

**PENERAPAN MODEL *HYBRID* SARIMA-ELM
UNTUK PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG KERETA API**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh
gelar Sarjana Matematika



Oleh
Elisa Febriyani
1704180

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2024

LEMBAR HAK CIPTA

**PENERAPAN MODEL *HYBRID* SARIMA-ELM
UNTUK PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG KERETA API**

Disusun oleh:

Elisa Febriyani

NIM 1704180

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana
Matematika pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Elisa Febriyani 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruh atau sebagian dengan dicetak ulang,
fotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

ELISA FEBRIYANI

**PENERAPAN MODEL *HYBRID* SARIMA-ELM
UNTUK PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG KERETA API**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Fitriani Agustina, S.Si., M.Si.

NIP.198108142005012001

Pembimbing II



Drs. Nar Herrhyanto, M.Pd.

NIP.196106181987031001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Kartika Yulianti, S.Pd., M.Si.

NIP. 198207282005012001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penerapan Model *Hybrid* SARIMA-ELM untuk Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2024

Yang membuat pernyataan,



Elisa Febriyani

NIM 1704180

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan berkah, rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Penerapan Model *Hybrid* SARIMA-ELM untuk Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika di Universitas Pendidikan Indonesia

Penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, motivasi, bantuan baik materi maupun spiritual demi tercapainya tujuan pembuatan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih banyak kelemahan dan kekurangan. Namun bukan berarti penulis tidak bersungguh-sungguh, tetapi karena keterbatasan dan kurangnya ilmu pengetahuan yang dimiliki penulis sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya.

Bandung, Agustus 2024

Elisa Febriyani

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar semata-mata tidak hanya karena usaha penulis sendiri, melainkan adanya bantuan tulus dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Fitriani Agustina, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan, masukan, saran dan dukungan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
2. Bapak Drs. Nar Herrhyanto, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan, masukan, saran dan dukungan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
3. Ibu Ririn Sispiyati, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan informasi, motivasi dan arahan selama penulis menyelesaikan studi di Prodi Matematika.
4. Ibu Dr. Kartika Yulianti, S.Pd., M.Si. selaku Ketua Program Studi Matematika Universitas Pendidikan Indonesia
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Matematika yang telah membimbing dan memberikan ilmu kepada penulis.
6. Seluruh staf akademik yang telah memberikan fasilitas pendidikan kepada penulis.
7. Kedua orang tua tercinta, Bapak Sukandi dan Ibu Teti Saadah (Almh) yang telah memberikan dukungan berupa doa, kasih sayang, perhatian dan motivasi kepada penulis.
8. Suami serta anak tercinta, Riyan Apriyansyah dan Magynta Yara Semesta yang telah memberikan semangat kepada penulis.
9. Semua pihak yang telah ikut membantu dalam proses penyusunan skripsi ini.
Penulis berharap semoga kebaikan yang telah diberikan mendapat balasan yang berkali-kali lipat dari Allah SWT.

ABSTRAK

Penelitian ini membahas mengenai peramalan jumlah penumpang kereta api yang turun di Stasiun Yogyakarta, Stasiun Bandung, dan Stasiun Malang menggunakan model *Hybrid SARIMA-ELM*. Model SARIMA digunakan untuk menangkap pola linear pada data dan ELM digunakan untuk menangkap pola non-linear pada data dengan kelebihanannya dalam *learning speed*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penerapan model *Hybrid SARIMA-ELM* serta mengetahui tingkat akurasi peramalannya. Peramalan didasarkan pada data jumlah penumpang pada periode sebelum Covid-19 (Agustus 2014-Desember 2018) dan periode saat Covid-19 (Januari 2020-Desember 2021). Peramalan diawali dengan mencari model SARIMA terbaik, kemudian residual dari SARIMA dimodelkan dengan ELM. Hasil peramalan model *Hybrid SARIMA-ELM* diukur keakuratannya menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Model SARIMA terbaik dari masing-masing stasiun yaitu SARIMA (0,1,1)(0,1,0)¹² untuk fase sebelum Covid-19 dan model ARIMA (2,0,0) untuk fase saat Covid-19. Dengan perbandingan data 80:20, 3 *fitur input*, 1 *neuron hidden layer*, dan 1 *output* pada model ELM, diperoleh nilai MAPE model sebelum Covid-19 pada masing-masing stasiun sebesar 11,54%, 5,27%, dan 6,34% yang berarti peramalan baik untuk Stasiun Yogyakarta dan peramalan berakurasi tinggi untuk Stasiun Bandung dan Stasiun Malang. Sedangkan untuk model saat Covid-19 diperoleh nilai MAPE untuk masing-masing stasiun sebesar 14,60%, 13,43% , dan 18,75% yang berarti peramalan baik untuk ketiga stasiun.

Kata Kunci: Peramalan, Jumlah Penumpang, SARIMA, ELM

ABSTRACT

This study discusses forecasting the number of train passengers who get off at Yogyakarta Station, Bandung Station, and Malang Station using the Hybrid SARIMA-ELM model. The SARIMA model is used to capture linear patterns in the data and ELM is used to capture non-linear patterns in the data with its advantages in learning speed. The purpose of this study is to determine the application of the Hybrid SARIMA-ELM model and determine the level of forecasting accuracy. Forecasting is based on data on the number of passengers in the period before Covid-19 (August 2014-December 2018) and the period during Covid-19 (January 2020-December 2021). Forecasting begins with finding the best SARIMA model, then the residuals from SARIMA are modeled with ELM. Hybrid SARIMA-ELM model forecasting results are measured for accuracy using Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The best SARIMA model from each station is SARIMA $[(0,1,1)(0,1,0)]^{12}$ for the phase before Covid-19 and ARIMA (2,0,0) model for the phase during Covid-19. With a data ratio of 80:20, 3 input features, 1 hidden layer neuron, and 1 output in the ELM model, the MAPE value of the model before Covid-19 at each station is 11.54%, 5.27%, and 6.34%, which means good forecasting for Yogyakarta Station and high accuracy forecasting for Bandung Station and Malang Station. As for the model when Covid-19 obtained MAPE values for each station of 14.60%, 13.43%, and 18.75% which means good forecasting for the three stations.

Keywords: Forecasting, Number of Passengers, SARIMA, ELM

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN TEORI.....	6
2.1 Penumpang	6
2.2 Kereta Api	6
2.3 Peramalan (<i>Forecasting</i>)	7
2.4 Analisis <i>Time Series</i>	8
2.5 Stasioneritas Data <i>Time Series</i>	10
2.5.1 Stasioner Dalam Rata-rata	12
2.5.2 Stasioner Dalam Variansi	13
2.6 <i>Autocorrelation Function</i> (ACF) dan <i>Partial Autocorrelation Function</i> (PACF)	14
2.6.1 <i>Autocorrelation Function</i> (ACF).....	14
2.6.2 <i>Partial Autocorrelation Function</i> (PACF).....	15
2.7 Metode <i>Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average</i> (SARIMA)	16

2.7.1	Model <i>Autoregressive</i> (AR).....	16
2.7.2	<i>Moving Average</i> (MA).....	17
2.7.3	Model <i>Autoregressive Moving Average</i> (ARMA).....	18
2.7.4	Model <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA)	19
2.7.5	Model <i>Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average</i> (SARIMA).....	20
2.8	Tahapan Metode SARIMA.....	21
2.8.1	Identifikasi Model.....	21
2.8.2	Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter.....	22
2.8.3	Uji Kelayakan Model.....	23
2.9	Jaringan Syaraf Tiruan	26
2.10	Fungsi Aktivasi.....	27
2.11	<i>Extreme Learning Machine</i> (ELM)	29
2.12	Tahapan Metode ELM.....	30
2.12.1	Normalisasi Data	30
2.12.2	Proses <i>Training</i>	30
2.12.3	Proses <i>Testing</i>	31
2.12.4	Denormalisasi Data.....	32
2.13	Pemodelan <i>Hybrid</i> SARIMA-ELM.....	32
2.14	Evaluasi Peramalan	33
2.15	Penelitian Terdahulu.....	34
BAB III METODE PENELITIAN.....		36
3.1	Jenis penelitian	36
3.2	Jenis dan Sumber Data	36
3.3	Variabel Penelitian	36
3.4	Metode Analisis Data	36
3.5	Alur Penelitian.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		42
4.1	Pemodelan Jumlah Penumpang Kereta Api Fase sebelum Covid-19	42
4.1.1	Analisa Pola Data	42
4.1.2	Identifikasi Kestasioneran Data.....	44

4.1.3	Pembentukan Model Data Jumlah Penumpang di Stasiun Yogyakarta.....	48
4.1.4	Pembentukan Model Data Jumlah Penumpang di Stasiun Bandung.....	51
4.1.5	Pembentukan Model Data Jumlah Penumpang di Stasiun Malang.....	54
4.2	Pemodelan Jumlah Penumpang Kereta Api Fase Saat Covid-19.....	57
4.2.1	Analisa Pola Data.....	57
4.2.2	Identifikasi Kestasioneran Data.....	59
4.2.3	Pembentukan Model Data Jumlah Penumpang di Stasiun Yogyakarta.....	61
4.2.4	Pembentukan Model Data Jumlah Penumpang di Stasiun Bandung.....	64
4.2.5	Pembentukan Model Data Jumlah Penumpang di Stasiun Malang.....	66
4.3	Pemodelan <i>Hybrid</i> Jumlah Penumpang Kereta Api Fase Sebelum Covid-19.....	69
4.3.1	Normalisasi Data.....	69
4.3.2	Pembagian Data.....	70
4.3.3	Pembentukan Model <i>Hybrid</i> Data Jumlah Penumpang di Stasiun Yogyakarta.....	70
4.3.4	Pembentukan Model <i>Hybrid</i> Data Jumlah Penumpang di Stasiun Bandung.....	74
4.3.5	Pembentukan Model <i>Hybrid</i> Data Jumlah Penumpang di Stasiun Malang.....	77
4.4	Pemodelan <i>Hybrid</i> Jumlah Penumpang Kereta Api Fase Saat Covid-19.....	81
4.4.1	Normalisasi Data.....	81
4.4.2	Pembagian Data.....	82
4.4.3	Pembentukan Model <i>Hybrid</i> Data Jumlah Penumpang di Stasiun Yogyakarta.....	82
4.4.4	Pembentukan Model <i>Hybrid</i> Data Jumlah Penumpang di Stasiun Bandung.....	85
4.4.5	Pembentukan Model <i>Hybrid</i> Data Jumlah Penumpang di Stasiun Malang.....	88
4.5	Akurasi Hasil Peramalan.....	91
4.6	Peramalan Penumpang Kereta Api Sebelum Covid-19 dan Saat Covid-19.....	92

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	96
5.1 Kesimpulan.....	96
5.2 Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA	98
LAMPIRAN.....	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Plot Pola Data Horizontal	9
Gambar 2. 2	Plot Pola Data Trend.....	9
Gambar 2. 3	Plot Pola Data Siklis	9
Gambar 2. 4	Plot Pola Data Musiman	10
Gambar 2. 5	Grafik Data Time series Non-stasioner dalam Rata-rata dan Variansi.....	11
Gambar 2. 6	Grafik Data Time series Stasioner Dalam Variansi.....	11
Gambar 2. 7	Grafik Data Time series Stasioner dalam Rata-rata dan Variansi.....	11
Gambar 2. 8	Struktur Neuron Jaringan Syaraf Tiruan.....	26
Gambar 2. 9	Arsitektur Jaringan ELM	29
Gambar 3. 1	Flow Chart Hybrid SARIMA-ELM.....	41
Gambar 4. 1	Trend Analysis Plot Data Jumlah Penumpang Kereta Api Sebelum Covid-19	43
Gambar 4. 2	Box-Cox Plot Data Jumlah Penumpang Kereta Api Sebelum Covid-19	45
Gambar 4. 3	Box-Cox Plot Transformation Data Jumlah Penumpang Kereta Api Sebelum Covid-19	46
Gambar 4. 4	Time Series Plot Data Differencing Pertama Sebelum Covid-19	47
Gambar 4. 5	Plot ACF dan PACF Data Jumlah Penumpang Kereta Api di Stasiun Yogyakarta Sebelum Covid-19 Differencing Non-Musiman.....	48
Gambar 4. 6	Plot ACF dan PACF Data Jumlah Penumpang Kereta Api di Stasiun Yogyakarta Sebelum Covid-19 Differencing Musiman	49
Gambar 4. 7	Plot ACF dan PACF Data Jumlah Penumpang Kereta Api di Stasiun Bandung Sebelum Covid-19 Differencing Non-Musiman.....	51
Gambar 4. 8	Plot ACF dan PACF Data Jumlah Penumpang Kereta Api di Stasiun Bandung Sebelum Covid-19 Differencing Musiman	52
Gambar 4. 9	Plot ACF dan PACF Data Jumlah Penumpang Kereta Api di Stasiun Malang Sebelum Covid-19 Differencing Non-Musiman.....	54
Gambar 4. 10	Plot ACF dan PACF Data Jumlah Penumpang Kereta Api di Stasiun Malang Sebelum Covid-19 Differencing Musiman	55

Gambar 4. 11 Trend Analysis Plot Data Jumlah Penumpang Kereta Api Saat Covid-19	58
Gambar 4. 12 Box-Cox Plot Data Jumlah Penumpang Kereta Api Saat Covid-19	59
Gambar 4. 13 Box-Cox Plot Hasil Transformasi Data Jumlah Penumpang Kereta Api Saat Covid-19	60
Gambar 4. 14 Plot ACF dan PACF Data Jumlah Penumpang Kereta Api di Stasiun Yogyakarta Saat Covid-19.....	62
Gambar 4. 15 Plot ACF dan PACF Data Jumlah Penumpang Kereta Api di Stasiun Bandung Saat Covid-19.....	64
Gambar 4. 16 Plot ACF dan PACF Data Jumlah Penumpang Kereta Api di Stasiun Malang Saat Covid-19.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Transformasi Box-Cox	14
Tabel 2. 2	Karakteristik Plot ACF dan PACF Non Musiman	21
Tabel 2. 3	Karakteristik Plot ACF dan PACF Musiman	22
Tabel 2. 4	Penaksiran Parameter	22
Tabel 2. 5	Kriteria Nilai MAPE	34
Tabel 2. 6	Penelitian Terdahulu.....	34
Tabel 3. 1	Data Latih dan Target Latih	38
Tabel 3. 2	Data Uji dan Target Uji	38
Tabel 4. 1	Data Jumlah Penumpang Kereta Api Periode Sebelum Covid-19 (Agustus 2014 - Desember 2018).....	42
Tabel 4. 2	Hasil Uji Augmented Dickey Fuller (ADF) Sebelum Covid-19.....	48
Tabel 4. 3	Hasil Penaksiran Parameter Model Sementara Jumlah Penumpang Stasiun Yogyakarta Sebelum Covid-19.....	50
Tabel 4. 4	Hasil Uji Kelayakan Model.....	50
Tabel 4. 5	Hasil Penaksiran Parameter Model Sementara Jumlah Penumpang Stasiun Bandung Sebelum Covid-19.....	53
Tabel 4. 6	Hasil Uji Kelayakan Model.....	53
Tabel 4. 7	Hasil Penaksiran Parameter Model Sementara Jumlah Penumpang Stasiun Malang Sebelum Covid-19.....	56
Tabel 4. 8	Hasil Uji Kelayakan Model.....	56
Tabel 4. 9	Data Jumlah Penumpang Kereta Api Periode Saat Covid-19	57
Tabel 4. 10	Hasil Uji Augmented Dickey Fuller (ADF).....	61
Tabel 4. 11	Hasil Penaksiran Parameter Model Sementara Jumlah Penumpang Stasiun Yogyakarta Saat Covid-19.....	62
Tabel 4. 12	Hasil Uji Kelayakan Model.....	63
Tabel 4. 13	Hasil Nilai AIC Model Terpilih	63
Tabel 4. 14	Hasil Penaksiran Parameter Model Sementara Jumlah Penumpang Stasiun Bandung Saat Covid-19.....	65
Tabel 4. 15	Hasil Uji Kelayakan Model.....	65
Tabel 4. 16	Hasil Nilai AIC Model Terpilih	66
Tabel 4. 17	Hasil Penaksiran Parameter Model Sementara Jumlah Penumpang Stasiun Malang Saat Covid-19	67
Tabel 4. 18	Hasil Uji Kelayakan Model.....	68

Tabel 4. 19	Hasil Nilai AIC Model Terpilih	68
Tabel 4. 20	Residual Data Jumlah Kedatangan Penumpang Kereta Api	69
Tabel 4. 21	Normalisasi Data Residual Sebelum Covid-19	69
Tabel 4. 22	Nilai Input Weight dan bias.....	70
Tabel 4. 23	Hasil Fungsi Keluaran Hidden Layer	71
Tabel 4. 24	Hasil Keluaran Hidden Layer.....	71
Tabel 4. 25	Hasil Moore-penrose Generalized Invers.....	71
Tabel 4. 26	Hasil Output Weight.....	72
Tabel 4. 27	Hasil Fungsi Keluaran Hidden Layer	72
Tabel 4. 28	Hasil Keluaran Hidden Layer.....	73
Tabel 4. 29	Hasil Peramalan.....	73
Tabel 4. 30	Hasil Denormalisasi Data Peramalan	73
Tabel 4. 31	Nilai Input Weight dan Bias	74
Tabel 4. 32	Hasil Fungsi Keluaran Hidden Layer	74
Tabel 4. 33	Hasil Keluaran Hidden Layer.....	75
Tabel 4. 34	Matriks Moore-penrose Generalized Invers.....	75
Tabel 4. 35	Hasil Output Weight.....	75
Tabel 4. 36	Hasil Fungsi Hidden Layer.....	76
Tabel 4. 37	Hasil Keluaran Hidden Layer.....	76
Tabel 4. 38	Hasil Peramalan.....	77
Tabel 4. 39	Hasil Denormalisasi Data Peramalan	77
Tabel 4. 40	Nilai Input Weight dan Bias	78
Tabel 4. 41	Hasil Fungsi Hidden Layer.....	78
Tabel 4. 42	Hasil Keluaran Hidden Layer.....	78
Tabel 4. 43	Matriks Moore-penrose Generalized Invers.....	79
Tabel 4. 44	Hasil Output Weight.....	79
Tabel 4. 45	Hasil Fungsi Hidden Layer.....	79
Tabel 4. 46	Hasil Keluaran Hidden Layer.....	80
Tabel 4. 47	Hasil Peramalan.....	80
Tabel 4. 48	Hasil Denormalisasi Data Peramalan	81
Tabel 4. 49	Residual Data Jumlah Kedatangan Penumpang Kereta API.....	81
Tabel 4. 50	Normalisasi Data Residual Saat Covid-19	82
Tabel 4. 51	Nilai Input Weight dan Bias	82
Tabel 4. 52	Nilai Fungsi Hidden Layer.....	83

Tabel 4. 53 Nilai Keluaran Hidden Layer	83
Tabel 4. 54 Matriks Moore-Penrose Generalize Invers.....	84
Tabel 4. 55 Hasil Output Weight.....	84
Tabel 4. 56 Hasil Fungsi Hidden Layer.....	84
Tabel 4. 57 Hasil Keluaran Hidden Layer.....	85
Tabel 4. 58 Hasil Peramalan.....	85
Tabel 4. 59 Hasil Denormalisasi Data Peramalan	85
Tabel 4. 60 Nilai Input Weight dan Bias.....	86
Tabel 4. 61 Hasil Fungsi Hidden Layer.....	86
Tabel 4. 62 Hasil Keluaran Hidden Layer.....	86
Tabel 4. 63 Matriks Moore-penrose Generalized Invers.....	87
Tabel 4. 64 Hasil Output Weight.....	87
Tabel 4. 65 Hasil Fungsi Hidden Layer.....	87
Tabel 4. 66 Hasil Keluaran Hidden Layer.....	88
Tabel 4. 67 Hasil Peramalan.....	88
Tabel 4. 68 Hasil Denormalisasi Data Peramalan	88
Tabel 4. 69 Nilai Input Weight dan Bias.....	89
Tabel 4. 70 Hasil Fungsi Hidden Layer.....	89
Tabel 4. 71 Hasil Keluaran Hidden Layer.....	89
Tabel 4. 72 Matriks Moore-penrose Generalized Invers.....	90
Tabel 4. 73 Hasil Output Weight.....	90
Tabel 4. 74 Hasil Fungsi Hidden Layer.....	90
Tabel 4. 75 Hasil Keluaran Hidden Layer.....	91
Tabel 4. 76 Hasil Peramalan.....	91
Tabel 4. 77 Hasil Denormalisasi Data Peramalan	91
Tabel 4. 78 Nilai MAPE Model Sebelum Covid-19	91
Tabel 4. 79 Nilai MAPE Model Saat Covid-19	92
Tabel 4. 80 Hasil Peramalan Jumlah Penumpang yang Turun di Stasiun Yogyakarta Sebelum Covid-19	93
Tabel 4. 81 Hasil Peramalan Jumlah Penumpang yang Turun di Stasiun Bandung Sebelum Covid-19.....	93
Tabel 4. 82 Hasil Peramalan Jumlah Penumpang yang Turun di Stasiun Malang Sebelum Covid-19.....	94
Tabel 4. 83 Hasil Peramalan Jumlah Penumpang yang Turun di Stasiun Yogyakarta Saat Covid-19	94

Tabel 4. 84 Hasil Peramalan Jumlah Penumpang yang Turun di Stasiun Bandung Saat Covid-19.....	94
Tabel 4. 85 Hasil Peramalan Jumlah Penumpang yang Turun di Stasiun Malang Saat Covid-19.....	95

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Jumlah Penumpang Kereta Api.....	100
Lampiran 2 Data Residual Model SARIMA.....	102
Lampiran 3 Data Normalisasi Residual.....	104
Lampiran 4 Pembagian Data Latih, Target Latih, Data Uji dan Target Uji.....	107
Lampiran 5 Output Model SARIMA	110
Lampiran 6 Hasil Peramalan SARIMA.....	112
Lampiran 7 Syntax Program R.....	114
Lampiran 8 Bukti Permohonan Data PT.KAI	117

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiyatin, A., Mahmudy, W., Ananda, C., & Anggodo, Y. P. (2019). Penerapan Extreme Learning Machine (ELM) untuk Peramalan Laju Inflasi di Indonesia. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6, 179.
- Aswi & Sukarna. (2006). *Analisis Deret Waktu Teori dan Aplikasi*. Makassar: Andira Publisher.
- Chen, P., Niu, A., Liu, D., Jiang, W., & Ma, B. (2018). Time Series Forecasting of Temperatures using SARIMA: An Example from Nanjing. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 394, 052024.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). *Operations Management: Sustainability And Supply Chain Management Twelfth Edition*. New Jersey: Pearson Eddison Wesley.
- Huang, G.-B., Zhu, Q.-Y., & Siew, C.-K. (2006). Extreme learning machine: Theory and applications. *Neurocomputing*, 70(1), 489–501.
- Katabba, Y. I. (2021). *Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) untuk Memprediksi Jumlah Penumpang Kereta Api di Pulau Sumatera*. Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
- Khotimah, B. K., Sari, E. M., & Yulianarta, H. (2010). Kinerja Metode Extreme Learning Machine (Elm) Pada Sistem Peramalan. *Jurnal Ilmiah SimanteC*, 1(3), 190–195.
- Kusumadewi, S. (2004). *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan MATLAB dan Excel Link*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lewis, C. D. (1982). *Industrial and Business Forecasting Methods: A Practical Guide to Exponential Smoothing and Curve Fitting*. London: Butterworth Scientific.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGee, V. E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga.
- Mulyani, S., Hayati, D., & Sari, A. N. (2021). Analisis Metode Peramalan (Forecasting) Penjualan Sepeda Motor Honda Dalam Menyusun Anggaran Penjualan Pada Pt Trio Motor Martadinata Banjarmasin. *Dinamika Ekonomi: Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 14(1), Article 1.
- Prianda, B. G., & Widodo, E. (2021). Perbandingan Metode Seasonal Arima Dan Extreme Learning Machine Pada Peramalan Jumlah Wisatawan Mancanegara Ke Bali. *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 15(4), Article 4.
- Rowan, R., Muflikhah, L., & Cholissodin, I. (2022). Peramalan Kasus Positif COVID-19 di Jawa Timur menggunakan Metode Hybrid ARIMA-LSTM. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(9), Article 9.
- Siang, J. J. (2005). *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemogramannya Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: Andi.

- Simbolon, S. N., Suprijadi, J., & Arisanti, R. (2021). Penerapan Metode Extreme Learning Machine Dalam Meramalkan Temperatur Udara Harian Kota Jakarta Pusat. *Departemen Statistika FMIPA Universitas Padjadjaran*.
- Siregar, M. (1978). *Beberapa Masalah Ekonomi dan Manajemen Pengangkutan*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Soejoeti, Z. (1987). *Analisis Runtun Waktu*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Sudarsono, A. (2016). Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Bacpropagation (Studi Kasus Di Kota Bengkulu). *Jurnal Media Infotama*, 12(1).
- Sudjana. (1996). *Metode Statistika*. Bandung: PT. Tarsito.
- Suhartono. (2008). *Analisis Data Statistik dengan R*. Surabaya: Lab. Statistik Komputasi, ITS.
- Sun, Z.-L., Choi, T.-M., Au, K.-F., & Yu, Y. (2008). Sales Forecasting Using Extreme Learning Machine with Applications In Fashion Retailing. *Decision Support Systems*, 46(1), 411–419.
- Sutarwati, S., & Karolina, N. (2016). Tanggung Jawab Pengusaha Angkutan Udara Terhadap Penumpang Maskapai Garuda Indonesia Yang Mengalami Keterlambatan Penerbangan Di Bandara Udara Internasional Adi Soemarmo Solo. *Ground Handling Dirgantara*, 3(2), 16-21.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan, 22 (2009).
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian, 23 (2007).
- Warpani, S. (1990). *Merencanakan Sistem Perangkutan*. Bandung: Penerbit ITB.
- Warsito, B. (2009). *Kapita Selekta Statistika Neural Network*. Semarang: BP Undip Semarang.
- Wei, W. W. S. (1990). *Time Analysis Univariate and Multivariate Methods*. New York: Addison Publishing Wesley Company, Inc.
- Wei, W. W. S. (2006). *Time Series Analisis: Univariate and Multivariate Methods Second Edition*. USA: Pearson Education, Inc.
- Yoeti, O. A. (1999). *Pengantar Ilmu Pariwisata Edisi Revisi*. Bandung: Penerbit Angkasa.
- Zhang, G. P. (2003). Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model. *Neurocomputing*, 50, 159–175.