

**SKRIPSI**



**IMPLEMENTASI MODEL *DEEP LEARNING* CNN-LSTM UNTUK PRAKIRAAN  
KUALITAS UDARA BERDASARKAN KADAR POLUTAN DI KOTA JAKARTA**

**YAASINTHA LA JOPIN ARISCA CORPPUTY  
NIM.2010511091**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA  
2024**

# SKRIPSI

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer pada  
Fakultas Ilmu Komputer**



**IMPLEMENTASI MODEL *DEEP LEARNING* CNN-LSTM UNTUK PRAKIRAAN  
KUALITAS UDARA BERDASARKAN KADAR POLUTAN DI KOTA JAKARTA**

**YAASINTHA LA JOPIN ARISCA CORPPUTY  
NIM.2010511091**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA  
2024**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Artikel Ilmiah ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Yaasinth La Jopin Arisca Corpputy

NIM : 2010511091

Tanggal : 29 November 2024

Judul Artikel : Implementasi Model *Deep Learning* CNN-LSTM Untuk Prakiraan Kualitas Udara Berdasarkan Kadar Polutan Di Kota Jakarta

Bilamana pada kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 29 November 2024



Yaasinth La Jopin Arisca Corpputy

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN  
AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yaasinth La Jopin Arisca Corpputy

NIM : 2010511091

Fakultas : Ilmu Komputer

Program Studi : S1 Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan karya ilmiah saya kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exchange Royalty Free Right) untuk dipublikasikan dengan judul :

**Implementasi Model *Deep Learning* CNN-LSTM Untuk Prakiraan Kualitas Udara  
Berdasarkan Kadar Polutan Di Kota Jakarta**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media atau memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan artikel ilmiah saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 29 November 2025



Yaasinth La Jopin Arisca Corpputy

## LEMBAR PENGESAHAN

Dengan ini dinyatakan bahwa tugas akhir berikut :

Nama : Yaasinta La Jopin Arisca Corpputy  
NIM : 2010511091  
Program Studi : SI Informatika  
Judul : Implementasi Deep Learning Model CNN-LSTM Untuk Prakiraan  
Kualitas Udara Berdasarkan Kadar Polutan Di Kota Jakarta

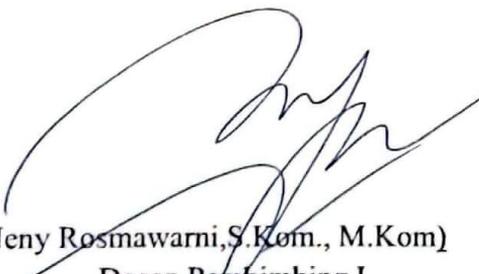
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi SI Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta



(Bayu Hananto, S.Kom., M.Kom)  
Penguji I



(Hamonangan Kinantan P., S.T, MT.)  
Penguji II



(Neny Rosmawarni, S.Kom., M.Kom)  
Dosen Pembimbing I



(Novi Trisman Hadi, S.Pd., M.Kom)  
Dosen Pembimbing II



(Prof. Dr. Ir. Supriyanto, ST., M.Sc., IPM)  
Dekan Fakultas Ilmu Komputer



(Dr. Widya Cholli, M.I.T)  
Ketua Program Studi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Persetujuan : 29 November 2024

# IMPLEMENTASI MODEL *DEEP LEARNING* CNN-LSTM UNTUK PRAKIRAAN KUALITAS UDARA BERDASARKAN KADAR POLUTAN DI KOTA JAKARTA

YAASINTHA LA JOPIN ARISCA CORPPUTY

## ABSTRAK

Permasalahan polusi udara akibat penurunan kualitas udara di kota-kota besar seperti Jakarta telah menjadi isu krusial. Data dari *aqicn.org* menunjukkan bahwa sepanjang tahun 2023, indeks kualitas udara atau Air Quality Index (AQI) Jakarta memburuk hingga mencapai angka 154, yang dikategorikan sebagai “tidak sehat.” Kondisi ini berdampak signifikan, tidak hanya pada kesehatan masyarakat, tetapi juga pada lingkungan dan perekonomian. Oleh karena itu, prakiraan kualitas udara yang terkontaminasi menjadi penting sebagai instrument bagi masyarakat juga pengambil kebijakan dalam upaya pengelolaan kualitas udara di masa depan. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan model *Deep Learning* berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) dan *Long Short-Term Memory* (LSTM) guna meramalkan kualitas udara berdasarkan kadar polutan di Kota Jakarta. *Dataset* yang digunakan mencakup Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) Jakarta dari tahun 2021 hingga 2024. Evaluasi model dilakukan menggunakan metrik *Root Mean Squared Error* (RMSE) dengan serangkaian pengujian dan penyetelan parameter, seperti jumlah filter konvolusi, *hidden layer* LSTM, *window size*, dan *batch size*, untuk mencapai kinerja paling optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN-LSTM dengan parameter tuning menghasilkan nilai RMSE terbaik sebesar 0.059238. Model ini juga menunjukkan hasil evaluasi yang konsisten di berbagai stasiun pengukuran dan memiliki kemampuan generalisasi yang paling baik dalam memprediksi parameter kualitas udara di lokasi atau stasiun DKI4 (Lubang Buaya). Selain itu, model menunjukkan akurasi tertinggi dalam memprediksi konsentrasi polutan SO<sub>2</sub> dan O<sub>3</sub> dengan RMSE masing-masing sebesar 1.733 dan 3.182.

**Kata kunci** : CNN-LSTM, *Deep Learning*, ISPU, Polutan, Prakiraan Kualitas Udara.

# **IMPLEMENTATION OF THE CNN-LSTM DEEP LEARNING MODEL FOR AIR QUALITY FORECASTING BASED ON POLLUTANT LEVELS IN THE CITY OF JAKARTA**

**YAASINTHA LA JOPIN ARISCA CORPPUTY**

## **ABSTRACT**

*The problem of air pollution due to declining air quality in big cities like Jakarta has become a crucial issue. Data from aqicn.org shows that by 2023, Jakarta's Air Quality Index (AQI) will worsen to 154, which falls into the “unhealthy” category. This condition has a significant impact, not only on public health, but also on the environment and economy. Therefore, forecasting polluted air quality is important as an instrument for the public and policy makers in future air quality management efforts. This research aims to implement Deep Learning models based on Convolutional Neural Network (CNN) and Long Short-Term Memory (LSTM) to forecast air quality based on pollutant levels in Jakarta City. The dataset used includes the Jakarta Air Pollution Standard Index (ISPU) from 2021 to 2024. Model evaluation is performed using the Root Mean Squared Error (RMSE) metric with a series of trials and parameter tuning, such as the number of convolution filters, LSTM hidden layer, window size, and batch size, to achieve the most optimal performance. The results show that the CNN-LSTM model with parameter tuning produces the best RMSE value of 0.059238. This model also shows consistent evaluation results at various measurement stations and has the best generalization ability in predicting air quality parameter at the location or station DKI4 (Lubang Buaya). In addition, this model also shows the highest accuracy in predicting SO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> pollutant concentrations with RMSE values of 1.733 and 3.182, respectively.*

**Keywords:** *Air Quality Forecast, CNN-LSTM, Deep Learning, ISPU, Pollutants.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi dengan judul “Implementasi Model *Deep learning* CNN-LSTM Untuk Prakiraan Kualitas Udara Berdasarkan Kadar Polutan Di Kota Jakarta” dapat selesai dengan baik. Skripsi ini penulis susun untuk memenuhi syarat penyelesaian mata kuliah Tugas Akhir pada program Studi Informatika, serta sebagai pertanggungjawaban tertulis atas terlaksananya mata kuliah. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah membantu serta mendukung penulis menyusun skripsi ini, yaitu kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Mama dan Ayah, yang selalu mendoakan hal-hal yang baik kepada penulis setiap waktu dan memberikan dukungan penuh demi kelancaran kuliah penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Supriyanto, S.T., M.Sc., IPM selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.
3. Ibu Dr. Widya Cholil, M.I.T. selaku Kepala Program Studi S-1 Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.
4. Ibu Neny Rosmawarni, S.Kom., M.Kom., dan Almarhumah Ibu Yuni Widiastiwi, S.Kom, M.Si., selaku dosen pembimbing pertama yang selalu siap sedia memberikan masukan terhadap penelitian yang penulis lakukan serta memberikan saran dan masukan yang membangun kepada penulis.
5. Bapak Novi Trisman Hadi, S.Pd., M.Kom selaku dosen pembimbing kedua yang bersedia juga memberikan masukan dan cara penulisan terhadap penelitian yang dilakukan penulis.
6. Ibu Nurul Affifah Arifuddin, S.Pd., M.T., selaku dosen pembimbing akademik yang telah membantu penulis dalam membimbing penulis selama perkuliahan.
7. Teman – teman penulis yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu tetapi tidak mengurangi rasa terimakasih penulis karena selalu senantiasa memberikan dukungan secara moral, berbagi informasi dan teman diskusi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun dan dapat menjadikan skripsi ini sebagai referensi untuk penyusunan karya ilmiah yang sejenis.

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori.....	5
2.1.1 Kualitas Udara ( <i>Air Quality</i> ).....	5
2.1.2 Polutan.....	7
2.1.3 Satu Data Jakarta.....	8
2.1.4 <i>Deep Learning</i> .....	9
2.1.5 <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN).....	10
2.1.6 <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM).....	13
2.1.7 Metode Interpolasi Linier.....	14
2.1.8 Algoritma Optimasi Adam.....	15
2.1.9 <i>Root Mean Squared Error</i> (RMSE).....	16
2.2 Kajian Literatur.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1 Tahapan Penelitian.....	20
3.2 Identifikasi Masalah.....	20

3.3 Studi Literatur.....	21
3.4 Pengumpulan Data.....	22
3.5 Praproses Data.....	23
3.5.1 <i>Data Selection</i> (Pemilihan Data).....	23
3.5.2 <i>Handling Missing Value</i> (Penanganan Nilai yang hilang).....	24
3.5.3 <i>Data Normalization</i> (Normalisasi Data).....	25
3.5.4 <i>Data Splitting</i> (Pembagian Data).....	26
3.5.5 Penentuan Array Fitur dan Label.....	26
3.6 Pembangunan Model CNN-LSTM.....	26
3.7 Pelatihan Model CNN-LSTM.....	27
3.8 Pengujian dan Analisis Evaluasi Model.....	28
3.9 Alat Bantu Penelitian.....	30
3.9.1 Perangkat Keras.....	30
3.9.2 Perangkat Lunak.....	30
3.10 Jadwal Penelitian.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Pengumpulan Data.....	32
4.2 Praproses Data.....	32
4.2.1 <i>Data Selection</i> .....	33
4.2.2 <i>Handling Missing Value</i> .....	33
4.2.3 <i>Data Normalization</i> .....	36
4.2.4 <i>Data Splitting</i> .....	36
4.2.5 Penentuan Array Fitur dan Label.....	42
4.3 Pembangunan Model.....	43
4.4 Pelatihan Model.....	47
4.5 Pengujian dan Analisis Evaluasi Model.....	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61
RIWAYAT HIDUP.....	65
LAMPIRAN.....	66

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU).....	6
Tabel 2.2 Penelitian Relevan.....	16
Tabel 3.1 Detail Variabel dalam <i>Dataset</i> ISPU.....	24
Tabel 3.2 Contoh <i>Missing value</i> pada Data Polutan.....	25
Tabel 3.3 Inisialisasi Parameter Dasar.....	28
Tabel 3.4 Jadwal Penelitian.....	32
Tabel 4.1 Proses <i>Import</i> Data dan Pembuatan <i>Dataframe Dataset</i> ISPU.....	33
Tabel 4.2 <i>Dataset</i> ISPU dalam <i>Dataframe</i> .....	33
Tabel 4.3 Proses Penghapusan Kolom Data yang Tidak Digunakan .....	34
Tabel 4.4 Hasil <i>Data Selection</i> .....	34
Tabel 4.5 Transformasi Tipe data Variabel.....	35
Tabel 4.6 Proses Mengganti <i>Missing Value</i> .....	35
Tabel 4.7 Hasil Mengganti Nilai Hilang dengan NaN .....	35
Tabel 4.8 Proses <i>Fill Missing Value</i> .....	36
Tabel 4.9 Hasil <i>Fill Missing Value</i> .....	36
Tabel 4.10 Proses <i>Handling Inconsistent Data</i> .....	36
Tabel 4.11 Proses <i>Data Normalization</i> .....	37
Tabel 4.12 Hasil <i>Data Normalization</i> .....	37
Tabel 4.13 Proses <i>Data Splitting</i> .....	38
Tabel 4.14 Proses <i>Array</i> Fitur dan Label.....	43
Tabel 4.15 Proses Pembangunan Model.....	48
Tabel 4.16 <i>Model Compiling</i> .....	49
Tabel 4.17 Inisialisasi <i>Hyperparameter</i> .....	50
Tabel 4.18 <i>Model Fitting</i> .....	50
Tabel 4.19 Hasil Kinerja Model CNN-LSTM Berdasarkan Jumlah Filter dan Unit.....	51
Tabel 4.20 Kinerja CNN-LSTM dengan Kombinasi <i>Batch</i> dan <i>Window Size</i> .....	52
Tabel 4.21 Kinerja Model CNN-LSTM pada 5 Stasiun Kota Jakarta .....	54
Tabel 4.22 Nilai Aktual dan Prediksi Parameter PM10 .....	55
Tabel 4.23 Hasil Evaluasi Model pada Setiap Parameter Polutan .....	56
Tabel 4.24 Tabel Nilai Prediksi dan Aktual Polutan Setelah Denormalisasi .....	59
Tabel 4.25 Evaluasi RMSE Parameter Polutan setelah Denormalisasi .....	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tabel Konversi Nilai Konsentrasi Parameter ISPU .....	6
Gambar 2.2 Hubungan AI, ML dan DL (Janiesch et al., 2021) .....	9
Gambar 2.3 Arsitektur 1D CNN (Ortu et al., 2021) .....	10
Gambar 2.4 Arsitektur Umum LSTM (Kwon et al., 2022) .....	13
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	21
Gambar 3.2 Arsitektur Model CNN-LSTM.....	28
Gambar 4.1 Hasil Data <i>Split</i> .....	38
Gambar 4.2 Persentase Pembagian Data.....	38
Gambar 4.3 Visualisasi Polutan PM10, (a) Data Latih, (b) Data Validasi, (c) Data uji.....	39
Gambar 4.4 Visualisasi Polutan PM25, (a) Data Latih, (b) Data Validasi, (c) Data uji.....	40
Gambar 4.5 Visualisasi Polutan SO2, (a) Data Latih, (b) Data Validasi, (c) Data uji.....	40
Gambar 4.6 Visualisasi Polutan CO, (a) Data Latih, (b) Data Validasi, (c) Data uji.....	41
Gambar 4.7 Visualisasi Polutan O3, (a) Data Latih, (b) Data Validasi, (c) Data uji.....	42
Gambar 4.8 Visualisasi Polutan NO2, (a) Data Latih, (b) Data Validasi, (c) Data uji.....	42
Gambar 4.9 Hasil Penentuan <i>Array</i> Fitur dan Label.....	44
Gambar 4.10 Grafik <i>Training</i> dan <i>Validation loss</i> model CNN-LSTM pada 5 Stasiun, (a) Stasiun DKI1, (b) Stasiun DKI2, (c) Stasiun DKI3, (d) Stasiun DKI4 dan (e) Stasiun DKI5.	53
Gambar 4.11 Visualisasi Hasil Aktual dan Prediksi setelah Denormalisasi pada 5 Stasiun, (a) Stasiun DKI4, (b) Stasiun DKI1, (c) Stasiun DKI2, (d) Stasiun DKI3 dan (e) Stasiun DKI5.	58

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. <i>Dataset</i> .....	66
LAMPIRAN 2. Kode Program .....	68
LAMPIRAN 3. Turnitin.....	74