



SKRIPSI

OPTIMASI MODEL SARIMA DENGAN PENANGANAN *ADDITIVE OUTLIER* MENGUNAKAN ALGORITMA *FIREFLY* UNTUK PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG KERETA API DI STASIUN KEDIRI

NABILA LINTANG ARDANI
NPM 22083010105

DOSEN PEMBIMBING

Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.
Shindi Shella May Wara, M. Stat.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI SAINS DATA
SURABAYA
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMASI MODEL SARIMA DENGAN PENANGANAN *ADDITIVE OUTLIER* MENGGUNAKAN ALGORITMA *FIREFLY* UNTUK PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG KERETA DI STASIUN KEDIRI

Oleh:
NABILA LINTANG ARDANI
NPM. 22083010105

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji Sidang Skripsi Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur pada Tanggal 24 Juni 2026:

Menyetujui,

Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19920909 202203 2 009

..... (Pembimbing I)

Shindi Shella May Wara, M.Stat.
NIP. 19960518 202406 2 003

..... (Pembimbing II)

Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T.
NIP. 19830310 202121 1 006

..... (Ketua Penguji)

Muhammad Nasrudin, M.Stat.
NIP. 19960909 202406 1 002

..... (Penguji I)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.

NIP. 19681126 199403 2 001

LEMBAR PERSETUJUAN

OPTIMASI MODEL SARIMA DENGAN PENANGANAN *ADDITIVE OUTLIER* MENGGUNAKAN ALGORITMA *FIREFLY* UNTUK PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG KERETA DI STASIUN KEDIRI

Oleh:

NABILA LINTANG ARDANI
NPM. 22083010105

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi

Menyetujui,

PLT Koordinator Program Studi Sains Data
Fakultas Ilmu Komputer



Dr. I Gede Susrama Mas Diyasa, S.T., M.T..
NIP. 19700619 202121 1 009

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Nabila Lintang Ardani
NPM : 22083010105
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Sains Data
Fakultas : Fakultas Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 24 Juni 2026
Yang Membuat Pernyataan,



NABILA LINTANG ARDANI
NPM. 22083010105

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Nabila Lintang Ardani / 22083010105
Judul Skripsi : Optimasi Model SARIMA Dengan Penanganan *Additive Outlier* Menggunakan Algoritma *Firefly* Untuk Peramalan Jumlah Penumpang Stasiun Kediri
Dosen Pembimbing : 1. Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom
2. Shindi Shella May Wara, M.Stat.

Stasiun Kediri merupakan simpul mobilitas tersibuk kedua di Daop 7 Madiun, namun mengalami fluktuasi volume penumpang yang tidak stabil, termasuk lonjakan ekstrem saat hari libur yang menyebabkan kemacetan dan ketidaksiapan sumber daya. Penelitian ini mengembangkan model peramalan untuk data bervolatilitas tinggi menggunakan pendekatan hibrida SARIMA Additive Outlier (SARIMA-AO) yang dioptimasi dengan Algoritma Firefly, berdasarkan data harian penumpang periode 1 Januari 2024 hingga 30 September 2025. Model SARIMA awal diperoleh melalui transformasi Box-Cox, uji stasioneritas KPSS, identifikasi model dari plot ACF dan PACF, estimasi parameter, dan uji diagnostik residual, dengan AIC 8292, MAE 110,07, RMSE 129,05, dan MAPE 10,34%. Penanganan *additive outlier* melalui variabel *dummy* eksogen menghasilkan model SARIMA-AO dengan performa lebih baik (AIC 8180, MAE 105,22, RMSE 123,45, MAPE 9,87%). Optimasi parameter menggunakan Algoritma Firefly selanjutnya menghasilkan model SARIMA-AO-Firefly dengan AIC 8074, MAE 104,70, RMSE 120,07, dan MAPE 9,93%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi penanganan *additive outlier* dan optimasi Firefly mampu meningkatkan kualitas dan akurasi model dalam memprediksi jumlah penumpang kereta api di Stasiun Kediri. Hasil peramalan diimplementasikan ke dalam *Graphical User Interface* (GUI) berbasis web menggunakan Streamlit sebagai alat bantu bagi Stasiun Kediri dalam manajemen tiket, pengaturan kepadatan, dan alokasi tenaga kerja.

Kata Kunci: *Algoritma Firefly, Additive Outlier, Jumlah Penumpang, Optimasi, Peramalan, SARIMA.*

ABSTRACT

Student Name / NPM : Nabila Lintang Ardani / 22083010105
Undergraduate thesis title : *SARIMA Model Optimization with Additive Outlier Handling Using the Firefly Algorithm for Forecasting Passenger Counts at Kediri Station.*
Advisors : 1. Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.
2. Shindi Shella May Wara, M.Stat

Kediri Station is the second-busiest mobility hub in Daop 7 Madiun, yet it experiences unstable passenger volume fluctuations, including extreme surges during holidays that cause congestion and resource unpreparedness. This research develops a forecasting model for highly volatile data using a hybrid SARIMA Additive Outlier (SARIMA-AO) approach optimized with the Firefly Algorithm, based on daily passenger data from January 1, 2024 to September 30, 2025. The initial SARIMA model was obtained through Box-Cox transformation, ADF and KPSS stationarity tests, model identification from ACF and PACF plots, parameter estimation, and residual diagnostic testing, yielding an AIC of 8292, MAE of 110.07, RMSE of 129.05, and MAPE of 10.34%. Additive outlier treatment through exogenous dummy variables produced a SARIMA-AO model with better performance (AIC 8180, MAE 105.22, RMSE 123.45, MAPE 9.87%). Parameter optimization using the Firefly Algorithm subsequently produced the SARIMA-AO-Firefly model with an AIC of 8063, MAE of 104.70, RMSE of 120.07, and MAPE of 9.93%. The results show that combining additive outlier treatment with Firefly optimization improves the quality and accuracy of the model in forecasting train passenger numbers at Kediri Station. The forecasting results were implemented into a web-based Graphical User Interface (GUI) using Streamlit as a practical tool for Kediri Station in ticket management, crowd control, and workforce allocation.

Keywords: *Additive Outlier, Firefly Algorithm, Forecasting, Optimization, Passenger Volume, SARIMA.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga proposal skripsi dengan judul **“Optimasi Model SARIMA Dengan Penanganan *Additive Outlier* Menggunakan Algoritma *Firefly* Untuk Peramalan Jumlah Penumpang Kereta di Stasiun Kediri”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Kartika Maulida Hindrayani selaku Dosen Pembimbing 1 dan Ibu Shindi Shella May Wara M. Stat selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasehat serta motivasi kepada penulis. Selain itu, selama penyusunan proposal skripsi penulis juga banyak menerima bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasari MT selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Bapak Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, ST., MT., IPU selaku Koordinator Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
3. Bapak Ibu Dosen serta staff Program Studi Sains Data yang memberikan ilmu dan dukungan selama masa perkuliahan.
4. Kedua orang tua penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan dan dorongan tanpa lelah.
5. Teman-teman mahasiswa Program Studi Sains Data dan teman-teman mahasiswa bimbingan dengan dosen pembimbing yang sama. Terima kasih untuk bantuannya, rasa persahabatannya dan motivasi selama proses penulisan penelitian ini
6. Tanzilla Nasya Handoko dan Rahmah Lidya Nastiti, yang telah menjadi teman dekat penulis dan senantiasa memberikan dukungan sepanjang perjalanan akademik.

7. Niken Sulistyowati, yang telah menemani penulis sepanjang perjalanan akademik, memberikan dukungan, dorongan, motivasi dan jembatan untuk setiap proses penelitian ini.
8. Kepada matahari, meskipun tak selalu hadir di waktu yang sama, terima kasih atas caramu membuat bintang tetap bersinar. Terima kasih telah menjadi terang dan penunjuk arah di saat gelap datang, memberikan hangat yang tak pernah putus, dan menjaga nyala ini hingga segalanya selesai.
9. Kepada Kota Surabaya beserta segala kisah yang menemani perjalanan penulis selama menempuh pendidikan di tanah rantau. Terima kasih karena tidak hanya menjadi tempat singgah, melainkan sebuah rumah yang aman dan nyaman bagi penulis.
10. Kepada diri sendiri, yang telah berjuang, bertahan dan berusaha dengan segala hal yang terjadi baik selama perjalanan akademik maupun penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan segala keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR NOTASI.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Penelitian Terdahulu	7
2.2. Penumpang Kereta	17
2.3. PT Kereta Api Indonesia.....	19
2.4. Peramalan.....	20
2.5. Stasioneritas	20
2.5.1. Stasioneritas dalam Mean	21
2.5.2. Stasioneritas dalam Varian.....	23
2.6. Identifikasi Model.....	24
2.6.1. <i>Autocorrelation Function</i> (ACF)	25
2.6.2. <i>Partial Autocorrelation Function</i> (PACF).....	26

2.7.	Metode <i>Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average</i> (SARIMA).....	27
2.7.1.	Komponen Model SARIMA	27
2.7.2.	Estimasi Parameter	29
2.8.	Uji Tingkat Signifikan	31
2.9.	Uji Asumsi Residual	33
2.9.1.	Uji <i>White Noise</i>	33
2.9.2.	Uji Homoskedastisitas	34
2.10.	<i>Outlier</i>	35
2.11.	<i>Additive Outlier</i>	36
2.11.1.	Karakteristik <i>Additive Outlier</i>	36
2.11.2.	Perhitungan <i>Additive Outlier</i>	36
2.12.	SARIMA-AO.....	37
2.13.	Optimasi.....	40
2.14.	Metode <i>Firefly Algorithm</i>	41
2.15.	Evaluasi Model	45
2.15.1.	<i>Akaike Information Criterion</i> (AIC).....	45
2.15.2.	<i>Mean Absolute Error</i> (MAE)	46
2.15.3.	<i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	46
2.15.4.	<i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	47
2.16.	Streamlit.....	48
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		49
3.1.	Variabel Penelitian dan Sumber Data.....	49
3.2.	Langkah Analisis	50
3.3.	Desain Sistem	56
3.3.1.	Alur Kerja Sistem	56
3.3.2.	Tampilan <i>Dashboard</i>	57
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		65
4.1.	Pengumpulan Data.....	65
4.2.	Prapemrosesan Data	66
4.2.1.	Pengecekan <i>Missing Value</i>	66

4.2.2.	Pengecekan Tipe Data.....	67
4.2.3.	Pengecekan Duplikasi.....	68
4.3.	Analisis Data Eksploratif.....	68
4.3.1.	Statistika Deskriptif.....	69
4.3.2.	<i>Time Series Plot</i>	69
4.4.	Pembagian Data	71
4.5.	Uji Stasioneritas	71
4.5.1.	Uji Stasioneritas dalam Mean	71
4.5.2.	Stasioneritas dalam Varians	73
4.6.	Identifikasi Model Berdasarkan Plot ACF dan PACF	76
4.7.	Pemodelan ARIMA.....	78
4.7.1.	Estimasi dan Signifikan Parameter ARIMA.....	78
4.7.2.	Uji Asumsi Residual Model ARIMA.....	81
4.7.3.	Prediksi Model ARIMA.....	84
4.7.4.	Evaluasi Model ARIMA	86
4.8.	Pemodelan SARIMA	87
4.8.1.	Estimasi dan Signifikansi Parameter.....	88
4.8.2.	Uji Asumsi Residual Model	92
4.8.3.	Prediksi Model SARIMA.....	94
4.8.4.	Evaluasi Model SARIMA.....	96
4.9.	Deteksi <i>Additive Oulier</i>	97
4.10.	Pemodelan SARIMA dengan Penanganan <i>Additive Outlier</i>	99
4.10.1.	Hasil Pemodelan SARIMA-AO.....	102
4.10.2.	Uji Asumsi Residual Model SARIMA-AO	104
4.10.3.	Evaluasi Model SARIMA-AO.....	106
4.11.	Optimasi Model SARIMA-AO dengan Algoritma <i>Firefly</i>	107
4.11.1.	Optimasi Parameter Model SARIMA-AO.....	110
4.11.2.	Estimasi dan Signifikansi Parameter.....	112
4.11.3.	Uji Asumsi Residual Model	114
4.11.4.	Prediksi Model SARIMA-AO-Firefly	117
4.11.5.	Evaluasi Model SARIMA-AO- <i>Firefly</i>	119

4.12.	Tampilan Antar Muka (<i>Graphical User Interface</i>)	120
BAB V PENUTUP		129
5.1	Kesimpulan	129
5.2	Saran Pengembangan.....	130
DAFTAR PUSTAKA		133
LAMPIRAN		137

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.2 Langkah Analisis Penelitian	52
Gambar 3.4 Alur Kerja Sistem	57
Gambar 3.5 Tampilan Tab Peramalan.....	59
Gambar 3.6 Tampilan Tab Deteksi <i>Outlier</i>	61
Gambar 3.7 Tampilan Tab Optimasi <i>Firefly</i>	63
Gambar 3.8 Tampilan Tab Perbandingan Model	64
Gambar 4.2 Hasil visualisasi data	72
Gambar 4.3 Visualisasi Transformasi Box-Cox.....	77
Gambar 4.4 Hasil plot ACF dan PACF	78
Gambar 4.5 Hasil plot ACF dan PACF musiman	79
Gambar 4.6 Visualisasi Prediksi ARIMA 14 Hari	87
Gambar 4.7 Visualisasi Prediksi SARIMA	97
Gambar 4.8 Hasil deteksi <i>outlier</i>	100
Gambar 4.9 Visualisasi Prediksi SARIMA-AO.....	104
Gambar 4.10 Tampilan Beranda.....	121
Gambar 4.11 Tampilan Hasil Peramalan.....	122
Gambar 4.12 Tampilan Hasil <i>Additive Outlier</i>	123
Gambar 4.13 Tampilan Hasil <i>Firefly</i>	124
Gambar 4.14 Tampilan Hasil Perbandingan Model	125
Gambar 4.15 Tampilan Informasi <i>Dashboard</i>	126
Gambar 4.16 Tampilan Tab Histori Prediksi	127

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2.2 Nilai Lambda Transformasi Box-Cox.....	24
Tabel 2.3 Pola Grafik ACF dan PACF.....	24
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	50
Tabel 3.3 Struktur Data Penelitian	51
Tabel 4.1 Hasil Pengumpulan Data	65
Tabel 4.2 Hasil Pengecekan <i>Missing Value</i>	67
Tabel 4.3 Hasil Pengecekan Tipe Data	67
Tabel 4.4 Hasil Pengecekan Duplikasi.....	68
Tabel 4.5 Hasil Statistika Deskriptif	69
Tabel 4.6 Pembagian Data.....	71
Tabel 4.7 Hasil Tranformasi Box-Cox	74
Tabel 4.8 Hasil Lag Signifikan ACF dan PACF	77
Tabel 4.9 Estimasi Parameter ARIMA.....	80
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Residual <i>White Noise</i>	82
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Residual Homoskedastisitas	83
Tabel 4.12 Hasil Prediksi ARIMA	84
Tabel 4.13 Evaluasi Model ARIMA	87
Tabel 4.14 Estimasi Parameter SARIMA	90
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Residual <i>White Noise</i>	92
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Residual Homoskedastisitas	94
Tabel 4.17 Hasil Prediksi SARIMA.....	95
Tabel 4.18 Hasil Evaluasi SARIMA	97
Tabel 4.19 Hasil Deteksi <i>Outlier</i>	98
Tabel 4.20 Estimasi Parameter SARIMA-AO	101
Tabel 4.21 Hasil Pengujian Residual <i>White Noise</i>	105
Tabel 4.22 Hasil Pengujian Residual Homoskedastisitas	106
Tabel 4.23 Perbandingan Evaluasi Model SARIMA dan SARIMA-AO.....	107
Tabel 4.24 Pengujian Parameter <i>Firefly</i>	108

Tabel 4.25 Hasil Optimasi Parameter	112
Tabel 4.26 Estimasi Parameter SARIMA-AO-Firefly.....	113
Tabel 4.27 Hasil Pengujian Residual <i>White Noise</i>	115
Tabel 4.28 Hasil Pengujian Residual Homoskedastisitas	116
Tabel 4.29 Hasil Prediksi SARIMA-AO-Firefly	117
Tabel 4.30 Perbandingan Evaluasi Model SARIMA, SARIMA-AO, SARIMA-AO-Firefly	119

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode <i>Script</i> Python.....	137
Lampiran 2. Kode <i>Script</i> GUI.....	137
Lampiran 3. LoA.....	138

DAFTAR NOTASI

I	:	Intensitas
$\widehat{\Phi}_i$	:	Estimasi koefisien <i>Autoregressive (AR)</i> ke- i .
$\widehat{\Theta}_i$	:	Estimasi koefisien <i>Moving Average (MA)</i> ke- i .
$\widehat{\Phi}_i$	:	Estimasi koefisien <i>Seasonal Autoregressive (SAR)</i> ke- i .
$\widehat{\Theta}_i$	:	Estimasi koefisien <i>Seasonal Moving Average (SMA)</i> ke- i .
$\widehat{\omega}_i$	:	Estimasi koefisien <i>Additive Outlier (AO)</i> ke- i
$SE(\cdot)$	:	Standard <i>error</i> dari masing-masing estimasi parameter
$Var(\widehat{\omega}_i)$	:	varians dari estimasi koefisien <i>AO</i>
σ	:	Standard deviasi dari distribusi
S	:	Periode musiman
Y_t	:	Nilai observasi pada waktu ke- t
ω	:	Besar dampak <i>outlier</i>
γ	:	Koefisien penyerapan cahaya pada <i>Firefly Algorithm</i>
β	:	Tingkat daya tarik (<i>attractiveness</i>) pada <i>Firefly Algorithm</i>
$F(x_i)$	:	Nilai fungsi objektif pada estimasi parameter ke- i
RMSE	:	<i>Root Mean Square Error</i>
MAE	:	<i>Mean Absolute Error</i>
MAPE	:	<i>Mean Absolute Percentage Error</i>