



Peramalan Harga Tutup Saham Harian Dengan Metode ARIMA dan ARCH-GARCH

Studi Kasus PT. Indofood CBP Sukses Makmur Tbk

Jessica Jesslyn Cerelia¹, Aldi Anugerah Sitepu², Thalita Safa Azzahra³, Resa Septiani Pontoh⁴

Universitas Padjadjaran^{1,2,3,4}
jessica19012@mail.unpad.ac.id¹

Abstract

Abstrak. Harga tutup saham atau *closing price* adalah harga akhir yang tercatat saat bursa saham tutup. Harga penutupan ini sebagai acuan harga pembukaan saham keesokan harinya. Penelitian ini bertujuan untuk meramal harga tutup saham harian PT. Indofood CBP Sukses Makmur Tbk yang bergerak di bidang industri barang konsumsi. Diharapkan dengan penelitian ini, investor mampu mempelajari situasi dan memberikan gambaran pergerakan harga saham yang diprediksi sehingga dapat mengambil keputusan tepat terkait jual beli saham yang terkait. Data yang digunakan adalah data sekunder bersumber dari *investing.com* periode 31 Mei 2020 sampai 31 Mei 2021. Pemodelan data runtun waktu menggunakan metode Box Jenkins yang dikenal dengan model ARIMA dengan ARCH-GARCH karena terdeteksi adanya heteroskedastisitas. Berdasarkan pengolahan data, model terbaik dengan estimasi parameter yang signifikan pada taraf signifikansi 5% dan nilai AIC terkecil adalah ARIMA(2,1,0)-ARCH(1). Model inilah yang digunakan untuk memprediksi harga tutup saham PT. Indofood CBP Sukses Makmur Tbk dari 2 Juni 2021 sampai 16 Juni 2021.

Kata kunci: ARIMA, ARCH, GARCH, harga tutup saham, peramalan

Abstract. The stock's closing price is the final price recorded when the stock market closes. This study aims to determine the daily closing price of PT. Indofood CBP Sukses Makmur Tbk, which is engaged in the consumer goods industry. This study is expected to study the situation and provide an overview of the predicted stock closing price movements for the investors so that they can make the right decisions regarding stock trading activities. The data used is secondary data from *investing.com*, which consists of time series data from 31 May 2020 to 31 May 2021. The time series modeling uses Box Jenkins method, known as the ARIMA model with ARCH-GARCH because it contains significant heteroscedasticity effect. Based on the forecasting results, the best fitted model with significant parameter estimates at the level of 5% and the smallest AIC value is ARIMA(2,1,0)-ARCH(1). The model is used to predict the closing price of PT. Indofood CBP Sukses Makmur Tbk from 1 June 2021 to 16 June 2021.

Keyword: ARIMA, ARCH, GARCH, stock closing price, forecasting

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pasar modal memiliki peran penting dalam sumber pendanaan perusahaan agar perusahaan dapat menjalankan kerja perusahaan, mengembangkan usaha, menambah modal operasi, dan lain-lain. Pasar modal ini sebagai tempat bertemunya perusahaan terbuka (emiten) yang membutuhkan modal dengan para investor yang berinvestasi. Investasi merupakan suatu aktivitas yang menahan penggunaan dana dalam masa kini bertujuan mendapatkan laba yg lebih pada masa depan. Menurut Eduardus Tandelilin, alasan investor melakukan investasi merupakan :

- Menerima kehidupan yang lebih memadai atau layak di masa depan yaitu dengan cara mempertahankan pendapatan yang dimiliki saat ini agar tidak berkurang di masa depan.
- Menghindari atau mengurangi pengaruh tekanan inflasi.
- Terdorongnya penghematan pajak bagi beberapa negara yang memberikan fasilitas perpajakan bagi masyarakat yang berinvestasi di bidang-bidang usaha tertentu.

Salah satu bentuk investasi yang dapat diperjualbelikan di pasar modal adalah saham. Saham biasa diartikan sebagai bukti kepemilikan suatu perusahaan. Harga penutupan saham adalah harga yang tercatat saat bursa tutup. Harga inilah yang dijadikan acuan harga pembukaan untuk hari esok.





Indonesia pertama kali mengkonfirmasi kasus Covid-19 pada Senin, 2 Maret 2020 yang kemudian terus meningkat hingga sekarang. Pandemi Covid-19 ini sudah menguasai seluruh penjuru dunia dan berdampak besar pada masing-masing negara dan individu. Di Indonesia, pandemi ini berdampak besar pada sektor kesehatan, sektor ekonomi, sektor pendidikan, dan lain-lain. Berkaitan dengan sektor ekonomi dan kegiatan investasi, pandemi ini memberikan dampak baik bagi peningkatan jumlah investor di Indonesia.

Kepala Departemen Pengawasan Pasar Modal 1A OJK mengatakan bahwa di Indonesia jumlah investor pasar modal terus mengalami peningkatan dengan angka yang cukup signifikan, sehingga pasar modal Indonesia mendapatkan kepercayaan yang terus meningkat oleh publik. Berdasarkan data dari OJK, hingga November 2020 jumlah investor terus mengalami peningkatan sebesar 42% jika dibandingkan dengan jumlah investor pada tahun 2019 akhir. Selain itu, sampai bulan Februari 2021, tercatat kenaikan sebesar 16,24% jika dibandingkan dengan akhir tahun 2020. Keadaan ini mengindikasikan dampak yang baik dikarenakan masyarakat Indonesia semakin banyak yang sadar tentang pentingnya dana yang dicadangkan untuk kondisi mendesak atau darurat melalui investasi.

Semakin banyaknya masyarakat yang terjun ke dunia investasi, maka semakin penting pula pengetahuan dan langkah yang tepat dalam kegiatan jual beli di pasar saham. Semua investasi, tidak terkecuali investasi saham, mengandung unsur ketidakpastian dan potensi resiko yang tinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengukuran agar resiko lebih terkendali sehingga dapat meminimalkan kerugian dan memaksimalkan keuntungan. Peramalan harga saham, terutama harga penutupan saham ini dapat dijadikan sebagai alternatif untuk mempelajari kondisi dan pergerakan fluktuatif harga saham dalam beberapa periode ke depan, sehingga para investor dapat mempelajari pergerakannya untuk menentukan keputusan investasi.

Tujuan

1. Mendapatkan informasi mengenai karakteristik data Harga Tutup Saham Harian PT Indofood CBP Sukses Makmur Tbk periode 31 Mei 2020 sampai dengan 31 Mei 2021.
2. Menentukan model serta melakukan peramalan jangka pendek Harga Tutup Saham Harian PT Indofood CBP Sukses Makmur Tbk.

II. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan untuk penulisan ini adalah data sekunder bersumber dari *investing.com*. Data berupa harga tutup saham harian PT Indofood CBP Sukses Makmur Tbk dengan periode dari tanggal 31 Mei 2020 sampai 31 Mei 2021. Data termasuk ke data *time series* yang akan dianalisis dengan metode peramalan. Terdapat *missing value* pada data harian yang disebabkan oleh hari-hari libur sehingga tidak ada kegiatan jual beli saham, sehingga ditangani dengan merata-ratakan tiga nilai periode sebelumnya dan tiga nilai periode setelahnya.

Stasioneritas

Data disebut stasioner apabila nilai data tidak tergantung pada waktu, sehingga pola data ada di sekitar nilai rata-rata yang konstan dan varians konstan selama waktu tertentu. Dengan kata lain, data *time series* yang memiliki indikasi *trend* atau musiman bukan merupakan data stasioner. Data yang tidak stasioner perlu dilakukan *differencing* untuk menstasionerkan data agar dapat diolah menggunakan metode ARIMA Box Jenkins. Selain itu, transformasi Box Cox dapat dilakukan jika terindikasi varians data tidak konstan, dengan persamaan sebagai berikut.

$$T(Z_t) = \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda}$$

Untuk mengukur kestasioneran data, dilakukan uji stasioneritas atau uji akar unit. Uji yang biasa digunakan adalah *Augmented Dickey-Fuller Test* (ADF test).

- a. Hipotesis
 $H_0 : \delta = 0$ (data tidak stasioner)
 $H_1 : \delta \neq 0$ (data stasioner)
- b. Statistik Uji
$$t_\delta = \frac{\hat{\delta}}{SE(\hat{\delta})}$$
- c. Kriteria Uji
Tolak H_0 jika $p\text{-value} < \alpha$, terima dalam hal lainnya.



**Differencing**

Differensiasi atau *differencing* dilakukan dengan menghitung perubahan atau selisih nilai data suatu waktu dengan nilai data pada periode waktu sebelumnya dengan maksud untuk menstasionerkan data yang belum stasioner menjadi data stasioner [9].

Identifikasi Data

Identifikasi data digunakan dengan memperhatikan plot ACF (*Autocorrelation Function*) dan PACF (*Partial Autocorrelation Function*) dari *correlogram* sebagai alat utama untuk mengidentifikasi beberapa kemungkinan model ARIMA. Koefisien autokorelasi dari ACF menunjukkan besarnya korelasi hubungan linier antara pengamatan waktu t dengan pengamatan pada waktu $t-k$. Sedangkan, autokorelasi parsial dari PACF merupakan fungsi yang menunjukkan hubungan linier terpisah atau parsial antar pengamatan waktu t dengan pengamatan pada waktu $t-k$ tanpa dipengaruhi nilai-nilai diantaranya. Dalam membentuk model ARIMA(p,d,q), orde p dilihat dari plot PACF, orde q dilihat dari plot ACF, dan d sesuai dengan jumlah *differencing* yang dilakukan.

Model Autoregressive (AR)

Model AR diperkenalkan pertama kali oleh Yule (1926) dan dikembangkan oleh Walker (1931), model ini memiliki asumsi bahwa data periode sekarang dipengaruhi oleh data pada periode sebelumnya. Bentuk umum model *Autoregressive* dengan orde p adalah AR(p) atau model ARIMA(p,0,0) dinyatakan sebagai berikut [17] :

$$Z_t = \mu + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} - \varepsilon_t$$

dimana,

Z_t = deret waktu stasioner

μ = konstanta

ε_{t-q} = variabel bebas

θ_p = koefisien parameter *moving average* ke- p

ε_t = nilai kesalahan pada saat t

Model Moving Average (MA)

Model Moving Average diperkenalkan pertama kali oleh Slutsky (1973) merupakan model berorde q menyatakan hubungan antara nilai pengamatan Z_t yang bergantung dengan nilai-nilai kesalahan dari periode t sampai $t-q$ [12].

$$Z_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_p \varepsilon_{t-q}$$

dimana,

Z_t = deret waktu stasioner

μ = konstanta

ε_{t-q} = variabel bebas

θ_p = koefisien parameter *moving average* ke- p

ε_t = nilai kesalahan pada saat waktu t

Model Autoregressive Moving Average (ARMA)

Gabungan model AR(p) dan MA(q) dikenal dengan *Autoregressive Moving Average* (ARMA) yang menyatakan bahwa data suatu periode dipengaruhi oleh data dan nilai residual pada periode sebelumnya [17]. Model ARMA memiliki orde p dan q ditulis dengan ARMA(p,q) atau ARIMA(p,0,q) [3].

$$Z_t = \mu + \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

dimana,

Z_t = deret waktu stasioner

μ = konstanta

Z_{t-p} = variabel bebas

ϕ_p = koefisien parameter *autoregressive* ke- p

ε_{t-1} = variabel bebas

θ_q = koefisien parameter *moving average* ke- q

ε_t = nilai kesalahan pada saat t





Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Model AR, MA, dan ARMA digunakan jika asumsi data deret waktu bersifat stasioner terpenuhi. Ketiga model tersebut tidak mampu menjelaskan arti dari *differencing*, sehingga digunakan Box Jenkins' ARIMA atau ARIMA(p,d,q) yang dapat menjelaskan proses *differencing* secara lebih efektif. Seri stasioner dalam model ini merupakan fungsi linier dari nilai periode sekarang, nilai periode sebelumnya, dan kesalahan lampau yang akurat untuk peramalan jangka pendek [17].

$$\phi_p(B)D^d Z_t = \mu + \theta_q(B)\varepsilon_t$$

dimana,

Z_t = nilai pengamatan pada waktu ke- t

ϕ_p = koefisien parameter *autoregressive* ke- p

θ_q = koefisien parameter *moving average* ke- q

B = operator *backshift*

D = *differencing*

μ = konstanta

ε_t = nilai kesalahan pada saat t

Uji Signifikansi Parameter

Dimisalkan suatu model ARIMA memiliki parameter ϕ , nilai taksiran parameter $\hat{\phi}$, serta standard error taksiran parameter $SE(\hat{\phi})$. Pengujian signifikansi parameter model dilakukan sebagai berikut.

a. Hipotesis

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

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

b. Statistik Uji :

$$t = \frac{\phi}{SE(\hat{\phi})} \quad SE(\hat{\phi}) = \sqrt{\frac{1}{n}}$$

dimana,

$\hat{\phi}$ = nilai parameter

$SE(\hat{\phi})$ = *standard error* parameter

c. Kriteria Uji :

H_0 ditolak jika $|t| > t_{\frac{\alpha}{2}, df=n-n_p}$ atau tolak H_0 jika nilai *p-value* $< \alpha$.

Uji Asumsi Residual

Model yang signifikan dilanjutkan dengan uji asumsi residual atau pengecekan diagnostik, diantaranya uji normalitas residual, uji residual *white noise* atau non-autokorelasi, dan uji homoskedastisitas residual.

Pengujian Normalitas Residual

a. Hipotesis

H_0 : Residual berdistribusi normal

H_1 : Residual tidak berdistribusi normal

b. Statistik Uji

Uji Kolmogorov Smirnov

$$D = \sup |S(\varepsilon_t) - F_0(\varepsilon_t)|$$

c. Kriteria Uji

Tolak H_0 jika $D > D_{1-\frac{\alpha}{2}}$ atau tolak H_0 jika nilai *p-value* $< \alpha$.

Pengujian Residual Non-Autokorelasi (*White Noise*)

a. Hipotesis

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$

H_1 : Minimal ada satu $\rho_j \neq 0$

b. Statistik Uji

Uji Box-Ljung

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

c. Kriteria Uji

Tolak H_0 jika $Q^* > \chi_{\alpha, df=K-m}^2$. K merujuk pada lag K dan m adalah jumlah taksiran parameter.

Pengujian Homokedastisitas Residual





- Hipotesis
 H_0 : Residual homogen
 H_1 : Residual heterogen
- Statistik Uji
 Uji Box-Ljung
- Kriteria Uji
 Tolak H_0 jika $p\text{-value} < \alpha$, terima dalam hal lainnya.

Efek Heteroskedastisitas

Setelah mendapatkan model ARIMA terbaik dan residualnya terdeteksi heteroskedastisitas, maka akan dilanjutkan dengan menguji efek heteroskedastisitasnya. Pengujian dilakukan pada residual kuadrat dari model terbaik yang telah diperoleh, yaitu dengan menggunakan Uji Box-Ljung.

- Hipotesis
 $H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$ (tidak terdapat efek heteroskedastisitas)
 H_1 : minimal terdapat satu k dengan $\rho_k \neq 0$ (terdapat efek heteroskedastisitas)
- Statistik Uji
 Uji Box-Ljung

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

- Kriteria Uji
 Tolak H_0 jika $Q^* \geq \chi_k^2$ atau $p\text{-value} < \alpha$, terima dalam hal lainnya.

Model *time series* yang mengijinkan adanya heteroskedastisitas di dalamnya adalah model *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) dan pengembangannya yaitu model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH).

Model Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (ARCH)

Engle (1982) adalah orang yang pertama kali memperkenalkan model ARCH, yaitu model yang digunakan untuk mengatasi residual yang bervariasi tidak konstan dalam runtun waktu. Varians residual pada model ARCH sangat dipengaruhi oleh residual di periode sebelumnya. Model ARCH memiliki orde p yang dinotasikan dengan ARCH(p) memiliki bentuk persamaan sebagai berikut.

$$\sigma_t^2 = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + a_p \varepsilon_{t-p}^2$$

Model Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH)

Bentuk pengembangan model ARCH oleh Bollerslev (1986) disebut model GARCH. Model ini menyederhanakan model ARCH untuk menghindari orde yang terlalu tinggi. Konsep dari model GARCH ini adalah varians dipengaruhi oleh residual data periode sebelumnya dan lag varians kondisional itu sendiri. Model GARCH dengan orde p dan q dinotasikan dengan GARCH(p, q) memiliki bentuk persamaan sebagai berikut.

$$\sigma_t^2 = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + a_p \varepsilon_{t-p}^2 + \lambda_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \lambda_q \sigma_{t-q}^2$$

dengan

- σ_t^2 = varians kondisional
- a_0 = konstanta
- ε_{t-p}^2 = residual pada waktu $t-p$
- σ_{t-p}^2 = varians kondisional pada waktu $t-p$
- a_p = parameter ARCH, untuk orde $p = 1, 2, \dots, p$
- λ_q = parameter GARCH, untuk orde $q = 1, 2, \dots, q$

Teknik Analisis Data

Analisis data *time series* menggunakan metode ARIMA dan ARCH-GARCH dilakukan dengan *software* statistika. Berikut adalah langkah-langkah analisisnya :

- Plot Data
- Uji Stasioneritas Data
- Identifikasi model

Melihat plot ACF dan PACF dari *correlogram* untuk mengidentifikasi beberapa kemungkinan model yang cocok. Jika plot ACF menunjukkan penurunan secara eksponensial dan plot PACF signifikan pada lag p , maka model yang diperoleh adalah AR(p). Jika sebaliknya, maka model





yang diperoleh adalah MA(q). Plot ACF dan PACF yang menurun secara eksponensial setelah lag p dan q menyatakan model yang diperoleh adalah ARMA(p,q). Model ARIMA(p,d,q) diperoleh dengan adanya *differencing*.

Tabel 1. Plot ACF dan PACF

Model	ACF	PACF
AR (p)	Menurun secara eksponensial (<i>dies down</i>)	<i>Cut off after lag p</i>
MA (q)	<i>Cut off after lag q</i>	Menurun secara eksponensial (<i>dies down</i>)
ARMA (p,q)	Menurun secara eksponensial (<i>dies down</i>)	Menurun secara eksponensial (<i>dies down</i>)

4. Penentuan parameter p , d , dan q dalam ARIMA
5. Penaksiran dan pengujian signifikansi parameter model ARIMA
6. Uji Asumsi Residual
Model yang signifikan diuji asumsi residualnya, yaitu ada uji normalitas residual, uji residual white noise non autokorelasi, dan uji homoskedastisitas residual.
7. Pemilihan model terbaik
Model terbaik yang digunakan adalah model yang semua asumsinya terpenuhi dan memiliki nilai MSE, AIC dan BIC yang paling kecil.
8. Pengujian efek heteroskedastisitas
Setelah mendapatkan model yang terbaik dan model tersebut terdeteksi adanya residual heteroskedastisitas, dilakukan pengujian efek heteroskedastisitas. Jika terdapat efek yang signifikan, dilanjutkan pemilihan model terbaik dengan ARCH-GARCH.
9. Identifikasi model ARCH-GARCH
Pengidentifikasian model ARCH(p) dan GARCH(p,q) berdasarkan plot ACF dan plot PACF residual kuadrat model terbaik.
10. Penaksiran dan pengujian signifikansi parameter model ARCH-GARCH
11. Uji Residual *White Noise* Non-Autokorelasi
12. Pemilihan model ARCH-GARCH terbaik
Model terbaik untuk melakukan peramalan adalah model dengan parameter yang signifikan dan memiliki nilai AIC terkecil. AIC dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$AIC_c = -2 \log \text{likelihood} + 2(q + 1) \left(\frac{N}{N-q-2} \right); \text{ tidak konstan}$$

$$AIC_c = -2 \log \text{likelihood} + 2(q + 2) \left(\frac{N}{N-q-3} \right); \text{ konstan}$$
dengan
 N = besar ukuran data
 q = orde *autoregressive*
13. Peramalan
Langkah terakhir adalah peramalan beberapa periode di masa yang datang dengan menggunakan model terbaik yang sudah terbentuk.

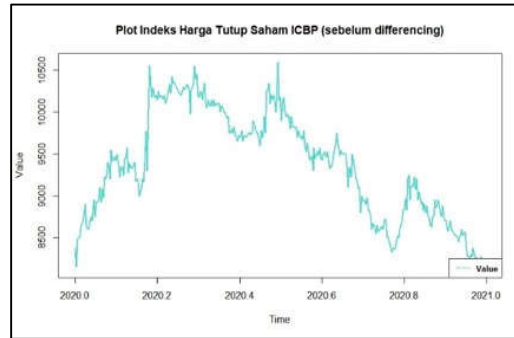
III.HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis data dilakukan menggunakan metode Box-Jenkins ARIMA dan ARCH-GARCH dengan bantuan *software* analisis statistika.

Eksplorasi Data

Eksplorasi data Harga Tutup Saham Harian PT Indofood CBP Sukses Makmur Tbk dilakukan melalui plot *time series* untuk periode 31 Mei 2020 sampai dengan 31 Mei 2021 selama 365 hari dapat dilihat pada gambar 1.



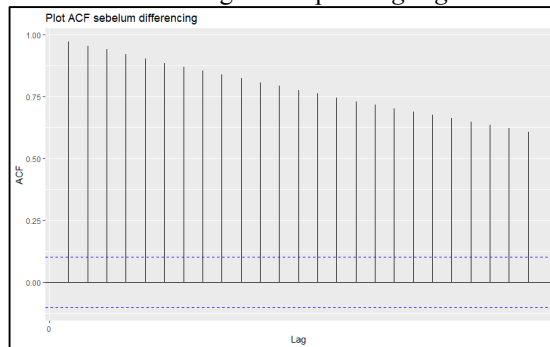


Gambar 1. Plot Data Harga Tutup Saham Harian PT Indofood CBP Sukses Makmur Tbk

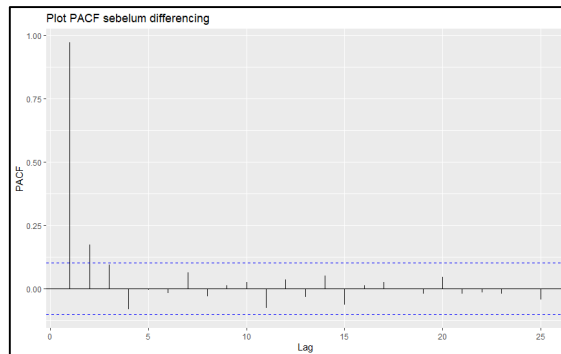
Pada gambar 1 terlihat bahwa data menunjukkan pergerakan data yang berfluktuatif (naik atau turun) dan plot data tidak menyebar pada suatu rata-rata yang konstan. Kemudian, terlihat bahwa adanya pola *trend* naik dan *trend* turun pada selang waktu tertentu. Sehingga, dapat dikatakan bahwa data tidak stasioner.

Stasioneritas Data

Selain menggunakan plot data *time series* untuk mengetahui stasioneritas data, dapat juga dilihat melalui plot koefisien ACF pada gambar 2 dan PACF pada gambar 3. Data yang tidak stasioner akan memiliki indikasi signifikan pada *lag-lag* awal.



Gambar 2. Plot ACF sebelum *differencing*



Gambar 3. Plot PACF sebelum *differencing*

Dari gambar 2 dan 3, koefisien autokorelasi menurun secara eksponensial menuju nol sehingga adanya indikasi musiman pada data, sama halnya dengan koefisien autokorelasi parsial. Hal tersebut mendukung dugaan data tidak stasioner, sedangkan model ARIMA diterapkan pada data stasioner.

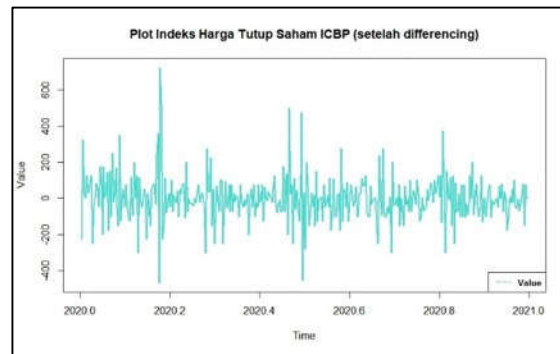
Selain pemeriksaan stasioneritas menggunakan visualisasi dengan plot, perlu dilakukan uji stasioneritas data dengan melihat kehomogenan varians dan rata-rata yang konstan.

Pemeriksaan kestasioneran untuk melihat kehomogenan varians atau varians yang konstan dilakukan dengan melihat nilai lambda *Box-Cox*. Nilai lambda (λ) yang didapatkan setelah dilakukan uji *Box-Cox* terhadap data adalah sebesar 1. Dalam hal ini, tidak perlu dilakukan transformasi data.

Pemeriksaan kestasioneran data untuk melihat apakah data bergerak dalam rata – rata yang konstan dilakukan dengan menggunakan uji akar unit, yaitu *Augmented Dickey Fuller (ADF) test*. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh *p-value* = 0.3529. Maka, H_0 diterima yang artinya data tidak stasioner. Oleh karena itu, perlu dilakukan *differencing*.

Setelah dilakukan *differencing* satu kali, didapatkan *p-value* = 0.01. Maka, H_0 ditolak artinya data Harga Tutup Saham Harian PT Indofood CBP Sukses Makmur Tbk sudah stasioner.

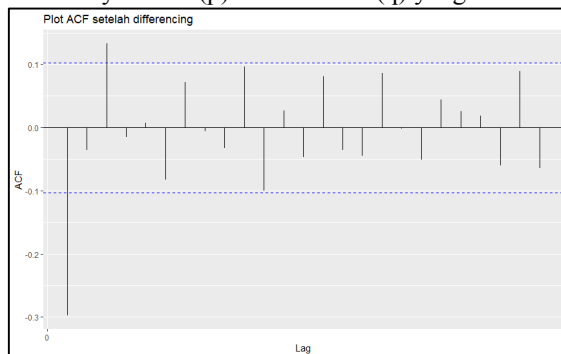
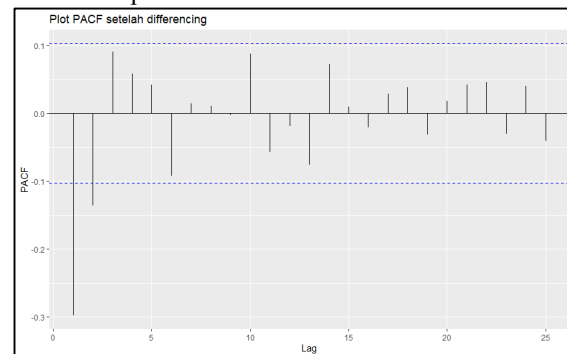


**Gambar 4.** Plot Data Setelah *Differencing*

Pada gambar 4 tersebut dapat dilihat bahwa plot *time series* Harga Tutup Saham Harian PT Indofood CBP Sukses Makmur Tbk telah stasioner setelah dilakukan *differencing* sebanyak satu kali. Proses *differencing* yang sudah dilakukan mengarah pada nilai d yang bisa dipakai adalah $d = 1$.

Pembentukan Model ARIMA

Data yang sudah memenuhi asumsi stasioneritas, selanjutnya dilakukan penentuan orde model ARIMA yaitu AR(p) dan/atau MA(q) yang diidentifikasi melalui plot ACF dan PACF.

**Gambar 5.** Plot ACF setelah *differencing***Gambar 6.** Plot PACF setelah *differencing*

Berdasarkan gambar 5 yaitu plot ACF, dapat dilihat bahwa adanya *cut off* pada lag pertama sampai lag ketiga sehingga diperoleh MA(0), MA(1), MA(2), dan MA(3). Sedangkan pada gambar 6 yaitu plot PACF, dapat dilihat *cut off* yang signifikan pada lag pertama dan lag kedua sehingga diperoleh AR(0), AR(1), dan AR(2). Selain itu, orde untuk *differencing* adalah $d = 1$ karena data dilakukan *differencing* sekali. Didapat orde nilai $p = 2$, $d = 1$, dan $q = 3$, sehingga kemungkinan model yang terbentuk adalah :

1. Model 1 : ARIMA(0,1,1)
2. Model 2 : ARIMA(0,1,2)
3. Model 3 : ARIMA(0,1,3)
4. Model 4 : ARIMA(1,1,0)
5. Model 5 : ARIMA(1,1,1)
6. Model 6 : ARIMA(1,1,2)
7. Model 7 : ARIMA(1,1,3)
8. Model 8 : ARIMA(2,1,0)
9. Model 9 : ARIMA(2,1,1)
10. Model 10 : ARIMA(2,1,2)
11. Model 11 : ARIMA(2,1,3)

Penaksiran dan Pengujian Signifikansi Parameter ARIMA

Setelah didapatkan kemungkinan model ARIMA, selanjutnya dilakukan penaksiran dan pengujian signifikansi parameter untuk setiap model. Parameter taksiran yang signifikan artinya memiliki keberartian atau layak masuk ke dalam suatu model.

Tabel 2. Hasil Penaksiran dan Pengujian Parameter

Model	Parameter	Estimasi	SE	z	p-value	Keterangan
ARIMA(0,1,1)	MA(1)	-0.312726	0.045916	-6.8108	9.707e-12	Signifikan





ARIMA(1,1,0)	AR(1)	-0.299392	0.050167	-5.968	2.402e-09	Signifikan
ARIMA(1,1,2)	AR(1)	-0.730583	0.191690	-3.8113	0.0001383	Signifikan
	MA(1)	0.434737	0.188841	2.3021	0.0213276	Signifikan
	MA(2)	-0.257355	0.063473	-4.0546	5.023e-05	Signifikan
ARIMA(2,1,0)	AR(1)	-0.338277	0.051974	-6.5086	7.583e-11	Signifikan
	AR(2)	-0.134773	0.052354	-2.5742	0.01005	Signifikan

Dari tabel 2, diketahui terdapat empat kemungkinan model ARIMA yang seluruh parameternya signifikan dan dapat digunakan untuk memprediksi, yaitu model ARIMA (0,1,1), ARIMA (1,1,0), ARIMA (1,1,2), dan ARIMA (2,1,0).

Pemeriksaan Asumsi

Pemeriksaan asumsi atau *diagnostic checking* dilakukan untuk mengetahui model yang digunakan memenuhi asumsi residual untuk dijadikan model dalam peramalan atau tidak. Model ARIMA yang baik adalah model yang memenuhi asumsi residualnya. Uji asumsi pada residual tersebut diantaranya uji normalitas residual, uji residual *white noise* non-autokorelasi, dan uji homoskedastisitas residual.

Asumsi *white noise* diuji menggunakan *Ljung-Box* untuk melihat apakah terdapat korelasi pada residual dari setiap model. Hasil pengujian menunjukkan bahwa keempat model memiliki $p\text{-value} > \alpha(0.05)$ yang artinya keempat model tersebut memenuhi asumsi *white noise*.

Pengujian normalitas residual dilakukan dengan uji Kolmogorov-Smirnov. Hasil pengujian menunjukkan bahwa hanya tiga model, yaitu ARIMA(0,1,1), ARIMA(1,1,2), dan ARIMA(2,1,0) yang memenuhi asumsi normalitas residual karena menghasilkan $p\text{-value} > \alpha(0.05)$.

Pengujian homoskedastisitas residual dilakukan dengan uji *Ljung-Box*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa keempat model menghasilkan $p\text{-value} < \alpha(0.05)$ sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi homoskedastisitas keempat model tidak terpenuhi atau terindikasi adanya heteroskedastisitas. Untuk menangani masalah ini, diperlukan analisis peramalan lanjutan dengan menggunakan ARCH-GARCH.

Pemilihan Model ARIMA Terbaik

Berdasarkan keempat model dugaan ARIMA yang telah dibentuk sebelumnya yaitu model yang semua parameternya signifikan, terlihat bahwa hanya tiga model yang memenuhi asumsi *white noise* dan normalitas residual yaitu model ARIMA (0,1,1), ARIMA (1,1,2), dan ARIMA (2,1,0). Untuk memilih model dugaan ARIMA terbaik, dapat dilihat dari model yang memiliki nilai AIC terkecil. Tabel berikut merupakan nilai AIC (*Aikake Information Criterion*) untuk masing – masing model.

Tabel 3. Hasil Nilai AIC Model ARIMA

Model	AIC
ARIMA (0,1,1)	4526.76
ARIMA (1,1,2)	4529.84
ARIMA (2,1,0)	4525.33

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat bahwa AIC terkecil dimiliki model ARIMA(2,1,0). Kemudian dapat disubstitusikan nilai estimasi parameter pada tabel 2 ke dalam persamaan model ARIMA berikut.

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

$$Z_t = -0.3383 Z_{t-1} - 0.1348 Z_{t-2} - \varepsilon_t$$

Uji Efek Heteroskedastisitas

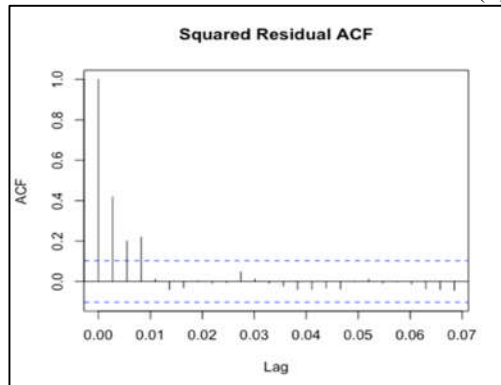
Setelah didapatkan model ARIMA terbaik, dilanjutkan dengan pengujian efek heteroskedastisitas terhadap residual kuadrat model dengan menggunakan uji Box-Ljung.

Pada hasil uji Box-Ljung, didapatkan $p\text{-value}$ bernilai kurang dari $2.2e-16$ yaitu lebih kecil daripada $\alpha(0.05)$, maka H_0 ditolak. Oleh karena itu, terdapat efek heteroskedastisitas pada model ARIMA(2,1,0). Hal ini menunjukkan bahwa pemodelan peramalan ARCH-GARCH harus digunakan untuk menangani heteroskedastisitas ini.

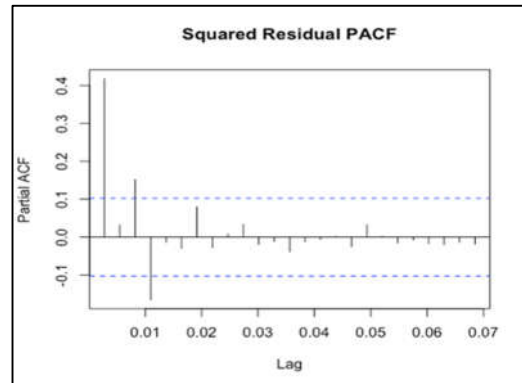


**Identifikasi Model ARCH-GARCH**

Identifikasi model ARCH(p) dan GARCH(p,q) berdasarkan plot ACF dan plot PACF yang terbentuk dari residual kuadrat model ARIMA(2,1,0).



Gambar 7. Plot ACF Residual Kuadrat Model ARIMA(2,1,0)



Gambar 8. Plot PACF Residual Kuadrat Model ARIMA(2,1,0)

Plot ACF pada gambar 7 menunjukkan adanya penurunan secara eksponensial menuju nol (0), sedangkan plot PACF pada gambar 8 menunjukkan *cut off* sampai lag ke-4. Didapatkan orde $p = 4$ dan $q = 0$, sehingga model yang dapat terbentuk adalah model ARCH(p). Berikut beberapa kemungkinan model yang terbentuk.

1. Model 1 : ARCH(1)
2. Model 2 : ARCH(2)
3. Model 3 : ARCH(3)
4. Model 4 : ARCH(4)

Penaksiran dan Pengujian Signifikansi Parameter ARCH-GARCH

Setelah didapatkan model dugaan ARCH(p), selanjutnya dilakukan penaksiran dan pengujian signifikansi parameter untuk setiap model dugaan. Parameter taksiran yang signifikan berarti memiliki keberartian atau layak masuk ke dalam suatu model.

Dari tabel 4, diketahui terdapat empat kemungkinan model ARCH(p) yang dapat digunakan untuk peramalan. Berdasarkan hasil pengujian, model yang semua parameternya signifikan hanya model ARCH(1) yang menjadi kemungkinan model terbaik dan dilanjutkan dengan pengujian residual.

Tabel 4. Hasil Penaksiran Parameter dan Uji Signifikansi Parameter

Model	Parameter	Estimasi	SE	t-value	p-value	Keterangan
ARCH (1)	a_0	7277.33385	860.17572	8.4603	0.00000	Signifikan
	a_1	0.54321	0.12506	4.3434	1.4e-05	Signifikan
ARCH (2)	a_0	5957.97713	982.75095	6.0625	0.00000	Signifikan
	a_1	0.40608	0.12406	3.2734	0.00106	Signifikan
	a_2	0.23485	0.14671	1.6008	0.10943	Tidak Signifikan
ARCH (3)	a_0	5556.2	1063.9	5.22247	0.00000	Signifikan
	a_1	0.40295	0.13551	2.97349	0.00294	Signifikan
	a_2	0.16388	0.16908	0.96926	0.33242	Tidak Signifikan
	a_4	0.08477	0.0649	1.30624	0.19147	Tidak Signifikan
ARCH (4)	a_0	5497.6	1064	5.16691	0.00000	Signifikan
	a_1	0.42699	0.14531	2.93840	0.0033	Signifikan
	a_2	0.14597	0.17658	0.82665	0.40843	Tidak Signifikan
	a_4	0.08996	0.05933	1.51637	0.12942	Tidak Signifikan
	a_5	0.00000	0.05152	0.00000	1.00000	Tidak Signifikan

Pengujian Residual White Noise Non-Autokorelasi

Dengan menggunakan uji *Weighted Ljung-Box* untuk model ARCH(1), didapatkan p -value 0.28293. Sesuai dengan kriteria uji bahwa p -value $> \alpha(0.05)$, maka H_0 diterima, artinya residual kuadrat model tidak terindikasi adanya autokorelasi atau asumsi *white noise* terpenuhi.



**Pemilihan Model ARCH-GARCH Terbaik**

Model terbaik didapatkan dengan membandingkan nilai AIC dan dipilih model dengan nilai AIC terkecil. Tetapi, pada studi ini, model ARCH(1) adalah model satu-satunya yang seluruh parameternya signifikan. Oleh karena itu, model ARCH(1) merupakan model terbaik dalam meramalkan harga tutup saham PT Indofood CBP Sukses Makmur Tbk dengan nilai AIC 12.225.

Persamaan ARCH(1) didapatkan dengan mensubstitusikan taksiran parameter pada tabel 4 ke persamaan berikut.

$$\sigma_t^2 = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2$$

$$\sigma_t^2 = 7277.33385 + 0.54321 \varepsilon_{t-1}^2$$

Peramalan Harga Tutup Saham Harian ICBP

Setelah mendapatkan model ARIMA terbaik, yaitu ARIMA(2,1,0) dan model ARCH-GARCH terbaik yaitu ARCH(1), maka akan dilakukan peramalan oleh model gabungan ARIMA(2,1,0)-ARCH(1). Berikut persamaan ARIMA(2,1,0)-ARCH(1).

$$Z_t = -0.3383 Z_{t-1} - 0.1348 Z_{t-2} - \varepsilon_t + 7277.33385 + 0.54321 \varepsilon_{t-1}^2$$

Hasil peramalan harga tutup saham PT Indofood CBP Sukses Makmur Tbk untuk 15 hari ke depan, mulai dari 2 Juni 2021 sampai 16 Juni 2021 (sesuai dengan hari kegiatan jual beli saham) adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Peramalan

Periode	Forecast
2 Juni 2021	8273
3 Juni 2021	8273
4 Juni 2021	8273
7 Juni 2021	8274
8 Juni 2021	8275
9 Juni 2021	8275
10 Juni 2021	8275
11 Juni 2021	8276
14 Juni 2021	8277
15 Juni 2021	8277
16 Juni 2021	8277

Evaluasi hasil peramalan bisa dilihat dari nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang mengindikasikan bahwa semakin kecil nilai MAPE, semakin kecil pula kesalahan hasil peramalan. Nilai MAPE hasil peramalan adalah sebesar 1.6727%, yang artinya hasil peramalan termasuk ke dalam indikator yang akurat.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil analisis dan pembahasan adalah metode peramalan yang digunakan adalah ARIMA dan dilanjutkan dengan ARCH-GARCH untuk menangani efek heteroskedastisitas dalam residual data. Didapatkan model terbaik untuk meramal harga tutup saham PT Indofood CBP Sukses Makmur Tbk periode 2 Juni 2021 – 16 Juni 2021 adalah model ARIMA(2,1,0)-ARCH(1), dengan persamaan sebagai berikut.

$$Z_t = -0.3383 Z_{t-1} - 0.1348 Z_{t-2} - \varepsilon_t + 7277.33385 + 0.54321 \varepsilon_{t-1}^2$$

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Angraeny, N. (2019). Penerapan Metode Arch Garch Untuk Analisis Peramalan Nilai Ekspor Indonesia, 53. Retrieved from <https://lib.unnes.ac.id/37556/1/4112316006.pdf>
- [2] Arch, M., Garch, D. A. N., Peramalan, P., Price, S., Corp, D., Bilondatu, R. N., & Isa, D. R. (2019). HARGA SAHAM PT . COWELL DEVELOPMENT Tbk ., 13, 9–18.
- [3] Box, G. E., Jenkins, G., & Reinsel, G. (2008). *Time Series Analysis Forecasting and Control* (4th ed.). New Jersey: John Wiley & Sons Inc Publication.
- [4] Garch, A. (2012). Saham Pt . Telkom Dengan Metode.
- [5] Grestandhi, J., Susanto, B., & Mahatma, T. (2011). Analisis Perbandingan Metode Peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) Dengan Metode Ols-arch Garch Dan Arima. *Prosiding*, (T-14).





- [6] Hartati, H. (2017). Penggunaan Metode Arima Dalam Meramal Pergerakan Inflasi. *Jurnal Matematika Sains Dan Teknologi*, 18(1), 1–10. <https://doi.org/10.33830/jmst.v18i1.163.2017>
- [7] Junaedi, D., & Salistia, F. (2020). Dampak Pandemi Covid-19 Terhadap Pasar Modal Di Indonesia: *Al-Kharaj : Jurnal Ekonomi, Keuangan & Bisnis Syariah*, 2(2), 109–138. <https://doi.org/10.47467/alkharaj.v2i4.112>
- [8] Novanti, D., Multazam, H., Husna, N. L., Rahajeng, O. S., L, S., & Nooraeni, R. (2020). Pemodelan dan Peramalan Harga Penutupan Saham Perbankan dengan Metode ARIMA dan Family ARCH. *ESTIMASI: Journal of Statistics and Its Application*, 1(2), 94. <https://doi.org/10.20956/ejsa.v1i2.9637>
- [9] Purnomo, F. S. (2015). *PENGUNAAN METODE ARIMA (AUTOREGRESSIVEINTEGRATED MOVING AVERAGE) UNTUK PRAKIRAAN BEBAN KONSUMSI LISTRIK JANGKA PENDEK (SHORT TERM FORECASTING)*, 118.
- [10] Raneo, A. P., & Muthia, F. (2019). Penerapan Model GARCH Dalam Peramalan Volatilitas di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Manajemen Dan Bisnis Sriwijaya*, 16(3), 194–202. <https://doi.org/10.29259/jmbs.v16i3.7462>
- [11] Ristiza, C., & Agnia, A. (2019). *PERAMALAN KEDATANGAN PENUMPANG DOMESTIK BULANAN DI INDONESIA MELALUI BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO HATTA DENGAN METODE AUTOREGRESSIVE INTERGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA) PERIODE 2016 – 2019*, 29.
- [12] Sartono, B. (2006). *Modul Kuliah Pelatihan Time Series Analysis*. Bogor: IPB.
- [13] Tambunan, D. (2020). Investasi Saham di Masa Pandemi COVID-19. *Widya Cipta: Jurnal Sekretari Dan Manajemen*, 4(2), 117–123. <https://doi.org/10.31294/widyacipta.v4i2.8564>
- [14] Triana, A. A., & Fauzi, A. M. (2020). Dampak Pandemi Corona Virus Diserse 19 Terhadap Meningkatnya Kriminalitas Pencurian Sepeda Motor Di Surabaya. *Syiah Kuala Law Journal*, 4(3), 302–309. <https://doi.org/10.24815/sklj.v4i3.18742>
- [15] Vashisth, K. K., & Rojhe, K. C. (2016). Distribution of Margin Among Intermediaries; Disintermediation and the Contemporary Entrepreneurial Flow, 2(4). <https://doi.org/10.16962/EAPJMRM/issn>
- [16] Yolanda, N. B., Nainggolan, N., & Komalig, H. A. H. (2017). Penerapan Model ARIMA-GARCH Untuk Memprediksi Harga Saham Bank BRI. *Jurnal MIPA*, 6(2), 92. <https://doi.org/10.35799/jm.6.2.2017.17817>
- [17] Yunita, T. (2020). *Peramalan Jumlah Penggunaan Kuota Internet Menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*, 7.

