

**PERAMALAN JUMLAH KEDATANGAN JALUR UDARA DI BANDARA DEPATI
AMIR MENGGUNAKAN MODEL ARIMA
(FORECASTING THE NUMBER OF ARRIVALS BY AIR AT DEPATI AMIR AIRPORT USES
THE ARIMA MODEL)**

Mei Nalda Adelia Simanjuntak^{1,a}, Reza Tipani², Zeby Melani Afriyanti³, Indriyanto⁴, Nurul Hidayati⁵

¹Institut Teknologi Sumatera [Email: mei.120410053@student.itera.ac.id]

²Universitas Bangka Belitung [Email: rezatifani18@gmail.com]

³Universitas Bangka Belitung [Email: zebymelani59@gmail.com]

⁴Universitas Bangka Belitung [Email: indriyanto538@gmail.com]

⁵Universitas Bangka Belitung [Email : nrlhidayati2002@gmail.com]

^a mei.120410053@student.itera.ac.id

ABSTRAK

Provinsi Kepulauan Bangka Belitung terbagi menjadi dua pulau utama, yaitu Pulau Bangka dan Pulau Belitung. Sebagai salah satu provinsi kepulauan di Indonesia, Bangka Belitung menyadari bahwa transportasi menjadi akses penting untuk menunjang perekonomian. Transportasi udara merupakan salah satu sarana transportasi vital untuk mengunjungi atau berpergian dari Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, selain transportasi darat dan laut. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi jumlah kedatangan penumpang di Bandara Depati Amir Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan model ARIMA. Sumber data dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang didapatkan dari Badan Pusa Statistik. Berdasarkan hasil dan pembahasan didapatkan model yang terbaik pada prediksi jumlah kedatangan penumpang di Bandara Udara Depati Amir yaitu model ARIMA (2,3,3) dimana nilai akurasi terbaik menggunakan MAE sebesar 46,197, MAPE sebesar 46,197 dan RMSE sebesar 13905,436 serta hasil prediksi menunjukkan kedatangan.

Kata kunci: Time Series, ARIMA, Tingkat Akurasi

ABSTRACT

The Bangka Belitung Archipelago Province is divided into two main islands, namely Bangka Island and Belitung Island. As one of the archipelagic provinces in Indonesia, Bangka Belitung realizes that transportation is an important access to support the economy. Air transportation is a vital means of transportation for visiting or traveling from the Bangka Belitung Islands Province, in addition to land and sea transportation. This study aims to predict the number of arrivals of passengers at Depati Amir Airport, Bangka Belitung Islands Province. This research was conducted using the ARIMA model. The source of data in this study is secondary data obtained from the Central Bureau of Statistics. Based on the results and discussion of the research, the best model for predicting the number of passenger arrivals at Depati Amir Airport is the ARIMA model (2,3,3) where the best accuracy is using the MAE of 46,197, MAPE of 46,197 and RMSE of 13905,436 and the predicted arrival results.

Keywords: Time Series, ARIMA, Level of accuracy

1. PENDAHULUAN

Provinsi Kepulauan Bangka Belitung terbagi menjadi dua pulau utama, yaitu Pulau Bangka dan Pulau Belitung. Sebagai salah satu provinsi kepulauan di Indonesia, Bangka Belitung menyadari bahwa transportasi menjadi akses penting untuk menunjang perekonomian. Transportasi memegang peranan penting dalam pertumbuhan ekonomi. Hal ini dikarenakan transportasi berhubungan dengan kegiatan-kegiatan produksi, konsumsi, dan distribusi. Secara umum, transportasi dibagi menjadi tiga yaitu transportasi darat, transportasi laut dan transportasi udara.

Transportasi udara merupakan salah satu sarana transportasi vital untuk mengunjungi atau berpergian dari Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, selain transportasi darat dan laut. Dengan adanya transportasi udara mengakibatkan faktor jarak dan geografis daratan bukan lagi menjadi batasan pergerakan manusia dan barang untuk pencapaian yang cepat. Transportasi udara menjadi pilihan utama bagi orang yang sering melakukan perjalanan jarak jauh karena transportasi udara dapat memberikan waktu yang lebih pendek untuk sampai pada tujuan dengan kecepatan yang lebih baik dibandingkan transportasi lainnya. Di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung sendiri terdapat dua pelabuhan udara, yaitu Bandar Udara Depati Amir di Pulau Bangka dan HAS Hanandjoeddin di Pulau Belitung.

Bandar Udara Depati Amir merupakan bandar udara domestik yang terletak di Kota Pangkal Pinang, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Berdasarkan Data Badan Pusat Statistika Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, diketahui bahwa jumlah kedatangan penumpang di Bandar Udara Depati Amir bersifat fluktuatif. Oleh karena itu diperlukan sebuah metode yang dapat digunakan untuk memprediksi jumlah kedatangan penumpang di Bandara Depati Amir kedepannya.

Penelitian ini dilakukan untuk memprediksi jumlah kedatangan penumpang di Bandara Depati Amir Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat memberikan informasi kepada PT Angkasa Pura II dan Kementerian Perhubungan terkait jumlah kedatangan penumpang di Bandar Udara Depati Amir. Adanya prediksi jumlah kedatangan penumpang ini dapat membantu Kementerian Perhubungan dalam menentukan kebijakan terkait pengembangan infrastruktur Bandar Udara Depati Amir Provinsi Kepulauan Bangka Belitung seperti pengaturan keselamatan, kelancaran, keamanan penerbangan Bandar Udara, pengaturan fasilitas dan pelestarian lingkungan Bandar Udara.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Jenis dan Sumber Data

Pada penelitian ini menggunakan data kuantitatif. Data kuantitatif pada dasarnya menghasilkan hasil analisis dengan numerik (angka) yang akan diolah dengan metode statistika. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang berupa data *time series*. Dalam metode ini, peneliti tidak langsung mengambil data sendiri melainkan peneliti memanfaatkan data yang telah dihasilkan oleh pihak-pihak lain yaitu Badan Pusat Statistik Kepulauan Bangka Belitung (BPS Babel). Dimana data yang dibutuhkan adalah data Jumlah Kedatangan di Bandara Depati Amir Provinsi Kepulauan Bangka Belitung dari bulan Januari 2018 hingga Maret 2023. Selanjutnya data yang telah dikumpulkan akan dilakukan pengolahan menggunakan salah satu *software* matematis. Adapun metode analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis deret waktu (*Time Series Analysis*) dengan menggunakan metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*). Prinsip analisis *time series* adalah data yang didapat dari data historis sebelumnya kemudian disusun dan dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode peramalan dalam memprediksi jumlah kedatangan penumpang di Bandara Depati Amir Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

2.2. Model Time Series (Deret Waktu)

Analisis deret waktu dikenalkan oleh George E. P. Box dan Gwilym M. Jenkins pada tahun 1970 melalui bukunya *Time Series Analysis : forecasting and control*. *Time series* adalah suatu deret data yang dikumpulkan berdasarkan urutan waktu dengan interval yang sama [1]. Analisis deret waktu termasuk prosedur statistika yang digunakan untuk meramalkan keadaan yang akan terjadi di masa mendatang dalam pengambilan keputusan [2]. Analisis *time series* yaitu analisis terhadap pengamatan, pencatatan dan penyusunan peristiwa yang di ambil berdasarkan jangka waktu tertentu [3].

Tipe data *time series* di bagi menjadi beberapa jenis, yaitu [4]:

- a. Pola siklus adalah perubahan naik atau turun, pola ini berubah dan bervariasi dari satu siklus ke siklus berikutnya.
- b. Pola *random* adalah pola acak yang sulit digambarkan, pola acak ini disebabkan oleh peristiwa yang tak terduga.
- c. Pola *trend* mempunyai kecenderungan tertentu dalam pola data, baik yang arahnya meningkat ataupun menurun dari waktu ke waktu. Teknik yang digunakan biasanya Teknik yang menggunakan data masa lalu untuk mendapatkan pola kecenderungan. Pola musiman menunjukkan suatu gerakan yang berulang dari satu periode ke periode berikutnya secara teratur. Pola ini dapat ditunjukkan oleh data yang dikelompokkan secara mingguan, bulanan.

2.3. Model Autoregressive Integrated Moving Averagen (ARIMA)

Model AR (*Autoregressive*) dan MA (*Moving Average*) adalah model dengan menggunakan asumsi data *time series* (runtun waktu) yang dianalisis sudah bersifat stasioner, dimana nilai *mean* dan *varians* data *time series* bersifat konstan dan kovariansnya tidak terpengaruh oleh waktu. *Integrated* disini adalah menyatakan *difference* dari data. Bentuk umum dari model *integrated* dengan ordo $d(1(d))$ atau

model ARIMA (0,d,0). Hal ini menandakan bahwa dalam membuat model ARIMA syarat keharusan yang harus dipenuhi adalah stasioneritas data. Apabila data stasioner pada level maka ordonya sama dengan 0, namun apabila stasioner pada *different* pertama maka ordonya 1, dan seterusnya. Bentuk umum model ARIMA dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$(1 - B)(1 - \theta_1 B)X_t = \mu' + (1 - \theta_1 B)\epsilon_t \quad (1)$$

Dalam model ARIMA untuk memilih model yang terbaik dari beberapa model yang baik, perkenalkan *Akaike Information Criterion* (AIC) yang dikembangkan oleh Prof. Harotugu Akaike, *Bayesian Information Criteria* (BIC) yang dikembangkan oleh Schwarz dan juga *Sum of Squared Residual* (SSR). Oleh karena dikembangkan oleh Schwarz, maka model BIC juga disebut dengan model *Schwarz Criterion* (SIC). Semakin kecil nilai AIC, BIC atau SIC dan SSR maka semakin baik model yang dibuat. Nilai kriteria akaike merupakan nilai kecocokan suatu model dengan ketentuan nilainya yang semakin kecil berarti semakin benar atau baik model yang dibuat.

2.4. Tingkat Akurasi

Suatu peramalan selalu mengandung derajat ketidakpastian. Hal ini dapat diketahui dengan memasukkan unsur kesalahan (*error*) dalam perumusan sebuah peramalan deret waktu. Besarnya penyimpangan hasil peramalan bisa disebabkan oleh besarnya faktor yang tidak diduga (*outliers*) dimana tidak ada metode peramalan yang mampu menghasilkan peramalan yang akurat, atau bisa juga disebabkan metode peramalan yang digunakan tidak dapat memprediksi dengan tepat komponen *trend*, komponen musiman, atau komponen siklus yang mungkin terdapat dalam deret data, yang berarti metode yang digunakan tidak tepat (Bowerman dan O'Connell, 1987, p.12).

Jika X_i merupakan data aktual untuk periode i dan F_i merupakan ramalan (atau nilai kecocokan / *fitted value*) untuk periode yang sama, kesalahan didefinisikan sebagai:

$$e_i = X_i - F_i \quad (2)$$

Jika terdapat nilai pengamatan dan ramalan untuk n periode waktu, akan terdapat n buah galat dan ukuran statistik standar berikut (Makridakis et al., 1999) yang dapat didefinisikan:

a) *Mean Absolute Error* (MAE)

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |e_i| \quad (3)$$

Ada pula ukuran-ukuran ketepatan lain yang sering digunakan untuk mengetahui ketepatan suatu metode peramalan dalam memodelkan data deret waktu, yaitu nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dan RMSE (*Root Mean Square Error*).

b) *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

MAPE merupakan ukuran yang digunakan untuk mengetahui persentase penyimpangan hasil peramalan, dengan persamaan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |e_i| \quad (4)$$

c) *Root Mean Square Error* (RMSE)

RMSE adalah metode pengukuran dengan mengukur perbedaan nilai dari prediksi sebuah model sebagai estimasi atas nilai yang diobservasi. Metode estimasi yang mempunyai *Root Mean Square Error* (RMSE) lebih kecil dikatakan lebih akurat daripada metode estimasi yang mempunyai *Root Mean Square Error* (RMSE) lebih besar.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}} \quad (5)$$

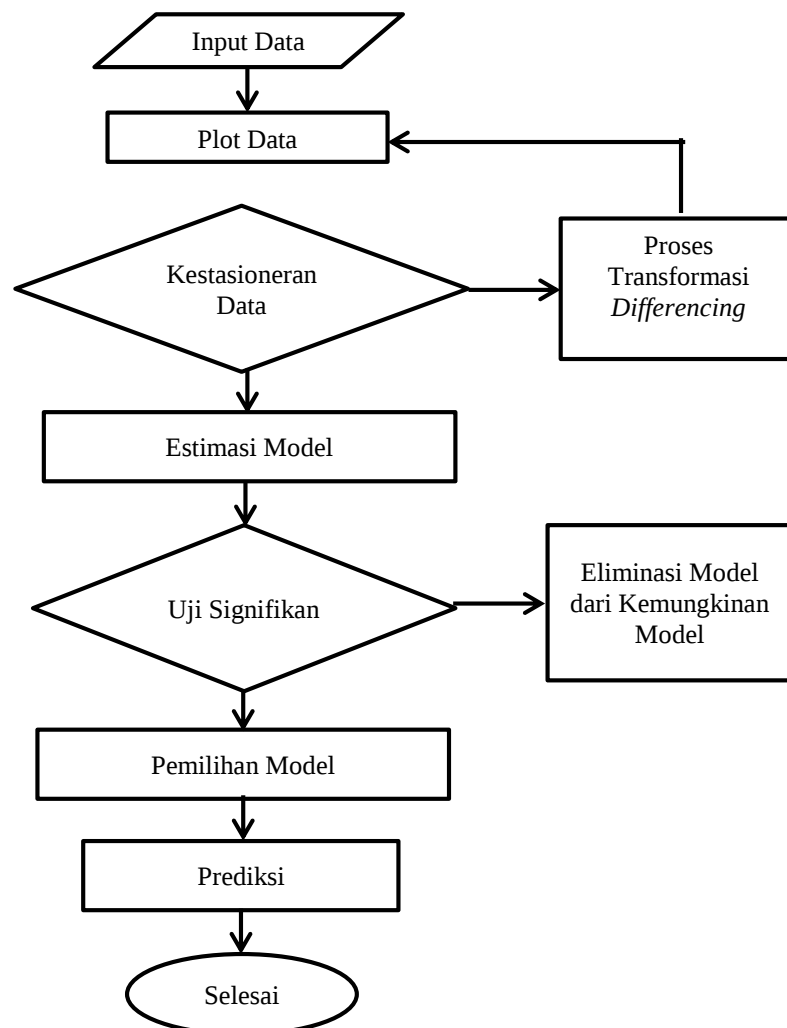
dengan :

A_t = Nilai data Aktual

F_t = Nilai hasil peramalan

n = banyaknya data

Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini, dapat dilihat berdasarkan Gambar 1,



Gambar 1 Diagram Alir Prediksi Menggunakan Model ARIMA

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Stastistika Deskriptif

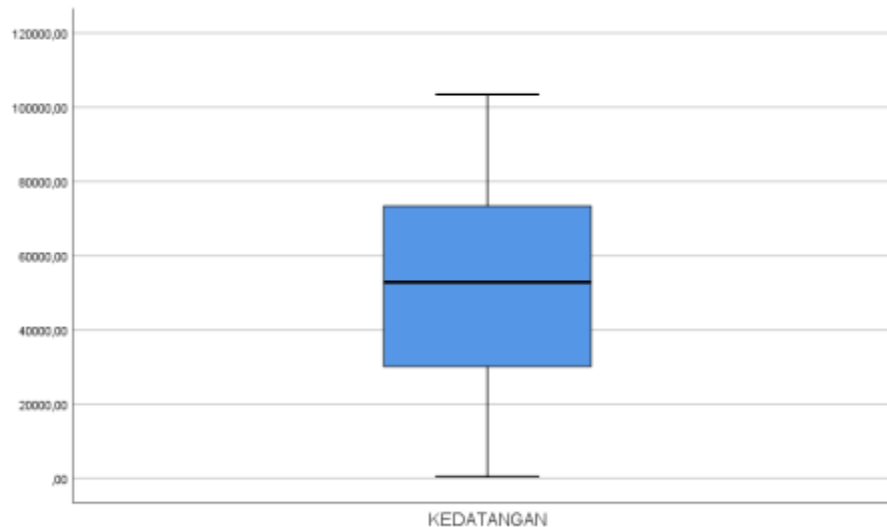
Sebelum melakukan analisis data lebih lanjut, data yang digunakan harus dipastikan bisa dianalisis dengan model yang ditentukan melalui statistika deskriptif. Pada bagian ini ditunjukkan nilai dari rata-rata, nilai maksimum, nilai minimum, varians, skewness dan kurtosis dari data kedatangan penumpang di Bandara Depati Amir Provinsi Kepulauan Bangka Belitung yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Statistika Deskriptif Kedatangan Penumpang di Bandara Depati Amir Provinsi Kepulauan Bangka Belitung

Rata-rata	Nilai Maksimum	Varians	Skewness	Kurtosis	Nilai Minimum
51232,1111	103446	654263288,487	-,136	-,915	387

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa jumlah kedatangan penumpang paling sedikit yaitu sebesar 387 orang penumpang sedangkan penumpang tertinggi yaitu sebesar 103446 orang hal ini menyebabkan

jumlah kedatangan di Bandara Depati Amir mengalami pergerakan secara fluktuatif. Selain itu untuk ukuran simetri (*skewness*) dari jumlah kedatangan sebesar $-1,136$ dan ukuran data relatif (kurtosis) sebesar $-0,915$ dapat diasumsikan berdistribusi normal. Kemudian dilihat *boxplot* dari data yang digunakan pada Gambar 2 sebagai berikut



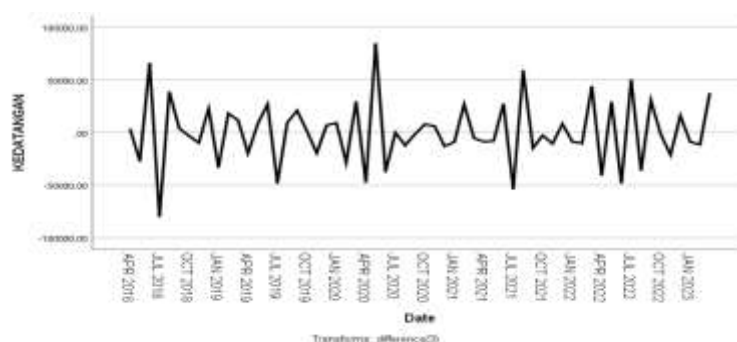
Gambar 2 *Boxplot* Data Kedatangan di Bandara Depati Amir Provinsi Kepulauan Bangka Belitung

Berdasarkan Gambar 2 data Kedatangan di Bandara Depati Amir dari bulan Januari 2018 sampai dengan Februari 2023 diketahui tidak terdapat pencilan. Hal ini diartikan data dalam keadaan konstan atau tidak terjadi simpangan. Namun untuk memastikan data kedatangan di Bandara Depati Amir berdistribusi normal dapat menggunakan Uji Kolomogrov-Smirnov. Pada Uji Kolomogrov-Smirnov data dapat dikatakan nilai residualnya berdistribusi normal apabila nilai signifikansi $> 0,05$. Berdasarkan Uji Kolomogrov-Smirnov hasil uji normalitas diperoleh nilai signifikansi $0,200 > 0,05$ maka dapat dikatakan bahwa nilai residual berdistribusi normal.

3.2 Uji Stasioner Data

Kestasioner data dapat dilihat dari *output* grafik yang mengalami penurunan atau pertumbuhan pada data secara teratur dan konstan. Dengan kata lain, fluktuasi data berada disekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, serta tidak tergantung dari pada waktu dan varians dari fruktasi tersebut, dalam artian tetap konstan setiap waktu. Jika kestasioneran data tersebut tidak konstan atau tidak stasioner, maka hasil *output* akan mengalami penurunan atau pertumbuhan cenderung tidak beraturan, nilai variansi dan mean tidak selaras dengan naik/turunnya hasil *output* data, sehingga data tersebut harus diubah menjadi data stasioner dengan melakukan *differencing*.

Pada Gambar 3 terlihat bahwa data kedatangan di Bandara Depati Amir diasumsikan sudah stasioner dengan dilakukannya *differencing* sebanyak tiga kali sesuai dengan kondisi yang ada

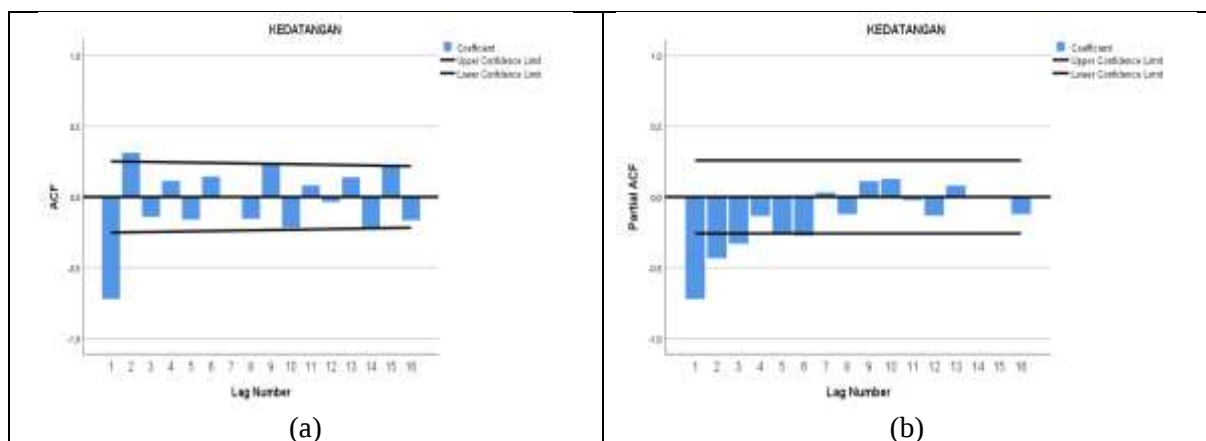


Gambar 3 Plot kedatangan di Bandara Depati Amir yang sudah dilakukannya *differencing* sebanyak tiga kali

Berdasarkan Gambar 3 diatas jumlah Kedatangan di Bandara Depati Amir mengalami stabil pada kisaran variansi sebesar 654263288,487 setelah di differencing tiga kali.

3.3 Identifikasi Model

Identifikasi model ARIMA memerlukan perhitungan dan penggambaran dari hasil fungsi autokorelasi (ACF) dan fungsi autokorelasi parsial (PACF) yang stasioner dan dapat dilakukan dengan cara memperhatikan perilaku-perilaku fungsi ACF dan fungsi PACF. Perilaku ACF menunjukkan bahwa setelah lag 1 secara drastis menurun menjauhi nol (mendekati garis *Upper*) sedangkan pada PACF mendekati nol setelah lag ketiga. Plot ACF dan PACF pada penelitian ini disajikan pada Gambar 4 (a) dan (b). Dapat dilihat bahwa pada Gambar 4 (a) terjadi *cut off* pada lag ke-2 dalam plot ACF, artinya data teridentifikasi model *Moving Average* (MA) yang bernilai 2. Selanjutnya, pada Gambar 4 (b) terlihat bahwa pada plot PACF terjadi *dies down* pada lag ke-4, artinya turun eksponensial atau sinusoidal menuju 0 dengan bertambahnya k.



Gambar 4 Grafik (a) ACF dan (b) PACF

Identifikasi model awal berdasarkan identifikasi plot ACF dan PACF dengan metode *trial and error* diperoleh enam model yang nantinya akan dilakukan *overfitting* untuk menentukan model terbaik. Adapun identifikasi model sementara dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Model ARIMA yang Teridentifikasi

Model	Keterangan
ARIMA (1,3,1)	AR=1;I=3;MA=1
ARIMA (2,3,0)	AR=2;I=3;MA=0
ARIMA (2,3,1)	AR=2;I=3;MA=1
ARIMA (2,3,2)	AR=2;I=3;MA=2
ARIMA (2,3,3)	AR=2;I=3;MA=3
ARIMA (2,3,4)	AR=2;I=3;MA=4

Berdasarkan Tabel 2, model ARIMA yang teridentifikasi sesuai dengan plot ACF dan PACF adalah ARIMA (1,3,1), ARIMA (2,3,0), ARIMA (2,3,1), ARIMA (2,3,2), ARIMA (2,3,3) dan ARIMA (2,3,4). Selanjutnya akan dilihat *error* terendah dari tiap-tiap model.

3.4 Akurasi Model ARIMA

Ada tiga indikator akurasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Mean Absolute Error* (MAE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dan *Root Mean Square Error* (RMSE).

Tabel 3 Nilai *Error* dari Masing-masing Model ARIMA

Model	MAE	MAPE	RMSE
ARIMA (1,3,1)	11438,305	160,355	15174,681
ARIMA (2,3,0)	15058,026	261,547	18756,545
ARIMA (2,3,1)	10835,383	146,309	14903,275
ARIMA (2,3,2)	11513,446	140,696	15239,931
ARIMA (2,3,3)	9481,862	46,197	13905,436
ARIMA (2,3,4)	9530,602	46,611	13963,035

Berdasarkan nilai MAE, MAPE, dan RMSE diperoleh model terbaik yang digunakan pada penelitian ini adalah ARIMA (2,3,3) dengan nilai *error* paling kecil.

3.5 Model Terbaik

Hasil penaksiran parameter model ARIMA (2,3,3) diperoleh koefisien AR 1 = -(1,070), AR 2 = -(0,109), MA 1 = (0,988), MA 2 = (0,992), MA 3 = -(0,986) dan konstanta = 6,567 dan untuk signifikasinya lebih dari 0,05. Sehingga diperoleh persamaan untuk model ARIMA (2,3,3) dan dapat ditulis menjadi:

$$w_t = 6,567 + 0,372w_{t-1} + 0,124w_{t-2} + e_t - 1,096e_{t-1} - (-0,096)e_{t-2}$$

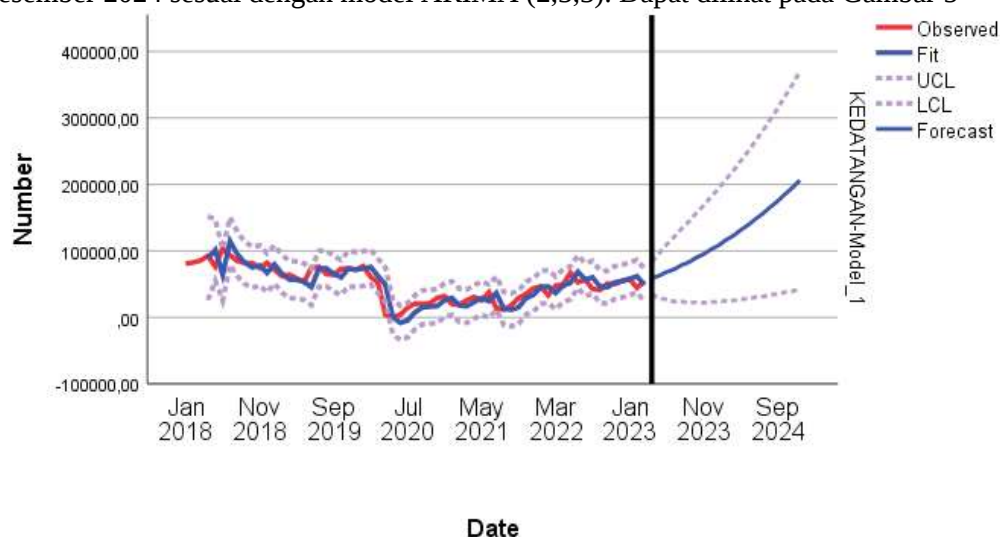
Selanjutnya Model ARIMA (2,3,3) ini digunakan untuk memprediksi Kedatangan di Bandara Depati Amir.

3.6 Uji White Noise

Berdasarkan *p-value* yang didapatkan menunjukkan bahwa residual model ARIMA (2,3,3) menunjukkan suatu pola tertentu atau *white noise*, dimana *p-value* = 0,495 > 0,05. Sehingga dapat dikatakan bahwa model tersebut telah stasioner namun belum memenuhi asumsi residual *white noise*

3.7 Hasil Prediksi Data Kedatangan di Bandara Depati Amir Menggunakan ARIMA (2,3,3)

Dalam penelitian ini prediksi data kedatangan di Bandara Depati Amir dilakukan dari bulan April 2023 hingga Desember 2024 sesuai dengan model ARIMA (2,3,3). Dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5 Prediksi data kedatangan di Bandara Depati Amir menggunakan ARIMA (2,3,3)

Bahwa berdasarkan Gambar 5 *output plot* mengalami *p* hingga bulan ke 12 (Mei 2023). *Output plot* tersebut berada di antara *Upper Control Limit* (batas atas) dan *Lower Control Limit* (batas bawah). Hal ini mengatakan bahwa Pulau Bangka mengalami peningkatan pengunjung.

Tabel 4 Prediksi Data Kedatangan di Bandara Depati Amir Periode April 2023 hingga Desember 2024

Tanggal	Prediksi Data Kedatangan di Bandara Depati Amir
01-Apr-23	59249,58
01-Mei-23	62469,73
01-Jun-23	68387,52
01-Jul-23	72168,19
01-Agu-23	78551,33
01-Sep-23	83006,52
01-Okt-23	89879,33
01-Nov-23	95027,82
01-Des-23	102424,81
01-Jan-24	108284,87
01-Feb-24	116239,95
01-Mar-24	122830,53
01-Apr-24	131376,98
01-Mei-24	138717,66
01-Jun-24	147888,14
01-Jul-24	155999,06
01-Agu-24	165825,69
01-Sep-24	174727,54
01-Okt-24	185241,92
01-Nov-24	194955,85
01-Des-24	206189,14

Berdasarkan tabel di atas nilai maksimum pada bulan Desember 2024 dan grafik hasil berbentuk *trend*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pola data jumlah kedatangan penumpang jalur udara di Bandara Depati Amir memiliki pola pergerakan fluktuatif dengan jumlah kedatangan penumpang tertinggi yaitu sebesar 103446 dan jumlah kedatangan penumpang paling sedikit yaitu sebesar 387 orang penumpang.
2. Berdasarkan hasil *forecasting* dengan menggunakan model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), model ARIMA terbaik adalah ARIMA (2,3,3). Model ini memiliki nilai akurasi dan *error* lebih baik dari pada model ARIMA lainnya dengan nilai MAE sebesar 46,197, nilai MAPE sebesar 46,197 dan nilai RMSE sebesar 13905,436.
3. Parameter yang digunakan untuk menentukan model ini dilakukan dengan perbandingan nilai MAE, MAPE, dan RMSE

4.2 Saran

Adapun saran terkait penelitian ini sebaai berikut:

1. Data historical yang digunakan disarankan lebih banyak daripada penelitian saat ini. Karena semakin banyak data historical yang digunakan, maka semakin besar nilai akurasi yang didapatkan.
2. Dapat menentukan metode peramalan lainnya selain menggunakan metode ARIMA, hal ini diharapkan dengan metode yang lain bisa menghasilkan tingkat akurasi yang lebih baik.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih Kepada dosen pengampu mata kuliah peramlan yang telah menjembatinani penulisan dan penerbitan penelitian ini, serta tidak lupa juga terimakasih kepada program Permatasari di Program Studi Matematika Universitas Bangka Belitung atas dukungannya dalam penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Smith, T. Jones, and B. Simpson, Eds., “IEEE Biometrics Compendium Issue 30 December 2017,” in *IEEE Biometrics Compendium*, Dec. 2017. [Online]. Available: <http://ieeexplore.ieee.org/virtual-journals/biocomp/issue/30/>
- [2] Behera G S et.al *Geology-aided geostatistical modelling of a ferruginous bauxite deposit in Eastern India* Journal of the Geological Society of India vol 94(1) pp 62-68
- [3] A. Taflove, *Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method* in *Computational Electrodynamics II*, vol. 3, 2nd ed. Norwood, MA, USA: Artech House, 1996.
- [4] Amador-Perez and R. A. Rodriguez-Solis, “Analysis of a CPW-fed annular slot ring antenna using DOE,” in *Proc. IEEE Antennas Propag. Soc. Int. Symp.*, Jul. 2006, pp. 4301–4304.
- [5] G. Veruggio, “The EURON roboethics roadmap,” in *Proc. Humanoids '06: 6th IEEE-RAS Int. Conf. Humanoid Robots*, 2006, pp. 612–617, doi: 10.1109/ICHR.2006.321337.