
Optimasi Algoritma *Long Short-Term Memory* dengan *Adaptive Moment Estimation* untuk Estimasi Jumlah Penumpang Bus Transjakarta

Gabriel Yoda Gustiegan¹, Sri Wulandari, Rusdah²

Universitas Budi Luhur, Indonesia

Email: 2111601429@student.budiluhur.ac.id, rusdah@student.budiluhur.ac.id

Abstrak:

Pandemi COVID-19 menyebabkan perubahan drastis dalam pola penggunaan transportasi umum di Jakarta, termasuk penurunan tajam dan lonjakan jumlah penumpang Bus Transjakarta. Fluktuasi ini menimbulkan tantangan dalam merancang estimasi kebutuhan layanan di masa depan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model prediksi jumlah penumpang Transjakarta yang akurat dengan mengoptimalkan algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM) menggunakan metode *Adaptive Moment Estimation*. Metode penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data historis jumlah penumpang dari tahun 2017 hingga 2021, melakukan preprocessing data, membangun model LSTM, serta mengoptimasi parameter dengan Adam untuk mengurangi error prediksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi LSTM dengan optimasi Adam mampu menurunkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) secara signifikan, dari 0,38% menjadi 0,25%, menghasilkan prediksi jumlah penumpang yang lebih akurat di seluruh koridor Transjakarta. Implikasi dari penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi operasional Transjakarta, seperti pengaturan armada dan perencanaan rute berbasis data prediktif, serta mendorong penerapan machine learning dalam pengelolaan transportasi publik yang lebih adaptif terhadap perubahan pola mobilitas masyarakat pasca-pandemi.

Kata Kunci: optimasi, *Long Short-Term Memory* (LSTM), peramalan, ADAM, transjakarta

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic caused drastic changes in public transportation usage patterns in Jakarta, including sharp declines and surges in Transjakarta bus passenger numbers. These fluctuations present challenges in designing future service demand forecasts. This study aims to develop an accurate prediction model for Transjakarta passenger numbers by optimizing the *Long Short-Term Memory* (LSTM) algorithm using the *Adaptive Moment Estimation* (Adam) method. The research method involved collecting historical passenger data from 2017 to 2021, preprocessing the data, building the LSTM model, and optimizing parameters with Adam to reduce prediction errors. The results show that the combination of LSTM and Adam optimization significantly reduced the *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) from 0.38% to 0.25%, resulting in more accurate passenger predictions across all Transjakarta corridors. The implications of this study contribute to the development of operational strategies for Transjakarta, such as fleet allocation and route planning based on predictive data, and promote the application of machine learning in public transportation management to adapt to shifting mobility patterns in the post-pandemic era.

Keywords: optimization, LSTM, forecasting, ADAM, transjakarta.

Corresponding: Gabriel Yoda Gustiegan
E-mail: 2111601429@student.budiluhur.ac.id



PENDAHULUAN

Transportasi umum adalah solusi untuk mengurangi kemacetan di Jakarta salah satunya yaitu bus transjakarta (Dwi Rita Nova & Widiastuti, 2019; Kwanto & Arliansyah, 2016; Siregar, 2023). Bus Transjakarta menjadi andalan masyarakat untuk perjalanan sehari-hari. Namun, sejak pandemi COVID-19, pemerintah memberlakukan pembatasan sosial untuk mencegah penyebaran virus (Aprilia, 2023; Rachmadyaningrum et al., 2022; Rita Kurniati, 2021; Utami et al., 2023). DKI Jakarta, sebagai salah satu provinsi dengan kasus terbanyak, memberlakukan pembatasan transportasi umum, termasuk pengurangan jam operasional Transjakarta dari 24 jam menjadi 12 jam sejak Maret 2020. Kebijakan ini berdampak signifikan pada penggunaan transportasi umum, khususnya Bus Transjakarta yang turut terpengaruh. Berdasarkan laporan (statistik.jakarta.go.id, 2020), penurunan jumlah penumpang terbesar terjadi pada April 2020, dengan penurunan mencapai 85% dibandingkan bulan sebelumnya.

Menurut data dari Dinas Perhubungan DKI Jakarta, jumlah penumpang Transjakarta menunjukkan tren peningkatan setiap tahunnya. Namun, sejak diberlakukannya kebijakan pembatasan jam operasional dan kapasitas penumpang pada Maret, terjadi penurunan signifikan jumlah penumpang setiap bulan. Penurunan terbesar tercatat pada April, mencapai 85% dibandingkan bulan sebelumnya. Pada Oktober 2021, setelah status Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat (PPKM) di Jakarta diturunkan ke level 2, situasi mulai menunjukkan perubahan. Setelah PPKM turun lebih lanjut pada Desember 2021, jumlah penumpang Transjakarta meningkat menjadi 500 ribu penumpang per hari (<https://news.detik.com/>, 2021). Dalam menghadapi masalah penurunan dan pertumbuhan penumpang pasca-pandemi, analisis diperlukan sebagai dasar perencanaan strategi yang tepat melalui estimasi jumlah penumpang Transjakarta.

Proses estimasi jumlah penumpang Transjakarta dalam penelitian ini mempertimbangkan beberapa parameter, termasuk jumlah penumpang dan koridor bus, untuk menghasilkan estimasi yang akurat. Hasil penelitian menunjukkan estimasi jumlah penumpang di setiap koridor yang dapat digunakan sebagai dasar dalam merancang strategi pengalihan rute dan penyesuaian. Selain itu, penerapan metode optimasi Adam berhasil mengurangi tingkat kesalahan dalam estimasi penumpang Transjakarta menggunakan algoritma LSTM.

Dalam menghadapi tantangan perubahan jumlah penumpang, diperlukan pendekatan yang adaptif dan berbasis data untuk meramalkan kebutuhan layanan Transjakarta di masa depan. Salah satu metode yang efektif untuk menangani data time series dengan pola yang kompleks adalah algoritma Long Short-Term Memory (LSTM). LSTM dirancang untuk menangkap ketergantungan jangka panjang dalam data, yang sangat penting dalam menganalisis tren jumlah penumpang yang fluktuatif akibat berbagai faktor eksternal seperti kebijakan pemerintah dan kondisi sosial ekonomi (Chhajer et al., 2022; Iman & Wulandari, 2023; Le et al., 2019; Oyewola et al., 2023; Van Houdt et al., 2020).

Namun, dalam penerapan awal LSTM pada data penumpang Transjakarta, ditemukan tingkat kesalahan prediksi (error rate) yang masih tinggi, terutama karena adanya lonjakan dan

penurunan drastis pada periode pandemi. Oleh karena itu, diperlukan optimasi tambahan untuk meningkatkan akurasi prediksi. Salah satu pendekatan optimasi yang banyak digunakan dalam pengembangan model deep learning adalah Adaptive Moment Estimation (Adam), yang mampu mempercepat proses konvergensi dan menurunkan error secara signifikan dalam training model LSTM.

Melalui optimasi algoritma LSTM dengan metode Adam, penelitian ini bertujuan menghasilkan model estimasi jumlah penumpang Transjakarta yang lebih akurat. Dengan model ini, diharapkan dapat membantu Dinas Perhubungan DKI Jakarta dalam mengambil keputusan strategis terkait pengelolaan rute, penyesuaian jadwal, dan pengembangan layanan berbasis proyeksi kebutuhan penumpang ke depan. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi kontribusi ilmiah dalam pengembangan aplikasi time series forecasting di sektor transportasi publik di Indonesia.

Dalam pengembangan sistem peramalan jumlah penumpang, pemilihan parameter model juga menjadi aspek penting yang menentukan tingkat akurasi. Parameter seperti jumlah hidden layer, jumlah neuron per layer, learning rate, dan jumlah epoch perlu disesuaikan dengan karakteristik data yang digunakan. Setiap rute atau koridor Transjakarta memiliki dinamika pergerakan penumpang yang berbeda-beda, sehingga diperlukan penyesuaian model untuk masing-masing koridor agar estimasi yang dihasilkan lebih presisi dan aplikatif dalam pengelolaan layanan transportasi.

Selain itu, untuk menghindari bias model akibat ketidakseimbangan data, proses preprocessing data seperti normalisasi dan transformasi data menjadi langkah yang krusial. Normalisasi menggunakan teknik min-max scaling diperlukan agar nilai input ke dalam jaringan saraf berada dalam rentang yang konsisten, sehingga mempercepat proses pelatihan dan meningkatkan stabilitas model. Dengan demikian, metode preprocessing yang tepat berkontribusi secara signifikan terhadap kualitas model estimasi yang dibangun.

Penerapan hasil estimasi jumlah penumpang ini juga diharapkan dapat membantu dalam perencanaan distribusi armada dan alokasi sumber daya manusia, seperti jumlah bus yang dioperasikan dan jumlah petugas layanan di halte. Dengan prediksi yang lebih akurat, Transjakarta dapat lebih responsif terhadap fluktuasi permintaan layanan, meningkatkan efisiensi operasional, serta memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pengguna transportasi umum di Jakarta.

Transportasi umum, khususnya Bus Transjakarta, merupakan solusi utama untuk mengatasi kemacetan di Jakarta. Namun, pandemi COVID-19 menyebabkan perubahan signifikan dalam pola mobilitas masyarakat. Kebijakan pembatasan sosial dan pengurangan jam operasional Transjakarta berdampak drastis pada jumlah penumpang. Setelah transisi ke era new normal, terjadi lonjakan kembali jumlah penumpang, namun pola fluktuasi ini menjadi tantangan dalam merancang estimasi kebutuhan layanan di masa depan.

Dalam konteks ini, diperlukan model prediksi jumlah penumpang yang mampu menangkap perubahan tren secara dinamis. Algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) dipilih karena keunggulannya dalam mengolah data time series, namun implementasi awal LSTM menghasilkan tingkat error yang tinggi akibat fluktuasi ekstrem data. Oleh sebab itu,

diperlukan metode optimasi seperti Adaptive Moment Estimation (Adam) untuk meningkatkan akurasi prediksi dan menghasilkan model estimasi yang lebih andal.

Urgensi penelitian ini terletak pada pentingnya membangun model prediksi jumlah penumpang yang akurat untuk mendukung perencanaan strategis Transjakarta dalam era pasca-pandemi. Prediksi yang tepat diperlukan untuk mengoptimalkan alokasi armada, merancang rute alternatif, serta meningkatkan efisiensi layanan transportasi publik di tengah ketidakpastian pola pergerakan masyarakat.

Selle et al. (2022) membandingkan kinerja LSTM dan Recurrent Neural Network (RNN) dalam prediksi penggunaan listrik dan menemukan bahwa LSTM lebih efektif dalam menangkap pola jangka panjang meskipun sensitif terhadap parameter optimasi. Studi ini menunjukkan pentingnya optimasi algoritma untuk meningkatkan performa prediksi.

Adi & Sudianto (2022) menerapkan LSTM dalam memprediksi harga komoditas pangan dan melaporkan bahwa penggunaan algoritma optimasi seperti Adam dapat mengurangi tingkat kesalahan prediksi secara signifikan. Penelitian ini memperkuat temuan bahwa kombinasi LSTM dengan metode optimasi berpotensi meningkatkan akurasi estimasi data time series.

Narendra & Haryadi (2023a) menganalisis penurunan drastis jumlah penumpang Transjakarta selama pembatasan sosial dan menyoroti pentingnya model adaptif untuk memahami fluktuasi ekstrem akibat faktor eksternal. Namun, penelitian mereka belum mengembangkan model prediktif berbasis machine learning secara mendalam.

Sebagian besar penelitian terdahulu masih terbatas pada penggunaan LSTM tanpa optimasi khusus untuk menangani fluktuasi ekstrem pasca-pandemi, atau hanya fokus pada analisis deskriptif penurunan jumlah penumpang. Masih sedikit penelitian yang mengintegrasikan optimasi Adam dalam LSTM secara spesifik untuk peramalan jumlah penumpang Transjakarta berdasarkan karakteristik per rute (koridor).

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada penerapan optimasi Adaptive Moment Estimation (Adam) pada algoritma LSTM untuk meningkatkan akurasi estimasi jumlah penumpang Bus Transjakarta di masing-masing koridor, dengan mempertimbangkan dinamika pergerakan penumpang yang sangat fluktuatif akibat pandemi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model estimasi jumlah penumpang Bus Transjakarta berbasis algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) yang dioptimalkan dengan metode Adaptive Moment Estimation (Adam), guna menghasilkan prediksi yang lebih akurat dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan operasional transportasi umum di Jakarta.

Penelitian ini memberikan manfaat teoritis dalam memperkaya penerapan machine learning pada bidang transportasi publik, serta manfaat praktis dalam membantu Transjakarta dan Dinas Perhubungan DKI Jakarta merancang strategi distribusi armada, pengelolaan rute, dan peningkatan layanan berdasarkan estimasi kebutuhan penumpang yang lebih akurat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metodologi siklus data mining untuk membangun model estimasi jumlah penumpang bus Transjakarta, dengan mengoptimalkan algoritma Long Short-

Term Memory (LSTM) menggunakan Adam. Hasil analisis data diharapkan dapat membantu Dinas Perhubungan DKI Jakarta dalam memprediksi jumlah penumpang di masa mendatang.

Data jumlah penumpang bus Transjakarta dikumpulkan selama lima tahun, mencakup data bulanan dari seluruh rute dan perhentian. Sumber data diperoleh dari data.jakarta.go.id, bps.go.id, dan statistik.jakarta.go.id, yang meliputi informasi seperti bulan, jenis bus, kode trayek, dan tahun. Rentang data ini mencakup jumlah penumpang dari Januari 2017 hingga Desember 2021.

Data dikumpulkan dan dikelompokkan berdasarkan tahun dan rute untuk menganalisis jumlah penumpang di setiap rute. Fokus analisis hanya pada jenis bus BRT (Bus Rapid Transit), karena jenis bus lainnya tidak memiliki konsistensi. Proses selanjutnya melibatkan pengecekan untuk menghindari data yang hilang melalui pembersihan data, serta memastikan kesesuaian format data dengan melakukan normalisasi dan standarisasi.

Setelah data melewati tahap prapemrosesan dan dibagi menjadi data pelatihan (training data) serta data pengujian (testing data), langkah berikutnya adalah membangun model Deep Learning. Penelitian ini akan mengembangkan model dengan menggunakan optimasi Adam pada algoritma Long Short-Term Memory (LSTM). Data pelatihan akan digunakan untuk melatih model, yang kemudian akan menghasilkan prediksi berdasarkan data pengujian.

Beberapa tahap perlu dilakukan sebelum menghasilkan model estimasi jumlah penumpang bus Transjakarta dari data training, yaitu:

1. Import Library
2. Data Loading
3. Inisialisasi Parameter
 - a. Jumlah batch size
 - b. Jumlah epoch
 - c. Jumlah Input Unit
 - d. Jumlah Hidden Unit
 - e. Jumlah Output Unit
4. Pelatihan Model

Mengevaluasi model dengan data uji penumpang Transjakarta 2021, hasilnya adalah estimasi jumlah penumpang untuk periode berikutnya. Akurasi peramalan diuji menggunakan Mean Absolute Percent Error (MAPE), dengan nilai MAPE yang lebih kecil menunjukkan sistem yang lebih baik. Pada tahap ini hasil yang didapatkan yaitu peramalan jumlah penumpang Transjakarta dan juga hasil dari MAPE dari optimasi adam pada algoritma long short-term memory.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data jumlah penumpang Bus Transjakarta dikumpulkan dari Januari 2017 hingga Desember 2021, mencakup penumpang bulanan dari seluruh rute dan perhentian. Data historis ini diperoleh dari data.jakarta.go.id dan statistik.jakarta.go.id dalam format CSV yang berisi data perjalanan bulanan.

Tabel 1. Data penumpang bus Transjakarta bulan agustus 2021

<i>Tahun</i>	<i>Bulan</i>	<i>Jenis</i>	<i>Kode Trayek</i>	<i>Trayek</i>	<i>Jumlah Penumpang</i>
2021	8	BRT	9	Pinang Ranti - Pluit	399.358
2021	8	BRT	8	Lebak Bulus - Harmoni	248.009
2021	8	BRT	7	Kampung Rambutan - Kampung Melayu	211.537
2021	8	BRT	6	Ragunan - Dukuh Atas 2	194.549
2021	8	BRT	5	Kampung Melayu - Ancol	228.704
2021	8	BRT	4	Pulo Gadung 2 - Tosari	147.131
2021	8	BRT	3	Kalideres - Pasar Baru	263.067
2021	8	BRT	2	Pulo Gadung 1 - Harmoni	182.122
2021	8	BRT	13	Ciledug - Tendean	160.187
2021	8	BRT	12	Penjaringan - Sunter Boulevard Barat	80.348
2021	8	BRT	11	Pulo Gebang - Kampung Melayu	74.753
2021	8	BRT	10	Tanjung Priok - PGC 2	213.453
2021	8	BRT	1	Blok M - Kota	462.959

Sumber: Data diolah

Dari tabel 1 atribut yang digunakan untuk estimasi jumlah penumpang adalah tahun, bulan, kode trayek , jumlah penumpang. Setelah itu data akan dikelompokkan berdasarkan kode trayek untuk melihat jumlah penumpang setiap rute nya yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Pengelompokkan Bus Transjakarta

<i>Tahun</i>	<i>Bulan</i>	<i>Kode Trayek</i>	<i>Jumlah Penumpang</i>
2017	1	1	2.036.785
2017	2	1	1.807.291
2017	3	1	2.080.351
2017	4	1	1.921.310
2018	1	1	2.110.653
2018	2	1	1.888.389
2018	9	1	2.303.955
2018	10	1	2.417.012
2018	11	1	2.417.012
2018	12	1	2.036.785
2019	1	1	1.807.291
2019	2	1	2.080.351
2019	11	1	1.921.310
2020	7	1	598.912
2020	8	1	
2020	9	1	
2020	11	1	872.507

Tahun	Bulan	Kode Trayek	Jumlah Penumpang
2020	12	1	
2021	1	1	773.717
2021	2	1	799.708
2021	4	1	1.003.534

Sumber: Data diolah

Data pada tahun 2020 di bulan Agustus, September, Desember terdapat nilai yang kosong pada kolom jumlah penumpang. Proses pengisian *value* yang kosong menggunakan pendekatan interpolasi linear dengan menggunakan persamaan 1.

$$y = y_1 + \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} \times (x - x_1) \quad (1)$$

Kemudian dilakukan transformasi data dan standarisasi data. Transformasi dilakukan perubahan nilai dari *numeric* menjadi kategorikal pada kolom bulan dan kode trayek, sedangkan standarisasi dilakukan dengan normalisasi data menggunakan *min-max scalling* pada kolom jumlah penumpang. Tabel 3 merupakan hasil transformasi dan standarisasi data.

Tabel 3. Data Transformasi dan Normalisasi

Tahun	Bulan	Kode Trayek	Jumlah Penumpang
2020	Januari	Koridor 1	1
2020	Februar y	Koridor 1	0.87931555
2020	Maret	Koridor 1	0.53527478
2020	April	Koridor 1	0.01938714
2020	Mei	Koridor 1	0.00491969
2020	Juni	Koridor 1	0.15879064

Sumber: Data diolah

Setelah transformasi data, dataset dibagi untuk melatih dan menguji model. Tujuannya adalah melatih model dengan data latih dan mengukur kinerjanya dengan data uji. Menurut penelitian sebelumnya (Narendra & Haryadi, 2023b) rasio 80% data latih dan 20% data uji memberikan hasil yang baik. Data latih mencakup penumpang 2017-2020, sementara data uji adalah penumpang 2021. Contoh pembagian dataset per koridor ditunjukkan pada gambar 4.1.

Setelah preprocessing data, dilakukan pemodelan untuk meramalkan jumlah penumpang bus Transjakarta. Tahap ini melibatkan perbandingan algoritma dan metode untuk memperoleh nilai MAPE terkecil. Beberapa algoritma yang dieksplorasi termasuk ARIMA, SARIMA, Holt-Winters, Exponential Smoothing, dan Long Short-Term Memory (LSTM), dengan dataset dari koridor 1.

Tabel 4. Perbandingan algoritma estimasi penumpang bus Transjakarta

<i>No</i>	<i>Algoritma</i>	<i>MAPE</i>
1	ARIMA	0,42%
2	SARIMA	0,57%
3	HOLT WINTERS	0,41%
4	EXPONENTIAL SMOOTHING	0,52%
5	LONG SHORT-TERM MEMORY	0,38%

Sumber: Data diolah

Berdasarkan tabel 4, algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) memiliki nilai MAPE terkecil, namun nilainya masih cukup tinggi sehingga memerlukan optimasi lebih lanjut. Beberapa metode optimasi yang dapat diterapkan meliputi Stochastic Gradient Descent (SGD), Adaptive Moment Estimation (ADAM), dan Root Mean Square Propagation (RMSProp). Proses optimasi dilakukan dengan parameter seperti batas epoch 50, 8 lapisan input, dan learning rate sebesar 0,001. Hasil perbandingan berbagai metode optimasi untuk koridor 1 ditampilkan pada tabel 5

Tabel 5. Perbandingan metode optimasi

<i>No</i>	<i>Algoritma</i>	<i>MAPE</i>
1	SGD	1,75%
2	ADAM	0,25%
3	RMSProp	0,38%

Sumber: Data diolah

Setelah pemodelan, algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) dengan metode Adaptive Moment Estimation menghasilkan MAPE terkecil sebesar 0,25%. Tahap selanjutnya adalah estimasi per koridor dengan parameter: 60 input layer (53 untuk koridor 13), hidden layer 4, 6, 8, dan 10, learning rate 0,001, batch size 4, dan tiga opsi maksimum epoch, yaitu 50, 100, dan 200.

Tabel 6. Hasil MAPE dan Estimasi Penumpang Koridor 1

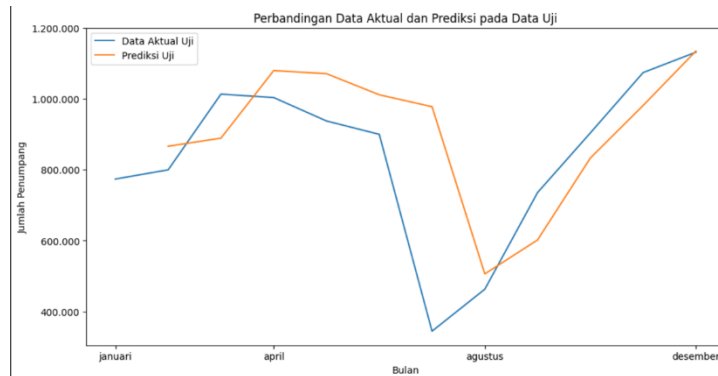
<i>No</i>	<i>Algoritma</i>	<i>Ephochs</i>	<i>MAPE</i>
1	4	50	1,05%
		100	0,27%
		200	0,26%
2	6	50	0,58%
		100	0,26%
		200	0,26%
3	8	50	0,86%
		100	0,25%
		200	0,26%
4	10	50	0,61%
		100	0,26%

200

0,27%

Sumber: Data diolah

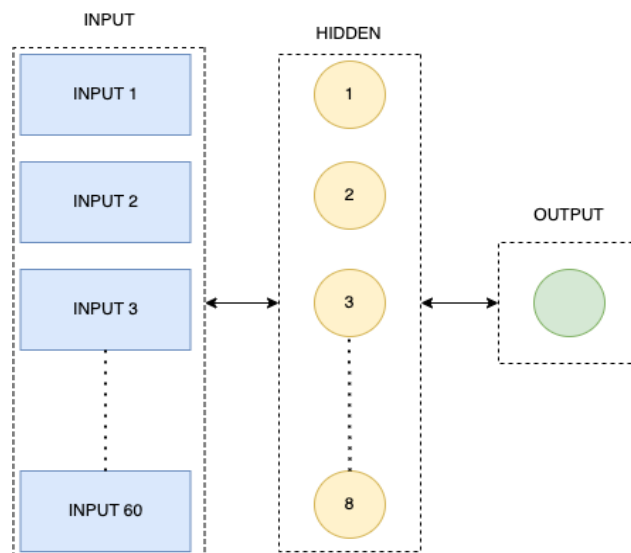
Hasil estimasi pada koridor 1 menunjukkan bahwa nilai MAPE terkecil terdapat di *hidden layer* 8 dan *epoch* 100 dengan nilai MAPE sebesar 0,25% dan mendapatkan hasil estimasi pada bulan januari 2020 sebanyak 1.155.437 penumpang.



Gambar 4. Visualisai perbandingan data actual dan prediksi

Gambar 4 menunjukkan perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi pada data uji. Proses pembelajaran dilakukan oleh sistem untuk memastikan jalannya proses dengan optimal

Hasil keluaran jaringan syaraf tiruan (JST) dapat bervariasi karena dipengaruhi oleh bobot yang diperoleh selama pelatihan, yang sifatnya dinamis dan dapat berubah. Model yang ditampilkan pada gambar 5 merupakan hasil pelatihan terbaik yang telah dilakukan.



Gambar 5. Model JST Koridor 1

Setelah melakukan estimasi jumlah penumpang pada setiap koridor dapat dilihat ringkasan estimasi pada tabel 4.24 bahwa pada koridor 1,2,3,4,6,8,11,12,13 mendapatkan

hidden layer sebanyak 8. Pada koridor 7 dan 10 mendapatkan hidden layer sebanyak 6. Koridor 5 dan 9 mendapatkan hidden layer sebanyak 10.

Tabel 7. Ringkasan Hasil Estimasi

<i>No</i>	<i>Koridor</i>	<i>Hidden Layer</i>	<i>Epochs</i>	<i>MAPE</i>
1	KORIDOR 1	8	100	0,25%
2	KORIDOR 2	8	100	0,40%
3	KORIDOR 3	8	100	0,22%
4	KORIDOR 4	8	100	0,20%
5	KORIDOR 5	10	200	0,21%
6	KORIDOR 6	8	100	0,22%
7	KORIDOR 7	6	200	0,21%
8	KORIDOR 8	8	100	0,21%
9	KORIDOR 9	10	200	0,19%
10	KORIDOR 10	6	100	0,18%
11	KORIDOR 11	8	200	0,21%
12	KORIDOR 12	8	100	0,21%
13	KORIDOR 13	8	100	0,27%

Sumber: Data diolah

KESIMPULAN

Pengujian model dengan komposisi data training dan testing 80:20, variasi jumlah maksimum epoch, serta normalisasi data menggunakan Min-Max Scaler dan optimasi ADAM, menunjukkan hasil yang positif. Nilai MAPE yang diperoleh cukup baik di setiap koridor, dengan rata-rata 0,22%. Optimasi ADAM juga berhasil menurunkan nilai MAPE terendah menjadi 0,25% dari sebelumnya 0,38%. Hasil ini mendukung hipotesis bahwa model estimasi jumlah penumpang bus Transjakarta dengan algoritma Long Short-Term Memory dan optimasi ADAM dapat secara efektif mengurangi tingkat error. Selain itu, dalam proses estimasi, setiap koridor menggunakan parameter yang berbeda. Koridor 7 dan 10 menggunakan 60 input, 6 hidden, dan 1 output. Koridor 1, 2, 3, 4, 6, 8, 11, dan 12 menggunakan 60 input, 8 hidden, dan 1 output. Koridor 5 dan 9 menggunakan 60 input, 10 hidden, dan 1 output. Sedangkan koridor 13 menggunakan 53 input, 10 hidden, dan 1 output. Setiap variasi ini disesuaikan dengan karakteristik masing-masing koridor untuk menghasilkan estimasi yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, R. M. S., & Sudianto, S. (2022). Prediksi Harga Komoditas Pangan Menggunakan Algoritma Long Short-Term Memory (Lstm). *Building Of Informatics, Technology And Science (Bits)*, 4(2), 1137–1145. <https://doi.org/10.47065/Bits.V4i2.2229>
- Aprilia, Y. (2023). Analisis Peningkatan Efektivitas Transportasi Umum (Transjakarta). *Prosiding Semdikjar (Seminar Nasional ...)*, 6.
- Chhajer, P., Shah, M., & Kshirsagar, A. (2022). The Applications Of Artificial Neural Networks, Support Vector Machines, And Long–Short Term Memory For Stock Market Prediction. *Decision Analytics Journal*, 2. <https://doi.org/10.1016/J.Dajour.2021.100015>
- Dwi Rita Nova, D., & Widiastuti, N. (2019). Pembentukan Karakter Mandiri Anak Melalui Kegiatan Naik Transportasi Umum. *Comm-Edu (Community Education Journal)*, 2(2). <https://doi.org/10.22460/Comm-Edu.V2i2.2515>
- Iman, F. N., & Wulandari, D. (2023). Prediksi Harga Saham Menggunakan Metode Long Short Term Memory. *Logic : Jurnal Ilmu Komputer Dan Pendidikan*, 1(3).
- Kwanto, R., & Arliansyah, J. (2016). Analisis Pemilihan Moda Transportasi Umum Antara Transportasi Umum Konvensional Dan Transportasi Umum Online Di Kota Palembang. *Cantilever*, 5(2). <https://doi.org/10.35139/Cantilever.V5i2.41>
- Le, X. H., Ho, H. V., Lee, G., & Jung, S. (2019). Application Of Long Short-Term Memory (Lstm) Neural Network For Flood Forecasting. *Water (Switzerland)*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/W11071387>
- Narendra, A., & Haryadi, B. (2023a). The Plummet Of Transjakarta Bus Passengers' During Social Restrictions. *Aip Conference Proceedings*, 2629(1). <https://doi.org/10.1063/5.0128954>
- Narendra, A., & Haryadi, B. (2023b). The Plummet Of Transjakarta Bus Passengers' During Social Restrictions. *Aip Conference Proceedings*, 2629(1). <https://doi.org/10.1063/5.0128954>
- Oyewola, D. O., Oladimeji, L. A., Julius, S. O., Kachalla, L. B., & Dada, E. G. (2023). Optimizing Sentiment Analysis Of Nigerian 2023 Presidential Election Using Two-Stage Residual Long Short Term Memory. *Heliyon*, 9(4). <https://doi.org/10.1016/J.Heliyon.2023.E14836>
- Rachmadyaningrum, R., Hariani, D., & Herawati, A. R. (2022). Analisis Kualitas Pelayanan Jasa Transjakarta Pada Masa Pandemi. *Journal Of Public Policy And Management Review*, 11(2).
- Rita Kurniati, N. L. W. (2021). Dampak Ekonomi Pengoperasian Transjakarta Ditinjau Dari Persepsi Pengguna. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 22(2). <https://doi.org/10.25104/Jpstd.V22i2.1669>

- Selle, N., Yudistira, N., & Dewi, C. (2022). Perbandingan Prediksi Penggunaan Listrik Dengan Menggunakan Metode Long Short Term Memory (Lstm) Dan Recurrent Neural Network (Rnn). *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 9(1), 155–162. <https://doi.org/10.25126/Jtiik.2022915585>
- Siregar, T. T. (2023). Pemanfaatan Manajemen Sistem Transportasi Umum. *Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik*.
- Utami, A., Nurhasanah, F., & Nurhidayat, A. Y. (2023). Model Of Transportation Mode Choice From Transjakarta To Mrt Phase Ii (Case Study : Transjakarta Corridor I Blok M-Kota). *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*, 15(3). <https://doi.org/10.29122/Mipi.V15i3.5019>
- Van Houdt, G., Mosquera, C., & Nápoles, G. (2020). A Review On The Long Short-Term Memory Model. *Artificial Intelligence Review*, 53(8). <https://doi.org/10.1007/S10462-020-09838-1>