

**PREDIKSI POLUSI UDARA DI KOTA PALEMBANG
MENGUNAKAN METODE *LONG-SHORT TERM MEMORY***

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Program Strata-1 Pada
Jurusan Teknik Informatika



Oleh:

Achmad Nur Ichsan
NIM: 09021382025137

**Jurusan Teknik Informatika
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PREDIKSI POLUSI UDARA DI KOTA PALEMBANG
MENGUNAKAN METODE *LONG-SHORT TERM MEMORY*

Oleh :

Achmad Nur Ichsan
NIM : 09021382025137

Palembang, 10 Januari 2025

Pembimbing I



Rizka Kurniati, M.T.
NIP. 199107122019032016

Pembimbing II



M. Naufal Rachmatullah, M.T.
NIP. 199212012022031008

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Hadipurnawan Satria., PH.D
NIP. 198004182020121001

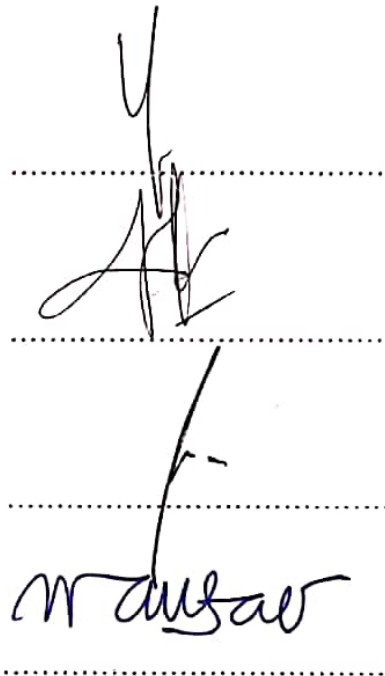
TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI

Pada hari Jumat tanggal 10 Januari 2025 telah dilaksanakan ujian komprehensif skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya

Nama : Achmad Nur Ichsan
NIM : 09021382025137
Judul : PREDIKSI POLUSI UDARA DI KOTA PALEMBANG
MENGUNAKAN METODE *LONG-SHORT TERM MEMORY*.

Dan dinyatakan **LULUS**

1. Ketua Penguji
Yunita, M.Cs.
NIP. 198306062015042002
2. Penguji
Alvi Syahrini Utami, S.Si., M.Kom.
NIP. 197812222006042003
3. Pembimbing I
Rizki Kurniati, M.T.
NIP. 199107122019032016
4. Pembimbing II
M. Naufal Rachmatullah, M.T.
NIP. 199212012022031008



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Hadipurnawan Satria., PH.D
NIP. 198004182020121001

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang Bertanda Tangan di bawah ini :

Nama : Achmad Nur Ichsan
NIM : 09021382025137
Program Studi : Teknik Informatika
Judul : PREDIKSI POLUSI UDARA DI KOTA PALEMBANG
MENGUNAKAN METODE *LONG-SHORT TERM
MEMORY*.

Hasil Pengecekan IThenticate/Turnitin : 9%

Menyatakan bahwa laporan skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.

Palembang, 10 Januari 2025



Achmad Nur Ichsan

NIM. 09021382025137

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

*“What we know is a drop,
what we don't know is an ocean.”*

(Isaac Newton)

Kupersembahkan Skripsi ini kepada :

- Nenek ku
- Kedua Orang Tua ku
- Saudara dan Teman-teman ku
- Dosen Pembimbing Akademik dan Skripsi
- Fakultas Ilmu Komputer
- Universitas Sriwijaya

ABSTRACT

Air pollution is a significant environmental issue in Palembang, impacting public health and quality of life. This study aims to predict air quality using the Long Short-Term Memory (LSTM) method, an artificial neural network capable of learning time series data patterns with higher accuracy. The data utilized include key pollutant parameters, namely PM10, PM2.5, SO2, NO2, and CO, collected between 2018 and 2024. The research process involves data collection, pre-processing, model development, and evaluation using Mean Absolute Error (MAE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), and Root Mean Square Error (RMSE) metrics. The results show that the developed LSTM model can predict air quality data with good accuracy, achieving an RMSE of 15.54, an MAE of 9.92, and a MAPE of 24.86%. This research is expected to serve as a foundation for developing early warning systems and data-driven policies for air quality management in Palembang.

Keyword : Air pollution, LSTM, time series prediction, air quality, Palembang

Palembang, 10 January 2025

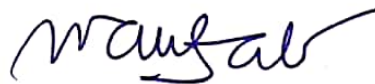
Supervisor I

Supervisor II



Rizki Kurniati, M.T.

NIP. 199107122019032016



M. Naufal Rachmatullah, M.T.

NIP. 199212012022031008

Approved,
Head of Informatics Department



Hadipurnawan Satria., PH.D

NIP.-198004182020121001

ABSTRAK

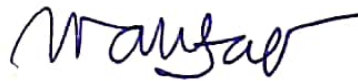
Polusi udara merupakan masalah lingkungan yang signifikan di kota Palembang, memengaruhi kesehatan masyarakat dan kualitas hidup. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi kualitas udara menggunakan metode Long Short-Term Memory (LSTM), suatu jaringan saraf tiruan yang mampu mempelajari pola data time series dengan akurasi yang lebih tinggi. Data yang digunakan terdiri dari parameter polutan utama, yaitu PM10, PM2.5, SO₂, NO₂, dan CO, yang dikumpulkan dalam rentang waktu 2018 hingga 2024. Proses penelitian mencakup pengumpulan data, pre-processing, pembangunan model, dan evaluasi menggunakan metrik Mean Absolute Error (MAE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), dan Root Mean Square Error (RMSE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model LSTM yang dikembangkan mampu memprediksi data kualitas udara dengan tingkat akurasi yang baik, dengan nilai RMSE sebesar 15,54, MAE sebesar 9,92, dan MAPE sebesar 24,86%. Penelitian ini diharapkan menjadi landasan bagi pengembangan sistem peringatan dini dan kebijakan berbasis data untuk pengelolaan kualitas udara di Palembang.

Kata Kunci : Polusi udara, LSTM, prediksi *time series*, kualitas udara

Pembimbing I

Rizki Kurniati, M.T.
NIP. 199107122019032016

Palembang, 10 Januari 2025
Pembimbing II



M. Naufal Rachmatullah, M.T.
NIP. 199212012022031008

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Hadipurnawan Satria., PH.D
NIP. 198004182020121001

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Prediksi Polusi Udara Kota Palembang Menggunakan Metode Long-Short Term Memory”. Tugas akhir ini disusun sebagai syarat dalam menyelesaikan studi Strata-1 program studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan, bimbingan, kerjasama dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, ungkapan rasa syukur penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, S.E., M.Si., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Erwin, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Hadipurnawan Satria., PH.D , selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika.
4. Ibu Rizki Kurniati, M.T. dan Bapak M. Naufal Rachmatullah, M.T., selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 yang telah memberikan masukan, arahan, motivasi, bimbingan serta waktunya dalam proses penyelesaian laporan tugas akhir ini.

5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen serta Staff Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer UNSRI yang telah memberikan ilmu dan bantuan kepada penulis selama masa kegiatan perkuliahan.
6. Iam, Sulbas, dan Hafizh yang telah menemani dan membantu penulis dari awal perkuliahan hingga menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Hj. Rochmah, nenek saya tercinta yang selalu mengingatkan, mendukung dan mendoakan agar selesainya skripsi ini dan juga untuk tetap bahagia selama prosesnya.
8. Ayah, Ibu, Adik, dan Keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan dan doa kepada penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan Jurusan Teknik Informatika Universitas Sriwijaya.

Palembang, 10 Januari 2025



Achmad Nur Ichsan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR ISTILAH	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-2
1.1 Pendahuluan.....	I-2
1.2 Latar Belakang.....	I-2
1.3 Rumusan Masalah	I-4
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-4
1.5 Manfaat Penelitian	I-5
1.6 Batasan Masalah.....	I-5
1.7 Sistematika Penulisan	I-5
1.8 Kesimpulan	I-7
BAB II KAJIAN LITERATUR	II-1
2.1 Pendahuluan.....	II-1
2.2 Polusi Udara.....	II-1
2.3 Dampak Polusi Udara	II-2
2.4 <i>Deep Learning</i>	II-3
2.4.1 Arsitektur Dasar dan Komponen <i>Deep Learning</i>	II-3
2.4.2 Alat dan <i>Framework</i> untuk <i>Deep Learning</i>	II-4
2.4.3 Penerapan <i>Deep Learning</i> di Berbagai Bidang.....	II-5

2.5	<i>Time Series</i>	II-6
2.6	<i>Long-Short Term Memory (LSTM)</i>	II-7
2.7	<i>Rational Unified Process (RUP)</i>	II-12
2.7.1	Tahapan dalam RUP	II-13
2.7.2	Karakteristik Utama RUP	II-14
2.7.3	Keuntungan RUP	II-15
2.8	Metrik Evaluasi Model	II-16
2.8.1	<i>Mean Absolute Error (MAE)</i>	II-18
2.8.2	<i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	II-19
2.9	Penelitian Lain yang Relevan	II-20
2.9.1	Khumaidi et al. (2022).	II-21
2.9.2	Hidayatullah et al. (2022).....	II-21
2.9.3	Suwandi et al. (2022)..	II-22
2.10	Kesimpulan	II-23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		III-1
3.1	Pendahuluan.....	III-1
3.2	Pengumpulan Data	III-1
3.3	Tahapan Penelitian	III-3
3.4	Kerangka Kerja.....	III-3
3.4.1	Pengumpulan Data	III-4
3.4.2	Pembagian Data	III-5
3.4.3	<i>Pre-processing</i> Data.....	III-5
3.4.4	<i>Pembangunan Model LSTM</i>	III-6
3.4.5	<i>Training dan Testing Model LSTM</i>	III-7
3.4.6	Analisis Hasil Pengujian dan Menarik Kesimpulan.....	III-8
3.4.7	Membuat Laporan dan Publikasi	III-9
3.5	Metode Pengembangan Perangkat Lunak	III-9
3.5.1	Fase Insepsi	III-9
3.5.2	Fase Elaborasi	III-10
3.5.3	Fase Konstruksi	III-11
3.5.4	Fase Transisi.....	III-12

3.6	Kesimpulan	III-14
BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK.....		IV-1
4.1	Pendahuluan.....	IV-1
4.2	Fase Insepsi.....	IV-1
4.2.1	Pemodelan Bisnis	IV-1
4.2.2	Implementasi Sistem	IV-2
4.3	Analisis dan Design	IV-4
4.3.1	Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak	IV-4
4.3.2	Analisis Data	IV-5
4.3.3	Analisis Pre-processing.....	IV-6
4.3.4	Analisis Proses Regresi	IV-8
4.4	Fase Implementasi.....	IV-12
4.4.1	Pengumpulan Data	IV-12
4.4.2	Desain Perangkat Lunak	IV-12
4.4.3	Fase Elaborasi	IV-19
4.4.4	Perancangan Interface	IV-19
4.4.5	<i>Activity Diagram</i>	IV-20
	<i>Sequence Diagram</i>	IV-24
4.5	Fase Kontruksi.....	IV-26
4.5.1	Kebutuhan Sistem	IV-26
4.5.2	Class Diagram	IV-27
4.5.3	implementasi	IV-27
4.6	Fase Transisi	IV-33
4.6.1	Pemodelan bisnis.....	IV-33
4.6.2	Rencana pengujian	IV-33
4.6.3	Implementasi	IV-35
4.7	Kesimpulan	IV-40
BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN.....		V-2
5.1	Analisa Hasil.....	V-2
5.1.1	Faktor yang Mempengaruhi Hasil Evaluasi ...	V-Error! Bookmark not defined.

5.1.2	Perbandingan Hasil Evaluasi Model Berdasarkan Parameter.....	V-3
5.2	Analisa Grafik.....	V-7
5.2.1	Kesimpulan	V-7
5.3	Analisis Grafik.....	V-7
5.4	Kesimpulan	V-11
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		VI-1
6.1	Kesimpulan	VI-1
6.2	Saran	VI-2
DAFTAR PUSTAKA		xix
LAMPIRAN		xxiii

DAFTAR TABEL

Tabel III-1 Tabel Pembagian Database	III-2
Tabel III-2 Tabel Contoh Dataset	III-2
Tabel III-3 Tabel Contoh Data Training.....	III-2
Tabel III-4 Tabel Contoh Data Testing.....	III-3
Tabel III-5 Tabel Jadwal Kerja.....	III-13
Tabel III-6 Rancangan Tabel Hasil <i>Training</i>	III-8
Tabel IV-1 Analisis Data.....	IV-5
Tabel IV-2 Analisis Data.....	IV-6
Tabel IV-3 Analisis <i>Pre-Processing</i>	IV-6
Tabel IV-4 Normalisasi Data	IV-7
Tabel IV-5 Transformasi Data.....	IV-7
Tabel IV-6 <i>Outlier</i>	IV-8
Tabel IV-7 Evaluasi Model.....	IV-11
Tabel IV-8 Definisi Pengguna.....	IV-13
Tabel IV-9 Definisi Usecase	IV-13
Tabel IV-10 Skenario Pelatihan Model.....	IV-14
Tabel IV-11 Skenario Melakukan Evaluasi	IV-16
Tabel IV-12 Skenario Melakukan Prediksi.....	IV-17
Tabel IV-13 Implementasi Kelas	IV-28
Tabel IV-14 Rencana Pengujian <i>Usecase</i> Melakukan Pelatihan Model.....	IV-33
Tabel IV-15 Rencana Pengujian <i>Usecase</i> Melakukan Evaluasi	IV-34
Tabel IV-16 Rencana Pengujian <i>Usecase</i> Melakukan Prediksi.....	IV-35
Tabel IV-17 Pengujian <i>Usecase</i> Melakukan Pelatihan Model	IV-36
Tabel IV-18 Pengujian <i>Usecase</i> Melakukan Evaluasi	IV-37
Tabel IV-19 Pengujian Usecase Melakukan Prediksi.....	IV-39
Tabel V-1 Hasil Evaluasi.....	V-39
Tabel V-2 Perbandingan Hasil Evaluasi Model	V-40

DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 Ilustrasi Neutron.....	II-7
Gambar II-2 Ilustrasi Lstm.....	II-9
Gambar II-3 Tahapan Rup	II-12
Gambar III-1 Diagram Kerangka Kerja.....	III-4
Gambar III-1 Arsitektur Sistem	III-6
Gambar IV-1 Diagram <i>Usecase</i>	IV-13
Gambar IV-2 Perancangan Interface.....	IV-19
Gambar IV-3 <i>Activity</i> Diagram Melakukan Pelatihan Model.....	IV-21
Gambar IV-4 <i>Activity</i> Diagram Melakukan Evaluasi Model.....	IV-22
Gambar IV-5 <i>Activity</i> Diagram Melakukan Prediksi	IV-23
Gambar IV-6 <i>Sequence</i> Diagram Melakukan Browsing File.....	IV-24
Gambar IV-7 <i>Sequence</i> Diagram Melakukan Pelatihan Model	IV-25
Gambar IV-8 <i>Sequence</i> Diagram Melakukan Pelatihan Model	IV-26
Gambar IV-9 <i>Class</i> Diagram.....	IV-27
Gambar IV-10 Implementasi Antarmuka.....	IV-32
Gambar IV-11 Implementasi Grafik	IV-32
Gambar V-1 Analisa Grafik Ispu.....	V-7

DAFTAR ISTILAH

Polusi Udara : Kondisi di mana udara mengandung zat-zat pencemar seperti partikel (PM10, PM2.5), gas berbahaya (SO₂, NO₂, CO) yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan..

LSTM (Long Short-Term Memory) : Arsitektur jaringan saraf tiruan yang dirancang untuk mempelajari hubungan jangka panjang dalam data urutan waktu (time series), mengatasi kelemahan *Recurrent Neural Network (RNN)* dalam mengingat informasi jarak jauh.

Time Series : Kumpulan data yang dicatat dalam urutan waktu tertentu, digunakan untuk menganalisis pola dan membuat prediksi berdasarkan waktu.

MAE (Mean Absolute Error) : Metrik evaluasi yang mengukur rata-rata kesalahan absolut antara nilai prediksi dan nilai aktual, tanpa memperhitungkan arah kesalahan.

MAPE (Mean Absolute Percentage Error) : Metrik yang menghitung kesalahan prediksi dalam bentuk persentase dari nilai aktual, memudahkan perbandingan performa model pada berbagai skala data.

RMSE (Root Mean Square Error) : Metrik yang mengukur akar dari rata-rata kuadrat selisih antara nilai prediksi dan nilai aktual, memberikan gambaran tingkat kesalahan prediksi dengan menekankan kesalahan yang besar.

PM10 dan PM2.5 : Partikel udara dengan diameter ≤ 10 mikrometer (PM10) dan $\leq 2,5$ mikrometer (PM2.5). Partikel PM2.5 lebih berbahaya karena ukurannya yang kecil memungkinkan masuk ke paru-paru hingga aliran darah.

SO₂ (Sulfur Dioksida) : Gas beracun tanpa warna yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara dan minyak, dapat menyebabkan iritasi saluran pernapasan.

NO₂ (Nitrogen Dioksida) : Gas berwarna coklat kemerahan yang terutama dihasilkan oleh emisi kendaraan bermotor dan pembakaran bahan bakar fosil.

CO (Karbon Monoksida) : Gas tidak berwarna dan tidak berbau yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna bahan bakar. CO dapat mengganggu penyerapan oksigen dalam darah.

Pre-processing Data : Proses pengolahan data mentah agar siap digunakan dalam model, mencakup pembersihan data, normalisasi, dan transformasi fitur.

Epoch : Satu putaran penuh dalam proses pelatihan model, di mana seluruh dataset telah digunakan untuk memperbarui bobot dalam model.

Batch Size : Jumlah sampel data yang diproses secara bersamaan dalam satu iterasi pelatihan model.

Learning Rate : Parameter yang mengatur seberapa besar perubahan bobot model selama proses pelatihan, memengaruhi kecepatan dan stabilitas pembelajaran model.

RUP (Rational Unified Process) : Kerangka kerja pengembangan perangkat lunak yang terdiri dari empat fase: Inception, Elaboration, Construction, dan Transition, untuk memastikan pengembangan dilakukan secara terstruktur dan iteratif.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Program	XXIII
---------------------------------------	--------------

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Bab pendahuluan akan membahas latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah penelitian, dan sistematika penulisan. Bab ini juga memuat penjelasan mengenai gambaran umum dari keseluruhan kegiatan penelitian yang dilakukan. Pendahuluan ini akan dimulai dengan membahas mengenai Prediksi Polusi udara di Kota Palembang Menggunakan Metode *Long Short-Term Memory (LSTM)*.

1.2 Latar Belakang

Di era industrialisasi dan urbanisasi yang pesat, pencemaran udara telah menjadi masalah lingkungan mendesak yang mempengaruhi kesehatan masyarakat, kualitas hidup, serta keseimbangan ekologis. WHO telah mengidentifikasi polusi udara sebagai penyebab utama dari berbagai penyakit tidak menular termasuk penyakit kardiovaskular, stroke, penyakit paru obstruktif kronis, dan kanker paru-paru.

Kota Palembang sebagai pusat ekonomi, sosial, dan industri di Sumatera Selatan, Indonesia, menghadapi tantangan serius terkait peningkatan kadar polutan udara. Aktivitas industri, pertumbuhan jumlah kendaraan, dan pembangunan infrastruktur yang tidak diimbangi dengan kebijakan pengelolaan lingkungan yang efektif, menyebabkan penurunan kualitas udara. Dinas Kesehatan Kota Palembang melaporkan peningkatan kasus penyakit pernapasan akut yang dapat dikaitkan

langsung dengan kondisi kualitas udara yang buruk. Kondisi ini menuntut upaya pemantauan dan prediksi yang efektif agar dapat merespons dan mengatasi masalah polusi udara secara lebih proaktif.

Teknologi prediksi menggunakan kecerdasan buatan, khususnya *Long Short-Term Memory* (LSTM) menawarkan harapan baru. LSTM yang dikembangkan merupakan arsitektur jaringan saraf tiruan yang dirancang untuk mengatasi kelemahan model *Recurrent Neural Network* (RNN) tradisional dalam mempelajari ketergantungan jarak jauh dalam data. Pendekatan ini memungkinkan LSTM untuk memprediksi pola data *time series* dengan presisi yang lebih tinggi, menjadikannya sangat relevan untuk aplikasi dalam prediksi kualitas udara (Hochreiter & Schmidhuber, 1997).

Ahli dalam bidang *machine learning* dan lingkungan telah mengeksplorasi penerapan LSTM dalam berbagai studi terkait prediksi kualitas udara. LSTM dapat memprediksi Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) dengan tingkat akurasi yang tinggi. Melalui pengujian berbagai parameter zat pencemar seperti PM10, SO₂, CO, O₃, dan NO₂, penelitian tersebut menemukan bahwa model LSTM mampu menghasilkan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) yang rendah, menandakan tingginya akurasi prediksi model tersebut. Faktor kunci keberhasilan LSTM dalam penelitian ini adalah kemampuannya dalam memproses dan mempelajari data deret waktu yang kompleks, memberikan wawasan yang dapat digunakan untuk perencanaan dan kebijakan pengendalian polusi udara (Alfian et al., 2024).

Penelitian oleh (Afida et al., n.d.) menegaskan bahwa LSTM menunjukkan kinerja superior dalam memprediksi temperatur dengan akurasi yang tinggi di

Indonesia. Penelitian ini menggarisbawahi pentingnya fitur LSTM yang dapat menangani non-linearitas dan kompleksitas data cuaca, yang sering kali dipengaruhi oleh berbagai faktor meteorologis dan antropogenik. (Suwandi et al., 2022) juga menemukan bahwa LSTM berhasil memprediksi emisi karbon dengan tingkat akurasi yang signifikan di Amerika Utara. Penelitian ini menekankan pada peran penting LSTM dalam memberikan prediksi yang dapat diandalkan untuk mendukung kebijakan lingkungan yang proaktif dan responsif terhadap dinamika emisi karbon yang berubah-ubah.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang sebelumnya, rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana prediksi polusi udara kota Palembang menggunakan metode *Long Short-Term Memory* (LSTM)?
2. bagaimana aktivasi model *Long Short-Term Memory* (LSTM) dalam memprediksi kualitas polusi udara di Kota Palembang?

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memprediksi kondisi kualitas udara di Kota Palembang dan zat-zat pencemar yang mempengaruhinya.
2. Mengukur tingkat keakuratan prediksi data polusi udara yang dihasilkan oleh metode LSTM. Tujuan ini melibatkan penggunaan metrik evaluasi seperti *Mean Absolute Error* (MAE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan kontribusi pada literatur ilmiah dalam bidang kecerdasan buatan, khususnya aplikasi *LSTM* dalam prediksi data *time series* lingkungan, dan meningkatkan pemahaman tentang dinamika polusi udara di area urban.
2. Hasil prediksi dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan kebijakan lingkungan dan kesehatan publik, pengembangan strategi mitigasi polusi udara, dan sebagai bagian dari sistem peringatan dini untuk mengurangi dampak negatif polusi udara terhadap masyarakat.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dibatasi pada analisis data kualitas udara historis yang tersedia dari sumber resmi, seperti data yang dikeluarkan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Palembang.
2. Fokus pada parameter kualitas udara utama seperti Partikulat berukuran 10 Mikrometer (PM10), Partikulat berukuran 2.5 Mikrometer PM2.5 Sulfur Dioksida (SO₂), Nitrogen Dioksida (NO₂), dan Karbon Monoksida (CO).

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan pada penelitian ini.

BAB II. KAJIAN LITERATUR

Bab ini akan membahas tentang polusi udara, dampaknya terhadap kesehatan dan lingkungan, teori dasar *machine learning*, *time series* dan metode LSTM. Bab ini juga menguraikan penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi pembahasan mengenai metodologi dan tahapan perancangan penelitian seperti pengumpulan data, metode pengembangan perangkat lunak, dan manajemen proyek penelitian.

BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Bab IV mengeksplorasi proses pengembangan perangkat lunak, mulai dari analisis kebutuhan hingga desain, pembuatan, dan pengujian perangkat lunak. Setiap tahapan dijelaskan secara rinci untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang proses pengembangan.

BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Bab V menyajikan hasil penelitian yang diperoleh dan melakukan analisis mendalam terhadapnya. Analisis ini menjadi dasar dalam penarikan kesimpulan penelitian.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab enam berisi kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

1.8 Kesimpulan

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah diuraikan maka penelitian ini telah memaparkan kondisi kritis polusi udara di Kota Palembang dan urgensi untuk mengembangkan model prediksi yang akurat menggunakan metode *time series* yaitu *Long-Short Term Memory (LSTM)*. Dengan memahami pola dan tren polusi udara, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap upaya penanganan polusi udara yang lebih efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, Y. K. P., & Putri, G. S. 2023. Dikepung Asap Karhutla, Palembang Jadi Kota dengan Polusi Terburuk se-Indonesia. Kompas, 2023. Diakses pada 24 Januari 2024, dari <https://www.kompas.com/>
- Badan Pusat Statistik. 2017. Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2017. BPS, Jakarta, Indonesia. Diakses pada 2 Februari 2024, dari <https://www.bps.go.id/publication/2017/12/29/16717b6e5ef3da5d121f1b3c/statistik-lingkungan-hidup-indonesia-2017.html>
- Bengio, Y., Simard, P., & Frasconi, P. 1994. Learning long-term dependencies with gradient descent is difficult. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 5(2):157-166.
- Dinas Kesehatan Kota Palembang. 2023. Kasus penyakit pernapasan di Kota Palembang. Diakses pada 5 Maret 2024, dari <https://dinkes.palembang.go.id/>
- Friedman, J. H. 2001. Greedy function approximation: A gradient boosting machine. *Annals of Statistics*, 29(5):1189-1232.
- Guo, X., Chen, L., & Liu, Q. 2018. Air quality prediction using a data-driven LSTM approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(20):19701-19709.
- Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. 1997. Long short-term memory. *Neural Computation*, 9(8):1735-1780.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. 2018. *Forecasting: Principles and Practice*. OTexts.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. 2018. *Prinsip dan Praktik Peramalan*, Edisi

ke-2. OTexts.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. IPCC, Geneva, Switzerland. Diakses pada 17 April 2024, dari <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. n.d. Dampak Polusi Udara Terhadap Kesehatan. Diakses pada 28 April 2024, dari <https://www.kemkes.go.id/>

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. 2016. Strategi Nasional Pengelolaan Kualitas Udara. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, Jakarta, Indonesia. Diakses pada 5 Mei 2024, dari <http://peraturan.go.id/permen/kementerian-lingkungan-hidup-dan-kehutanan-nomor-p-46-menhut-ii-tahun-2016.html>

Lelieveld, J., Pozzer, A., Pöschl, U., Fnais, M., Haines, A., & Münzel, T. 2020. Loss of life expectancy from air pollution compared to other risk factors: a worldwide perspective. *Cardiovascular Research*, 116(14):2610-2618.

Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. 1986. Learning representations by back-propagating errors. *Nature*, 323(6088):533-536.

World Bank. 2016. The Cost of Air Pollution: Strengthening the Economic Case for Action. World Bank, Washington, DC, USA. Diakses pada 15 Juni 2024, dari <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/25013>

World Health Organization. 2016. Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease. WHO, Geneva, Switzerland. Diakses pada 22 Juni 2024, dari <https://www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/>

- World Health Organization. 2018. Ambient air pollution: Health impacts. WHO, Geneva, Switzerland. Diakses pada 3 Juli 2024, dari [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- World Health Organization. 2021. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. WHO, Geneva, Switzerland. Diakses pada 10 Juli 2024, dari <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>
- World Health Organization. 2022. 9 out of 10 people breathe polluted air, but new WHO air quality guidelines offer a roadmap to clean. WHO, Geneva, Switzerland. Diakses pada 15 Juli 2024
- Khumaidi et al. (2022). Pengujian Algoritma Long Short-Term Memory untuk Prediksi Kualitas Udara dan Suhu di Kota Bandung. Diakses pada 5 Januari 2024
- Hidayatullah et al. (2022). Prediksi Indeks Standar Pencemar Udara Menggunakan Metode Long Short-Term Memory Berbasis Web: Studi Kasus pada Kota Jakarta. Diakses pada 10 Februari 2024
- Suwandi et al. (2022). Peramalan Emisi Karbon Menggunakan Metode SARIMA dan LSTM. Diakses pada 18 Februari 2024
- Hidayatullah, E. K., dkk. (2022). "Prediction of Air Pollution Index Using Long Short-Term Memory (LSTM)." *Journal of Environmental Science*. Diakses pada 25 Maret 2024
- Afida, L. N., Putra, I., Azizah, I., Nabawi, S., & Alifia, A. (2021). "Forecasting

- Temperature Menggunakan LSTM." Universitas Brawijaya. Diakses pada 3 April 2024
- Suwandi, S. I. N., Tyasnurita, R., & Muhayat, H. (2022). "Peramalan Emisi Karbon Menggunakan Metode SARIMA dan LSTM." Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Diakses pada 12 April 2024
- Kruchten, P. (2004). *The Rational Unified Process: An Introduction*. Addison-Wesley Professional. Diakses pada 20 Mei 2024
- IBM. (2007). *Rational Unified Process*. IBM Corporation. Diakses pada 28 Mei 2024
- Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., & Thrun, S. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542(7639), 115-118. Diakses pada 6 Juni 2024
- Bojarski, M., Testa, D. D., Dworakowski, D., Firner, B., Flepp, B., Goyal, P., ... & Zhang, X. (2016). End to end learning for self-driving cars. arXiv preprint arXiv:1604.07316. Diakses pada 14 Juni 2024
- Ma, J., Cheng, J., Lin, C., Tan, Y., & Zhang, J. (2019). Improving air quality prediction accuracy at larger temporal resolutions using deep learning and transfer learning techniques. *Atmospheric Environment*, 214, 116885. Diakses pada 21 Juni 2024