

PENERAPAN METODE *LONG SHORT-TERM MEMORY* UNTUK MEMPREDIKSI INDEKS KUALITAS UDARA DI KOTA PALEMBANG

NATASHA MUTI HAFIZA



**PROGRAM STUDI STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
IPB UNIVERSITY
BOGOR
2025**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penerapan Metode *Long Short-Term Memory* untuk Memprediksi Indeks Kualitas Udara di Kota Palembang” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2025

Natasha Muti Hafiza
G1401211019

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

NATASHA MUTI HAFIZA. Penerapan Metode *Long Short-Term Memory* untuk Memprediksi Indeks Kualitas Udara di Kota Palembang. Dibimbing oleh PIKA SILVIANTI dan LA ODE ABDUL RAHMAN.

Kota Palembang menghadapi tantangan serius akibat memburuknya kualitas udara yang dipicu oleh aktivitas industri, transportasi, serta kebakaran hutan dan lahan. Penelitian ini bertujuan untuk membangun model prediksi Indeks Kualitas Udara (ISPU) harian menggunakan metode *Long Short-Term Memory* (LSTM). Data yang digunakan mencakup lima indikator yaitu $PM_{2.5}$, SO_2 , CO, O_3 , dan NO_2 selama tahun 2024. Tahapan analisis meliputi normalisasi data menggunakan *Min Max Normalization*, imputasi data hilang dengan interpolasi linier, pembagian data latih dan uji sebesar 75:25, serta validasi model menggunakan metode *walk forward cross validation*. Evaluasi performa model dilakukan menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil menunjukkan bahwa model LSTM mampu memberikan performa prediksi yang baik, dengan nilai RMSE terendah pada NO_2 (0,073), diikuti oleh O_3 (0,079), SO_2 (0,098), $PM_{2.5}$ (0,111), dan CO (0,167). Model terbaik untuk NO_2 diperoleh pada kombinasi batch size 16 dan learning rate 0,01. Nilai MAPE berturut-turut untuk masing-masing indikator adalah $PM_{2.5}$ (34,92%), SO_2 (10,97%), CO (5,61%), O_3 (7,41%), dan NO_2 (9,30%). Model terbaik digunakan untuk meramalkan ISPU selama tujuh hari ke depan. Hasil ini menunjukkan bahwa LSTM efektif dalam memodelkan data deret waktu ISPU dan berpotensi menjadi alat bantu dalam perencanaan mitigasi polusi udara jangka pendek.

Kata kunci: deret waktu, indeks kualitas udara, lstm, peramalan.

@Hak Cipta: IPB University

ABSTRACT

NATASHA MUTI HAFIZA. Application of the Long Short-Term Memory Method for Predicting the Air Quality Index in Palembang City. Supervised by PIKA SILVIANTI and LA ODE ABDUL RAHMAN.

The city of Palembang is facing serious challenges due to deteriorating air quality, triggered by industrial activities, transportation, as well as forest and land fires. This study aims to develop a daily Air Quality Index (AQI) prediction model using the Long Short-Term Memory (LSTM) method. The dataset consists of five air quality indicators—PM_{2.5}, SO₂, CO, O₃, and NO₂—recorded throughout 2024. The analysis stages include data normalization using Min-Max Normalization, missing value imputation with linear interpolation, splitting the dataset into 75:25 for training and testing, and model validation using the walk-forward cross-validation method. Model performance was evaluated based on the Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The results show that the LSTM model provides good predictive performance, with the lowest RMSE obtained for NO₂ (0.073), followed by O₃ (0.079), SO₂ (0.098), PM_{2.5} (0.111), and CO (0.167). The best model for NO₂ was achieved using a batch size of 16 and a learning rate of 0.01. The corresponding MAPE values for each indicator were PM_{2.5} (34.92%), SO₂ (10.97%), CO (5.61%), O₃ (7.41%), and NO₂ (9.30%). The best-performing models were then used to forecast AQI values for the following seven days. These findings indicate that LSTM is effective in modeling AQI time series data and has the potential to serve as a decision-support tool for short-term air pollution mitigation planning.

Keywords: air quality index, forecast, lstm, time series.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PENERAPAN METODE *LONG SHORT-TERM MEMORY* UNTUK MEMPREDIKSI INDEKS KUALITAS UDARA DI KOTA PALEMBANG

NATASHA MUTI HAFIZA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
IPB UNIVERSITY
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
Prof. Dr. Ir. I Made Sumertajaya, M.Si.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



Judul Skripsi : Penerapan Metode *Long Short-Term Memory* untuk Memprediksi Indeks Kualitas Udara di Kota Palembang

Nama : Natasha Muti Hafiza
NIM : G1401211019

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Pika Silvianti, S.Si., M.Si.



Pembimbing 2:
La Ode Abdul Rahman, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Bagus Sartono, S.Si., M.Si.
NIP. 197804112005011002



Tanggal Ujian:
3 Juli 2025

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur kehadiran Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala rahmat, karunia, dan kemudahan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Penerapan Metode *Long Short-Term Memory* untuk Memprediksi Indeks Kualitas Udara di Kota Palembang”. Penulisan skripsi ini tentunya tidak lepas dari dukungan, doa, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Hermansyah Qodho dan Ibu Dela Agusnaini selaku orang tua, serta seluruh keluarga besar yang telah memberi doa, dukungan, dan motivasinya.
2. Ibu Pika Silvianti, S.Si., M.Si. dan Bapak La Ode Abdul Rahman, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing atas bimbingan, arahan, dan ilmu yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini. Bapak Prof. Dr. Ir. I Made Sumertajaya, M.Si. selaku dosen penguji, atas masukan dan saran yang sangat berarti untuk penyempurnaan skripsi ini.
3. M. Enrico Kesuma Putra, atas kehadiran, dukungan, dan pengertian yang begitu berarti selama proses ini. Terima kasih telah menjadi tempat beristirahat di tengah lelah, dan selalu memberi ruang bagi tumbuh dan berproses.
4. Teman-teman Gacoan: Diva, Nadiyah, Yumna, Fuad, Mimin, dan Fariz atas tawa, obrolan hangat, serta kebersamaan yang membantu penulis melewati masa-masa sulit.
5. Azra, Reyza, Podi, dan Kaylila yang telah menjadi teman diskusi dan penyelamat di tengah kebingungan penulis. Serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, namun telah memberikan bantuan dan dukungan dalam bentuk apa pun selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis memohon maaf apabila ditemukan kesalahan dan kekurangan dalam karya ilmiah ini. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2025

Natasha Muti Hafiza



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Indeks Kualitas Udara	3
2.2 <i>Time Series</i>	3
2.3 <i>Forecasting</i>	4
2.4 <i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i>	4
2.5 Inisialisasi <i>Hyperparameter</i>	7
2.6 Normalisasi Data	7
2.7 Imputasi Data	8
2.8 <i>Walk Forward Cross Validation</i>	8
2.9 Evaluasi Kinerja Model	9
III METODE	10
3.1 Data	10
3.2 Prosedur Analisis Data	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Eksplorasi Data	12
4.2 Praproses Data	14
4.3 Pemodelan dengan <i>Long Short-Term Memory</i>	15
4.4 Peramalan Menggunakan Model Terbaik	16
V SIMPULAN DAN SARAN	19
5.1 Simpulan	19
5.2 Saran	19
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN	23

DAFTAR TABEL

1	Kategori Indeks Standar Pencemaran Udara	3
2	Statistik deskriptif	14
3	Data hasil imputasi dan normalisasi	15
4	Hasil model terbaik tiap indikator	15
5	Nilai MAPE hasil prediksi tiap indikator	16
6	Hasil peramalan 7 hari ke depan	16
7	Kategori ISPU dan indikator dominan hasil peramalan	17

DAFTAR GAMBAR

1	Arsitektur umum LSTM	5
2	Ilustrasi <i>walk forward cross validation</i>	9
3	<i>Flowchart</i> proses analisis data	10
4	Plot pembagian data latih dan data uji indikator PM _{2.5}	11
5	Skema <i>walk forward cross validation</i>	11
6	Plot deret waktu indikator (a) PM _{2.5} , (b) SO ₂ , (c) CO, (d) O ₃ , dan (e) N	13
7	<i>Heatmap missing values</i> data	14
8	Plot prediksi data uji dan peramalan 7 hari ke depan untuk indikator (a) PM _{2.5} , (b) SO ₂ , (c) CO, (d) O ₃ , dan (e) NO ₂	17

DAFTAR LAMPIRAN

1	Plot pembagian data latih dan data uji parameter (a) SO ₂ , (b) CO, (c) O ₃ , dan (d) NO ₂	24
2	Hasil evaluasi kombinasi <i>hyperparameter</i>	25

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.