



SKRIPSI

PENERAPAN MODEL *HYBRID* ARIMA-MLP UNTUK PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG BUS TRANS JATIM

NAUFAL BAIHAQI MOERRIN
NPM 21083010077

DOSEN PEMBIMBING
Aviollla Terza Damaliana, S.Si., M.Stat.
Dr. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST., MT.

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

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN MODEL *HYBRID* ARIMA-MLP UNTUK PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG BUS TRANS JATIM

Oleh:
NAUFAL BAIHAQI MOERRIN
NPM. 21083010077

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 9 Januari 2026:

Menyetujui,

Aviolla Terza Damaliana, S.Si., M.Stat.
NIP. 19940802 202203 2 015

(Pembimbing I)

Dr. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST., MT.
NIP. 19700619 202121 1 009

(Pembimbing II)

Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T., IPU., Asean Eng.
NIP. 19801205 200501 1 002

(Ketua Penguji)

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

(Penguji D)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer

Prof. Dr. H. Novirina Hendrasarie, MT.
NIP. 19681126 199403 2 001

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENERAPAN MODEL *HYBRID* ARIMA-MLP UNTUK PERAMALAN
JUMLAH PENUMPANG BUS TRANS JATIM**

Oleh:
NAUFAL BAIHAQI MOERRIN
NPM. 21083010077

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi



Menyetujui,

**Koordinator Program Studi Sains Data
Fakultas Ilmu Komputer**

A handwritten signature in black ink, likely belonging to Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, is written over the text of the coordinator's position.

Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T., IPU., Asean Eng.
NIP. 19801205 200501 1 002

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Naufal Baihaqi Moerrin
NPM : 21083010077
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, 8 Januari 2026
Yang Membuat Pernyataan,



NAUFAL BAIHAQI MOERRIN
NPM. 21083010077

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Naufal Baihaqi Moerrin / 21083010077
Judul Skripsi : Penerapan Model *Hybrid* ARIMA-MLP Untuk
Peramalan Jumlah Penumpang Bus Trans Jatim
Dosen Pembimbing : 1. Aviolla Terza Damaliana, S.Si., M.Stat.
2. Dr. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT.

Peramalan kebutuhan penumpang yang tepat sangat penting untuk menunjang perencanaan operasional serta menjaga keandalan layanan pada sistem transportasi publik. Data deret waktu permintaan penumpang umumnya memperlihatkan kombinasi struktur temporal linear dan fluktuasi nonlinier, sehingga penggunaan satu jenis model saja sering kurang optimal. Penelitian ini menerapkan kerangka peramalan hibrida yang menggabungkan model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dengan jaringan saraf *Multi-Layer Perceptron* (MLP) untuk memprediksi permintaan penumpang dalam jangka pendek. Pada kerangka tersebut, ARIMA digunakan untuk merepresentasikan komponen linear deret waktu, seperti tren, pola musiman, dan autokorelasi, berdasarkan prosedur Box–Jenkins yang didukung pengujian kestasioneran serta proses pembedaan. Sisa galat (*residual*) dari model ARIMA yang masih memuat informasi nonlinier kemudian dipelajari lebih lanjut menggunakan MLP yang dilatih melalui algoritma *backpropagation* guna menangkap pola yang tidak dapat dijelaskan oleh model linear, sehingga nilai ramalan akhir diperoleh melalui penggabungan keluaran ARIMA dengan koreksi nonlinier dari MLP. Analisis dilakukan menggunakan data jumlah penumpang harian Bus Trans Jatim periode 2023–2024, dengan tahap prapemrosesan mencakup analisis eksploratori deret waktu, stabilisasi varians, identifikasi pencilan, dan pembedaan untuk memastikan pemenuhan asumsi pemodelan, sedangkan kinerja peramalan dievaluasi menggunakan data uji dengan ukuran galat *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model hibrida ARIMA–MLP menghasilkan nilai MAPE sebesar 4,95% dan mampu memberikan peramalan jangka pendek yang lebih adaptif dibandingkan model ARIMA tunggal, dengan hasil peramalan lima hari ke depan menampilkan pola kebutuhan penumpang yang selaras dengan data historis. Selain itu, pengembangan antarmuka pengguna (*user interface*) yang interaktif mempermudah proses implementasi model dan penyajian hasil prediksi, sehingga peramalan dapat dilakukan secara lebih praktis, cepat, dan intuitif untuk mendukung pengambilan keputusan operasional berbasis data

Kata Kunci : Peramalan Penumpang, ARIMA–MLP Hibrida, Transportasi Umum, Antarmuka Pengguna, MAPE

ABSTRACT

Student Name / NPM : Naufal Baihaqi Moerrin / 21083010077
Undergraduate Thesis Title : *Application of a Hybrid ARIMA-MLP Model for Forecasting the Number of Trans Jatim Bus Passengers*
Advisors : 1. Aviolla Terza Damaliana, S.Si., M.Stat.
2. Dr. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT.

Accurate passenger demand forecasting is essential to support operational planning and maintain service reliability in public transportation systems. Passenger demand time series commonly exhibit a combination of linear temporal structures and nonlinear fluctuations, making the use of a single forecasting model often less effective. This study employs a hybrid forecasting framework that integrates the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) model with a Multi-Layer Perceptron (MLP) neural network to predict short-term passenger demand. In this framework, ARIMA is used to model the linear components of the time series, such as trend, seasonality, and autocorrelation, following the Box–Jenkins procedure supported by stationarity testing and differencing. The residuals generated by the ARIMA model, which still contain nonlinear information, are subsequently modeled using an MLP trained through backpropagation to capture patterns that cannot be represented by linear models, so that the final forecasts are obtained by combining ARIMA outputs with nonlinear adjustments from the MLP. The analysis utilizes daily passenger count data of Bus Trans Jatim for the 2023–2024 period, with preprocessing stages including exploratory time series analysis, variance stabilization, outlier detection, and differencing to ensure compliance with modeling assumptions. Forecasting performance is evaluated on test data using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The results indicate that the hybrid ARIMA–MLP model achieves a MAPE of 4.95% and provides more adaptive short-term forecasts than the standalone ARIMA model, with five-day-ahead forecasts showing demand patterns consistent with historical observations. In addition, the development of an interactive user interface facilitates model implementation and presentation of forecasting results, enabling predictions to be carried out more practically, quickly, and intuitively to support data-driven operational decision-making.

Keywords: *Passenger Demand Forecasting, Hybrid ARIMA–MLP, Public Transportation, User Interface, MAPE*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, skripsi dengan judul **“Penerapan Model *Hybrid* ARIMA-MLP Untuk Peramalan Jumlah Penumpang Bus Trans Jatim”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses pengerjaan skripsi baik dalam bentuk moril, spiritual, maupun materil. Setiap arahan, nasihat, dan informasi yang diberikan telah menjadi landasan yang kuat dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang telah senantiasa mendoakan, memberikan motivasi, semangat, dukungan baik secara finansial maupun emosional, dan juga memberikan segala-galanya bagi penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, ST., MT., IPU., Asean Eng. selaku Koordinator Program Studi Sains Data Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Ibu Aviolla Terza Damaliana, S.Si., M.Stat. dan Bapak Dr. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST., MT., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan konstruktif, serta bimbingan selama penulisan skripsi.
6. Dosen-dosen dan seluruh staf akademik Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan ilmu serta bantuan selama masa studi penulis.
7. Bapak Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, ST., MT., IPU., Asean Eng. selaku dosen wali penulis yang telah memberikan arahan dan masukan selama masa studi penulis.

8. Seluruh teman-teman Sains Data, yang telah menjadi tempat berbagi ilmu, pengalaman, serta semangat selama menjalani proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi. Kebersamaan dan dukungan kalian menjadi bagian penting dalam perjalanan ini.
9. Rekan-rekan penulis yang turut menemani dalam proses penulisan skripsi, baik melalui diskusi, saling memberi semangat, maupun bantuan teknis, yang telah memberikan kontribusi positif bagi terselesaikannya karya ini.

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

Surabaya, 8 Januari 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.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Batasan Masalah.....	6
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1. Penelitian Terdahulu	9
2.2. Kerangka Teori.....	12
2.2.1. Transportasi Umum.....	12
2.2.2. Bus Trans Jatim.....	14
2.2.3. Analisis Deret Waktu	15
2.2.4. Uji Stasioneritas Data.....	17
2.2.5. Plot <i>Autocorrelation Function</i> (ACF) dan <i>Partial Autocorrelation Function</i> (PACF).....	18
2.2.6. <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA).....	19
2.2.7. Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter.....	22
2.2.8. <i>Akaike's Information Criterion</i> (AIC)	23

2.2.9. Model Asumsi Residual ARIMA	23
2.2.10. <i>Multi-Layer Percepton</i> (MLP)	25
2.2.11. Model <i>Hybrid</i> ARIMA-MLP	26
2.2.12. Evaluasi Kinerja Model.....	28
2.2.13. Streamlit	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1. Variabel Penelitian dan Sumber Data	31
3.2. Langkah Analisis.....	32
3.2.1. Pengumpulan Data	33
3.2.2. <i>Exploratory Data Analysis</i> (EDA)	33
3.2.3. Pemrosesan Data	34
3.2.4. Pemodelan ARIMA.....	36
3.2.5. <i>Hybrid</i> ARIMA-MLP.....	37
3.2.6. Evaluasi Model.....	38
3.2.7. Hasil Prediksi	39
3.2.8. Pengembangan <i>User Interface</i>	39
3.3. Desain Sistem.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1. Pengumpulan Data	43
4.2. <i>Exploratory Data Analysis</i> (EDA)	43
4.2.1. Statistika Deskriptif.....	44
4.2.2. Visualisasi Pola Deret Waktu.....	45
4.3. Pemrosesan Data	48
4.3.1. Dekomposisi Deret Waktu	48
4.3.3. ACF dan PACF Sebelum <i>Differencing</i>	50
4.3.4. Uji Stasioneritas Dalam Varians (Box-Cox).....	52
4.3.5. Uji Stasioneritas Dalam <i>Mean</i> (ADF).....	54
4.3.6. <i>Differencing</i> Pertama	56
4.3.7. <i>Differencing</i> Kedua	58
4.3.8. ACF dan PACF Sesudah <i>Differencing</i>	60
4.3.9. Membagi Data.....	62
4.4. Pemodelan ARIMA.....	63

4.4.1. Estimasi Parameter ARIMA	63
4.3.5. Uji Asumsi Residual	67
4.5. Pemodelan MLP	70
4.5.1 <i>Preprocessing</i> ARIMA-MLP	70
4.5.2. Pembangunan dan Pelatihan Model ARIMA-MLP	72
4.6. Evaluasi Model ARIMA	73
4.7. Prediksi.....	75
4.8. Perbandingan Hasil Evaluasi Model ARIMA dan ARIMA-MLP	76
4.9. Tampilan Antarmuka (GUI).....	77
BAB V PENUTUP.....	83
5.1. Kesimpulan	83
5.2. Saran Pengembangan	84
DAFTAR PUSTAKA.....	85
LAMPIRAN.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Transportasi Umum	12
Gambar 2.2 Transportasi Bus Trans Jatim	14
Gambar 2.3 Dekomposisi Deret Waktu.....	16
Gambar 2.4 Plot ACF dan PACF	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	32
Gambar 3.2 Alur Pemrosesan Data	34
Gambar 3.3 Diagram Alir Pemodelan ARIMA.....	36
Gambar 3.4 Diagram Alir Pemodelan MLP	37
Gambar 3.5 Desain Sistem	40
Gambar 4.1 Plot Deret Waktu Jumlah Penumpang Bus.....	47
Gambar 4.2 Dekomposisi Deret Waktu.....	49
Gambar 4.3 Plot ACF dan PACF Sebelum <i>Differencing</i>	51
Gambar 4.4 Distribusi Sebelum dan Sesudah Transformasi Box-Cox	54
Gambar 4.5 Plot ACF dan PACF Sesudah <i>Differencing</i>	60
Gambar 4.6 Tampilan Awal GUI	77
Gambar 4.7 Konfigurasi Data.....	78
Gambar 4.8 Konfigurasi Model ARIMA	79
Gambar 4.9 Konfigurasi Model Hybrid	80
Gambar 4.10 Jumlah Hari Prediksi	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	9
Tabel 3.1 Informasi Data.....	31
Tabel 3.2 Struktur Data	31
Tabel 4.1 Data Jumlah Penumpang	43
Tabel 4.2 Statistika Deskriptif.....	45
Tabel 4.3 Hasil Plot ACF dan PACF	51
Tabel 4.4 Hasil Uji ADF Setelah Transformasi Box-Cox.....	55
Tabel 4.5 Hasil Uji ADF Setelah <i>Differencing</i> Orde 1	57
Tabel 4.6 Hasil Uji ADF Setelah <i>Differencing</i> Orde 1	59
Tabel 4.7 <i>Lag</i> Signifikan ACF dan PACF	61
Tabel 4.8 <i>Splitting</i> Data.....	62
Tabel 4.9 Uji Signifikansi Model ARIMA.....	64
Tabel 4.10 Percobaan pada Data <i>Train</i> Terakhir.....	66
Tabel 4.11 Hasil Uji Ljung-Box.....	68
Tabel 4.12 Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov	69
Tabel 4.13 Hasil Uji <i>White Lagrange Multiplier Test</i>	70
Tabel 4.14 Hasil Evaluasi.....	75
Tabel 4.15 Prediksi Penumpang	76
Tabel 4.16 Perbandingan Hasil Evaluasi.....	76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Letter Of Acceptance (LoA)</i>	91
Lampiran 2. <i>Dataset</i>	91
Lampiran 3 <i>Kode Script Streamlit</i>	93

DAFTAR NOTASI

Z_t	:	data asli yang akan ditransformasikan
λ	:	parameter transformasi
ΔZ_t	:	perubahan (<i>differencing</i>) dari Z_t dengan lag $1(Z_t - Z_{t-1})$
Z_{t-1}	:	nilai Z pada periode sebelumnya (lag 1)
α_i	:	koefisien untuk <i>differencing</i> lag
α_t	:	komponen <i>error</i> pada waktu ke- t
β	:	konstanta dalam model yang menambahkan efek level pada data
$\beta_2 T$	:	konstanta dalam model yang menambahkan efek level pada data
γZ_{t-1}	:	nilai Z pada periode sebelumnya (lag 1), dengan koefisien γ untuk memeriksa stasioneritas
r_k	:	koefisien autokorelasi pada lag ke- k
$\bar{Z}_t$	:	rata-rata Z_t
n	:	banyaknya data
B	:	<i>backshift</i>
Z_t	:	nilai observasi waktu ke- t , $t = 1, 2, 3, \dots, n$
ϕ_0, θ_0	:	konstanta dari rata-rata
ϕ_1	:	koefisien autoregressive pada tingkat ke- i , $i =$ $1, 2, 3, \dots, p$
a_t	:	nilai <i>error</i> pada waktu ke- t
p	:	orde <i>autoregressive</i>
θ_1	:	koefisien <i>moving average</i> pada tingkat ke- i , $i =$ $1, 2, 3, \dots, p$
q	:	orde <i>moving average</i>
$X_{r,t}$	:	variabel eksogen