

Available online at <http://journal.stkip-andi-matappa.ac.id/index.php/histogram/index>

Histogram : Jurnal Pendidikan Matematika 6(2), 2022, 311-328

MODEL SEASONAL ARIMA BOX-JENKINS DALAM PERAMALAN PENJUALAN SURAT KABAR HARIAN SERAMBI INDONESIA

Fitriana AR^{1*}, Latifah Rahayu Siregar², Raihan Andriani³

^{1,2,3} Jurusan Statistika, FMIPA, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

* Corresponding Author. Email: fithriana.ar@fmipa.unsyiah.ac.id

Received: 08 Juni 2022; Revised: 15 Agustus 2022 ; Accepted: 30 September 2022

ABSTRAK

Peramalan penjualan merupakan hal yang lumrah dilakukan dalam era persaingan global yang tinggi saat ini. Di dunia industri informasi, industri penyebaran berita marak didistribusikan dengan berita digital. PT. Aceh Grafika masih memproduksi surat kabar cetak yaitu harian Serambi Indonesia. Perusahaan ini ingin mendapatkan model peramalan penjualan surat kabar Serambi Indonesia untuk dasar produksidi periode-periode selanjutnya. Metode time series yang dapat digunakan untuk meramalkan penjualan salah satunya adalah model Seasonal ARIMA Box-Jenkins atau yang lebih dikenal dengan metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA). Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia dari tanggal 1 Januari 2021 hingga 31 Desember 2021. Tujuan penelitian ini yaitu memperoleh model peramalan terbaik dari data penjualan surat kabar harian dan memperoleh hasil peramalan penjualan surat kabar harian untuk bulan Januari hingga Maret tahun 2022. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah model SARIMA terbaik untuk meramalkan penjualan surat kabar harian yaitu $ARIMA(0,1,1)(0,1,1)^7$. Secara keseluruhan penjualan surat kabar harian mengalami peningkatan pada Minggu pertama bulan Januari dan kembali mengalami penurunan pada Minggu akhir bulan Maret. Nilai rata-rata peramalan penjualan surat kabar harian untuk bulan Januari hingga Maret tahun 2022 berkisaran 8.762 oplah per hari.

Kata Kunci: Deret Waktu, SARIMA, Serambi Indonesia

ABSTRACT

The high competitiveness between digital news and newspapers resulted in fluctuations in newspaper sales tend to decrease, based on this PT. Aceh Media Graphics wants to know the sales of the Serambi Indonesia daily newspaper in the next time period. One of the time series methods that can be used to predict newspaper sales is the Seasonal ARIMA Box-Jenkins or better known as the Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) method. The data used in this study is data on sales of Serambi Indonesia daily newspapers from January 1, 2021 to December 31, 2021. The purpose of this study is to obtain the best forecasting model from newspaper sales data and obtain newspaper sales forecasts for January to March 2022. The results obtained in this study are the best SARIMA model for forecasting daily newspaper sales, namely $ARIMA(0,1,1)(0,1,1)^7$. Overall daily newspaper sales increased on the first Sunday of January and again decreased on the last Sunday of March. The average daily newspaper sales

Copyright© 2020, THE AUTHOR (S). This article distributed under the CC-BY-SA-license.



forecast for January to March 2022 is around 8.762 oplah a day.

Keywords: *Time Series, SARIMA, Serambi Indonesia*

How to Cite:

(A, Rahayu, & Andriani, 2022) A, F., Rahayu, L., & Andriani, R. (2022). MODEL SEASONAL ARIMA BOX-JENKINS DALAM PERAMALAN PENJUALAN SURAT KABAR HARIAN SERAMBI INDONESIA. *Histogram: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 312-332.

I. PENDAHULUAN

Informasi adalah suatu kebutuhan dalam kehidupan manusia yang dianggap penting. Informasi dibutuhkan oleh seseorang untuk pekerjaan, penelitian, pendidikan dan lain-lain. Seseorang dapat memenuhi kebutuhan informasi melalui berbagai media seperti media cetak, media elektronik dan media *online*. Surat kabar harian termasuk salah satu sumber informasi yang paling diminati oleh masyarakat.

Seiring dengan peningkatan kebutuhan masyarakat terhadap informasi, terjadi persaingan antara sesama perusahaan yang bergerak dalam memproduksi surat kabar harian. Semakin pesatnya persaingan sesama perusahaan surat kabar harian, maka perusahaan dituntut untuk memproduksi surat kabar harian yang berkualitas. Kualitas surat kabar harian akan terlihat pada terpenuhinya atau tidaknya kebutuhan pelanggan terhadap informasi yang dibutuhkan.

Salah satu perusahaan percetakan di Aceh yang memproduksi surat kabar harian adalah PT. Aceh Media Grafika. Surat kabar harian Serambi Indonesia merupakan salah satu produk yang diterbitkan oleh perusahaan ini. Tidak sedikit pelanggan surat kabar di Kota Banda Aceh berlangganan surat kabar harian Serambi Indonesia dalam jangka waktu yang panjang. Namun, seiring berkembangnya era digital, surat kabar harian kian bergeser ke media massa yang lebih modern. Hal tersebut membuat peminat surat kabar harian semakin menurun.

Penurunan minat pelanggan terhadap surat kabar harian menyulitkan perusahaan dalam menentukan jumlah surat kabar yang harus dicetak per hari guna menghindari kerugian. Pihak perusahaan perlu mengetahui perkembangan penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia pada periode waktu berikutnya. Untuk mengetahui hal tersebut, dapat dilakukan peramalan penjualan surat kabar harian. Peramalan adalah suatu teknik untuk memprediksi data kejadian di masa yang akan datang berdasarkan kejadian di masa lalu, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Peramalan dianggap cukup penting dalam perencanaan produksi surat kabar harian, pihak perusahaan dapat menggunakan hasil peramalan sebagai acuan atau strategi yang akan diterapkan jika terjadi kenaikan atau

penurunan penjualan.

Data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia menunjukkan adanya indikasi unsur musiman mingguan. Hal tersebut diketahui berdasarkan fluktuasi penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia cenderung menurun pada hari-hari tertentu seperti hari Jumat, Sabtu, dan Minggu. Berdasarkan plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan plot *Partial Autocorrelation Function* (PACF) garis lag signifikan pada lag tertentu dan terus mengalami pengulangan. Peristiwa seperti ini menunjukkan bahwa pada data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia terindikasi mengandung unsur musiman.

Metode peramalan data *time series* yang dapat digunakan untuk meramalkan jumlah penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia per hari adalah *Seasonal ARIMA* Box-Jenkins. Menurut Makridakis (1999), salah satu metode analisis *time series* yang mempertimbangkan unsur musiman pada data adalah *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA). Metode SARIMA merupakan kombinasi antara model non musiman dan musiman. Model non musiman dibentuk dari model ARIMA Box-Jenkins.

II. METODE PENELITIAN

A. Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari PT. Aceh Media Grafika Aceh Besar, yaitu data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia per hari dari tanggal 1 Januari hingga 31 Desember 2021. Berikut merupakan tabel keterangan lengkap mengenai data yang digunakan dalam penelitian ini:

Tabel 1. Keterangan data

No	Variabel	Penjualan Surat Kabar Harian Serambi Indonesia
1	Satuan Penjualan Surat Kabar Harian	Oplah
2	Skala Pengukuran	Rasio
3	Jumlah Observasi yang tersedia	346 hari
4	Jumlah Observasi yang hilang	19 hari
5	Total seluruh observasi dalam satu tahun	365 hari

B. Tahap pelaksanaan /Rancangan Penelitian

Pada data yang mengandung unsur musiman, dapat diterapkan metode yang telah dikembangkan oleh Box dan Jenkins. *Seasonal ARIMA* Box-Jenkins atau yang lebih

dikenal dengan sebutan SARIMA adalah metode pengembangan dari model ARIMA Box-Jenkins untuk menyelesaikan data *time series* yang mengandung unsur musiman. Prosedur yang dilakukan pada ARIMA Box-Jenkins sama dengan *Seasonal* ARIMA Box-Jenkins. Perbedaannya hanyalah pada proses *differencing* dan identifikasi perilaku ACF dan PACF data deret waktu yang mengandung unsur musiman [2].

Bentuk umum dari proses *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) dapat ditulis sebagai berikut [3]:

$$\phi_p(B) \Phi_P(B^s) W_t = \theta_q(B) \Theta_Q(B^s) \varepsilon_t$$

Keterangan:

- Y_t : observasi deret stasioner pada waktu ke- t
- s : panjang periode musiman
- d : *differencing* order non musiman
- D : *differencing* order musiman

Software yang digunakan dalam penelitian ini yaitu R 3.6.1. Adapun prosedur analisis data yang dilakukan sebagai berikut:

1. Pemeriksaan data hilang serta melakukan imputasi data menggunakan imputasi interpolasi.
2. Melakukan pengujian stasioneritas, dengan mengamati plot ACF dan PACF [1]. Pengujian stasioneritas secara perhitungan statistik akan dilakukan menggunakan uji *Box-Cox* untuk menguji stasioneritas terhadap varians. Jika data belum stasioner maka akan dilakukan transformasi *Box-Cox*. Uji *Augmented Dickey- Fuller* (ADF) digunakan untuk menguji stasioneritas terhadap mean. Jika pada data menunjukkan kondisi data belum stasioner terhadap mean maka dilakukan *differencing*.
3. *Differencing* dilakukan pada data asli atau yang disebut dengan pembedaan reguler pertama. Selanjutnya dilakukan pembedaan musiman (*Seasonal differencing*).
4. Melakukan pendugaan model tentatif melalui plot ACF dan PACF pada data yang sudah stasioner.
5. Melakukan estimasi parameter pada model penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia menggunakan uji t , hal ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan parameter yang tersusun dalam model.
6. Melakukan diagnostik model menggunakan uji statistik *Ljung-Box* p untuk mengetahui apakah model telah memenuhi asumsi white noise dan melakukan uji

normalitas residual menggunakan QQ plot. Tujuan dilakukan uji diagnostik model adalah untuk memastikan model sudah baik digunakan dalam melakukan peramalan.

- Memilih model terbaik berdasarkan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC). Berikut adalah rumus untuk menghitung nilai AIC [6]:

$$AIC(m) = n \ln \hat{\sigma}^2_{\alpha} + 2m$$

Keterangan:

m : banyak parameter dugaan

n : banyak observasi

$\hat{\sigma}^2_{\alpha}$: nilai varians observasi

Pada keakuratan model akan dilihat nilai MASE, dan MAPE terkecil

- Setelah memperoleh model SARIMA terbaik, langkah selanjutnya yaitu melakukan peramalan penjualan surat kabar harian untuk bulan Januari hingga Maret tahun 2022.

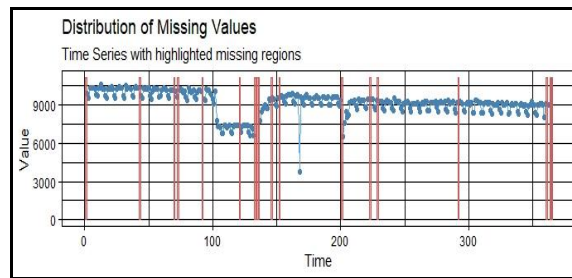
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia mulai tanggal 1 Januari 2021 hingga 31 Desember 2021 diperoleh dari PT. Aceh Media Grafika. Analisis awal yang dilakukan yaitu melakukan analisis deskriptif untuk memperoleh gambaran data penjualan surat kabar harian. Berikut adalah Ringkasan statistik data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia sebelum imputasi data dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Ringkasan statistik data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia

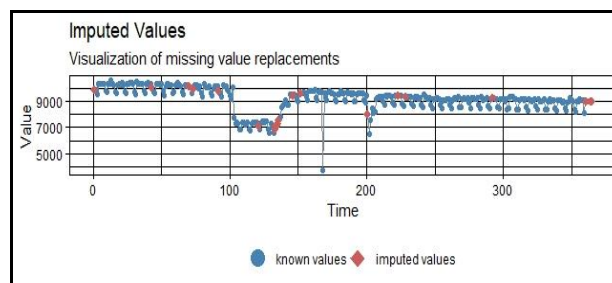
Ringkasan Statistik	
Penjualan Surat kabar harian Serambi Indonesia (Oplah)	
Jumlah Data	346
Data Hilang	19
Minimum	3.718
Maksimum	10.606
Q ₁	8.951
Median	9.236
Mean	9.180
Q ₃	9.714

Visualisasi plot data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia sebelum dilakukannya imputasi adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Visualisasi plot data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia sebelum dilakukannya imputasi data

Visualisasi plot data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia setelah dilakukan imputasi data menggunakan nilai interpolasi dari library impute TS:



Gambar 2. Visualisasi plot data penjualan surat kabar setelah dilakukannya imputasi data

Setelah dilakukan imputasi data, wilayah yang sebelumnya bergaris merah telah diisi dengan titik berbentuk belah ketupat berwarna merah sebagai simbol dari nilai interpolasi. Titik berbentuk belah ketupat berwarna merah tersebut menunjukkan pola penyebaran data mengikuti distribusi penyebaran data penjualan surat kabar sebelumnya dengan baik. Berikut adalah ringkasan statistik setelah dilakukan imputasi data:

Tabel 3. Ringkasan statistik data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia setelah imputasi dan *cleaning* data

Ringkasan Statistik Penjualan Surat kabar harian Setelah Imputasi Data (Oplah)	
Jumlah Data	365
Minimum	6.793
Maksimum	10.606
Q ₁	8.946
Median	9.236
Mean	9.184
Q ₃	9.715

Jumlah penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia minimum yaitu 6.793 oplah, nilai minimum penjualan surat kabar harian Serambi sebelum dan sesudah dilakukan imputasi berbeda. Pada proses cleaning data, dilakukan pengecekan terhadap nilai *outlier* yang terkandung dalam data. Jika pada data terdapat nilai *outlier* maka dilakukan pergantian nilai data menggunakan nilai tengah.

Jumlah penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia maksimum per hari yaitu 10.606 oplah. 25% dari penjualan surat kabar harian Serambi berada dibawah 8.946 oplah dengan nilai median penjualan surat kabar harian yaitu 9.236 oplah. Rata-rata penjualan surat kabar harian mulai dari 1 Januari 2021 hingga 31 Desember 2021 yaitu 9.184 oplah. 75% dari jumlah penjualan surat kabar harian berada diatas 9.715 oplah.

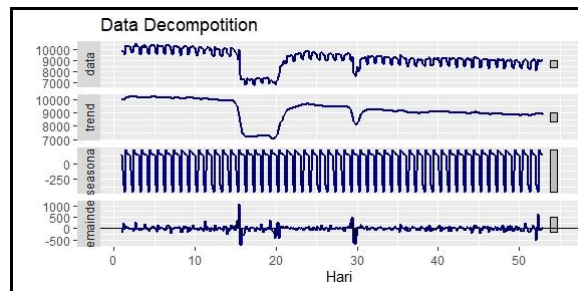
A. Plot Time Series

Pergerakan data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia dapat dilihat pada gambar berikut:



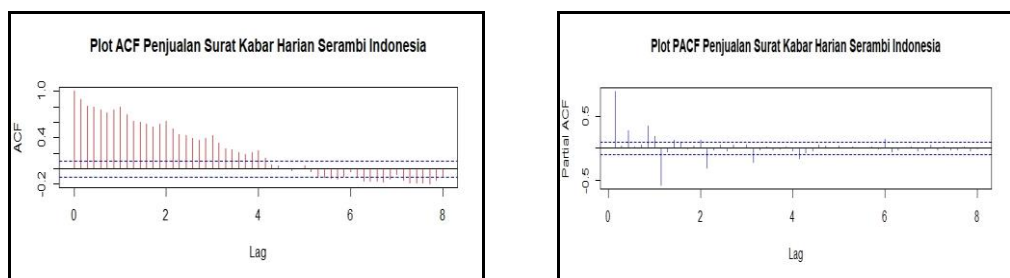
Gambar 3. Pergerakan data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia

Gambar di atas menunjukkan pada data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia cenderung menurun setiap harinya. Selain itu diketahui juga bahwa, distribusi penyebaran data penjualan surat kabar harian Serambi terdapat pengulangan pola pada periode waktu tertentu. Untuk melihat lebih jelas terkait unsur musiman yang terkandung dalam data, maka dilakukan pemisahan komponen-komponen penyusun dasar data time series yaitu *trend*, *seasonal*, dan *cyclic*. Plot data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia setelah dilakukan pemisahan komponen time series dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. Plot data setelah dilakukan pemisahan komponen *time series*

Berdasarkan Gambar di atas diketahui bahwa data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia terdapat unsur musiman. Jumlah periode musiman yang terkandung dalam data dapat diketahui melalui plot Autocorrelation Function (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF). Berikut adalah plot ACF dan PACF data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 5. Plot ACF dan PACF data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia

Plot ACF dan PACF memperlihatkan garis lag signifikan pada periode tertentu. Peristiwa seperti ini mengidentifikasi adanya unsur musiman pada data, serta menunjukkan varians yang tidak homogen. Jumlah periode per musiman tidak dapat ditentukan berdasarkan plot ACF dan PACF pada data yang belum stasioner. Untuk mengetahui jumlah periode musiman per musim pada data penjualan surat kabar dilakukan stasioneritas data terlebih dahulu.

B. Metode *Seasonal ARIMA Box-Jenkins (SARIMA)*

1. Uji Stasioneritas

Berikut adalah hasil pengujian stasioneritas terhadap varians dan mean pada data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia:

Tabel 4. Pengujian stasioneritas data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia

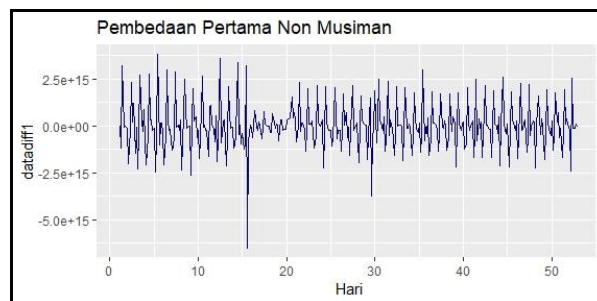
Uji Stasioneritas	Lambda & P-Value	Kriteria	Kesimpulan
		Stasioner jika nilai lambda	
Terhadap varians	1,999	mendekati atau sama dengan 1	Tidak Stasioner
Terhadap mean	0,241	Stasioner jika $p\text{-value} < \alpha$	Tidak Stasioner

Hasil pengujian stasioner data terhadap varians diperoleh nilai lambda mendekati 2. Maka dapat disimpulkan data tidak stasioner terhadap varians dan perlu dilakukan transformasi *Box-Cox*. Hasil pengujian stasioneritas terhadap *mean* diperoleh hasil $P\text{-value} > \alpha$ yaitu $0,241 > (\alpha=0,05)$. Hal ini juga menunjukkan data tidak stasioner terhadap mean dan perlu dilakukan differencing. Berikut adalah hasil pengujian stasioneritas data penjualan surat kabar setelah dilakukan proses transformasi *Box-Cox* dan *differencing* dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 5. Hasil pengujian stasioneritas terhadap varians dan *mean* setelah dilakukan transformasi *Box-Cox* dan *differencing*

Uji Stasioneritas	Lambda & P-Value	Kriteria	Kesimpulan
		stasioner jika nilai lambda	
Terhadap Varians	1,08	mendekati atau sama dengan 1	Stasioner
Terhadap Mean	0,01	stasioner jika $p\text{-value} < \alpha$	Stasioner

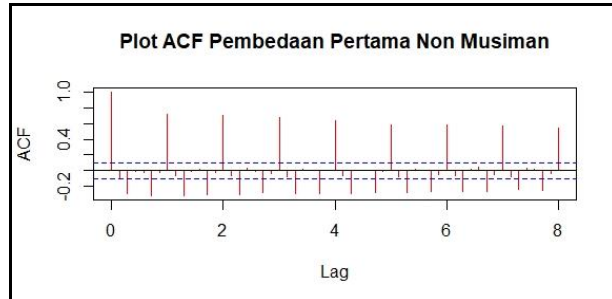
Berikut adalah visualisasi data setelah dilakukan differencing satu kali ($d=1$) pada data non musiman dapat dilihat pada Gambar 6:



Gambar 6. Penyebaran data setelah dilakukan *differencing* non musiman

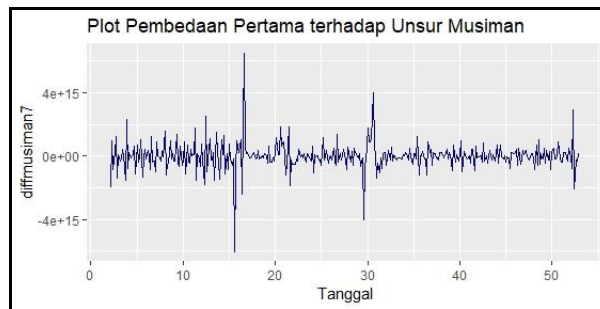
Gambar 6 menunjukkan kondisi data masih terdapat puncak dan lembah pada periode tertentu. Untuk memastikan hal tersebut maka dilakukan visualisasi data

menggunakan plot *Autocorrelation Function* (ACF) pada data yang sebelumnya sudah dilakukan *differencing* non musiman satu kali ($d=1$) sebagai berikut:



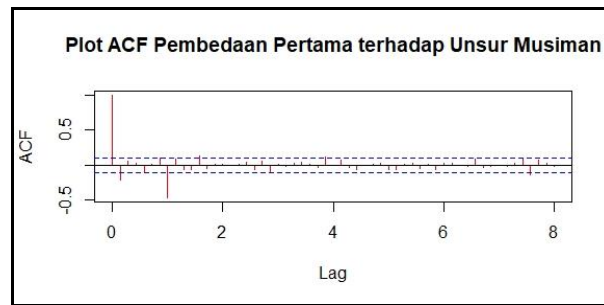
Gambar 7. Penyebaran data setelah dilakukan *differencing* non musiman berdasarkan plot ACF

Gambar 7 menunjukkan bahwa data belum stasioner terhadap unsur musiman yaitu musiman mingguan. Maka pada langkah selanjutnya perlu dilakukan *differencing* terhadap perbedaan musiman mingguan. Berikut adalah bentuk penyebaran data setelah dilakukan differencing satu kali ($D=1$) pada periode musiman yaitu $S = 7$.



Gambar 8. Penyebaran data setelah dilakukan *differencing* musiman

Pada Gambar 4.8 penyebaran data telah menunjukkan kondisi stasioner terhadap *mean*. Penyebaran data telah berada di sekitaran rata-rata dan memiliki nilai varians yang konstan. Hal ini terjadi setelah dilakukan differencing satu kali ($D=1$) pada periode musiman yaitu $S=7$. Untuk memastikan data telah stasioner maka dilakukan visualisasi kembali pada data menggunakan plot *Autocorrelation Function* (ACF).



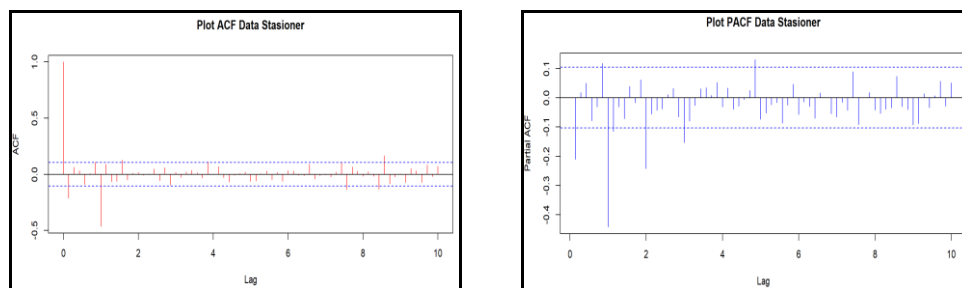
Gambar 9. Penyebaran data setelah dilakukan *differencing* musiman berdasarkan plot ACF

Berdasarkan plot tersebut diperoleh bahwa terdapat 1 jarum (*lag*) bernilai positif yang terpotong di garis signifikan (garis warna biru putus-putus) pada *lag* 1. Kondisi data sudah menunjukkan kondisi stasioner. Garis *lag* musiman yang sebelumnya signifikan pada kelipatan 7, kini sudah menunjukkan kondisi *cut off*. Setelah data stasioner terhadap varians dan *mean* maka, tahapan analisis data selanjutnya yaitu identifikasi model tentatif dapat dilanjutkan.

2. Identifikasi Model Tentatif

Identifikasi model tentatif (pendugaan model sementara) adalah tahapan menduga order parameter model yang terbentuk berdasarkan plot ACF dan PACF pada data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia yang sudah stasioner terhadap varians dan mean.

Berikut adalah plot ACF dan PACF pada data surat kabar harian Serambi Indonesia setelah dilakukan stasioneritas data terhadap varians dan rata-rata.



Gambar 10. Plot ACF dan PACF setelah dilakukan stasioneritas pada data

Berdasarkan Gambar 10 diketahui bahwa plot ACF menurun secara drastis (*Cut off*) setelah *lag* 1. Sedangkan pada plot PACF menurun secara lambat (*dies down*). Berdasarkan kriteria non musiman pada Tabel 2.3 maka model yang terbentuk adalah model *Moving Average* (MA) dengan orde q setelah differencing satu kali $d(1)$. Pada

penentuan model musiman Plot ACF menurun secara drastis (*Cut off*), sedangkan pada plot PACF menurun secara lambat (*dies down*) menuju nol. Berdasarkan kriteria Tabel 2.4 model yang terbentuk adalah *Seasonal Moving Average* (SMA) dengan Q setelah *differencing* satu kali D(1). Dugaan sementara model yang terbentuk adalah ARIMA (0,1,1)(0,1,1)⁷.

3. Estimasi dan Signifikansi Parameter Model SARIMA

Pada penelitian ini estimasi model SARIMA dilakukan dengan uji coba setiap order secara manual namun, tetap memperhatikan pola plot ACF dan PACF data stasioner. Adapun dugaan sementara model SARIMA untuk data penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia yaitu:

Tabel 7. Dugaan sementara model SARIMA

Dugaan Sementara Model SARIMA Pada Data Penjualan Surat Kabar Harian Serambi Indonesia		
ARIMA(1,1,1)(1,1,1) ⁷	ARIMA(0,1,0)(0,1,1) ⁷	ARIMA(0,1,1)(1,0,0) ⁷
ARIMA(0,1,1)(0,0,1) ⁷	ARIMA(0,1,1)(1,1,0) ⁷	ARIMA(1,1,0)(0,1,1) ⁷
ARIMA(2,1,0)(0,1,0) ⁷	ARIMA(2,1,0)(0,1,2) ⁷	ARIMA(0,1,2)(2,1,0) ⁷
ARIMA(1,1,0)(2,1,0) ⁷	ARIMA(2,1,0)(1,1,0) ⁷	ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ⁷

Berdasarkan Tabel 7 dari semua model yang telah dibentuk tersebut akan dilakukan uji signifikansi parameter dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \phi = 0 \text{ (parameter model tidak signifikan)}$$

$$H_1 : \phi \neq 0 \text{ (parameter model signifikan)}$$

Hasil uji signifikansi parameter model secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 4. Berikut adalah hasil uji signifikansi parameter pada model:

Tabel 8. Uji signifikansi parameter pada semua model

No.	Parameter	Estimasi	P-value
Model ARIMA(1,1,1)(1,1,1) ⁷			
1.	AR(1) ϕ_1	-0,109011	0,80866
	MA(1) θ_1	-0,079687	0,86117
	SAR(1) Φ_1	0,118322	0,09507
	SMA(1) θ_1	-0,932674	$< 2 \times 10^{-16}$ *
2.	Model ARIMA(0,1,0)(0,1,1) ⁷		

	SMA(1) θ_1	-0,888957	$2,2 \times 10^{-16}$	*
Model ARIMA(0,1,1)(1,0,0) ⁷				
3.	MA(1) θ_1	-0,204779	$7,129 \times 10^{-5}$	*
	SAR(1) Φ_1	0,737762	$2,2 \times 10^{-16}$	*
Model ARIMA(0,1,1)(0,0,1) ⁷				
4.	MA(1) θ_1	-0,228915	0,000652	*
	SMA(1) θ_1	0,488235	$2,2 \times 10^{-16}$	*
Model ARIMA(0,1,1)(1,1,0) ⁷				
5.	MA(1) θ_1	-0,195511	0,0001327	*
	SAR(1) Φ_1	-0,491280	$2,2 \times 10^{-16}$	*
Model ARIMA(1,1,0)(0,1,1) ⁷				
6.	AR(1) ϕ_1	-0,184223	0,0005192	*
	SMA(1) θ_1	-0,865586	$2,2 \times 10^{-16}$	*
Model ARIMA(2,1,0)(0,1,0) ⁷				
7.	AR(1) ϕ_1	-0,209016	$8,52 \times 10^{-5}$	*
	AR(2) ϕ_2	0,018827	0,7235	
Model ARIMA(2,1,0)(0,1,2) ⁷				
	AR(1) ϕ_1	-0,187022	0,0004869	*
8.	AR(2) ϕ_2	-0,011202	0,8338207	
	SMA(1) θ_1	-0,825894	$2,2 \times 10^{-16}$	*
	SMA(2) θ_2	-0,080631	0,1673145	
Model ARIMA(0,1,2)(2,1,0) ⁷				
	MA(1) θ_1	-0,191908	0,0003108	*
9.	MA(2) θ_2	0,019980	0,7196644	
	SAR(1) Φ_1	-0,637407	$2,2 \times 10^{-16}$	*
	SAR(2) Φ_2	-0,296291	$1,819 \times 10^{-8}$	*
Model ARIMA(1,1,0)(2,1,0) ⁷				
10.	AR(1) ϕ_1	-0,192661	0,0002532	*
	SAR(1) Φ_1	-0,636726	$2,2 \times 10^{-16}$	*
	SAR(2) Φ_2	-0,295316	$1,989 \times 10^{-8}$	*
11.	Model ARIMA(2,1,0)(1,1,0) ⁷			

	AR(1) ϕ_1	-0,200875	0,00017	*
	AR(2) ϕ_2	0,014558	0,78523	
	SAR(1) Φ_1	-0,489699	2×10^{-16}	*
Model ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ⁷				
12.	MA(1) θ_1	-0,188112	0,0004379	*
	SMA(1) θ_1	-0,868861	$2,2 \times 10^{-16}$	*

*signifikan pada $\alpha = 0,05$ (Parameter berpengaruh signifikan terhadap model)

Berdasarkan Tabel 8 diketahui bahwa ada beberapa model Seasonal ARIMA Box-Jenkins memperoleh p-value $> \alpha$ dengan taraf nyata 5% atau 0,05. Maka dapat diputuskan tidak dapat menolak H_0 . Sehingga dapat disimpulkan pada lima model *Seasonal ARIMA* Box-Jenkins yaitu ARIMA(1,1,1)(1,1,1)⁷, ARIMA(2,1,0)(0,1,0)⁷, ARIMA(2,1,0)(0,1,2)⁷, ARIMA(0,1,2)(2,1,0)⁷, dan ARIMA(2,1,0)(1,1,0)⁷ terdapat parameter yang tidak signifikan dalam model. Pada tahapan analisis data selanjutnya lima model tersebut tidak dilanjutkan pada tahapan analisis selanjutnya. Model Seasonal ARIMA Box-Jenkins yang tersusun dari parameter-parameter signifikan saja yang akan dilakukan pengujian selanjutnya yaitu diagnostik model untuk memperoleh model peramalan terbaik.

C. Diagnostik Model

Diagnostik model adalah langkah selanjutnya yang harus dilakukan setelah identifikasi model. Langkah ini dilakukan untuk menguji validitas model yang meliputi uji autokorelasi antar galat (*white noise*) dan uji normalitas galat.

1. Uji White Noise

Model-model yang tersusun dari parameter signifikan selanjutnya dilakukan diagnostik model untuk mengetahui apakah pada galat terdapat autokorelasi atau pada model bersifat *white noise*. Uji *white noise* dilakukan dengan *Ljung-Box test* [7]. Berikut adalah hipotesis dari uji *white noise*:

$$H_0 : \hat{\rho}_k = 0 \text{ (tidak terdapat autokorelasi antar galat)}$$

$$H_1 : \hat{\rho}_k \neq 0 \text{ (terdapat autokorelasi antar galat)}$$

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

Keterangan:

n : banyaknya data observasi

K : lag maksimum

$\hat{\rho}_k$: autokorelasi residual pada lag ke $-k$, dengan $k = 1, 2, \dots, K$.

Dengan kriteria keputusan penolakan H_0 , jika P – value $< \alpha$ (0,05)

Adapun hasil pengujian *white noise* sebagai berikut:

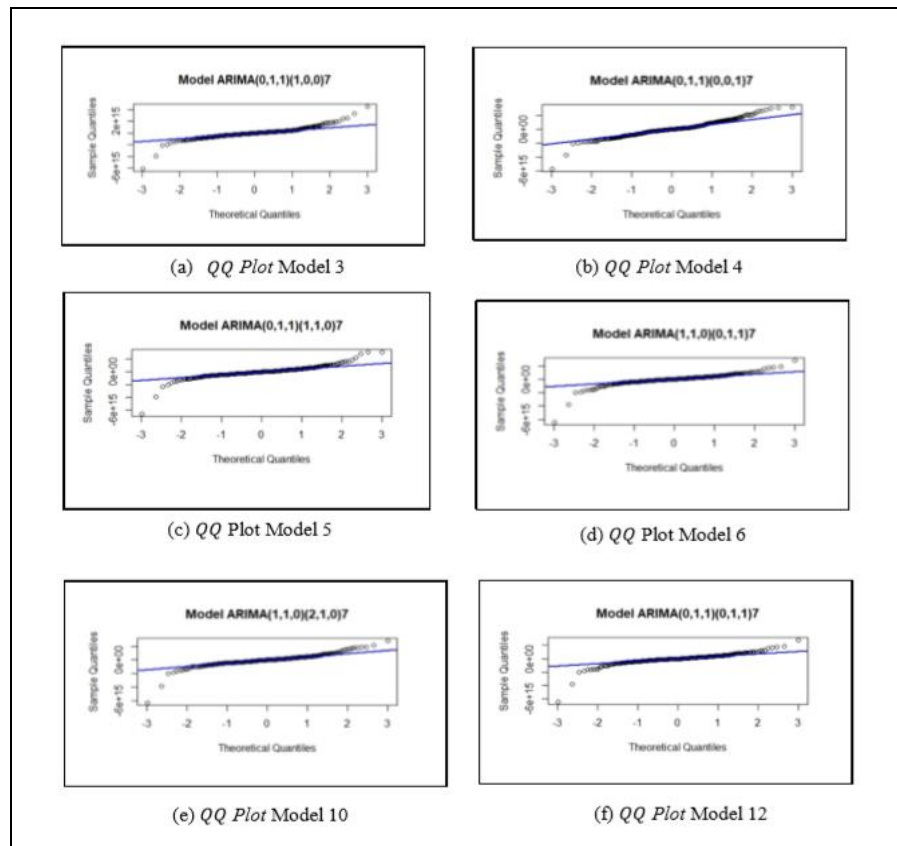
Tabel 9. Uji *white noise* semua model

No.	Model SARIMA	<i>P-value</i>
1.	ARIMA(0,1,0)(0,1,1) ⁷	0,000
2.	ARIMA(0,1,1)(1,0,0) ⁷	0,996
3.	ARIMA(0,1,1)(0,0,1) ⁷	0,398
4.	ARIMA(0,1,1)(1,1,0) ⁷	0,933
5.	ARIMA(1,1,0)(0,1,1) ⁷	0,995
6.	ARIMA(1,1,0)(2,1,0) ⁷	0,926
7.	ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ⁷	0,957

Berdasarkan Tabel 9 menunjukkan hasil uji *white noise* memperoleh nilai *p-value* $> \alpha$ (0,05) pada semua model kecuali pada model ARIMA(0,1,0)(0,1,1)⁷. Dapat disimpulkan semua model memenuhi asumsi *white noise* kecuali pada model ARIMA(0,1,0)(0,1,1)⁷. Pada tahapan analisis selanjutnya enam model SARIMA yaitu ARIMA(0,1,1)(1,0,0)⁷, ARIMA(0,1,1)(0,0,1)⁷, ARIMA(0,1,1)(1,1,0)⁷, ARIMA(1,1,0)(0,1,1)⁷, ARIMA(1,1,0)(2,1,0)⁷ dan ARIMA(0,1,1)(0,1,1)⁷ dilanjutkan pada tahapan analisis selanjutnya yaitu uji normalitas residual pada model.

2. Uji Normalitas Residual

Tahapan diagnostik model selanjutnya yaitu menguji normalitas residual pada enam model yang sebelumnya memenuhi asumsi *white noise* yaitu ARIMA(0,1,1)(1,0,0)⁷, ARIMA(0,1,1)(0,0,1)⁷, ARIMA(0,1,1)(1,1,0)⁷, ARIMA(1,1,0)(0,1,1)⁷, ARIMA(1,1,0)(2,1,0)⁷, dan ARIMA(0,1,1)(0,1,1)⁷. *QQ* plot untuk ke-enam model adalah:



Gambar 11. Uji normalitas residual model menggunakan Q-Q Plot

Berdasarkan Gambar 4.11, (a) *QQ* plot model 3, (b) *QQ* plot model 4, (c) *QQ* plot model 5, (d) *QQ* plot model 6, (e) *QQ* plot model 10, dan (f) *QQ* plot model 12 menunjukkan pola penyebaran data berdistribusi normal. Hal ini dapat dilihat dari penyebaran data mengikuti garis diagonal dan membentuk garis lurus. Ada pula beberapa model menunjukkan pola penyebaran data di sekitar garis diagonal. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model *Seasonal* ARIMA Box-Jenkins yang sebelumnya sudah memenuhi asumsi *white noise* dapat dilanjutkan pada tahapan analisis data selanjutnya yaitu uji kebaikan dan keakuratan model.

D. Uji Kebaikan dan Keakuratan Model

Baik atau buruknya ketepatan suatu model dalam peramalan dapat diketahui berdasarkan nilai Residual (e_i). Residual (e_i) adalah perbedaan antara nilai aktual dan hasil peramalan. Makin kecil nilai kesalahan maka, hasil peramalan yang dihasilkan semakin akurat [4].

Pemilihan model terbaik menggunakan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC)

terkecil. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur akurasi model adalah *Mean Absolute Scaled Error* (MASE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). *Mean Absolute Scaled Error* diperoleh dari pembagian nilai MAE dengan nilai MAE *data training*.

Jika nilai MASE lebih dari 1 bermakna bahwa hasil ramalan buruk, sebaliknya jika nilai MASE kurang dari 1 hal ini bermakna bahwa hasil ramalan baik [5]. Berikut adalah hasil perhitungan nilai AIC, MASE dan MAPE dapat dilihat pada Tabel 10 berikut:

Tabel 10. Pemilihan model terbaik

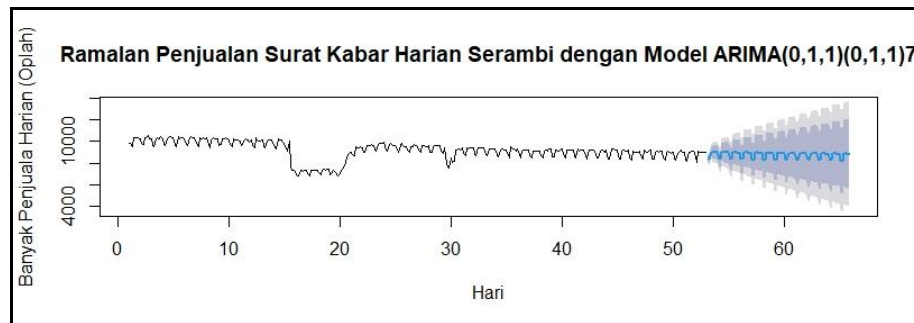
No	Model SARIMA	AIC	MASE	MAPE
1.	ARIMA(0,1,1)(1,0,0) ⁷	26.015,65	0,6338	7,9939
2.	ARIMA(0,1,1)(0,0,1) ⁷	26.155,39	0,8763	10,5002
3.	ARIMA(0,1,1)(1,1,0) ⁷	25.466,94	0,5784	7,8129
4.	ARIMA(1,1,0)(0,1,1) ⁷	25.399,05	0,5099	7,1354
5.	ARIMA(1,1,0)(2,1,0) ⁷	25.438,22	0,5700	7,7304
6.	ARIMA(0,1,1)(0,1,1)⁷	25.398,90	0,5077	7,1164

Tabel 10 menunjukkan bahwa dari enam model yang telah dibentuk, ARIMA(0,1,1)(0,1,1)⁷ adalah model yang memiliki nilai Akaike Information Criterion (AIC) terkecil. Nilai akurasi model terbaik juga terdapat pada model ARIMA(0,1,1)(0,1,1)⁷. Nilai MASE model ARIMA(0,1,1)(0,1,1)⁷ yaitu 0,5077 yaitu < 1 maka dapat disimpulkan hasil peramalan baik. Berdasarkan nilai MAPE diketahui bahwa nilai MAPE < 10% yaitu 7,1164% < 10% maka, nilai keakuratan peramalan dikategorikan kedalam kemampuan peramalan sangat baik. Berdasarkan hal tersebut, model ARIMA(0,1,1)(0,1,1)⁷ adalah model *Seasonal ARIMA Box-Jenkins* terbaik dalam melakukan peramalan penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia untuk bulan Januari hingga bulan Maret tahun 2022. Model ARIMA(0,1,1)(0,1,1)⁷ dapat ditulis dalam persamaan matematis sebagai berikut:

$$Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-7} - Y_{t-8} - 0,188112\varepsilon_{t-1} - 0,868861\varepsilon_{t-7} + 0,1631\varepsilon_{t-8} + \varepsilon_t.$$

E. Hasil Ramalan Penjualan Surat Kabar Harian

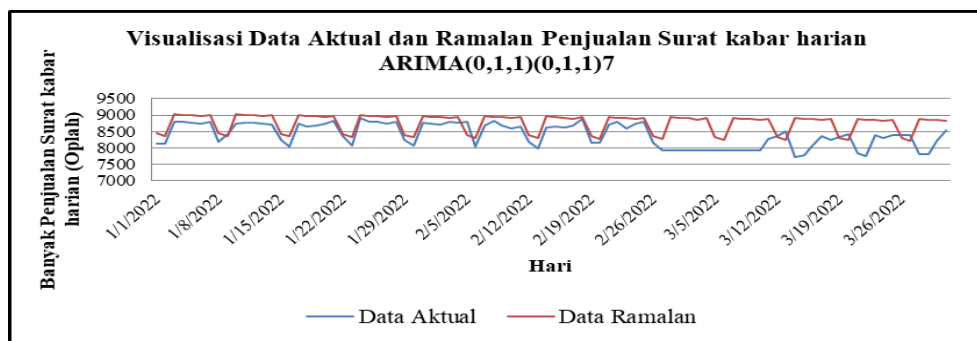
Setelah diperoleh model *seasonal ARIMA Box-Jenkins* terbaik selanjutnya dilakukan peramalan penjualan surat kabar harian. Berikut adalah plot ramalan penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia dapat dilihat pada Gambar 13 berikut:



Gambar 13. Plot ramalan penjualan surat kabar harian

Gambar 13 menunjukkan pola penyebaran data aktual dan data hasil ramalan penjualan surat kabar harian sudah berada pada varians yang konstan serta data menyebar di sekitar rata-rata. Garis hitam menunjukkan penyebaran data aktual, sedangkan garis berwarna biru menunjukkan penyebaran data ramalan. Hasil ramalan dari model $ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_7$ dan data aktual tidak berbeda jauh. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa, model $ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_7$ sudah baik dalam melakukan peramalan penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia untuk bulan Januari hingga bulan Maret tahun 2022.

Adapun hasil perbandingan data aktual dan data hasil ramalan penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia dapat dilihat pada Gambar 13 sebagai berikut:



Gambar 14. Visualisasi perbandingan data aktual dan data ramalan

Gambar 13. menunjukkan pola penyebaran data aktual mendekati data sebenarnya. Garis berwarna biru merupakan penyebaran data aktual, sedangkan garis berwarna merah menunjukkan pergerakan atau penyebaran data ramalan. Hasil ramalan penjualan surat kabar harian lebih tinggi dibandingkan data aktual. Secara keseluruhan penjualan surat kabar harian mengalami peningkatan pada Minggu pertama bulan Januari dan kembali mengalami penurunan pada Minggu akhir bulan Maret. Rata-rata penjualan surat kabar harian untuk bulan Januari hingga Maret tahun 2022 berdasarkan data aktual

bersikaran dinilai 8.400 oplah per hari dan nilai rata-rata peramalan penjualan surat kabar harian untuk bulan Januari hingga Maret tahun 2022 yaitu berkisaran dinilai 8.762 oplah per hari.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Model terbaik untuk peramalan jumlah penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia per hari yaitu model ARIMA (0,1,1)(0,1,1)₇, yaitu:

$$Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-7} \cdot Y_{t-8} - 0,188112\varepsilon_{t-1} - 0,868861\varepsilon_{t-7} + 0,1631\varepsilon_{t-8} + \varepsilon_t$$

2. Berdasarkan hasil ramalan, penjualan surat kabar harian mengalami peningkatan pada Minggu pertama bulan Januari dan kembali mengalami penurunan pada Minggu akhir bulan Maret. Jumlah penjualan surat kabar harian Serambi Indonesia paling banyak diperkirakan terjadi pada tanggal 3 Januari 2022 yaitu sebanyak 9.041 oplah dan penjualan surat kabar harian paling sedikit diperkirakan terjadi pada tanggal 27 Maret 2022 yaitu sebanyak 8.223 oplah.

B. Saran

Bagi Peneliti selanjutnya diharapkan untuk memperhatikan jumlah data yang akan dianalisis. Jika ingin melakukan peramalan menggunakan metode *Seasonal* ARIMA Box Jenkins sebaiknya menggunakan data minimal dua tahun. Serta disarankan untuk menggunakan metode analisis *time series* lainnya seperti metode *Holt-Winters Exponential smoothing* pada data yang mengandung unsur musiman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anwar, Samsul. (2017). Peramalan Suhu Udara Jangka Pendek di Kota Banda Aceh dengan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). *Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology*, Vol. 5. No. 1 (2017), 6-12.
- [2] Chatfield, C. (2004). *The Analysis Of Time Series: An introduction* (6th ed). Chapman & Hall/CRC.
- [3] Chatfield, C., & Xing, H. (2019). *The Analysis Of Time Series: An introduction with R* (Seventh edition). CRC Press, Taylor and Francis Group.
- [4] Chang, P. C., Wang Y. W., & Liu C. H. (2007). *The Development of Weighted Evolving Fuzzy Neural Network for PCB Sales Forecasting. Expert System with Application*. 32, 86-89.

- [5] Hyndman, Rob J., & Anne B. Koehler. (2006). "Another Look at Measures of Forecast Accuracy." *International Journal of Forecasting*, 22(4), 679-688.
- [6] Wei, W. W. S. (2006). *Time series analysis: Univariate and multivariate methods* (2nd ed). Pearson Addison Wesley.
- [7] Woodward, W. A., Gray, H. L., & Elliott, A. C. (2017). *Applied time series analysis, with R* (Second edition). CRC Press, Taylor & Francis Group.