

PERAMALAN JUMLAH BARANG MELALUI TRANSPORTASI KERETA API DI INDONESIA MENGGUNAKAN SARIMA

Novitasari¹⁾, Etik Zukhronah²⁾, Sri Sulistijowati Handajani³⁾

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret
email: novitasari_05@student.uns.ac.id

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret
email: etikzukhronah@staff.uns.ac.id

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret
email: rr_ssh@staff.uns.ac.id

Abstrak

Alat transportasi memiliki peran yang sangat penting dalam menunjang perekonomian masyarakat di Indonesia. Kereta api yang digunakan untuk mengangkut hasil tambang, barang (kargo), pupuk, atau mengangkut peti kemas disebut kereta api barang. Kereta api barang di Indonesia beroperasi di Pulau Jawa dan Pulau Sumatera. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan peramalan jumlah barang yang diangkut melalui transportasi kereta api di Indonesia menggunakan SARIMA. Data yang digunakan adalah data jumlah barang yang diangkut melalui transportasi kereta api di Indonesia dari bulan Januari 2010 sampai Februari 2021. Langkah-langkah analisis model SARIMA yaitu membuat plot runtun waktu, uji stasioneritas data, identifikasi model dari plot ACF dan PACF, uji signifikansi parameter, uji kecukupan model, memilih model terbaik menggunakan nilai MAPE, dan melakukan peramalan. Hasil analisis menunjukkan bahwa model terbaik yang diperoleh yaitu SARIMA (0, 1, 1)(1, 1, 0)¹² karena memiliki nilai MAPE terkecil sebesar 7,93663%. Hasil peramalan untuk bulan Maret sampai Mei 2021 adalah 4112,47, 3786,29, dan 3294,69 ribu ton.

Keywords: jumlah barang, kereta api, peramalan, SARIMA

1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi perkembangan alat transportasi sangat pesat. Alat transportasi merupakan salah satu yang memiliki peran penting untuk menunjang perekonomian masyarakat di Indonesia. Alat transportasi darat banyak digunakan untuk mengangkut barang salah satunya adalah kereta api. Angkutan barang merupakan salah satu bagian utama dari bisnis yang dijalankan oleh PT Kereta Api Indonesia (Persero). PT Kereta Api Indonesia adalah perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak pada bidang angkutan kereta api. Kereta api bergerak di atas rel dengan bantuan tenaga uap, diesel, atau listrik, terdiri dari kereta api barang dan penumpang. Kereta api barang digunakan untuk mengangkut peti kemas, pupuk, barang (kargo), dan hasil tambang. Kereta api untuk angkutan barang dalam pengiriman luar kota, jarak menengah, dan jarak jauh sangat efisien. Tempat pemuatan

atau penurunan barang pada pengangkutan kereta api disebut stasiun. Kereta api barang di Indonesia beroperasi di dua pulau, yaitu Pulau Jawa dan Pulau Sumatera.

Badan Pusat Statistik (BPS) selalu melakukan pembaharuan data jumlah barang melalui transportasi kereta api tiap bulan. Runtun waktu adalah rangkaian atau seri dari nilai-nilai pada suatu variabel yang dicatat dalam jangka waktu yang berurutan (Atmaja, 1997). Kumpulan data yang dicatat secara kronologis dan berkala menggambarkan suatu karakteristik populasi disebut dengan data runtun waktu. Menurut Tsay (2000) peramalan adalah suatu proses dalam membangun sebuah hipotesis pada masa yang akan datang. Teknik untuk memprediksikan suatu nilai masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun data pada saat ini disebut peramalan.

Salah satu model yang digunakan untuk peramalan data runtun waktu adalah

Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). Model ARIMA dapat bekerja dengan baik apabila variabel bersifat terikat tanpa harus menggunakan variabel bebas tetapi kurang tepat digunakan untuk peramalan jangka waktu panjang dan baik untuk peramalan jangka waktu pendek. Model *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) merupakan perluasan dari model ARIMA yang digunakan untuk peramalan dengan pola data musiman atau memiliki jangka waktu panjang (Makridakis *et al.*, 1999).

Penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah penelitian Utomo dan Fanani (2020) melakukan peramalan menggunakan SARIMA dengan tujuan untuk mengetahui peningkatan atau penurunan jumlah penumpang kereta api di Indonesia. Nilai MAPE yang didapatkan sebesar 6,26%, nilai MAPE berada dibawah range 10% yang artinya model peramalan sangat baik. Wati (2020) meramalkan data jumlah penumpang keberangkatan bus di terminal Purabaya menggunakan metode SARIMA yang bertujuan untuk mengetahui perkiraan jumlah penumpang di terminal bus Purabaya pada tahun 2020. Nilai MAPE yang didapatkan pada penelitian tersebut sebesar 5,46%.

2. KAJIAN LITERATUR

2.1 Kereta Api

Menurut Undang-Undang No.23 tahun 2007 tentang perkeretaapian adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas norma kriteria, sumber daya manusia, sarana, prasarana, prosedur, dan persyaratan untuk penyediaan transportasi kereta api. Kereta api merupakan kendaraan yang beroperasi di darat dengan tenaga uap, diesel, atau listrik yang bergerak di atas rel, terdiri dari kereta api barang dan penumpang. Tempat pemuatan dan penurunan penumpang atau pembongkaran barang pada pengangkutan kereta api disebut stasiun. Kereta api barang digunakan untuk mengangkut hasil tambang,

barang (kargo), pupuk, atau mengangkut peti kemas.

2.2 Analisis Runtun Waktu

Analisis runtun waktu adalah salah satu prosedur statistik untuk melakukan suatu pendugaan terhadap nilai pada masa yang akan datang menggunakan data pada masa lalu dari suatu variabel atau digunakan untuk menyusun perencanaan dari pendugaan suatu data beberapa periode selanjutnya. Analisis runtun waktu bertujuan menemukan pola dalam deret data historis dan pola tersebut dapat diterapkan ke masa yang akan datang (Makridakis *et al.*, 1999).

2.3 Stasioneritas

Stasioneritas pada data terjadi ketika pola data berada dalam keadaan konstan disekitar rata-rata dan variansi atau tidak terjadi kenaikan dan penurunan selama periode waktu tertentu. Data tidak stasioner terhadap rata-rata dapat dideteksi menggunakan plot runtun waktu, ACF, dan menggunakan uji Augmented Dickey-Fuller (ADF). Pengujian Augmented Dickey-Fuller sebagai berikut (Rosadi, 2012):

H_0 : Data tidak stasioner

H_1 : Data stasioner

Statistik uji:

$$t = \frac{\hat{\delta}}{sd(\hat{\delta})}$$

H_0 ditolak jika nilai $|t| > t_{\frac{\alpha}{2}, n-k}$ atau nilai $p < \alpha$ yang berarti data stasioner.

2.4 ACF dan PACF

Fungsi autokorelasi (ACF) adalah korelasi atau hubungan antar data pengamatan pada data runtun waktu. Pada korelasi, terjalin hubungan pada waktu yang sama dengan dua variabel berbeda. Sedangkan autokorelasi, terjalin hubungan dalam rentang waktu yang berbeda dengan variabel yang sama (Firdaus, 2004). ACF dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2}$$

dengan

$\hat{\rho}_k$: koefisien autokorelasi pada lag ke-k

Z_t : nilai variabel Z pada waktu ke-t

\bar{Z} : nilai rata-rata Z

n : banyak data

Fungsi autokorelasi parsial (PACF) digunakan untuk mengukur keeratan dari Z_t dan Z_{t+k} , apabila pengaruh lag 1, 2, ... dan seterusnya hingga k-1 dianggap tidak saling mempengaruhi (Makridakis *et al.*, 1999). Nilai dari PACF pada lag ke-k sebagai berikut (Wei, 2006):

$$\phi_{kk} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \dots & \rho_{k-2} & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \dots & \rho_{k-3} & \rho_{k-2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \dots & \rho_1 & \rho_k \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \dots & \rho_{k-2} & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \dots & \rho_{k-3} & \rho_{k-2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \dots & \rho_1 & 1 \end{vmatrix}}$$

2.5 SARIMA

SARIMA adalah pengembangan model ARIMA yang memiliki musiman pada data runtun waktu. Pola data yang memiliki tingkah gerak dalam suatu periode tertentu dan cenderung berulang disebut musiman. Model SARIMA terdiri dari bagian non-musiman dan musiman. Model SARIMA (p, d, q)(P, D, Q)^s dituliskan sebagai berikut (Wei, 2006):

$$\begin{aligned} \phi_p(B)\Phi_P(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Z_t \\ = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)\alpha_t \end{aligned}$$

dengan

$\phi_p(B)$: AR non-musiman

$\Phi_P(B^s)$: AR musiman

$(1-B)^d$: tingkat *differencing* non-musiman

$(1-B^s)^D$: tingkat *differencing* musiman

$\theta_q(B)$: MA non-musiman

$\Theta_Q(B^s)$: MA musiman

2.6 Signifikansi Parameter

Signifikansi parameter bertujuan untuk mengetahui kelayakan model sehingga dapat digunakan. Pengujian signifikansi parameter sebagai berikut:

H_0 : $\hat{\phi}, \hat{\Phi}, \hat{\theta}$ atau $\hat{\Theta} = 0$ (parameter pada model tidak signifikan)

H_1 : $\hat{\phi}, \hat{\Phi}, \hat{\theta}$ atau $\hat{\Theta} \neq 0$ (parameter pada model signifikan)

Statistik uji:

$$t = \frac{\hat{\phi}, \hat{\Phi}, \hat{\theta} \text{ atau } \hat{\Theta}}{sd(\hat{\phi}, \hat{\Phi}, \hat{\theta} \text{ atau } \hat{\Theta})}$$

H_0 ditolak jika nilai $|t| > t_{\frac{\alpha}{2}, (n-p-1)}$ atau nilai $p < \alpha$ yang berarti parameter pada model signifikan. p adalah banyak parameter.

2.7 Kecukupan Model

Kecukupan model meliputi tiga pengujian:

1. Uji *White Noise* Residu

Pengujian ini menggunakan uji Ljung-Box.

H_0 : $\rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$ (residu *white noise*)

H_1 : minimal ada satu nilai $\rho_i \neq 0$ (residu tidak *white noise*)

Statistik uji:

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^K (n-k)^{-1} \hat{\rho}_k^2$$

untuk $n > k$

dengan

K : banyak lag yang diuji

$\hat{\rho}_k$: autokorelasi residu lag ke-k

H_0 ditolak jika nilai $Q > \chi_{(\alpha, K-p)}^2$ atau nilai $p < \alpha$ yang berarti residu tidak *white noise*.

2. Uji Normalitas Residu

Pengujian ini menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov.

H_0 : $S(a_t) = F_0(a_t)$ untuk semua nilai a_t (residu berdistribusi normal)

H_1 : $S(a_t) \neq F_0(a_t)$ untuk beberapa kemungkinan nilai a_t (residu tidak berdistribusi normal)

Statistik uji:

$$D_{hitung} = \sup |S(a_t) - F_0(a_t)|$$

H_0 ditolak jika nilai $Q > D_{hitung} = D_{(\alpha, n)}$ atau nilai $p < \alpha$ yang berarti residu tidak berdistribusi normal.

3. Uji Homoskedastisitas Residu

Pengujian ini menggunakan uji *Lagrange Multiplier* (LM).

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2 = \sigma^2$ (tidak terdapat heteroskedastisitas pada residu)

$H_1 : \text{minimal ada satu nilai } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 \text{ dengan } i=1, 2, \dots, k \text{ (terdapat heteroskedastisitas pada residu)}$

Statistik uji:

$$LM = nR^2$$

dengan

R^2 : koefisien determinasi sampai lag ke-k

H_0 ditolak jika nilai $LM > \chi^2_{(\alpha,p)}$ atau nilai $p < \alpha$ yang berarti terdapat heteroskedastisitas pada residu.

2.8 Ketepatan Model

Dalam penelitian ini menggunakan nilai MAPE untuk menentukan model terbaik sehingga dapat digunakan untuk meramalkan data runtun waktu. Nilai MAPE yang semakin kecil menunjukkan bahwa model yang didapatkan semakin baik. Rumus MAPE sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right| \times 100\%$$

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data jumlah barang melalui transportasi kereta api di Indonesia. Data yang digunakan adalah data sekunder dari Badan Pusat Statistik (BPS) melalui website <https://www.bps.go.id>. Data yang digunakan sebanyak 134 data dari bulan Januari 2010 sampai Februari 2021. Data dibagi menjadi data *training* sebanyak 120 data dari bulan Januari 2010 sampai Desember 2019 dan data *testing* sebanyak 14 data dari bulan Januari 2020 sampai Februari 2021. Berikut langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan:

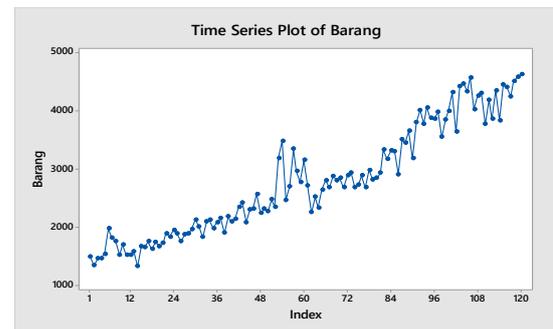
1. Membuat plot runtun waktu dan plot ACF serta melakukan uji stasioneritas

data untuk mengetahui data sudah stasioner terhadap rata-rata atau belum. Apabila data belum stasioner terhadap rata-rata maka harus dilakukan *differencing*.

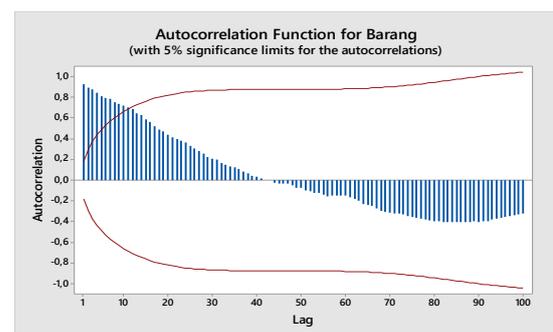
2. Mengidentifikasi model dari plot ACF dan PACF data yang sudah stasioner terhadap rata-rata (*differencing* non-musiman dan *differencing* musiman).
3. Melakukan uji signifikansi parameter terhadap beberapa model yang telah didapatkan.
4. Melakukan uji kecukupan model dari beberapa model yang telah memenuhi uji signifikansi parameter.
5. Melihat MAPE terkecil untuk mendapatkan model terbaik.
6. Meramalkan data menggunakan model SARIMA terbaik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Stasioneritas data jumlah barang melalui transportasi kereta api di Indonesia dapat dilihat dari Gambar 4.1, Gambar 4.2, dan melalui uji Augmented Dickey-Fuller (ADF).



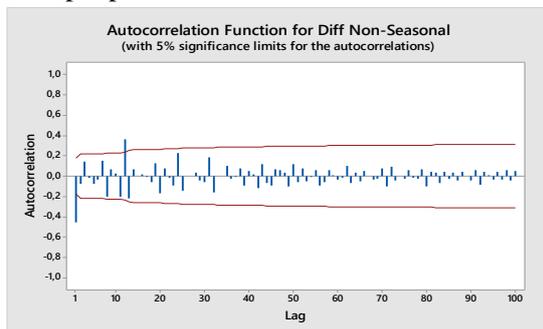
Gambar 4.1 Plot Data Runtun Waktu



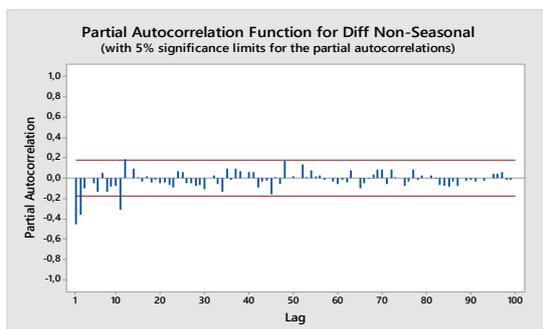
Gambar 4.2 Plot ACF data

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa plot data jumlah barang memiliki pola tren naik dan Gambar 4.2 menunjukkan bahwa plot meluruh secara perlahan mendekati nol (*dying down*), sehingga dapat disimpulkan bahwa data tidak stasioner karena mengandung tren. Dalam memperkuat dugaan maka dilakukan pengujian ADF. Diketahui nilai $p = 0,2033 > \alpha = 0,05$ maka dapat diartikan bahwa data tidak stasioner terhadap rata-rata. Perlu dilakukan *differencing* pada data agar stasioner terhadap rata-rata.

Setelah dilakukan *differencing* terhadap bagian non-musiman dan bagian musiman didapatkan plot ACF dan PACF seperti terdapat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.

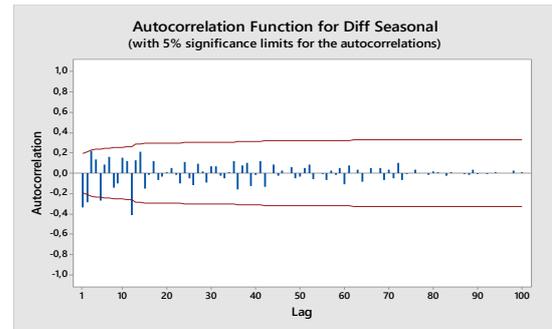


Gambar 4.3 Plot ACF *Differencing* Non-musiman

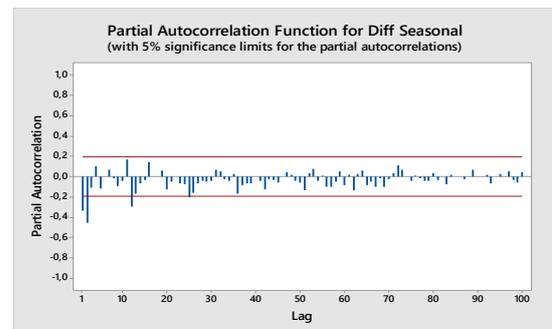


Gambar 4.4 Plot PACF *Differencing* Non-musiman

Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 menunjukkan bahwa pada lag ke-12 keluar pada selang kepercayaan, sehingga dapat dikatakan bahwa data memiliki pola musiman. Maka dari itu, perlu dilakukan *differencing* musiman yaitu 12 dengan plot ACF dan PACF yang dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6.

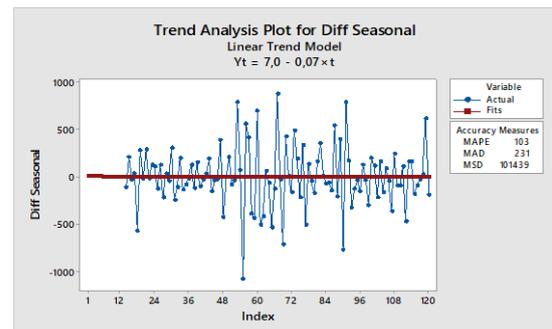


Gambar 4.5 Plot ACF *Differencing* Musiman



Gambar 4.6 Plot PACF *Differencing* Musiman

Setelah dilakukan *differencing* musiman dapat dilihat pada Gambar 4.7 bahwa data sudah stasioner terhadap rata-rata.



Gambar 4.7 Plot Data Stasioner Terhadap Rata-rata

Data yang sudah stasioner terhadap rata-rata, selanjutnya dilakukan identifikasi model SARIMA melalui pengecekan pola ACF dan PACF non-musiman dan musiman. Gambar 4.5 plot ACF *differencing* musiman keluar pada lag ke-1, 2, 3, 5, dan 12, serta Gambar 4.6 plot PACF *differencing* musiman keluar pada lag ke-1, 2, dan 12.

Didapatkan beberapa dugaan orde p , d , P , dan Q untuk data jumlah barang melalui

transportasi kereta api di Indonesia yaitu dari plot PACF diperoleh orde $p=1, 2$ dan $P=1$ serta dari plot ACF diperoleh orde $q=1, 2, 3, 5$ dan $Q=1$. Terdapat empat model dari beberapa dugaan model sementara yang lolos uji signifikansi parameter yaitu SARIMA (2, 1, 0)(1, 1, 0)¹², SARIMA (2, 1, 0)(0, 1, 1)¹², SARIMA (0, 1, 1)(1, 1, 0)¹², dan SARIMA (0, 1, 1)(0, 1, 1)¹².

Uji signifikansi parameter:

1. SARIMA (2, 1, 0)(1, 1, 0)¹²

Tabel 4.1 Estimasi Parameter Model SARIMA (2, 1, 0)(1, 1, 0)¹²

Parameter	t-stat	p	Kesimpulan
ϕ_1	-5,70	0,000	Signifikan
ϕ_2	-4,62	0,000	Signifikan
ϕ_1	-4,90	0,000	Signifikan

2. SARIMA (2, 1, 0)(0, 1, 1)¹²

Tabel 4.2 Estimasi Parameter Model SARIMA (2, 1, 0)(0, 1, 1)¹²

Parameter	t-stat	p	Kesimpulan
ϕ_1	-6,97	0,000	Signifikan
ϕ_2	-5,15	0,000	Signifikan
θ_1	9,32	0,000	Signifikan

3. SARIMA (0, 1, 1)(1, 1, 0)¹²

Tabel 4.3 Estimasi Parameter Model SARIMA (0, 1, 1)(1, 1, 0)¹²

Parameter	t-stat	p	Kesimpulan
θ_1	7,18	0,000	Signifikan
ϕ_1	-5,16	0,000	Signifikan

4. SARIMA (0, 1, 1)(0, 1, 1)¹²

Tabel 4.4 Estimasi Parameter Model SARIMA (0, 1, 1)(0, 1, 1)¹²

Parameter	t-stat	p	Kesimpulan
θ_1	9,33	0,000	Signifikan
θ_1	9,34	0,000	Signifikan

Tabel 4.1, Tabel 4.2, Tabel 4.3, dan Tabel 4.4 menunjukkan nilai $p < \alpha = 0,05$ maka dapat diartikan bahwa parameter pada model SARIMA tersebut signifikan.

Setelah didapatkan model yang lolos uji signifikansi parameter maka selanjutnya akan dilakukan uji kecukupan model sebagai berikut:

1. Uji *White Noise* Residu

Tabel 4.5 Uji *White Noise* Residu

Model	Q	p	<i>White Noise</i>
SARIMA(2, 1, 0)(1, 1, 0) ¹²	30,801	0,7141	Ya
SARIMA(2, 1, 0)(0, 1, 1) ¹²	28,73	0,8002	Ya
SARIMA(0, 1, 1)(1, 1, 0) ¹²	40,25	0,2876	Ya
SARIMA(0, 1, 1)(0, 1, 1) ¹²	38,542	0,3553	Ya

2. Uji Normalitas Residu

Tabel 4.6 Uji Normalitas Residu

Model	D	p	Normal
SARIMA(2, 1, 0)(1, 1, 0) ¹²	0,085	0,059	Ya
SARIMA(2, 1, 0)(0, 1, 1) ¹²	0,091	0,036	Tidak
SARIMA(0, 1, 1)(1, 1, 0) ¹²	0,085	0,054	Ya
SARIMA(0, 1, 1)(0, 1, 1) ¹²	0,093	0,032	Tidak

3. Uji Homoskedastisitas Residu

Tabel 4.7 Uji Homoskedastisitas Residu

Model	LM	p	Homoskedastisitas
SARIMA(2, 1, 0)(1, 1, 0) ¹²	7,521	0,821	Ya
SARIMA(2, 1, 0)(0, 1, 1) ¹²	19,16	0,085	Ya
SARIMA(0, 1, 1)(1, 1, 0) ¹²	17,805	0,122	Ya
SARIMA(0, 1, 1)(0, 1, 1) ¹²	22,387	0,033	Tidak

Terdapat dua model SARIMA yang lolos uji signifikansi parameter dan uji kecukupan model, yaitu SARIMA (2, 1, 0)(1, 1, 0)¹² dan SARIMA (0, 1, 1)(1, 1, 0)¹². Dua model SARIMA yang telah memenuhi semua uji akan dipilih model terbaik yang dapat dilihat pada Tabel 4.8 dengan menghitung nilai MAPE dari data *testing*.

Tabel 4.8 Nilai MAPE

Model	MAPE
SARIMA (2, 1, 0)(1, 1, 0) ¹²	7,96396%
SARIMA (0, 1, 1)(1, 1, 0) ¹²	7,93663%

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa model SARIMA yang memiliki nilai terkecil adalah SARIMA (0, 1, 1)(1, 1, 0)¹² dengan nilai MAPE sebesar 7,93663%.

Model SARIMA yang diperoleh untuk meramalkan jumlah barang melalui transportasi kereta api di Indonesia adalah model SARIMA (0, 1, 1)(1, 1, 0)¹² dengan model persamaan

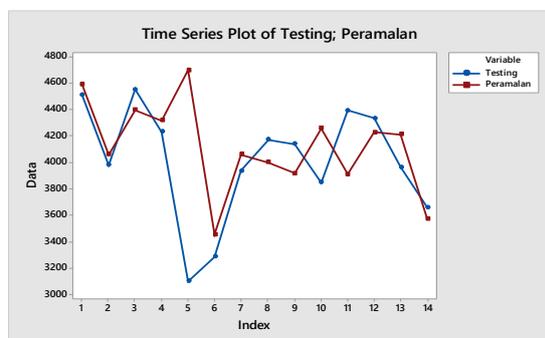
$$Z_t = Z_{t-1} + 1,398 Z_{t-12} + 0,602 Z_{t-13} - 0,398 Z_{t-25} + 0,5886a_{t-1} - a_t$$

Hasil peramalan untuk 10 bulan berikutnya yaitu dari bulan Maret sampai Desember 2021 dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Peramalan

No	Bulan	Peramalan (ribu ton)
1	Maret 2021	4112,47
2	April 2021	3786,29
3	Mei 2021	3294,69
4	Juni 2021	3198,68
5	Juli 2021	3828,38
6	Agustus 2021	3947,33
7	September 2021	3861,18
8	Oktober 2021	3787,90
9	November 2021	4139,84
10	Desember 2021	4117,44

Plot data *testing* dan hasil peramalan dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Plot Data *Testing* dan Peramalan

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan analisis data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa model terbaik untuk meramalkan

jumlah barang melalui transportasi kereta api di Indonesia adalah SARIMA (0, 1, 1)(1, 1, 0)¹² dengan nilai MAPE sebesar 7,93663%.
Persamaan model SARIMA

$$Z_t = Z_{t-1} + 1,398 Z_{t-12} + 0,602 Z_{t-13} - 0,398 Z_{t-25} + 0,5886a_{t-1} - a_t$$

Diperkirakan jumlah barang paling banyak terjadi pada bulan November 2021 sebanyak 4139,84 ribu ton dan jumlah barang paling sedikit terjadi pada bulan Juni 2021 sebanyak 3198,68 ribu ton.

6. REFERENSI

- Atmaja, L. 1997. *Statistika untuk Bisnis dan Ekonomi*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Firdaus, M. 2004. *Ekonometrika Suatu Pendekatan Aplikatif*. PT Bumi Aksara, Jakarta.
- Makridakis, S., Wheelwright, S., & McGee. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi Kedua*. Erlangga, Jakarta.
- Rosadi, D. 2012. *Ekonometri dan Analisis Runtun Waktu Terapan dengan Eviews*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Tsay, R. 2000. Time Series and Forecasting: Brief History and Future Research. *Journal of the American Statistical Association*, 638-643.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 tentang *Perkeretaapian*. 2007. Jakarta.
- Utomo, P., & Fanani, A. 2020. Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api di Indonesia Menggunakan Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA). *Jurnal Mahasiswa Matematika ALGEBRA*, 169-178.
- Wati, D. F. 2020. *Peramalan Jumlah Penumpang Keberangkatan Bus di Terminal Purabaya Menggunakan Metode SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving*

Average). Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya.

Wei, W. 2006. *Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Methods*. Addison Wesley Publishing Company, Canada.