

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1. Latar Belakang**

Perkembangan infrastruktur transportasi di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir, khususnya pada pembangunan jalan tol sebagai upaya mendukung mobilitas masyarakat dan distribusi logistik. Tingginya tingkat perekonomian negara tentunya tidak terlepas akan kebutuhan infrastruktur (Aprianto et al., 2025). Jalan tol yang juga dikenal sebagai jalan bebas hambatan merupakan infrastruktur vital yang dirancang untuk memfasilitasi lalu lintas kendaraan dengan kecepatan tinggi dan mengurangi kemacetan (Al Khairi et al., 2025). Jalan tol dirancang dengan tujuan mengurangi kemacetan dan meningkatkan kecepatan perjalanan (Apriliyaningsih et al., 2025). Jalan tol memiliki peran yang sangat signifikan bagi perkembangan suatu daerah (Mirza Hawari & Sudiarti, 2022). Seiring dengan meningkatnya jumlah kendaraan setiap tahunnya, volume lalu lintas pada gerbang tol juga mengalami fluktuasi yang cukup tinggi.

Ruas Jalan Tol Surabaya-Malang merupakan salah satu infrastruktur strategis di Provinsi Jawa Timur yang menghubungkan kawasan metropolitan Surabaya dengan wilayah Malang Raya. Jalan Tol Surabaya-Malang yang melalui 2 Kota dan 3 Kabupaten antara lain Kota Malang, Kota Surabaya, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Sidoarjo, dan Kabupaten Malang (Safitri et al., 2024). Jalan tol ini melayani berbagai jenis kendaraan dengan klasifikasi golongan I hingga V yang memiliki karakteristik volume dan pola pergerakan yang berbeda. Tingginya mobilitas masyarakat di koridor Surabaya-Malang menyebabkan fluktuasi volume kendaraan yang cukup signifikan, terutama pada akhir pekan, musim liburan, dan hari besar nasional.

Volume kendaraan pada gerbang tol merupakan data deret waktu (*time series*) yang memiliki pola tren, musiman, serta ketergantungan jangka panjang. Oleh karena itu diperlukan metode prediksi yang mampu menangkap karakteristik *non-linier* dan dependensi temporal dalam data. Salah satu metode yang dinilai efektif dalam memodelkan data deret waktu adalah Long Short Term Memory (LSTM) yang merupakan pengembangan dari Recurrent Neural Network (RNN). LSTM memiliki kemampuan dalam menyimpan dan memproses informasi jangka panjang sehingga sesuai untuk digunakan dalam prediksi volume kendaraan harian.

Berdasarkan uraian tersebut penelitian ini dilakukan untuk membangun model prediksi volume kendaraan pada gerbang tol menggunakan metode Long Short Term Memory (LSTM) dengan memanfaatkan data volume kendaraan harian periode 2023–2025 berdasarkan klasifikasi golongan kendaraan I–V. Model yang dihasilkan diharapkan mampu memberikan hasil prediksi yang akurat serta fleksibel untuk berbagai horizon waktu, baik harian, bulanan, maupun tahunan.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya rumusan masalah dalam laporan magang ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses penerapan metode Long Short-Term Memory (LSTM) dalam memodelkan dan memprediksi volume kendaraan pada gerbang tol?
2. Seberapa akurat metode Long Short-Term Memory (LSTM) dalam memprediksi volume kendaraan berdasarkan data historis yang tersedia?
3. Bagaimana hasil prediksi volume kendaraan dapat dimanfaatkan untuk mendukung pengambilan keputusan operasional pada pengelolaan gerbang tol?
4. Bagaimana karakteristik dan pola data historis volume kendaraan pada gerbang tol?

## **I.3 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan tujuan dari penelitian dalam laporan magang ini adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan metode Long Short-Term Memory (LSTM) dalam membangun model prediksi volume kendaraan berdasarkan data deret waktu (*time series*) menggunakan evaluasi Mean Absolute Error (MAE).
2. Mengukur dan mengevaluasi tingkat akurasi model LSTM dalam memprediksi volume kendaraan menggunakan parameter evaluasi yang sesuai.
3. Memberikan gambaran pemanfaatan hasil prediksi sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan operasional pengelolaan gerbang tol.
4. Menganalisis karakteristik dan pola data historis volume kendaraan pada gerbang tol.

#### **I.4 Manfaat**

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini antara lain:

1. PT Jasamarga (Persero) Tbk. Palimanan – Kanci (Palikanci)  
Hasil penelitian berupa model prediksi volume kendaraan menggunakan metode Long Short-Term Memory (LSTM) dapat dijadikan sebagai bahan masukan dan referensi dalam perencanaan operasional gerbang tol. Prediksi volume kendaraan ini diharapkan dapat membantu dalam pengaturan jumlah gardu tol yang beroperasi, pengelolaan arus lalu lintas, serta peningkatan kualitas pelayanan kepada pengguna jalan tol.
2. Masyarakat  
Dengan adanya sistem prediksi volume kendaraan, diharapkan pengelolaan lalu lintas pada gerbang tol menjadi lebih optimal sehingga dapat mengurangi antrean dan kepadatan kendaraan. Hal ini dapat meningkatkan kenyamanan, efisiensi waktu perjalanan, serta keselamatan pengguna jalan tol.
3. Penulis  
Menambah pengetahuan dan pengalaman dalam menerapkan metode Deep Learning, khususnya Long Short-Term Memory (LSTM), pada permasalahan nyata di bidang transportasi. Selain itu, penelitian ini menjadi sarana untuk mengaplikasikan ilmu yang diperoleh selama perkuliahan ke dalam kondisi operasional yang sebenarnya di lapangan.
4. Kampus Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan (PKTJ)  
Sebagai bentuk kontribusi akademik dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang manajemen dan rekayasa transportasi, khususnya dalam pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan untuk mendukung sistem transportasi yang lebih efektif dan efisien.

#### **I.5 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup dalam penelitian ini dibatasi agar pembahasan lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Adapun batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek Penelitian  
Penelitian ini menggunakan data volume kendaraan pada gerbang tol yang berada pada ruas Jalan Tol Surabaya–Malang di Provinsi Jawa Timur, meliputi GT Purwodadi, GT Lawang, GT Singosari, GT Pakis, dan GT Malang.

2. Jenis Data  
Data yang digunakan berupa data historis volume kendaraan harian periode tahun 2023 hingga 2025, yang diperoleh dalam format Microsoft Excel dan telah dipisahkan berdasarkan:
  - Gerbang tol
  - Arah lalu lintas (masuk dan keluar)
  - Golongan kendaraan I, II, III, IV, dan V
3. Pendekatan dan Metode  
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Long Short Term Memory (LSTM) sebagai salah satu metode deep learning untuk pemodelan data deret waktu (*time series*). Penelitian ini tidak membandingkan secara mendalam dengan metode prediksi lainnya, kecuali sebagai referensi pendukung.
4. Proses Pengolahan Data  
Tahapan pengolahan data meliputi preprocessing data, normalisasi, pembentukan data supervised learning menggunakan teknik *sliding window*, pelatihan model, serta evaluasi kinerja model.
5. Output Penelitian  
Hasil penelitian berupa model prediksi volume kendaraan per golongan kendaraan pada masing-masing gerbang tol, dengan kemampuan melakukan prediksi dalam jangka waktu tertentu sesuai kebutuhan pengguna (harian, bulanan, atau tahunan).
6. Batasan Variabel  
Penelitian ini hanya menggunakan data historis volume kendaraan sebagai variabel utama tanpa memasukkan variabel eksternal seperti kondisi cuaca, hari libur nasional, atau faktor ekonomi.

## **I.6 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Magang**

Kegiatan magang dalam rangka penyusunan laporan ini dilaksanakan di PT. Jasamarga Pandaan Malang, yang beralamat di Plaza, Jl. Tol Singosari Jl. Raya Karanglo, Karanglo, Banjararum, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang, Jawa Timur 65153. Perusahaan tersebut merupakan badan usaha yang bergerak di bidang pengelolaan dan operasional jalan tol, khususnya pada ruas Tol Pandaan–Malang. Adapun waktu pelaksanaan magang berlangsung selama kurang lebih tiga bulan, terhitung mulai tanggal 12 Agustus 2026 hingga 12 Februari 2026. Selama periode tersebut, penulis melaksanakan kegiatan yang berkaitan dengan pengumpulan, pengolahan, serta analisis data volume kendaraan

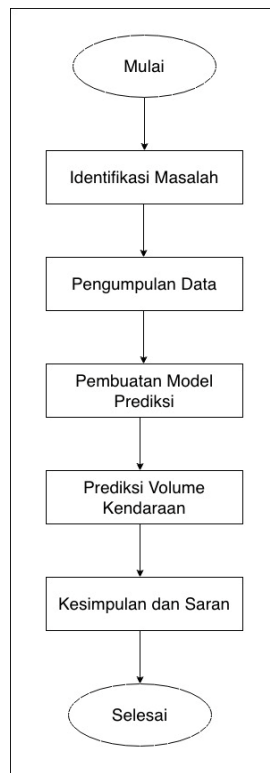
pada gerbang tol sebagai dasar dalam penyusunan penelitian mengenai prediksi volume kendaraan menggunakan metode Long Short-Term Memory (LSTM).

## I.7 Metode Kegiatan

Program magang dilaksanakan selama 6 bulan, terhitung mulai tanggal 12 Agustus 2026 hingga 12 Februari 2027 di PT. Jasamarga Pandaan Malang yang berlokasi di Plaza, Jl. Tol Singosari Jl. Raya Karanglo, Karanglo, Banjararum, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Dalam pelaksanaannya, taruna Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan terlibat secara langsung dalam berbagai kegiatan operasional perusahaan, baik di dalam maupun di luar kantor, sesuai dengan inti pokok kegiatan yang telah ditetapkan. Kegiatan tersebut meliputi pengumpulan dan pengolahan data lalu lintas, analisis volume kendaraan pada gerbang tol, serta penyusunan model prediksi sebagai bagian dari tugas dan tanggung jawab selama kegiatan magang berlangsung.

### I.7.1 Bagan Alir Penelitian

Metode kegiatan dalam pelaksanaan magang ini disusun secara sistematis sesuai dengan tahapan penelitian yang ditunjukkan pada diagram alur seperti tampak pada gambar I.1 berikut.



**Gambar I.1** Diagram Penelitian

- 1 **Mulai**  
Tahap awal kegiatan magang dimulai dengan memahami ruang lingkup pekerjaan, sistem operasional perusahaan, serta kebutuhan data yang berkaitan dengan volume kendaraan pada gerbang tol.
- 2 **Identifikasi Masalah**  
Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap permasalahan yang ada, yaitu fluktuasi volume kendaraan pada gerbang tol yang memerlukan metode prediksi untuk mendukung pengambilan keputusan operasional.
- 3 **Pengumpulan Data**  
Tahap ini meliputi pengumpulan data historis volume kendaraan dari PT. Jasamarga Pandaan Malang. Data yang diperoleh kemudian dipelajari untuk mengetahui karakteristik, pola, serta kelengkapan data yang akan digunakan dalam proses pemodelan.
- 4 **Pembuatan Model Prediksi**  
Pada tahap ini dilakukan proses pengolahan dan prapemrosesan data, seperti pembersihan data dan normalisasi, kemudian dilanjutkan dengan perancangan dan pelatihan model menggunakan metode Long Short-Term Memory (LSTM) untuk membangun sistem prediksi volume kendaraan.
- 5 **Prediksi Volume Kendaraan**  
Model yang telah dilatih kemudian digunakan untuk melakukan prediksi terhadap volume kendaraan berdasarkan data historis. Hasil prediksi dibandingkan dengan data aktual untuk mengetahui tingkat akurasi model.
- 6 **Kesimpulan dan Saran**  
Tahap ini merupakan tahap akhir yang berisi analisis hasil prediksi, penarikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, serta penyusunan saran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan selanjutnya.
- 7 **Selesai**  
Kegiatan penelitian dan penyusunan laporan magang dinyatakan selesai setelah seluruh tahapan dilaksanakan dan hasilnya didokumentasikan dalam bentuk laporan.

