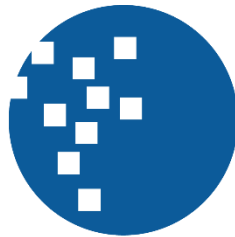


**PENERAPAN *HYBRID CLUSTERING K-MEANS* DAN *K-MEDOIDS* DENGAN *LONG SHORT-TERM MEMORY* DALAM
PREDIKSI INDEKS STANDAR PENCEMAR UDARA DKI**

JAKARTA



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

SKRIPSI

Irfan Fari Ramadhan

0000052592

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG**

2024

PENERAPAN *HYBRID CLUSTERING*
K-MEANS* DAN *K-MEDOIDS* DENGAN *LONG SHORT-TERM
***MEMORY* DALAM PREDIKSI INDEKS STANDAR**
PENCEMAR UDARA DKI JAKARTA



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Irfan Fari Ramadhan

00000052592

PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI

FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA

TANGERANG

2024

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Irfan Fari Ramadhan

Nomor Induk Mahasiswa : 00000052592

Program studi : Sistem Informasi

Skripsi dengan judul:

PENERAPAN *HYBRID CLUSTERING K-MEANS* DAN *K-MEDOIDS* DENGAN
LONG SHORT-TERM MEMORY DALAM PREDIKSI INDEKS STANDAR
PENCEMAR UDARA DKI JAKARTA

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, 15 Mei 2024



Irfan Fari Ramadhan

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

N U S A N T A R A

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

Penerapan *Hybrid Clustering K-Means* dan *K-Medoids* dengan *Long Short-Term Memory* dalam Prediksi Indeks Standar Pencemar Udara DKI Jakarta

Oleh

Nama : Irfan Fari Ramadhan

NIM : 00000052592

Program Studi : Sistem Informasi

Fakultas : Teknik & Informatika

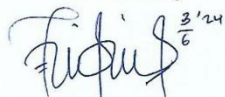
Telah diujikan pada hari Rabu, 22 Mei 2024

Pukul 15.00 s.d 17.00 dan dinyatakan

LULUS

Dengan susunan penguji sebagai berikut.

Ketua Sidang



Dr. Irmawati, S.Kom., M.M.S.I.
0805097703

Penguji



Melissa Indah Fianty, S.Kom., M.M.S.I.
0313019201

Pembimbing



Samuel Ady Sanjaya, S.T., M.T.
0305049402

Ketua Program Studi Sistem Informasi



Ririn Ikana Desanti, S.Kom., M.Kom.
0313058001

iii

Penerapan Hybrid Clustering..., Irfan Fari Ramadhan, Universitas Multimedia Nusantara

iii

Penerapan Hybrid Clustering..., Irfan Fari Ramadhan, Universitas Multimedia Nusantara

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH MAHASISWA

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Irfan Fari Ramadhan

Nomor Induk Mahasiswa : 00000052592

Program Studi : Sistem Informasi

Jenjang : S1

Judul Karya Ilmiah :

PENERAPAN *HYBRID CLUSTERING K-MEANS* DAN *K-MEDOIDS* DENGAN
LONG SHORT-TERM MEMORY DALAM PREDIKSI INDEKS STANDAR
PENCEMAR UDARA DKI JAKARTA

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya bersedia:

Memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk mempublikasikan hasil karya ilmiah saya di repositori Knowledge Center, sehingga dapat diakses oleh Civitas Akademika/Publik. Saya menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial dan saya juga tidak akan mencabut kembali izin yang telah saya berikan dengan alasan apapun.

Saya tidak bersedia, dikarenakan:

Dalam proses pengajuan untuk diterbitkan ke jurnal/konferensi nasional/internasional (dibuktikan dengan *letter of acceptance*)*.

Tangerang, 22 Mei 2024

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



Irfan Fari Ramadhan

* Jika tidak bisa membuktikan LoA jurnal/HKI selama 6 bulan kedepan, saya bersedia mengizinkan penuh karya ilmiah saya untuk diunggah ke KC UMN dan menjadi hak institusi UMN.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas selesainya penulisan skripsi dengan judul: “Penerapan *Hybrid Clustering K-Means* dan *K-Medoids* dengan *Long Short-Term Memory* dalam Prediksi Indeks Standar Pencemar Udara DKI Jakarta” yang dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Komputer pada program studi Sistem Informasi. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi yang telah dilakukan ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ninok Leksono, M.A, selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Bapak Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
3. Ibu Ririn Ikana Desanti, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi Universitas Multimedia Nusantara.
4. Bapak Samuel Ady Sanjaya, S.T., 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. Kepada teman-teman dan kerabat saya yang telah memberikan dukungan moral dan lainnya kepada penulis agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga karya ilmiah ini dapat membantu penelitian selanjutnya dan dapat membantu penulis untuk mendapatkan gelar sarjana komputernya.

Tangerang, 15 Mei 2024



Irfan Fari Ramadhan

**PENERAPAN *HYBRID CLUSTERING*
K-MEANS DAN *K-MEDOIDS* DENGAN *LONG SHORT-TERM*
MEMORY DALAM PREDIKSI INDEKS STANDAR
PENCEMAR UDARA DKI JAKARTA**

Irfan Fari Ramadhan

ABSTRAK

Isu pencemaran udara menjadi perhatian utama pada akhir 2023, terutama di DKI Jakarta yang sempat menempati urutan teratas kota dengan polusi tertinggi. Pengukuran kualitas udara menggunakan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) menunjukkan tingginya polutan yang mengancam kesehatan masyarakat. Untuk itu, penelitian ini mengimplementasikan *hybrid clustering* dan *model prediksi Long Short-Term Memory (LSTM)* dalam memprediksi *dataset ISPU DKI Jakarta* dan melakukan visualisasi hasil berdasarkan nilai *RMSE* terkecil. Dengan menggunakan metode *data mining* dan dibantu oleh *framework CRISP-DM* diharapkan dapat membuat *hybrid model* tersebut. Penerapan *hybrid model* dilakukan secara bertahap, tahap pertama adalah melakukan *clustering* secara *2-step-clustering* menggunakan algoritma *K-Means* yang diakhiri dengan menggunakan *K-Medoids*. Kemudian, *model prediksi* adalah menggunakan algoritma *Long Short-Term Memory (LSTM)* dengan konfigurasi yang telah ditentukan seperti menggunakan *2 optimizer* yang berbeda. Hasil prediksi kemudian dibandingkan untuk dicari yang memiliki nilai evaluasi terkecil atau terbaik menggunakan *root mean square error (RMSE)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pilihan *optimizer* bergantung pada variabel atau *dataset*. *Dataset ISPU 2021-2023* untuk *cluster 2* memberikan nilai *RMSE* terkecil, berkisar antara 2,91984 hingga 9,53943, menjadikannya model terbaik dibandingkan dengan *cluster 1*.

Kata kunci: ISPU, Klasterisasi, *LSTM*, Model Hibrida, Prediksi

***IMPLEMENTATION OF HYBRID CLUSTERING K-MEANS
AND K-MEDOIDS WITH LONG SHORT-TERM MEMORY IN
PREDICTING THE AIR POLLUTION STANDARD INDEX OF***

DKI JAKARTA

Irfan Fari Ramadhan

ABSTRACT (English)

The issue of air pollution has become a major concern at the end of 2023, especially in DKI Jakarta, which has recently ranked as the city with the highest pollution levels. Air quality measurements using the Air Pollution Standard Index (ISPU) indicate high pollutant levels that threaten public health. Therefore, this study implements hybrid clustering and a Long Short-Term Memory (LSTM) predictive model to predict the ISPU dataset for DKI Jakarta and visualize the results based on the smallest RMSE value. Using data mining methods and assisted by the CRISP-DM framework, this study aims to develop the hybrid model. The hybrid model implementation is carried out in stages: the first stage involves 2-step-clustering using the K-Means algorithm followed by K-Medoids. The predictive model then employs the Long Short-Term Memory (LSTM) algorithm with predefined configurations, including the use of two different optimizers. The prediction results are compared to identify the model with the smallest or best evaluation value using root mean square error (RMSE). The study's results indicate that the choice of optimizer depends on the variable or dataset. The ISPU 2021-2023 dataset for cluster 2 provides the smallest RMSE value, ranging from 2.91984 to 9.53943, making it the best model compared to cluster 1.

Keywords: *Clustering, Hybrid Model, ISPU, LSTM, Prediction*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH MAHASISWA	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT (English)	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	6
1.4.1 Tujuan Penelitian	6
1.4.2 Manfaat Penelitian	6
1.5 Sistematika Penulisan	7
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Penelitian Terdahulu	8
2.2 Tinjauan Teori	16
2.2.1 Lingkungan Hidup	16
2.3 <i>Framework</i> dan Algoritma	19
2.3.1 <i>Data Mining</i>	19
2.3.2 <i>Algoritma Clustering</i>	20
2.3.3 <i>Davies Bouldin Index</i>	23
2.3.4 <i>Silhouette Score</i>	24
2.3.5 <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i>	24
2.3.6 <i>Pearson Correlation</i>	24

2.3.7	<i>Augmented Dickey-Fuller Test</i>	25
2.3.8	<i>Neural Network, Reccurent Neural Network (RNN), dan Long Short-Term Memory (LSTM)</i>	25
2.4	<i>Tools</i>	27
2.4.1	<i>Python</i>	27
2.4.2	<i>Jupyter Notebooks</i>	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		29
3.1	Gambaran Umum Objek Penelitian	29
3.2	Metode Penelitian.....	29
3.2.1	<i>CRISP-DM</i>	30
3.3	Teknik Pengumpulan Data	36
3.4	Teknik Pengambilan Sampel.....	36
3.5	Variabel Penelitian	36
3.6	Teknik Analisis Data	37
BAB IV ANALISIS DAN HASIL PENELITIAN		38
4.1	Tahapan <i>Business Understanding</i>	38
4.2	Tahapan <i>Data Understanding</i>	39
4.3	Tahapan <i>Data Preparation</i>	42
4.3.1	<i>Exploratory Data Analysis (EDA)</i>	51
4.4	Tahapan <i>Modeling</i>	65
4.4.1	<i>Clustering Model (Hybrid K-Means & K-Medoids)</i>	65
4.4.2	<i>Prediction Model (Long Short-Term Memory)</i>	85
4.5	Tahapan <i>Evaluation</i>	92
4.6	Hasil dan Diskusi.....	98
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		113
5.1	Simpulan.....	113
5.2	Saran	113
DAFTAR PUSTAKA		115
LAMPIRAN		122

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	8
Tabel 2. 2 Pengukuran Indeks Kualitas Udara.....	16
Tabel 2. 3 Penggolongan Kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)	18
Tabel 2. 4 Konversi Nilai Konsentrasi Parameter ISPU	18
Tabel 2. 5 Tahapan <i>CRISP-DM</i>	20
Tabel 3. 1 Perbandingan <i>Framework Data Mining</i>	30
Tabel 4. 1 Penjelasan Kolom <i>Dataset ISPU</i>	40
Tabel 4. 2 Konfigurasi <i>Model LSTM</i>	87
Tabel 4. 3 Nilai <i>RMSE Model Univariate ISPU 2010 – 2023</i>	92
Tabel 4. 4 Nilai <i>RMSE Model Univariate ISPU 2021 – 2023</i>	93
Tabel 4. 5 Nilai <i>RMSE Model Univariate Per Cluster 2010 – 2023</i>	94
Tabel 4. 6 Nilai <i>RMSE Model Univariate Per Cluster 2021 – 2023</i>	95
Tabel 4. 7 Nilai <i>RMSE Model Univariate Per Stasiun 2010 – 2023</i>	95
Tabel 4. 8 Nilai <i>RMSE Model Univariate Per Stasiun 2021 – 2023</i>	96
Tabel 4. 9 Nilai <i>RMSE Model Multivariate Per Cluster 2021 – 2023</i>	97
Tabel 4. 10 Nilai <i>RMSE Model Multivariate Keseluruhan 2021 – 2023</i>	97

UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Kota dengan Tingkat Polusi Tertinggi di Dunia.....	1
Gambar 2. 1 Arsitektur <i>LSTM</i>	26
Gambar 3. 1 Alur Penelitian Berdasarkan <i>CRISP-DM</i>	32
Gambar 3. 2 Alur Tahapan <i>Modeling</i> Penelitian Berdasarkan <i>CRISP-DM</i>	34
Gambar 4. 1 Contoh Data ISPU DKI Jakarta	39
Gambar 4. 2 Data Cuaca	41
Gambar 4. 3 Import Library Data Preparation	42
Gambar 4. 4 <i>Import Dataset</i> ISPU 2010 – 2020	43
Gambar 4. 5 <i>Processing</i> 1 Data ISPU 2010 – 2020	44
Gambar 4. 6 <i>Processing</i> 2 Data ISPU 2010 – 2020	44
Gambar 4. 7 <i>Processing</i> 3 Data ISPU 2010 – 2020	45
Gambar 4. 8 <i>Processing</i> 4 Data ISPU 2010 – 2020	46
Gambar 4. 9 <i>Processing</i> 5 Data ISPU 2010 – 2020	46
Gambar 4. 10 Hasil Akhir <i>Processing</i> Data ISPU 2010 – 2020	47
Gambar 4. 11 <i>Read Dataset</i> ISPU 2021 – 2023	48
Gambar 4. 12 <i>Processing</i> Data ISPU 2021 – 2023	49
Gambar 4. 13 Hasil Akhir <i>Processing</i> Data ISPU 2021 – 2023	49
Gambar 4. 14 <i>Read Weather Dataset</i>	50
Gambar 4. 15 <i>Merge</i> ISPU 2010 – 2020 dan ISPU 2021 - 2023	50
Gambar 4. 16 <i>Dataset</i> ISPU 2021 – 2023	51
Gambar 4. 17 <i>Describe Dataset</i> ISPU	52
Gambar 4. 18 Korelasi Variabel <i>Dataset</i> ISPU 2010 – 2023	52
Gambar 4. 19 Korelasi Variabel <i>Dataset</i> ISPU 2021 – 2023	53
Gambar 4. 20 <i>Box Plot</i> ISPU 2010 – 2023	54
Gambar 4. 21 <i>Box Plot</i> ISPU 2021 – 2023	55
Gambar 4. 22 <i>Count Plot</i> Jumlah <i>Critical</i> Berdasarkan <i>Category</i> ISPU 2010 – 2023	56
Gambar 4. 23 Jumlah Parameter <i>Critical</i> Berdasarkan Stasiun (2010 – 2023)	56
Gambar 4. 24 Jumlah <i>Category</i> Berdasarkan Stasiun (2010 – 2023)	57
Gambar 4. 25 <i>Count Plot</i> Jumlah <i>Critical</i> Berdasarkan <i>Category</i> ISPU 2021 – 2023	58
Gambar 4. 26 Jumlah Parameter <i>Critical</i> Berdasarkan Stasiun (2021 – 2023)	59
Gambar 4. 27 Jumlah <i>Category</i> Berdasarkan Stasiun (2021 – 2023)	60
Gambar 4. 28 <i>Decomposition Plot</i> Variabel PM10	61
Gambar 4. 29 Cek Stasioneritas PM10	61
Gambar 4. 30 <i>Decomposition Plot</i> Variabel O3	62
Gambar 4. 31 Cek Stasioneritas O3	62
Gambar 4. 32 <i>Decomposition Plot</i> PM2.5	63
Gambar 4. 33 Cek Stasioneritas PM2.5	63
Gambar 4. 34 Hasil Tes <i>ADF</i> Parameter ISPU 2010 – 2023	64
Gambar 4. 35 Hasil Tes <i>ADF</i> Parameter ISPU 2021 – 2023	64

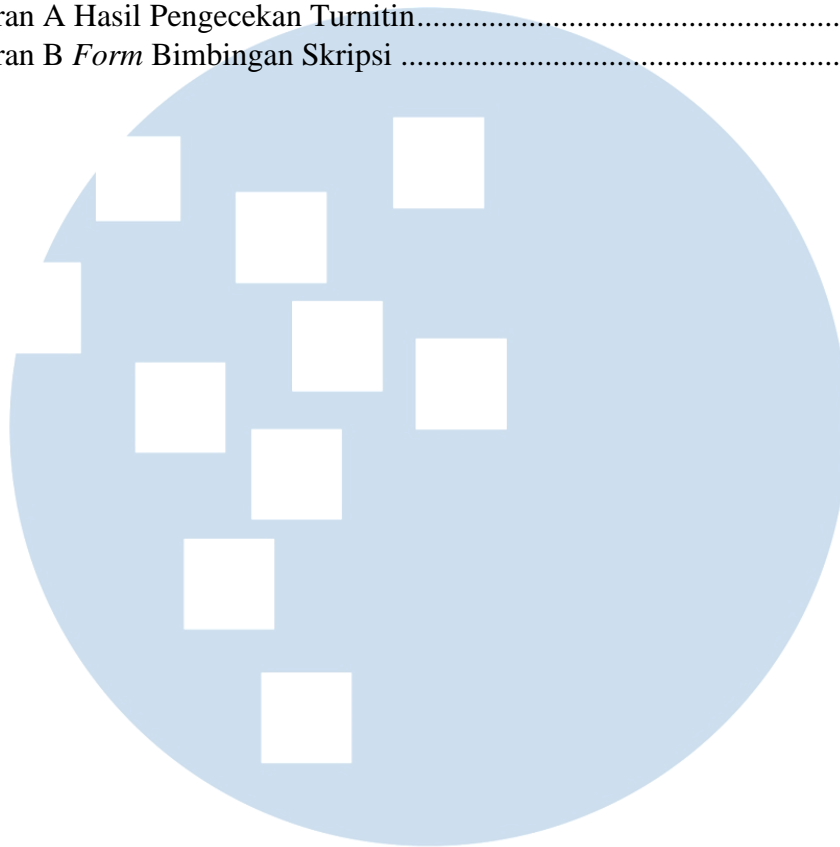
Gambar 4. 36 <i>Import Library Clustering</i>	66
Gambar 4. 37 <i>Scaling Data Untuk Clustering</i>	66
Gambar 4. 38 <i>Penentuan Jumlah Cluster</i>	67
Gambar 4. 39 <i>Pengukuran Jarak Menggunakan DTW</i>	67
Gambar 4. 40 <i>Pengukuran Jarak Menggunakan Euclidean Distance</i>	68
Gambar 4. 41 <i>Hasil Silhouette Score Keseluruhan Model Clustering</i>	68
Gambar 4. 42 <i>Hasil Davies-Bouldin Index Keseluruhan Model Clustering</i>	69
Gambar 4. 43 <i>Hasil Akhir Clustering Keseluruhan Dataset (DTW)</i>	69
Gambar 4. 44 <i>Hasil Akhir Clustering Keseluruhan Dataset (Euclidean)</i>	70
Gambar 4. 45 <i>Hasil Akhir Clustering Training Set (DTW)</i>	71
Gambar 4. 46 <i>Hasil Akhir Clustering Test Set (DTW)</i>	72
Gambar 4. 47 <i>Hasil Akhir Clustering Training Set (Euclidean)</i>	73
Gambar 4. 48 <i>Hasil Akhir Clustering Test Set (Euclidean)</i>	73
Gambar 4. 49 <i>Hasil Akhir Clustering Dataset ISPU 2021 – 2023 (DTW)</i>	74
Gambar 4. 50 <i>Hasil Akhir Clustering Dataset ISPU 2021 – 2023 (Euclidean)</i> ...	75
Gambar 4. 51 <i>Hasil Clustering Training-Test ISPU 2010 – 2023</i>	76
Gambar 4. 52 <i>Jumlah Category Hasil Clustering Training-Test ISPU 2010 – 2023</i>	77
Gambar 4. 53 <i>Jumlah Parameter Critical Pada Clustering Training-Test ISPU</i> <i>2010 – 2023</i>	77
Gambar 4. 54 <i>Stacked Bar Chart Variabel Critical ISPU 2010 - 2023</i>	78
Gambar 4. 55 <i>Scatter Plot Variabel O3 & Max ISPU 2010 - 2023</i>	79
Gambar 4. 56 <i>Scatter Plot Variabel PM10 & Max ISPU 2010 - 2023</i>	80
Gambar 4. 57 <i>Hasil Clustering ISPU 2021 – 2023</i>	80
Gambar 4. 58 <i>Jumlah Category Berdasarkan Cluster ISPU 2021 – 2023</i>	81
Gambar 4. 59 <i>Jumlah Parameter Critical Hasil Clustering ISPU 2021 – 2023</i>	82
Gambar 4. 60 <i>Stacked Bar Chart Variabel Critical ISPU 2021 - 2023</i>	83
Gambar 4. 61 <i>Scatter Plot Variabel PM10 & Max ISPU 2021 - 2023</i>	84
Gambar 4. 62 <i>Scatter Plot Variabel PM2.5 & Max ISPU 2021 - 2023</i>	84
Gambar 4. 63 <i>Import Library Prediksi LSTM</i>	86
Gambar 4. 64 <i>Konfigurasi Model LSTM</i>	86
Gambar 4. 65 <i>Code Eksekusi Model LSTM</i>	87
Gambar 4. 66 <i>Code Untuk Mengambil Timestep</i>	88
Gambar 4. 67 <i>Contoh Pembagian Training – Test Set ISPU</i>	88
Gambar 4. 68 <i>Contoh Pembagian Training-Test Per Cluster ISPU</i>	89
Gambar 4. 69 <i>Contoh Pembagian Training-Test Per Stasiun ISPU</i>	90
Gambar 4. 70 <i>Contoh Pembagian Training-Test Model LSTM Multivariate</i>	91
Gambar 4. 71 <i>Model LSTM Terbaik PM10 ISPU 2010 – 2023 Per Cluster</i>	98
Gambar 4. 72 <i>Model LSTM Terbaik SO2 ISPU 2010 – 2023 Per Cluster</i>	99
Gambar 4. 73 <i>Model LSTM Terbaik CO ISPU 2010 – 2023 Per Cluster</i>	99
Gambar 4. 74 <i>Model LSTM Terbaik O3 ISPU 2010 – 2023 Per Cluster</i>	100
Gambar 4. 75 <i>Model LSTM Terbaik NO2 ISPU 2010 – 2023 Per Cluster</i>	101
Gambar 4. 76 <i>Model LSTM Terbaik PM10 ISPU 2021 – 2023 Per Cluster</i>	101

Gambar 4. 77 <i>Model LSTM</i> Terbaik PM2.5 ISPU 2021 – 2023 Per <i>Cluster</i>	102
Gambar 4. 78 <i>Model LSTM</i> Terbaik SO2 ISPU 2021 – 2023 Per <i>Cluster</i>	103
Gambar 4. 79 <i>Model LSTM</i> Terbaik CO ISPU 2021 – 2023 Per <i>Cluster</i>	103
Gambar 4. 80 <i>Model LSTM</i> Terbaik O3 ISPU 2021 – 2023 Per <i>Cluster</i>	104
Gambar 4. 81 <i>Model LSTM</i> Terbaik NO2 ISPU 2021 – 2023 Per <i>Cluster</i>	104
Gambar 4. 82 <i>Model LSTM</i> Terbaik <i>Temperature</i> Tahun 2021 – 2023	105
Gambar 4. 83 <i>Model LSTM</i> Terbaik <i>Humidity</i> Tahun 2021 – 2023	106
Gambar 4. 84 <i>Model LSTM</i> Terbaik <i>Wind Speed</i> Tahun 2021 – 2023	106
Gambar 4. 85 <i>Model LSTM Multivariate</i> Terbaik PM10 Per <i>Cluster</i> 2021 – 2023	107
Gambar 4. 86 <i>Model LSTM Multivariate</i> Terbaik PM2.5 Per <i>Cluster</i> 2021 – 2023	108
Gambar 4. 87 <i>Model LSTM Multivariate</i> Terbaik PM10 2021 – 2023.....	108
Gambar 4. 88 <i>Model LSTM Multivariate</i> Terbaik PM2.5 2021 – 2023.....	109
Gambar 4. 89 <i>Model LSTM Multivariate</i> Terbaik Suhu 2021 – 2023	110
Gambar 4. 90 <i>Model LSTM Multivariate</i> Terbaik <i>Humidity</i> 2021 – 2023.....	110



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Hasil Pengecekan Turnitin..... 122
Lampiran B *Form* Bimbingan Skripsi 123



UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA