

BAB IV

PENUTUP

IV.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan magang dan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses penerapan metode Long Short-Term Memory (LSTM) dalam penelitian ini dilakukan melalui tahapan pengumpulan data historis volume kendaraan, prapemrosesan data (pembersihan dan normalisasi), pembagian data menjadi data latih dan data uji, perancangan arsitektur model LSTM, pelatihan model, serta pengujian menggunakan metode Non-Recursive dan Recursive. Model LSTM mampu mempelajari pola temporal dari data deret waktu sehingga dapat digunakan untuk melakukan prediksi volume kendaraan.
2. Tingkat akurasi model LSTM diukur menggunakan parameter Mean Absolute Error (MAE). Berdasarkan hasil pengujian, model menunjukkan tingkat kesalahan yang relatif kecil sehingga dapat dikatakan memiliki performa yang cukup baik dalam memprediksi volume kendaraan berdasarkan data historis. Berdasarkan gambar hasil pengujian, model LSTM dengan metode Non-Recursive dan Recursive sama-sama mampu mengikuti pola umum pergerakan volume kendaraan. Pada pengujian Non-Recursive, prediksi terlihat lebih mendekati data aktual karena model masih menggunakan nilai aktual sebagai input pada setiap langkah, sehingga selisih yang terjadi relatif lebih kecil. Sedangkan pada pengujian Recursive, prediksi cenderung lebih stabil dan bertahap, namun perbedaan dengan data aktual semakin terlihat seiring bertambahnya periode prediksi akibat penggunaan hasil prediksi sebelumnya sebagai input, yang menyebabkan terjadinya akumulasi kesalahan. Secara keseluruhan, model mampu menangkap tren data, tetapi masih kurang responsif terhadap fluktuasi atau lonjakan volume kendaraan yang terjadi secara tiba-tiba.
3. Hasil prediksi volume kendaraan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan operasional, seperti pengaturan jumlah gardu tol yang dibuka, pengelolaan arus lalu lintas, serta perencanaan

pelayanan pada periode tertentu yang diperkirakan mengalami peningkatan volume kendaraan.

4. Data historis volume kendaraan pada gerbang tol memiliki karakteristik sebagai data time series dengan pola yang dipengaruhi oleh perbedaan hari kerja dan akhir pekan, hari libur nasional, serta periode liburan tertentu. Pola tersebut menunjukkan adanya tren dan fluktuasi musiman yang memerlukan pendekatan pemodelan berbasis deep learning untuk menangkap dependensi jangka pendek dan jangka panjang secara efektif.

IV.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan selanjutnya sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan kemampuan model dalam menangkap lonjakan volume kendaraan yang terjadi secara tiba-tiba, penelitian selanjutnya dapat menambahkan variabel eksternal seperti data cuaca, kalender hari libur nasional, musim liburan sekolah, maupun data kejadian khusus yang berpotensi memengaruhi peningkatan arus lalu lintas.
2. Perlu dilakukan pengembangan dan perbandingan dengan metode lain, seperti Gated Recurrent Unit (GRU), ARIMA, atau model hybrid, guna memperoleh metode yang memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dan mampu meminimalkan akumulasi kesalahan pada prediksi jangka panjang.
3. Pengujian model dapat dilakukan dengan periode data yang lebih panjang serta variasi skenario pelatihan untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model terhadap berbagai kondisi lalu lintas.
4. Untuk implementasi operasional, disarankan pengembangan sistem prediksi berbasis real-time yang terintegrasi dengan sistem operasional gerbang tol, sehingga hasil prediksi dapat dimanfaatkan secara langsung dalam pengaturan jumlah gardu dan manajemen arus kendaraan.
5. Perlu dilakukan evaluasi berkala terhadap performa model apabila diterapkan secara nyata, karena pola lalu lintas dapat berubah seiring waktu akibat perkembangan infrastruktur maupun perubahan perilaku pengguna jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah Ritonga, & Yahfizham Yahfizham. (2023). Studi Literatur Perbandingan Bahasa Pemrograman C++ dan Bahasa Pemrograman Python pada Algoritma Pemrograman. *Jurnal Teknik Informatika Dan Teknologi Informasi*, 3(3), 56–63. <https://doi.org/10.55606/jutiti.v3i3.2863>
- Al Khairi, S., Rio Adriansyah, A., Rosyidi, L., Informatika, T., Tinggi, S., Terpadu, T., Fikri, N., & Selatan, J. (2025). PERBANDINGAN XGB REGRESSOR DENGAN ALGORITMA LAIN UNTUK PREDIKSI TARIF TOL. *Journal of Digital Business and Technology Innovation (DBESTI)*, 2(1), 127–132. <https://journal.nurulfikri.ac.id/index.php/DBESTI>
- Aprianto, R., Yunanta, O. A. I., Hadi, S., & Tohom, F. (2025). Prediksi dan rekomendasi penanganan kinerja lalu lintas kawasan Exit Tol Ngawen pada tahun 2025 dan 2028. *Region: Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Perencanaan Partisipatif*, 20(2), 462. <https://doi.org/10.20961/region.v20i2.90245>
- Apriliyaningsih, S., Apud Saepudin, E., Amelia Putri, R., Karmelia, A., & Ramadila Sandi, M. (2025). Kebijakan Pembangunan Infrastruktur Jalan Tol Evaluasi Dampak Pembangunan Jalan Tol Terhadap Peningkatan Konektivitas Antar Daerah, Pertumbuhan Ekonomi Regional, serta Dampaknya Terhadap Masyarakat dan Lingkungan Hidup. 1(2), 44–53. <https://indojournal.com/index.php/ekopedia>
- Hadi, I., & Surbakti, L. P. (2026). Analisis Kinerja Keuangan PT Jasa Marga Tbk pada Sektor Infrastruktur di Bursa Efek Indonesia: Studi Rasio Keuangan 2019-2024. *Jurnal Akademi Akuntansi Indonesia Padang*, 5(2), 310–321. <https://doi.org/10.31933/zaz8yk67>
- Heru Widiyanto, M., & Mayasari, R. (2023). IMPLEMENTASI TIME SERIES PADA DATA PENJUALAN DI GAIKINDO MENGGUNAKAN ALGORITMA SEASONAL ARIMA. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 7, Number 3). <https://files.gaikindo.or.id/>
- Iskandar Mulyana, D. (2022). Optimasi Prediksi Harga Uang Vaname dengan Metode RMSE dan MAE Dalam Algoritma Regresi Linier. In *Marjuki Jurnal Ilmiah Betrik* (Vol. 13, Number 01).
- Kusuma, A. P. (2023). *ABSTRACT RECURRENT NEURAL NETWORK (RNN) BASED ON LONG-SHORT TERM MEMORY (LSTM) FOR INFLATION FORECASTING IN INDONESIA.*
- Mirza Hawari, H., & Sudiarti, S. (2022). Analysis of the Impact of the Covid-19 Pandemic on Traffic Volume and Revenue at PT. Jasa Marga Belmera Branch Analisis Dampak Pandemi Covid-19 Terhadap Volume Lalu Lintas dan Pendapatan pada PT. Jasa Marga Cabang Belmera. In *Journal of Indonesian Management* (Vol. 2, Number 2).
- Pinka Ananda. (2025). *PREDIKSI JUMLAH SAMPAH BERBASIS LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM) PADA TEMPAT PEMROSESAN AKHIR (TPA) BUMIAYU PRINGSEWU.*
- Rama Samudra, M., Marcellina, D., Yulianti, E., Roni Coyanda, J., & Pratiwi Putri, I. (2024). Penerapan Metode Forecasting Dalam Menentukan Prediksi Jumlah Mahasiswa Baru Dengan Menggunakan Single Exponential Smoothing.

- Ramadhan, F., & Fachrie, M. (2024). IMPLEMENTASI ALGORITMA LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM) PADA SISTEM PREDIKSI HASIL PANEN SAWIT. *Jurnal Informatika Teknologi Dan Sains*.
- Rosyd, A., Irma Purnamasari, A., & Ali, I. (2024). PENERAPAN METODE LONG SHORT TERM MEMORY (LSTM) DALAM MEMPREDIKSI HARGA SAHAM PT BANK CENTRAL ASIA. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 8, Number 1).
- Safitri, S. I., Yudono, A., & Firdausiyah, N. (2024). PENGARUH JALAN TOL TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI KOTA/KABUPATEN YANG DILALUI JALAN TOL SURABAYA-MALANG.
- Saputra, R., Gusti Alamsyah, A., Tjoanda, M., Nick, K., Cornelius, A., Fery Herdiatmoko, H., & Katolik Musi Charitas, U. (2024). ANALISIS PREDIKSI SAHAM TESLA MENGGUNAKAN ALGORITMA LONG SHORT TERM MEMORY (LSTM). *Journal of Computer Science and Information Technology (JCSIT)*, 2(1).
- Silalahi, R. N., & Muljono, M. (2024). Perbandingan Kinerja Metode Linear Regression, LSTM dan GRU Untuk Prediksi Harga Penutupan Saham Coco-Cola. *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, 13(2), 201–211. <https://doi.org/10.34010/komputika.v13i2.12265>
- Simanjuntak, H. T. A., Lumbanraja, A., Samosir, G., & Regita. (2025). Prediksi Single-Step dan Multi-Step Data Cuaca Menggunakan Model Long Short-Term Memory dan Sarima. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 12(2), 399–410. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2025129444>
- Sunandar, H., & Hasan, Y. (2024). Pelatihan Train dan Test Deteksi Objek dengan Yolo dan Google Colab di Madrasah Mutawassithah Al-'Aliy (MMA) Pondok Pesantren Ats-Tsaqofiy. *Pelatihan Train dan Test Deteksi Objek dengan Yolo dan Google Colab di Madrasah Mutawassithah Al-'Aliy (MMA) Pondok Pesantren Ats-Tsaqofiy*. <http://ejournal.ust.ac.id/index.php/ULEAD>