

***Forecasting* Harga Penutupan Saham Harian Google
Alphabet Inc. (GOOG) 3 Januari - 10 Juni 2022 dengan
Penerapan Analisis Runtun Waktu**



Disusun Oleh:

Kelompok 9

Faza Muthmainnah - 2006523672

Raistra Aurel - 2006572876

Ria Rahma Septiani - 2006536246

PROGRAM STUDI S1 STATISTIKA

DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS INDONESIA

DEPOK

2022

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR OUTPUT	iv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
BAB II METODE PENELITIAN	
2.1 Variabel Penelitian	4
2.2 Jenis Data	4
2.3 Metode Pengumpulan Data	4
2.4 Metode Analisis Data	4
BAB III ANALISIS DATA	
3.1 Langkah Analisis Data	6
3.2 Hasil Penelitian dan Pembahasan	6
BAB IV PENUTUP	
4.1 Kesimpulan	21
4.2 Saran	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	24

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Deskriptif Data Harga Saham Harian Google Alphabet Inc. (GOOG)	5
Tabel 2. Hasil Peramalan Harga Saham Google Alphabet Inc. (GOOG)	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Plot Harga Tutup Saham Google Alphabet Inc. (GOOG) dari 3 Januari - 10 Juni 2022	7
Gambar 2. Plot Harga Tutup Saham Google Alphabet Inc. (GOOG) dari 3 Januari - 10 Juni 2022 setelah Dilakukan <i>Differencing</i> 1 Kali	8
Gambar 3. Plot ACF	9
Gambar 4. Plot PACF	10
Gambar 5. Plot EACF	10
Gambar 6. Plot Residual dari Model ARIMA(1,1,1) dengan <i>Drift</i>	15
Gambar 7. Plot Perbandingan Data <i>Testing</i> dan Data <i>Training</i>	19
Gambar 8. Plot <i>Forecast</i> Data Sebenarnya untuk 5 Hari ke Depan	20

DAFTAR OUTPUT

Output 1. Uji ADF pada Data Harga Saham GOOG	7
Output 2. Uji ADF pada Data Harga Saham GOOG dengan <i>Difference</i> Satu Kali	8
Output 3. Perbandingan <i>Log-Likelihood</i> , AIC, dan BIC dari 4 Kandidat Model	10
Output 4. Koefisien Parameter Model ARIMA(1,1,1)	12
Output 5. Uji ADF pada Residual Data	13
Output 6. Uji Independensi pada Residual Data	14
Output 7. Uji Normalitas pada Residual Data	15
Output 8. <i>Overfit</i> AR Menjadi Model ARIMA(2,1,1)	16
Output 9. <i>Overfit</i> MA Menjadi Model ARIMA(1,1,2)	16
Output 10. Uji Model ARIMA(2,1,1)	17
Output 11. Uji Model ARIMA(1,1,2)	17
Output 12. Perbandingan Hasil <i>Forecast Data Training</i> dengan <i>Data Testing</i>	19
Output 13. Hasil <i>Forecast Data Sebenarnya</i>	19

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saham merupakan bukti penyerahan modal dalam suatu perusahaan. Menurut Rusdin (2008:68), saham merupakan sertifikat yang menunjukkan bukti kepemilikan suatu perusahaan, dan pemegang saham memiliki hak klaim atas penghasilan dan aktiva perusahaan. Dengan menunjukkan bukti kepemilikan, pihak yang memiliki sertifikat tersebut akan mempunyai klaim pada pendapatan perusahaan, klaim pada aset perusahaan, dan berhak hadir dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

Setiap perusahaan memiliki hak dalam memilih sahamnya untuk diperjualbelikan dengan bebas di pasar modal. Salah satu perusahaan yang memperjualbelikan sahamnya untuk umum di pasar modal adalah Google Alphabet Inc. atau dikenal dengan kode GOOG pada nama sahamnya. Google LLC merupakan sebuah perusahaan multinasional yang berasal dari Amerika Serikat yang berfokus dengan jasa dan produk Internet. Sebagian besar laba perusahaan ini berasal dari AdWords.

Pengaruh dari pandemi COVID-19 sangat berdampak pada pola hidup manusia dalam menghasilkan pendapatan yang memicu penurunan harga saham perusahaan secara masif. Dengan menurunnya pendapatan perusahaan, harga saham pun berpengaruh mengikuti penurunan tersebut. Selain itu, banyak masyarakat yang terdampak mengalami penurunan pendapatan karena perusahaan tempat bekerjanya juga mengalami penurunan pendapatan. Hal tersebut mempengaruhi masyarakat dalam berinvestasi.

Investasi adalah penanaman modal uang dengan harapan mendapat hasil dan nilai tambah (Webster, 1999). Dengan berinvestasi saham, masyarakat dapat memperoleh keuntungan dengan metode yang memberikan keistimewaan yaitu dengan melakukan interaksi seminimal mungkin. Hal itu berpengaruh pada ketertarikan masyarakat dalam berinvestasi saham pada kondisi pandemi COVID-19.

Disamping itu, kondisi pandemi COVID-19 mengharuskan masyarakat melakukan mobilitas seminimal mungkin sehingga berpengaruh pada pekerjaan masyarakat yang mengharuskan melakukan pekerjaan secara daring. Banyaknya kegiatan yang dilakukan secara daring membuat perusahaan teknologi pencarian, komputasi web, perangkat lunak, dan periklanan daring seperti Google semakin

banyak digunakan dalam pekerjaan, sekolah, dan kegiatan sehari-hari. Hal ini tentunya berdampak pada kondisi pendapatan dan harga saham perusahaan tersebut. Dilaporkan bahwa harga saham berkode GOOG ini menunjukkan performa yang menggembirakan di tengah pandemi COVID-19, dimana secara *year to date* naik 17,68%. Oleh karena itu, kami tertarik untuk menganalisis lebih lanjut mengenai saham GOOG untuk mengetahui bagaimana kondisi saham perusahaan ini kedepannya. Dengan demikian, kami ingin melakukan peramalan dan memprediksi harga penutupan saham harian Google Alphabet Inc. (GOOG) kedepannya pada kondisi pasca pandemi saat ini dengan menggunakan penerapan analisis runtun waktu.

1.2. Rumusan Masalah

- 1.2.1. Bagaimana penerapan metode analisis runtun waktu dalam memprediksi harga penutupan saham harian Google Alphabet Inc. (GOOG) lima hari kedepan?
- 1.2.2. Model ARIMA terbaik manakah yang dapat digunakan untuk meramal harga penutupan saham harian Google Alphabet Inc. (GOOG) lima hari kedepan?
- 1.2.3. Bagaimana harga penutupan saham harian Google Alphabet Inc. (GOOG) dalam lima hari ke depan pada masa kondisi pasca pandemi saat ini?

1.3. Tujuan

- 1.3.1. Mengetahui penerapan metode analisis runtun waktu dalam memprediksi harga penutupan saham harian Google Alphabet Inc. (GOOG) lima hari ke depan
- 1.3.2. Menentukan model ARIMA yang cocok digunakan untuk meramal harga penutupan saham harian Google Alphabet Inc. (GOOG) untuk lima hari ke depan.
- 1.3.3. Mengetahui harga penutupan saham harian Google Alphabet Inc. (GOOG) selama lima hari ke depan pada masa kondisi pasca pandemi saat ini.

1.4. Manfaat

- 1.4.1. Menambah wawasan dan pengetahuan akan kondisi harga penutupan saham harian Google Alphabet Inc. (GOOG) pada masa kondisi pasca pandemi saat ini.

- 1.4.2. Meramalkan dan memprediksi harga penutupan saham harian Google Alphabet Inc. (GOOG) selama lima hari ke depan yang hasil prediksinya dapat dijadikan acuan dan pertimbangan untuk investor dalam melakukan investasi.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah harga saham harian Google Alphabet Inc. (GOOG) pada periode 3 Januari 2022 - 10 Juni 2022.

2.2. Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif. Data kuantitatif adalah jenis data berformat numerik yang dapat langsung diukur atau dihitung. Data kuantitatif dalam penelitian ini berupa data runtun waktu (*time series*). Data *time series* merupakan data yang dikumpulkan menurut urutan waktu dalam suatu rentang waktu yang ditentukan, untuk menggambarkan perkembangan kejadian/kegiatan selama periode tersebut. Data *time series* yang digunakan adalah data harga saham harian Google Alphabet Inc. (GOOG) pada periode 3 Januari - 10 Juni 2022.

2.3. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi pustaka dengan data yang diperoleh yaitu data sekunder. Studi pustaka merupakan teknik pengumpulan data dengan melakukan penelaahan terhadap buku, literatur, catatan, serta laporan yang berkaitan dengan permasalahan yang kelak dipecahkan (Nasir, 1999) Dengan data sekunder dalam penelitian yang bersumber dari website *Yahoo Finance*.

2.4. Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis data kuantitatif dengan analisis runtun waktu (*time series*). Analisis runtun waktu merupakan suatu metode analisis kuantitatif yang diterapkan untuk memprediksi struktur probabilistik keadaan yang terjadi di masa yang akan datang dalam rangka pengambilan keputusan. Dalam penelitian ini digunakan statistika deskriptif untuk mengetahui karakteristik harga saham harian Google Alphabet Inc. (GOOG), serta metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) untuk

mengetahui model terbaik untuk meramalkan harga penutupan saham harian Google Alphabet Inc. (GOOG)

Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam pemodelan runtun waktu ARIMA Box-Jenkins, yaitu:

1. Menguji kestasioneran data dengan mengobservasi pada plot, serta melakukan uji Augmented Dickey Fuller. Jika data tidak stasioner, maka dilakukan *differencing* pada data hingga data menjadi stasioner.
2. Memperkirakan model MA(q) dan AR(p) dengan cara membuat grafik ACF, PACF, dan EACF
3. Memilih kandidat model terbaik dengan membandingkan nilai *log-likelihood*, AIC, dan BIC untuk masing-masing model
4. Melakukan estimasi parameter pada model yang terpilih
5. Melakukan pemeriksaan diagnostik (*model diagnostic*) untuk mengetahui jika model yang diperoleh memadai untuk dijadikan model peramalan dengan analisis residual (dengan cara menggunakan uji Ljung-Box untuk menguji asumsi independensi dan uji Jarque-Bera untuk menguji asumsi normalitas) dan *overfitting* untuk melihat jika model yang diajukan sudah terbaik atau terdapat model lain yang lebih baik.
6. Menentukan peramalan untuk periode ke depan.

BAB III

ANALISIS DATA

3.1. Langkah Analisis Data

Terdapat lima langkah utama dalam melakukan *forecasting*, yaitu uji stasioneritas, spesifikasi model, estimasi parameter, diagnostik model, dan *forecasting*.

3.2. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.2.1. Deskriptif Data

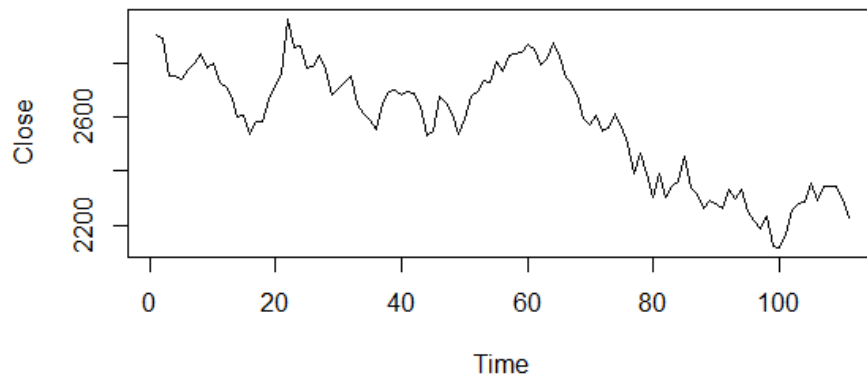
Tabel berikut menunjukkan deskripsi dari data harga saham harian Google Alphabet Inc. (GOOG) dari 3 Januari - 10 Juni 2022.

Statistik	
N	111
Mean	2578
Median	2611
Maksimum	2960.73
Minimum	2116.79
Variansi	46450.95

Tabel 1. Deskriptif Data Harga Saham Harian Google Alphabet Inc. (GOOG)

3.2.2. Uji Stasioneritas

Tahap pertama yang dilakukan untuk melakukan *forecasting* adalah menguji stasioneritas dari data yang dimiliki. Untuk melihat stasioneritas data, akan dilihat plot dari data terhadap waktu. Jika data belum stasioner, perlu dilakukan proses *differencing*. Berikut adalah plot data perubahan harga saham harian Google Alphabet Inc. (GOOG) dari 3 Januari - 10 Juni 2022.



Gambar 1. Plot Harga Tutup Saham Google Alphabet Inc. (GOOG) dari 3 Januari - 10 Juni 2022

Dari plot di atas, terlihat bahwa data cenderung memiliki tren turun sehingga data dapat dikatakan belum stasioner. Namun, uji stasioneritas hanya melalui plot saja belum cukup sehingga akan dilakukan uji lebih lanjut menggunakan uji Augmented Dickey-Fuller untuk menentukan stasioneritas yang lebih akurat.

- Hipotesis

$H_0: \pi = 0$ (data tidak stasioner atau mempunyai *unit root*)

$H_1: \pi < 0$ (data stasioner)

- Tingkat Signifikansi

$\alpha = 0.05$

- Statistik Uji

```
> adf.test(x)
```

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: x
```

```
Dickey-Fuller = -2.3145, Lag order = 4, p-value = 0.4461
```

```
alternative hypothesis: stationary
```

Output 1. Uji ADF pada Data Harga Saham GOOG

- Aturan Keputusan

H_0 ditolak jika $p\text{-value} < \alpha$.

- Keputusan

Dari *output software* R di atas, diperoleh nilai $p\text{-value} = 0.4461$.

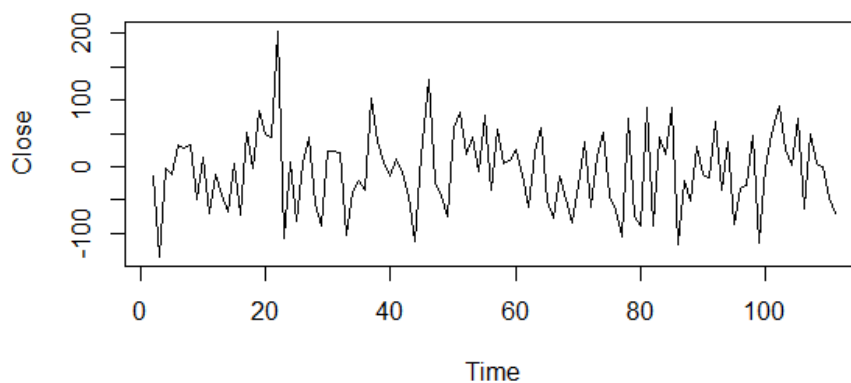
Karena $p\text{-value} = 0.4461 > 0.05 = \alpha$, maka H_0 tidak ditolak.

- Kesimpulan

Dengan tingkat signifikansi 0.05, dapat disimpulkan bahwa data harga saham Google Alphabet Inc. (GOOG) memiliki *unit root* atau data tidak stasioner.

Karena data belum stasioner, maka perlu dilakukan proses *differencing* sebanyak n -kali hingga data yang dimiliki stasioner. Berikut adalah kode yang digunakan untuk melakukan *differencing* beserta *output*-nya.

```
> #differencing
> difinaf<-diff(x,differences = 1)
> plot(difinaf)
```



Gambar 2. Plot Harga Tutup Saham Google Alphabet Inc. (GOOG) dari 3 Januari - 10 Juni 2022 setelah Dilakukan *Differencing* 1 Kali

Dari plot setelah *differencing* di atas, terlihat bahwa data cenderung sudah tidak membentuk suatu tren, artinya terdapat dugaan sementara bahwa data saham Google Alphabet Inc. (GOOG) sudah stasioner. Namun, melihat dari plot saja tidaklah cukup sehingga akan dilakukan pengujian lebih lanjut menggunakan uji Augmented Dickey-Fuller.

- Hipotesis

$H_0: \pi = 0$ (data tidak stasioner atau mempunyai *unit root*)

$H_1: \pi < 0$ (data stasioner)

- Tingkat Signifikansi

$\alpha = 0.05$

- Statistik Uji

```
> adf.test(difinaf)
```

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: difinaf
Dickey-Fuller = -4.3098, Lag order = 4, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

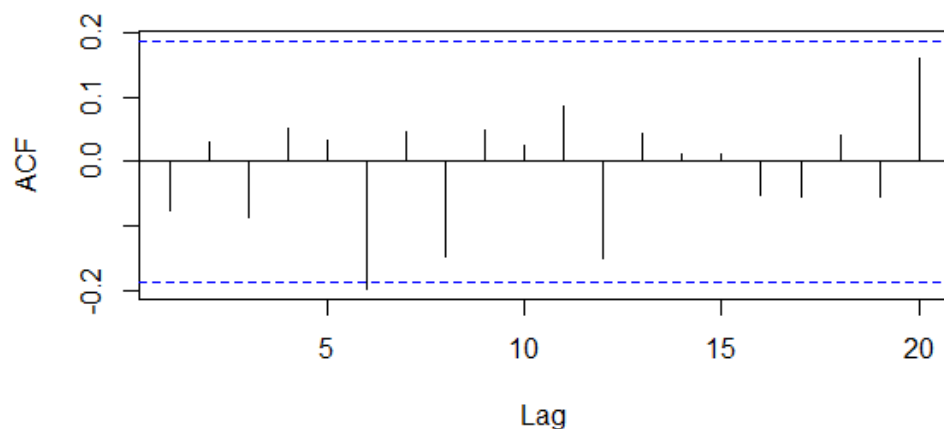
Output 2. Uji ADF pada Data Harga Saham GOOG dengan *Difference* Satu Kali

- Aturan Keputusan
 H_0 ditolak jika $p\text{-value} < \alpha$.
- Keputusan
Dari *output software* R di atas, diperoleh nilai $p\text{-value} = 0.01$. Karena $p\text{-value} = 0.01 < 0.05 = \alpha$, maka H_0 ditolak.
- Kesimpulan
Dengan tingkat signifikansi 0.05, dapat disimpulkan bahwa data harga saham Google Alphabet Inc. (GOOG) setelah dilakukan *differencing* satu kali sudah stasioner.

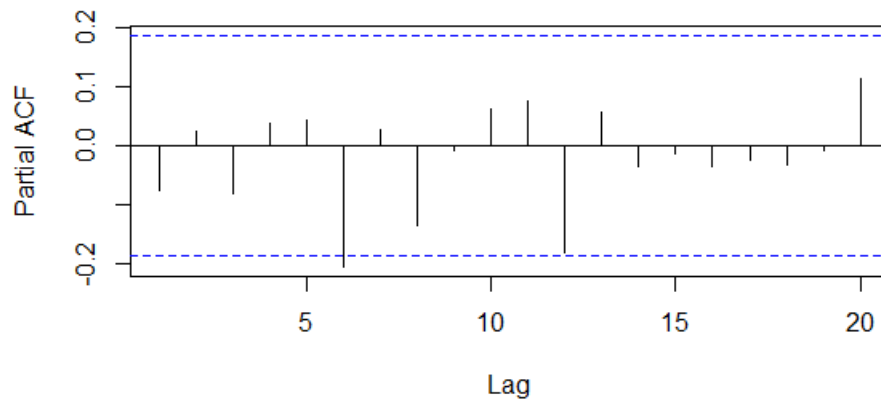
Karena telah diperoleh data yang stasioner, selanjutnya akan dilakukan spesifikasi model.

3.2.3. Spesifikasi Model

Tahap awal untuk melakukan spesifikasi model adalah dengan menentukan orde p , d , dan q yang tepat. Telah didapatkan orde $d = 1$ dari banyaknya *differencing* yang dilakukan. Selanjutnya, untuk mendapatkan orde p dan q dapat dilihat dari grafik ACF (untuk $MA(q)$) dan PACF (untuk $AR(p)$) secara terpisah atau langsung dari *output* EACF.



Gambar 3. Plot ACF



Gambar 4. Plot PACF

Dari plot ACF, terlihat bahwa terdapat garis yang melewati garis korelogram pada lag 6 sehingga dapat diperoleh orde $q = 6$. Sedangkan dari plot PACF, diperoleh orde $p = 6$. Sehingga, diperoleh kandidat ARIMA adalah ARIMA(0,1,6) dan ARIMA(6,1,0). Karena dari plot ACF dan PACF belum cukup untuk memastikan orde ARIMA yang tepat, maka akan dilihat berdasarkan plot EACF.

AR/MA															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
0	o	o	o	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	
1	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
2	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
3	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
4	x	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
5	x	x	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
6	o	x	o	x	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	
7	x	x	o	x	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	

Gambar 5. Plot EACF

Dari hasil plot ACF, PACF, dan EACF, dapat diajukan empat kandidat model ARIMA sebagai berikut.

- Model 1: ARIMA(0,1,6)
- Model 2: ARIMA(6,1,0)
- Model 3: ARIMA(0,1,1)
- Model 4: ARIMA(1,1,1)

Untuk membandingkan kandidat model ARIMA, dapat dilakukan dengan membandingkan nilai *log-likelihood*, AIC, dan BIC yang terkecil.

```
> #uji kandidat ARIMA
> model1 <- Arima(x,order=c(0,1,6),include.constant = TRUE)
> model2 <- Arima(x,order=c(6,1,0),include.constant = TRUE)
> model3 <- Arima(x,order=c(0,1,1),include.constant = TRUE)
```

```

> model4 <- Arima(x,order=c(1,1,1),include.constant = TRUE)
> cbind(model1,model2,model3,model4)

```

	model1	model2	model3	model4
coef	numeric,7	numeric,7	numeric,2	numeric,3
sigma2	3497.181	3571.609	3608.19	3478.988
var.coef	numeric,49	numeric,49	numeric,4	numeric,9
mask	logical,7	logical,7	logical,2	logical,3
loglik	-601.5318	-602.5638	-605.5784	-603.9828
aic	1219.064	1221.128	1217.157	1215.966
arma	integer,7	integer,7	integer,7	integer,7
residuals	ts,111	ts,111	ts,111	ts,111
call	expression	expression	expression	expression
series	"x"	"x"	"x"	"x"
code	0	0	0	0
n.cond	0	0	0	0
nobs	110	110	110	110
model	list,10	list,10	list,10	list,10
aicc	1220.489	1222.553	1217.383	1216.347
bic	1240.667	1242.731	1225.258	1226.768
xreg	integer,111	integer,111	integer,111	integer,111
x	ts,111	ts,111	ts,111	ts,111
fitted	ts,111	ts,111	ts,111	ts,111

Output 3. Perbandingan *Log-Likelihood*, AIC. dan BIC dari 4 Kandidat Model

Model terbaik yang dapat digunakan untuk *forecasting* data adalah model dengan nilai AIC dan BIC terkecil, sedangkan nilai *log-likelihood* terbesar. Berdasarkan *output* di atas, diperoleh nilai *log-likelihood*, AIC, dan BIC untuk masing-masing kandidat model adalah sebagai berikut.

- ARIMA(0,1,6): *log-likelihood* = -601.5318, AIC = 1219.064, BIC = 1240.667
- ARIMA(6,1,0): *log-likelihood* = -602.5638, AIC = 1221. 128, BIC = 1242.731
- ARIMA(0,1,1): *log-likelihood* = -605.5784, AIC = 1217.157, BIC = 1225.258
- ARIMA(1,1,1): *log-likelihood* = -603.9828, AIC = 1215.966, BIC = 1226.768

Karena nilai terkecil pada AIC dan BIC adalah model yang berbeda, maka dapat digunakan AICc (AIC Corrected) terkecil yaitu model

ARIMA(1,1,1). Meskipun nilai *log-likelihood*-nya tidak memiliki nilai terbesar, dapat dipilih model yang paling sederhana. Sehingga, dapat ditentukan bahwa model ARIMA(1,1,1) adalah model terbaik untuk data saham harian Google Alphabet Inc. (GOOG) tanggal 3 Januari - 10 Juni 2022 untuk meramal nilai saham 5 hari ke depan.

3.2.4. Estimasi Parameter

Setelah mendapatkan model terbaik, selanjutnya akan dilakukan estimasi parameter. Terdapat tiga metode untuk mengestimasi parameter, yaitu metode momen, metode *least square*, dan metode *maximum likelihood*. Berikut akan dilakukan estimasi parameter menggunakan metode *maximum likelihood*.

```
> fit <- Arima(x,order=c(1,1,1),include.constant = TRUE)
> fit
Series: x
ARIMA(1,1,1) with drift

Coefficients:
          ar1          ma1          drift
      0.9072    -1.0000    -5.6086
s.e.  0.0436     0.0258     1.4631

sigma^2 = 3479:  log likelihood = -603.98
AIC=1215.97   AICc=1216.35   BIC=1226.77
```

Output 4. Koefisien Parameter Model ARIMA(1,1,1)

Dari *output* di atas, diperoleh parameter untuk model ARIMA(1,1,1) adalah $\phi_1 = 0.9072$, $\theta_1 = -1$, dan $\theta_0 = -5.6086$. Sehingga, bentuk persamaannya adalah sebagai berikut.

$$W_t = -5.6086 + 0.9072W_{t-1} + a_t - (-1)a_{t-1}$$

$$W_t = -5.6086 + 0.9072W_{t-1} + a_t + a_{t-1}$$

$$Y_t - Y_{t-1} = -5.6086 + 0.9072(Y_{t-1} - Y_{t-2}) + a_t - a_{t-1}$$

$$Y_t = -5.6086 + (1 + 0.9072)Y_{t-1} + a_t + a_{t-1}$$

$$Y_t = -5.6086 + 1.9072Y_{t-1} + a_t + a_{t-1}$$

3.2.5. Diagnostik Model

Persamaan peramalan dengan metode ARIMA telah diperoleh, tetapi perlu dilakukan pemeriksaan kualitas model, apakah model persamaan tersebut

telah memadai untuk dijadikan model peramalan. Dalam diagnostik model, terdapat dua langkah yang perlu dilakukan, yaitu analisis residual dan *overfitting*.

3.2.5.1. Analisis Residual

Dalam analisis residual, terdapat dua asumsi yang harus dipenuhi, yaitu asumsi independensi dan normalitas. Selain itu, dicek juga apakah residual stasioner atau tidak.

a) Uji Stasioneritas Residual

Uji stasioneritas dilakukan menggunakan uji Augmented Dickey-Fuller.

- Hipotesis

$$H_0: \pi = 0 \text{ (data tidak stasioner atau mempunyai } unit \text{ root)}$$

$$H_1: \pi < 0 \text{ (data stasioner)}$$

- Tingkat Signifikansi

$$\alpha = 0.05$$

- Statistik Uji

```
> adf.test(fit$residuals)
```

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: fit$residuals
Dickey-Fuller = -4.0493, Lag order = 4, p-value =
0.01
alternative hypothesis: stationary
```

Output 5. Uji ADF pada Residual Data

- Aturan Keputusan

$$H_0 \text{ ditolak jika } p\text{-value} < \alpha.$$

- Keputusan

Dari *output software* R di atas, diperoleh nilai $p\text{-value} = 0.01$. Karena $p\text{-value} = 0.01 < 0.05 = \alpha$, maka H_0 ditolak.

- Kesimpulan

Dengan tingkat signifikansi 0.05, dapat disimpulkan bahwa residual data stasioner.

b) Uji Independensi

Untuk menguji asumsi independensi, akan digunakan uji Ljung-Box yaitu untuk mendeteksi adanya korelasi antar residual.

- Hipotesis

H_0 : semua $\rho_k = 0$ (residual independen/tidak berkorelasi)

H_1 : setidaknya ada satu $\rho_k \neq 0$ (residual tidak independen/berkorelasi)

- Tingkat Signifikansi

$\alpha = 0.05$

- Statistik Uji

```
> checkresiduals(fit)
```

Ljung-Box test

data: Residuals from ARIMA(1,1,1) with drift

$Q^* = 8.3314$, $df = 7$, $p\text{-value} = 0.3043$

Model df: 3. Total lags used: 10

Output 6. Uji Independensi pada Residual Data

- Aturan Keputusan

H_0 ditolak jika $p\text{-value} < \alpha$.

- Keputusan

Dari *output software* R di atas, diperoleh nilai $p\text{-value} = 0.3043$. Karena $p\text{-value} = 0.3043 > 0.05 = \alpha$, maka H_0 tidak ditolak.

- Kesimpulan

Dengan tingkat signifikansi 0.05, dapat disimpulkan bahwa residual data tidak berkorelasi atau independen.

c) Uji Normalitas

Untuk menguji asumsi normalitas, akan digunakan uji Jarque-Bera.

- Hipotesis

H_0 : residual data berdistribusi normal

H_1 : residual data tidak berdistribusi normal

- Tingkat Signifikansi

$$\alpha = 0.05$$

- Statistik Uji

```
> jb.norm.test(fit$residuals)
```

Jarque-Bera test for normality

```
data: fit$residuals
```

```
JB = 1.9025, p-value = 0.3005
```

Output 7. Uji Normalitas pada Residual Data

- Aturan Keputusan

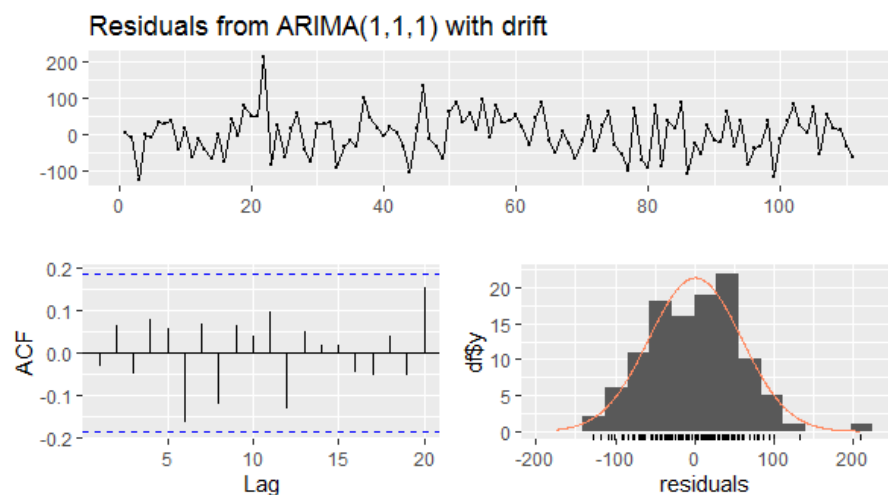
H_0 ditolak jika $p\text{-value} < \alpha$.

- Keputusan

Dari *output software* R di atas, diperoleh nilai $p\text{-value} = 0.3005$. Karena $p\text{-value} = 0.3005 > 0.05 = \alpha$, maka H_0 tidak ditolak.

- Kesimpulan

Dengan tingkat signifikansi 0.05, dapat disimpulkan bahwa residual data berdistribusi normal.



Gambar 6. Plot Residual dari Model ARIMA(1,1,1) dengan *Drift*

Dari uji yang telah dilakukan, diperoleh bahwa residual dari data model ARIMA(1,1,1) stasioner dan juga memenuhi asumsi independensi dan normalitas.

3.2.5.2. *Overfitting*

Selanjutnya, akan dilakukan *overfitting* yang bertujuan untuk melihat apakah model yang diajukan sudah model yang paling baik, atau masih ada model lain yang lebih baik. Pada tahap ini, akan dilakukan peningkatan orde dari model, baik dari suku AR maupun MA. Namun, peningkatan orde tidak dilakukan secara bersamaan pada kedua suku, melainkan dilakukan secara bertahap. *Overfit* dari ARIMA(1,1,1) adalah ARIMA(2,1,1) dan ARIMA(1,1,2).

```
> overfit1 <-Arima(x,order=c(2,1,1),include.constant =
TRUE)
> overfit1
Series: x
ARIMA(2,1,1) with drift

Coefficients:
          ar1          ar2          ma1          drift
      -0.4726   0.0168   0.4028   -6.1449
s.e.    0.5479   0.1103   0.5398    5.4637

sigma^2 = 3666: log likelihood = -605.43
AIC=1220.85  AICc=1221.43  BIC=1234.36
```

Output 8. *Overfit* AR Menjadi Model ARIMA(2,1,1)

```
> overfit2 <-Arima(x,order=c(1,1,2),include.constant =
TRUE)
> overfit2
Series: x
ARIMA(1,1,2) with drift

Coefficients:
          ar1          ma1          ma2          drift
      0.9135  -1.0329   0.0329   -5.6160
s.e.    0.0461   0.1018   0.0986    1.4927

sigma^2 = 3510: log likelihood = -603.93
AIC=1217.85  AICc=1218.43  BIC=1231.36
```

Output 9. *Overfit* MA Menjadi Model ARIMA(1,1,2)

- a) Uji Model ARIMA(2,1,1)
- Hipotesis

$H_0: \phi = 0$ (model tidak berguna)

$H_1: \phi \neq 0$ (model berguna)

- Tingkat Signifikansi

$\alpha = 0.05$

- Statistik Uji

```
> stat_uji_ar2 <- overfit1$coef[['ar2']]/0.1103
> df <- length(x)-1
> daerah_kritis <- qt(0.025,df)
> daerah_kritis; stat_uji_ar2
[1] -1.981765
[1] 0.1523121
```

Output 10. Uji Model ARIMA(2,1,1)

- Aturan Keputusan

H_0 ditolak jika $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$.

- Keputusan

Dari *output software* R di atas, diperoleh nilai $t\text{-hitung} = 0.1523121 > -1.981765 = t\text{-tabel}$, maka H_0 tidak ditolak.

- Kesimpulan

Dengan tingkat signifikansi 0.05, dapat disimpulkan bahwa model *overfit* ARIMA(2,1,1) tidak berguna sehingga lebih baik model yang belum di-*overfit*.

b) Uji Model ARIMA(1,1,2)

- Hipotesis

$H_0: \theta = 0$ (model tidak berguna)

$H_1: \theta \neq 0$ (model berguna)

- Tingkat Signifikansi

$\alpha = 0.05$

- Statistik Uji

```
> stat_uji_ma2 <- overfit2$coef[['ma2']]/0.0986
> df <- length(x)-1
> daerah_kritis <- qt(0.025,df)
> daerah_kritis; stat_uji_ma2
[1] -1.981765
[1] 0.3339732
```

Output 11. Uji Model ARIMA(1,1,2)

- Aturan Keputusan

H_0 ditolak jika $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$.

- Keputusan

Dari *output software* R di atas, diperoleh nilai $t\text{-hitung} = 0.3339732 > -1.981765 = t\text{-tabel}$, maka H_0 tidak ditolak.

- Kesimpulan

Dengan tingkat signifikansi 0.05, dapat disimpulkan bahwa model *overfit* ARIMA(1,1,2) tidak berguna sehingga lebih baik model yang belum di-*overfit*.

Dari diagnostik model, diperoleh bahwa residual dari model ARIMA(1,1,1) stasioner dan memenuhi asumsi independensi dan normalitas, serta model *overfit*-nya tidak lebih baik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model ARIMA(1,1,1) memadai untuk dijadikan model peramalan.

3.2.6. Forecasting

Langkah terakhir dalam analisis runtun waktu adalah melakukan *forecasting* atau peramalan untuk periode selanjutnya. Dalam hal ini, akan diramalkan harga saham Google Alphabet Inc. (GOOG) dari tanggal 11 - 15 Juni 2022. Pada tahap ini, data dibagi menjadi dua, yaitu data *testing* dan data *training* untuk melakukan *cross validation*. Data *testing* merupakan data yang digunakan untuk membandingkan hasil peramalan yang dihasilkan dari model yang dibangun oleh data *training*. Pada analisis ini, data yang digunakan sebagai data *training* adalah data dari 3 Januari - 5 Juni 2022, sedangkan data yang digunakan sebagai data *testing* adalah data dari 6 - 10 Juni 2022.

a) Forecast Data Training

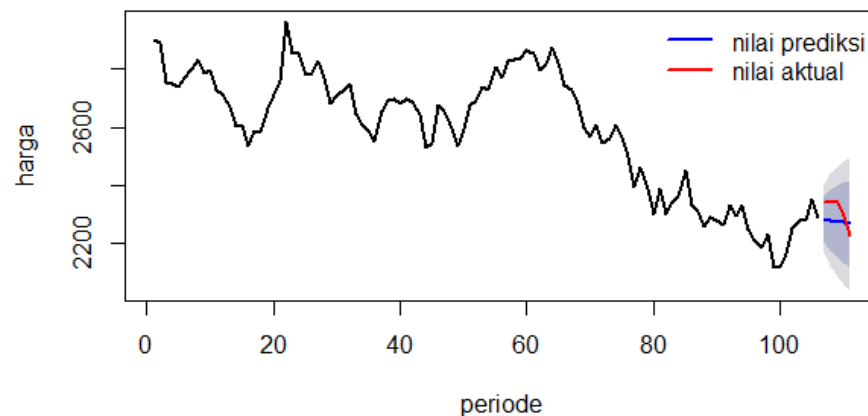
Berikut adalah *cross validation* dari data yang telah ditetapkan.

```
> #cross-validation
> train <- window(x, end=106)
> test <- window(x, start=107)
> train_fit <- Arima(train, order=c(1,1,1), include.constant = TRUE)
> forecast_train <- forecast(train_fit, 5)
> cbind(test, forecast_train)
Time Series:
Start = 107
End = 111
Frequency = 1
  test forecast_train.Point Forecast forecast_train.Lo 80 forecast_train.Hi 80 forecast_train.Lo 95 forecast_train.Hi 95
107 2340.21          2286.722      2209.863      2363.580      2169.177      2404.266
108 2344.59          2282.075      2177.821      2386.329      2122.632      2441.518
109 2344.76          2277.349      2154.702      2399.996      2089.776      2464.921
110 2298.36          2272.550      2136.323      2408.777      2064.209      2480.891
111 2228.55          2267.684      2120.975      2414.394      2043.312      2492.057
```

Output 12. Perbandingan Hasil Forecast Data Training dengan Data Testing

Berdasarkan *output* di atas, diperoleh nilai prediksi untuk tanggal 6 - 10 Juni 2022 berturut-turut adalah 2286.722, 2282.075, 2277.349, 2272.550, dan 2267.684. Sedangkan nilai sebenarnya untuk periode tanggal tersebut secara berturut-turut adalah 2340.21, 2344.59, 2344.76, 2298.36, 2228.55. Selanjutnya, terlihat bahwa pada interval kepercayaan 80% dan 95%, semua titik *forecast* berada pada interval tersebut sehingga dapat disimpulkan bahwa model sudah baik dan menghasilkan prediksi yang mendekati nilai sebenarnya. Oleh karena itu, model ARIMA(1,1,1) dapat digunakan untuk meramalkan nilai di masa mendatang. Berikut adalah plot *forecast* data *training*.

Perbandingan Data Test vs Hasil Prediksi ARIMA(1,1,1)



Gambar 7. Plot Perbandingan Data *Testing* dan Data *Training*

b) *Forecast* Data Sebenarnya

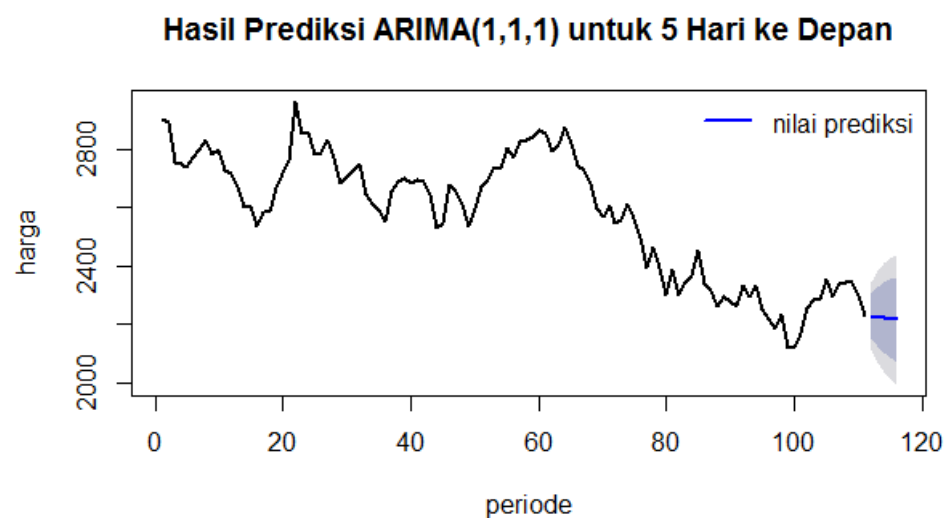
Tahap terakhir adalah akan dilakukan peramalan untuk lima hari ke depan menggunakan model ARIMA(1,1,1). Berikut adalah hasil peramalan nilai saham lima hari ke depan, yaitu tanggal 11 - 15 Juni 2022.

```
> forecast_final <- forecast(fit,h=5)
> forecast_final
```

	Point Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
112	2226.589	2150.710	2302.467	2110.542	2342.635
113	2224.288	2121.452	2327.125	2067.014	2381.563
114	2221.681	2100.800	2342.563	2036.809	2406.554
115	2218.796	2084.631	2352.960	2013.609	2423.983
116	2215.657	2071.271	2360.044	1994.837	2436.478

Output 13. Hasil *Forecast* Data Sebenarnya

Berdasarkan *output* di atas, diperoleh nilai prediksi saham Google Alphabet Inc. (GOOG) untuk tanggal 11 Juni 2022 adalah sebesar 2226.589, tanggal 12 Juni 2022 sebesar 2224.288, tanggal 13 Juni 2022 sebesar 2221.681, tanggal 14 Juni 2022 sebesar 2218.796, dan tanggal 15 Juni 2022 sebesar 2215.657. Selanjutnya, terlihat bahwa pada interval kepercayaan 80% dan 95%, semua titik *forecast* berada pada interval tersebut sehingga hasil prediksi dapat dijadikan sebagai nilai acuan. Berikut adalah plot *forecast* data sebenarnya untuk periode 11 - 15 Juni 2022.



Gambar 8. Plot *Forecast* Data Sebenarnya untuk 5 Hari ke Depan

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai analisis runtun waktu pada data harga penutupan saham harian Google Alphabet Inc. (GOOG), maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses menganalisis data runtun waktu (*time series*) menggunakan pemodelan ARIMA(p,d,q) adalah:
 - a) Menguji stasioneritas data
 - b) Menentukan spesifikasi model yang tepat
 - c) Melakukan estimasi parameter
 - d) Melakukan *Diagnostic Model*
 - e) *Forecasting* atau peramalan
2. Model terbaik yang digunakan untuk melakukan peramalan data harga penutupan saham harian Google Alphabet Inc. pada periode 3 Januari sampai 10 Juni 2022 adalah model ARIMA (1,1,1) dengan persamaan sebagai berikut:
$$Y_t = -5.6086 + 1.9072Y_{t-1} + a_t + a_{t-1}$$
3. Hasil peramalan (*forecasting*) harga penutupan saham harian Google Alphabet Inc. (GOOG) untuk lima periode ke depan adalah sebagai berikut:

Tanggal	Hasil Peramalan
11 Juni 2022	2226.589
12 Juni 2022	2224.288
13 Juni 2022	2221.681
14 Juni 2022	2218.796
15 Juni 2022	2215.657

Tabel 2. Hasil Peramalan Harga Saham Google Alphabet Inc. (GOOG)

4.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada analisis runtun waktu menggunakan pemodelan ARIMA Box-Jenkins, maka saran yang dapat kami berikan adalah sebagai berikut:

1. Model yang diperoleh dalam penelitian ini, dimaksudkan untuk menjadi acuan bagi investor yang kelak melakukan *trading* atau investasi pada saham Google Alphabet Inc. (GOOG)
2. Hasil prediksi (*forecasting*) bukanlah nilai yang pasti dapat terjadi di masa yang akan datang, dikarenakan perlu untuk tetap memperhatikan faktor-faktor di lingkungan yang dapat mempengaruhi turun atau naiknya harga saham perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alphabet Inc. (GOOG) Stock Historical Prices & Data. Diakses pada 11 Juni 2022, dari <https://finance.yahoo.com/quote/GOOG/history?period1=1640995200&period2=1654905600&interval=1d&filter=history&frequency=1d&includeAdjustedClose=true>.
- Cnbcindonesia.com (2020, 22 Agustus). *Saham Induk Google Melempem Saat Indeks Nasdaq Pecah Rekor*. Diakses pada 12 Juni 2022, dari <https://www.cnbcindonesia.com/market/20200822114538-17-181211/saham-induk-google-melempem-saat-indeks-nasdaq-pecah-rekor>.
- Cryer, Jonathan D., Kung-Sik Chan. 2010. *Time Series Analysis with Application in R Second Edition*. Springer Texts in Statistics.
- Djkn.kemenkeu.go.id (2021, 31 Maret). *Aktivitas Pasar Modal Indonesia Di Era Pandemi*. Diakses pada 12 Juni 2022, dari <https://www.djkn.kemenkeu.go.id/kpkn1-kupang/baca-artikel/13817/Aktivitas-Pasar-Modal-Indonesia-Di-Era-Pandemi.html>.
- Nasir, M. 1999. *Metode Penelitian*. Jakarta, Ghalia Indonesia.
- Rusdin, (2008), *Pasar Modal: Teori, Masalah, dan Kebijakan dalam Praktik*. Alfabeta, Bandung.
- Webster, E. 1999. *The Economics of Intangible Investment*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.

LAMPIRAN

Data Harga Saham GOOG

Currency in USD						Download
Date	Open	High	Low	Close*	Adj Close**	Volume
Jun 10, 2022	2,255.63	2,269.94	2,217.22	2,228.55	2,228.55	1,566,200
Jun 09, 2022	2,326.83	2,367.00	2,297.34	2,298.36	2,298.36	1,157,100
Jun 08, 2022	2,337.53	2,372.92	2,333.94	2,344.76	2,344.76	1,127,200
Jun 07, 2022	2,312.96	2,354.97	2,302.51	2,344.59	2,344.59	1,320,700
Jun 06, 2022	2,334.85	2,387.97	2,330.57	2,340.21	2,340.21	1,189,300
Jun 03, 2022	2,319.85	2,327.29	2,273.36	2,291.28	2,291.28	1,252,600
Jun 02, 2022	2,283.76	2,357.96	2,266.16	2,354.92	2,354.92	1,373,600
Jun 01, 2022	2,298.63	2,347.98	2,271.01	2,282.74	2,282.74	1,431,500
May 31, 2022	2,261.58	2,328.67	2,251.45	2,280.78	2,280.78	2,565,100
May 27, 2022	2,195.77	2,257.36	2,191.00	2,255.98	2,255.98	1,496,200
May 26, 2022	2,121.01	2,179.10	2,109.76	2,165.92	2,165.92	1,514,400
May 25, 2022	2,102.84	2,130.89	2,084.23	2,116.79	2,116.79	1,895,000
May 24, 2022	2,127.55	2,127.90	2,044.16	2,118.52	2,118.52	3,019,300
May 23, 2022	2,202.08	2,240.11	2,183.08	2,233.33	2,233.33	1,577,900
May 20, 2022	2,241.71	2,251.00	2,127.46	2,186.26	2,186.26	1,879,300
May 19, 2022	2,236.82	2,271.75	2,209.36	2,214.91	2,214.91	1,459,600
May 18, 2022	2,304.75	2,313.91	2,242.84	2,248.02	2,248.02	1,399,100
May 17, 2022	2,344.55	2,344.55	2,306.75	2,334.03	2,334.03	1,078,800
May 16, 2022	2,307.68	2,332.15	2,286.70	2,295.85	2,295.85	1,164,100
.....

Kode yang digunakan dari R untuk melakukan *forecasting*:

```
library(TSA)
library(forecast)
library(tseries)
library(normtest)

data <- GOOG

view(data)

summary(data)
var(data)

#UJI STASIONER
x <- ts(data.matrix(data), frequency = 1)
plot(x)
adf.test(x)

#differencing
difinaf <- diff(x, differences = 1)
plot(difinaf)

#uji stasioner setelah differencing=1
adf.test(difinaf)

#SPESIFIKASI MODEL
tsdisplay(difinaf)
acf(difinaf) #ARIMA(0,1,6)
pacf(difinaf) #ARIMA(6,1,0)
eacf(difinaf)

#uji kandidat ARIMA
model1 <- Arima(x, order=c(0,1,6), include.constant = TRUE)
model2 <- Arima(x, order=c(6,1,0), include.constant = TRUE)
model3 <- Arima(x, order=c(0,1,1), include.constant = TRUE)
model4 <- Arima(x, order=c(1,1,1), include.constant = TRUE)
cbind(model1, model2, model3, model4)

#ESTIMASI PARAMETER
#model terbaik
fit <- Arima(x, order=c(1,1,1), include.constant = TRUE)
```

```

fit

#DIAGNOSTIK MODEL
#Residual Analysis: Uji stasioner residual, independensi, normalitas

#Uji stasioneritas residual
adf.test(fit$residuals)

#Uji independensi residual
#ljung box ho: residual independen
checkresiduals(fit)

#uji normalitas residual
#h0: berdistribusi normal
qqnorm(fit$residuals)
qqline(fit$residuals, col = 'red', lwd=3)

shapiro.test(fit$residuals)
ks.test(fit$residuals, 'pnorm', 0, sd(fit$residuals))

jb.norm.test(fit$residuals)

#OVERFITTING
overfit1 <- Arima(x, order=c(2,1,1), include.constant = TRUE)
overfit1
overfit2 <- Arima(x, order=c(1,1,2), include.constant = TRUE)
overfit2

cbind(fit, overfit1, overfit2)

#H0:  $\phi(\text{parameter})=0$ 
#uji-t
#Overfit1 : ar2
stat_uji_ar2 <- overfit1$coef[['ar2']]/0.1103
df <- length(x)-1

#t-tabel
daerah_kritis <- qt(0.025, df)
daerah_kritis; stat_uji_ar2

#p-value

```

```

2*(pt(stat_uji_ar2,df))

#Overfit2 : ma2
stat_uji_ma2 <- overfit2$coef[['ma2']]/0.0986
df <- length(x)-1

#t-tabel
daerah_kritis <- qt(0.025,df)
daerah_kritis; stat_uji_ma2

#p-value
2*(pt(stat_uji_ma2,df))

#FORECASTING
#cross-validation
train <- window(x, end=106)
test <- window(x, start=107)

train_fit <- Arima(train,order=c(1,1,1),include.constant = TRUE)
forecast_train <- forecast(train_fit, 5)
cbind(test,forecast_train)

plot(forecast_train,
      fcol="blue",lwd=2,
      main = 'Perbandingan Data Test vs Hasil Prediksi ARIMA(1,1,1)',
      xlab = 'periode',
      ylab = 'harga')
lines(seq(107,111),
      test[1:5],
      col = 'red',
      lwd = 2)
legend('topright',
      col=c('blue','red'),
      legend = c('nilai prediksi','nilai aktual'),
      lwd=2,
      bty='n')

#Forecast final (data baru)
fit #pake semua data
forecast_final <- forecast(fit,h=5)
forecast_final

```



```
plot(forecast_final,
     fcol="blue",lwd=2,
     main = 'Hasil Prediksi ARIMA(1,1,1) untuk 5 Hari ke Depan',
     xlab = 'periode',
     ylab = 'harga')
legend('topright',
      col=c('blue'),
      legend = c('nilai prediksi'),
      lwd=2,
      bty='n')
```