5 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat dirumuskan adalah:

1. Bagaimana hasil implementasi dan hasil analisis kinerja model *deep learning* implementasi CNN dengan metode *transfer learning* pada *pre-trained* model MobileNetV3 untuk mengklasifikasikan citra digital jalan?
2. Bagaimana hasil pengembangan aplikasi Android yang secara otomatis memotret gambar lalu mengklasifikasi kondisi jalan serta mencatatnya dan dapat memberikan informasi geografis berupa pemetaan jalan rusak kepada masyarakat luas dan secara bersamaan dapat memberikan peringatan dini secara visual dan audio ketika pengendara akan melewati titik jalan yang rusak sehingga pengendara lebih berhati – hati yang dapat meminimalisasi kecelakaan akibat jalan yang rusak?

## 1.6 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengimplementasi dan mengetahui kinerja model *deep learning* implementasi CNN dengan metode *transfer learning* pada *pre-trained* model MobileNetV3 dalam klasifikasi citra digital jalan.
2. Merancang dan mengembangkan aplikasi Android yang secara otomatis memotret gambar lalu mengklasifikasi kondisi jalan serta mencatatnya dan dapat memberikan informasi geografis berupa pemetaan jalan rusak kepada masyarakat luas dan secara bersamaan dapat memberikan peringatan dini secara visual dan audio ketika pengendara akan melewati titik jalan yang rusak sehingga pengendara lebih berhati – hati yang dapat meminimalisasi kecelakaan akibat jalan yang rusak.

## 1.7 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi masyarakat, penelitian ini dapat memberikan informasi berupa titik lokasi jalan yang rusak serta memberikan peringatan dini kepada pengguna jalan atau pengemudi yang akan melewati jalan yang rusak sehingga pengendara lebih berhati-hati sehingga risiko kecelakaan dikarenakan jalan rusak dapat diminimalisasi.
2. Bagi pemerintah dan lembaga terkait, penelitian ini dapat membantu pemerintah dan lembaga terkait dalam mengetahui titik – titik lokasi jalan yang rusak tanpa menunggu laporan dari masyarakat yang terkadang menimbulkan korban terlebih dahulu (Hakim, 2015), sehingga memungkinkan perbaikan lebih cepat untuk dimulai sebelum kerusakannya makin parah.
3. Bagi peneliti, penelitian ini dapat membantu penelitian lanjutan dalam pemanfaatan aplikasi Android, *computer vision*, *deep learning* dan implementasi CNN untuk pemetaan jalan yang rusak.