

**PREDIKSI KUALITAS UDARA DI KOTA JAKARTA
DENGAN *LONG SHORT-TERM MEMORY* DAN *GATED*
*RECURRENT UNIT***



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

TUGAS AKHIR

JULIA THERESIA FONATABA

0000055505

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
FAKULTAS TEKNIK & INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG**

2023

**PREDIKSI KUALITAS UDARA DI KOTA JAKARTA
DENGAN *LONG SHORT-TERM MEMORY* DAN *GATED***

RECURRENT UNIT



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Komputer

JULIA THERESIA FONATABA

0000055505

PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER

FAKULTAS TEKNIK & INFORMATIKA

UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA

TANGERANG

2023

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Julia Theresia Fonataba

Nomor Induk Mahasiswa : 00000055505

Program studi : Teknik Komputer

Tugas akhir dengan judul:

PREDIKSI KUALITAS UDARA DI KOTA JAKARTA DENGAN *LONG SHORT-TERM MEMORY* DAN *GATED RECURRENT UNIT*

merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari karya ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan skripsi maupun dalam penulisan laporan skripsi, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk Tugas Akhir yang telah saya tempuh.

Tangerang, 22 Desember 2023



(Julia Theresia Fonataba)

U M M N
U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

HALAMAN PENGESAHAN

PREDIKSI KUALITAS UDARA DI KOTA JAKARTA DENGAN *LONG SHORT-TERM MEMORY* DAN *GATED RECURRENT UNIT*

Oleh

Nama : Julia Theresia Fonataba

NIM : 00000055505

Program Studi : Teknik Komputer

Fakultas : Teknik dan Informatika


Telah diujikan pada hari Rabu 20 Desember 2023
Pukul 09.00 s.d 11.00 dan dinyatakan
LULUS


Dengan susunan pengujian sebagai berikut.


Ketua Sidang

Penguji

Pembimbing


Samuel Hutagalung, M.T.I
0304038902


Nabila Husna Shabrina, S.T, M.T
0321099301


Monica Pratiwi, S. ST., M.T
0325059601

Ketua Program Studi
Teknik Komputer


Samuel Hutagalung, M.T.I

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas academica Universitas Multimedia Nusantara, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Julia Theresia Fonataba

NIM : 00000055505

Program Studi : Teknik Komputer

Fakultas : Teknik dan Informatika

Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Multimedia Nusantara Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul.

PREDIKSI KUALITAS UDARA DI KOTA JAKARTA DENGAN *LONG SHORT-TERM MEMORY* DAN *GATED RECURRENT UNIT*

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Multimedia Nusantara berhak menyimpan, mengalihmediakan/mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Tangerang, 5 Januari 2024

Yang menyatakan,


(Julia Theresia Fonataba)

KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas berkat dan Rahmat kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas selesainya penulisan Tugas Akhir ini dengan judul: “PREDIKSI KUALITAS UDARA DI KOTA JAKARTA DENGAN *LONG SHORT-TERM MEMORY* DAN *GATED RECURRENT UNIT*” dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana jurusan Teknik Komputer pada Fakultas Teknik & Informatika Universitas Multimedia Nusantara. Penulis menyadari bahwa, dengan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini. Oleh karena itu, mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ninok Leksono, selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Dr. Eng. Niki Prastomo, selaku Dekan Fakultas Universitas Multimedia Nusantara.
3. Samuel, M.T.I, selaku Ketua Program Studi Universitas Multimedia Nusantara.
4. Monica Pratiwi, S.ST., M.T, sebagai Pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi atas terselesainya tugas akhir ini.
5. Keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. *Last but not least, I wanna thank me I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for... for never quitting.*

Penulis berharap, karya ilmiah dalam bentuk skripsi ini dapat bermanfaat, baik bagi seluruh civitas akademik UMN maupun pembaca sehingga bisa memberikan informasi, inspirasi dan referensi.

Tangerang, 4 Desember 2023



(Julia Theresia Fonataba)

PREDIKSI KUALITAS UDARA DI KOTA JAKARTA
DENGAN *LONG SHORT-TERM MEMORY* DAN *GATED*
RECURRENT UNIT

(Julia Theresia Fonataba)

ABSTRAK

Di tahun 2023, Indonesia menjadi negara paling berpolusi nomor satu di dunia khususnya kota Jakarta. Berdasarkan laporan dari Inventaris Emisi Pencemar Udara DKI Jakarta tahun 2020 di Jakarta banyak sumber penyebab polusi udara bukan hanya untuk PM2.5. Banyak penelitian yang hanya dilakukan untuk PM 10 dan PM2.5, sedangkan di Jakarta banyak sumber penyebab polusi selain kedua parameter itu. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, peneliti akan menganalisis dan mengevaluasi performa model LSTM dan GRU untuk memprediksi kualitas udara terhadap 6 parameter dengan *multivariate* dan *univariate* untuk PM2.5. Pertama, peneliti memakai tiga metode imputasi berbeda terhadap dataset yaitu (1) imputasi dengan mean & median (2) imputasi dengan KNN, dan (3) imputasi dengan KNN menggunakan *scaling*. Peneliti juga melakukan dua rasio pembagian dataset *train* dan *test* yang berbeda yaitu 7:3 dan 8:2. Setelah menemukan model dengan performa terbaik maka dilakukan *forecasting* untuk 31 hari kedepan dari data terakhir yang akan dibandingkan dengan data *real* dengan model yang memiliki performa terbaik. Hasil yang diperoleh adalah model GRU dengan imputasi KNN menggunakan *scaling* memiliki performa *loss* dan akurasi yang terbaik dengan nilai *loss* dan akurasi adalah 0.001 dan 92%. Hasil *forecasting* diperoleh paling baik pada parameter NO2 dengan RMSE 2.51 dan R2 62%. Sedangkan, *univariate* LSTM 8:2 yang memiliki performa yang baik dalam prediksi PM2.5.

Kata kunci: *Deep learning*, LSTM, GRU, Kualitas udara, *forecasting*

**PREDIKSI KUALITAS UDARA DI KOTA JAKARTA
DENGAN *LONG SHORT-TERM MEMORY* DAN *GATED
RECURRENT UNIT***

(Julia Theresia Fonataba)

ABSTRACT

In 2023, Indonesia became the number one most polluted country in the world, especially the city of Jakarta. Based on a report from the DKI Jakarta Air Pollutant Emission Inventory in 2020, Jakarta has many sources of air pollution, not only for PM_{2.5}. Many studies have only been conducted for PM₁₀ and PM_{2.5}, while in Jakarta there are many sources of pollution other than these two parameters. Therefore, in this study, we will analyze and evaluate the performance of LSTM and GRU models to predict air quality for 6 parameters with multivariate and univariate for PM_{2.5}. First, we used three different imputation methods on the dataset, namely (1) imputation with mean & median (2) imputation with KNN, and (3) imputation with KNN using scaling. Researchers also conducted two different train and test dataset division ratios, namely 7:3 and 8:2. After finding the model with the best performance, forecasting is carried out for the next 31 days from the last data which will be compared to real data with the model that has the best performance. The results obtained are that the GRU model with KNN imputation using scaling has the best loss and accuracy performance with loss and accuracy values of 0.001 and 92%. The best forecasting results were obtained for the NO₂ parameter with RMSE 2.51 and R² 62%. Meanwhile, the univariate LSTM 8:2 has a good performance in PM_{2.5} prediction.

Keywords: Deep learning, LSTM, GRU, Air quality, forecasting

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	6
1.3 Batasan Penelitian	6
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Penelitian Terdahulu	9
2.2 Tinjauan Teori	18
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Metode Penelitian	26
3.2 Studi Literatur	28
3.3 Pengumpulan Data	28
3.4 Pemrosesan Data	29
3.5 Perancangan Model	32
3.6 Pelatihan dan Pengujian Model	37
3.7 Evaluasi Akhir Model	38
3.8 Forecasting	38
BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM	39

4.1 Spesifikasi Sistem	39
4.2 Implementasi Sistem	40
4.3 Hasil dan Analisis Performa Model	51
4.4 Hasil dan Analisis Prediksi	63
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	74
5.1 Simpulan	74
5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	76

UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

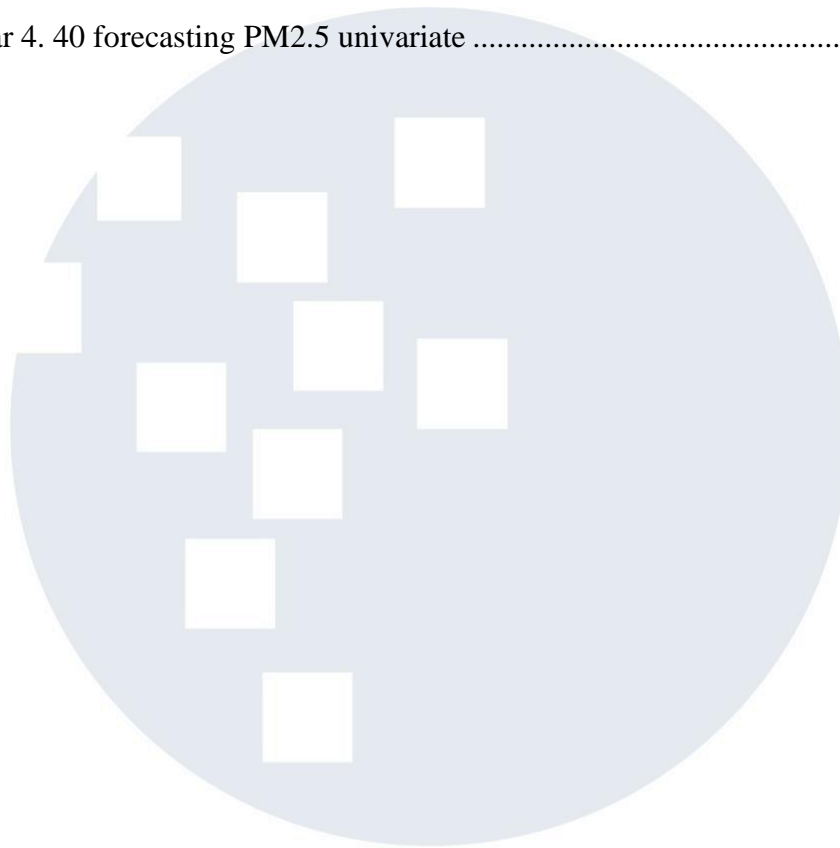
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Deep Learning	20
Gambar 2. 2 Ilustrasi arsitektur pada DL	21
Gambar 2. 3 Struktur RNN secara umum	22
Gambar 2. 4 Struktur LSTM	23
Gambar 3. 1 Alur langkah penelitian	27
Gambar 3. 2 Alur Pemrosesan Data: Pre-processing data	27
Gambar 3. 3 Dataset Original.....	28
Gambar 3. 4 Arsitektur Model LSTM multivariate	34
Gambar 3. 5 Arsitektur Model GRU multivariate	35
Gambar 3. 6 Arsitektur Model LSTM <i>univariate</i>	36
Gambar 3. 7 Arsitektur Model GRU univariate.....	37
Gambar 4. 1 Tampilan data di website redahiemisi.jakarta.go.id	40
Gambar 4. 2 Load Data dari Google Drive	41
Gambar 4. 3 Tampilan data untuk multivariate	41
Gambar 4. 4 Tampilan data untuk univariate.....	42
Gambar 4. 5 Imputasi Mean & Median	43
Gambar 4. 6 Imputasi KNN	43
Gambar 4. 7 KNN dengan RobustScaler	44
Gambar 4. 8 Perbandingan sebelum & setelah imputasi multivariate;	45
Gambar 4. 9 Perbandingan sebelum & setelah imputasi univariate;	46
Gambar 4. 10 Struktur input dataset	47
Gambar 4. 11 Split data dalam dua rasio	47
Gambar 4. 12 Scalling Data train dan test dengan MinMaxScalling.....	47
Gambar 4. 13 model LSTM multivariate.....	48
Gambar 4. 14 Summary dari model LSTM multivariate	48
Gambar 4. 15 model GRU multivariate	49
Gambar 4. 16 Summary model GRU multivariate.....	49
Gambar 4. 17 Model LSTM univariate.....	50

Gambar 4. 18 Summary dari Model LSTM univariate	50
Gambar 4. 19 model GRU univariate	50
Gambar 4. 20 Summary dari Model GRU univariate	50
Gambar 4. 21 Grafik loss dan accuracy - Imputasi KNN menggunakan Scalling; (a) LSTM (b) GRU.....	52
Gambar 4. 22 Grafik loss dan accuracy - Imputasi KNN; (a) LSTM (b) GRU	54
Gambar 4. 23 Grafik loss dan accuracy - Imputasi mean & median; (a) LSTM (b) GRU	56
Gambar 4. 24 Grafik loss dan accuracy - Imputasi KNN menggunakan Scalling; (a) LSTM (b) GRU.....	58
Gambar 4. 25 Grafik loss dan accuracy - Imputasi KNN; (a) LSTM (b) GRU	59
Gambar 4. 26 Grafik loss dan accuracy - Imputasi mean & median; (a) LSTM (b) GRU	60
Gambar 4. 27 Grafik prediksi data test & train dengan model GRU 7:3 (kiri) 8:2 (kanan) - PM10	64
Gambar 4. 28 Grafik prediksi data test & train dengan model GRU 7:3 (kiri) 8:2 (kanan) - PM2.5	64
Gambar 4. 29 Grafik prediksi data test & train dengan model GRU 7:3 (kiri) 8:2 (kanan) - SO2	64
Gambar 4. 30 Grafik prediksi data test & train dengan model GRU 7:3 (kiri) 8:2 (kanan) – CO	65
Gambar 4. 31 Grafik prediksi data test & train dengan model GRU 7:3 (kiri) 8:2 (kanan) - O3	65
Gambar 4. 32 Hasil prediksi model GRU 7:3 (kiri) 8:2 (kanan) - NO2	65
Gambar 4. 33 Hasil prediksi univariate	67
Gambar 4. 34 forecasting – PM10	69
Gambar 4. 35 forecasting - PM2.5	69
Gambar 4. 36 forecasting – SO2.....	70
Gambar 4. 37 forecasting – CO.....	70
Gambar 4. 38 forecasting - O3	70

Gambar 4. 39 forecasting – NO2 71

Gambar 4. 40 forecasting PM2.5 univariate 72



UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kategori ISPU	19
Tabel 2. 2 Rangkuman referensi pendahuluan terdahulu.....	15
Tabel 4. 1 loss dan akurasi LSTM & GRU dengan imputasi KNN dengan scalling	52
Tabel 4. 2 loss dan akurasi LSTM & GRU dengan imputasi KNN.....	54
Tabel 4. 3 loss dan akurasi LSTM & GRU dengan imputasi mean & median	56
Tabel 4. 4 loss dan akurasi LSTM & GRU dengan imputasi KNN dengan scalling	58
Tabel 4. 5 loss dan akurasi LSTM & GRU dengan imputasi KNN.....	59
Tabel 4. 6 loss dan akurasi LSTM & GRU dengan imputasi mean & median	60
Tabel 4. 7 Rangkuman loss dan akurasi LSTM & GRU multivariate	61
Tabel 4. 8 Rangkuman loss dan akurasi LSTM & GRU univariate	61
Tabel 4. 9 Evaluasi akhir hasil prediksi multivariate.....	66
Tabel 4. 10 Evaluasi akhir hasil prediksi univariate	67
Tabel 4. 11 Tabel Rangkuman perbandingan multivariate & univariate	68
Tabel 4. 12 Evaluasi hasil Forecasting dengan RMSE dan MSE	71
Tabel 4. 13 Perbandingan hasil forecasting multivariate & univariat.....	72

