

**PERBANDINGAN ALGORITMA ARIMA DAN LSTM
DALAM PERAMALAN TINGKAT KONSENTRASI
CO2 EMISI ATMOSFER UNTUK MASA MENDATANG**

SKRIPSI SARJANA SISTEM INFORMASI

Oleh

Mandala Anugrah Putra

217006516034



**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS TEKNOLOGI KOMUNIKASI DAN
INFORMATIKA
KOTA DEPOK**

2025

**PERBANDINGAN ALGORITMA ARIMA DAN LSTM
DALAM PERAMALAN TINGKAT KONSETRASI CO2
EMISI ATMOSFER UNTUK MASA MENDATANG**

SKRIPSI SARJANA

Karya ilmiah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Komputer dari Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika

Oleh

Mandala Anugrah Putra

217006516034



**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS TEKNOLOGI KOMUNIKASI DAN
INFORMATIKA
UNIVERSITAS NASIONAL**

2025

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN ALGORITMA ARIMA DAN LSTM DALAM
PERAMALAN TINGKAT KONSENTRASI CO₂ EMISI ATMOSFER
UNTUK MASA MENDATANG**



PERYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

PERBANDINGAN ALGORITMA ARIMA DAN LSTM DALAM PERAMALAN TINGKAT KONSENTRASI CO₂ EMISI ATMOSFER UNTUK MASA MENDATANG

Yang dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada Program Studi Sistem Informasi Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika Universitas Nasional, sebagaimana yang saya ketahui adalah bukan merupakan tiruan atau publikasi dari Tugas Akhir yang pernah diajukan atau dipakai untuk mendapatkan gelar di lingkungan Universitas Nasional maupun perguruan tinggi atau instansi lainnya, kecuali pada bagian – bagian tertentu yang menjadi sumber informasi atau acuan yang dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 28 Februari 2025



Mandala Anugrah Putra

217006516034

LEMBAR PERSETUJUAN REVIEW AKHIR

Tugas Akhir dengan judul :

PERBANDINGAN ALGORITMA ARIMA DAN LSTM DALAM PERAMALAN TINGKAT KONSENTRASI CO2 EMISI ATMOSFER UNTUK

MASA MENDATANG

Dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada Program Studi Sistem Informasi Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika Universitas Nasional. Tugas Akhir ini diujikan pada Sidang Review Akhir Semester Ganjil 2024-2025 pada tanggal 26 Februari Tahun 2025

Dosen Pembimbing 1



Dr. Septi Andryana, S.Kom., MMSI.

NIDN. 0317097209

UNIVERSITAS NASIONAL

Ketua Program Studi



Dr. Andriantingsih, S.Kom., MMSI.

NIDN. 0303097902

LEMBAR PERSETUJUAN JUDUL YANG TIDAK ATAU YANG DIREVISI

Nama : Mandala Anugrah Putra

NPM : 217006516034

Fakultas/Akademi : Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika

Program Studi : Sistem Informasi

Tanggal Sidang : 26 Februari 2025

JUDUL DALAM BAHASA INDONESIA :

PERBANDINGAN ALGORITMA ARIMA DAN LSTM DALAM PERAMALAN
TINGKAT KONSENTRASI CO2 EMISI ATMOSFER UNTUK MASA
MENDATANG

JUDUL DALAM BAHASA INGGRIS :

Comparison of ARIMA and LSTM Algorithms in Forecasting Atmospheric CO2
Emission Concentration for the Future

TANDA TANGAN DAN TANGGAL		
Pembimbing 1	Ka. Prodi	Mahasiswa
TGL : 28 Februari 2025	TGL : 28 Februari 2025	TGL : 28 Februari 2025
 Dr. Septi Andryana, MMSI	 Dr. Andriyaningsih, S.Kom., MMSI	

KATA PENGANTAR

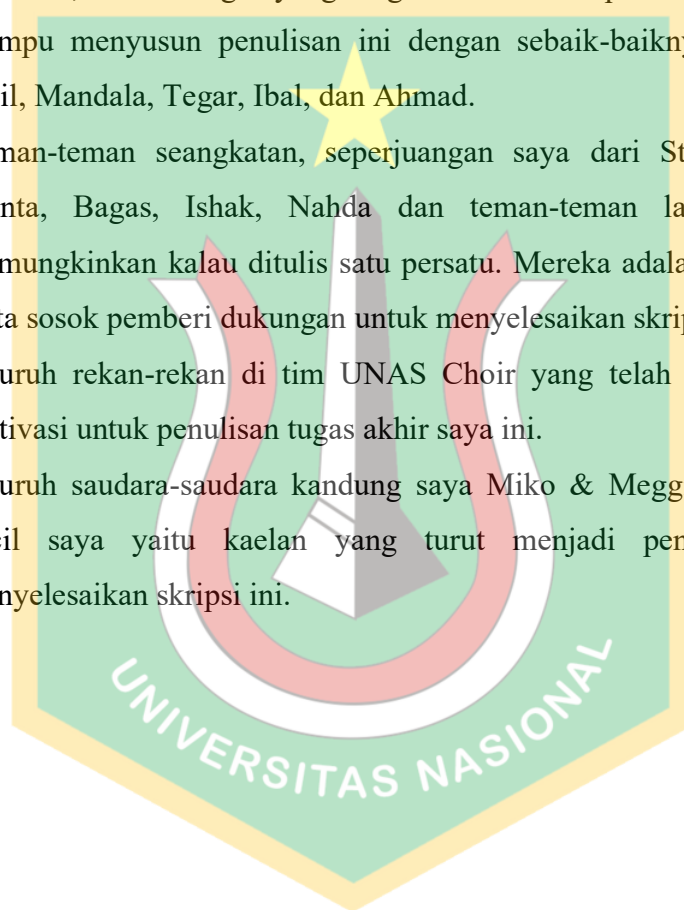
Saya panjatkan Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas izin, rahmat, dan karunia-Nyalah sehingga saya sebagai penulis dapat melakukan serta menyelesaikan skripsi ini dengan waktu yang sesuai yang telah ditentukan dan direncanakan. Topik Skripsi yang saya angkat berjudul **PERBANDINGAN ALGORITMA ARIMA DAN LSTM DALAM PERAMALAN TINGKAT KONSETRASI CO2 EMISI ATMOSFER UNTUK MASA MENDATANG**

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika, Universitas Nasional.

Penelitian dan penyusunan skripsi ini tentu tidak terlepas dari dukungan serta bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan apresiasi, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya, terutama kepada dosen pembimbing Tugas Akhir, Dr. Septi Andryana, S.Kom., MMSI, yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, masukan berharga, serta ilmu pengetahuan yang sangat berarti. Dedikasi dan waktunya dalam membimbing penulis tidak hanya memberikan arah dalam penelitian ini, tetapi juga menjadi sumber motivasi yang mendorong penulis untuk terus berusaha menyelesaikan tugas akhir ini sebaik mungkin. Selain itu, penghargaan dan rasa terima kasih yang tulus juga penulis sampaikan kepada:

1. Terima kasih kepada Dr. Agung Triayudi, S.Kom.,M.Kom selaku dekan Fakultas FTKI dan Andrianingsih, S.Kom.,MMSI selaku kaprodi Sistem Informasi atas segala arahan dan dukungan yang diberikan..
2. Dr.Drs. EI Amry Bermawi Putera, M.A, selaku Rektor Universitas Nasional yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk bisa mengikuti perkuliahan pada Program S1 Sistem Informasi.

3. Terima kasih kepada Orang Tua saya Drs. Edi Sudiyanto S.Sos., M.Si dan Ellyan Siswanti S.Sos., M.Si selaku yang senantiasa memberikan dukungan, doa, serta perhatian dalam setiap langkah yang penulis tempuh..
4. Seluruh dosen pengajar di Program Studi Sistem Informasi Fakultas FTKI maupun dosen di Program Studi lain yang memberikan banyak ilmu.
5. Untuk sahabat dan teman-teman penulis yang bersedia memberi bantuan, masukan, dan dukungan yang sangat berarti untuk penulis sehingga penulis mampu menyusun penulisan ini dengan sebaik-baiknya, yaitu, Papam, Mail, Mandala, Tegar, Ibal, dan Ahmad.
6. Teman-teman seangkatan, seperjuangan saya dari Study Group yaitu Shinta, Bagas, Ishak, Nahda dan teman-teman lainnya yang tidak memungkinkan kalau ditulis satu persatu. Mereka adalah pemacu penulis serta sosok pemberi dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Seluruh rekan-rekan di tim UNAS Choir yang telah memberikan saya motivasi untuk penulisan tugas akhir saya ini.
8. Seluruh saudara-saudara kandung saya Miko & Meggi serta keponakan kecil saya yaitu kaelan yang turut menjadi penyemangat dalam menyelesaikan skripsi ini.



Jakarta Senin, 17 Februari 2025

Mandala Anugrah Putra

ABSTRAK

Perubahan iklim saat ini menjadi ancaman dan tantangan utama bagi kesejahteraan manusia secara global serta juga kesehatan dari planet. Faktor utama yang berkontribusi terhadap fenomena ini adalah aktivitas dari manusia, khususnya melalui emisi gas rumah kaca secara gamblang yang menyebabkan pemanasan suhu secara global. Penelitian bertujuan untuk membandingkan model AutoRegressive Integrated Moving Average (ARIMA), Seasonal AutoRegressive Integrated Moving Average (SARIMA), dan Long Short-Term Memory (LSTM) dalam meramalkan konsentrasi CO₂ atmosfer sebagai rekomendasi dalam pemilihan metode peramalan untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam mitigasi perubahan iklim. Model TimeSeries dan Machine Learning digunakan dalam meramalkan konsentrasi CO₂ atmosfer dengan pendekatan dua skenario data yang berasal dari National Oceanic and Atmospheric Administration: data original (18.502 baris) dan data yang di filter berdasarkan beberapa hari terakhir (379 baris) saja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LSTM memiliki performa terbaik pada data lengkap dengan MSE: 1.823, RMSE: 1.350, MAE: 1.201, dan MAPE: 0.29%. Sedangkan SARIMA lebih unggul pada data terbatas dengan MSE: 0.4390, RMSE: 0.6626, MAE: 0.4130, dan MAPE: 0.10%. Temuan ini menegaskan bahwa LSTM lebih cocok untuk dataset banyak dan kompleks, sementara SARIMA lebih efektif untuk data sedikit dan terbatas.

Kata kunci: Emisi Karbon, Forecast, TimeSeries, Machine Learning, Deep Learning, LSTM, ARIMA, SARIMA.

ABSTRACT

Climate change has become a major global threat and challenge, affecting both human well-being and planetary health. One of the primary contributing factors to this phenomenon is human activity, particularly greenhouse gas emissions, which significantly drive global temperature increases. This study aims to compare the performance of AutoRegressive Integrated Moving Average (ARIMA), Seasonal AutoRegressive Integrated Moving Average (SARIMA), and Long Short-Term Memory (LSTM) models in forecasting atmospheric CO₂ concentrations. The objective is to provide recommendations for selecting the most suitable forecasting method to support data-driven decision-making in climate change mitigation. Time series and machine learning models were utilized to predict atmospheric CO₂ concentrations using two data scenarios sourced from the National Oceanic and Atmospheric Administration: the original dataset (18,502 records) and a filtered dataset comprising only the most recent 379 records. The results indicate that LSTM outperforms other models when using the full dataset, achieving MSE: 1.823, RMSE: 1.350, MAE: 1.201, and MAPE: 0.29%. In contrast, SARIMA performs better in the limited dataset scenario, with MSE: 0.4390, RMSE: 0.6626, MAE: 0.4130, and MAPE: 0.10%.. These findings highlight that LSTM is more suitable for large and complex datasets, whereas SARIMA is more effective for smaller and limited datasets

Keywords: Emisi Carbon, Forecast, TimeSeries, Machine Learning, Deep Learning, LSTM, ARIMA, SARIMA.

Daftar Isi

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Tabel	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Mata Kuliah Yang Mendasari	7
BAB II.....	8
LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Landasan Teori	8
2.1.1 CO2 Emisi	8
2.1.2 Machine Learning.....	8
2.1.3 Statistika	9
2.1.4 LSTM.....	10
2.1.5 ARIMA	10
2.1.6 TimeSeries	10
2.1.7 Evaluasi Indikator	11
2.2 Tinjauan Pustaka	12
2.2.1 Tabel Literatur	12
BAB III	1
METODOLOGI PENELITIAN	1
3.1 Desain Penelitian	1
3.2 Raw Data	3

3.2.1	Raw Data Skenario Pertama.....	4
3.2.2	Raw Data Skenario Kedua.....	5
3.3	Eksplorasi Persiapan Data	5
3.3.1	Transformasi Data.....	7
3.3.2	Pembersihan data	8
3.3.3	Seleksi Data	9
3.4	Splitting Data.....	9
3.5	ARIMA Model.....	14
3.5.1	Model ARIMA Skenario Pertama.....	18
3.5.2	Model ARIMA Skenario Kedua.....	23
3.6	LSTM Model	28
3.6.1	Model ARIMA Skenario Pertama.....	33
3.6.2	Model ARIMA Skenario Pertama.....	34
BAB IV		36
HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1	Perhitungan Manual.....	36
4.1.1	Perhitungan Manual ARIMA.....	36
4.1.2	Perhitungan Manual LSTM.....	44
4.2	Perbandingan Algoritma	46
4.2.1	Perbandingan Algoritma Skenario Pertama	46
4.2.2	Perbandingan Algoritma Skenario Kedua.....	48
4.3	Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ketepatan Hasil Peramalan..	50
4.4	Perbedaan Signifikan antara Hasil Peramalan ARIMA, SARIMA, dan LSTM	51
4.5	Implikasi Hasil Peramalan terhadap Upaya Mitigasi Perubahan Iklim.....	52
4.6	Contoh Perancangan Desain Interface	55
BAB V		64
PENUTUP		64
5. 1	Kesimpulan.....	64
5. 2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		66
LAMPIRAN I		70

Daftar Gambar

Gambar 3.1 Alur penelitian	2
Gambar 3.2 Row data skenario pertama	4
Gambar 3.3 Row data skenario kedua	5
Gambar 3.4 Alur eksplorasi dan persiapan data.....	6
Gambar 3.5 Alur ARIMA model.....	17
Gambar 3.6 Pencarian parameter menggunakan Auto-ARIMA skenario pertama.....	19
Gambar 3.7 Peramalan parameter dari Auto-ARIMA untuk skenario pertama	19
Gambar 3.8 Grafik seasonal decompose data skenario pertama	20
Gambar 3.9 Plot Autocorrelation Untuk Skenario Pertama	21
Gambar 3.10 Plot Partial Autocorrelation Untuk Skenario Pertama	22
Gambar 3.11 Peramalan ARIMA seasonal parameter manual pada skenario pertama ..	22
Gambar 3.12 Pencarian parameter menggunakan Auto-ARIMA skenario kedua.....	23
Gambar 3.13 Peramalan Auto-ARIMA Skenario Kedua.....	24
Gambar 3.14 Grafik seasonal decompose untuk data skenario kedua.....	25
Gambar 3.15 Plot autocorrelation untuk skenario kedua	26
Gambar 3.16 Plot partial autocorrelation untuk skenario kedua	27
Gambar 3.17 Peramalan ARIMA seasonal parameter manual pada skenario kedua	28
Gambar 3.18 Alur LSTM model	31
Gambar 3.19 Forecasting Parameter LSTM Skenario Pertama	34
Gambar 3.20 Forecasting Parameter LSTM Skenario Kedua	35
Gambar 4.1 Grafik perbandingan kinerja model pada skenario pertama	47
Gambar 4.2 Grafik perbandingan model pada skenario kedua	49
Gambar 4.3 Peramalan tingkat konsentrasi emisi CO ₂ masa mendatang menggunakan ARIMA dengan menerapkan parameter seasonal	52
Gambar 4.4 Peramalan tingkat konsentrasi emisi CO ₂ masa mendatang menggunakan lstm	52
Gambar 4.5 Peramalan tingkat konsentrasi emisi CO ₂ masa mendatang menggunakan ARIMA non-Seasonal.....	52
Gambar 4.6 Perancangan fitur Login pada desain website peramalan	55
Gambar 4.7 Perancangan fitur Sign Up pada desain website peramalan	56
Gambar 4.8 Perancangan Halaman Utama(Dashboard) pada desain website peramalan ..	57
Gambar 4.9 Perancangan Halaman Forecast pada desain website peramalan.....	58
Gambar 4.10 Perancangan halaman forecast ARIMA pada website peramalan	59
Gambar 4.11 Perancangan Halaman Forecast LSTM pada website peramalan	61
Gambar 4.12 Perancangan desain menu pada website peramalan	62

Daftar Tabel

Tabel 3.1 Perbandingan kinerja model ARIMA dengan berbagai rasio data training dan testing Skenario Pertama.....	10
Tabel 3.2 Perbandingan Kinerja Model LSTM dengan Berbagai Rasio Data Training dan Testing Skenario Pertama	12
Tabel 3.3 Perbandingan Kinerja Model ARIMA dengan Berbagai Rasio Data Training dan Testing Skenario Kedua	13
Tabel 3.4 Perbandingan Kinerja Model LSTM dengan Berbagai Rasio Data Training dan Testing Skenario Kedua.....	14
Tabel 3.5 Arsitektur dan parameter yang digunakan dalam model LSTM.	32
Tabel 3.6 Parameter terbaik untuk model LSTM pada skenario Pertama.....	33
Tabel 3.7 Parameter terbaik untuk model LSTM pada skenario kedua	34
Tabel 4.1 Sampel Data Perhitungan Manual.....	36
Tabel 4.2. Lag Sampel dan Nilai ppm untuk Perhitungan ACF.....	36
Tabel 4.3 Lag ACF dan PACF Untuk Model ARIMA Sample	37
Tabel 4.4 Hasil Analisis ACF Berdasarkan Batas Signifikan	38
Tabel 4.5 Hasil Analisis PACF Berdasarkan Batas Signifikan	38
Tabel 4.6 Hasil Analisis PACF Berdasarkan Batas Signifikan	39
Tabel 4.7 Tabel Perhitungan Pembilang untuk Koefisien γ	39
Tabel 4.8 Hasil Peramalan ARIMA Manual Pada Sampel	44
Tabel 4.9 Sampel Data Aktual vs Data Forecast LSTM	46
Tabel 4.10 Perbandingan evaluasi model skenario pertama	46
Tabel 4.11 Perbandingan Evaluasi Model Skenario Kedua.....	48