

**ANALISIS RUNTUN WAKTU DAN PENENTUAN MODEL TERBAIK PADA DATA
SUHU CUACA DI KOTA SURAKARTA TAHUN 2012-2016 MENGGUNAKAN
METODE *SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE*
(SARIMA)**

Disusun guna memenuhi Ujian Akhir Semester Mata Kuliah Analisis Runtun Waktu
Dosen Pengampu: Dr. Winita Sulandari, S.Si., M.Si.



Disusun oleh:

Kelompok 9

Aprilia Saniatul Rahmawati (M0721007)

Rizki Ramadhani (M0721061)

Syifa Salsabila Gita Parahita (M0721065)

**PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2023

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR LAMPIRAN.....	iv
BAB I PENDAHULUAN.....	5
1.1 Latar Belakang	5
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II METODOLOGI PENELITIAN.....	7
2.1 Analisis Data	7
2.2 Menentukan Model Peramalan.....	7
2.3 Peramalan Suhu Kota Surakarta pada Bulan Januari 2017	8
BAB III PEMBAHASAN.....	9
3.1 Analisis Data	9
3.1.1 Deskripsi Data.....	9
3.1.2 Analisis Plot Data	9
3.2 Menentukan Model Peramalan.....	10
3.2.1 Membagi Data Menjadi Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i>	10
3.2.2 Uji Kestasioneran Data	11
3.2.3 Identifikasi Model	13
3.2.4 Uji Signifikansi Parameter	13
3.2.5 Analisis Residual	15
3.2.6 Peramalan untuk Data <i>Testing</i>	17
3.2.7 Menentukan Model Terbaik.....	21
3.3 Peramalan Suhu Kota Surakarta Bulan Januari 2017.....	21
BAB IV PENUTUP	22
4.1 Kesimpulan.....	22
4.2 Saran.....	22

DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN.....	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Plot Time Series Data Suhu Bulanan Kota Surakarta Tahun 2012-2016.....	10
Gambar 3. 2 Plot Runtun Waktu Data <i>Training</i>	11
Gambar 3. 3 <i>Output</i> Minitab Analisis Box-cox	12
Gambar 3. 4 Plot ACF dan PACF Data <i>Training</i>	12

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Statistik Deskriptif Data Suhu di Kota Surakarta	9
Tabel 3. 2 Pembagian Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i>	10
Tabel 3. 3 Hasil uji signifikansi	14
Tabel 3. 4 Hasil uji normalitas	15
Tabel 3. 5 Hasil uji Ljung-Box.....	16
Tabel 3. 6 Hasil Analisis Residual	17
Tabel 3. 7 Hasil Peramalan ARIMA(2,0,0)(0,0,0) ¹²	18
Tabel 3. 8 Hasil Peramalan ARIMA(2,0,0)(0,0,1) ¹²	19
Tabel 3. 9 Hasil Peramalan ARIMA(0,0,1)(0,0,1) ¹²	20
Tabel 3. 10 Perbandingan nilai <i>error</i>	21

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Suhu Kota Surakarta Periode Januari 2012 hingga Desember 2016	24
Lampiran 2. Output Minitab Uji Signifikansi Parameter.....	25
Lampiran 3. Residual.....	27
Lampiran 4. Output Minitab Uji Normalitas Residu	29
Lampiran 5. Output Minitab Uji Independensi Residual	32

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Surakarta merupakan sebuah kawasan urban yang terus mengalami perkembangan pesat di Jawa Tengah. Seiring dengan perkembangannya, kota ini juga memiliki suhu yang mencolok sepanjang tahun. Fenomena ini bukan hanya sekedar titik data dalam catatan cuaca, namun sebuah ciri penting dari dinamika atmosfer. Menurut Anwar (2017) suhu udara merupakan salah satu unsur yang penting dari keadaan cuaca. Suhu udara dalam suatu wilayah biasanya diukur dalam dua kondisi atau keadaan, suhu udara minimum dan maksimum. Suhu udara minimum adalah suatu keadaan Dimana suhu udara pada suatu wilayah berada pada titik terendah dalam interval waktu tertentu. Sedangkan suhu udara maksimum adalah keadaan Dimana suhu udara wilayah tertentu berada pada titik tertinggi. Memahami dan menganalisis pola suhu yang berkembang menjadi sangat penting sehingga informasi suhu tidak hanya memberikan pemahaman tentang perubahan cuaca tetapi juga memberikan landasan yang krusial untuk perencanaan dan pengembangan berbagai sektor di masa mendatang.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis runtun waktu menggunakan data suhu di Kota Surakarta pada tahun 2012-2016 dengan menggunakan data bulanan yang berfluktuasi berulang. Pola data yang berfluktuasi berulang dalam kurun waktu tertentu disebut dengan pola musiman sehingga metode yang dapat digunakan adalah *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA). SARIMA merupakan pengembangan dari metode ARIMA yang dapat menganalisis pola data yang berulang atau musiman dalam kurun waktu yang tetap seperti kuartalan, semesteran, dan tahunan (Widianingsih dkk, 2022). Karena adanya pola musiman, maka bentuk umum model adalah $ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)^S$, yang dapat dinyatakan dengan persamaan beriku (Wei, 2006):

$$\phi_p(B^S)\phi_p(B)(1-B)^d(1-B^S)^D\dot{Z}_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^S)a_t$$

Analisis SARIMA akan membantu dalam memahami tren, pola musiman, dan fluktuasi suhu yang mungkin terjadi di Kota Surakarta. Penelitian ini akan menentukan model SARIMA terbaik yang sesuai dengan data suhu, memprediksi nilai suhu di masa depan, dan mengevaluasi keakuratannya.

Penelitian ini yang menekankan pada analisis runtun waktu menggunakan pendekatan SARIMA diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam memahami dinamika suhu di Kota Surakarta dan memberikan wawasan yang berharga untuk perencanaan dan menghadapi variasi cuaca di masa mendatang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana analisis pola data suhu cuaca di Kota Surakarta periode Januari 2012 hingga Desember 2016?
2. Bagaimana model terbaik untuk meramalkan suhu cuaca di Kota Surakarta menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA)?
3. Bagaimana peramalan suhu cuaca di Kota Surakarta bulan Januari 2017 berdasarkan model *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) terbaik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, maka tujuan dari penelitian sebagai berikut.

1. Mengetahui analisis pola data suhu cuaca di Kota Surakarta periode Januari 2012 hingga Desember 2016.
2. Mengetahui model terbaik untuk meramalkan suhu cuaca di Kota Surakarta menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA).
3. Mengetahui peramalan suhu cuaca di Kota Surakarta bulan Januari 2017 berdasarkan model *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) terbaik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat digunakan sebagai rujukan bagi para peneliti yang ingin melakukan kajian penelitian menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA). Selain itu, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi masyarakat dan pemerintah Kota Surakarta untuk dijadikan pertimbangan dalam pengambilan keputusan untuk kebijakan yang lebih efektif terkait perencanaan menghadapi variasi suhu cuaca di masa mendatang.

BAB II

METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Analisis Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diambil dari situs resmi Badan Pusat Statistik. Data tersebut adalah data suhu Kota Surakarta pada bulan Januari 2012 hingga Desember 2016. Total data yang digunakan adalah sebanyak 60 data. Dari data tersebut akan dilakukan analisis data dengan langkah sebagai berikut.

1. Deskripsi Data.

Melihat statistik deskriptif dari data suhu Kota Surakarta pada bulan Januari 2012 hingga Desember 2016.

2. Analisis Plot Data.

Melakukan plot *Time Series* untuk mengidentifikasi pola data *Time Series* dari data suhu Kota Surakarta pada bulan Januari 2012 hingga Desember 2016.

2.2 Menentukan Model Peramalan

Dari data yang diperoleh akan dilakukan pemodelan peramalan *SARIMA* dengan menggunakan *software* Minitab dan Microsoft Excel. Langkah-langkah analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Membagi Data Menjadi Data *Training* dan Data *Testing*.

Data dibagi menjadi dua, yaitu 48 data awal sebagai data *training* dan 12 data akhir sebagai data *testing*.

2. Uji Kestasioneran Data.

Menguji data apakah sudah stasioner terhadap rata-rata dan variansi.

3. Identifikasi Model.

Menentukan orde model dengan melihat lag yang signifikan pada plot ACF dan PACF.

4. Uji Signifikansi Parameter.

Melakukan uji signifikansi parameter dari orde model yang diperoleh dari langkah sebelumnya.

5. Analisis Residual.

Melakukan pemeriksaan residual dengan melakukan uji normalitas dan uji *White Noise*.

6. Peramalan untuk Data *Testing*.

Melakukan peramalan data *training* dengan model yang memenuhi uji residual sebanyak data *testing*.

7. Menentukan model terbaik.

Menentukan model terbaik dengan melihat nilai *error* dari masing-masing model.

2.3 Peramalan Suhu Kota Surakarta pada Bulan Januari 2017

Melakukan peramalan suhu Kota Surakarta pada Bulan Januari 2017 menggunakan model terbaik.

BAB III

PEMBAHASAN

Pada bab pembahasan akan dilakukan peramalan data suhu di Kota Surakarta pada bulan Januari 2012 hingga bulan Desember 2016 menggunakan model *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA).

3.1 Analisis Data

3.1.1 Deskripsi Data

Data yang digunakan dalam analisis adalah data bulanan suhu di Kota Surakarta sejak bulan Januari 2012 hingga bulan Desember 2016 dengan jumlah 60 data. Data dapat dilihat pada Lampiran 1. Data tersebut bersumber dari situs resmi Badan Pusat Statistik. Dilakukan analisis statistik deskriptif untuk data keseluruhan yang ditunjukkan pada Tabel 3.1.

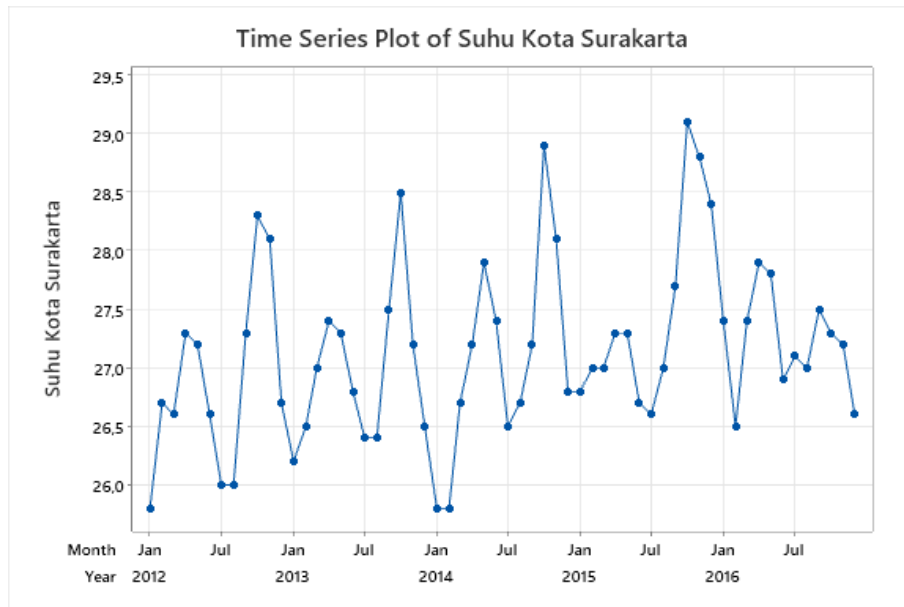
Tabel 3. 1 Statistik Deskriptif Data Suhu di Kota Surakarta

Variabel	N	Minimum	Median	Maksimum	Mean
Suhu	60	25,8	27,05	29,1	27,127

Tabel 3.1 menunjukkan bahwa suhu di Kota Surakarta yang berjumlah 60 data memiliki suhu rata-rata sebesar 27,127°C. Suhu terendah adalah sebesar 25,8°C yaitu pada bulan Januari 2012 dan Januari-Februari 2014, serta yang tertinggi adalah pada bulan Oktober 2015 yaitu sebesar 29,1°C.

3.1.2 Analisis Plot Data

Dilakukan identifikasi data menggunakan plot *time series* terlebih dahulu sebelum melakukan analisis lebih lanjut. Plot *time series* digunakan untuk melihat apakah terdapat pola musiman dan/atau tren pada data.



Gambar 3. 1 Plot Time Series Data Suhu Bulanan Kota Surakarta Tahun 2012-2016

Gambar 3.1 menunjukkan bahwa data suhu bulanan di Kota Surakarta pada bulan Januari 2012 hingga bulan Desember 2016 memiliki pola kenaikan yang berulang pada periode tertentu. Hal tersebut menyimpulkan bahwa data memiliki pola musiman.

3.2 Menentukan Model Peramalan

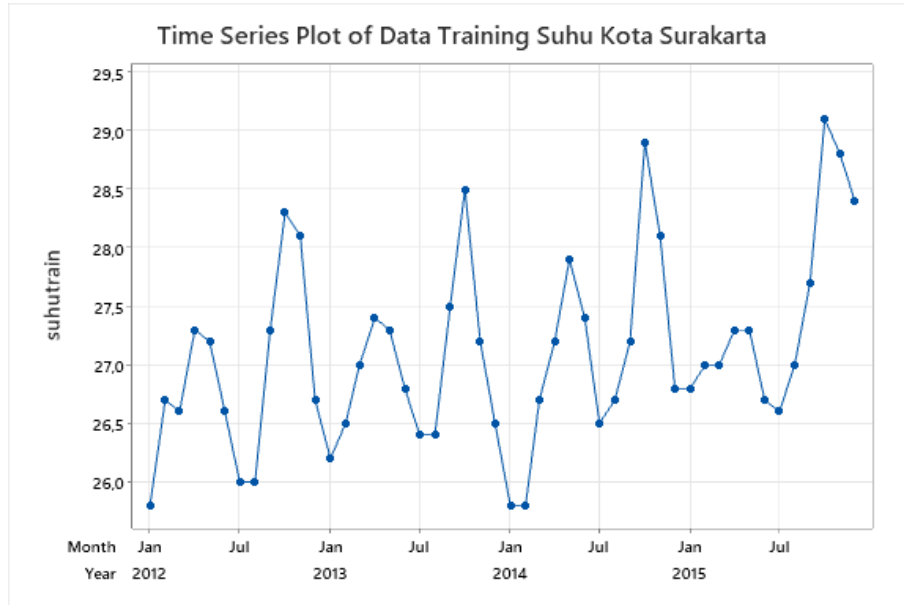
3.2.1 Membagi Data Menjadi Data *Training* dan Data *Testing*

Secara keseluruhan, data suhu bulanan di Kota Surakarta tahun bulan Januari 2012 hingga bulan Desember 2016 berjumlah 60 data. Data selanjutnya dibagi menjadi dua bagian, yaitu data *training* dan data *testing*. Data *training* adalah 48 data pertama, sedangkan 12 data sisanya merupakan data *testing*. Pembagian data *training* dan data *testing* ditampilkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Pembagian Data *Training* dan Data *Testing*

Pembagian Data	Proporsi
Data <i>Training</i>	Januari 2012 - Desember 2015
Data <i>Testing</i>	Januari - Desember 2016

Plot runtun waktu untuk data *training* dari data suhu bulanan di Kota Surakarta tahun bulan Januari 2012 hingga bulan Desember 2016 ditunjukkan pada Gambar 3.2.

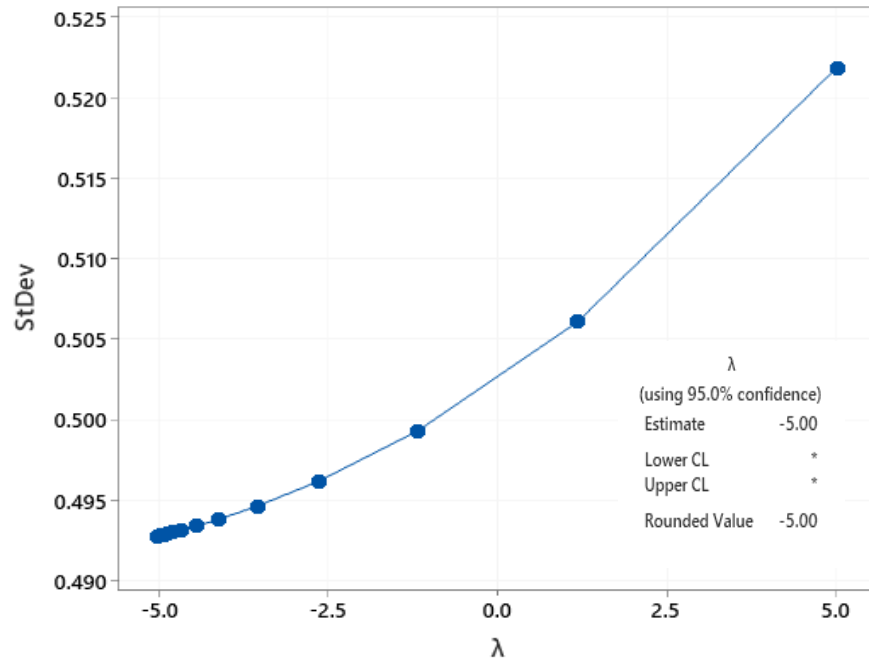


Gambar 3. 2 Plot Runtun Waktu Data *Training*

3.2.2 Uji Kestasioneran Data

a. Stasioneritas terhadap variansi

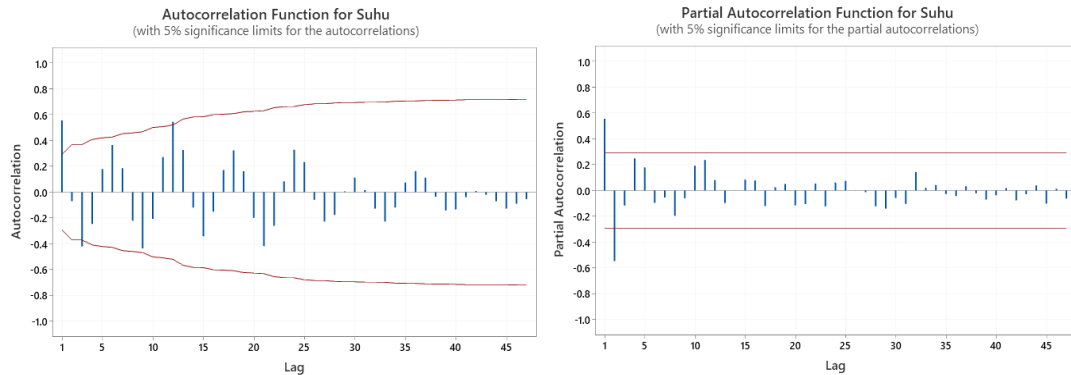
Kestasioneran dalam variansi dapat dilihat menggunakan analisis Box-Cox untuk mengetahui nilai lamda. Hasil identifikasi stasioneritas menunjukkan nilai lamda sebesar -5,00 dapat dilihat pada Gambar 3.3. Nilai tersebut sudah sangat kecil atau sudah stasioner dalam variansi sehingga tidak diperlukan transformasi data.



Gambar 3. 3 *Output* Minitab Analisis Box-cox

b. Stasioneritas terhadap rata-rata

Pengujian stasioneritas terhadap rata-rata dapat dilihat dari plot ACF dan PACF dari data *training*.



Gambar 3. 4 Plot ACF dan PACF Data *Training*

Gambar 3.4 menunjukkan bahwa plot ACF *cut off* setelah lag 1, pada Gambar 3.4 dari plot PACF dapat dilihat juga adanya *cut off* setelah lag 2. Hal ini menunjukkan data sudah stasioner terhadap rata-rata sehingga tidak perlu dilakukan *differencing*.

3.2.3 Identifikasi Model

Apabila data telah stasioner terhadap variansi dan rata-rata, langkah selanjutnya yaitu mencari model yang mungkin digunakan dari plot ACF dan PACF. Model yang digunakan adalah $ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)^s$ dengan p merupakan asumsi untuk nilai ordo AR non-musiman, sedangkan P merupakan asumsi nilai ordo AR masiman. d merupakan *differencing* non-musiman, sedangkan D merupakan *differencing* musiman. q merupakan asumsi nilai ordo MA non-musiman, sedangkan Q merupakan asumsi nilai ordo MA musiman. Orde non-musiman ditunjukkan pada banyaknya lag-lag awal sebelum *cut off* yang keluar dari pita konfidensi, sedangkan untuk orde musiman ditunjukkan pada banyaknya lag musiman yang keluar dari pita konfidensi.

Hasil mengamati plot ACF dan PACF pada Gambar 3.3, dapat diidentifikasi model sebagai berikut.

- a. $p = 0, 1, \text{ dan } 2$. Berdasarkan plot PACF, terdapat beberapa lag yang keluar dari pita konfidensi, yaitu lag pertama dan kedua.
- b. $d = 0$. Data sudah stasioner sehingga tidak dilakukan *differencing*.
- c. $q = 0 \text{ dan } 1$. Berdasarkan plot ACF, terdapat beberapa lag yang keluar dari pita konfidensi sebelum *cut off*, yaitu pada lag pertama.
- d. $P = 0$. Berdasarkan plot PACF tidak terdapat lag musiman yang keluar dari pita konfidensi.
- e. $D = 0$. Data sudah stasioner sehingga tidak dilakukan *differencing*.
- f. $Q = 0 \text{ dan } 1$. Berdasarkan plot ACF terlihat lag ke-12 keluar dari pita konfidensi.

3.2.4 Uji Signifikansi Parameter

Dari hasil yang diperoleh pada langkah sebelumnya, maka selanjutnya dirumuskan beberapa model yang memungkinkan melalui uji signifikansi. Praduga yang diperoleh pada analisis ini untuk melihat signifikansi terhadap model yang diuji menggunakan *software Minitab*. Beberapa model yang dicoba tertera pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Hasil uji signifikansi

Model	Parameter	<i>p-value</i>	Keterangan	Hasil
ARIMA(2,0,0)(0,0,1) ¹²	AR 1	0,000	Signifikan	Memenuhi uji signifikansi
	AR 2	0,002	Signifikan	
	SMA 1	0,000	Signifikan	
ARIMA(2,0,1)(0,0,1) ¹²	AR 1	0,006	Signifikan	Tidak memenuhi uji signifikansi
	AR 2	0,063	Tidak Signifikan	
	MA 1	0,998	Tidak Signifikan	
	SMA 1	0,000	Signifikan	
ARIMA(2,0,0)(0,0,0) ¹²	AR 1	0,000	Signifikan	Memenuhi uji signifikansi
	AR 2	0,000	Signifikan	
ARIMA(2,0,1)(0,0,0) ¹²	AR 1	0,000	Signifikan	Tidak memenuhi uji signifikansi
	AR 2	0,000	Signifikan	
	MA 1	0,795	Tidak Signifikan	
ARIMA(1,0,0)(0,0,1) ¹²	AR 1	0,000	Signifikan	Memenuhi uji signifikansi
	SMA 1	0,000	Signifikan	
ARIMA(1,0,1)(0,0,0) ¹²	AR 1	0,045	Signifikan	Memenuhi uji signifikansi
	MA 1	0,000	Signifikan	
ARIMA(0,0,1)(0,0,0) ¹²	MA 1	0,000	Signifikan	Memenuhi uji signifikansi
ARIMA(1,0,0)(0,0,0) ¹²	AR 1	0,000	Signifikan	Memenuhi uji signifikansi
ARIMA(0,0,0)(0,0,1) ¹²	SMA 1	0,000	Signifikan	Memenuhi uji signifikansi
ARIMA(1,0,1)(0,0,1) ¹²	AR 1	0,156	Tidak signifikan	Tidak memenuhi uji signifikansi
	MA 1	0,000	Signifikan	
	SMA 1	0,000	Signifikan	
ARIMA(0,0,1)(0,0,1) ¹²	MA 1	0,000	Signifikan	Memenuhi uji signifikansi
	SMA 1	0,000	Signifikan	

Tabel 3.3 menunjukkan bahwa terdapat 8 model SARIMA yang parameternya signifikan yaitu ARIMA(2,0,0)(0,0,1)¹², ARIMA(2,0,0)(0,0,0)¹², ARIMA(1,0,0)(0,0,1)¹², ARIMA(1,0,1)(0,0,0)¹², ARIMA(0,0,1)(0,0,0)¹²,

ARIMA(1,0,0)(0,0,0)¹², ARIMA(0,0,0)(0,0,1)¹², ARIMA(0,0,1)(0,0,1)¹². Selanjutnya akan dilakukan analisis residual untuk memeriksa ketepatan model.

3.2.5 Analisis Residual

a. Uji Normalitas

Uji normalitas pada residual untuk model yang parameternya signifikan dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk*.

- Hipotesis

H_0 : Residual model berdistribusi normal

H_1 : Residual model tidak berdistribusi normal

- Tingkat signifikansi: $\alpha = 0,05$
- Daerah kritis: H_0 ditolak jika nilai $p - value < 0,05$
- Statistik uji

Berdasarkan Lampiran 4 didapatkan statistik uji pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Hasil uji normalitas

Model	<i>p-value</i>	Keterangan
(2,0,0)(0,0,1) ¹²	> 0,100	Normal
(2,0,0)(0,0,0) ¹²	> 0,100	Normal
(1,0,0)(0,0,1) ¹²	> 0,100	Normal
(1,0,1)(0,0,0) ¹²	0,050	Tidak Normal
(0,0,1)(0,0,0) ¹²	0,014	Tidak Normal
(1,0,0)(0,0,0) ¹²	> 0,100	Normal
(0,0,0)(0,0,1) ¹²	> 0,100	Normal
(0,0,1)(0,0,1) ¹²	> 0,100	Normal

- Kesimpulan

Tabel 3.4 menunjukkan hasil statistik uji yang dapat disimpulkan bahwa model ARIMA(1,0,1)(0,0,0)¹² dan ARIMA(0,0,1)(0,0,0)¹² memiliki $p - value < 0,05$, sehingga H_0 ditolak yang artinya kedua model tersebut tidak berdistribusi normal. Enam model lainnya yaitu ARIMA(2,0,0)(0,0,1)¹², ARIMA(2,0,0)(0,0,0)¹², ARIMA(1,0,0)(0,0,1)¹², ARIMA(1,0,0)(0,0,0)¹², ARIMA(0,0,0)(0,0,1)¹², dan

ARIMA(0,0,1)(0,0,1)¹² memiliki $p\text{-value} > 0,05$, maka H_0 gagal ditolak yang berarti kelima model memenuhi uji normalitas dan berdistribusi normal.

b. Uji Asumsi White Noise

Uji asumsi residual *white noise* dilakukan untuk melihat apakah model independen atau tidak. Uji independensi residual menggunakan uji Ljung-Box.

- Hipotesis
 H_0 : Residual bersifat *white noise*
 H_1 : Residual tidak bersifat *white noise*
- Tingkat signifikansi: $\alpha = 0,05$
- Daerah kritis: H_0 ditolak jika nilai $p\text{-value} < 0,05$
- Statistik uji

Berdasarkan Lampiran 5 didapatkan statistik uji pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Hasil uji Ljung-Box

Model	$p\text{-value}$		Keterangan
(2,0,0)(0,0,1) ¹²	Lag 12	0,222	White noise
	Lag 24	0,592	
	Lag 36	0,699	
(2,0,0)(0,0,0) ¹²	Lag 12	0,292	White noise
	Lag 24	0,724	
	Lag 36	0,752	
(1,0,0)(0,0,1) ¹²	Lag 12	0,000	Tidak white noise
	Lag 24	0,000	
	Lag 36	0,000	
(1,0,1)(0,0,0) ¹²	Lag 12	0,000	Tidak white noise
	Lag 24	0,000	
	Lag 36	0,000	
(0,0,1)(0,0,0) ¹²	Lag 12	0,000	Tidak white noise
	Lag 24	0,000	
	Lag 36	0,000	
(1,0,0)(0,0,0) ¹²	Lag 12	0,000	Tidak white noise
	Lag 24	0,000	
	Lag 36	0,000	
(0,0,0)(0,0,1) ¹²	Lag 12	0,000	Tidak white noise
	Lag 24	0,000	
	Lag 36	0,000	
(0,0,1)(0,0,1) ¹²	Lag 12	0,131	White noise
	Lag 24	0,152	
	Lag 36	0,461	

- Kesimpulan

Tabel 3.5 menunjukkan hasil statistik uji asumsi *white noise* yang dapat disimpulkan bahwa terdapat tiga model yaitu ARIMA(2,0,0)(0,0,1)¹², ARIMA(2,0,0)(0,0,0)¹², dan ARIMA(0,0,1)(0,0,1)¹² yang memiliki *p-value* > 0,05, sehingga H_0 gagal ditolak yang artinya ketiga model memenuhi uji asumsi independensi residual. Sedangkan lima model lainnya yaitu ARIMA(1,0,0)(0,0,1)¹², ARIMA(1,0,1)(0,0,0)¹², ARIMA(0,0,1)(0,0,0)¹², ARIMA (1,0,0)(0,0,0)¹², dan ARIMA(0,0,0)(0,0,1)¹² memiliki *p-value* < 0,05, sehingga H_0 ditolak yang berarti kelima model lainnya tidak memenuhi uji asumsi independensi residual.

3.2.6 Peramalan untuk Data *Testing*

Berdasarkan analisis residual pada sub bab 3.2.5 didapatkan hasil seperti pada Tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Hasil Analisis Residual

Model	Normal	White noise
(2,0,0)(0,0,1) ¹²	Normal	White Noise
(2,0,0)(0,0,0) ¹²	Normal	White Noise
(1,0,0)(0,0,1) ¹²	Normal	Tidak White Noise
(1,0,1)(0,0,0) ¹²	Tidak Normal	Tidak White Noise
(0,0,1)(0,0,0) ¹²	Tidak Normal	Tidak White Noise
(1,0,0)(0,0,0) ¹²	Normal	Tidak White Noise
(0,0,0)(0,0,1) ¹²	Normal	Tidak White Noise
(0,0,1)(0,0,1) ¹²	Normal	White Noise

Berdasarkan Tabel 3.6 didapatkan tiga model yang memenuhi uji asumsi residual yaitu ARIMA(2,0,0)(0,0,1)¹², ARIMA(2,0,0)(0,0,0)¹², dan ARIMA(0,0,1)(0,0,1)¹²

a. Peramalan dengan Model ARIMA(2,0,0)(0,0,0)¹²

Model peramalan yang terbentuk dari ARIMA(2,0,0)(0,0,0)¹² sebagai berikut.

$$\phi_P(B^S)\phi_p(B)(1-B)^d(1-B^S)^D Z_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^S)a_t$$

$$\phi_0(B^{12})\phi_2(B)(1-B)^0(1-B^{12})^0 Z_t = \theta_0(B)\Theta_0(B^{12})a_t$$

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2)Z_t = a_t$$

$$Z_t - \phi_1 B Z_t - \phi_2 B^2 Z_t = a_t$$

$$Z_t - \phi_1 Z_{t-1} - \phi_2 Z_{t-2} = a_t$$

$$Z_t = 18,722 + (0,967)Z_{t-1} + (-0,658)Z_{t-2}$$

Dari model peramalan di atas, didapatkan nilai peramalan dan plot perbandingan data *testing* dengan hasil peramalan dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Hasil Peramalan ARIMA(2,0,0)(0,0,0)¹²

Bulan	Nilai Aktual	Nilai Peramalan
Januari 2016	27,4	27,2344
Februari 2016	26,5	26,5306
Maret 2016	27,4	26,3183
April 2016	27,9	27,7808
Mei 2016	27,8	27,6721
Juni 2016	26,9	27,2464
Juli 2016	27,1	26,4419
Agustus 2016	27	27,2275
September 2016	27,5	26,9992
Oktober 2016	27,3	27,5485
November 2016	27,2	27,0261
Desember 2016	26,6	27,061

b. Peramalan dengan Model ARIMA(2,0,0)(0,0,1)¹²

Model peramalan yang terbentuk dari ARIMA(2,0,0)(0,0,1)¹² sebagai berikut.

$$\phi_P(B^S)\phi_p(B)(1 - B)^d(1 - B^S)^D Z_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^S)a_t$$

$$\phi_0(B^{12})\phi_2(B)(1-B)^0(1-B^{12})^0Z_t = \theta_0(B)\Theta_1(B^{12})a_t$$

$$(1 - \phi_1B - \phi_2B^2)Z_t = a_t(1 + \Theta_1B^{12})$$

$$Z_t - \phi_1BZ_t - \phi_2B^2Z_t = a_t + \Theta_1B^{12}a_t$$

$$Z_t - \phi_1Z_{t-1} - \phi_2Z_{t-2} = a_t + \Theta_1a_{t-12}$$

$$Z_t = a_t + \phi_1Z_{t-1} + \phi_2Z_{t-2} + \Theta_1a_{t-12}$$

$$Z_t = 15,2474 + (0,892)Z_{t-1} + (-0,454)Z_{t-2} + (-0,737)a_{t-12}$$

Dari model peramalan di atas, didapatkan nilai peramalan dan plot perbandingan data *testing* dengan hasil peramalan dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3. 8 Hasil Peramalan ARIMA(2,0,0)(0,0,1)¹²

Bulan	Nilai Aktual	Nilai Peramalan
Januari 2016	27,4	26,92294794
Februari 2016	26,5	26,62939868
Maret 2016	27,4	26,53289244
April 2016	27,9	27,45587559
Mei 2016	27,8	27,95489778
Juni 2016	26,9	27,60901121
Juli 2016	27,1	26,44902224
Agustus 2016	27	27,22171792
September 2016	27,5	26,65869323
Oktober 2016	27,3	27,03977836
November 2016	27,2	27,02315164
Desember 2016	26,6	26,40605176

c. Peramalan dengan Model ARIMA(0,0,1)(0,0,1)¹²

Model peramalan yang terbentuk dari ARIMA(0,0,1)(0,0,1)¹² sebagai berikut.

$$\phi_p(B^S)\phi_p(B)(1-B)^d(1-B^S)^D Z_t = \theta_q(B)\Theta_q(B^S)a_t$$

$$\phi_0(B^{12})\phi_2(B)(1-B)^0(1-B^{12})^0 Z_t = \theta_1(B)\Theta_1(B^{12})a_t$$

$$Z_t = a_t(1 + \theta_1 B)(1 + \Theta_1 B^{12})$$

$$Z_t = a_t(1 + \Theta_1 B^{12} + \theta_1 B + \theta_1 \Theta_1 B^{13})$$

$$Z_t = a_t + \Theta_1 a_{t-12} + \theta_1 a_{t-1} + \theta_1 \Theta_1 a_{t-13}$$

$$Z_t = 27,123 + (-0,757)a_{t-12} + (-0,8479)a_{t-1} + (0,6418)a_{t-13}$$

Dari model peramalan di atas, didapatkan nilai peramalan dan plot perbandingan data *testing* dengan hasil peramalan seperti pada Tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Hasil Peramalan ARIMA(0,0,1)(0,0,1)¹²

Bulan	Nilai Aktual	Nilai Peramalan
Januari 2016	27,4	26,11264
Februari 2016	26,5	26,05363
Maret 2016	27,4	26,92388
April 2016	27,9	26,53289
Mei 2016	27,8	26,43925
Juni 2016	26,9	25,87765
Juli 2016	27,1	26,09466
Agustus 2016	27	26,22198
September 2016	27,5	26,06135
Oktober 2016	27,3	25,75006
November 2016	27,2	26,00644
Desember 2016	26,6	25,61006

3.2.7 Menentukan Model Terbaik

Model peramalan terbaik dipilih berdasarkan nilai *error* terkecil agar kesalahan dalam peramalan dapat diminimalkan dan pemilihan model terbaik dapat dilihat secara visual melalui plot antara nilai aktual dan peramalan. Ringkasan nilai *error* pada masing-masing model terangkum dalam Tabel 3.10.

Tabel 3. 10 Perbandingan nilai *error*

Model	MAPE
ARIMA(2,0,0)(0,0,0) ¹²	15,22%
ARIMA(2,0,0)(0,0,1) ¹²	18,79%
ARIMA(0,0,1)(0,0,1) ¹²	47,32%

Dari Tabel 3.10 didapatkan model terbaik yaitu ARIMA(2,0,0)(0,0,0)¹² dengan nilai *error* MAPE sebesar 15,22%.

3.3 Peramalan Suhu Kota Surakarta Bulan Januari 2017

Pada tahap ini, model terbaik yang didapat yaitu ARIMA(2,0,0)(0,0,0)¹² akan digunakan untuk meramalkan suhu Kota Surakarta pada bulan Januari 2017 dengan persamaan model sebagai berikut.

$$Z_t = a_t + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2}$$

Pada Lampiran 2 didapatkan nilai $a_t = 18,722$, $\phi_1 = 0,967$, dan $\phi_2 = -0,658$.

$$Z_{61} = 18,722 + (0,967)27,061 + (-0,658)27,0261$$

$$Z_{61} = 26,5466$$

Dengan menggunakan model ARIMA(2,0,0)(0,0,0)¹² didapatkan suhu Kota Surakarta pada bulan Januari 2017 sebesar 26,5466°C.

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang didapat dari penelitian adalah sebagai berikut.

1. Pola data suhu cuaca di Kota Surakarta periode Januari 2012 hingga Desember 2016 adalah data berpola musiman tanpa tren.
2. Model terbaik untuk meramalkan suhu cuaca di Kota Surakarta menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) adalah model $ARIMA(2,0,0)(0,0,0)^{12}$ dan memiliki persamaan matematis sebagai berikut $Z_t = 18,722 + (0,967)Z_{t-1} + (-0,658)Z_{t-2}$.
3. Peramalan suhu cuaca di Kota Surakarta pada bulan Januari 2017 berdasarkan model *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) terbaik adalah sebesar $26,5466^{\circ}C$.

4.2 Saran

Berdasarkan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan terkait peramalan suhu cuaca di Kota Surakarta periode Januari 2012 hingga Desember 2016 menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA), saran yang dapat diberikan adalah untuk Pemerintah Kota Surakarta agar dapat melakukan tinjauan dan membuat kebijakan untuk mengatasi perubahan iklim berupa suhu cuaca ekstrem yang dapat mempengaruhi kehidupan sehari-hari masyarakat di Surakarta. Pemerintah Kota juga diharapkan dapat merancang mitigasi yang tepat berupa kebijakan perencanaan tata ruang yang dapat mengurangi risiko terkait suhu ekstrem.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, S. (2017). Peramalan Suhu Udara Jangka Pendek di Kota Banda Aceh dengan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). *Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology*, 5(1), 6-12.
- Wei, W. W. S. (2006). Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods. *New York: Pearson*.
- Widianingsih, P., Darmawan, G., & Sunengsih, N. (2022). Analisis Intervensi dalam Model SARIMA untuk Memprediksi Laju Inflasi di Kota Tasikmalaya. *Formosa Journal of Science and Technology*, 1(4), 293-304.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Suhu Kota Surakarta Periode Januari 2012 hingga Desember 2016

Bulan	Suhu	Bulan	Suhu	Bulan	Suhu
Januari 2012	25,8	September 2013	27,5	Mei 2015	27,3
Februari 2012	26,7	Oktober 2013	28,5	Juni 2015	26,7
Maret 2012	26,6	November 2013	27,2	Juli 2015	26,6
April 2012	27,3	Desember 2013	26,5	Agustus 2015	27
Mei 2012	27,2	Januari 2014	25,8	September 2015	27,7
Juni 2012	26,6	Februari 2014	25,8	Oktober 2015	29,1
Juli 2012	26	Maret 2014	26,7	November 2015	28,8
Agustus 2012	26	April 2014	27,2	Desember 2015	28,4
September 2012	27,3	Mei 2014	27,9	Januari 2016	27,4
Oktober 2012	28,3	Juni 2014	27,4	Februari 2016	26,5
November 2012	28,1	Juli 2014	26,5	Maret 2016	27,4
Desember 2012	26,7	Agustus 2014	26,7	April 2016	27,9
Januari 2013	26,2	September 2014	27,2	Mei 2016	27,8
Februari 2013	26,5	Oktober 2014	28,9	Juni 2016	26,9
Maret 2013	27	November 2014	28,1	Juli 2016	27,1
April 2013	27,4	Desember 2014	26,8	Agustus 2016	27
Mei 2013	27,3	Januari 2015	26,8	September 2016	27,5
Juni 2013	26,8	Februari 2015	27	Oktober 2016	27,3
Juli 2013	26,4	Maret 2015	27	November 2016	27,2
Agustus 2013	26,4	April 2015	27,3	Desember 2016	26,6

Lampiran 2. Output Minitab Uji Signifikansi Parameter

ARIMA(2,0,0)(0,0,1) ¹²	Final Estimates of Parameters				
	Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
	AR 1	0,892	0,135	6,61	0,000
	AR 2	-0,454	0,135	-3,36	0,002
	SMA 12	-0,737	0,171	-4,30	0,000
	Constant	15,2474	0,0991	153,83	0,000
<hr/>					
ARIMA(2,0,0)(0,0,0) ¹²	Final Estimates of Parameters				
	Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
	AR 1	0,967	0,116	8,32	0,000
	AR 2	-0,658	0,123	-5,37	0,000
	Constant	18,7220	0,0762	245,58	0,000
<hr/>					
ARIMA(1,0,0)(0,0,1) ¹²	Final Estimates of Parameters				
	Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
	AR 1	0,645	0,124	5,21	0,000
	SMA 12	-0,757	0,158	-4,78	0,000
	Constant	9,638	0,104	93,08	0,000
<hr/>					
ARIMA(1,0,0)(0,0,0) ¹²	Final Estimates of Parameters				
	Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
	AR 1	0,341	0,165	2,07	0,045
	MA 1	-0,712	0,126	-5,63	0,000
	Constant	17,855	0,138	129,15	0,000
<hr/>					
ARIMA(0,0,1)(0,0,0) ¹²	Final Estimates of Parameters				
	Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
	MA 1	-0,8209	0,0896	-9,16	0,000
	Constant	27,099	0,149	182,33	0,000
<hr/>					
<hr/>					
<hr/>					

ARIMA(1,0,0)(0,0,0) ¹²	Final Estimates of Parameters				
	Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
	AR 1	0,622	0,120	5,17	0,000
	Constant	10,2386	0,0951	107,65	0,000
	Mean	27,104	0,252		
ARIMA(0,0,0)(0,0,1) ¹²	Final Estimates of Parameters				
	Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
	SMA 12	-0,748	0,177	-4,21	0,000
	Constant	27,143	0,135	201,08	0,000
	Mean	27,143	0,135		
ARIMA(0,0,1)(0,0,1) ¹²	Final Estimates of Parameters				
	Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
	MA 1	-0,8479	0,0761	-11,15	0,000
	SMA 12	-0,757	0,172	-4,40	0,000
	Constant	27,123	0,170	159,31	0,000
	Mean	27,123	0,170		

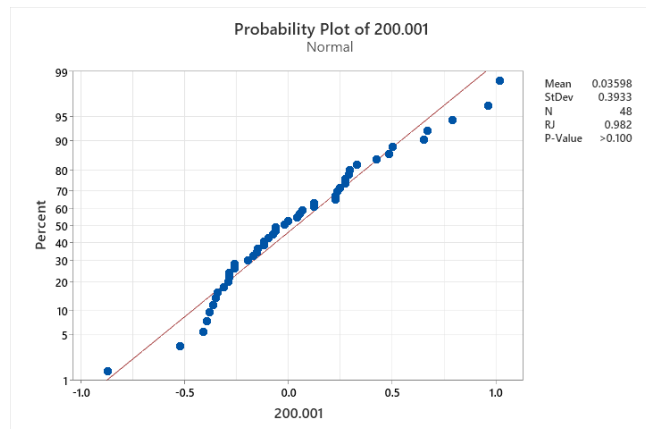
Lampiran 3. Residual

200,001	200,000	100,001	101,000	001,000	100,000	000,001	001,001
0,24624	-0,39801	-0,27714	-0,15938	-0,43610	-0,79906	-0,56595	0,07921
0,27132	0,20805	0,32619	0,16188	-0,04088	0,40743	-0,04387	-0,08393
-0,38321	-0,95381	-0,12593	-0,47360	-0,46531	-0,25259	-0,16035	-0,06686
0,29402	0,43541	0,26183	0,71275	0,58310	0,50964	0,15900	0,22706
-0,34093	-0,40729	-0,25073	-0,47019	-0,37752	-0,02594	-0,14591	-0,33791
-0,25929	-0,44974	-0,35266	-0,19424	-0,18897	-0,56371	-0,46303	-0,16790
-0,28488	-0,53541	-0,28263	-0,78606	-0,94374	-0,79036	-0,61317	-0,44647
-0,36564	-0,35026	-0,25405	-0,16032	-0,32417	-0,41702	-0,67574	-0,27590
0,48627	0,55473	0,66879	0,69436	0,46724	0,88298	0,20084	0,44765
0,05323	0,29770	0,43032	0,64289	0,81759	1,07406	0,52794	0,13709
-0,15438	-0,01338	-0,12206	0,13858	0,32999	0,25182	0,14627	0,01387
-0,09630	-0,56164	-0,30188	-0,83433	-0,66975	-1,02373	-0,35674	-0,15086
-0,28925	0,16041	-0,44275	-0,16462	-0,34908	-0,65259	-0,51946	-0,39312
-0,19698	0,02219	-0,27711	-0,17076	-0,31231	-0,04147	-0,60993	-0,27712
0,29134	-0,09707	0,37173	0,23132	0,15750	0,27186	-0,02281	0,21630
-0,11774	0,01696	0,15583	0,17470	0,17184	0,36074	0,13834	-0,03547
0,12058	-0,14064	0,18596	-0,02138	0,06007	0,01184	0,26638	0,31698
-0,16901	-0,28060	-0,17241	-0,34774	-0,34818	-0,42594	0,00356	-0,24798
-0,14968	-0,26297	-0,30306	-0,34501	-0,41305	-0,51481	-0,28415	-0,06722
0,03971	-0,20537	-0,06681	-0,21057	-0,35980	-0,26591	-0,23735	-0,17082
0,33013	0,63129	0,33459	0,79375	0,69649	0,83409	0,20706	0,35995
0,66863	0,56765	0,80592	0,70397	0,82941	1,14962	0,96242	0,68065
-0,87096	-0,97510	-0,72064	-0,87308	-0,57971	-0,77263	-0,05213	-0,59872
-0,00106	0,24028	-0,44638	-0,00752	-0,12300	-0,66371	-0,37593	-0,01021
-0,52433	-0,63872	-0,58843	-1,08485	-1,19790	-0,92814	-0,95423	-0,92014
-0,28575	-0,42271	-0,26252	-0,07949	-0,31554	-0,49257	-0,88657	-0,08094
-0,06333	0,01644	0,14630	0,10503	-0,13985	0,40743	-0,42568	-0,34037
-0,06417	-0,35381	0,22949	0,16686	0,21593	0,34741	-0,04620	0,25351
0,42254	0,45524	0,58432	0,65239	0,62388	0,73629	0,55803	0,34478
-0,26128	-0,39244	-0,09569	-0,43180	-0,21099	-0,19928	0,25460	-0,03120
-0,41219	-0,34812	-0,57443	-0,38975	-0,42566	-0,78816	-0,43022	-0,38667
0,22383	0,39295	0,02697	0,08717	-0,04945	-0,02814	-0,26522	0,07714
-0,07687	0,10704	0,09417	0,17958	0,14173	0,34741	-0,09759	-0,15135
1,01844	1,45524	1,11500	1,64334	1,68480	1,73629	1,03747	1,15906
0,06467	-0,65938	0,37460	-0,77797	-0,38188	-0,12153	0,99625	0,01046
-0,39231	-0,06663	-0,61724	-0,08205	0,01461	-0,92373	-0,06158	0,05994
0,78976	0,66372	0,32843	-0,13409	-0,31086	-0,11481	0,37093	0,32900
0,22415	0,00785	0,28171	0,10294	0,15631	0,08519	0,52033	0,24965
-0,11817	-0,18553	-0,15671	-0,13393	-0,22718	-0,03926	0,17562	-0,02526
0,27317	0,24614	0,08031	0,33464	0,38762	0,26074	0,19182	0,22484
-0,35319	-0,04395	-0,38172	-0,10111	-0,11705	0,07406	-0,26009	-0,43740
-0,31291	-0,44644	-0,46694	-0,39100	-0,30278	-0,52594	-0,63315	-0,24991

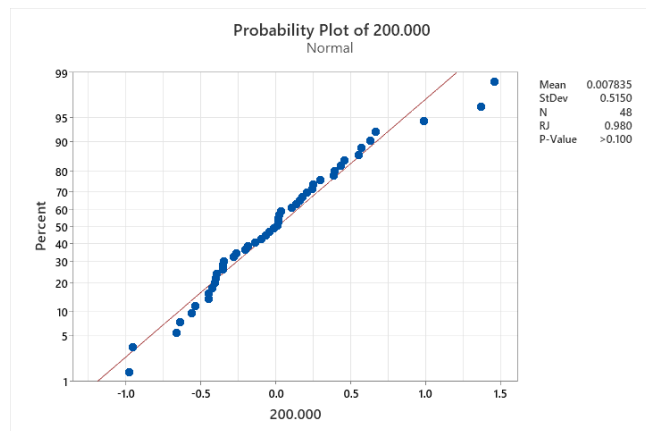
0,23335	0,03373	0,18231	-0,08013	-0,25032	-0,25259	-0,22098	0,00143
-0,01861	0,13541	0,19151	0,13273	0,10662	0,20964	0,05562	0,06540
0,50109	0,38280	0,58276	0,54487	0,51362	0,66074	0,63025	0,58646
0,65078	1,36928	0,75867	1,41291	1,57952	1,62517	1,18134	0,69951
0,12327	0,17641	0,11655	0,01784	0,40454	0,45402	0,91217	0,33205
0,96275	0,98818	0,66080	0,71294	0,96905	0,24070	1,30332	0,94325

Lampiran 4. Output Minitab Uji Normalitas Residu

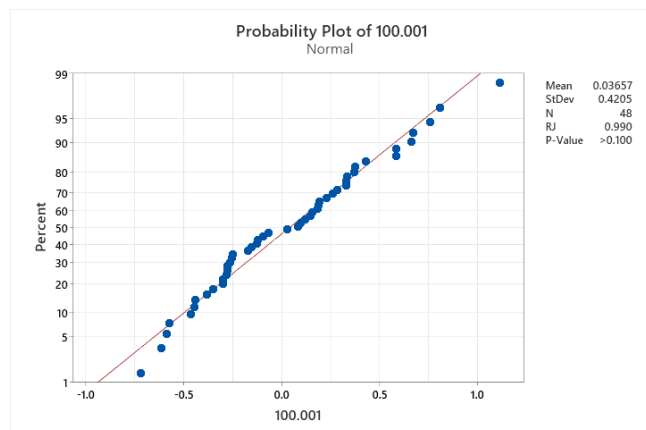
ARIMA(2,0,0)(0,0,1)¹²



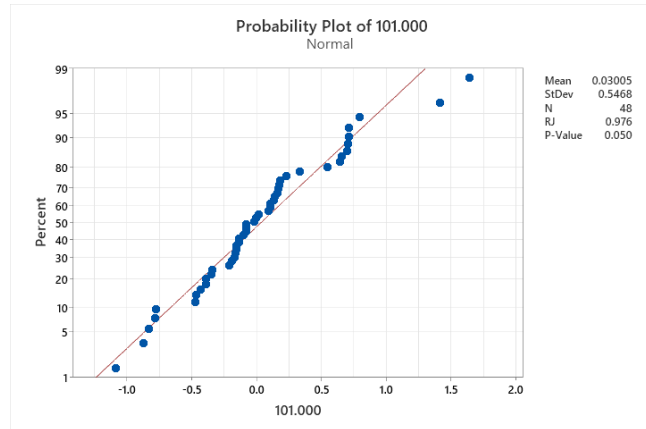
ARIMA(2,0,0)(0,0,0)¹²



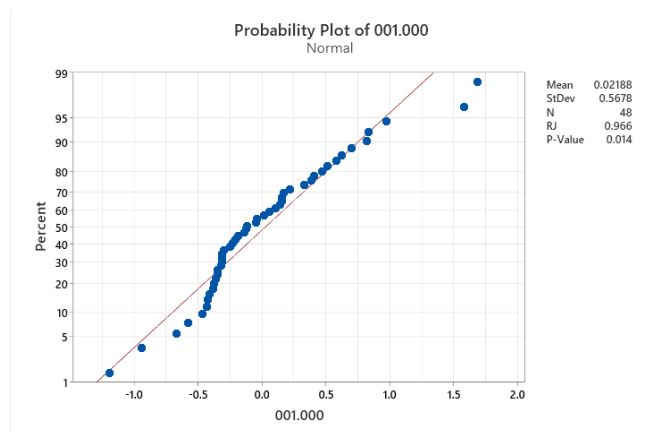
ARIMA(1,0,0)(0,0,1)¹²



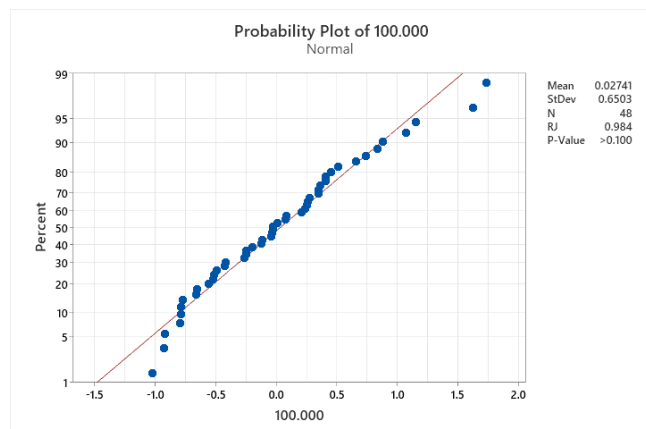
ARIMA(1,0,1)(0,0,0)¹²



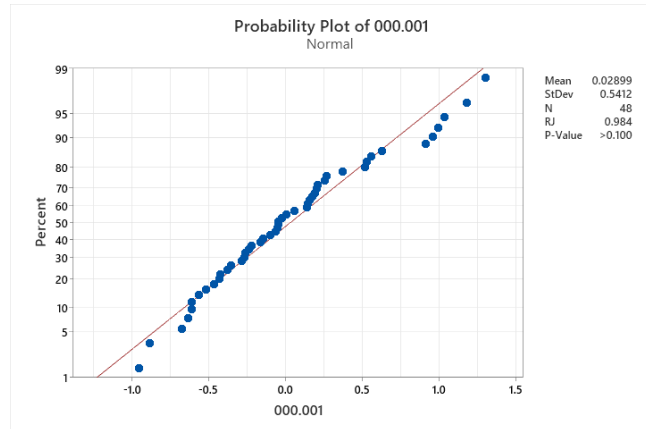
ARIMA(0,0,1)(0,0,0)¹²



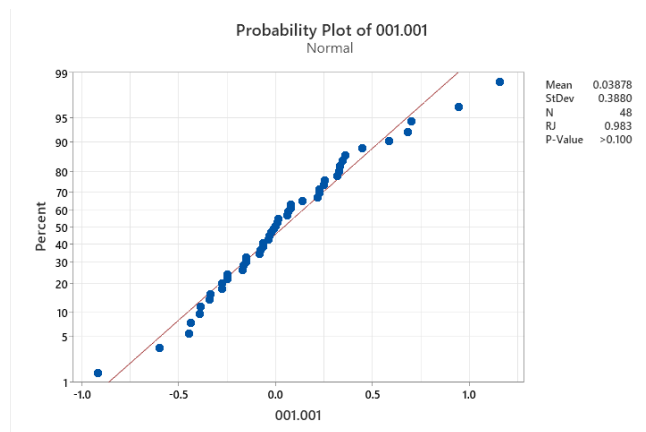
ARIMA(1,0,0)(0,0,0)¹²



ARIMA(0,0,0)(0,0,1)¹²



ARIMA(0,0,1)(0,0,1)¹²



Lampiran 5. Output Minitab Uji Independensi Residual

ARIMA(2,0,0)(0,0,1) ¹²	Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic				
	Lag	12	24	36	48
	Chi-Square	10,65	17,92	27,39	*
	DF	8	20	32	*
	P-Value	0,222	0,592	0,699	*
ARIMA(2,0,0)(0,0,0) ¹²	Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic				
	Lag	12	24	36	48
	Chi-Square	10,76	16,79	27,17	*
	DF	9	21	33	*
	P-Value	0,292	0,724	0,752	*
ARIMA(1,0,0)(0,0,1) ¹²	Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic				
	Lag	12	24	36	48
	Chi-Square	32,53	62,61	70,61	*
	DF	9	21	33	*
	P-Value	0,000	0,000	0,000	*
ARIMA(1,0,1)(0,0,0) ¹²	Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic				
	Lag	12	24	36	48
	Chi-Square	35,75	60,80	73,97	*
	DF	9	21	33	*
	P-Value	0,000	0,000	0,000	*
ARIMA(0,0,1)(0,0,0) ¹²	Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic				
	Lag	12	24	36	48
	Chi-Square	44,16	78,37	94,89	*
	DF	10	22	34	*
	P-Value	0,000	0,000	0,000	*
ARIMA(1,0,0)(0,0,0) ¹²	Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic				
	Lag	12	24	36	48
	Chi-Square	92,16	163,35	195,87	*
	DF	10	22	34	*
	P-Value	0,000	0,000	0,000	*
ARIMA(0,0,0)(0,0,1) ¹²	Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic				
	Lag	12	24	36	48
	Chi-Square	36,05	72,56	88,13	*
	DF	10	22	34	*
	P-Value	0,000	0,000	0,000	*

	Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic				
ARIMA(0,0,1)(0,0,1) ¹²	Lag	12	24	36	48
	Chi-Square	13,75	27,60	33,13	*
	DF	9	21	33	*
	P-Value	0,131	0,152	0,461	*
