

**LAPORAN AKHIR SEMESTER  
PRAKTIKUM PENGANTAR RUNTUN WAKTU  
KELAS C**



Yogyakarta, 21 Desember 2021

**19 / 445626 / PA / 19450**

**Ilmu Aktuaria**

Dosen Pengampu : Prof. Dr.rer.nat. Dedi Rosadi, S.Si., M.Sc.

Asisten Praktikum : Riki Dharmawan (18661)

Putri Dwi Ramadhani (18400)

**LABORATORIUM KOMPUTASI MATEMATIKA DAN STATISTIKA  
DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS GADJAH MADA  
YOGYAKARTA  
2021**

## BAB I

### PERMASALAHAN

1. Diberikan data saham **PT Indofood Sukses Makmur Tbk (INDF.JK)** dari tanggal 25 November 2020 sampai dengan 25 November 2021 yang dapat dilihat pada file ^INDF.csv.
  - a. Lakukan pemodelan runtun waktu berupa model ARIMA pada data nilai penutupan saham INDF.JK!
  - b. Jika didapatkan bahwa model terbaik pada soal a) tidak memenuhi asumsi homoskedastisitas, lakukan penanganan dengan membentuk model ARCH/GARCH dengan menambahkan efek ARMA dari model ARIMA terbaik (ARMA-GARCH)! **Catatan : Jika didapatkan pada soal a) bahwa model ARIMA memenuhi asumsi homoskedastisitas, cukup ditulis tidak perlu melakukan penanganan**
  - c. Lakukan *forecast* untuk 10 hari kedepan menggunakan model terbaik dari masing-masing metode. Berdasarkan hasil *forecast*, model mana yang menghasilkan performa lebih baik? **Catatan : Jika didapatkan pada soal a) bahwa model ARIMA memenuhi asumsi homoskedastisitas, cukup lakukan *forecast* untuk model ARIMA**

Keterangan :

- Pada soal a), orde maksimum dari *differencing* yang digunakan adalah orde 4.
  - Pada soal b), untuk uji signifikansi model cukup perhatikan model untuk variansi (jika benar didapatkan bahwa model terbaik ARIMA tidak memenuhi asumsi homoskedastisitas).
2. Diketahui nilai utilitas produksi industri di U.S dari Januari 2010 sampai Mei 2019 dalam file “IPCU.csv”. Prediksikan nilai utilitas produksi industri tersebut untuk 3 bulan ke depan beserta Langkah-langkahnya secara lengkap dan jelas. Data dapat dilihat pada file IPCU.

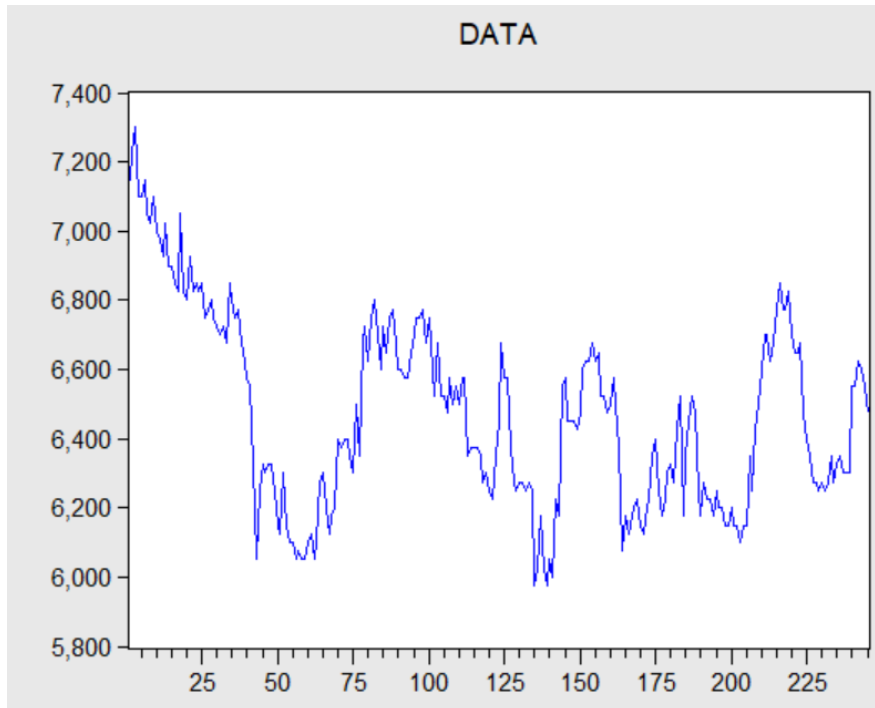
## BAB II

### PEMBAHASAN

#### Nomor 1

##### A. Permodelan Runtun Waktu ARIMA

###### Plot data awal



Interpretasi:

Dari plot data awal saham PT Indofood Sukses Makmur Tbk (INDF.JK) dari tanggal 25 November 2020 sampai dengan 25 November 2021 diketahui data tidak stasioner terhadap mean dan tidak stasioner terhadap variansi. Dikatakan tidak stationer jika nilai rata-rata dan varian dari data time series tersebut tidak mengalami perubahan secara sistematis sepanjang waktu.

###### Uji ADF data awal

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-3.420083	0.0112
Test critical values:	1% level	-3.457061	
	5% level	-2.873190	
	10% level	-2.573054	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

- Hipotesis  
 $H_0$  : data tidak stasioner dalam mean dan variansi  
 $H_1$  : data stasioner dalam mean dan variansi
- Tingkat signifikansi  
 $\alpha = 0,05$
- Statistik uji  
 $p\text{-value} = 0,0112$
- Daerah kritik  
 $H_0$  ditolak jika  $p\text{-value} < \alpha$   
 $p\text{-value} = 0.0112 < \alpha = 0,05$   
Maka  $H_0$  ditolak
- Kesimpulan  
Karena  $H_0$  ditolak, maka data stasioner dalam mean dan variansi

Interpretasi :

Uji ADF ini dilakukan untuk melihat lebih pasti apakah data telah stasioner terhadap mean dan variansi atau belum. Didapatkan nilai probability sebesar 0,0112, sehingga  $H_0$  ditolak karena kurang dari alpa, 0,05. Maka data tersebut stasioner terhadap mean dan variansi.

### **Transforamasi Data**

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on DDIF1		
Null Hypothesis: DDIF1 has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=14)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-17.79882	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.457173	
5% level	-2.873240	
10% level	-2.573080	
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.		
Augmented Dickey-Fuller Test Equation		
Dependent Variable: D(DDIF1)		
Method: Least Squares		
Date: 12/09/21 Time: 00:05		
Sample (adjusted): 3 245		
Included observations: 243 after adjustments		

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on DTRANS1		
Null Hypothesis: DTRANS1 has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=14)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-17.73635	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.457173	
5% level	-2.873240	
10% level	-2.573080	
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.		
Augmented Dickey-Fuller Test Equation		
Dependent Variable: D(DTRANS1)		
Method: Least Squares		
Date: 12/09/21 Time: 00:06		
Sample (adjusted): 3 245		
Included observations: 243 after adjustments		

Interpretasi:

Dari hasil output diatas, didapat untuk DDIF t statistic yang terbesar terdapat pada DDIF 1, sementara untuk DTRANS t statistic terbesar terdapat di DTRANS 1. Selanjutnya DTRANS 1 akan berlanjut ke identifikasi model ARIMA.

### Corellogram data DTRANS

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.132	-0.132	4.3181	0.038
		2 -0.053	-0.072	5.0156	0.081
		3 0.027	0.010	5.1954	0.158
		4 -0.033	-0.033	5.4759	0.242
		5 -0.015	-0.022	5.5311	0.355
		6 -0.013	-0.023	5.5756	0.472
		7 0.110	0.107	8.6623	0.278
		8 0.052	0.082	9.3484	0.314
		9 -0.055	-0.024	10.108	0.342
		10 -0.076	-0.089	11.607	0.312
		11 -0.039	-0.067	12.007	0.363
		12 0.019	0.005	12.105	0.437
		13 0.025	0.030	12.262	0.506
		14 -0.013	-0.021	12.309	0.582
		15 -0.069	-0.099	13.565	0.559
		16 -0.091	-0.124	15.762	0.470
		17 -0.030	-0.047	16.006	0.523
		18 0.043	0.052	16.494	0.558
		19 -0.053	-0.049	17.247	0.573
		20 -0.042	-0.093	17.710	0.607
		21 0.030	-0.019	17.956	0.652
		22 -0.098	-0.081	20.538	0.549
		23 -0.001	0.016	20.538	0.609
		24 0.046	0.050	21.110	0.632
		25 0.010	-0.012	21.135	0.685
		26 0.016	-0.018	21.208	0.731
		27 0.004	0.009	21.213	0.776
		28 0.005	0.026	21.220	0.816
		29 0.048	0.076	21.854	0.826
		30 0.053	0.063	22.638	0.830
		31 0.058	0.039	23.576	0.827
		32 -0.035	-0.054	23.919	0.847
		33 -0.021	-0.037	24.045	0.872
		34 0.020	0.023	24.160	0.894
		35 -0.014	-0.008	24.216	0.915
		36 0.056	0.023	25.118	0.913

Interpretasi :

Setelah didapatkan DTRANS 1, diperoleh model awal dengan melihat korelogramnya dan diperhatikan 4 lag pertama. Berdasarkan analisis data runtun waktu yang digunakan, yaitu ARIMA, maka penulisan model adalah ARIMA (p,d,q).

- Pertama adalah MA (q) dengan melihat kolom Partial Correlation. Pada korelogram, data cuts off pada lag ke – 1, sehingga didapat MA (1).
- Selanjutnya adalah AR (p) dengan melihat kolom Autocorrelation. Pada korelogram, data cuts off pada lag ke – 1, sehingga didapat AR (1).

- Sedangkan untuk I (d) pada model didapatkan dari tingkat perbedaan yang dilakukan terhadap data agar stasioner, dalam hal ini adalah transformasi data differencing DDIF 1, sehingga didapat  $d=1$

Sehingga, **model awal yang diperoleh adalah ARIMA (1,1,1).**

### **Model Hasil Underfitting**

Berdasarkan model awal yang didapatkan, yakni ARIMA (1,1,1), diperluas menjadi beberapa model lagi yang mungkin. Model tersebut diperluas secara underfitting

Terdapat 6 model yang mungkin, yaitu :

1. ARIMA (1,1,1) dengan konstan
2. ARIMA (1,1,1) tanpa konstan
3. ARIMA (1,1,0) dengan konstan
4. ARIMA (1,1,0) tanpa konstan
5. ARIMA (0,1,1) dengan konstan
6. ARIMA (0,1,1) tanpa konstan

### **Overfitting**

- Hipotesis  
 $H_0$  : parameter tidak signifikan masuk model  
 $H_1$  : parameter signifikan masuk model
- Tingkat signifikansi  
 $\alpha = 0,05$
- Daerah kritik  
 $H_0$  ditolak jika  $p\text{-value} < \alpha$

No	Model	Parameter	p-value	kesimpulan parameter	kesimpulan
1	ARIMA (1,1,1) dengan konstan	C	0.5805	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		AR(1)	0.591	Tidak signifikan masuk model	
		MA(1)	0.3398	Tidak signifikan masuk model	
2	ARIMA (1,1,1) tanpa konstan	AR(1)	0.6041	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		MA(1)	0.3547	Tidak signifikan masuk model	
3	ARIMA (1,1,0) dengan konstan	C	0.6172	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		AR(1)	0.0391	Signifikan masuk model	

4	ARIMA (1,1,0) tanpa konstan	AR(1)	0.0398	Signifikan masuk model	Signifikan masuk model
5	ARIMA (0,1,1) dengan konstan	C	0.6297	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		MA(1)	0.0184	Signifikan masuk model	
6	ARIMA (0,1,1) tanpa konstan	MA(1)	0.0191	Signifikan masuk model	Signifikan masuk model

Interpretasi :

Ke – 6 model yang mungkin tersebut diuji inferensi, baik secara parameter dan overall.

Model dikatakan signifikan jika setiap parameter pembentuknya signifikan masuk model.

Sebuah parameter dikatakan signifikan masuk model jika  $p\text{-value} < \alpha$ .

Didapatkan 2 model yang signifikan dari tabel uji di atas, dimana setiap parameter pembentuk model adalah signifikan masuk model. Model tersebut adalah ARIMA (0,1,1) tanpa konstan dan ARIMA (0,1,1) tanpa konstan.

### **Diagnostic Checking**

Model	No Autokorelasi Residual	Homoskedastisitas	Normalitas Residual
ARIMA (1,1,0) tanpa konstan	Memenuhi	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi(0)
ARIMA (0,1,1) tanpa konstan	Memenuhi	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi(0)

Interpretasi :

Pada diagnostic checking, semua model tidak memenuhi untuk uji normalitas residual. Semua model memenuhi uji no autokorelasi residual. Semua model tidak memenuhi Homoskedastisitas. Hal ini memiliki kecenderungan bahwa model memiliki efek ARCH GARCH. Selanjutnya model ARIMA (1,1,0) tanpa konstan dan ARIMA (0,1,1) tanpa konstan lanjut ketahapan kriteria pemilihan model, untuk menentukan model mana yang benar-benar paling baik.

### Pemilihan Model Terbaik

Model	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	SE	SSR	Log Likelihood	AIC	SBC
ARIMA (1,1,0) tanpa konstan	0.01653	0.01653	0.015514	0.058247	668.0362	-5.49001	- 5.47564
ARIMA (0,1,1) tanpa konstan	0.019077	0.019077	0.015478	0.058212	671.3598	-5.494752	- 5.48042

Interpretasi:

Pada kriteria pemilihan model terbaik, dicari model yang memiliki R<sup>2</sup>, Adj R<sup>2</sup>, serta Log Likelihood yang besar, sedangkan SE, SSR, AIC, dan SBC yang kecil.

Kemudian diperoleh model yang paling banyak memenuhi kriteria adalah **ARIMA (0,1,1) tanpa konstan**, yaitu memiliki R<sup>2</sup> dan Adj R<sup>2</sup> yang paling besar, serta SE, SSR, AIC dan SBC yang paling kecil. Sehingga model tersebut dianggap sebagai model yang lebih baik dibandingkan model yang lain.

### Model terbaik dan interpretasinya

Setelah dilakukan serangkaian langkah, didapatkan model terbaik untuk memprediksi temperatur udara bulanan di Nottingham Castle, Inggris yaitu **ARIMA (0,1,1) tanpa konstan**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	-0.149813	0.063525	-2.358345	0.0191
R-squared	0.019077	Mean dependent var		-0.000406
Adjusted R-squared	0.019077	S.D. dependent var		0.015627
S.E. of regression	0.015478	Akaike info criterion		-5.494752
Sum squared resid	0.058212	Schwarz criterion		-5.480419
Log likelihood	671.3598	Hannan-Quinn criter.		-5.488980
Durbin-Watson stat	1.979881			

Bentuk persamaan umum **ARIMA (0,1,1) tanpa konstan** yaitu :

$$D_p(B)(1-B)^d X_t = \mu + C_q(B) \varepsilon_t$$

$$(1-B)X_t = 0 + (1 - 0.149813B) \varepsilon_t$$

$$X_t - X_{t-1} = \varepsilon_t - 0.149813 \varepsilon_{t-1}$$

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t - 0.149813 \varepsilon_{t-1}$$



Dimana,

$X_t$  : Jumlah data penutupan harga saham pada waktu ke - t

$\varepsilon_t$  : nilai kesalahan pada waktu ke - t

Interpretasi :

- Setiap kenaikan satu satuan data 1 periode sebelumnya, akan menyebabkan kenaikan data ramalan sebesar 1 dengan menganggap variabel lain konstan.
- Setiap kenaikan satu satuan eror 1 periode sebelumnya, akan menyebabkan penurunan data ramalan sebesar 0.149813 dengan menganggap variabel lain konstan.

## B. Penanganan Model ARCH-GARCH

Pada point A, model terbaik tidak memenuhi asumsi homoskedastisitas, sehingga diperlukan penangan model ARCH-GARCH.









































































### Correlogram Data Asli

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.922	0.922	211.01	0.000
		2 0.860	0.059	395.05	0.000
		3 0.801	0.004	555.57	0.000
		4 0.745	-0.009	695.08	0.000
		5 0.694	0.003	816.54	0.000
		6 0.643	-0.022	921.19	0.000
		7 0.597	0.008	1011.9	0.000
		8 0.537	-0.115	1085.6	0.000
		9 0.469	-0.109	1142.1	0.000
		10 0.411	0.004	1185.5	0.000
		11 0.363	0.035	1219.5	0.000
		12 0.322	0.023	1246.4	0.000
		13 0.274	-0.066	1266.0	0.000
		14 0.228	-0.032	1279.6	0.000
		15 0.184	-0.013	1288.5	0.000
		16 0.151	0.054	1294.5	0.000
		17 0.129	0.064	1299.0	0.000
		18 0.103	-0.048	1301.8	0.000
		19 0.080	-0.028	1303.5	0.000
		20 0.064	0.040	1304.6	0.000
		21 0.050	0.021	1305.3	0.000
		22 0.035	-0.015	1305.6	0.000
		23 0.031	0.041	1305.9	0.000
		24 0.028	-0.017	1306.1	0.000
		25 0.018	-0.052	1306.2	0.000
		26 0.011	0.021	1306.3	0.000
		27 0.002	-0.024	1306.3	0.000
		28 -0.010	-0.048	1306.3	0.000
		29 -0.021	-0.020	1306.4	0.000
		30 -0.037	-0.054	1306.8	0.000
		31 -0.059	-0.069	1307.8	0.000
		32 -0.090	-0.076	1310.1	0.000
		33 -0.114	0.009	1313.7	0.000
		34 -0.141	-0.056	1319.5	0.000
		35 -0.170	-0.040	1327.8	0.000
		36 -0.195	-0.003	1338.8	0.000

Interpretasi:

Dari data close saham PT Indofood Sukses Makmur Tbk (INDF.JK) dari tanggal 25 November 2020 sampai dengan 25 November 2021 dapat di lihat plot ACF cenderung meluruh dengan lambat yang mengindikasikan ada heteroskedastisitas.









































































### ***Correlogram Data Return***

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.132	-0.132	4.3181	0.038
		2	-0.053	-0.072	5.0156	0.081
		3	0.027	0.010	5.1954	0.158
		4	-0.033	-0.033	5.4759	0.242
		5	-0.015	-0.022	5.5311	0.355
		6	-0.013	-0.023	5.5756	0.472
		7	0.110	0.107	8.6623	0.278
		8	0.052	0.082	9.3484	0.314
		9	-0.055	-0.024	10.108	0.342
		10	-0.076	-0.089	11.607	0.312
		11	-0.039	-0.067	12.007	0.363
		12	0.019	0.005	12.105	0.437
		13	0.025	0.030	12.262	0.506
		14	-0.013	-0.021	12.309	0.582
		15	-0.069	-0.099	13.565	0.559
		16	-0.091	-0.124	15.762	0.470
		17	-0.030	-0.047	16.006	0.523
		18	0.043	0.052	16.494	0.558
		19	-0.053	-0.049	17.247	0.573
		20	-0.042	-0.093	17.710	0.607
		21	0.030	-0.019	17.956	0.652
		22	-0.098	-0.081	20.538	0.549
		23	-0.001	0.016	20.538	0.609
		24	0.046	0.050	21.110	0.632
		25	0.010	-0.012	21.135	0.685
		26	0.016	-0.018	21.208	0.731
		27	0.004	0.009	21.213	0.776
		28	0.005	0.026	21.220	0.816
		29	0.048	0.076	21.854	0.826
		30	0.053	0.063	22.638	0.830
		31	0.058	0.039	23.576	0.827
		32	-0.035	-0.054	23.919	0.847
		33	-0.021	-0.037	24.045	0.872
		34	0.020	0.023	24.160	0.894
		35	-0.014	-0.008	24.216	0.915
		36	0.056	0.023	25.118	0.913

Interpretasi:

Dari data close saham PT Indofood Sukses Makmur Tbk (INDF.JK) dari tanggal 25 November 2020 sampai dengan 25 November 2021 yang kita miliki, dibuat data Return. Kemudian dilihat korelogramnya. Karena banyak lag yang tidak keluar, maka ada indikasi ARCH/GARCH.

### Correlogram Data Return<sup>2</sup>

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.078	0.078	1.4983	0.221
		2	0.130	0.125	5.7094	0.058
		3	-0.069	-0.090	6.9027	0.075
		4	-0.088	-0.095	8.8239	0.066
		5	-0.038	-0.004	9.1814	0.102
		6	-0.051	-0.029	9.8255	0.132
		7	0.027	0.025	10.006	0.188
		8	-0.004	-0.008	10.010	0.264
		9	0.073	0.059	11.360	0.252
		10	-0.040	-0.053	11.770	0.301
		11	-0.023	-0.034	11.910	0.370
		12	-0.091	-0.069	14.049	0.298
		13	-0.073	-0.050	15.449	0.280
		14	-0.053	-0.035	16.182	0.302
		15	-0.080	-0.074	17.878	0.269
		16	-0.083	-0.096	19.673	0.235
		17	-0.030	-0.020	19.910	0.279
		18	-0.047	-0.056	20.504	0.305
		19	-0.045	-0.063	21.046	0.334
		20	0.251	0.264	37.883	0.009
		21	-0.001	-0.037	37.883	0.013
		22	0.104	0.020	40.781	0.009
		23	-0.059	-0.044	41.738	0.010
		24	0.052	0.084	42.462	0.011
		25	0.047	0.065	43.057	0.014
		26	0.029	0.013	43.284	0.018
		27	-0.038	-0.095	43.689	0.022
		28	-0.072	-0.077	45.140	0.021
		29	-0.018	-0.052	45.231	0.028
		30	-0.075	-0.061	46.818	0.026
		31	-0.028	-0.062	47.042	0.032
		32	-0.019	0.016	47.141	0.041
		33	-0.006	-0.016	47.151	0.053
		34	0.025	0.003	47.325	0.064
		35	0.058	0.101	48.295	0.067
		36	-0.026	0.013	48.494	0.080

Interpretasi :

Selanjutnya setelah Return, kembali dibuat data Return<sup>2</sup>. Kemudian dilihat korelogramnya.

Untuk itu, karena ada lag yang keluar, maka ada indikasi ARCH/GARCH.

### Model ARCH/GARCH

Dalam melakukan peramalan runtun waktu menggunakan metode ARCH/ GARCH, dengan pasti akan memiliki model seperti berikut :

1. GARCH (2,2) dengan konstan
2. GARCH (2,2) tanpa konstan
3. GARCH (2,1) dengan konstan
4. GARCH (2,1) tanpa konstan
5. GARCH (2,0) dengan konstan
6. GARCH (2,0) tanpa konstan

7. GARCH (1,2) dengan konstan
8. GARCH (1,2) tanpa konstan
9. GARCH (1,1) dengan konstan
10. GARCH (1,1) tanpa konstan
11. GARCH (1,0) dengan konstan
12. GARCH (1,0) tanpa konstan

### Uji Signifikansi Parameter

- Hipotesis  
 $H_0$  : parameter tidak signifikan masuk model  
 $H_1$  : parameter signifikan masuk model
- Tingkat signifikansi  
 $\alpha = 0,05$
- Daerah kritik  
 $H_0$  ditolak jika  $p\text{-value} < \alpha$

No	Model	Parameter	p-value	kesimpulan parameter	kesimpulan
1	GARCH (2,2) Konstan	C	0.201	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		MA(1)	0.0918	Tidak signifikan masuk model	
		C	0	Signifikan masuk model	
		RESID(-1)^2	0.043	Signifikan masuk model	
		RESID(-2)^2	0.028	Signifikan masuk model	
		GARCH(-1)	0.5568	Tidak signifikan masuk model	
		GARCH(-2)	0.0025	Signifikan masuk model	
2	GARCH (2,2) Tanpa Konstan	MA(1)	0.0619	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		C	0	Signifikan masuk model	
		RESID(-1)^2	0.0205	Signifikan masuk model	
		RESID(-2)^2	0.1326	Tidak signifikan masuk model	
		GARCH(-1)	0.1281	Tidak signifikan masuk model	
		GARCH(-2)	0.0005	Signifikan masuk model	
3	GARCH (2,1) Konstan	C	0.1508	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		MA(1)	0.0878	Tidak signifikan masuk model	
		C	0	Signifikan masuk model	
		RESID(-1)^2	0.1405	Tidak signifikan masuk model	
		RESID(-2)^2	0.0007	Signifikan masuk model	
		GARCH(-1)	0.0037	Signifikan masuk model	
4		MA(1)	0.1339	Tidak signifikan masuk model	

	GARCH (2,1) Tanpa Konstan	C	0	Signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		RESID(-1)^2	0.0997	Tidak signifikan masuk model	
		RESID(-2)^2	0.0013	Signifikan masuk model	
		GARCH(-1)	0.2136	Tidak signifikan masuk model	
5	GARCH (2,0) Konstan	C	0.267	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		MA(1)	0.1197	Tidak signifikan masuk model	
		C	0	Signifikan masuk model	
		RESID(-1)^2	0.1541	Tidak signifikan masuk model	
		RESID(-2)^2	0.005	Signifikan masuk model	
6	GARCH (2,0) Tanpa Konstan	MA(1)	0.1124	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		C	0	Signifikan masuk model	
		RESID(-1)^2	0.1111	Tidak signifikan masuk model	
		RESID(-2)^2	0.0085	Signifikan masuk model	
7	GARCH (1,2) Konstan	C	0.2549	Tidak signifikan masuk model	Signifikan masuk model
		MA(1)	0.0018	Signifikan masuk model	
		C	0	Signifikan masuk model	
		RESID(-1)^2	0.0011	Signifikan masuk model	
		GARCH(-1)	0	Signifikan masuk model	
		GARCH(-2)	0	Signifikan masuk model	
8	GARCH (1,2) Tanpa Konstan	MA(1)	0.0321	Signifikan masuk model	Signifikan masuk model
		C	0	Signifikan masuk model	
		RESID(-1)^2	0.0027	Signifikan masuk model	
		GARCH(-1)	0	Signifikan masuk model	
		GARCH(-2)	0.0001	Signifikan masuk model	
9	GARCH (1,1) Konstan	C	0.567	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		MA(1)	0.0463	Signifikan masuk model	
		C	0.0111	Signifikan masuk model	
		RESID(-1)^2	0.0426	Signifikan masuk model	
		GARCH(-1)	0.2233	Tidak signifikan masuk model	
10	GARCH (1,1) Tanpa Konstan	MA(1)	0.0467	Signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		C	0.0109	Signifikan masuk model	
		RESID(-1)^2	0.0391	Signifikan masuk model	
		GARCH(-1)	0.2438	Tidak signifikan masuk model	
11	GARCH (1,0) Konstan	C	0.7185	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		MA(1)	0.0271	Signifikan masuk model	
		C	0	Signifikan masuk model	
		RESID(-1)^2	0.1111	Tidak signifikan masuk model	
12	GARCH (1,0) Tanpa Konstan	MA(1)	0.0277	Signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		C	0	Signifikan masuk model	
		RESID(-1)^2	0.0942	Tidak signifikan masuk model	

Interpretasi :

Ke – 12 model yang mungkin tersebut diuji inferensi, baik secara parameter dan overall. Model dikatakan signifikan jika setiap parameter pembentuknya signifikan masuk model. Sebuah parameter dikatakan signifikan masuk model jika  $p\text{-value} < \alpha$ .

Didapatkan 2 model yang signifikan dari tabel uji di atas, dimana setiap parameter pembentuk model adalah signifikan masuk model.

Model yang signifikan adalah

1. GARCH (1,2) tanpa konstan
2. GARCH (1,2) konstan

### **Diagnostic Checking**

Model	ARCH LM Test	NA	NR
GARCH (1,2) Tanpa Konstan	Memenuhi(0.9172)	Memenuhi	Tidak memenuhi (0.000041)
GARCH (1,2) Konstan	Memenuhi(0.9355)	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi (0.000001)

Interpretasi :

Pada diagnostic checking, semua model yang signifikan tidak memiliki efek ARCH/GARCH, karena  $H_0$  tidak ditolak, sehingga asumsi residual terpenuhi. Model GARCH (1,2) Konstan tidak memenuhi asumsi residual no autokorelasi karena didapati lag ke – 15 yang keluar. Sedangkan model dianggap memenuhi asumsi no autokorelasi jika pada korelogram residual tidak ada lag yang keluar. Kemudian pada asumsi normalitas residual, kedua model juga tidak memenuhi normalitas. Residual dikatakan berdistribusi normal karena  $p\text{-value}$  (probability Jarque-Bera) lebih dari  $\alpha$ , yakni 0,05.

Sehingga model yang paling baik atau lebih baik di antara model yang lain adalah ***GARCH (1,2) Tanpa Konstan.***

### **Model terbaik dan interpretasinya**

Setelah dilakukan serangkaian langkah, didapatkan model terbaik untuk memprediksi harga penutupan saham PT Indofood Sukses Makmur Tbk (INDF.JK) adalah ***GARCH (1,2) Tanpa Konstan.***

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
MA(1)	-0.157274	0.073404	-2.142584	0.0321
Variance Equation				
C	0.000182	3.03E-05	6.024702	0.0000
RESID(-1)^2	0.178361	0.059538	2.995764	0.0027
GARCH(-1)	0.559537	0.106002	5.278539	0.0000
GARCH(-2)	-0.489351	0.128966	-3.794410	0.0001

Bentuk persamaan umum **GARCH (1,2) Tanpa Konstan** yaitu :

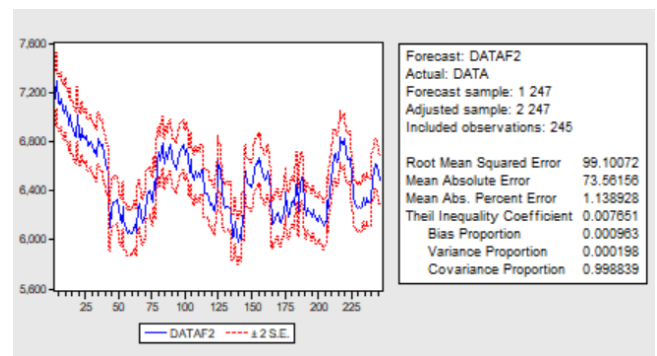
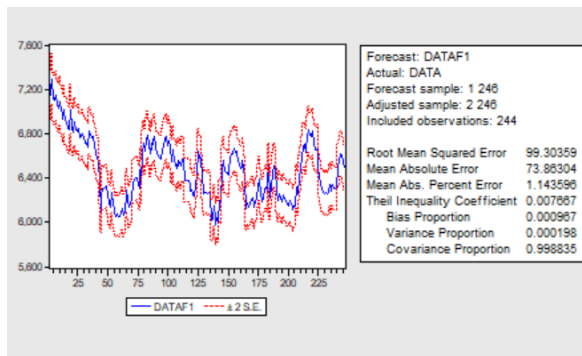
Model GARCH	Estimasi Model
GARCH (1,1) Tanpa Konstan	$return_t = \varepsilon_t - 0.157274\varepsilon_{t-1}$
	$\sigma_t^2 = 0.000182 + 0.0559537\sigma_{t-1}^2 - 0.489351\sigma_{t-2}^2 + 0.178361 \varepsilon_{t-1}^2$

Interpretasi :

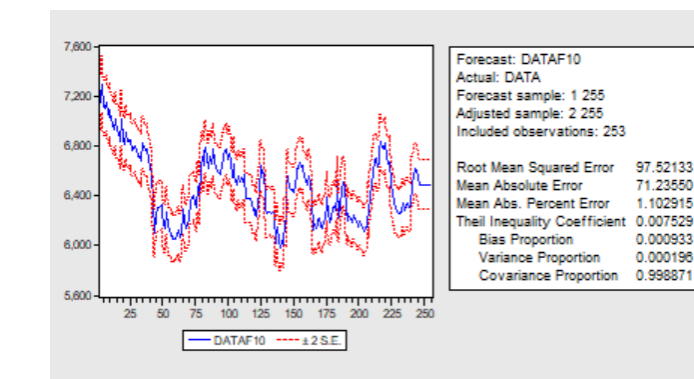
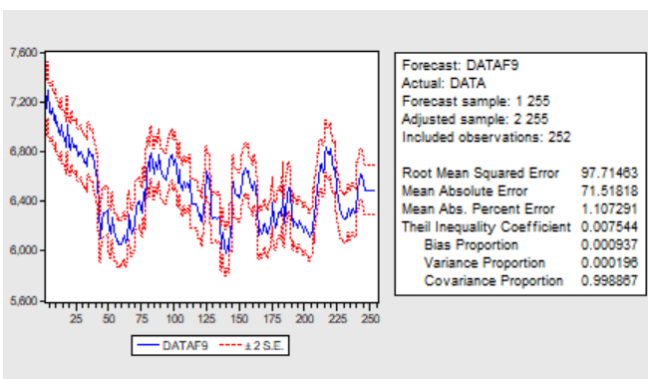
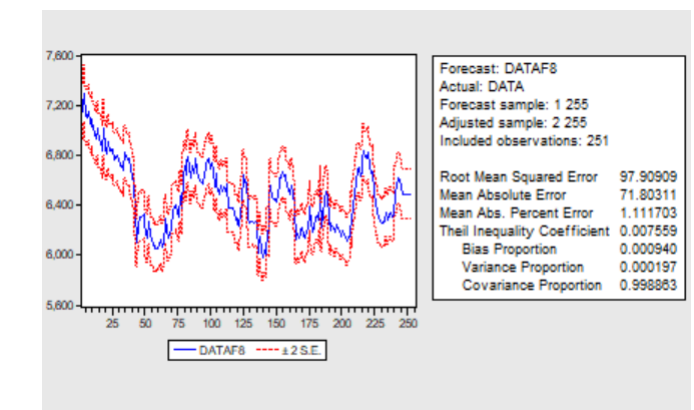
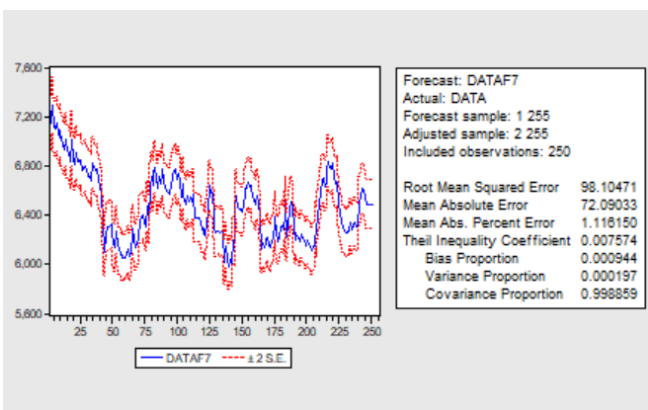
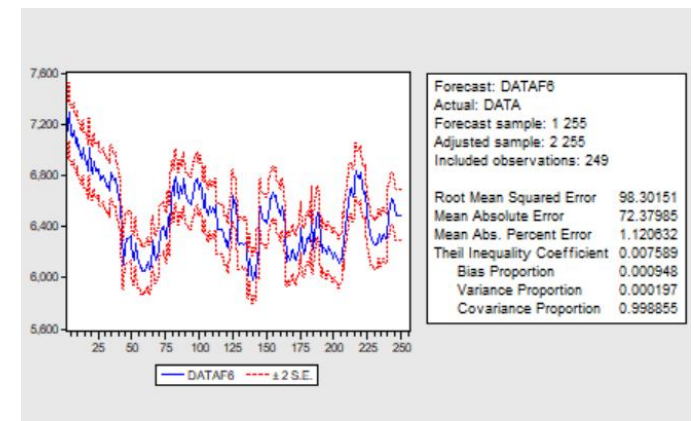
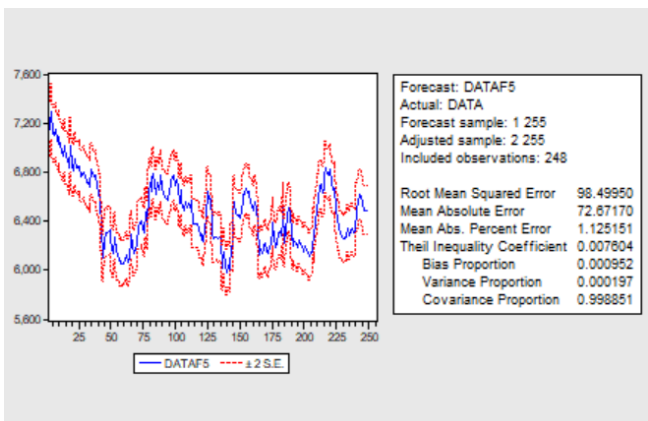
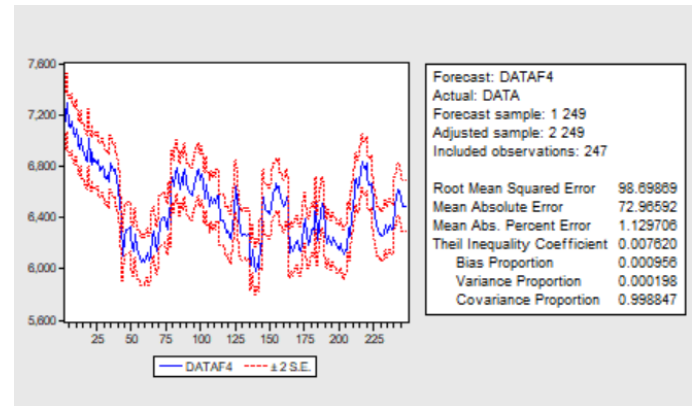
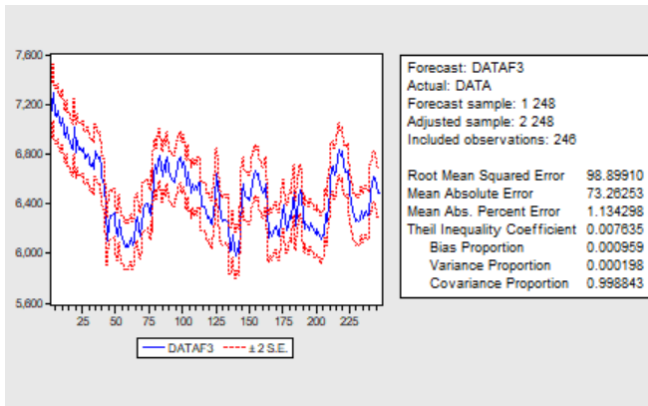
- Setiap kenaikan satu satuan error 1 periode sebelumnya, akan menyebabkan penurunan data ramalan sebesar 0.157274 dengan menganggap variabel lain konstan.
- Setiap kenaikan 1 satuan variansi pada periode yang lalu, variansi nilai forecast juga akan bertambah sebesar 0.0559537 satuan.
- Setiap kenaikan 1 satuan variansi pada 2 periode yang lalu, variansi nilai forecast akan berkurang sebesar 0.489351 satuan.
- Setiap kenaikan 1 satuan residual pada periode yang lalu, variansi nilai forecast juga akan bertambah sebesar 0.178361 satuan.

C. Forecasting 10 hari

**Model ARIMA (0,1,1) tanpa konstan**









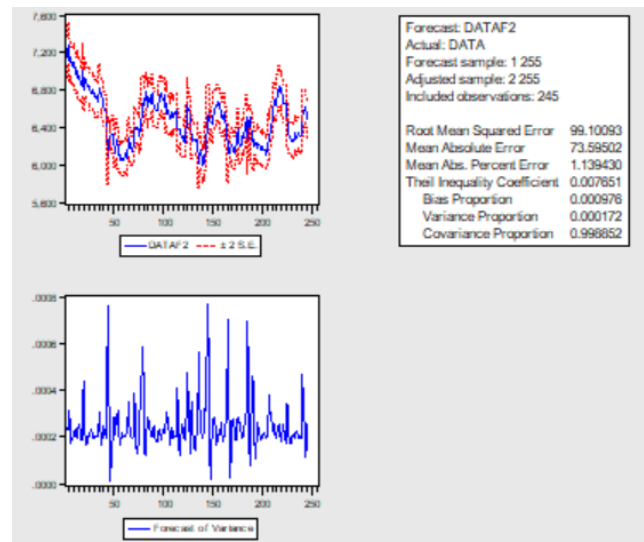
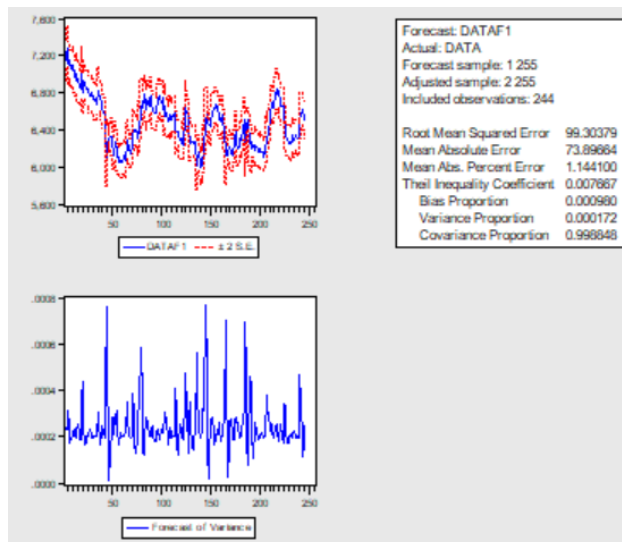
PERIODE	FORECAST	RMSE
246	6487.330617	99.30359
247	6487.330617	99.10072
248	6487.330617	98.8991
249	6487.330617	98.69869
250	6487.330617	98.4995
251	6487.330617	98.30151
252	6487.330617	98.10471
253	6487.330617	97.90909
254	6487.330617	97.71463
255	6487.330617	97.52133

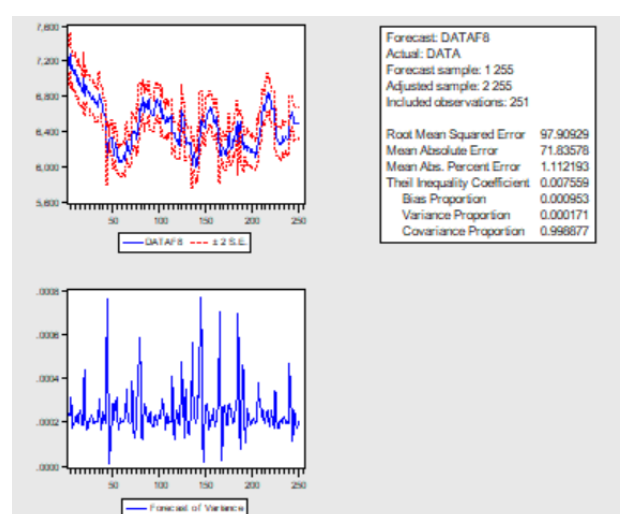
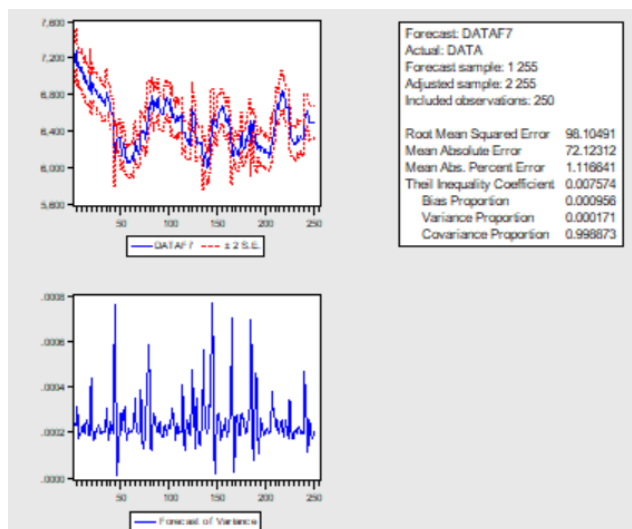
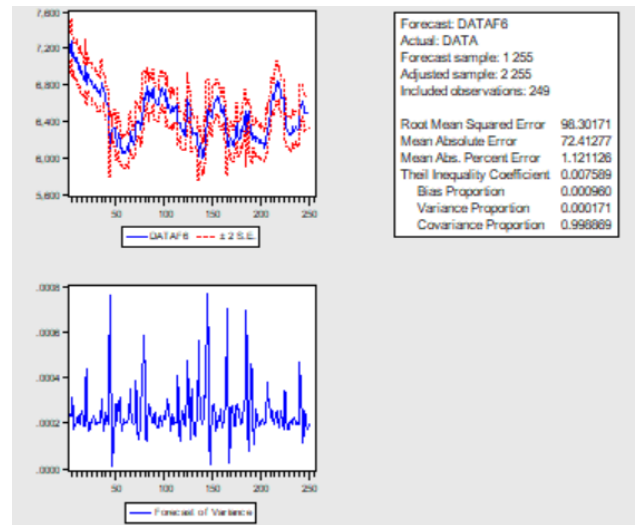
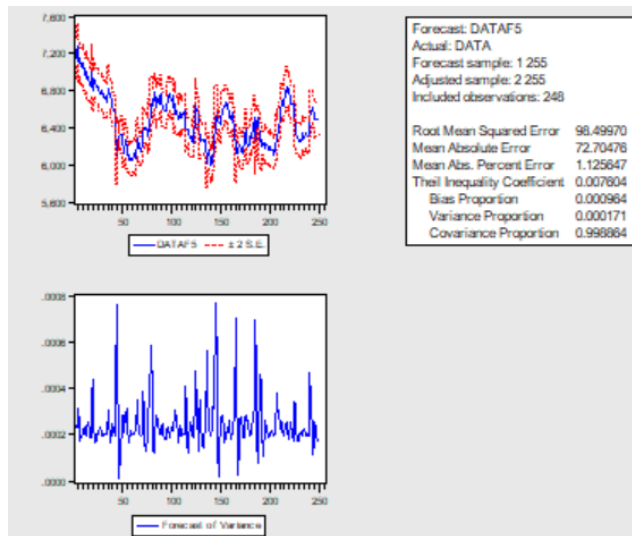
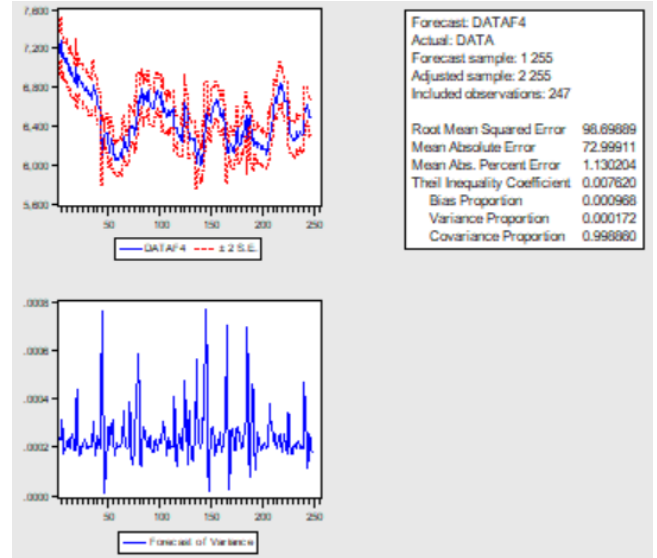
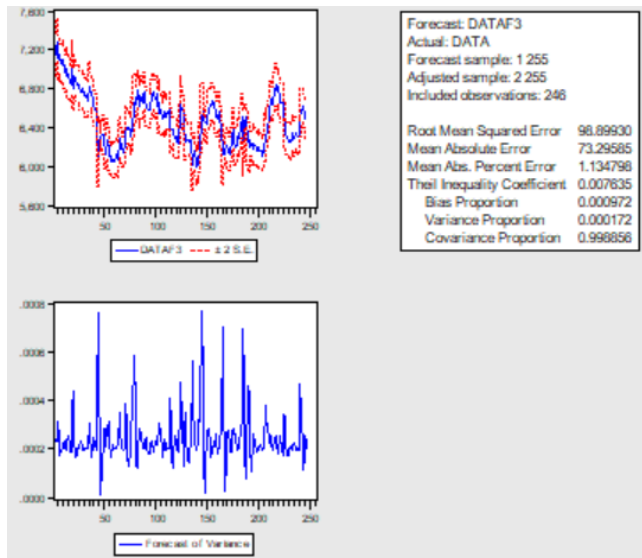
Interpretasi :

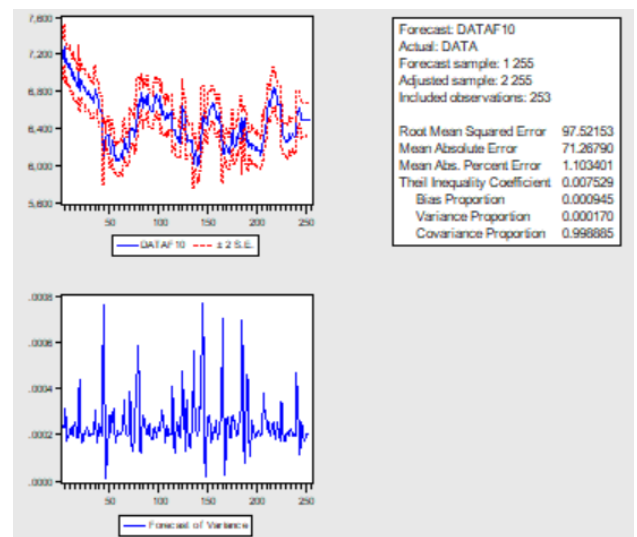
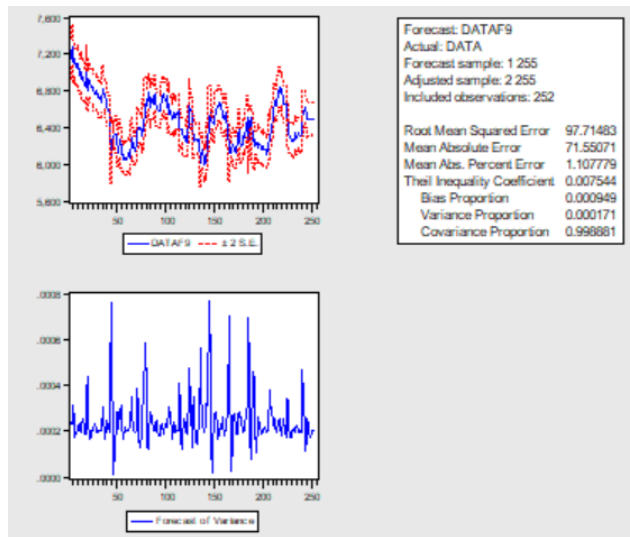
Untuk peramalan saham PT Indofood Sukses Makmur Tbk (INDF.JK) dengan model **ARIMA (0,1,1) tanpa konstan**; didapatkan hasil forecasting untuk 10 hari kedepan atau mulai dari periode 246 sampai 255.

*Root Mean Square Error (RMSE)* juga didapatkan dari hasil forecasting untuk 10 hari kedepan atau mulai dari periode 246 sampai 255 pada saham PT Indofood Sukses Makmur Tbk (INDF.JK).

### **Model GARCH (1,2) Tanpa Konstan**







PERIODE	FORECAST	RMSE
246	6488.005099	99.30379
247	6488.005099	99.10093
248	6488.005099	98.8993
249	6488.005099	98.69889
250	6488.005099	98.4997
251	6488.005099	98.30171
252	6488.005099	98.10491
253	6488.005099	97.90929
254	6488.005099	97.71483
255	6488.005099	97.52153

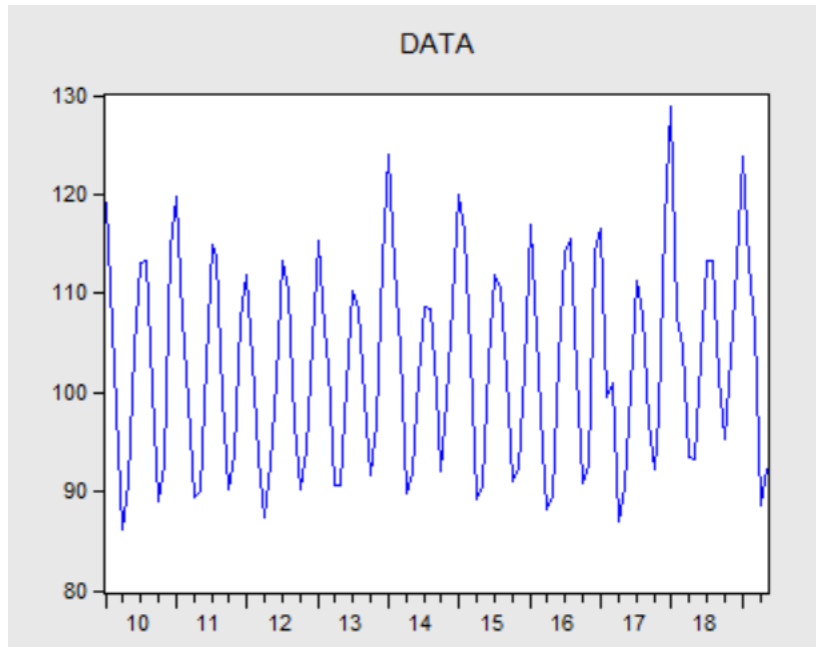
Interpretasi :

Untuk peramalan saham PT Indofood Sukses Makmur Tbk (INDF.JK) dengan model **GARCH (1,2) Tanpa Konstan**; didapatkan hasil forecasting untuk 10 hari kedepan atau mulai dari periode 246 sampai 255.

*Root Mean Square Error (RMSE)* juga didapatkan dari hasil forecasting untuk 10 hari kedepan atau mulai dari periode 246 sampai 255 pada saham PT Indofood Sukses Makmur Tbk (INDF.JK).

## Nomor 2

### Plot data awal



Interpretasi :

Berdasarkan plot awal nilai utilitas produksi industri di U.S dari Januari 2010 sampai Mei 2019, didapatkan bahwa data telah stasioner terhadap, namun data tersebut mengandung unsur musiman dan tentunya belum stasioner terhadap variansi. Dikatakan mengandung unsur musiman karena data time series dari suhu tersebut mengalami perubahan secara sistematis dari waktu ke waktu dengan panjang periode yang sama. Kemudian dikatakan belum stasioner terhadap variansi karena rentang antara waktu tersebut masih fluktuatif atau berbeda – beda satu dengan yang lain. Analisis runtun waktu yang tepat untuk menganalisis permasalahan diatas ialah **SARIMA ADITIF**.

Untuk itu, kita perlu melakukan transformasi logaritma untuk menghilangkan unsur musiman dan membuat data stasioner terhadap variansi agar selanjutnya dapat dilakukan prediksi untuk periode mendatang.

### Uji ADF data awal

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.567257	0.4955
Test critical values:		
1% level	-3.497029	
5% level	-2.890623	
10% level	-2.582353	

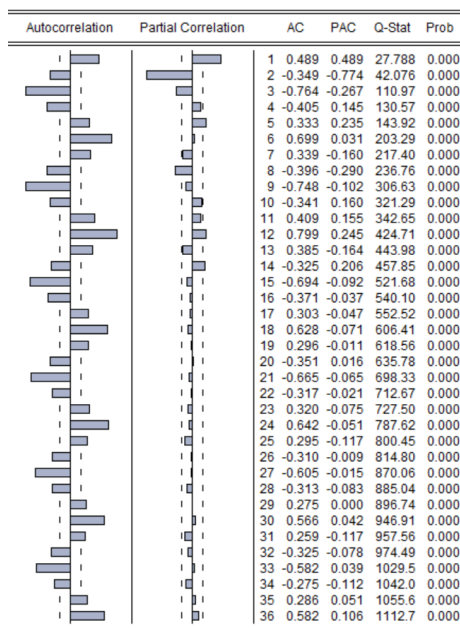
\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

- Hipotesis  
 $H_0$  : data tidak stasioner dalam mean dan variansi  
 $H_1$  : data stasioner dalam mean dan variansi
- Tingkat signifikansi  
 $\alpha = 0,05$
- Statistik uji  
p-value = 0,4955
- Daerah kritik  
 $H_0$  ditolak jika p-value  $< \alpha$   
p-value = 0,4955  $> \alpha = 0,05$   
Maka  $H_0$  tidak ditolak
- Kesimpulan  
Karena  $H_0$  tidak ditolak, maka data stasioner dalam mean dan variansi

Interpretasi :

Uji ADF ini dilakukan untuk melihat lebih pasti apakah data telah stasioner terhadap mean dan variansi atau belum. Didapatkan nilai probability sebesar 0,4955, sehingga  $H_0$  tidak ditolak karena lebih dari alpa, 0,05. Maka data tersebut stasioner terhadap mean dan variansi.

### **Correlogram data awal**



Interpretasi :

Berdasarkan korelogram awal nilai utilitas produksi industri di U.S dari Januari 2010 sampai Mei 2019, didapatkan lag pada ACF bergerak secara sinusoidal, dan setiap kelipatan 6 lag akan menonjol lebih panjang dibandingkan lag sebelum dan sesudahnya. Sedangkan pada PACF, lag terjadi cut off secara tajam. Sehingga tidak dapat dibentuk model dari korelogram dan dicurigai terdapat unsur musiman pada data time series.

Langkah selanjutnya, data time series nilai utilitas produksi dikenai transformasi logaritma dengan tujuan menghilangkan unsur musiman yang ada dan stasioner terhadap variansi, sehingga dapat dilakukan prediksi untuk periode berikutnya.

### **Transformasi Variansi dan Mean**

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on DDIF1		
Null Hypothesis: DDIF1 has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 7 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-8.284287	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.498439	
5% level	-2.891234	
10% level	-2.582678	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on DTRANS1		
Null Hypothesis: DTRANS1 has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 7 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-8.213827	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.498439	
5% level	-2.891234	
10% level	-2.582678	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Interpretasi:

Dari hasil output diatas, didapat untuk DDIF t statistic yang terbesar terdapat pada DDIF 1, sementara untuk DTRANS t statistic terbesar terdapat di DTRANS 1. Selanjutnya DTRANS 1 akan berlanjut ke identifikasi model SARIMA.

### **Differencing Musiman**

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on DDIFS1		
Null Hypothesis: DDIFS1 has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 6 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.889033	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.497029	
5% level	-2.890623	
10% level	-2.582353	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

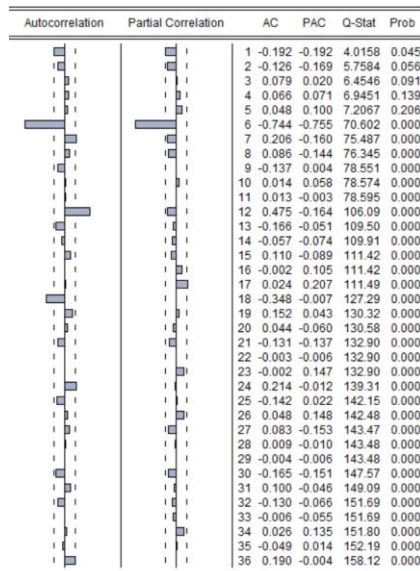
Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on DDIFS2		
Null Hypothesis: DDIFS2 has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.901702	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.497029	
5% level	-2.890623	
10% level	-2.582353	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Interpretasi:

Dari hasil output diatas, didapat untuk DDIFS t statistic yang terbesar terdapat pada DDIFS 2, sehingga di dapatkan orde  $D=2$ .

### Korelogram dtrans1



Interpretasi:

Akan dilihat 3 lag pertama berdasarkan grafik ACF dan PACF di atas. Untuk grafik PACF, dari 3 lag teratas, lag 1 adalah lag yang terakhir keluar dari batas (secara signifikan tidak sama dengan 0). Sehingga, didapatkan orde  $p=1$ . Untuk grafik ACF, dari 3 lag pertama, lag 1 adalah lag yang terakhir keluar dari batas (secara signifikan tidak sama dengan 0) sehingga didapatkan orde  $q=1$  dengan orde differencing  $d=1$ . Untuk menentukan orde P, D, Q dapat dilihat dari korelogram yang full. Untuk grafik PACF, diperhtikam lag 1, 6, 12, 18, 24, 30, 36. Dimana yang terakhir keluar ialah lag 6, yang berarti orde 1 . Sehingga, didapatkan orde  $P=1$ . Untuk grafik ACF juga diperhatikan lag 1, 6, 12, 18, 24, 30, 36. Dimana yang terakhir keluar ialah lag 24, yang berarti orde 4. Sehingga, didapatkan orde  $Q=4$ . Sehingga model di dapat model SARIMA (1,1)(1,2)(1,4)\_6.

### Model Hasil Underfitting

Berdasarkan model awal yang didapatkan, yakni **SARIMA (1,1)(1,2)(1,4)\_6**, diperluas menjadi beberapa model lagi yang mungkin. Model tersebut diperluas secara underfitting.

Terdapat 30 model yang mungkin, yaitu :

1. SARIMA (1,1)(1,2)(1,0)\_6, dengan konstan
2. SARIMA (1,1)(1,2)(1,0)\_6 tanpa konstan
3. SARIMA (1,1)(1,2)(0,0)\_6, dengan konstan
4. SARIMA (1,1)(1,2)(0,0)\_6 tanpa konstan
5. SARIMA (0,1)(1,2)(1,0)\_6 dengan konstan
6. SARIMA (0,1)(1,2)(1,0)\_6 tanpa konstan
7. SARIMA (1,0)(1,2)(1,1)\_6 dengan konstan
8. SARIMA (1,0)(1,2)(1,1)\_6 tanpa konstan
9. SARIMA (1,0)(1,2)(0,1)\_6, dengan konstan
10. SARIMA (1,0)(1,2)(0,1)\_6 tanpa konstan
11. SARIMA (0,0)(1,2)(1,1)\_6, dengan konstan
12. SARIMA (0,0)(1,2)(1,1)\_6 tanpa konstan
13. SARIMA (1,0)(1,2)(1,2)\_6 dengan konstan
14. SARIMA (1,0)(1,2)(1,2)\_6 tanpa konstan
15. SARIMA (1,0)(1,2)(0,2)\_6 dengan konstan
16. SARIMA (1,0)(1,2)(0,2)\_6 tanpa konstan
17. SARIMA (0,0)(1,2)(1,2)\_6 dengan konstan
18. SARIMA (0,0)(1,2)(1,2)\_6 tanpa konstan
19. SARIMA (1,0)(1,2)(1,3)\_6 dengan konstan
20. SARIMA (1,0)(1,2)(1,3)\_6 tanpa konstan
21. SARIMA (1,0)(1,2)(0,3)\_6 dengan konstan
22. SARIMA (1,0)(1,2)(0,3)\_6 tanpa konstan
23. SARIMA (0,0)(1,2)(1,3)\_6 dengan konstan
24. SARIMA (0,0)(1,2)(1,3)\_6 tanpa konstan
25. SARIMA (1,0)(1,2)(1,4)\_6 dengan konstan
26. SARIMA (1,0)(1,2)(1,4)\_6 tanpa konstan
27. SARIMA (1,0)(1,2)(0,4)\_6 dengan konstan
28. SARIMA (1,0)(1,2)(0,4)\_6 tanpa konstan
29. SARIMA (0,0)(1,2)(1,4)\_6 dengan konstan
30. SARIMA (0,0)(1,2)(1,4)\_6 tanpa konstan

**Overfitting**



- Hipotesis  
 $H_0$  : parameter tidak signifikan masuk model  
 $H_1$  : parameter signifikan masuk model
- Tingkat signifikansi  
 $\alpha = 0,05$
- Daerah kritik  
 $H_0$  ditolak jika  $p\text{-value} < \alpha$

No	Model	Parameter	p-value	kesimpulan parameter	kesimpulan
1	SARIMA (1,1)(1,2)(1,0)_6, konstan	C	0.9233	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		AR(1)	0.9345	Tidak signifikan masuk model	
		AR(6)	0	Signifikan masuk model	
		MA(1)	0	Signifikan masuk model	
2	SARIMA (1,1)(1,2)(1,0)_6, tanpa konstan	AR(1)	0.9308	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		AR(6)	0	Signifikan masuk model	
		MA(1)	0	Signifikan masuk model	
3	SARIMA (1,1)(1,2)(1,0)_6 konstan	C	0.8554	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		AR(1)	0.0157	Signifikan masuk model	
		AR(6)	0	Signifikan masuk model	
4	SARIMA (1,1)(1,2)(1,0)_6 tanpa konstan	AR(1)	0.0154	Signifikan masuk model	Signifikan masuk model
		AR(6)	0	Signifikan masuk model	
5	SARIMA (0,1)(1,2)(1,0)_6 konstan	C	0.9208	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		AR(6)	0	Signifikan masuk model	
		MA(1)	0	Signifikan masuk model	
6	SARIMA (0,1)(1,2)(1,0)_6 tanpa konstan	AR(6)	0	Signifikan masuk model	Signifikan masuk model
		MA(1)	0	Signifikan masuk model	
7	SARIMA (1,0)(1,2)(1,1)_6 konstan	C	0.9949	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		AR(1)	0.0626	Tidak signifikan masuk model	
		MA(1)	0.557	Tidak signifikan masuk model	
		MA(6)	0	Signifikan masuk model	
8	SARIMA (1,0)(1,2)(1,1)_6 tanpa konstan	AR(1)	0.0621	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		MA(1)	0.5475	Tidak signifikan masuk model	
		MA(6)	0	Signifikan masuk model	
9	SARIMA (1,0)(1,2)(0,1)_6 konstan	C	0.9821	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		AR(1)	0.0146	Signifikan masuk model	
		MA(6)	0	Signifikan masuk model	
10		AR(1)	0.0141	Signifikan masuk model	

	SARIMA (1,0)(1,2)(0,1)_6 tanpa konstan	MA(6)	0	Signifikan masuk model	Signifikan masuk model
11	SARIMA (0,0)(1,2)(1,1)_6 konstan	C	0.4102	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		MA(6)	0	Signifikan masuk model	
		MA(1)	0.8669	Tidak signifikan masuk model	
12	SARIMA (0,0)(1,2)(1,1)_6 tanpa konstan	MA(6)	0	Signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		MA(1)	0.3453	Tidak signifikan masuk model	
13	SARIMA (1,0)(1,2)(1,2)_6 konstan	C	0.9082	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		AR(1)	0.9821	Tidak signifikan masuk model	
		MA(12)	0	Signifikan masuk model	
		MA(1)	0.0001	Signifikan masuk model	
14	SARIMA (1,0)(1,2)(1,2)_6 tanpa konstan	AR(1)	0.981	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		MA(12)	0	Signifikan masuk model	
		MA(1)	0.0001	Signifikan masuk model	
15	SARIMA (1,0)(1,2)(0,2)_6 konstan	C	0.8242	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		AR(1)	0.0146	Signifikan masuk model	
		MA(12)	0	Signifikan masuk model	
16	SARIMA (1,0)(1,2)(0,2)_6 tanpa konstan	AR(1)	0.0143	Signifikan masuk model	Signifikan masuk model
		MA(12)	0	Signifikan masuk model	
17	SARIMA (0,0)(1,2)(1,2)_6 konstan	C	0.9417	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		MA(1)	0	Signifikan masuk model	
		MA(12)	0	Signifikan masuk model	
18	SARIMA (0,0)(1,2)(1,2)_6 tanpa konstan	MA(1)	0	Signifikan masuk model	Signifikan masuk model
		MA(12)	0	Signifikan masuk model	
19	SARIMA (1,0)(1,2)(1,3)_6 konstan	C	0.8785	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		AR(1)	0.3848	Tidak signifikan masuk model	
		MA(1)	0.8201	Tidak signifikan masuk model	
		MA(18)	0.0003	Signifikan masuk model	
20	SARIMA (1,0)(1,2)(1,3)_6 tanpa konstan	AR(1)	0.3812	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		MA(1)	0.8165	Tidak signifikan masuk model	
		MA(18)	0.0003	Signifikan masuk model	
21	SARIMA (1,0)(1,2)(0,3)_6 konstan	C	0.9031	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		AR(1)	0.0484	Signifikan masuk model	
		MA(18)	0	Signifikan masuk model	
22	SARIMA (1,0)(1,2)(0,3)_6 tanpa konstan	AR(1)	0.0475	Signifikan masuk model	Signifikan masuk model
		MA(18)	0	Signifikan masuk model	
23	SARIMA (0,0)(1,2)(1,3)_6 konstan	C	0.7933	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		MA(1)	0.0515	Tidak signifikan masuk model	
		MA(18)	0	Signifikan masuk model	

24	SARIMA (0,0)(1,2)(1,3)_6 tanpa konstan	MA(1)	0.0481	Signifikan masuk model	Signifikan masuk model
		MA(18)	0	Signifikan masuk model	
25	SARIMA (1,0)(1,2)(1,4)_6 konstan	C	0.838	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		AR(1)	0.7681	Tidak signifikan masuk model	
		MA(1)	0.7314	Tidak signifikan masuk model	
		MA(24)	0.0057	Signifikan masuk model	
26	SARIMA (1,0)(1,2)(1,4)_6 tanpa konstan	AR(1)	0.7998	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		MA(1)	0.7885	Tidak signifikan masuk model	
		MA(24)	0.0558	Tidak signifikan masuk model	
27	SARIMA (1,0)(1,2)(0,4)_6 konstan	C	0.8531	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		AR(1)	0.1048	Tidak signifikan masuk model	
		MA(24)	0.0245	Signifikan masuk model	
28	SARIMA (1,0)(1,2)(0,4)_6 tanpa konstan	AR(1)	0.1033	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		MA(24)	0.0238	Signifikan masuk model	
29	SARIMA (0,0)(1,2)(1,4)_6 konstan	C	0.9356	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		MA(1)	0.0909	Tidak signifikan masuk model	
		MA(24)	0.0519	Tidak signifikan masuk model	
30	SARIMA (0,0)(1,2)(1,4)_6 tanpa konstan	MA(1)	0.0892	Tidak signifikan masuk model	Tidak signifikan masuk model
		MA(24)	0.0508	Tidak signifikan masuk model	

Interpretasi :

Ke – 30 model yang mungkin tersebut diuji inferensi, baik secara parameter dan overall. Model dikatakan signifikan jika setiap parameter pembentuknya signifikan masuk model. Sebuah parameter dikatakan signifikan masuk model jika  $p\text{-value} < \alpha$ .

Didapatkan 7 model yang signifikan dari tabel uji di atas, dimana setiap parameter pembentuk model adalah signifikan masuk model.

### **Model yang memenuhi uji signifikansi model**

Model yang signifikan adalah

1. SARIMA (1,1)(1,2)(1,0)\_6 tanpa konstan
2. SARIMA (0,1)(1,2)(1,0)\_6 tanpa konstan
3. SARIMA (1,0)(1,2)(0,1)\_6 tanpa konstan

4. SARIMA (1,0)(1,2)(0,2)\_6 tanpa konstan
5. SARIMA (0,0)(1,2)(1,2)\_6 tanpa konstan
6. SARIMA (1,0)(1,2)(0,3)\_6 tanpa konstan
7. SARIMA (0,0)(1,2)(1,3)\_6 tanpa konstan

### **Diagnostic Checking**

Model	NA	HR	NR
SARIMA (1,1)(1,2)(1,0)_6 tanpa konstan	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi	Memenuhi ( 0.930545)
SARIMA (0,1)(1,2)(1,0)_6 tanpa konstan	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi	Memenuhi (0.936800)
SARIMA (1,0)(1,2)(0,1)_6 tanpa konstan	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi	Memenuhi (0.062670)
SARIMA (1,0)(1,2)(0,2)_6 tanpa konstan	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi	Memenuhi (0.821681)
SARIMA (0,0)(1,2)(1,2)_6 tanpa konstan	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi	Memenuhi (0.923751)
SARIMA (1,0)(1,2)(0,3)_6 tanpa konstan	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi (0.046890)
SARIMA (0,0)(1,2)(1,3)_6 tanpa konstan	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi (0.011869)

### **Interpretasi :**

Pada diagnostic checking, semua model yang signifikan tidak memenuhi asumsi residual no autokorelasi dan homoskedastisitas. Model dianggap memenuhi asumsi no autokorelasi dan homoskedastisitas jika pada korelogram residual tidak ada lag yang keluar. Namun didapati lag yang masih keluar pada korelogram residual tiap model, sehingga tidak ada model yang memenuhi.

Kemudian pada asumsi normalitas residual, terdapat 5 model yang memenuhi yaitu, SARIMA (1,1)(1,2)(1,0)\_6 tanpa konstan, SARIMA (0,1)(1,2)(1,0)\_6 tanpa konstan, SARIMA (1,0)(1,2)(0,1)\_6 tanpa konstan, SARIMA (1,0)(1,2)(0,2)\_6 tanpa konstan, SARIMA (0,0)(1,2)(1,2)\_6 tanpa konstan. Residual dikatakan berdistribusi normal karena p-value (probability Jarque-Bera) lebih dari alpha, yakni 0,05.

Sehingga sebenarnya kelima model tersebut akan lanjut ke pemilihan model terbaik.

### Pemilihan Model Terbaik

Model	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	SE	SSR	Log Likelihood	AIC	SBC
SARIMA (1,1)(1,2)(1,0)_6 tanpa konstan	0.632545	0.628795	0.039076	0.149637	183.3418	-	-
SARIMA (0,1)(1,2)(1,0)_6 tanpa konstan	0.663178	0.659741	0.037411	0.137162	187.6941	-	-
SARIMA (1,0)(1,2)(0,1)_6 tanpa konstan	0.628821	0.625218	0.038615	0.153582	193.7042	-	-
SARIMA (1,0)(1,2)(0,2)_6 tanpa konstan	0.300502	0.293711	0.053009	0.28943	160.4361	-	-
SARIMA (0,0)(1,2)(1,2)_6 tanpa konstan	0.326463	0.319987	0.052125	0.282565	163.7386	-	-

#### Interpretasi:

Pada kriteria pemilihan model terbaik, dicari model yang memiliki R<sup>2</sup>, Adj R<sup>2</sup>, serta Log Likelihood yang besar, sedangkan SE, SSR, AIC, dan SBC yang kecil.

Kemudian diperoleh model yang paling banyak memenuhi kriteria adalah **SARIMA (0,1)(1,2)(1,0)\_6 tanpa konstan**, yaitu memiliki R<sup>2</sup> dan Adj R<sup>2</sup> yang paling besar, serta SE, SSR, AIC, dan BIC yang paling kecil. Sehingga model tersebut dianggap sebagai model yang lebih baik dibandingkan model yang lain.

### Model terbaik dan interpretasinya

Setelah dilakukan serangkaian langkah, didapatkan model terbaik untuk memprediksi nilai utilitas produksi industry di U.S yaitu **SARIMA (0,1)(1,2)(1,0)\_6 tanpa konstan**.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(6)	-0.830875	0.061185	-13.57964	0.0000
MA(1)	-0.504649	0.089119	-5.662650	0.0000

Bentuk persamaan umum **SARIMA (0,1)(1,2)(1,0)\_6 tanpa konstan** yaitu :

(\*) Interaksi pada komponen MA (Q)

$$D_p(B)(1-B)^d(1-B^s)^D X_t = (C_q(B) + C_q(B^s)) \varepsilon_t$$

$$(1 - 0.830875B^6)(1 - B)^1(1 - B^6)^2 X_t = (1 - 0.504649B) \varepsilon_t$$

$$(0.830875B^{19} - 0.830875B^{18} - 2.66175B^{13} + 2.66175B^{12} + 2.830875B^7 - 2.830875B^6 - B + 1)X_t = \varepsilon_t - 0.504649 \varepsilon_{t-1}$$

$$0.830875X_{t-19} - 0.830875X_{t-18} - 2.66175X_{t-13} + 2.66175X_{t-12} + 2.830875X_{t-7} - 2.830875X_{t-6} - X_{t-1} + X_t = \varepsilon_t - 0.504649 \varepsilon_{t-1}$$

$$X_t = -0.830875X_{t-19} + 0.830875X_{t-18} + 2.66175X_{t-13} - 2.66175X_{t-12} - 2.830875X_{t-7} + 2.830875X_{t-6} + X_{t-1} + \varepsilon_t - 0.504649 \varepsilon_{t-1}$$

Dimana,

$X_t$  : rata-rata temperatur udara Notttem pada waktu ke  $-t$  ( $^{\circ}\text{Fahrenheit}$ )

$\varepsilon_t$  : nilai kesalahan pada waktu ke  $-t$  ( $^{\circ}\text{Fahrenheit}$ )

Interpretasi :

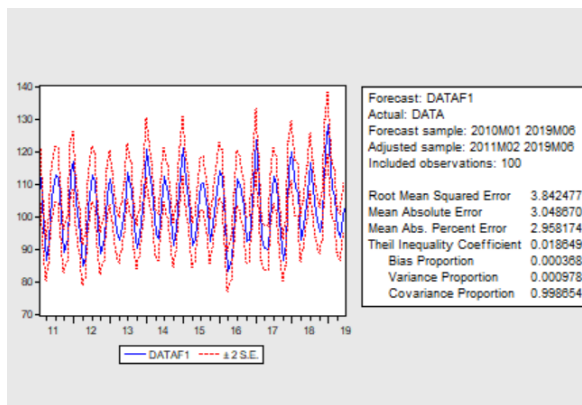
- Setiap kenaikan 1 satuan data rata-rata temperature udara pada 19 periode yang lalu, akan menyebabkan penurunan data peramalan rata-rata temperatur udara sebesar 0,840875 satuan pada periode ke  $-t$  dengan menganggap variabel lain konstan.
- Setiap kenaikan 1 satuan data rata-rata temperature udara pada 18 periode yang lalu (t-18), akan menyebabkan kenaikan data peramalan rata-rata temperatur udara sebesar 0,840875 satuan pada periode ke  $-t$  dengan menganggap variabel lain konstan.
- Setiap kenaikan 1 satuan data rata-rata temperature udara pada 13 periode yang lalu (t-13), akan menyebabkan kenaikan data peramalan rata-rata temperatur udara sebesar 2,66175 satuan pada periode ke  $-t$  dengan menganggap variabel lain konstan.
- Setiap kenaikan 1 satuan data rata-rata temperature udara pada 12 periode yang lalu (t-13), akan menyebabkan penurunan data peramalan rata-rata temperatur udara sebesar 2,66175 satuan pada periode ke  $-t$  dengan menganggap variabel lain konstan.
- Setiap kenaikan 1 satuan data rata-rata temperature udara pada 7 periode yang lalu (t-7), akan menyebabkan penurunan data peramalan rata-rata temperatur udara sebesar 2,830875 satuan pada periode ke  $-t$  dengan menganggap variabel lain konstan.
- Setiap kenaikan 1 satuan data rata-rata temperature udara pada 6 periode yang lalu (t-6), akan menyebabkan kenaikan data peramalan rata-rata temperatur udara sebesar 2,830875 satuan pada periode ke  $-t$  dengan menganggap variabel lain konstan.
- Setiap kenaikan 1 satuan data rata-rata temperature udara pada 1 periode yang lalu (t-1), akan menyebabkan kenaikan data peramalan rata-rata temperatur udara sebesar 1 satuan pada periode ke  $-t$  dengan menganggap variabel lain konstan.
- Setiap kenaikan 1 satuan error 12 periode yang lalu (t-12), akan menyebabkan penurunan data peramalan rata-rata temperatur udara sebesar 1,115968 satuan pada waktu ke  $-t$ .

- Setiap kenaikan 1 satuan error 24 periode yang lalu ( $t-24$ ), akan menyebabkan kenaikan data peramalan rata-rata temperatur udara sebesar 0,189539 satuan pada waktu ke  $-t$ .

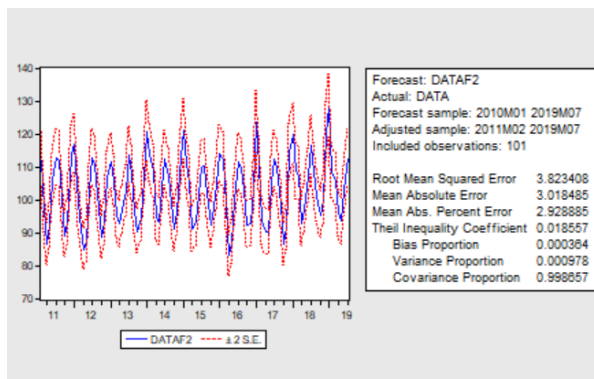
### **Forecasting**

PERIODE	FORECAST	RMSE
2019M06	102.6142976	3.842477
2019M07	112.5373785	3.823408
2019M08	110.7962137	3.804619

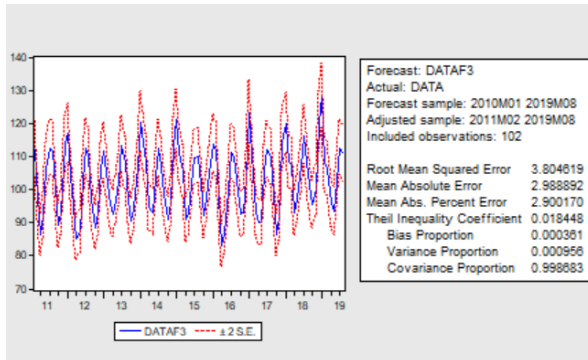
- Forecasting periode bulan ke 6 tahun 2019. Dilakukan dengan menginput satu data, kemudian melakukan forecasting dataf1 pada model SARIMA (0,1)(1,2)(1,0)\_ 6 tanpa konstan, kemudian akan didapatkan nilai RMSE dan data peramalan untuk periode bulan ke 6 tahun 2019.



- Forecasting periode bulan ke 7 tahun 2019. Dilakukan dengan menginput satu data, kemudian melakukan forecasting dataf1 pada model SARIMA (0,1)(1,2)(1,0)\_ 6 tanpa konstan, kemudian akan didapatkan nilai RMSE dan data peramalan untuk periode bulan ke 7 tahun 2019.



- Forecasting periode bulan ke 8 tahun 2019. Dilakukan dengan menginput satu data, kemudian melakukan forecasting dataf1 pada model SARIMA (0,1)(1,2)(1,0)\_ 6 tanpa konstan, kemudian akan didapatkan nilai RMSE dan data peramalan untuk periode bulan ke 8 tahun 2019.





### BAB III

### KESIMPULAN

1. Pemasalahan pada nomor 1 diselesaikan dengan model ARIMA-GARCH. Dimana model awal arima yang didapat dari permasalahan nomor 1 adalah **ARIMA (1,1,1)**. Kemudian model ini dilakukan underfitting, dan didapatkan 6 model. Kemudian yang signifikan hanya ada 2 model yaitu ARIMA (1,1,0) tanpa konstan dan ARIMA (0,1,1) tanpa konstan. 2 model ini masuk kedalam diagnostic checking, dimana kedua model ini memenuhi No autokorelasi residual, tidak memenuhi homoskedastisitas, dan tidak memenuhi normalitas residual. Kemudian lanjut ke pemilihan model terbaik. Dari pemilihan model terbaik ini didapatkan model terbaik yaitu ARIMA(0,1,1) tanpa konstan dengan persamaan umum  $X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t - 0.149813 \varepsilon_{t-1}$  dan dilanjutkan dengan forecasting 10 hari kedepan.

Karena model arima terbaik tidak memenuhi homoskedastisitas maka dilakukan penanganan dalam membentuk model ARCH/GARCH dengan menambahkan efek ARMA dari model terbaik. Dari penanganan model ARCH/GARCH dilakukan underfitting dan didapatkan 12 model. Dengan melakukan uji signifikansi didapatkan model yang signifikan ada 2 yaitu GARCH (1,2) tanpa konstan dan GARCH (1,2) konstan. Kedua model ini akan masuk ke diagnostic checking, dimana model GARCH (1,2) tanpa konstan memenuhi ARCH LM TEST dan No autokorelasi dan tidak memenuhi normalitas residual. Sedangkan model GARCH (1,2) konstan memenuhi ARCH LM Test, tidak memenuhi no autokorelasi dan normalitas residual. Dari diagnostic checking sudah didapatkan model terbaiknya yaitu GARCH (1,2) tanpa konstan dengan persamaan umum  $return_t = \varepsilon_t - 0.157274\varepsilon_{t-1}$  dan  $\sigma_t^2 = 0.000182 + 0.0559537\sigma_{t-1}^2 - 0.489351\sigma_{t-2}^2 + 0.178361 \varepsilon_{t-1}^2$ . Kemudian dilakukan forecasting 10 hari kedepan.

2. Permasalahan nomor 2 dapat diselesaikan dengan model **SARIMA ADITIF**, dimana model awal yang didapat ialah SARIMA (1,1)(1,1)(1,4)\_6. Model ini akan diunderfitting dan didapatkan 30 model. Model-model tersebut kemudian di uji signifikansi, dan didapat

7 model yang signifikan dan yang lanjut ke diagnostic checking. Dimana dari diagnostic ditemukan 4 model yang akan lanjut ke pemilihan model terbaik. Model itu adalah SARIMA (1,1)(1,2)(1,0)\_6 tanpa konstan, SARIMA (0,1)(1,2)(1,0)\_6 tanpa konstan, SARIMA (1,0)(1,2)(0,1)\_6 tanpa konstan, SARIMA (1,0)(1,2)(0,2)\_6 tanpa konstan, SARIMA (0,0)(1,2)(1,2)\_6 tanpa konstan. Setelah dilakukan pemilihan model terbaik didapatkanlah model SARIMA (0,1)(1,2)(1,0)\_6 tanpa konstan menjadi model terbaik untuk permasalahan nomor 2, dengan persamaan model sebagai berikut

$$X_t = -0.830875X_{t-19} + 0.830875X_{t-18} + 2.66175X_{t-13} - 2.66175X_{t-12} - 2.830875X_{t-7} + 2.830875X_{t-6} + X_{t-1} + \varepsilon_t - 0.504649 \varepsilon_{t-1}$$

Dan dilakukan forecasting selama 3 bulan kedepan.