

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Peramalan ini menggunakan 2190 data *time series*, yang diambil dari 01 Januari 2016 sampai 31 Desember 2021, dari perhitungan tersebut dibantu menggunakan *software R*, dengan langkah-langkah yang tertera dalam bab II terhadap data suhu maksimum dan minimum di Kabupaten Cilacap diperoleh hasil sebagai berikut:

1. *Input Data*

Data yang digunakan akan dimasukan terlebih dahulu kedalam *software R* dengan menggunakan *syntax* :

Untuk suhu maksimum :

```
library(readxl)
DataMaks<read_excel("~/ASKRIPSI/III/DataMaks.xlsx")
View(DataMaks)
```

Untuk suhu minimum :

```
library(readxl)
DataMins<read_excel("~/ASKRIPSI/III/DataMins.xlsx")
View(DataMins)
```

2. *Pengubahan Data menjadi Bentuk Time Series*

Setelah proses penginputan data, selanjutnya data akan diubah kedalam bentuk dan sifat data *time series*, kemudian dibuat plot data untuk mengetahui pola data yang didapatkan dari suhu maksimum dan minimum tersebut.

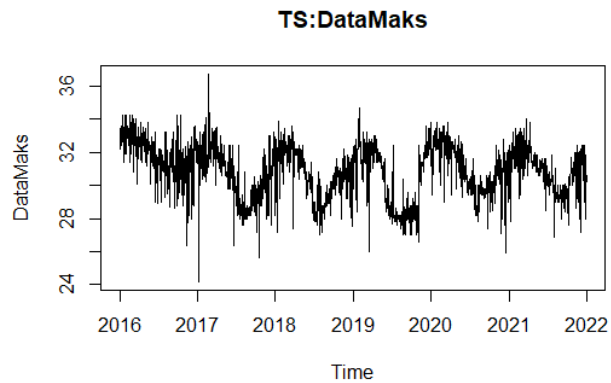
Berikut *syntax* yang digunakan:

Untuk suhu maksimum:

```
#Ubah data menjadi time series
```

```
DataMaks=ts(DataMaks$DATA, start=c(2016,1),
frequency = 365)
DataMaks
#Membuat plot
ts.plot(DataMaks, main = "TS:DataMaks")
```

didapatkan pola data sebagai berikut:

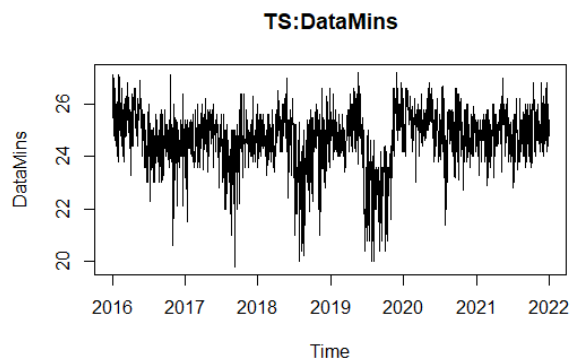


Gambar 1.Pola Data Suhu Maksimum

Untuk suhu minimum

```
#Ubah data menjadi time series
DataMins=ts(DataMins$DATA, start = c(2016,1),
frequency = 365)
DataMins
#Membuat plot
ts.plot(DataMins, main = "TS:DataMins")
```

didapatkan pola data sebagai berikut:



Gambar 2.Pola Data Suhu Minimum

Dari gambar 8 & 9 yang terlihat dapat disimpulkan bahwa data mengandung unsur musiman.

3. ARIMA

Metode ARIMA merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mem-prediksi data-data *time series*, dengan menggunakan satu variabel yang mem-prediksi dirinya sendiri (dipengaruhi oleh satu variabel dari dirinya sendiri dimasa lalu dan oleh *error*nya).

a. Pengujian Stasioneritas

Hal yang pertama dilakukan dalam metode ARIMA yaitu uji stasioneritas data, baik dilihat secara *varians* maupun *mean*, pengujian data secara *varians* dapat menggunakan uji ADF (*Augmented Dickey-Fuller Test*) dengan *syntax*,

Suhu Maksimum:

```
#uji Stasioneritas
#HIPOTESIS ADF
# H0 :  $\tau = 0$  (Data tidak stasioner);
# H1 :  $\tau < 0$  (Data stasioner)
adf.test(DATA)
library(forecast)
par(mfrow=c(1,2))
Acf(DATA, lag.max = 24)
Pacf(DATA, lag.max = 24)
library(tseries)
adf.test(diff(DATA))
```

diperoleh hasil:

Augmented Dickey-Fuller Test

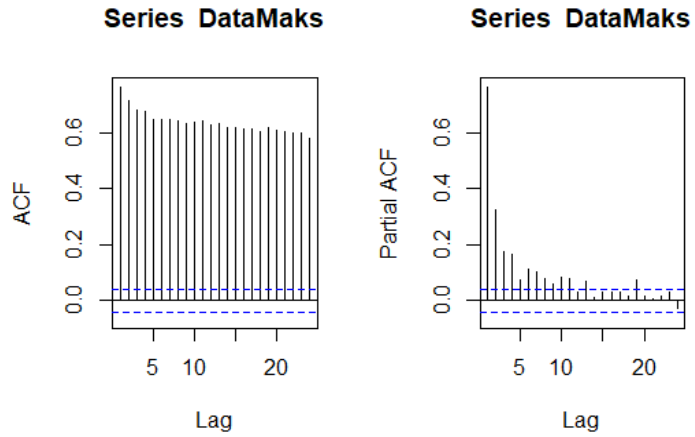
data: DATA

Dickey-Fuller = -3.7558, Lag order = 12, p-value = 0.02119

alternative hypothesis: stationary

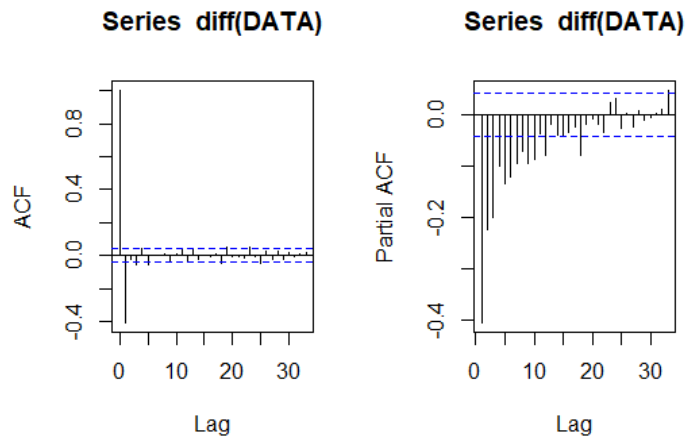
Berdasarkan hasil tersebut didapatkan *p-value* < *alpha*, dengan *alpha* 0,05, diperoleh tolak H0 maka dapat disimpulkan data tersebut telah stasioner secara *varians*, dapat dilihat juga dari

grafik ACF & PACF untuk mengetahui stasioneritas dalam *mean*, sebagai berikut berikut;



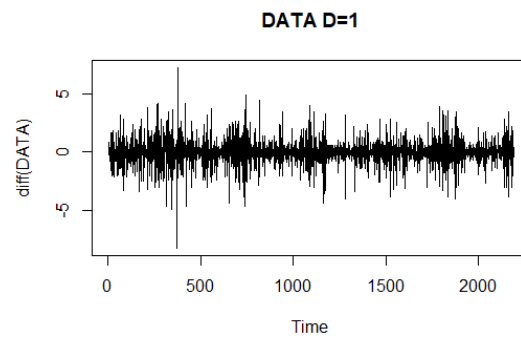
Gambar 3. Grafik ACF & PACF Suhu Maksimum

Pada grafk ACF & PACF meluruh lambat menuju nol, dapat dikatakan data tidak stasioner dalam *mean*. Maka perlu dilakukan proses *differencing* agar data menjadi stasioner. Setelah melalui proses $d = 1$ akan ditampilkan sebagai berikut;



Gambar 4. Grafik ACF & PACF Suhu Maksimum after differencing

Berikut ini adalah pola data setelah melalui proses *differencing* pola data terlihat lebih stasioner:



Gambar 5. Pola Data Suhu Maksimum after differencing

Suhu Minimum:

```
#HIPOTESIS ADF
# H0 :  $\tau = 0$  (Data tidak stasioner);
# H1 :  $\tau < 0$  (Data stasioner)
adf.test(DataMaks)
library(forecast)
par(mfrow=c(1,2))
Acf(DataMaks, lag.max = 24)
Pacf(DataMaks, lag.max = 24)
```

diperoleh hasil:

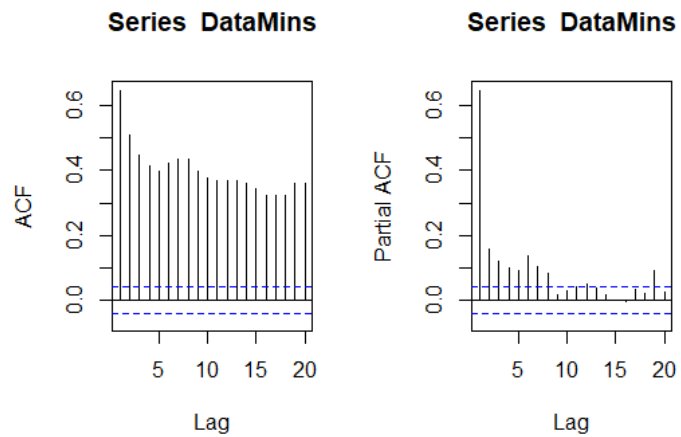
Augmented Dickey-Fuller Test

data: DATA

Dickey-Fuller = -5.8214, Lag order = 12, p-value = 0.01

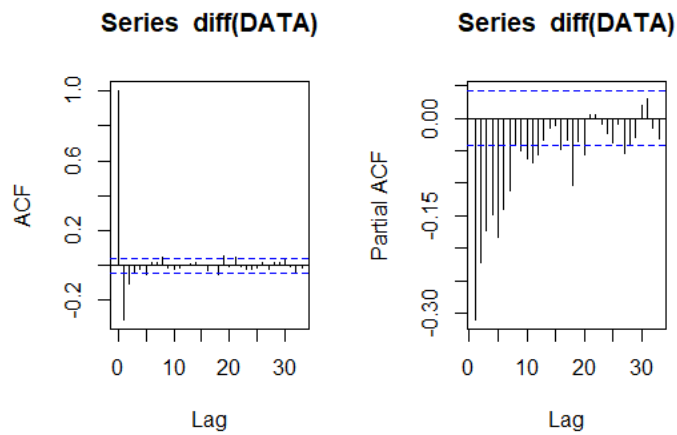
alternative hypothesis: stationary

dari data tersebut didapatkan $p\text{-value} < \alpha$, dengan α 0,05 , diperoleh tolak H_0 maka dapat disimpulkan data tersebut telah stasioner secara *varians*, dapat dilihat juga dari grafik ACF & PACF untuk mengetahui stasioneritas dalam *mean*, sebagai berikut berikut;



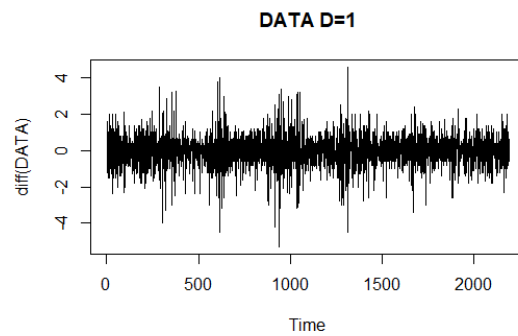
Gambar 6. Grafik ACF & PACF Suhu Minimum

Sama halnya dengan suhu maksimum, pada grafik ACF & PACF suhu minimum juga meluruh lambat menuju nol, dapat dikatakan data tidak stasioner pada *mean*. Maka perlu dilakukan proses *differencing* agar data menjadi stasioner. Setelah melalui proses $d = 1$ akan ditampilkan sebagai berikut;



Gambar 7. Grafik ACF & PACF Suhu Minimum after differencing

berikut ini adalah pola data setelah melalui proses *differencing* pola data terlihat lebih stasioner:



Gambar 8. Pola Data Suhu Minimum after differencing

b. Mengidentifikasi Model

Untuk menentukan model dapat menggunakan *syntax*:

```
#identifikasi model
#ACF dan PACF untuk data yang stasioner
acf(diff(DATA))
par(mfrow=c(1,2))
acf(diff(DATA))
pacf(diff(DATA))
```

terlihat pada $d = 1$ untuk suhu maksimum pada gambar 11 , grafik ACF & PACF terpotong sampai lag ke 1 pada ACF, maka dapat digunakan MA(1), kemudian untuk suhu minimum pada gambar 14 dengan $d = 1$, grafik ACF & PACF terpotong sampai lag ke 2 pada ACF, maka dapat digunakan MA(2).

c. Estimasi Model

Untuk menentukan ordo p dan q , dapat juga dengan mengidentifikasi beberapa model atau dengan menggunakan *auto.arima* (package dalam R) , dengan menggunakan *syntax*:

Suhu Maksimum

```
#estimasi model
#dapat dilakukan dengan fungsi stats atau
package forecast
#estimasi model menggunakan package
forecast
library(forecast)
```

```
auto.arima(DATA, trace=TRUE)
```

diperoleh:

ARIMA(2,1,2)

Coefficients:

```

      ar1  ar2  ma1  ma2
-0.3444 0.2147 -0.2936 -0.5278
s.e. 0.1895 0.0436 0.1915 0.1660
sigma^2 = 0.8442: log likelihood = -2919.24
AIC=5848.48 AICc=5848.51 BIC=5876.94

```

diperoleh hasil terbaik melalui *package auto.arima* yaitu Arima (2,1,2) , dengan nilai AIC 5848, 507 .

dan beberapa contoh model yang dicoba digunakan diantaranya:

```

Arima.1 <-arima(DATA, order=c(0,1,2))
Arima.2 <-arima(DATA, order=c(1,1,1))
Arima.3 <-arima(DATA, order=c(2,1,2))
summary(Arima.1)
summary(Arima.2)
summary(Arima.3)
library(lmtest)
coefstest(Arima.1)
coefstest(Arima.2)
coefstest(Arima.3)

```

hasil luaran menggunakan *R* disajikan pada tabel berikut :

Tabel 1. Estimasi Model ARIMA Maks

Model	Nilai <i>P-value</i>	<i>Error</i>	AIC	Keputusan
Arima 1 (0,1,2)	Pr(> z) ma1 < 2.2e-16 ma2 < 2.2e-16	MAPE : 2.106893 RMSE : 0.9237616	5,872.95	Signifikan terhadap <i>alpha</i>
Arima 2 (1,1,1)	Pr(> z) ar1 < 2.2e-16 ma1 < 2.2e-16	MAPE : 2.102879 RMSE : 0.9201609	5,855.88	Signifikan terhadap <i>alpha</i>
Arima 3 (2,1,2)	Pr(> z) ar1 0.069226 ar2 8.247e-07	MAPE : 2.098182	5,848.48	Signifikan terhadap <i>alpha</i>

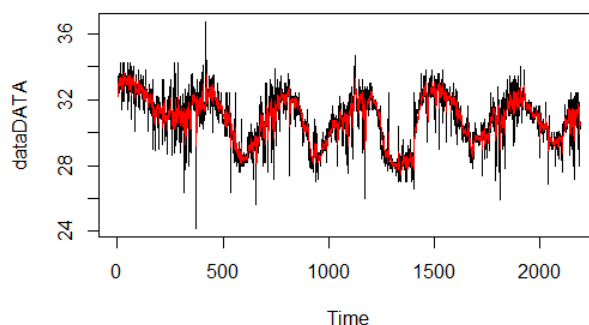
	ma1 0.125127	RMSE :		
	ma2 0.001477	0.9177679		

dari beberapa contoh model yang dicoba digunakan semuanya memiliki *coefficients* yang signifikan, karena nilai *p-value* yang dihasilkan kurang dari atau tidak lebih dari *alpha* (0,05) dan berdasarkan tabel 4, diperoleh Arima 3 yang memiliki nilai *error* terkecil, kemudian dapat ditentukan grafik penyesuaian data menggunakan *syntax*:

Suhu Maksimum

```
#plot hasil penyesuaian data dengan Arima.3
dataDATA<- mydata$DATA
fit.data=fitted(Arima.3)
par(mfrow=c(1,1))
ts.plot(dataDATA)
lines(fit.data, col="red")
```

dan penyesuaian data di gambarkan dari plot berikut ini:



Gambar 9. Grafik Penyesuaian Data Suhu Maksimum

Suhu Minimum

```
library(forecast)
auto.arima(DATA, trace=TRUE)
```

diperoleh:

ARIMA(1,1,1)

Coefficients:

ar1 ma1

0.3766 -0.9164
s.e. 0.0239 0.0103
 $\sigma^2 = 0.6412$: log likelihood = -2619.15
AIC=5244.3 AICc=5244.31 BIC=5261.37

diperoleh hasil terbaik melalui *package* auto.arima yaitu Arima (1,1,1) , dengan nilai AIC 5244,30

dan beberapa contoh model yang dicoba digunakan diantaranya:

```

Arima.1 <-arima (DATA, order=c (1,1,2) )
Arima.2 <-arima (DATA, order=c (1,1,1) )
Arima.3 <-arima (DATA, order=c (0,1,2) )
summary (Arima.1)
summary (Arima.2)
summary (Arima.3)
library (lmtest)
coefstest (Arima.1)
coefstest (Arima.2)
coefstest (Arima.3)

```

hasil luaran menggunakan *R* disajikan pada tabel berikut :

Tabel 2. Estimasi Model ARIMA Mins

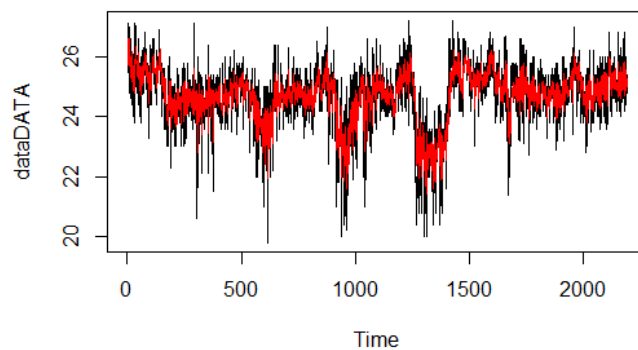
Model	Nilai <i>P-value</i>	<i>Error</i>	AIC	Keputusan
Arima 1 (1,1,2)	Pr(> z) ar1 3.74e-10 ma1 < 2.2e-16 ma2 0.9083	MAPE : 2.443075 RMSE : 0.8001746	5,246.28	Signifikan terhadap <i>alpha</i>
Arima 2 (1,1,1)	Pr(> z) ar1 < 2.2e-16 ma1 < 2.2e-16	MAPE : 2.443044 RMSE : 0.8001771	5,244.30	Signifikan terhadap <i>alpha</i>
Arima 3 (0,1,2)	Pr(> z) ma1 < 2.2e-16 ma2 < 2.2e-16	MAPE : 2.472309 RMSE : 0.8054686	5,273.09	Signifikan terhadap <i>alpha</i>

Hasil dari uji signifikansi untuk suhu minimum semua *coefficients* signifikan, karena nilai *p-value* yang dihasilkan kurang dari atau tidak lebih dari *alpha* (0,05) dan berdasarkan

tabel 5, diperoleh Arima 2 yang memiliki nilai *error* terkecil, kemudian dapat ditentukan grafik penyesuaian data menggunakan *syntax*:

```
#plot hasil penyesuaian data dengan Arima.2
dataDATA<- mydata$DATA
fit.data=fitted(Arima.2)
par(mfrow=c(1,1))
ts.plot(dataDATA)
lines(fit.data, col="red")
```

Diperoleh penyesuaian data di gambarkan dari plot berikut ini:



Gambar 10. Grafik Penyesuaian Data Suhu Minimum

d. *Diagnostic Checking*

Dilakukan untuk melihat nilai autokorelasi dan nilai tengah residual (sisaan atau *error* dari setiap model) yang diharapkan nilai rata-rata nilai tengah residual 0. Uji untuk melihat nilai autokorelasi dengan uji *Ljung Box*.

Dapat dilakukan dengan *syntax* :

Suhu Maksimum

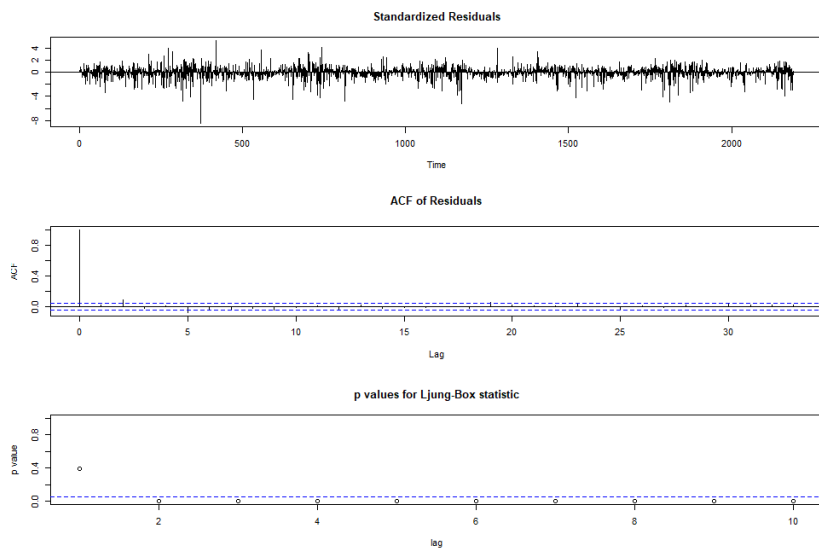
```
#diagnostic checking
#cek autokorelasi, jika: ACF residual tidak
melebihi garis batas untuk lag>0
#p value for ljungbox diatas garis. ljungbox
adalah uji autokorelasi dengan ho: tidak ada
```

```

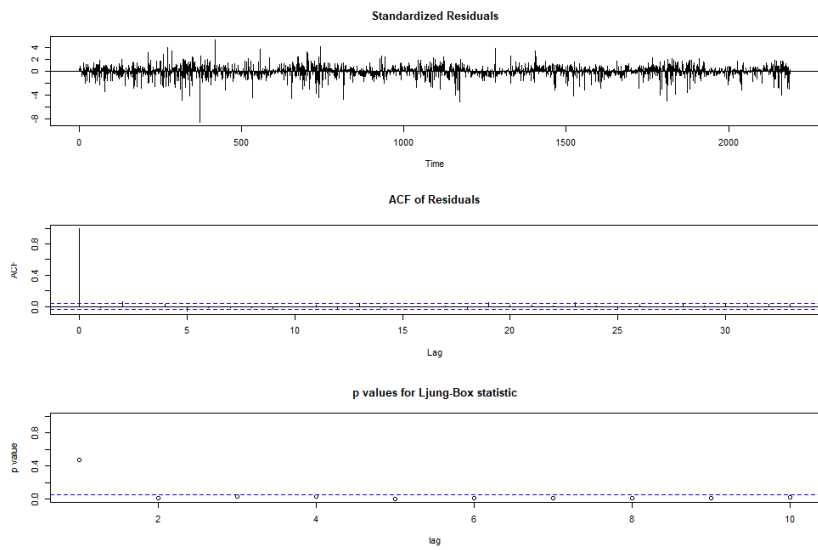
tsdiag(Arima.1)
tsdiag(Arima.2)
tsdiag(Arima.3)
#menyimpan residual/ sisaan tiap model
resid4=Arima.4$residuals
resid5=Arima.5$residuals
#uji nilai tengah residual(oke jika pvalue>
alpha, yg artinya nilai tengah residual)
t.test(resid1, mu=0, alternative =
"two.sided")
t.test(resid2, mu=0, alternative =
"two.sided")
t.test(resid3, mu=0, alternative =
"two.sided")

```

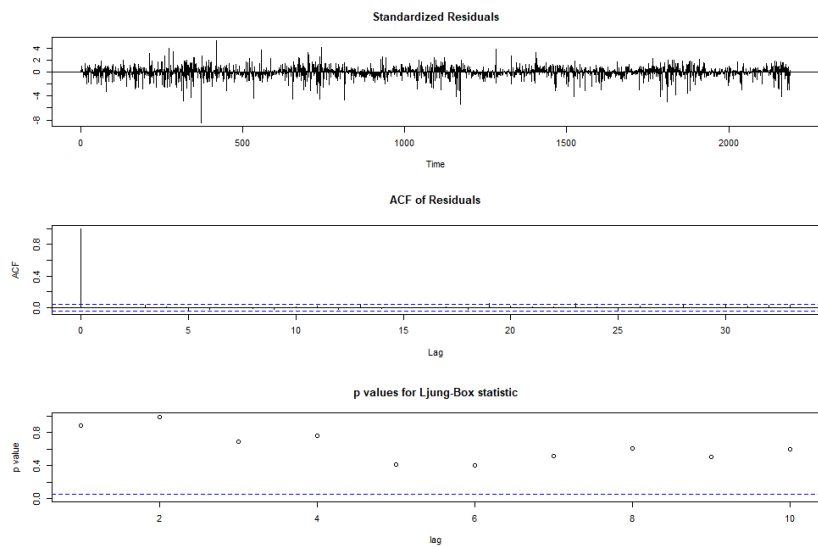
ditampilkan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 11. Grafik Arima 1



Gambar 12. Grafik Arima 2



Gambar 13. Grafik Arima 3

Penjelasan disajikan dalam bentuk tabel berikut ini:

Tabel 3. Diagnostic Check ARIMA Maks

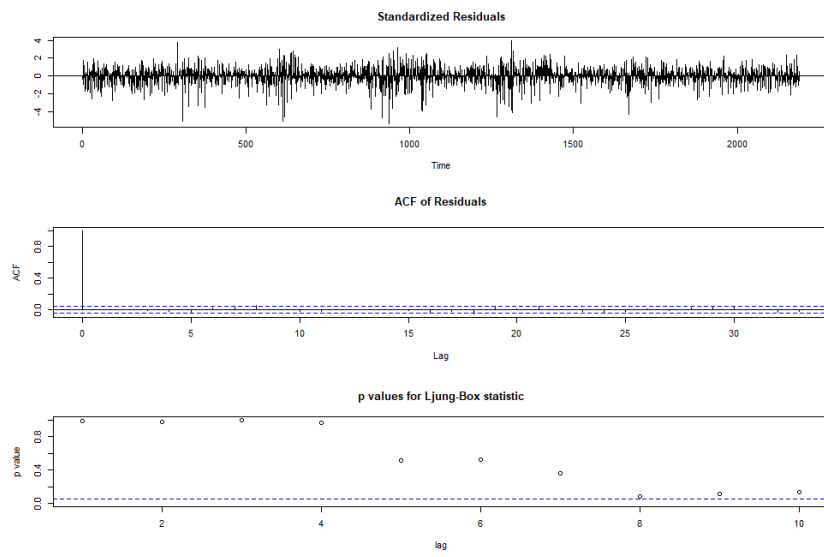
Model	Standardized residual	ACF residual	Nilai p-value LjungBox	Uji One Sample t-test	Keputusan
Arima 1 (0,1,2) Gambar 16	Pada <i>standaridized residual</i> (naik turun nilai residual),	Nilai lag yang lebih dari nol ada garis yang melebihi batas titik-	Terdapat beberapa yang berada di bawah garis batas, dapat	Dengan $h_0: \mu_x = \mu_0$ $h_a: \mu_x \neq \mu_0$ diperoleh: $t = -0.28105$, $df = 2189$,	Tidak lolos

	cukup berada dinilai tengah 0.	titik <i>horizontal</i> , selain dititik nol. Dapat dikatakan memiliki autokorelasi.	diartikan tidak aman dari aotokorelasi/ terdapat autokorelasi.	$p\text{-value} = 0.7787$ dapat disimpulkan ho diterima dengan nilai $p\text{-value} \geq \alpha(5\%)$. maka nilai residual sudah = 0.	
Arima 2 (1,1,1) Gambar 17	Pada <i>standaridized residual</i> (naik turun nilai residual), cukup berada dinilai tengah 0.	Nilai lag yang lebih dari nol ada garis yang melebihi batas titik-titik <i>horizontal</i> , selain dititik nol. Dapat dikatakan memiliki autokorelasi.	Terdapat beberapa yang berada di bawah garis batas, dapat diartikan tidak aman dari aotokorelasi/ terdapat autokorelasi.	Diperoleh: $t = -0.30189$, $df = 2189$, $p\text{-value} = 0.7628$ dapat disimpulkan ho diterima dengan nilai $p\text{-value} \geq \alpha(5\%)$, maka nilai residual sudah = 0 .	Tidak lolos
Arima 3 (2,1,2) Gambar 18	Pada <i>standaridized residual</i> (naik turun nilai residual), cukup berada dinilai tengah 0.	Nilai lag yang lebih dari nol tidak ada garis yang melebihi batas titik-titik <i>horizontal</i> , selain dititik nol. Dapat dikatakan tidak memiliki autokorelasi.	Semua berada di atas garis batas, dapat diartikan aman dari aotokorelasi/ tidak ada autokorelasi.	Diperoleh: $t = -0.30644$, $df = 2189$, $p\text{-value} = 0.7593$ dapat disimpulkan ho diterima dengan nilai $p\text{-value} \geq \alpha(5\%)$, maka nilai residual sudah = 0 .	Lolos

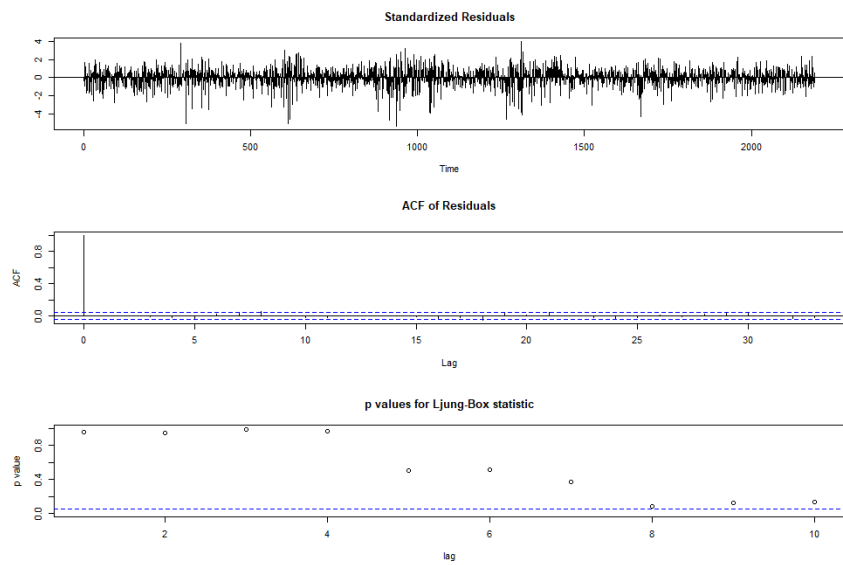
Suhu Minimum

```
#diagnostic checking
#cek autokorelasi, jika: ACF residual tidak
melebihi garis batas untuk lag>0
#p value for ljungbox diatas garis. ljungbox
adalah uji autokorelasi dengan ho: tidak ada
tsdiag(Arima.1)
tsdiag(Arima.2)
tsdiag(Arima.3)
#menyimpan residual/ sisaan tiap model
resid1=Arima.1$residuals
resid2=Arima.2$residuals
resid3=Arima.3$residuals
#uji nilai tengah residual(oke jika pvalue>
alpha, yg artinya nilai tengah residual)
t.test(resid1, mu=0, alternative =
"two.sided")
t.test(resid2, mu=0, alternative =
"two.sided")
t.test(resid3, mu=0, alternative =
"two.sided")
```

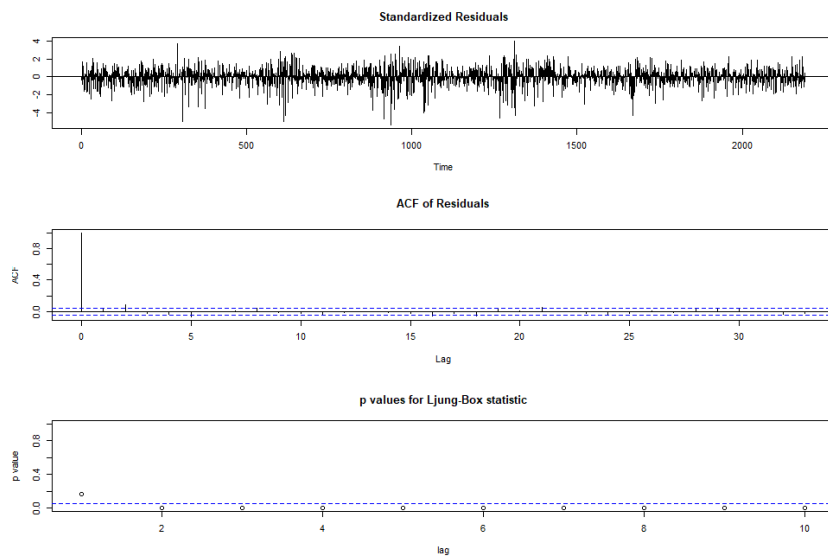
ditampilkan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 14. Grafik Arima 1



Gambar 15. Grafik Arima 2



Gambar 16. Grafik Arima 3

Penjelasan disajikan dalam bentuk tabel berikut ini:

Tabel 4. Diagnostic Check ARIMA Mins

Model	Standardized residual	ACF residual	Nilai <i>p</i> -value LjungBox	Uji One Sample <i>t</i> -test	Keputusan
Arima 1 (1,1,2) Gambar 19	Pada <i>standardized residual</i> (naik turun nilai residual), cukup berada dinilai tengah 0.	Nilai lag yang lebih dari nol tidak ada garis yang melebihi batas titik-titik <i>horizontal</i> , selain dititik nol. Dapat dikatakan tidak memiliki autokorelasi.	Semua berada di atas garis batas, dapat diartikan aman dari aotokorelasi/ tidak ada autokorelasi.	Dengan $h_0: \mu_x = \mu_0$ $h_a: \mu_x \neq \mu_0$ diperoleh: $t = -0.17368$, $df = 2189$, $p\text{-value} = 0.8621$ dapat disimpulkan h_0 diterima dengan nilai $p\text{-value} \geq \alpha(5\%)$. maka nilai residual sudah = 0 .	Lolos
Arima 2 (1,1,1) Gambar 20	Pada <i>standardized residual</i> (naik turun nilai residual), cukup berada	Nilai lag yang lebih dari nol tidak ada garis yang melebihi	Semua berada di atas garis batas, dapat diartikan	Diperoleh: $t = -0.17356$, $df = 2189$, $p\text{-value} = 0.8622$	Lolos

	dinilai tengah 0.	batas titik-titik <i>horizontal</i> , selain dititik nol. Dapat dikatakan tidak memiliki autokorelasi.	aman dari aotokorelasi/ tidak ada autokorelasi.	dapat disimpulkan ho diterima dengan nilai $p\text{-value} \geq \alpha(5\%)$, maka nilai residual sudah = 0 .	
Arima 3 (0,1,2) Gambar 21	Pada <i>standaridized residual</i> (naik turun nilai residual), cukup berada dinilai tengah 0.	Nilai lag yang lebih dari nol ada garis yang melebihi batas titik-titik <i>horizontal</i> , selain dititik nol. Dapat dikatakan memiliki autokorelasi.	Terdapat beberapa yang berada di bawah garis batas, dapat diartikan tidak aman dari aotokorelasi/ terdapat autokorelasi	Diperoleh: $t = -0.15329$, $df = 2189$, $p\text{-value} = 0.8782$ dapat disimpulkan ho diterima dengan nilai $p\text{-value} \geq \alpha(5\%)$, maka nilai residual sudah = 0 .	Tidak lolos

Berdasarkan tabel 7 didapatkan model Arima 1 dan 2 lolos dalam tahap *diagnostic cheking*, selanjutnya untuk memilih model terbaik yakni dengan melihat nilai AIC terkecil pada tabel 5, terlihat bahwa nilai AIC terkecil yakni pada Arima 2, jadi model arima 2 adalah arima yang dipilih sebagai metode yang digunakan untuk peramalan suhu minimum.

Setelah melalui beberapa proses dapat disimpulkan metode yang lolos yaitu Arima(2,1,2) untuk meramalkan suhu maksimum dan Arima(1,1,1) untuk meramalkan suhu minimum.

4. *Exponential Smoothing*

Berdasarkan hasil plot data *time series*, dapat dilihat bahwa data suhu udara maksimum dan minimum berpola musiman karena mengalami pola yang sama dalam jangka waktu 6 tahun. Maka dapat dipilih metode yang cocok yakni *Exponential Smoothing Holt Winter*. Selanjutnya, akan di cari perbandingan RMSE dan MAPE terkecil

antara Metode Perkalian Musiman dengan Metode Penambahan Musiman.

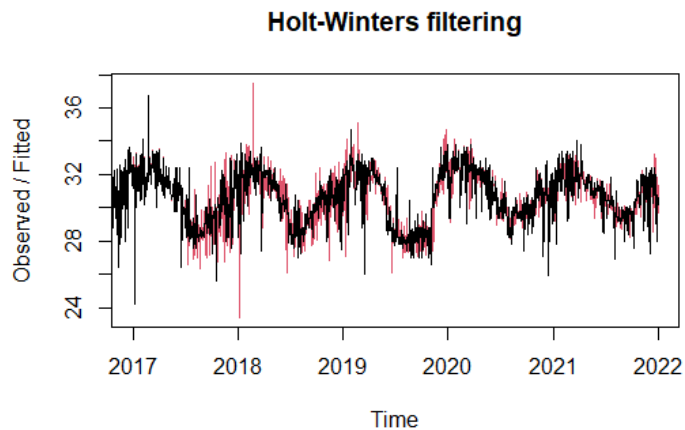
a. Metode Perkalian Musiman (*Multiplicative Seasonal Method*)

Menggunakan *software R*, dengan *syntax* :

Suhu Maksimum:

```
#PERAMALAN HOLT WINTER MULTIPLICATIVE
hwb.ka.multi = HoltWinters(DataMaks.ts, alpha
= NULL, beta = NULL, gamma = NULL, seasonal =
"multiplicative")
hwb.ka.multi
plot(hwb.ka.multi)
#MENGHITUNG PENGUKURAN KESALAHAN Model
Multiplicative
mse.multi =
hwb.ka.multi$SSE/frequency(hwb.ka.multi$fitted)
rmse.multi = sqrt(mse.multi)
mape.multi = mean(abs(DataMaks.ts-
hwb.ka.multi$fitted[,1])/DataMaks.ts)*100
mse.multi
rmse.multi
mape.multi
```

pada suhu maksimum dengan parameter *alpha*: 0.1654427, *beta* : 0 , *gamma*: 0.4911464 . Melalui proses pengukuran kesalahan model diperoleh nilai MSE = 6.343707, RMSE = 2.518672 dan nilai MAPE = 2.535541. Berikut plot yang dihasilkan menggunakan *Holt Winter Multi*:



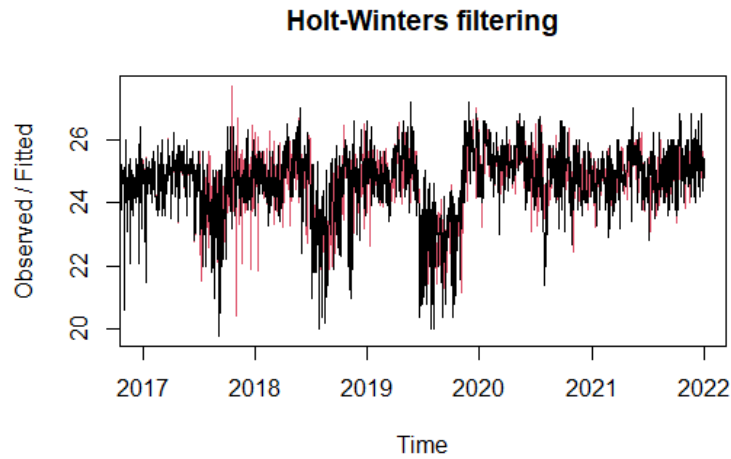
Gambar 17. Grafik suhu maksimum ETS Multi

Suhu Minimum:

```
#PERAMALAN HOLT WINTER MULTIPLICATIVE
hwb.ka.multi = HoltWinters(DataMins.ts, alpha
= NULL, beta = NULL, gamma = NULL, seasonal =
"multiplicative")
hwb.ka.multi
plot(hwb.ka.multi)
#MENGHITUNG PENGUKURAN KESALAHAN Model
Multiplicative
mse.multi =
hwb.ka.multi$SSE/frequency(hwb.ka.multi$fitte
d)
rmse.multi = sqrt(mse.multi)
mape.multi = mean(abs(DataMins.ts-
hwb.ka.multi$fitted[,1])/DataMins.ts)*100
mse.multi
rmse.multi
mape.multi
```

Pada suhu minimum dengan parameter *alpha*: 0.1561916, *beta* : 0 , *gamma*: 0.3416249. Melalui proses pengukuran kesalahan model diperoleh nilai MSE = 4.864788, RMSE = 2.205626 dan nilai

MAPE = 2.971936. Berikut plot yang dihasilkan menggunakan *Holt Winter Multi*:



Gambar 18. Grafik suhu minimum ETS Multi

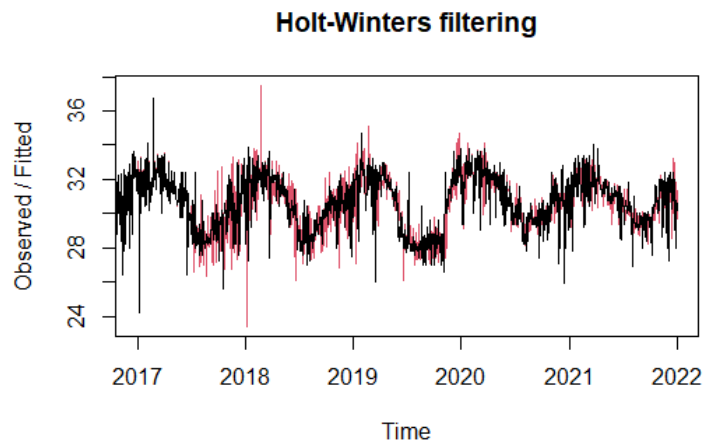
b. Metode Penambahan Musiman (*Additive Seasonal Method*)

Menggunakan *software R*, dengan *syntax* :

Suhu Maksimum:

```
#PERAMALAN HOLT WINTER ADDITIVE
hwb.ka.add = HoltWinters(DataMaks.ts, alpha =
NULL, beta = NULL, gamma = NULL, seasonal =
"additive")
hwb.ka.add
plot(hwb.ka.add)
#MENGHITUNG PENGUKURAN KESALAHAN Model
Additive
mse.add =
hwb.ka.add$SSE/frequency(hwb.ka.add$fitted)
rmse.add = sqrt(mse.add)
mape.add = mean(abs(DataMaks.ts-
hwb.ka.add$fitted[,1])/DataMaks.ts)*100
mse.add
rmse.add
mape.add
```

pada suhu maksimum dengan parameter α : 0.1856616, β : 0 , γ : 0.5170383. Melalui proses pengukuran kesalahan model diperoleh nilai MSE = 6.38191, RMSE = 2.526244 dan nilai MAPE = 2.538972. Berikut plot yang dihasilkan menggunakan *Holt Winter Additive*:

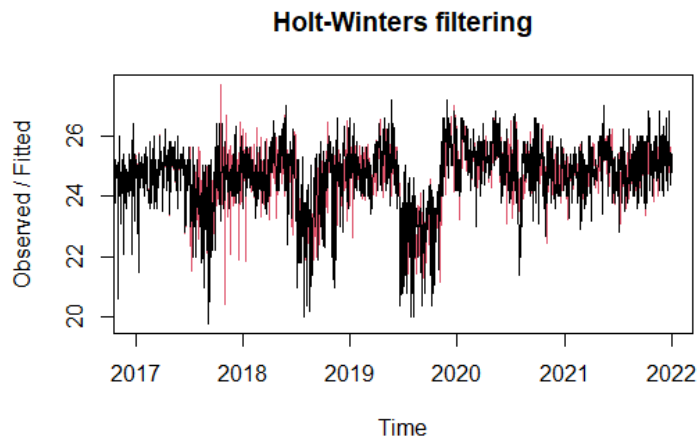


Gambar 19. Grafik suhu maksimum ETS Additive

Suhu Minimum:

```
#PERAMALAN HOLT WINTER ADDITIVE
hwb.ka.add = HoltWinters(DataMins.ts, alpha =
NULL, beta = NULL, gamma = NULL, seasonal =
"additive")
hwb.ka.add
plot(hwb.ka.add)
#MENGHITUNG PENGUKURAN KESALAHAN Model
Additive
mse.add =
hwb.ka.add$SSE/frequency(hwb.ka.add$fitted)
rmse.add = sqrt(mse.add)
mape.add = mean(abs(DataMins.ts-
hwb.ka.add$fitted[,1])/DataMins.ts)*100
mse.add
rmse.add
mape.add
```

pada suhu minimum dengan parameter α : 0.1618416, β : 0 , γ : 0.3518946. Melalui proses pengukuran kesalahan model diperoleh nilai MSE = 4.85377, RMSE = 2.203127 dan nilai MAPE = 2.962606. Berikut plot yang dihasilkan menggunakan *Holt Winter Additive*:



Gambar 20. Grafik suhu minimum ETS Additive

Setelah dibandingkan kedua metode di atas, didapatkan nilai RMSE dan MAPE terkecil dengan menggunakan metode **Perkalian Musiman (*Multiplicative Seasonal Method*) untuk suhu maksimum dan metode Penambahan Musiman (*Additive Seasonal Method*) untuk suhu minimum.**

5. Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan pada ARIMA dan *Exponential Smoothing*

Tabel 5. Perbandingan Data Actual dan Hasil Peramalan

Tgl/Bulan/ Tahun	Max Actual	Max ARIMA	Max Eksponential	Min Actual	Min ARIMA	Min Eksponential
01/01/2022	32,00	30,58	29,96	25,40	25,00	24,64
02/01/2022	31,60	30,61	30,27	25,50	25,08	24,75
03/01/2022	31,20	30,59	29,56	24,20	25,11	24,97
04/01/2022	31,60	30,60	30,31	24,20	25,12	25,08
05/01/2022	31,60	30,60	30,12	25,80	25,12	24,91
06/01/2022	32,00	30,60	30,38	25,60	25,12	24,94
07/01/2022	31,90	30,60	30,26	23,60	25,12	25,23
08/01/2022	32,40	30,60	29,09	25,20	25,12	25,08
09/01/2022	32,00	30,60	29,76	25,00	25,12	24,55

10/01/2022	31,40	30,60	28,56	25,20	25,12	23,93
11/01/2022	32,20	30,60	30,37	24,20	25,12	24,70
12/01/2022	30,20	30,60	30,33	24,50	25,12	25,05
13/01/2022	30,00	30,60	30,78	24,20	25,12	25,06
14/01/2022	32,50	30,60	30,14	24,40	25,12	24,83
15/01/2022	31,80	30,60	30,48	24,20	25,12	24,91
16/01/2022	34,20	30,60	29,90	26,20	25,12	24,49
17/01/2022	33,00	30,60	30,23	26,00	25,12	25,17
18/01/2022	32,60	30,60	30,58	25,60	25,12	25,37
19/01/2022	32,30	30,60	30,94	24,20	25,12	25,68
20/01/2022	31,20	30,60	30,41	24,60	25,12	25,48
21/01/2022	30,60	30,60	29,94	24,40	25,12	25,45
22/01/2022	31,80	30,60	30,16	25,00	25,12	24,90
23/01/2022	30,50	30,60	30,12	25,20	25,12	25,11
24/01/2022	32,40	30,60	30,51	25,40	25,12	25,27
25/01/2022	33,80	30,60	30,05	25,20	25,12	25,19
26/01/2022	33,20	30,60	29,94	25,00	25,12	25,19
27/01/2022	32,40	30,60	30,46	24,60	25,12	24,74
28/01/2022	32,40	30,60	30,95	25,00	25,12	24,91
29/01/2022	33,00	30,60	30,54	25,20	25,12	24,97
30/01/2022	31,90	30,60	30,12	24,30	25,12	24,99
31/01/2022	33,20	30,60	31,01	25,80	25,12	25,17
01/02/2022	32,20	30,60	30,74	24,50	25,12	25,05
02/02/2022	32,80	30,60	30,73	24,00	25,12	25,21
03/02/2022	31,80	30,60	30,25	24,40	25,12	24,93
04/02/2022	32,20	30,60	30,79	24,80	25,12	25,00
05/02/2022	31,60	30,60	30,36	24,60	25,12	25,16
06/02/2022	33,10	30,60	30,48	24,60	25,12	25,11
07/02/2022	30,40	30,60	30,48	23,60	25,12	25,01
08/02/2022	33,20	30,60	30,22	26,20	25,12	24,89
09/02/2022	31,60	30,60	29,74	24,40	25,12	24,77
10/02/2022	32,80	30,60	29,65	24,80	25,12	24,76
11/02/2022	33,00	30,60	29,80	25,00	25,12	25,11
12/02/2022	31,20	30,60	29,62	25,00	25,12	24,58
13/02/2022	31,00	30,60	30,35	24,20	25,12	24,76
14/02/2022	31,00	30,60	29,97	24,20	25,12	24,80
15/02/2022	30,00	30,60	30,67	24,20	25,12	24,53
16/02/2022	30,80	30,60	30,55	24,80	25,12	24,60
17/02/2022	31,80	30,60	28,78	24,60	25,12	24,37
18/02/2022	30,20	30,60	30,50	25,00	25,12	24,63
19/02/2022	32,40	30,60	30,23	24,40	25,12	25,06
20/02/2022	32,20	30,60	30,30	23,60	25,12	25,09
21/02/2022	31,20	30,60	31,03	24,30	25,12	24,73
22/02/2022	27,80	30,60	30,64	24,80	25,12	24,76
23/02/2022	31,00	30,60	30,93	24,20	25,12	24,72
24/02/2022	32,40	30,60	29,63	24,80	25,12	24,90
25/02/2022	32,40	30,60	31,04	24,40	25,12	25,07
26/02/2022	32,00	30,60	30,30	23,90	25,12	25,46
27/02/2022	32,40	30,60	30,83	24,20	25,12	24,85
28/02/2022	31,60	30,60	30,34	24,80	25,12	25,19
01/03/2022	33,40	30,60	31,40	25,20	25,12	25,51

02/03/2022	32,30	30,60	30,88	24,00	25,12	25,24
03/03/2022	31,40	30,60	30,81	25,80	25,12	25,31
04/03/2022	30,60	30,60	29,77	26,00	25,12	24,64
05/03/2022	29,60	30,60	30,35	24,00	25,12	25,13
06/03/2022	31,80	30,60	30,81	24,20	25,12	24,94
07/03/2022	30,40	30,60	29,92	25,00	25,12	25,12
08/03/2022	31,20	30,60	29,58	25,00	25,12	24,91
09/03/2022	30,80	30,60	30,95	24,60	25,12	24,76
10/03/2022	30,60	30,60	31,10	24,40	25,12	25,53
11/03/2022	32,20	30,60	30,29	25,40	25,12	24,67
12/03/2022	31,00	30,60	31,07	24,60	25,12	24,88
13/03/2022	32,20	30,60	30,35	25,20	25,12	24,85
14/03/2022	31,80	30,60	30,97	24,00	25,12	24,95
15/03/2022	29,60	30,60	30,96	24,00	25,12	25,06
16/03/2022	31,40	30,60	30,69	24,00	25,12	25,15
17/03/2022	32,40	30,60	30,49	24,00	25,12	25,04
18/03/2022	31,40	30,60	30,09	25,00	25,12	24,91
19/03/2022	31,80	30,60	30,95	24,00	25,12	24,91
20/03/2022	32,40	30,60	31,04	26,00	25,12	25,03
21/03/2022	32,20	30,60	31,36	25,40	25,12	24,81
22/03/2022	33,90	30,60	31,96	25,00	25,12	25,18
23/03/2022	31,60	30,60	30,67	24,20	25,12	25,48
24/03/2022	32,20	30,60	31,19	25,00	25,12	25,79
25/03/2022	31,20	30,60	31,71	24,60	25,12	25,65
26/03/2022	31,00	30,60	30,88	24,60	25,12	25,79
27/03/2022	32,20	30,60	30,95	24,00	25,12	25,63
28/03/2022	31,60	30,60	30,77	25,20	25,12	25,72
29/03/2022	32,60	30,60	31,11	25,20	25,12	25,40
30/03/2022	31,80	30,60	30,49	24,00	25,12	25,73
31/03/2022	31,80	30,60	31,00	24,60	25,12	25,00
01/04/2022	32,20	30,60	30,85	24,40	25,12	25,70
02/04/2022	31,40	30,60	30,71	25,00	25,12	25,17
03/04/2022	31,60	30,60	31,35	23,80	25,12	25,11
04/04/2022	31,80	30,60	31,12	24,80	25,12	24,58
05/04/2022	31,20	30,60	30,87	25,40	25,12	25,14
06/04/2022	31,20	30,60	30,49	25,80	25,12	25,07
07/04/2022	30,40	30,60	30,89	24,60	25,12	25,34
08/04/2022	30,20	30,60	31,46	25,00	25,12	25,58
09/04/2022	30,20	30,60	31,58	25,00	25,12	25,62
10/04/2022	31,50	30,60	30,88	24,80	25,12	25,35
11/04/2022	31,60	30,60	30,84	24,80	25,12	25,65
12/04/2022	31,40	30,60	30,94	25,00	25,12	25,54
13/04/2022	31,90	30,60	30,64	25,60	25,12	25,60
14/04/2022	32,40	30,60	30,61	25,20	25,12	25,70
15/04/2022	31,80	30,60	30,28	25,60	25,12	25,63
16/04/2022	31,80	30,60	30,56	25,60	25,12	25,46
17/04/2022	32,20	30,60	30,51	26,00	25,12	25,55
18/04/2022	32,50	30,60	30,47	25,00	25,12	25,05
19/04/2022	30,50	30,60	30,35	25,00	25,12	25,30
20/04/2022	32,00	30,60	30,34	24,60	25,12	25,45
21/04/2022	29,20	30,60	30,17	25,40	25,12	25,56

22/04/2022	31,80	30,60	30,31	24,80	25,12	25,71
23/04/2022	32,00	30,60	30,00	25,00	25,12	25,66
24/04/2022	32,00	30,60	30,25	25,40	25,12	25,47
25/04/2022	31,40	30,60	30,21	24,60	25,12	25,24
26/04/2022	33,00	30,60	30,45	25,80	25,12	25,56
27/04/2022	32,80	30,60	30,05	26,20	25,12	25,49
28/04/2022	32,40	30,60	29,45	25,30	25,12	25,12
29/04/2022	31,40	30,60	29,88	25,80	25,12	25,27
30/04/2022	31,60	30,60	29,94	24,20	25,12	25,47
01/05/2022	32,50	30,60	30,14	24,20	25,12	25,56
02/05/2022	32,20	30,60	30,37	25,00	25,12	25,44
03/05/2022	32,00	30,60	30,30	25,00	25,12	25,87
04/05/2022	32,00	30,60	30,35	25,00	25,12	25,25
05/05/2022	31,40	30,60	30,25	25,00	25,12	25,43
06/05/2022	31,80	30,60	30,16	25,80	25,12	25,55
07/05/2022	31,80	30,60	30,11	26,20	25,12	25,91
08/05/2022	31,60	30,60	30,14	26,00	25,12	25,33
09/05/2022	33,00	30,60	30,01	26,40	25,12	25,39
10/05/2022	32,00	30,60	30,13	26,20	25,12	25,37
11/05/2022	31,80	30,60	29,84	26,80	25,12	26,13
12/05/2022	32,20	30,60	29,76	26,80	25,12	26,34
13/05/2022	32,80	30,60	29,88	26,20	25,12	25,73
14/05/2022	32,00	30,60	30,12	26,40	25,12	26,07
15/05/2022	32,40	30,60	29,72	26,80	25,12	26,13
16/05/2022	31,70	30,60	29,53	26,80	25,12	25,83
17/05/2022	31,60	30,60	29,35	26,00	25,12	25,52
18/05/2022	31,80	30,60	29,19	25,40	25,12	25,32
19/05/2022	30,60	30,60	28,95	25,00	25,12	25,58
20/05/2022	31,60	30,60	29,42	25,40	25,12	25,29
21/05/2022	31,80	30,60	29,15	24,70	25,12	25,40
22/05/2022	30,20	30,60	29,34	25,40	25,12	25,61
23/05/2022	31,40	30,60	29,46	25,60	25,12	25,70
24/05/2022	32,40	30,60	29,61	24,90	25,12	25,00
25/05/2022	31,50	30,60	29,22	25,00	25,12	25,16
26/05/2022	29,80	30,60	28,81	24,00	25,12	25,78
27/05/2022	30,60	30,60	28,90	24,60	25,12	25,23
28/05/2022	33,00	30,60	28,93	25,00	25,12	25,08
29/05/2022	33,20	30,60	28,98	25,40	25,12	25,25
30/05/2022	34,00	30,60	28,88	25,60	25,12	25,42
31/05/2022	31,40	30,60	28,73	26,00	25,12	25,42
01/06/2022	31,50	30,60	28,98	25,80	25,12	24,61
02/06/2022	30,40	30,60	29,00	24,00	25,12	25,09
03/06/2022	31,00	30,60	28,94	24,70	25,12	25,09
04/06/2022	31,00	30,60	29,26	25,30	25,12	24,94
05/06/2022	31,00	30,60	28,83	25,60	25,12	24,85
06/06/2022	29,60	30,60	28,94	23,70	25,12	24,98
07/06/2022	30,50	30,60	28,80	25,40	25,12	24,86
08/06/2022	31,70	30,60	28,88	24,60	25,12	24,83
09/06/2022	31,80	30,60	28,89	25,40	25,12	25,27
10/06/2022	31,50	30,60	28,87	25,00	25,12	25,68
11/06/2022	31,00	30,60	28,78	25,40	25,12	24,78

12/06/2022	30,60	30,60	29,10	25,00	25,12	24,95
13/06/2022	31,20	30,60	29,40	25,00	25,12	25,20
14/06/2022	30,90	30,60	29,42	24,60	25,12	25,73
15/06/2022	31,00	30,60	29,91	25,00	25,12	25,14
16/06/2022	30,20	30,60	29,32	23,70	25,12	25,04
17/06/2022	29,80	30,60	28,66	24,00	25,12	25,04
18/06/2022	30,90	30,60	28,92	23,80	25,12	24,84
19/06/2022	30,80	30,60	28,60	24,80	25,12	23,98
20/06/2022	30,60	30,60	28,98	24,40	25,12	24,25
21/06/2022	31,20	30,60	28,44	24,80	25,12	24,04
22/06/2022	31,40	30,60	28,60	25,00	25,12	24,16
23/06/2022	31,20	30,60	27,71	24,60	25,12	24,32
24/06/2022	31,40	30,60	27,77	24,60	25,12	24,67
25/06/2022	30,00	30,60	28,56	25,20	25,12	24,53
26/06/2022	29,80	30,60	28,59	23,90	25,12	24,52
27/06/2022	27,60	30,60	28,54	24,40	25,12	24,68
28/06/2022	30,00	30,60	28,22	23,40	25,12	24,68
29/06/2022	30,20	30,60	28,56	23,00	25,12	24,49
30/06/2022	30,20	30,60	28,21	25,60	25,12	24,95
01/07/2022	31,00	30,60	28,31	24,80	25,12	24,45
02/07/2022	28,40	30,60	28,33	25,40	25,12	24,93
03/07/2022	30,40	30,60	28,44	26,30	25,12	24,95
04/07/2022	31,60	30,60	28,55	25,60	25,12	25,29
05/07/2022	31,50	30,60	28,29	26,00	25,12	24,57
06/07/2022	30,70	30,60	28,95	24,80	25,12	24,73
07/07/2022	30,10	30,60	28,08	24,90	25,12	24,54
08/07/2022	29,80	30,60	28,33	24,00	25,12	25,42
09/07/2022	29,80	30,60	28,25	23,50	25,12	24,33
10/07/2022	29,20	30,60	28,45	24,20	25,12	24,55
11/07/2022	30,20	30,60	28,29	24,10	25,12	24,46
12/07/2022	30,80	30,60	28,17	25,60	25,12	24,75
13/07/2022	30,20	30,60	28,08	24,00	25,12	24,31
14/07/2022	30,20	30,60	28,25	24,80	25,12	24,79
15/07/2022	30,00	30,60	28,84	24,40	25,12	24,13
16/07/2022	28,60	30,60	28,25	24,60	25,12	23,96
17/07/2022	30,20	30,60	28,29	25,40	25,12	23,98
18/07/2022	30,10	30,60	28,19	26,20	25,12	24,31
19/07/2022	30,60	30,60	28,09	24,40	25,12	24,49
20/07/2022	30,00	30,60	29,09	24,50	25,12	25,12
21/07/2022	30,00	30,60	28,70	24,80	25,12	25,12
22/07/2022	29,50	30,60	28,58	24,80	25,12	25,01
23/07/2022	30,00	30,60	28,33	24,80	25,12	24,13
24/07/2022	29,80	30,60	28,39	21,60	25,12	23,79
25/07/2022	29,40	30,60	28,03	21,80	25,12	23,78
26/07/2022	28,80	30,60	27,90	21,80	25,12	23,28
27/07/2022	29,20	30,60	27,88	26,40	25,12	23,91
28/07/2022	29,60	30,60	28,07	25,80	25,12	23,68
29/07/2022	29,30	30,60	28,29	24,60	25,12	23,08
30/07/2022	29,40	30,60	27,53	23,40	25,12	23,52
31/07/2022	29,40	30,60	28,03	23,00	25,12	23,40

6. Perbandingan Nilai *Error* (RMSE & MAPE) dan Pemilihan Metode Terbaik

Tabel 6. Perbandingan Nilai Error

Metode	RMSE (Maks)	MAPE (Maks)	RMSE (Mins)	MAPE (Mins)
ARIMA	0.9177679	2.098182	0.8001771	2.443044
<i>Eksponential Smoothing</i>	2.526244	2.538972	2.203127	2.962606

Dari perbandingan data aktual dan perbandingan nilai *error* yang terlihat, dapat disimpulkan bahwa metode ARIMA adalah metode terbaik yang terpilih, dan hasil peramalan disajikan sebagai berikut,

Suhu Maksimum

Prediksi/ peramalan yang akan dilakukan yakni selama satu tahun atau 365 hari dengan *syntax*

```
pred.data=forecast(Arima.3,h=365)
```

```
pred.data
```

diperoleh hasil yang tertera dalam lampiran 2

Menggambarkan grafik hasil peramalan dapat menggunakan *syntax*:

```
library(readxl)
```

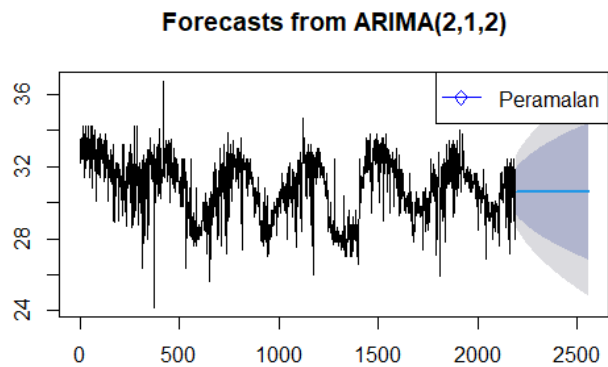
```
PREDIKSI_MAKS <- read_excel("~/A
```

```
plot(DATA)
```

```
plot(pred.data)
```

```
legend("topright", legend = c("Data Aktual",  
"Peramalan"), col = c("blue", "green"), lty = 1,  
pch = c(5,5), inset = 0,005)
```

diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 21. Grafik hasil peramalan suhu maksimum

Suhu Minimum

dengan *syntax*

```
pred.data=predict(Arima.3, n.ahead=365)
```

```
pred.data
```

diperoleh hasil yang tertera dalam lampiran 2

Menggambaran grafik hasil peramalan dapat menggunakan *syntax*:

```
plot(DATA)
```

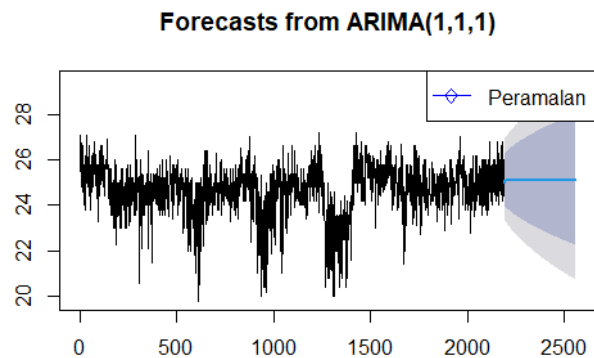
```
plot(pred.data)
```

```
legend("topright", legend = c("Data Aktual",
```

```
"Peramalan"), col = c("blue", "green"), lty = 1,
```

```
pch = c(5,5), inset = 0,005)
```

diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 22. Grafik hasil peramalan suhu minimum