

SKRIPSI
PREDIKSI VOLUME KENDARAAN PADA
GERBANG TOL MENGGUNAKAN METODE
LONG SHORT TERM MEMORY (LSTM)

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan mencapai gelar Sarjana
Terapan Transportasi pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa
Sistem Transportasi Jalan



Disusun oleh:

HAFIZAN ROFIQY ILMAN

22013071

PROGRAM SARJANA TERAPAN
REKAYASA SISTEM TRANSPORTASI JALAN
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
2026

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

PREDIKSI VOLUME KENDARAAN PADA GERBANG TOL MENGGUNAKAN METODE LONG SHORT TERM MEMORY (LSTM)

*VEHICLE VOLUME PREDICTION AT TOLL GATES USING LONG SHORT-TERM
MEMORY (LSTM)*

Disusun oleh:

Hafizan Rofiqy Ilman

22013071

Telah disetujui oleh:

Pembimbing 1



Buang Turasno A.T.D., M.T.

NIP. 19880528 201902 1 002

Tanggal, 13 Juni 2026

Pembimbing 2



Joko Siswanto, S.Kom., M.Kom.

NIP. 19880528 201902 1 002

Tanggal, 20 Juni 2026

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI
PREDIKSI VOLUME KENDARAAN PADA GERBANG TOL MENGGUNAKAN
METODE LONG SHORT TERM MEMORY (LSTM)
VEHICLE VOLUME PREDICTION AT TOLL GATES USING LONG SHORT-TERM
MEMORY (LSTM)

Disusun oleh:

Hafizan Rofiqy Ilman

22013071

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada tanggal2.4.....Juni..... 2026

Ketua Sidang

Reza Yoga Anindita, S.Si., M.Si
NIP. 19851128 201902 1 001



Tanda Tangan

Penguji 1

Frans Tohom, S.T., M.T.
NIP.19880605 201902 1 004



Tanda Tangan

Penguji 2

Buang Turasno A.TD., M.T
NIP. 19880528 201902 1 002



Tanda Tangan

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan



Alfian Baharuddin, S.SiT., M.T.
NIP. 19840923 200812 1 002

HALAMAN PERNYATAAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hafizan Rofiqy Ilman

Notar : 22013071

Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul "**PREDIKSI VOLUME KENDARAAN PADA GERBANG TOL MENGGUNAKAN METODE LONG SHORT TERM MEMORY (LSTM)**" adalah hasil karya saya sendiri. Semua sumber yang saya gunakan dalam penelitian ini telah saya sebutkan dengan jelas dan rinci dalam daftar pustaka dan diidentifikasi dengan tepat dalam teks skripsi ini.

Saya menyatakan bahwa skripsi ini belum pernah diajukan sebagai karya yang sama untuk memperoleh gelar sarjana terapan transportasi dalam institusi manapun. Apabila terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil karya pihak lain, saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.

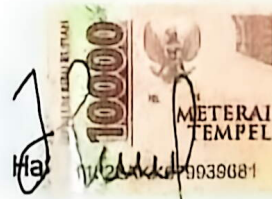
Saya juga menyatakan bahwa semua data, hasil penelitian, dan temuan yang termuat dalam skripsi ini adalah hasil karya dan kontribusi saya sendiri, kecuali jika diindikasikan sebaliknya dengan jelas. Saya tidak menggunakan pekerjaan atau kontribusi pihak lain tanpa persetujuan dan atribusi yang sesuai.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Tegal, 17 Juni

2026 Yang

Menyatakan



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan segala berkah serta petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Dalam momentum penuh kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan apresiasi yang mendalam atas dukungan dan bimbingan yang tak ternilai selama proses penyusunan skripsi dengan judul "**PREDIKSI VOLUME KENDARAAN PADA GERBANG TOL MENGGUNAKAN METODE LONG SHORT TERM MEMORY (LSTM)**" ini. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Bambang Istiyanto, S.SiT., M.T. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.
2. Bapak Alfian Baharuddin, S.SiT., M.T selaku Kepala Jurusan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan.
3. Bapak Buang Turasno, A.TD., M.T selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Joko Siswanto, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing II.
5. Kedua Orang Tua saya yang telah membesarkan serta mendidik saya dengan penuh kasih sayang sampai saat ini.
6. Senior dan Junior serta Teman – teman Angkatan 33 terkhusus RSTJ C

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penelitian ini. Akhir kata, semoga skripsi ini memberikan manfaat dalam perjalanan kami di dunia profesional.

Tegal, 17 Juni
2026 Yang
Menyatakan



Hafizan Rofiqy Ilman

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN SKRIPSI	iiiv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Batasan Masalah	3
I.4 Tujuan Penelitian	4
I.5 Manfaat Penelitian.....	4
I.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
II.1 Jalan Tol	7
II.2 Lalu Lintas	8
II.3 Volume Lalu Lintas	12
II.4 Volume Kendaraan.....	15
II.5 Prediksi Volume Kendaraan	19
II.6 LSTM (Long Short-Term Memory).....	21
II.7 Penelitian Relevan	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	25
III.1 Lokasi Penelitian	26
III.2 Diagram Alir Penelitian	25
III.3 Metode Pengumpulan Data	29
III.4 Pembuatan Model Prediksi	29
BAB IV METODE PENELITIAN	42
IV.1 Model Prediksi Volume Kendaraan.....	42
IV.2 Hasil Prediksi Volume Kendaraan	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	77
V.1 Kesimpulan	77

V.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Struktur Sel LSTM.....	23
Gambar III.1	Peta Ruas Jalan Tol Jasamarga Pandaan-Malang	25
Gambar III.2	Bagan Alir Penelitian	26
Gambar IV.1	Kurva Standar Deviasi Gabungan Volume Kendaraan.....	43
Gambar IV.2	Dekomposisi STL Total Gabungan Volume Kendaraan	45
Gambar IV.3	Pembagian Data Training, Validation, dan Testing	48
Gambar IV.4	Kurva Konvergensi Optimasi parameter Optuna	51
Gambar IV.5	Grafik Training Loss dan Validation Loss	56
Gambar IV.6	Distribusi Error Prediksi Model LSTM.....	57
Gambar IV.7	Hasil Prediksi Pada Data Testing	58
Gambar IV.8	Prediksi Bulanan Golongan 1 Per Gerbang.....	65
Gambar IV.9	Prediksi Bulanan Golongan 2 Per Gerbang.....	66
Gambar IV.10	Prediksi Bulanan Golongan 3 Per Gerbang.....	67
Gambar IV.11	Prediksi Bulanan Golongan 4 Per Gerbang.....	68
Gambar IV.12	Prediksi Bulanan Golongan 5 Per Gerbang.....	68
Gambar IV.13	Heatmap Correlation Dataset Aktual Bulanan Golongan 1	71
Gambar IV.14	Heatmap Correlation Dataset Aktual Bulanan Golongan 2	72
Gambar IV.15	Heatmap Correlation Dataset Aktual Bulanan Golongan 3	73
Gambar IV.16	Heatmap Correlation Dataset Aktual Bulanan Golongan 4	74
Gambar IV.17	Heatmap Correlation Dataset Aktual Bulanan Golongan 5	75

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Klasifikasi LOS berdasarkan nilai DS menurut PKJI	9
Tabel II.2	Penelitian Relevan	23
Tabel IV.1	Arsitektur Model LSTM Total Gabungan	49
Tabel IV.2	Ruang Pencarian Parameter Model.....	50
Tabel IV.3	Hasil Parameter Terbaik Model LSTM	52
Tabel IV.4	Ringkasan Proses Training Model.....	55
Tabel IV.5	Informasi Umum Hasil Predict Volume Kendaraan.....	61
Tabel IV.6	Rekap Hasil Predict Bulanan Volume Kendaraan Tahun 2026	62
Tabel IV.7	Ringkasan Total Prediksi Tahun 2026 Per Gerbang dan Arah	63
Tabel IV.8	Ringkasan Hasil Tahun 2026	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Volume Kendaraan Tahun 2023-2025.	85
Lampiran 2	Data Skenario Pengujian Parameter.....	88
Lampiran 3	Data <i>Predict</i> Setiap Golongan Kendaraan.	92
Lampiran 4	Data Hasil Perbandingan Data Aktual dan Data <i>Predict</i>	93
Lampiran 5	Data Hasil Perbandingan Data Aktual dan Data <i>Predict</i>	93
Lampiran 6	Peta prediksi volume kendaraan Bulan Januari.....	115
Lampiran 7	Peta prediksi volume kendaraan Bulan Februarii	115
Lampiran 8	Peta prediksi volume kendaraan Bulan Maret.....	115
Lampiran 9	Peta prediksi volume kendaraan Bulan April	115
Lampiran 10	Peta prediksi volume kendaraan Bulan Mei.....	116
Lampiran 11	Peta prediksi volume kendaraan Bulan Juni	116
Lampiran 12	Peta prediksi volume kendaraan Bulan Juli	116
Lampiran 13	Peta prediksi volume kendaraan Bulan Agustus	116
Lampiran 14	Peta prediksi volume kendaraan Bulan September	115
Lampiran 15	Peta prediksi volume kendaraan Bulan Oktober	115
Lampiran 16	Peta prediksi volume kendaraan Bulan November	115
Lampiran 17	Peta prediksi volume kendaraan Bulan Desember	115

ABSTRAK

Jalan Tol Pandaan–Malang merupakan salah satu ruas tol dengan tingkat utilisasi tinggi yang menghubungkan Surabaya dengan Kota Malang. Fluktuasi volume kendaraan yang dipengaruhi hari kerja, akhir pekan, dan musim libur menyulitkan perencanaan kapasitas gardu tol, sementara metode statistik konvensional seperti ARIMA, Double Moving Average, dan Double Exponential Smoothing memiliki keterbatasan dalam menangkap pola nonlinier dan ketergantungan temporal jangka panjang pada data volume kendaraan. Penelitian ini bertujuan membangun model prediksi volume kendaraan menggunakan metode Long Short-Term Memory (LSTM) dengan target akurasi sebesar 70%, serta mengevaluasi hasil prediksi pada lima gerbang tol ruas Pandaan–Malang (Gerbang Tol Purwodadi, Lawang, Pakis, Singosari, dan Malang) selama 12 bulan mendatang. Penelitian menggunakan data historis volume kendaraan periode Januari 2023 hingga Desember 2025 yang diperoleh dari sistem Traffic Collection PT Jasamarga Pandaan Malang. Tahapan penelitian meliputi preprocessing data (penanganan missing values dan outliers, agregasi data bulanan, normalisasi StandardScaler), eksplorasi data, pembentukan arsitektur model LSTM dengan optimasi hyperparameter menggunakan Optuna, pelatihan model, evaluasi, hingga prediksi. Hasil evaluasi pada data testing menunjukkan model memperoleh nilai RMSE sebesar 2.785,34, MAE sebesar 2.021,40, MAPE sebesar 3,43%, dan R^2 sebesar 0,8833, yang menunjukkan tingkat kesalahan prediksi rendah dan kemampuan model menjelaskan hubungan data aktual dengan hasil prediksi secara baik. Hasil prediksi menunjukkan total volume kendaraan tahun 2026 diperkirakan mencapai 20.584.344 kendaraan, dengan volume bulanan tertinggi pada Juli 2026 dan terendah pada Februari 2026, serta Gerbang Tol Singosari sebagai gerbang dengan volume tertinggi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar perencanaan kapasitas operasional gerbang tol bagi PT Jasamarga Pandaan Malang dan Badan Pengatur Jalan Tol.

Kata kunci: prediksi volume kendaraan, *Long Short-Term Memory* (LSTM), gerbang tol, *time series*, Optuna

ABSTRACT

The Pandaan–Malang Toll Road is a high-utilization toll corridor connecting Surabaya and Malang City. Fluctuations in vehicle volume influenced by weekdays, weekends, and holiday seasons make toll gate capacity planning difficult, while conventional statistical methods such as ARIMA, Double Moving Average, and Double Exponential Smoothing have limitations in capturing nonlinear patterns and long-term temporal dependencies in vehicle volume data. This study aims to build a vehicle volume prediction model using the Long Short-Term Memory (LSTM) method with a target accuracy of 70%, as well as to evaluate the prediction results at five toll gates along the Pandaan–Malang road (Purwodadi, Lawang, Pakis, Singosari, and Malang Toll Gates) for the next 12 months. The study used historical vehicle volume data from January 2023 to December 2025 obtained from the Traffic Collection system of PT Jasamarga Pandaan Malang. The research stages included data preprocessing (handling missing values and outliers, monthly data aggregation, StandardScaler normalization), exploratory data analysis, LSTM model architecture design with hyperparameter optimization using Optuna, model training, evaluation, and prediction. Evaluation results on the testing data showed that the model achieved an RMSE of 2,785.34, an MAE of 2,021.40, an MAPE of 3.43%, and an R^2 of 0.8833, indicating a low prediction error rate and a strong ability of the model to explain the relationship between actual and predicted data. The prediction results showed that the total vehicle volume for 2026 is estimated to reach 20,584,344 vehicles, with the highest monthly volume occurring in July 2026 and the lowest in February 2026, while Singosari Toll Gate recorded the highest volume among the five gates. The results of this study are expected to serve as a basis for operational capacity planning at toll gates for PT Jasamarga Pandaan Malang and the Toll Road Regulatory Agency (BPJT).

Keywords: vehicle volume prediction, Long Short-Term Memory (LSTM), toll gate, time series, Optuna