

IMPLEMENTASI MODEL *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE* (ARIMA) UNTUK PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG KAPAL LAUT DI PELABUHAN AMBON

Implementation of the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Model for Forecasting the Number of Sea Ship Passenger at Ambon Port

Ade Irma La Murdani¹, Yonlib Weldri Arnold Nanlohy^{2*}

Program Studi Statistika, Jurusan Matematika, Universitas Pattimura

Jln. Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti – Poka, Ambon, 9723, Provinsi Maluku, Indonesia

e-mail: adeirma140400@gmail.com¹, ywa.nanlohy@gmail.com^{2}*

Abstrak: Sebagai daerah berciri kepulauan yang terdiri lebih dari seribu pulau besar dan kecil, Maluku membutuhkan transportasi sebagai media pergerakan orang dan barang, salah satunya adalah kapal laut. Kapal laut menjadi transportasi alternative bagi masyarakat, sehingga dalam realitanya tidak jarang penambahan kapal guna mengantisipasi terjadinya lonjakan penumpang. Penelitian ini membahas tentang pemodelan dan peramalan jumlah penumpang kapal laut di pelabuhan Ambon dengan menggunakan pendekatan model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Penelitian ini menggunakan data jumlah penumpang kapal laut PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia IV Ambon dari Januari 2009 sampai dengan Desember 2019. Model ARIMA terbaik untuk peramalan adalah model yang memenuhi syarat signifikansi parameter, white noise dan memiliki MSE (*Mean Square Error*) yang terkecil. Hasil analisis menunjukkan model terbaik untuk peramalan jumlah penumpang kapal di pelabuhan kota Ambon adalah model ARIMA (2,1,3) dengan nilai MSE 355923344. Dengan demikian model ARIMA (2,1,3) cocok untuk digunakan dalam peramalan jumlah penumpang kapal laut di pelabuhan kota Ambon.

Kata Kunci: Peramalan, ARIMA, MSE.

Abstract: As an archipelago characterized by more than a thousand large and small islands, Maluku needs transportation as a medium for the movement of people and goods, one of which is ships. Ships are an alternative transportation for the community, so in reality it is not uncommon to add ships to anticipate a surge in passengers. This study discusses the modeling and forecasting of the number of ship passengers at the port of Ambon using the *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) model approach. This study uses data on the number of passengers on the ship PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia IV Ambon from January 2009 to December 2019. The best ARIMA model for forecasting is a model that meets the requirements for parameter significance, white noise and has the smallest MSE (*Mean Square Error*). The results of the analysis show that the best model for forecasting the number of ship passengers at the port of Ambon city is the ARIMA model (2,1,3) with an MSE value of 355923344. Thus the ARIMA model (2,1,3) is suitable to be used in forecasting the number of ship passengers in the sea. Ambon city port.

Keywords: Forecasting, ARIMA, MSE.

1. PENDAHULUAN

Sebagai daerah berciri kepulauan yang terdiri lebih dari seribu pulau besar dan kecil, Maluku membutuhkan transportasi sebagai media pergerakan orang dan barang, salah satunya adalah kapal laut. Pertumbuhan dan penyebaran aktivitas ekonomi di Provinsi Maluku saat ini terpusat di kota Ambon sebagai

wilayah transit dan wilayah jasa potensial. Sehingga, lalu lintas laut di kota Ambon memegang peranan yang sangat penting dalam pembangunan wilayah Maluku.

Dibandingkan dengan angkutan udara, angkutan laut bagi masyarakat kelas menengah ke bawah masih relative murah. Kapasitas muatan yang lebih besar untuk penumpang, barang maupun hewan ternak sehingga transportasi laut memiliki nilai strategis untuk meningkatkan hubungan koneksi antar daerah Indonesia (khususnya Indonesia bagian Timur). Kapal laut menjadi transportasi alternatif bagi masyarakat, sehingga dalam realitanya tidak jarang penambahan kapal guna mengantisipasi terjadinya lonjakan penumpang seiringnya menjelang hari-hari besar keagamaan. Permasalahan tersebut sering dihadapi PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia IV Ambon. Oleh karenanya, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah peramalan jumlah penumpang kapal laut yang akan datang menggunakan model ARIMA.

Penelitian terkait dengan peramalan diantaranya [1] “Implementasi Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) untuk Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api di Pulau Sumatera”. Hasil analisis dari penelitian ini mendapat model terbaik ARIMA adalah model (1,1,1) dengan nilai MAPE *in sample* sebesar 12.28% dan nilai MAPE *out of sample* untuk kalibrasi model sebesar 5.11%. Kemudian ada pula prediksi jumlah mahasiswa baru dengan model ARIMA [2]. Penelitian selanjutnya [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], menggunakan peramalan dengan model ARIMA.

Dari uraian di atas peneliti termotivasi untuk melakukan penelitian tentang analisis data runtun waktu, menggunakan metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*). ARIMA merupakan metode peramalan yang menghasilkan ramalan-ramalan berdasarkan sintesis dari pola data secara historis. Dalam membuat peramalan metode ARIMA tidak menggunakan variabel independen tetapi menggunakan nilai-nilai sekarang dan nilai-nilai lampau dari variabel dependen untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat, metode ARIMA sering digunakan untuk peramalan di berbagai bidang salah satunya bidang transportasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan model ARIMA terbaik yang mampu meramalkan perilaku data historis, meramalkan jumlah penumpang kapal laut menggunakan model ARIMA terbaik serta dapat mengetahui tingkat kebaikan model ARIMA terbaik yang diperoleh.

2. METODOLOGI

2.1. Tipe Penelitian

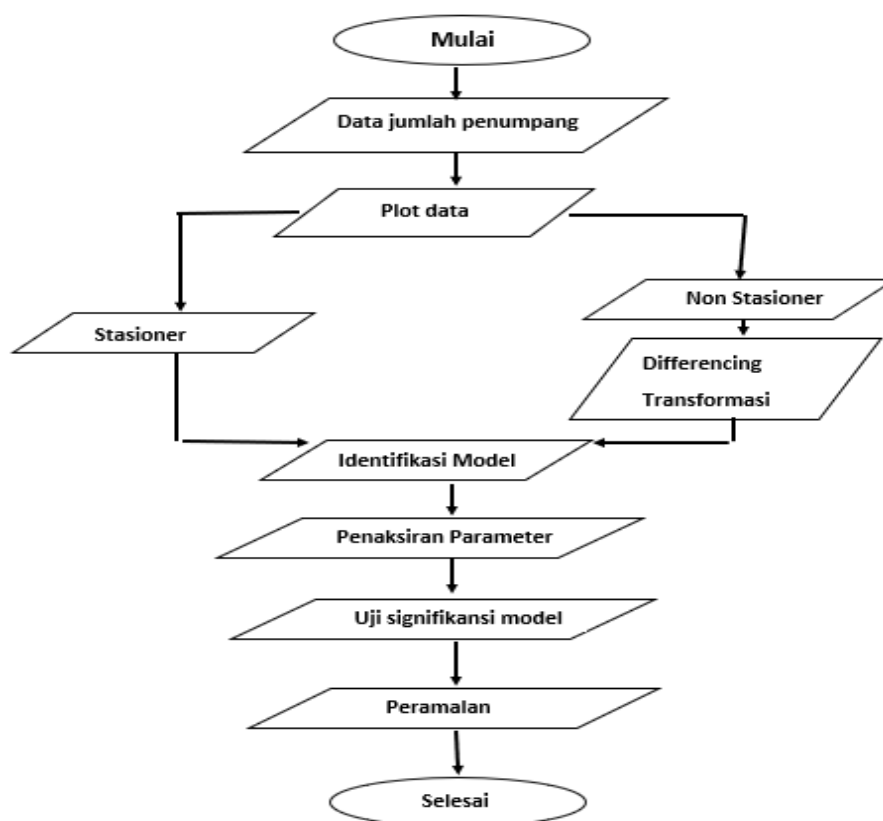
Tipe penelitian adalah studi kasus untuk meramalkan jumlah penumpang kapal laut di pelabuhan kota Ambon menggunakan metode ARIMA.

2.2. Sumber Data Penelitian

Sumber data penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data yang sudah dikumpulkan oleh PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia IV Ambon bekerja sama dengan BPS Kota Ambon dalam publikasi yang berjudul “Kota Ambon Dalam Angka 2010-2021” data berupa jumlah penumpang kapal per bulan di Kota Ambon dari Januari 2009-Desember 2019 [11].

2.3. Prosedur Penelitian

Analisis data dilakukan menggunakan metode ARIMA dengan bantuan *software* statistik yaitu MINITAB 19. Langkah-langkah penerapan metode ARIMA adalah sebagai berikut:

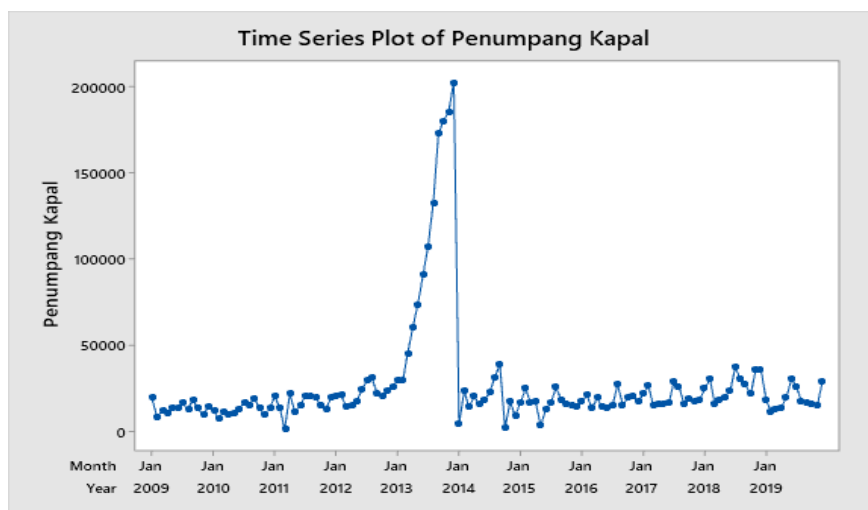


Gambar 1. Flowchart alur ARIMA

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

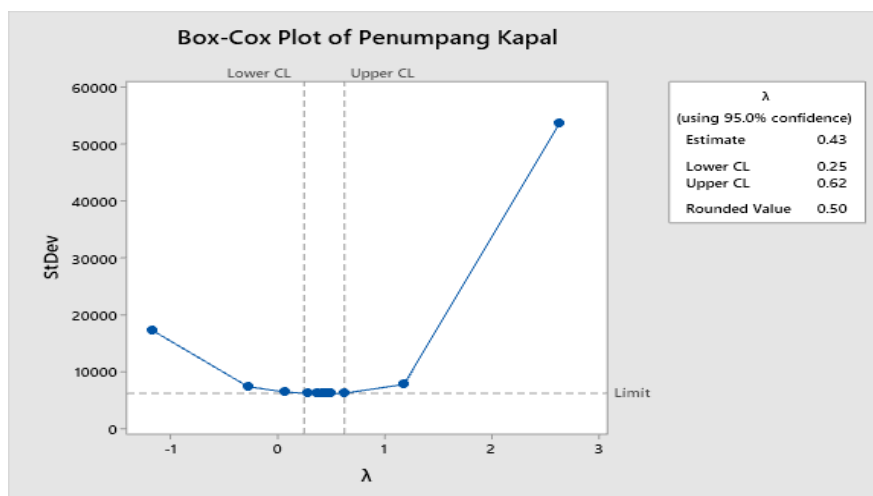
3.1. Analisis Data

Tahapan-tahapan dalam melakukan peramalan dengan metode ARIMA menggunakan *software* statistik MINITAB. Langkah awal yang perlu dilakukan adalah membuat plot dari data. Hal ini digunakan untuk mengetahui pola data. Plot yang terbentuk dari data penumpang kapal dapat dilihat pada Gambar 2.



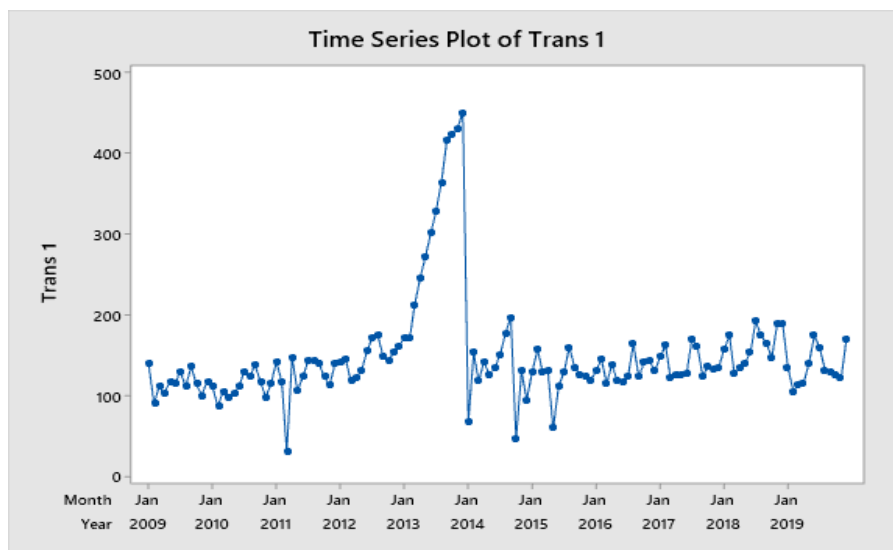
Gambar 2. Plot Data Bulanan Penumpang Kapal

Terlihat dari Gambar 2, grafik belum stasioner baik dalam rata-rata maupun varian, dimana data belum stabil pada tahun 2013 dengan kata lain fluktuasi data tidak berada di sekitar nilai rata-rata dan varian yang konstan serta terdapat pola berulang yang menunjukkan adanya pola musiman. Maka selanjutnya kita melakukan uji stasioneritas terhadap varian dan uji stasioneritas terhadap rata-rata, yang pertama stasioner terhadap varian terlebih dahulu dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut:



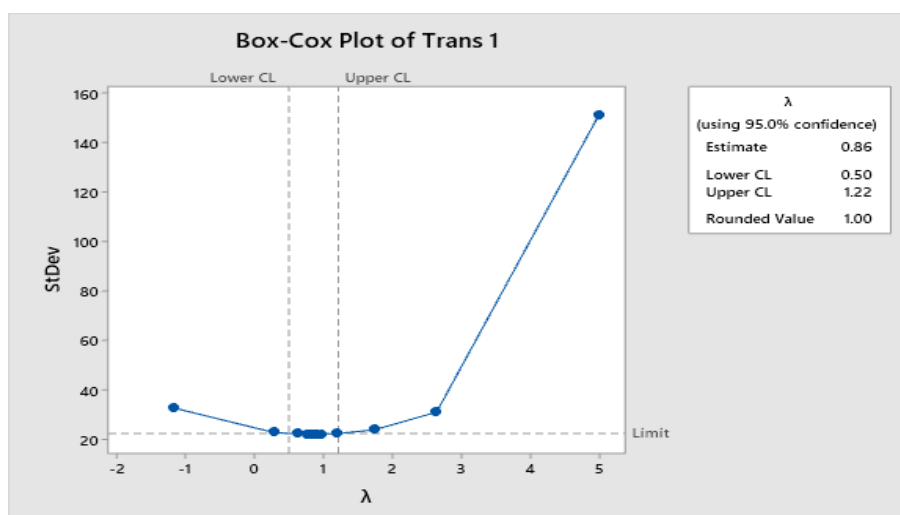
Gambar 3. Plot Box-Cot Data Penumpang Kapal

Dari hasil perhitungan Box-Cot pada data asli didapat *rounded value* bernilai 0,50, hal ini menunjukan data asli belum stasioner terhadap varian. Karena data sudah dikatakan stasioner dalam varian jika hasil dari *rounded value* dalam plot Box-Cot bernilai 1. Maka langkah selanjutnya melakukan *transformation* data dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 4. Plot Data *Transformation*

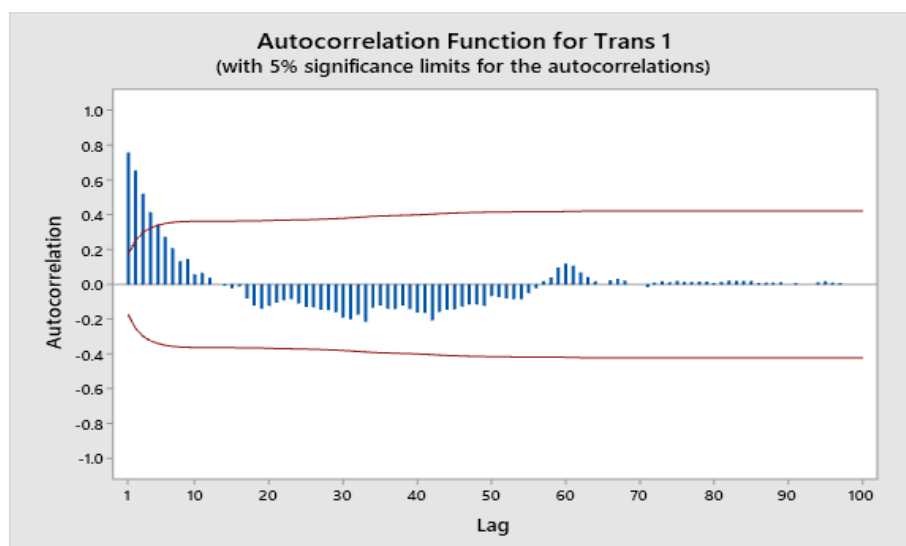
Dari Gambar 4, data masih menunjukkan adanya peningkatan dan penurunan signifikan yang tidak konstan dalam waktu tertentu. Hal ini menunjukkan data *transformation* merupakan data yang belum stasioner dalam rata-rata tetapi data tersebut sudah stasioner terhadap varian dikarenakan *rounded value* sudah bernilai 1 seperti pada Gambar 5 berikut:



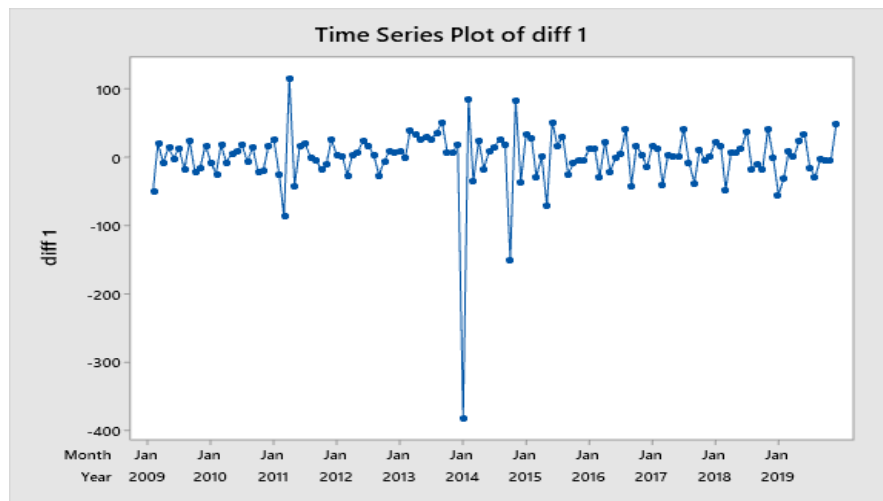
Gambar 5. Plot Box—Cot Transformation

3.3 Identifikasi Model

Selain menggunakan plot data untuk mengetahui karakteristik data, plot data juga dapat diamati melalui koefisien *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF). Dikarenakan *transformation* Box-Cot belum bisa mengatasi kestasioneritas data, dalam pengecekan stasioneritas terhadap rata-rata dapat dilakukan dengan melihat pada plot *autocorrelation*. Plot data *autocorrelation* dapat dilihat pada gambar berikut:

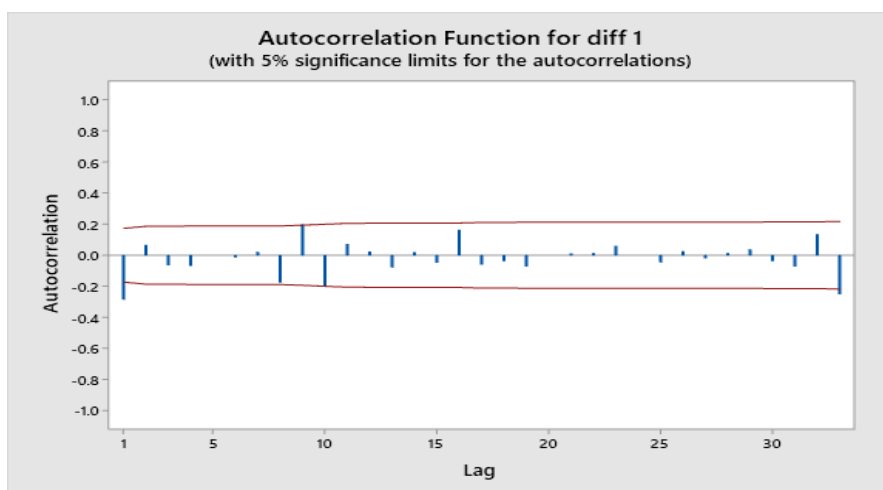
Gambar 6. Plot ACF pada data *transformation*

Terlihat bahwa data belum stasioner terhadap rata-rata, karena pada 3 *lag* pertama berada diluar sumbu horizontal atau garis selang kepercayaan, sehingga perlu dilakukan *differencing* terhadap data. maka langkah selanjutnya adalah melakukan *differencing* atau pembedaa dari data asli yaitu dengan mengurangi data sekarang dengan data satu periode sebelumnya, dan jumlah data menjadi $n-1$. Adapun plot data hasil *differencing* pertama yang disajikan sebagai berikut:

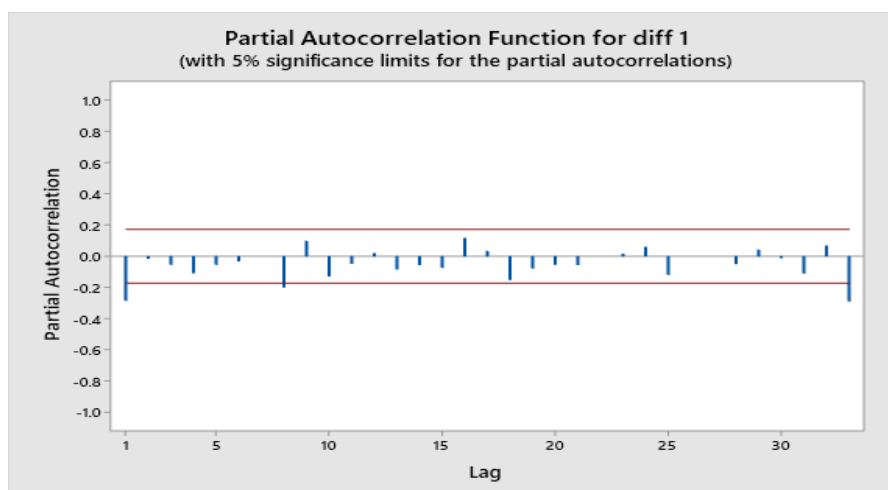


Gambar 7. Plot Data *Differencing*

Terlihat pada Gambar 7, pola data yang dihasilkan sudah stasioner kecuali pada titik tertentu, karena data mulai stabil dan konstan. Selanjutnya mencari nilai ACF dan PACF. Adapun plot data yang dihasilkan sebagai berikut:



Gambar 8. Plot ACF data *differencing*



Gambar 9. Plot PACF data *differencing*

Pada Gambar 8 plot ACF dapat dikatakan data sudah stasioner terhadap rata-rata karena 3 lag pertama telah berada dalam sumbu horizontal atau garis interval. Hal ini menunjukkan bahwa data telah stasioner serta berorde $d = 1$ karena hanya mengalami satu kali pembeda. Selanjutnya adalah mencari model sementara, sehingga perlu dibuat plot PACF untuk data yang sudah stasioner. Adapun plot PACF pada Gambar 9.

3.4 Estimasi Parameter

Dari model yang diusulkan dari pengujian ACF dan PACF, yaitu AR (3) dan MA (2), sehingga model yang dapat digunakan untuk meramalkan data penumpang kapal adalah ARIMA dengan $p = 2, d = 1, q = 3$ atau ARIMA (2,1,3). Adapun alternatif model yang dapat digunakan sebagai berikut:

ARIMA (2,1,3) ARIMA (2,1,1) ARIMA (1,1,1) ARIMA (2,1,0) ARIMA (1,1,3) ARIMA (0,1,3) ARIMA (0,1,2) ARIMA (0,1,1) ARIMA (1,1,0).

Tahap estimasi koefisien-koefisien dan model yang telah diperoleh, dilakukan uji signifikansi dimana model dengan MSE terkecil akan dipilih sebagai bentuk model terbaik yang nantinya akan digunakan dalam menggambarkan data jumlah penumpang kapal laut di Pelabuhan Ambon.

Berdasarkan dari hasil estimasi dan uji signifikansi parameter serta nilai MSE yang diperoleh, maka model yang signifikan hanya ada satu yaitu ARIMA (2,1,3) sehingga model tersebut merupakan model terbaik. Selanjutnya dilakukan pengecekan untuk mengetahui apakah residual dari model tersebut sudah bersifat *white-noise* atau bersifat random dengan melihat nilai *p-value* pada Ljung-Box. Pada uji Ljung-Box model ARIMA (2,1,3) telah memenuhi asumsi *white-noise* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Estimasi Model ARIMA penumpang kapal laut di Pelabuhan Ambon

No.	Model ARIMA	Parameter	P-Value	MSE	Hasil Uji Signifikansi
1	ARIMA (2,1,3)	AR (1) AR (2) MA (1) MA (2) MA (3)	0,000 0,010 0,000 0,000 00,047	355923344	Signifikan
2	ARIMA (2,1,1)	AR (1) AR (2) MA (1)	0,946 0,888 0,993	384871919	Tidak Signifikan
3	ARIMA (1,1,1)	AR (1) MA (1)	0,577 0,737	382068634	Tidak signifikan
4	ARIMA (2,1,0)	AR (1) AR (2)	0,164 0,631	381889965	Tidak Signifikan
5	ARIMA (1,1,3)	AR (1) MA (1) MA (2) MA (3)	0,000 0,000 0,584 0,545	356909207	Tidak Signifikan
6	ARIMA (0,1,3)	MA (1) MA (2) MA (3)	0,127 0,449 0,561	384005661	Tidak Signifikan
7	ARIMA (0,1,2)	MA (1) MA (2)	0,180 0,440	381829803	Tidak Signifikan
8	ARIMA (0,1,1)	MA (1)	0,177	380183096	Tidak Signifikan
9	ARIMA (1,1,0)	AR (1)	0,142	379633991	Tidak Signifikan

Tabel 2. Tabel Ljung-Box ARIMA (2,1,3)

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistik				
Lag	12	24	36	48
Chis-Square	4.68	8.3	15.37	19.24
DF	7	19	31	43
P-Value	0.699	0.983	0.991	0.999

3.4.1 Peramalan

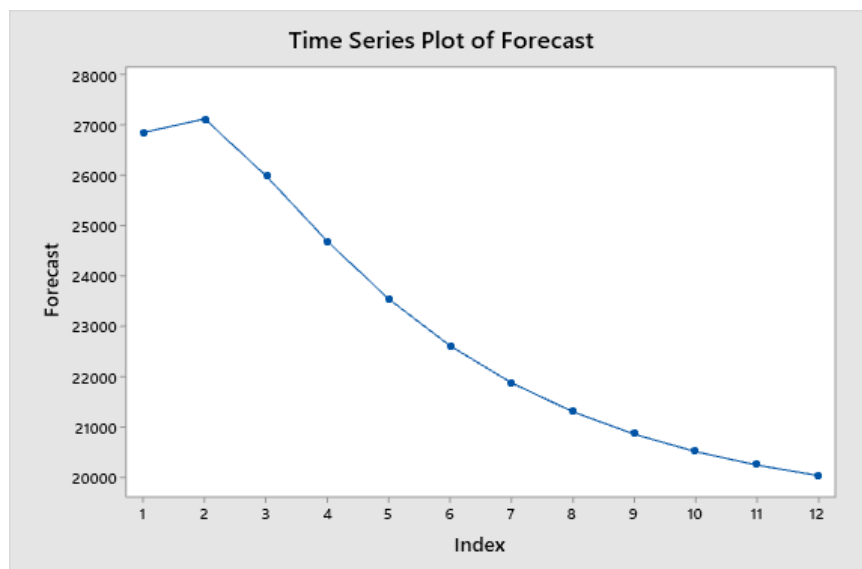
Setelah memperoleh model terbaik langkah selanjutnya adalah melakukan peramalan untuk periode ke depan. Dalam pembahasan ini akan diramalkan jumlah penumpang kapal untuk 12 bulan periode ke depan. Hasil peramalan di sajikan dalam tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Peramalan

Bulan	Hasil Peramalan
Jan-2020	26.848
Feb-2020	27.119
Mar-2020	25.990
Apr-2020	24.689
Mei-2020	23.544
Jun-2020	22.614
Jul-2020	21.879
Aug-2020	21.306
Sep-2020	20.860
Okt-2020	20.514
Nov-2020	20.247
Des-2020	20.039

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Pada Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa hasil analisis menggunakan model ARIMA (2,1,3) mengalami penurunan jumlah penumpang di setiap bulannya kecuali pada bulan Februari. Berikut plot data yang dihasilkan setelah dilakukann peramalan 12 periode kedepan.

**Gambar 10. Plot Hasil Peramalan**

Perhitungan peramalan jumlah penumpang kapal laut untuk periode selanjutnya dengan menggunakan metode ARIMA (2,1,3) dapat ditulis sebagai berikut:

$$X_t = X_{t-1}(1 - 1,0938) + X_{t-2}(-0,2473 - 1,0938) + 0,2473 - 1,29995\varepsilon_{t-1} + 0,4499\varepsilon_{t-2} - 0,1459\varepsilon_{t-3}$$

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut:

Model ARIMA terbaik yang mampu meramalkan perilaku data historis berdasarkan uji signifikansi tanpa melihat koefisien konstanta, model yang telah terpenuhi adalah model ARIMA (2,1,3). Dengan menggunakan bantuan *software* MINITAB 19 diperoleh hasil sebagai berikut:

$$X_t = X_{t-1}(1 - 1,0938) + X_{t-2}(-0,2473 - 1,0938) + 0,2473 - 1,29995\varepsilon_{t-1} + 0,4499\varepsilon_{t-2} - 0,1459\varepsilon_{t-3}$$

Model dikatakan baik digunakan dalam peramalan dengan memenuhi dua syarat yaitu uji kesesuaian model dan uji signifikansi parameter. Dari beberapa model yang didapat, model yang memenuhi kedua syarat adalah ARIMA (2,1,3) dengan nilai MSE 355923344.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. S. Nurjanah, D. Ruhiat and D. Andiani, "Implementasi Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Untuk Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Di Pulau Sumatera," *TEOREMA: Teori Dan Riset Matematika*, vol. 3, no. 2, pp. 145-156, 2018.
- [2] A. U. Jamila, B. M. Siregar and R. Yunis, "Analisis Runtun Waktu Untuk Memprediksi Jumlah Mahasiswa Baru Dengan Model ARIMA," *Paradigma-Jurnal Komputer dan Informatika*, vol. 23, no. 1, 2021.
- [3] B. Hendrawan, "Penerapan Model ARIMA dalam memprediksi IHSG," *Jurnal Integrasi*, vol. 4, no. 2, pp. 205-211, 2012.
- [4] D. A. & S. S. Rezaldi, "Peramalan Metode ARIMA Data Saham PT. Telekomunikasi Indonesia," *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, vol. 4, pp. 611-620, 2021.
- [5] D. Hatidja, "Penerapan Model ARIMA Untuk Memprediksi Harga Saham PT. Telkom Tbk.," *Jurnal Ilmiah Sains Vol. 11 No. 1, April 2011*, pp. 116-123, 2011.
- [6] M. PRANATA, *Prediksi Pencurian Sepeda Motor Menggunakan Model ARIMA*, Lampung, 2020.
- [7] F. S. Purnomo, *Penggunaan Metode Arima (Autoregressiveintegrated Moving Average) Untuk Prakiraan Beban Konsumsi Listrik Jangka Pendek*, Semarang, 2015.
- [8] B. Siswoyo, "Kebutuhan Fasilitas Penunjang Keselamatan Di Pelabuhan Manipa," *pISSN 1411-0504 / eISSN 2548-4087*, vol. 19, pp. 59-68, 2017.
- [9] M. A. Zufar, *Perbandingan Metode ARIMA Dengan RBFNN Dalam Peramalan Rata-Rata Banyaknya Bilangan Sunspot*, Malang, 2018.

- [10] D. A. R. & Sugiman, "Peramalan Metode ARIMA Data Saham PT. Telekomunikasi Indonesia," *PRISMA 2021, Vol. 4, 611-620*, pp. 611-620, 2021.
- [11] BPS Kota Ambon, "Kota Ambon Dalam Angka 2010-2021," BPS Kota Ambon, Ambon, 2021.