

**ANALISIS TIME SERIES UNTUK PREDIKSI POLUSI UDARA
DENGAN MODEL LONG SHORT-TERM MEMORY**

SKRIPSI

Oleh:

**OKTO TRI YUDHA
NIM. 192111466
MILENIA ESTOPANI SITUMORANG
NIM. 192111814**



**UNIVERSITAS
MIKROSKIL**

**PROGRAM STUDI S-1 SISTEM INFORMASI
FAKULTAS INFORMATIKA
UNIVERSITAS MIKROSKIL
MEDAN
2023**

**TIME SERIES ANALYSIS FOR AIR POLLUTION PREDICTION
USING LONG SHORT-TERM MEMORY**

FINAL RESEARCH

By:

**OKTO TRI YUDHA
ID NUMBER. 192111466
MILENIA ESTOPANI SITUMORANG
ID NUMBER. 192111814**



**UNIVERSITAS
MIKROSKIL**

**MAJOR OF S-1 INFORMATION SYSTEM
FACULTY OF INFORMATICS
UNIVERSITAS MIKROSKIL
MEDAN
2023**

LEMBARAN PENGESAHAN

**ANALISIS TIME SERIES UNTUK PREDIKSI POLUSI UDARA
DENGAN MODEL LONG SHORT TERM MEMORY**

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Persyaratan Guna
Mendapatkan Gelar Sarjana
Program Studi S-1 Sistem Informasi

Oleh:

**OKTO TRI YUDHA
NIM. 192111466
MILENIA ESTOPANI SITUMORANG
NIM. 192111814**

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I



Roni Yunis, S.Kom., M.T.

Dosen Pembimbing II



Elfy, S.Kom., M.TI.

UNIVERSITAS
MIKROSKIL

Medan, 31 Juli 2023
Diketahui dan Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi
S-1 Sistem Informasi



Yuni Marlina Saragih, S.Kom., M.Kom.

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang membuat pernyataan ini adalah mahasiswa Program Studi S-1 Sistem Informasi Universitas Mikroskil Medan dengan identitas mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Okto Tri Yudha

NIM : 192111466

Saya telah melaksanakan penelitian dan penulisan Tugas Akhir dengan judul dan tempat penelitian sebagai berikut:

Judul Tugas Akhir : Analisis Time Series Untuk Prediksi Polusi Udara Dengan Model Long Short Term-Memory

Tempat Penelitian : -

Alamat Tempat Penelitian : -

No. Telp. Tempat Penelitian : -

Sehubungan dengan Tugas Akhir tersebut, dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa penelitian dan penulisan Tugas Akhir tersebut merupakan hasil karya saya sendiri (tidak menyuruh orang lain yang mengerjakannya) dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar. Bila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa bukan saya yang mengerjakannya (membuatnya), maka saya bersedia dikenakan sanksi yang telah ditetapkan oleh Universitas Mikroskil Medan, yakni pencabutan ijazah yang telah saya terima dan ijazah tersebut dinyatakan tidak sah.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mikroskil Medan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right) atas Tugas Akhir saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Universitas Mikroskil Medan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya, secara keseluruhan atau hanya sebagian atau hanya ringkasannya saja dalam bentuk format tercetak dan/atau elektronik, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Menyatakan juga bahwa saya akan mempertahankan hak eksklusif saya untuk menggunakan seluruh atau sebagian isi Tugas Akhir saya guna pengembangan karya di masa depan, misalnya dalam bentuk artikel, buku, ataupun perangkat lunak/sistem informasi.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sungguh-sungguh, dalam keadaan sadar dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Medan, 20 Juli 2023

Saya yang membuat pernyataan,



Okto Tri Yudha

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang membuat pernyataan ini adalah mahasiswa Program Studi S-1 Sistem Informasi Universitas Mikroskil Medan dengan identitas mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Milenia Estopani Situmorang

NIM : 192111814

Saya telah melaksanakan penelitian dan penulisan Tugas Akhir dengan judul dan tempat penelitian sebagai berikut:

Judul Tugas Akhir : Analisis Time Series Untuk Prediksi Polusi Udara Dengan Model Long Short Term-Memory

Tempat Penelitian : -

Alamat Tempat Penelitian : -

No. Telp. Tempat Penelitian : -

Sehubungan dengan Tugas Akhir tersebut, dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa penelitian dan penulisan Tugas Akhir tersebut merupakan hasil karya saya sendiri (tidak menyuruh orang lain yang mengerjakannya) dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar. Bila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa bukan saya yang mengerjakannya (membuatnya), maka saya bersedia dikenakan sanksi yang telah ditetapkan oleh Universitas Mikroskil Medan, yakni pencabutan ijazah yang telah saya terima dan ijazah tersebut dinyatakan tidak sah.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mikroskil Medan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right) atas Tugas Akhir saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Universitas Mikroskil Medan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya, secara keseluruhan atau hanya sebagian atau hanya ringkasannya saja dalam bentuk format tercetak dan/atau elektronik, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Menyatakan juga bahwa saya akan mempertahankan hak eksklusif saya untuk menggunakan seluruh atau sebagian isi Tugas Akhir saya guna pengembangan karya di masa depan, misalnya dalam bentuk artikel, buku, ataupun perangkat lunak/sistem informasi.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sungguh-sungguh, dalam keadaan sadar dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Medan, 10 Juli 2023

Saya yang membuat
pernyataan,



Milenia Estopani Situmorang

ANALISIS TIME SERIES UNTUK PREDIKSI POLUSI UDARA DENGAN MODEL LONG SHORT TERM-MEMORY

Abstrak

Peramalan adalah ilmu memperkirakan kejadian dimasa depan berdasarkan data historis yaitu time series. Data time series merupakan data yang dikumpulkan untuk memberikan gambaran perkembangan kegiatan dari waktu ke waktu. Analisis ini dapat digunakan dengan model Long Short Term-Memory (LSTM). Metode ini dapat menyimpan informasi jangka waktu yang lama berdasarkan data masa lalu. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan data time series dan mengetahui kinerja LSTM dalam melakukan peramalan polusi udara. Visualisasi data terdiri dari prediksi variabel PM10, SO2, CO, O3, NO2 hingga plot model LSTM. Pengujian akurasi terhadap model ini menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Model LSTM dalam peramalan polusi udara menggunakan 70% data latih dan 30% data uji. Adapun model LSTM untuk peramalan polusi udara dibentuk dari 50 input layer, 1 batch size, 12 timesteps, epoch (50 dan 100), optimizer (adam) dengan nilai MAPE dari masing-masing variabel yaitu dibawah 1% dengan tingkat akurasi 99%. Hasil akurasi masing-masing variabel menunjukkan bahwa peramalan termasuk sangat baik karena tingkat eror dibawah 10%. Maka model LSTM ini sangat baik untuk peramalan Polusi Udara.

Kata kunci: Peramalan, Time Series, Long short Term-Memory

Abstract

Forecasting is the science of predicting future events based on historical data, namely time series. Time series data is data collected to provide an overview of the development of activities from time to time. This analysis can be used with the Long Short Term-Memory (LSTM) model. This method can store long term information based on past data. This study aims to model time series data and determine the performance of LSTM in forecasting air pollution. Data visualization consists of predicting PM10, SO2, CO, O3, NO2 variables to plot the LSTM model. Testing the accuracy of this model uses the Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The LSTM model in forecasting air pollution uses 70% training data and 30% test data. The LSTM model for forecasting air pollution is formed from 50 input layers, 1 batch size, 12 timesteps, epochs (50 and 100), optimizer (adam) with the MAPE value of each variable which is below 1% with an accuracy rate of 99%. The results of the accuracy of each variable indicate that the forecast is very good because the error rate is below 10%. So this LSTM model is very good for air pollution forecasting.

Keywords : Forecasting, Time Series, Long Short Term Memory

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Time Series Untuk Prediksi Polusi Udara Dengan Model Long Short Term Memory”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan perkuliahan di Program Studi S-1 Sistem Informasi di Universitas Mikroskil Medan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna karena menyadari segala keterbatasan yang ada. Untuk itu penulis sangat membutuhkan dukungan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun.

Dengan tersusunnya Tugas Akhir ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penulis, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Roni Yunis, S.Kom., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak melakukan bimbingan, saran serta pengarahan kepada penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
2. Ibu Elly, S.Kom., M.TI., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Hardy, S.Kom., M.Sc., Ph.D., selaku Rektor Universitas Mikroskil Medan.
4. Bapak Ng Poi Wong, S.Kom., M.T.I., selaku Dekan Fakultas Informatika Universitas Mikroskil Medan.
5. Ibu Yuni Marlina Saragih, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi S-1 Sistem Informasi Fakultas Informatika Universitas Mikroskil Medan.
6. Kepada seluruh dosen-dosen Fakultas Informatika Universitas Mikroskil.
7. Bapak Saur Paian Pakpahan, S.T dan Ibu Happy S selaku orang tua Okto Tri Yudha serta saudara kandung Okto Tri Yudha (Abednego dan Hari) yang telah menjadi orang-orang terhebat dan tidak pernah lelah untuk selalu memberikan kasih sayang, doa, semangat, serta motivasi kepada penulis selama menempuh studi penyelesaian skripsi.
8. Bapak Togar Situmorang dan Ibu Hotmawan br Simbolon selaku orang tua Milenia Estopani Situmorang serta saudara kandung Milenia Estopani Situmorang (Rika, Lamhot, Josua, dan Nova) yang telah menjadi orang-orang terhebat dan tidak pernah lelah untuk selalu

memberikan kasih sayang, doa, semangat, serta motivasi kepada penulis selama menempuh studi penyelesaian skripsi.

9. Sahabat kami (Julita, Kak merliana, Elda, Sarelis, Alessandro, Ary) serta teman-teman seperjuangan lain stambuk 2019 yang telah memberikan dukungan, saran dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
10. Kepada sahabat saya Wisnu Wardana yang telah memberikan dukungan dalam pengerjaan tugas akhir ini.
11. Kepada yang terkasih Naya Ramadhani Putri, terimakasih sedalam-dalamnya atas segala dukungan yang telah diberikan, baik dukungan moral, semangat, serta membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.
12. Teman-teman Ikatan Keluarga Mahasiswa Kristen (KMK) yang telah memberikan pelajaran dan pengalaman baik selama penulis menempuh studi di Universitas Mikroskil Medan.
13. Semua pihak lain yang tidak dapat peneliti sebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan dan motivasi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan kelemahan karena waktu dan pengalaman penulis yang masih terbatas, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk menyempurnakan serta mengembangkan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca serta semua pihak yang membutuhkannya di kemudian hari.

UNIVERSITAS
Medan, 31 Juli 2023
MIKROSKIL

Okto Tri Yudha

Milenia Estopani Situmorang

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB II KAJIAN LITERATUR	4
2.1 Polusi Udara	4
2.2 Forecasting	4
2.3 Data Deret Waktu	5
2.3.1 Pola Runtun Waktu.....	6
2.3.2 Plot Runtun Waktu	8
2.4 Analisis Time Series.....	9
2.5 Deep Learning	10
2.6 Long Short-Term Memory	12
2.7 Normalisasi Data	18
2.8 Denormalisasi	18
2.9 Evaluasi Model.....	19
2.10 Literature Review	21

BAB III TAHAPAN PELAKSANAAN	23
3.1 Data Penelitian.....	23
3.2 Tahapan OSEMN	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Hasil.....	37
4.2 Pembahasan	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	58



UNIVERSITAS MIKROSKIL

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Data deret waktu sederhana	6
Gambar 2.2 Pola Data Horizontal [19]	7
Gambar 2.3 Pola Data Tren [19].....	7
Gambar 2.4 Pola Data Musiman [19]	8
Gambar 2.5 Pola Data Siklus [19]	8
Gambar 2.6 Plot runtun waktu bintang matahari [20]	9
Gambar 2.7 Taksonomi AI [26].....	10
Gambar 2.8 Kategori dalam Deep Learning [26]	11
Gambar 2.9 Looping pada RNN dengan satu layer [28].	12
Gambar 2.10 Arsitektur LSTM [29].....	13
Gambar 2.11 Cell state pada LSTM [28].....	14
Gambar 2.12 Layer Forget Gate [28].....	15
Gambar 2.13 Layer Input Gate dan Layer Tanh [28].	16
Gambar 2.14 Layer New Cell State [28].	16
Gambar 2.15 Layer Output Gate [28].....	17
Gambar 3.1 Tahapan OSEMN [38]	23
Gambar 3.2 Pengumpulan Dataset.....	24
Gambar 3.3 Dataset Indeks Standar Pencemaran Udara	25
Gambar 3.4 Dataset sebelum diubah tipe data Tanggal.....	26
Gambar 3.5 Script untuk mengubah variabel Tanggal	26
Gambar 3.6 Dataset setelah mengubah tipe data Tanggal	26
Gambar 3.7 Script untuk mengubah beberapa tipe data variabel menjadi <i>NUMERIC</i>	27
Gambar 3.8 Dataset setelah tipe data variabel diubah	27
Gambar 3.9 Script untuk mengecek data <i>missing value</i>	27
Gambar 3.10 Nilai <i>NA</i> pada <i>dataframe</i>	27

Gambar 3.11 Script untuk menghapus data <i>missing value</i>	27
Gambar 3.12 Nilai <i>NA</i> setelah dihapus	28
Gambar 3.13 Data menggunakan fungsi <i>glimpse()</i>	28
Gambar 3.14 Analisis deskriptif menggunakan fungsi <i>summary()</i>	29
Gambar 3.15 Nilai Standar Deviasi pada setiap variabel	29
Gambar 3.16 Visualisasi Level Partikulat Pada Tahun 2016 – 2021	30
Gambar 3.17 Data partikulat PM10 berdasarkan stasiun DKI1 (Bunderan HI)	30
Gambar 3.18 Script untuk melakukan <i>grouping daily_pm10</i>	30
Gambar 3.19 Data partikulat PM10 berdasarkan tanggal	31
Gambar 3.20 Script visualisasi PM10 berdasarkan tahun	31
Gambar 3.21 Visualisasi partikulat PM10 berdasarkan tahun	31
Gambar 3.22 Visualisasi SO2 berdasarkan tahun	32
Gambar 3.23 Visualisasi CO berdasarkan tahun	32
Gambar 3.24 Visualisasi O3 berdasarkan tahun	33
Gambar 3.25 Visualisasi NO2 berdasarkan tahun	33
Gambar 3.26 Visualisasi PM10 pada stasiun DKI1 (Bunderan HI)	34
Gambar 3.27 Script visualisasi data harian PM10 pada stasiun DKI1 (Bunderan HI)	34
Gambar 3.28 Visualisasi data harian PM10 pada stasiun DKI1 (Bunderan HI)	35
Gambar 4.1 Subsetting Data	38
Gambar 4.2 Normalisasi Data Uji	38
Gambar 4.3 Membuat Array Tiga Dimensi Pada Data Uji	38
Gambar 4.4 Model LSTM	39
Gambar 4.5 Compile Model LSTM	39
Gambar 4.6 Fit Model LSTM	40
Gambar 4.7 Proses Mengubah Vektor data menjadi serangkaian Time Series	40
Gambar 4.8 Proses Membuat Objek Forecast	40
Gambar 4.9 Visualisasi Hasil Prediksi Partikulat PM10 Epoch 50	41

Gambar 4.10 Visualisasi Hasil Prediksi Partikulat PM10 Epoch 100	42
Gambar 4.11 Visualisasi Hasil Prediksi Partikulat SO2 Epoch 50.....	42
Gambar 4.12 Visualisasi Hasil Prediksi Partikulat SO2 Epoch 100.....	43
Gambar 4.13 Visualisasi Hasil Prediksi Partikulat CO Epoch 50	43
Gambar 4.14 Visualisasi Hasil Prediksi Partikulat CO Epoch 100	44
Gambar 4.15 Visualisasi Hasil Prediksi Partikulat O3 Epoch 50.....	44
Gambar 4.16 Visualisasi Hasil Prediksi Partikulat O3 Epoch 100	45
Gambar 4.17 Visualisasi Hasil Prediksi Partikulat NO2 Epoch 50	45
Gambar 4.18 Visualisasi Hasil Prediksi Partikulat NO2 Epoch 100	46
Gambar 4.19 Visualisasi Lima Variabel Penting Pada Epoch 50.....	47
Gambar 4.20 Visualisasi Lima Variabel Penting Pada Epoch 100.....	48
Gambar 4.21 Perbandingan Nilai Aktual dan Nilai Prediksi Selama 12 Bulan Pada Tahun 2020.....	49
Gambar 4.22 Matrix Evaluasi Model Epoch 50	50
Gambar 4.23 Matrix Evaluasi Model Epoch 100	50

UNIVERSITAS MIKROSKIL

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Studi Literatur	21
Tabel 3.1 Variabel Data Penelitian	23
Tabel 3.2 Hasil Analisis Deskriptif.....	29
Tabel 4.1 Parameter model	37
Tabel 4.2 Nilai <i>Mean</i> Setiap Variabel.....	48
Tabel 4.3 Perbandingan Penelitian	50



UNIVERSITAS
MIKROSKIL

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Link Github	57
------------------------------	----



UNIVERSITAS MIKROSKIL