

Penerapan Metode ARIMA dan *Double Exponential Smoothing with Damped Parameter* Untuk Memprediksi Jumlah Keberangkatan Penumpang Pesawat Komersial di Jawa Tengah Pada Tahun 2022-2023

Ananda Mutiara^{1*}, Muhammad Hasan Sidiq Kurniawan¹

¹Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang Km 14.5, Kabupaten Sleman, 55584, Indonesia

*Corresponding author: ananda.mutiara@students.uui.ac.id



P-ISSN
E-ISSN

Riwayat Artikel

Dikirim

3 Januari 2023

Direvisi

8 Januari 2023

Diterima

17 Januari 2023

ABSTRAK

Bandara adalah tempat pesawat untuk lepas landas ataupun mendarat. Bandara tersebar di berbagai provinsi di Indonesia. Bandara di Provinsi Jawa Tengah setiap harinya beroperasi sehingga jumlah keberangkatan penumpang dapat mengalami naik dan turun setiap bulannya. Oleh karena itu dibutuhkan prediksi untuk mengetahui jumlah keberangkatan penumpang pesawat di Jawa Tengah untuk kedepannya. Metode yang digunakan oleh peneliti dalam penelitian ini adalah metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) dan DES (*Double Exponential Smoothing*) with *Damped Parameter*. Dari hasil penelitian ini, model terbaik dari metode ARIMA adalah ARIMA(3,2,0) dengan nilai kesalahan terkecil AIC sebesar 1130,09, AICc sebesar 1131,07, dan BIC sebesar 1137,41. Hasil prediksi jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial di Jawa Tengah pada tahun 2022 sampai mengalami kenaikan secara signifikan. Dari prediksi jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial di Jawa Tengah menggunakan DES (*Double Exponential Smoothing*) with *damped parameter* dengan nilai α sebesar 0,8154, β sebesar 1×10^{-4} , dan ϕ sebesar 0,8478, diketahui bahwa adanya pandemi *covid-19* berpengaruh terhadap jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial di Jawa Tengah.

Kata Kunci: Prediksi, ARIMA, DES, Jumlah Keberangkatan Penumpang Pesawat

ABSTRACT

An airport is either a flight to take off or land. Airports are scattered in the provinces of Indonesia. Airport in the central Java province is operating daily so that passengers can travel up and down each month. Therefore, there is a need for predictions to know the number of airline passengers in central Java in the future. In the study, researchers have used a physiological approach from ARIMA and DES. The best ARIMA model is ARIMA (3.2.0), with the smallest AIC error value of 1130.09, AICc of 1131.07, and BIC of 1137.41. The results of the increased increase in the number of commercial air passengers in central Java in 2022. From the prediction of the number of departures of commercial airplane passengers in Central Java using DES (*Double Exponential Smoothing*) with *damped parameters* with an α value of 0.8154, β of 1×10^{-4} , and ϕ of 0.8478, it is known that there is a *covid-19* pandemic., it is known that a *covid-19* pandemic affected the number of commercial airliner passengers in central Java.

Keywords: Forecasting, ARIMA, DES, the number of commercial air passenger.

1. Pendahuluan

Transportasi udara adalah suatu bentuk proses pengelolaan dan pemindahan baik berupa barang maupun manusia dari satu daerah ke daerah yang lainnya dengan memakai transportasi udara [1]. Salah satu alat transportasi udara yang sampai sekarang masih beroperasi setiap hari adalah pesawat terbang. Pesawat terbang dinilai memiliki waktu tempuh yang lebih cepat dari pada transportasi darat untuk sampai ke tempat tujuan. Maka dari itu, setiap harinya banyak orang-orang yang pergi ke bandar udara dengan tujuan untuk melakukan perjalanan menggunakan pesawat terbang.

Salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki beberapa bandara adalah Jawa Tengah. Berdasarkan data dari BPS (Badan Pusat Statistika) Jawa Tengah, diketahui bahwa jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial di Jawa Tengah mengalami perubahan di setiap tahun. Bandara yang ada di Jawa Tengah adalah Bandara Adi Sumarmo, Bandara Ahmad Yani, Bandara Tunggul Wulung, dan Bandara Dewadaru. Menurut BPS Jawa Tengah [2], arus lalu lintas pesawat udara komersial tiga bandara di Jawa Tengah, Bandara Ahmad Yani Semarang berada di posisi teramai pertama dengan arus kedatangan pesawat sebanyak 8.128 serta keberangkatan sebanyak 8.125 armada dimana arus kedatangan penumpang sebanyak 656.424 orang dan arus keberangkatan penumpang sebanyak 659.319 orang. Posisi kedua ada di Bandara Adi Sumarmo Solo dengan arus kedatangan pesawat sebanyak 2.983 serta keberangkatan sebanyak 2.982 armada dimana arus kedatangan penumpang sebanyak 275.925 orang dan arus keberangkatan penumpang sebanyak 277.819 orang. Berikutnya adalah Bandara Tunggul Wulung Cilacap dengan arus kedatangan pesawat sebanyak 105 armada serta keberangkatan juga sebanyak 105 armada dimana arus kedatangan penumpang sebanyak 505 orang dan arus keberangkatan penumpang sebanyak 626 orang. Hal ini wajar karena Tunggul Wulung adalah bandara kecil jika dibandingkan dengan Bandara Ahmad Yani dan Adi Sumarmo. Sedangkan posisi terakhir adalah bandara Dewadaru Jepara dengan arus kedatangan dan keberangkatan pesawat pesawat sebanyak 31 armada. Meskipun Dewadaru adalah bandar udara baru, namun arus kedatangan dan keberangkatan penumpang melebihi Bandar Udara Tunggul Wulung Cilacap yakni sebanyak 931 penumpang datang dan sebanyak 1.018 penumpang berangkat. Keseluruhan penumpang dengan rute Karimunjawa – Semarang.

Indonesia mengalami pandemi *covid* pada awal bulan Maret tahun 2020 yang sampai saat ini masih terjadi. Terdapat pembatasan dalam hal beraktivitas dan juga penerbangan di bandara yang merupakan bagian dari implementasi protokol kesehatan. Oleh karena itu, jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial di Jawa Tengah mengalami penurunan pada bulan Januari-Mei tahun 2020. Bandara-bandara yang ada di Jawa Tengah juga mengalami kerugian, salah satunya di Bandara Ahmad Yani Semarang yang kerugiannya hingga mencapai Rp 9 miliar.

Dalam melakukan penelitian, sangat diperlukan kajian mengenai penelitian sebelumnya. Kajian penelitian mengenai prediksi menggunakan metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) dan DES (*Double Exponential Smoothing*) yang digunakan oleh peneliti yaitu :

Untuk penelitian pertama, [3] menggunakan metode ARIMA dan *hybrid* ARIMA-ANN untuk memprediksi jumlah penumpang penerbangan di Terminal 1 Bandara Internasional Juanda. Hasil dari penelitian tersebut adalah prediksi menggunakan metode *hybrid* ARIMA-ANN lebih baik dari pada menggunakan metode ARIMA. Selanjutnya, penelitian dari [4] yang membahas mengenai penggunaan metode ARIMA dalam memprediksi penumpang pesawat terbang pada Bandara Internasional Sam Ratulangi Manado. Model terbaik yang didapatkan dari hasil analisis ARIMA tersebut adalah ARIMA musiman (1,1,1)(1,1,1). Selain itu, [5] pada penelitiannya mengenai prediksi jumlah produksi padi di Kecamatan Tenete Rijaja Kabupaten Barru. Penelitian tersebut

menggunakan metode *Exponential Smoothing* dengan hasil prediksi untuk data jumlah produksi padi meningkat dari tahun 2021 sampai 2025.

Data dari jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial di Jawa Tengah merupakan data *time series*. Maka dari itu, untuk mendapatkan informasi mengenai jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial di Jawa Tengah pada masa mendatang, peneliti melakukan penelitian menggunakan analisis runtun waktu dengan metode ARIMA. Peneliti memilih metode ARIMA karena metode ARIMA dapat digunakan untuk prediksi jangka pendek dalam analisis runtun waktu. Jika metode ARIMA digunakan untuk prediksi jangka panjang, maka hasil prediksi yang terbentuk akan cenderung *flat*. Selain itu pada data jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial ini, belum terdapat data aktual untuk tahun 2021. Pola data pada jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial mengalami *trend* naik dan *trend* turun sehingga dapat dianalisis juga menggunakan *Double Exponential Smoothing*.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Jenis dan Sumber Data

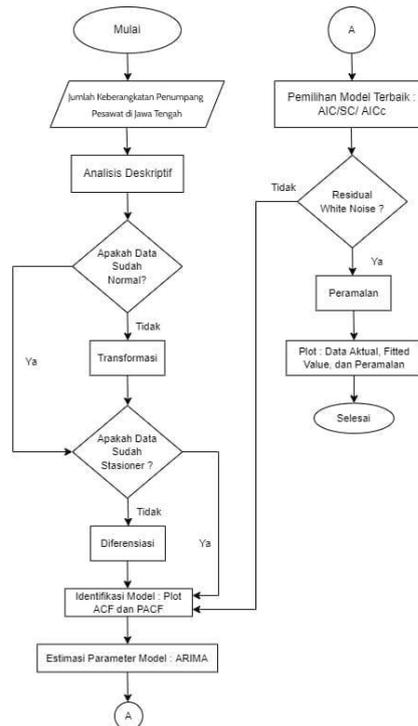
Pada penelitian ini, data yang digunakan merupakan data sekunder tentang jumlah keberangkatan penumpang pesawat di Jawa Tengah pada tahun 2017 sampai 2020. Data ini diperoleh dari *website* BPS Provinsi Jawa Tengah (<https://jateng.bps.go.id/>) : Publikasi Statistika Perhubungan 2017-2020.

2.2. Autoregressive Integrated Moving Average

Analisis dalam penelitian ini adalah analisis runtun waktu dengan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Data yang dibutuhkan untuk penggunaan metode ARIMA adalah data yang sudah stasioner, jika data *non* stasioner maka perlu dilakukan proses differensiasi. Masa depan dapat diprediksi menggunakan model ARIMA hanya dengan menggunakan data masa lalu. Jika banyaknya proses *differencing* dinyatakan dengan d , maka model ARIMA (p,d,q) memiliki bentuk umum yaitu :

$$\phi_p(B)(B-1)^d Z_t = \theta_q(B)e_t \quad (1)$$

p = order AR, q = order MA, d = order pembedaan (*differencing*), $\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)$ merupakan operator AR(p), $\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)$ merupakan operator MA(q). Gambar 1 merupakan diagram alir atau *flow chart* dari ARIMA.



Gambar 1. Diagram Alir ARIMA

Berdasarkan diagram alir di atas, tahapan penelitian metode ARIMA sebagai berikut:

1. Input data berupa data *time series*, yaitu data jumlah keberangkatan penumpang pesawat di Jawa Tengah pada tahun 2017-2020.
2. Lalu, melakukan analisis deskriptif dan visualisasi dari data untuk melihat gambaran dan pola data.
3. Selanjutnya, uji normalitas yang bersifat opsional. Data yang tidak stasioner dalam variansi menyebabkan ketidaknormalan. Oleh karena itu, uji normalitas digunakan sebagai indikasi variansi stasioner. Jika data tidak normal, maka dilakukan transformasi.
4. Melakukan *Augmented Dickey Fuller Test* yang digunakan untuk uji stasioneritas data. Jika stasioneritas data telah terpenuhi, maka analisis akan dilanjutkan ke identifikasi model. Apabila stasioneritas data tidak terpenuhi maka akan dilakukan diferensiasi.
5. Melakukan identifikasi model dengan menggunakan plot ACF dan PACF. Pada proses ini dapat dihasilkan satu ataupun lebih model ARIMA.
6. Melakukan estimasi parameter dengan menggunakan model ARIMA.
7. Kemudian, memilih model terbaik dengan mengukur kesalahan menggunakan nilai AIC atau BIC atau AICc terkecil dari keluaran fungsi ARIMA.
8. Melakukan uji residual model yang diuji untuk syarat kesesuaian model ARIMA. Syarat tersebut adalah data memiliki residual yang *white noise* dan berdistribusi normal. *White noise* residual dilakukan menggunakan uji *L-jung-Box*.
9. Membuat grafik data aktual, *fitted value*, dan prediksi yang digunakan untuk gambaran visual sebuah model. Identifikasi model yang baik dapat dilihat dari garis grafik *fitted value* semakin mendekati garis grafik data aktual.

2.3. Double Exponential Smoothing (DES)

Menurut [6], Gagasan dari metode *single exponential smoothing* ataupun DES (*Double Exponential Smoothing*) adalah nilai pemulusan akan ada pada waktu sebelum data aktual jika terdapat komponen *trend* dalam data. Untuk menyesuaikan *trend*, pada nilai-nilai pemulusan tunggal perlu ditambahkan nilai pemulusan ganda. Metode

Exponential Smoothing yang dapat digunakan untuk menyelesaikan *trend* linier adalah metode *Double Exponential Smoothing* atau Metode *Holt's*. Pada metode *Holt's* nilai *trend* tidak dimuluskan menggunakan pemulusan ganda secara langsung, tetapi proses pemulusan *trend* dilakukan menggunakan parameter yang tidak sama dengan parameter yang digunakan pada pemulusan data aktual.

2.3.1. Parameter *Damped*

Pada Parameter *damped* (peredam) *trend* ke garis datar untuk beberapa periode mendatang diperkenalkan pada tahun 1985 oleh Mc dan Gardner. Metode *Double Exponential Smoothing with damped parameter* ini dapat digunakan untuk prediksi jangka Panjang karena menampilkan *trend* yang konstan tanpa batas. Berikut persamaan matematika metode *Double Exponential Smoothing with damped parameter* [5] :

1. Menentukan pemulusan

$$S_t'' = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + \phi b_{t-1}), 0 < \alpha < 1 \quad (2)$$

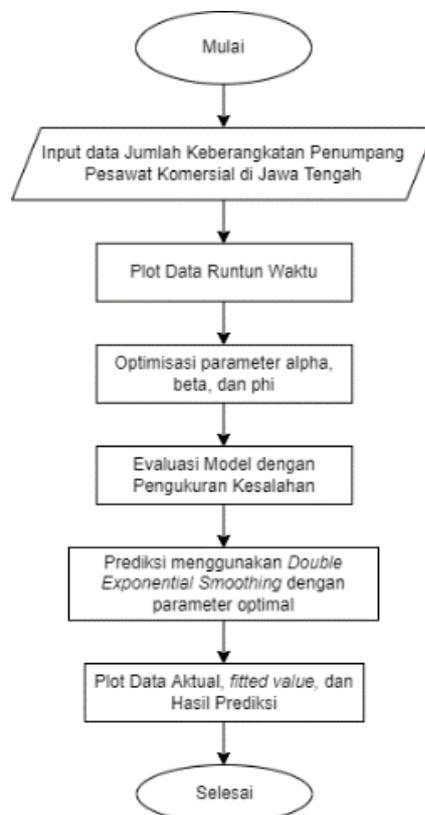
2. Menentukan pemulusan *trend*

$$b_t = \beta + (S_t - S_{t-1})(1 - \alpha)\phi b_{t-1}, 0 < \beta < 1 \quad (3)$$

3. Menentukan prediksi

$$F_{t+m} = S_t'' + (\phi + \phi^2 + \dots + \phi^m)b_t \quad (4)$$

S_t'' = Nilai pemulusan pada periode t , X_t = Data aktual periode t , S_{t-1} = Nilai pemulusan periode $t - 1$, b_{t-1} = Nilai *trend* periode $t - 1$, b_t = Nilai *trend* periode t , α = Parameter pemulusan level, β = Parameter pemulusan *trend*, ϕ = Parameter peredam, F_{t+m} = Hasil prediksi untuk periode yang akan datang. Berikut merupakan diagram alir atau *flow chart* dari DES :



Gambar 2. Diagram Alir DES with *Damped Parameter*

Berdasarkan diagram alir di atas, tahapan penelitian metode DES (Double Exponential Smoothing) *with damped parameter* sebagai berikut :

1. Input data berupa data runtun waktu, yaitu data jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial di Jawa Tengah pada tahun 2017-2020.
2. Lalu, melakukan analisis deskriptif dan visualisasi dari data untuk melihat gambaran dan pola data.
3. Melakukan optimasi parameter (α, β, ϕ)
4. Melakukan pengukuran kesalahan, yaitu MSE (*Mean Squared Error*) atau MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).
5. Melakukan prediksi menggunakan parameter optimal yang memiliki *error* terkecil.
6. Membuat grafik data aktual, *fitted value*, dan prediksi yang digunakan untuk gambaran visual sebuah fungsi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Deskriptif

Pada analisis deskriptif ini, peneliti melakukan analisis deskriptif dari variabel jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial di Jawa Tengah menggunakan *software* R. Analisis ini digunakan untuk memberikan gambaran umum mengenai jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial dari tahun 2017 sampai 2020.



Gambar 3. Grafik Data Aktual Jumlah Keberangkatan Penumpang Pesawat Komersial Pada Tahun 2017 sampai 2020

Gambar 3. merupakan grafik dari jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial di Jawa Tengah pada tahun 2017 sampai 2020 yang memiliki pola data *trend* dalam kurun waktu tertentu. Pada grafik tersebut, terlihat bahwa pada tahun 2019 sampai 2020, jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial di Jawa Tengah mengalami penurunan dikarenakan adanya pandemi *Covid-19*.

3.2. Autoregressive Integrated Moving Average

3.2.1. Uji Stasioneritas Data

Pada Metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) memiliki asumsi dasar dalam prediksi yaitu data yang ada harus bersifat stasioner. Untuk menguji stasioneritas data jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial di Jawa Tengah, peneliti menggunakan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF).

Tabel 1 Uji Stasioneritas Pertama

<i>Augmented Dickey-Fuller (ADF)</i>			
<i>Dickey-Fuller</i>	<i>Lag-Order</i>	<i>P-value</i>	<i>Alternative Hypothesis</i>
-2,4364	3	0,3998	Tidak stasioner

Berdasarkan **Tabel 2** diperoleh nilai p -value sebesar 0,3998 yang artinya nilai p -value lebih besar dari tingkat signifikansi α atau 0,05. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat akar unit pada data runtun waktu *actual* sehingga data tidak stasioner.

Diketahui bahwa data tersebut belum stasioner, maka dilakukan diferensiasi ($d=1$). Berikut merupakan hasil uji stasioneritas setelah dilakukan diferensiasi 1 kali ($d=1$).

Tabel 2 Uji Stasioneritas Kedua
Augmented Dickey-Fuller (ADF)

<i>Dickey-Fuller</i>	<i>Lag-Order</i>	<i>P-value</i>	<i>Alternative Hypothesis</i>
-3,0039	3	0,174	Tidak stasioner

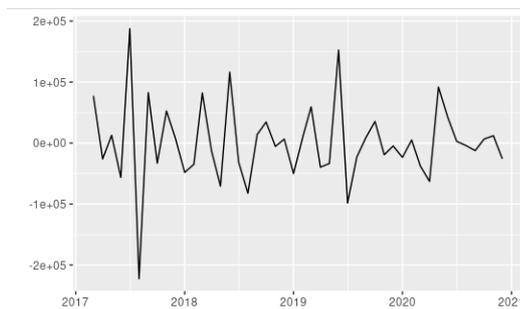
Berdasarkan **Tabel 3** diperoleh nilai p -value sebesar 0,174 yang artinya nilai p -value lebih besar dari tingkat signifikansi α atau 0,05. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat akar unit pada data runtun waktu *actual* sehingga tidak data stasioner.

Diketahui bahwa data tersebut belum stasioner, maka dilakukan diferensiasi ($d=2$). Berikut merupakan hasil uji stasioneritas setelah dilakukan diferensiasi 2 kali ($d=2$).

Tabel 3 Uji Stasioneritas Ketiga
Augmented Dickey-Fuller (ADF)

<i>Dickey-Fuller</i>	<i>Lag-Order</i>	<i>P-value</i>	<i>Alternative Hypothesis</i>
-4,8178	3	0,01	Stasioner

Setelah dilakukan diferensiasi yang ke 2, maka data dari jumlah keberangkatan pesawat komersial di Jawa Tengah sudah stasioner karena nilai p -value kurang dari α atau 0,05.

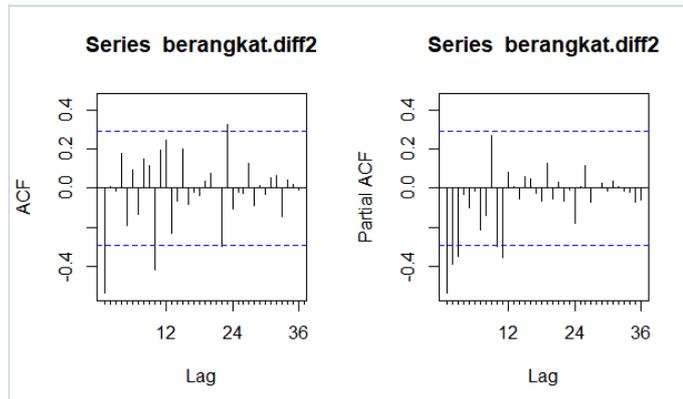


Gambar 4. Plot Data Setelah Diferensiasi Kedua ($d = 2$)

Berdasarkan **Gambar 4.** diketahui bahwa fluktuasi data bernilai konstan dari waktu ke waktu. Oleh karena itu data tersebut jika dilihat secara grafik merupakan data yang sudah stasioner.

3.2.2. Identifikasi Model Dengan ACF dan PACF

Pada identifikasi model ACF dan PACF ini, digunakan plot jumlah keberangkatan pesawat komersial di Jawa Tengah yang telah didiferensiasi sebanyak 2 kali.



Gambar 5. Plot ACF dan PACF

Pada Gambar 5. terdapat plot PACF (*Partial Autocorrelation Function*) dan ACF (*Autocorrelation Function*) yang merupakan identifikasi untuk model AR(p) dan MA(q). Lag yang keluar pada plot PACF sebanyak 3. Hal tersebut menunjukkan nilai untuk AR(p) yaitu 3. Kemudian untuk lag yang keluar dari plot ACF sebanyak 1 yang artinya nilai MA(q) adalah 1. Model ARIMA yang terbentuk diperoleh dari nilai AR(p) dan MA(q). Maka dari itu, untuk model utama dari ARIMA(p,d,q) adalah ARIMA(3,2,1).

3.2.3. Estimasi dan Overfitting

Untuk mendapatkan model yang terbaik, peneliti juga melakukan *overfitting* dengan mengurangi nilai p dan q sementara untuk nilai d tidak diubah. Hasil *overfitting* dari model ARIMA(3,2,1) adalah model ARIMA(3,2,0), ARIMA(2,2,0), ARIMA(2,2,1), dan ARIMA(1,2,1). Kemudian, dilakukan uji kecocokan model sebagai berikut :

- a. Hipotesis
 H_0 : Koefisien tidak signifikan terhadap model.
 H_1 : Koefisien signifikan terhadap model.
- b. Tingkat Signifikansi
 $\alpha = 5\% = 0,05$
- c. Daerah Kritis
Tolak H_0 jika $p\text{-value} < \alpha$
- d. Statistik Uji dan Keputusan

Tabel 4 Uji Kecocokan Model

Model	Koefisien	$P\text{-value}$	α	Kesimpulan
ARIMA(3,2,1)	AR(1)	0,2823	0,05	Gagal tolak H_0
	AR(2)	0,6388		Gagal tolak H_0
	AR(3)	0,9704		Gagal tolak H_0
	MA(2)	0,0000		Tolak H_0
ARIMA(3,2,0)	AR(1)	0,0000	0,05	Tolak H_0
	AR(2)	0,0001		Tolak H_0
	AR(3)	0,0081		Tolak H_0
ARIMA(2,2,0)	AR(1)	0,0000	0,05	Tolak H_0
	AR(2)	0,005		Tolak H_0
ARIMA(2,2,1)	AR(1)	0,2773	0,05	Gagal tolak H_0
	AR(2)	0,6270		Gagal tolak H_0

Model	Koefisien	P-value	α	Kesimpulan
ARIMA(1,2,1)	MA(1)	0,0000	0,05	Tolak H ₀
	AR(1)	0,3108		Gagal tolak H ₀
	MA(1)	0,0000		Tolak H ₀

e. Kesimpulan

Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95%, dapat disimpulkan bahwa model ARIMA(3,2,0) dan ARIMA (2,2,0) tolak H₀ sehingga koefisien yang dimiliki signifikan terhadap model.

3.2.4. Penentuan Model Terbaik

Penentuan model terbaik ini, dapat dilihat dengan membandingkan nilai kesalahan terkecil yaitu AIC, AICc, dan BIC. Jika nilai kesalahan pada model ARIMA kecil, maka model ARIMA tersebut semakin baik untuk digunakan.

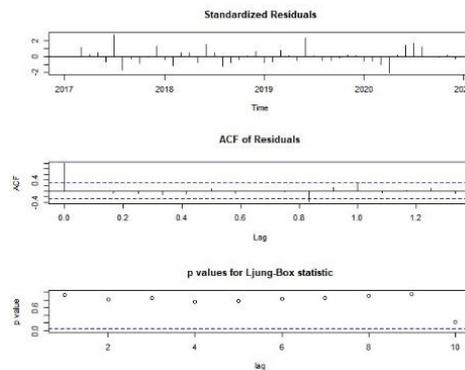
Tabel 5 Nilai Kesalahan Terkecil

Model	ARIMA(3,2,0)	ARIMA(2,2,0)
AIC	1130.09	1135.03
AICc	1131.07	1135.6
BIC	1137.41	1140.51

Berdasarkan estimasi yang telah dilakukan, terdapat 2 model yang digunakan untuk menentukan model terbaik yaitu model ARIMA(3,2,0) dan ARIMA(2,2,0). Terlihat pada Tabel 6, diketahui model ARIMA(3,2,0) memiliki nilai kesalahan yang paling kecil dibandingkan model ARIMA (2,2,0) maka model ARIMA(3,2,0) merupakan model terbaik yang diperoleh untuk melakukan prediksi.

3.2.5. Uji Diagnostik

Uji white noise dan uji normalitas termasuk ke dalam pengujian diagnostik. Uji white noise suatu model dikatakan baik jika nilai error bersifat acak yang menunjukkan tidak ada autokorelasi yang memiliki arti residual tidak berpola tertentu [7].

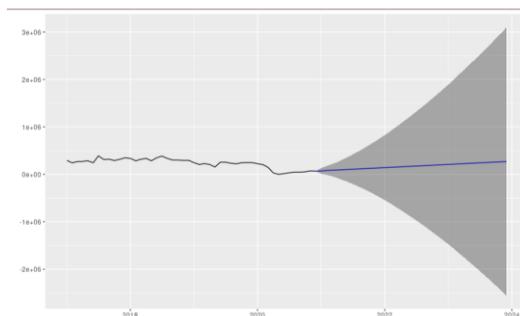


Gambar 6. Uji Diagnostik

Pada Gambar 6, terlihat bahwa output dari uji diagnostik bahwa model ARIMA(3,2,0) bersifat white noise karena tidak ada lag yang keluar dari interval. Kemudian, nilai p-value untuk uji Ljung Box diatas 0,05 yang artinya model tersebut tidak mengandung korelasi serial.

3.2.6. Hasil Prediksi Menggunakan Metode ARIMA (3,2,0)

Hasil prediksi dari data jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial di Jawa Tengah dengan menggunakan metode ARIMA. Tahap prediksi ini dilakukan untuk menentukan hasil dari prediksi jumlah keberangkatan pesawat komersial di Jawa Tengah pada tahun 2022 sampai 2023 sebagai berikut:



Gambar 7. Plot Data Prediksi dan Data Aktual

Berdasarkan **Gambar 7.** bahwa terdapat sumbu x dan sumbu y. Sumbu x menyatakan tahun sedangkan sumbu y didefinisikan sebagai jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial di Jawa Tengah. Garis berwarna hitam adalah data aktual, sedangkan garis berwarna biru adalah data hasil prediksi. Dengan menggunakan metode ARIMA, diketahui bahwa prediksi data jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial di Jawa Tengah mengalami kenaikan. Berikut merupakan hasil prediksi dari data jumlah penumpang keberangkatan pesawat komersial di Jawa Tengah.

Tabel 6 Hasil Prediksi Menggunakan ARIMA (3,2,0)

Tahun	Bulan	Jumlah Keberangkatan Penumpang
2021	Januari	73038,50
	Februari	80862,58
	Maret	88222,64
	April	90341,09
	Mei	97063,05
	Juni	103321,92
	Juli	108807,51
	Agustus	113614,63
	September	119736,80
	Oktober	125406,44
	November	130845,08
	Desember	136316,79
2022	Januari	142082,32
	Februari	147642,70
	Maret	153178,20
	April	158767,44
	Mei	164400,28
	Juni	169966,01
	Juli	175543,47
	Agustus	181139,77
	September	186735,67
	Oktober	192314,81
	November	197902,55
	Desember	203493,99
2023	Januari	209082,39
	Februari	214667,87
	Maret	220256,72
	April	225845,60
	Mei	231433,24
	Juni	237020,75
	Juli	242609,21
	Agustus	248197,35
	September	253785,18

Oktober	259373,16
November	264961,33
Desember	270549,34

3.3. Double Exponential Smoothing with Damped Parameter

3.3.1. Nilai Alpha, Beta, dan Phi Optimum

Pada prediksi menggunakan *Double Exponential Smoothing*, terdapat beberapa parameter yaitu nilai *alpha* (α) yang digunakan untuk proses pemulusan level, nilai *beta* (β) yang digunakan untuk proses pemulusan *trend*, dan nilai *phi* (ϕ) yang digunakan sebagai peredam hasil nilai prediksi yang naik secara eksponensial. Berikut merupakan nilai dari α, β , dan ϕ optimum:

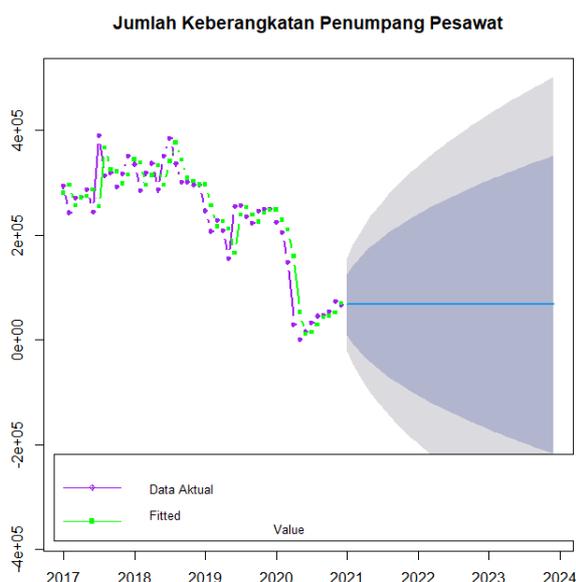
Tabel 7 Nilai dari α, β , dan ϕ Optimum

Parameter	Nilai
α	0,8154
β	1×10^{-4}
ϕ	0,8478

Berdasarkan **Tabel 8**, didapatkan nilai α merupakan parameter pemulusan pada level atas rata-rata. β merupakan parameter untuk pemulusan pada trend yang terkandung dari data itu. Nilai α bernilai 0,8154, artinya pemulusan yang paling optimal dari data tersebut yaitu 0,8154, dimana 0,8154 ini merupakan tingkat nilai pemulusan pada setiap parameter yang digunakan. Untuk nilai β sendiri dari bernilai sebesar 1×10^{-4} artinya pemulusan yang paling optimum ada pada nilai tersebut.

3.3.2. Hasil Prediksi Menggunakan DES with Damped Parameter

Dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing with Damped Parameter*, didapatkan hasil prediksi dari jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial di Jawa Tengah pada tahun 2020 seperti pada tabel di bawah ini :



Gambar 8. Plot Data Prediksi dan Data Aktual

Tabel 8 Hasil Prediksi Metode DES with Damped Parameter

Tahun	Bulan	Jumlah Keberangkatan Penumpang
2021	Januari	67015,67
	Februari	67015,04
	Maret	67014,50
	April	67014,04
	Mei	67013,66
	Juni	67013,33
	Juli	67013,05
	Agustus	67012,81
	September	67012,61
	Oktober	67012,44
	November	67012,30
	Desember	67012,18
2022	Januari	67012,08
	Februari	67011,99
	Maret	67011,91
	April	67011,85
	Mei	67011,80
	Juni	67011,75
	Juli	67011,71
	Agustus	67011,68
	September	67011,65
	Oktober	67011,63
	November	67011,61
	Desember	67011,59
2023	Januari	67011,58
	Februari	67011,57
	Maret	67011,56
	April	67011,55
	Mei	67011,54
	Juni	67011,53
	Juli	67011,53
	Agustus	67011,52
	September	67011,52
	Oktober	67011,52
	November	67011,51
	Desember	67011,51

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan peneliti mengenai “Penerapan Metode ARIMA dan *Double Exponential Smoothing with Damped Parameter* Untuk Memprediksi Jumlah Keberangkatan Penumpang Pesawat Komersial di Jawa Tengah Pada Tahun 2022-2023”, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada grafik dari jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial di Jawa Tengah pada tahun 2019 sampai 2020 mengalami penurunan karena adanya pandemi *Covid-19*.
2. Jumlah keberangkatan penumpang pesawat komersial di Jawa Tengah mengalami kenaikan secara signifikan pada tahun 2022-2023 dengan menggunakan prediksi ARIMA(3,2,0).

5. Daftar Pustaka

- [1] A. R. Banjarnahor, O. H. Sari, M. Simanjuntak, N. K. Nur, S. M. I. Mukrim, P. R. Rangan, Mahyuddin, A. A. Duwila, M. Tumpu, Erdawaty and F. Rachim, *Manajemen Transportasi Udara, Yayasan Kita Menulis*, 2021.
- [2] Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah, *Statistik Perhubungan Provinsi Jawa Tengah 2020*, Jawa Tengah: BPS Provinsi Jawa Tengah, 2020.
- [3] P. L. P. Supriyanto, "Peramalan Jumlah Penumpang Penerbangan di Terminal 1 Bandara Internasional Juanda Menggunakan Metode ARIIMA Box-Jenkins dan Hybrid Autoregressive Integrated Moving Average-Artificial Neural Network (ARIMA-ANN)," *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, Surabaya, 2017.
- [4] S. H. Salmon, N. Nainggolan and D. Hatidja, "Pemodelan ARIMA Dalam Prediksi Penumpang Pesawat Terbang Pada Bandara Internasional Sam Ratulangi Manado," *e-journal UNSRAT*, 2015.
- [5] W. Saputri, "Penerapan Metode Exponential Smoothing Untuk Meramal Jumlah Produksi Padi Di Kecamatan Tanete Riaja Kabupaten Barru," *Repositori UIN Alauddin*, Makassar, 2021.
- [6] C. Baktiar, A. Wibowo and R. Adipranata, "Pembuatan Sistem Peramalan Penjualan Dengan Metode Weighted Moving Average dan Double Exponential Smoothing Pada UD Y," *Jurnal INFRA*, 2015.
- [7] M. B. Pamungkas and A. Wibowo, "Aplikasi Metode ARIMA Box-Jenkins Untuk Meramalkan Kasus DBD Di Provinsi Jawa Timur," *The Indonesian Journal of Public Health*, p. 187, 2018.