

PEMODELAN ARIMAX DAN NEURAL NETWORK UNTUK PERAMALAN HARGA SAHAM PERUSAHAAN SEKTOR KESEHATAN DI INDONESIA

Muhammad Adlansyah Muda¹, Dedy Dwi Prastyo², Kartika Fithriasari³

^{1,2,3} Departemen Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

e-mail: ¹adlansyahmuda@gmail.com, ²dedy.d.prastyo@gmail.com, ³kartikafithriasari@gmail.com

DOI: 10.14710/medstat.XX.X.XX-XX

Article Info:

Received:

Accepted:

Available Online:

Kata Kunci:

ARIMAX; Kesehatan; Neural
Network; Saham.

Abstrak: Dalam aktivitas perdagangan saham sehari-hari, harga saham dapat mengalami fluktuasi. Naik dan turunnya harga saham terjadi dikarenakan adanya perubahan permintaan dan penawaran atas saham tersebut. Pertumbuhan yang terjadi pada lapangan usaha jasa kesehatan dan kegiatan sosial sebesar 14,06% membuat para investor tertarik untuk membeli saham perusahaan sektor kesehatan dengan harapan dapat menjualnya ketika permintaan semakin meningkat. Kondisi saham yang terus mengalami fluktuasi setiap harinya, membuat para investor perlu memperhatikan dan mempelajari terlebih dahulu data masa lalu perusahaan sektor kesehatan yang akan dipilih untuk berinvestasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan peramalan harga saham di sektor kesehatan untuk beberapa periode kedepan sebagai langkah dalam membuat keputusan. Adapun perusahaan sektor kesehatan yang akan dilakukan pemodelan ialah PT Medikaloka Hermina Tbk, PT Indofarma Tbk, PT Kimia Farma (Persero) Tbk, PT Kalbe Farma Tbk, dan PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah ARIMAX dan *Neural Network* (NN). Hasil analisis dan pembahasan menunjukkan bahwa berdasarkan nilai RMSE dan MAPE, model terbaik untuk saham PT Medikaloka Hermina Tbk, PT Indofarma Tbk, PT Kimia Farma (Persero) Tbk, PT Kalbe Farma Tbk, dan PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk berturut-turut adalah ARIMAX(3,1,2), ARIMAX(5,1,3), ARIMAX(2,1,1), ARIMAX(5,1,3), dan ARIMAX(3,1,2).

1. PENDAHULUAN

Pasar modal Indonesia memiliki peran yang sangat besar bagi perekonomian negara. Adanya pasar modal membuat investor yang memiliki dana berlebih dapat menginvestasikan dananya kepada berbagai sekuritas dengan harapan memperoleh imbalan. Hal tersebut juga menguntungkan perusahaan sebagai pihak yang memerlukan dana dapat memanfaatkan dana tersebut untuk mengembangkan bisnisnya (Tandelilin, 2010). Dalam aktivitas perdagangan saham sehari-hari, harga saham dapat mengalami fluktuasi. Naik dan turunnya harga saham terjadi dikarenakan adanya perubahan permintaan dan penawaran atas saham tersebut. Berbagai faktor dapat mempengaruhi terjadinya perubahan permintaan dan penawaran, sebagai contoh pandemi COVID-19 yang terjadi sejak tahun 2020 mengakibatkan penurunan kinerja perusahaan serta tingkat perekonomian khususnya di Indonesia.

Selain memberikan dampak buruk terhadap tingkat perekonomian di Indonesia, efek pandemi COVID-19 juga memberikan dampak positif untuk perusahaan di beberapa sektor, salah satunya ialah sektor kesehatan. Tingginya antisipasi masyarakat dalam menghindari COVID-19 dan meningkatnya kesadaran akan kesehatan mengakibatkan sektor kesehatan mengalami keuntungan yang cukup signifikan. Menurut Badan Pusat Statistik (2021), pada triwulan III tahun 2021 ekonomi Indonesia mengalami pertumbuhan sebesar 3,24% (*c-to-c*) dimana dari sisi produksi, pertumbuhan terbesar terjadi pada lapangan usaha jasa kesehatan dan kegiatan sosial sebesar 14,06%. Hal tersebut membuat para investor tertarik untuk membeli saham perusahaan sektor kesehatan dengan harapan dapat menjualnya ketika permintaan semakin meningkat. Kondisi saham yang terus mengalami fluktuasi setiap harinya, membuat para investor perlu memperhatikan dan mempelajari terlebih dahulu data masa lalu perusahaan sektor kesehatan yang akan dipilih untuk berinvestasi. Hal tersebut sangat penting untuk investor dalam mengetahui prospek harga saham kedepan dan meminimalisir berbagai resiko. Oleh karena itu, perlu dilakukan peramalan harga saham di sektor kesehatan untuk beberapa periode kedepan sebagai langkah dalam membuat keputusan. Adapun perusahaan sektor kesehatan yang akan dilakukan pemodelan ialah PT Medikaloka Hermina Tbk, PT Indofarma Tbk, PT Kimia Farma (Persero) Tbk, PT Kalbe Farma Tbk, dan PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk. Data *training* yang digunakan pada penelitian ini dimulai dari 1 Januari 2021 hingga 28 November 2021 dan data *testing* yang digunakan dimulai dari 29 November 2021 hingga 3 Desember 2021. Pada penelitian ini metode peramalan dilakukan dengan model *Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Input* (ARIMAX) dan *Neural Network* (NN). Terakhir dilakukan pemilihan model terbaik berdasarkan nilai RMSE dan MAPE.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Model ARIMAX

Model ARIMAX (*Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Input*) adalah model ARIMA dengan penambahan variabel prediktor (Wei, 2006). Variabel prediktor dapat berupa faktor-faktor yang diduga berpengaruh signifikan dan variabel *dummy* (Syarifah, 2018). Menurut Cryer dan Chan (2008), model ARIMAX ditunjukkan pada Persamaan (1).

$$\dot{Z}_t = \beta_1 V_{1,t} + \beta_2 V_{2,t} + \dots + \beta_k V_{k,t} + \frac{\theta_q(B) \Theta_Q(B^S)}{\phi(B) \Phi(B^S) (1-B)^d (1-B^S)^D} a_t \quad (1)$$

$V_{k,t}$ merupakan variabel untuk periode ke- k dan β merupakan koefisien parameter variabel. Terdapat beberapa langkah dalam melakukan identifikasi model ARIMAX. Langkah pertama adalah mengidentifikasi kestasioneran data baik dalam *mean* maupun *variance*. Apabila data belum stasioner, maka dapat dilakukan transformasi data, seperti transformasi Box-Cox. Selanjutnya dilakukan identifikasi order ARIMAX berdasarkan ACF (*Autocorrelation Function*) dan PACF (*Partial Autocorrelation Function*).

Model ARIMAX yang baik adalah yang residual modelnya memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal. Kondisi *white noise* diuji dengan pengujian Ljung-Box dengan hipotesis berikut:

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

$$H_1 : \text{paling tidak terdapat satu } \rho_k \neq 0 \text{ dimana } k = 1, 2, \dots, K.$$

Statistik uji:

$$Q_K = n(n+2) \sum_{k=1}^K \frac{\hat{p}_k^2}{(n-k)} \quad (2)$$

H_0 ditolak jika Q_K lebih besar nilainya dari $\chi^2_{\alpha; K-p-q}$ atau $p\text{-value} < \alpha$ (Tsay, 2005). Uji distribusi normal dari residual dapat diuji dengan menggunakan uji Kolmogorov Smirnov dengan hipotesis berikut:

$$H_0 : F_n(a_t) = F_0(a_t)$$

$$H_1 : F_n(a_t) \neq F_0(a_t)$$

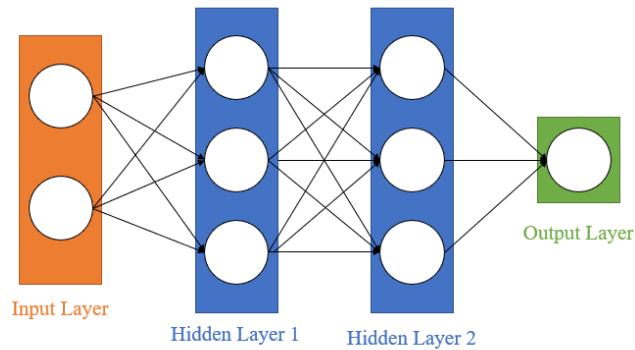
Statistik uji:

$$D = \sup_{a_t} |F_n(a_t) - F_0(a_t)| \quad (3)$$

$F_n(a_t)$ adalah distribusi kumulatif dari residual dan $F_0(a_t)$ adalah distribusi kumulatif dari distribusi normal. H_0 ditolak jika D lebih besar dari $D_{(1-\alpha, n)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$ (Daniel, 1989).

2.2. Model NN

Neural Network (NN) merupakan metode komputasi yang memodelkan hubungan antara variabel input dan output yang digambarkan seperti jaringan saraf biologi (Primaditya, 2014). Menurut Kusumadewi (2004), pembentukan model NN didasarkan pada jumlah *neuron* dalam *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer* serta fungsi aktivasi. Menurut Jha (2007), *Multilayer Perceptron* merupakan *Neural Network* yang terdiri dari beberapa *layer neuron* yang dihubungkan secara hirarkis dengan ilustrasi ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Multilayer Perceptron* dengan 2 *Hidden Layer*

Multilayer perceptron menggunakan beberapa teknik algoritma, salah satunya adalah algoritma *backpropagation*. Algoritma *backpropagation* memungkinkan *error* pada *output* akan dikembalikan ke *node* pada *hidden layer* untuk kemudian memberikan bobot yang berbeda pada *node* tersebut untuk dilakukan *update* yang selanjutnya dilakukan *update* pada *node output layer*. Menurut Faussett (1994), sebuah *neural network* digolongkan berdasarkan arsitektur, metode dalam menentukan bobot, dan fungsi aktivasi. Fungsi aktivasi sigmoid dalam mendesain arsitektur *backpropagation* ditunjukkan pada Persamaan (4).

$$f(x_j) = f\left(\alpha_j + \sum_{i=1}^k w_{ij} y_j\right) \quad (4)$$

2.3. Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan untuk mengetahui kebaikan model dalam meramalkan harga saham pada tiap emiten. Salah satu penilaian yang dapat digunakan untuk evaluasi model ialah dengan menghitung RMSE (*Root Mean Square Error*) dan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) (Dash & Dash, 2017). Menurut Ma dan Iqbal (1984), RMSE memberikan informasi tentang kinerja jangka pendek model dengan memungkinkan perbandingan waktu ke waktu dari perbedaan aktual antara nilai yang diperkirakan dan nilai yang diukur. Kemudian menurut Maricar (2019), MAPE merupakan perhitungan yang digunakan untuk menghitung rata-rata kesalahan mutlak, dimana semakin kecil nilai MAPE menunjukkan bahwa kemampuan model dalam melakukan peramalan semakin baik.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (y_k - \hat{y}_k)^2} \quad (5)$$

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \left| \frac{y_k - \hat{y}_k}{y_k} \right| \quad (6)$$

dimana y_k merupakan nilai observasi dan \hat{y}_k merupakan nilai prediksi.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder berupa data harga saham PT Medikaloka Hermina Tbk, PT Indofarma Tbk, PT Kimia Farma (Persero) Tbk, PT Kalbe Farma Tbk, dan PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk yang diperoleh dari <http://finance.yahoo.com>. Data *in-sample* dimulai dari 1 Januari 2021 hingga 28 November 2021, sedangkan data *out-sample* dimulai dari 29 November 2021 hingga 3 Desember 2021. Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
Harga Saham PT Medikaloka Hermina Tbk	Harga saham pada periode 1 Januari 2021 hingga 3 Desember 2021
Harga Saham PT Indofarma Tbk	Harga saham pada periode 1 Januari 2021 hingga 3 Desember 2021
Harga Saham PT Kimia Farma (Persero) Tbk	Harga saham pada periode 1 Januari 2021 hingga 3 Desember 2021
Harga Saham PT Kalbe Farma Tbk	Harga saham pada periode 1 Januari 2021 hingga 3 Desember 2021
Harga Saham PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk	Harga saham pada periode 1 Januari 2021 hingga 3 Desember 2021
Variabel <i>Dummy</i> Bulan	$M_{1,t} = \begin{cases} 1, \text{bulan Januari} \\ 0, \text{Bulan lainnya} \end{cases}$ \vdots $M_{12,t} = \begin{cases} 1, \text{bulan Desember} \\ 0, \text{Bulan lainnya} \end{cases}$

3.2. Langkah Analisis

Model analisis yang digunakan dalam pemodelan harga saham adalah model ARIMAX dan NN. Langkah-langkah analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- i. Melakukan pemodelan dan peramalan menggunakan model ARIMAX dengan uraian sebagai berikut:
 - a. Membagi data *in-sample* dan data *out-sample*.
 - b. Memeriksa stasioneritas data *in-sample* harga saham.
 - c. Memodelkan data *in-sample* harga saham dengan memasukkan variabel *dummy*, lalu dilanjutkan ke model ARIMAX, serta melakukan pemeriksaan signifikansi parameter, asumsi *white noise*, dan asumsi distribusi normal.
 - d. Apabila terdapat lebih dari satu model ARIMAX, maka perlu memilih berdasarkan nilai RMSE terkecil.
- ii. Melakukan pemodelan dan peramalan menggunakan model NN dengan uraian sebagai berikut:
 - a. Menentukan variabel input untuk pemodelan NN dilihat dari *lag* berdasarkan plot ACF dan PACF.
 - b. Melakukan pemodelan NN 1 sampai 2 *hidden layer* dengan fungsi aktivasi sigmoid.
 - c. Memilih model NN terbaik dengan melihat nilai RMSE terkecil.
- iii. Memilih model terbaik untuk meramalkan harga saham pada tiap emiten berdasarkan nilai RMSE dan MAPE, serta melakukan peramalan dari model terbaik yang telah dipilih.

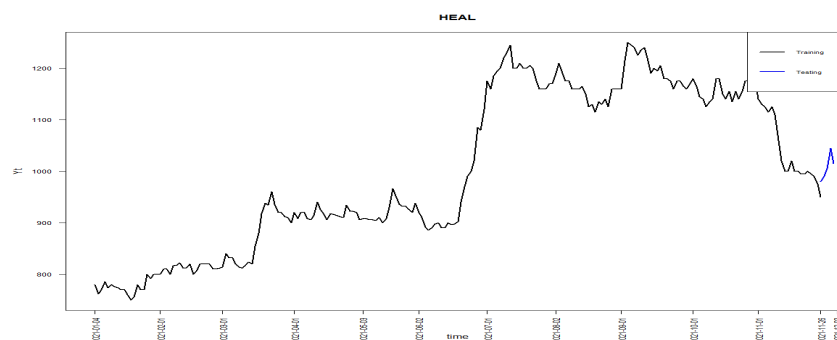
4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini akan memodelkan harga saham PT Medikaloka Hermina Tbk, PT Indofarma Tbk, PT Kimia Farma (Persero) Tbk, PT Kalbe Farma Tbk, dan PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk dengan menggunakan model ARIMAX dan NN.

4.1. Pemodelan Harga Saham dengan Model ARIMAX

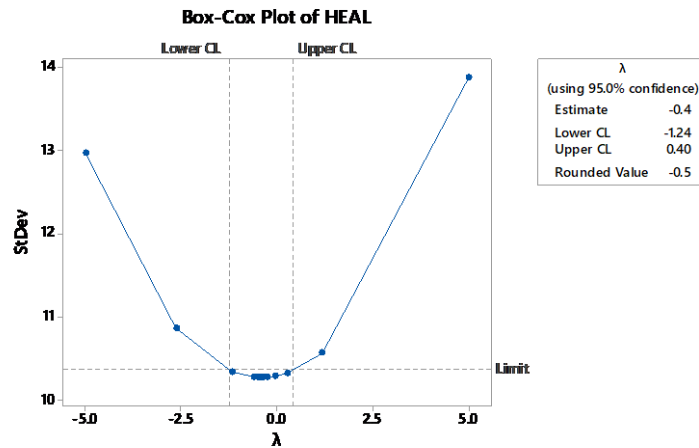
Dalam pemodelan harga saham menggunakan model ARIMAX, variabel eksogen yang digunakan adalah harga open, high, low, dan volume saham, serta variabel *dummy* periode harga saham. Sedangkan variabel metrik berupa harga saham.

Emiten pertama yang akan dianalisis adalah PT Medikaloka Hermina Tbk (HEAL). Sebelum melakukan pemodelan, perlu dilakukan identifikasi pola data menggunakan plot *time series* yang ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Plot Harga Saham PT Medikaloka Hermina Tbk

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa data cenderung tren naik hingga bulan Juli dan kemudian cenderung mengalami penurunan pada bulan November hingga Desember. Hal tersebut menunjukkan bahwa data belum stasioner dalam *mean*. Selanjutnya dilakukan pengujian stasioner dalam varians menggunakan plot Box-Cox yang ditampilkan pada Gambar 3.



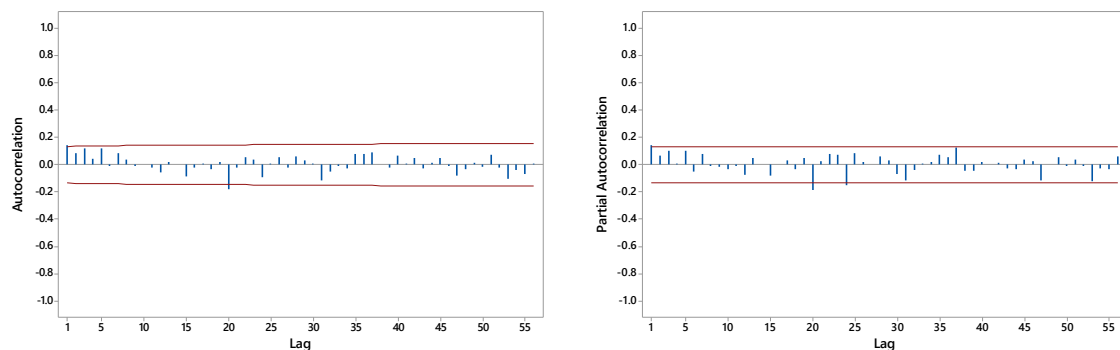
Gambar 3. Plot Box-Cox Harga Saham PT Medikaloka Hermina Tbk Sebelum Transformasi

Gambar 3 menunjukkan bahwa *rounded value* bernilai -0,5. Nilai tersebut kurang dari 1, sehingga data belum stasioner dalam varians dan perlu dilakukan transformasi. Transformasi yang digunakan adalah $Y^* = 1/\sqrt{Y}$. Setelah data ditransformasi diperoleh *rounded value* bernilai 1 dan data sudah stasioner dalam varians. Kemudian dilakukan pengujian *Augmented Dickey Fuller* (ADF) dengan hasil ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian ADF Harga Saham PT Medikaloka Hermina Tbk

Data	ADF	<i>P-value</i>
Harga Saham PT Medikaloka Hermina Tbk	-0,831	0,958
Harga Saham PT Medikaloka Hermina Tbk Setelah <i>Differencing</i>	-4,530	0,010

Tabel 2 menunjukkan bahwa data perlu dilakukan *differencing* 1 untuk mendapatkan nilai *p-value* yang kurang dari α . Harga saham yang telah dilakukan *differencing* 1 membuat data sudah stasioner dalam *mean*. Selanjutnya dilakukan identifikasi ACF (*Autocorrelation Function*) dan PACF (*Partial Autocorrelation Function*) yang ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Plot ACF dan PACF Harga Saham PT Medikaloka Hermina Tbk

Gambar 4 merupakan plot ACF dan PACF harga saham setelah dilakukan *differencing*. Berdasarkan Gambar 4 dapat dugaan model untuk harga saham PT Medikaloka Hermina Tbk adalah ARIMA(3,1,2). Hasil estimasi dan pengujian signifikansi parameter data harga saham PT Medikaloka Hermina Tbk menggunakan model ARIMAX ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter Model ARIMAX Harga Saham PT Medikaloka Hermina Tbk

Model	Variabel	Parameter	Estimasi	Z	P-value
ARIMAX(3,1,2)	AR(1)	ϕ_1	-0,845	-12,521	< 2,2e-16
	AR(2)	ϕ_2	0,136	2,010	0,044
	MA(2)	θ_2	-0,999	-19,755	< 2,2e-16
	High	$X_{2,t}$	0,323	7,364	1,789e-13
	Low	$X_{3,t}$	0,683	15,489	< 2,2e-16

Tabel 3 menunjukkan variabel yang signifikan dalam model ARIMAX(3,1,2) dengan *p-value* yang bernilai kurang dari α sebesar 0,05. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian asumsi *white noise* untuk residual hasil pemodelan dengan hasil ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji Asumsi Residual *White Noise* Model ARIMAX Harga Saham PT Medikaloka Hermina Tbk

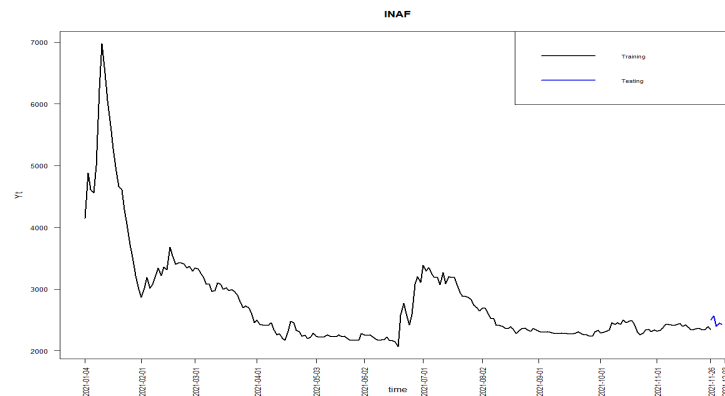
Data	Hingga Lag	Chi-Square	P-value
ARIMAX(3,1,2)	6	3,878	0,693
	12	6,241	0,903
	18	11,595	0,867
	24	27,695	0,273
	30	35,990	0,208
	36	46,520	0,113

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa model ARIMAX(3,1,2) telah mencapai kondisi *white noise*, ditunjukkan dengan *p-value* yang bernilai lebih dari α sebesar 0,05. Kemudian dilakukan pengujian asumsi distribusi normal dengan hasil ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji Asumsi Distribusi Normal Model ARIMAX Harga Saham PT Medikaloka Hermina Tbk

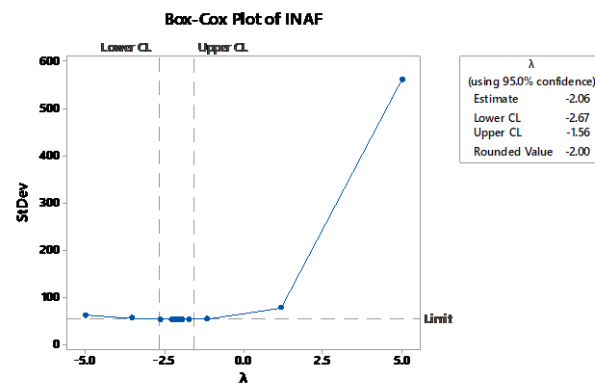
Model	Kolmogorov-Smirnov	P-value
ARIMAX(3,1,2)	0,098	0,029

Tabel 5 menunjukkan bahwa model ARIMAX(3,1,2) tidak memenuhi asumsi distribusi normal dikarenakan *p-value* kurang dari α sebesar 0,05. Emiten selanjutnya yang akan dilakukan pemodelan dengan ARIMAX ialah PT Indofarma Tbk. Sebelum melakukan pemodelan, terlebih dahulu mengidentifikasi pola data menggunakan plot *time series* yang ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Plot Harga Saham PT Indofarma Tbk

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa data cenderung tren turun setelah 13 Januari 2021 hingga awal bulan Februari dan setelah sempat mengalami kenaikan, turun kembali hingga pertengahan bulan Juni. Dimulai pada pertengahan Agustus harga saham cenderung tidak terjadi perubahan yang signifikan hingga bulan Desember. Hal tersebut menunjukkan bahwa data belum stasioner dalam *mean*. Selanjutnya dilakukan pengujian stasioner dalam varians menggunakan plot Box-Cox yang ditampilkan pada Gambar 6.



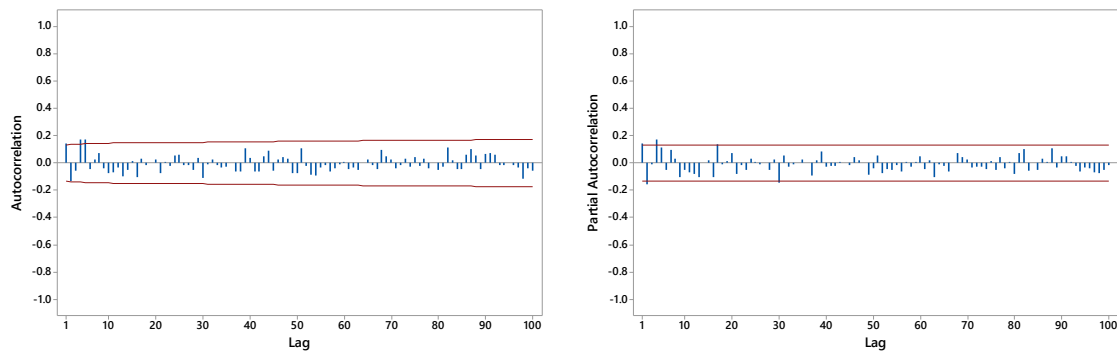
Gambar 6. Plot Box-Cox Harga Saham PT Indofarma Tbk Sebelum Transformasi

Gambar 6 menunjukkan bahwa *rounded value* bernilai -2. Nilai tersebut kurang dari 1, sehingga data belum stasioner dalam varians dan perlu dilakukan transformasi. Transformasi yang digunakan adalah $Y^* = 1/Y$. Setelah data ditransformasi diperoleh *rounded value* bernilai 2 dan data sudah stasioner dalam varians. Kemudian dilakukan pengujian *Augmented Dickey Fuller* (ADF) dengan hasil ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian ADF Harga Saham PT Indofarma Tbk

Data	ADF	<i>P-value</i>
Harga Saham PT Indofarma Tbk	-3,348	0,064
Harga Saham PT Indofarma Tbk Setelah <i>Differencing</i>	-5,025	0,010

Tabel 6 menunjukkan bahwa data perlu dilakukan *differencing* 1 untuk mendapatkan nilai *p-value* yang kurang dari α sebesar 0,05. Harga saham yang telah dilakukan *differencing* 1 membuat data sudah stasioner dalam *mean*. Selanjutnya dilakukan identifikasi ACF (*Autocorrelation Function*) dan PACF (*Partial Autocorrelation Function*) yang ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Plot ACF dan PACF Harga Saham PT Indofarma Tbk

Gambar 7 merupakan plot ACF dan PACF harga saham setelah dilakukan *differencing*. Berdasarkan Gambar 7 dapat dugaan model untuk harga saham PT Indofarma Tbk adalah ARIMA(5,1,3). Hasil estimasi dan pengujian signifikansi parameter data harga saham PT Indofarma Tbk menggunakan model ARIMAX ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter Model ARIMAX Harga Saham PT Indofarma Tbk

Model	Variabel	Parameter	Estimasi	Z	P-value
ARIMAX(5,1,3)	AR(1)	ϕ_1	-0,832	-15,581	< 2,2e-16
	AR(2)	ϕ_2	-0,895	-21,995	< 2,2e-16
	MA(1)	θ_1	-0,194	-5,664	1,483e-08
	MA(2)	θ_2	0,171	3,573	0,00035
	MA(3)	θ_3	-0,977	-21,883	< 2,2e-16
	Open	$X_{1,t}$	-0,490	-6,621	3,563e-11
	High	$X_{2,t}$	0,768	22,022	< 2,2e-16
	Low	$X_{3,t}$	0,717	10,194	< 2,2e-16

Tabel 7 menunjukkan variabel yang signifikan dalam model ARIMAX(5,1,3) dengan *p-value* yang bernilai kurang dari α sebesar 0,05. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian asumsi *white noise* untuk residual hasil pemodelan dengan hasil ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Uji Asumsi Residual *White Noise* Model ARIMAX Harga Saham PT Indofarma Tbk

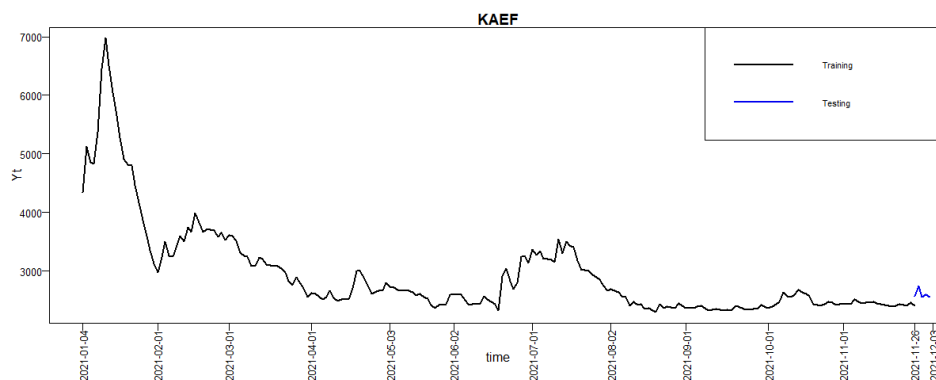
Data	Hingga Lag	Chi-Square	P-value
ARIMAX(5,1,3)	6	5,138	0,526
	12	9,629	0,648
	18	11,391	0,877
	24	14,777	0,927
	30	16,316	0,980
	36	24,884	0,919

Berdasarkan Tabel 8 dapat diketahui bahwa model ARIMAX(5,1,3) telah mencapai kondisi *white noise*, ditunjukkan dengan *p-value* yang bernilai lebih dari α sebesar 0,05. Kemudian dilakukan pengujian asumsi distribusi normal dengan hasil ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Uji Asumsi Distribusi Normal Model ARIMAX Harga Saham PT Indofarma Tbk

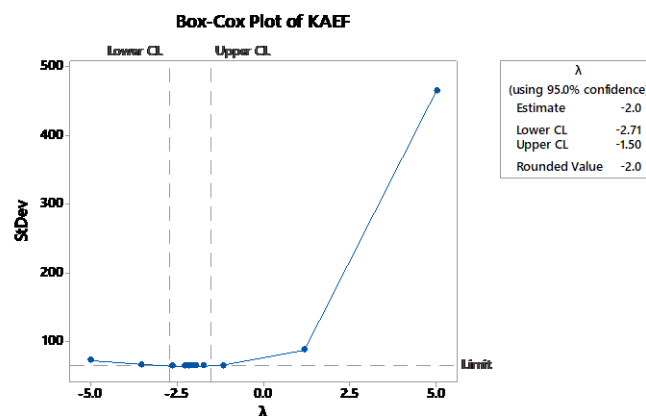
Model	Kolmogorov-Smirnov	<i>P-value</i>
ARIMAX(5,1,3)	0,103	0,018

Tabel 9 menunjukkan bahwa model ARIMAX(5,1,3) tidak memenuhi asumsi distribusi normal dikarenakan *p-value* kurang dari α sebesar 0,05. Emiten selanjutnya yang akan dilakukan pemodelan dengan ARIMAX ialah PT Kimia Farma (Persero) Tbk. Sebelum melakukan pemodelan, terlebih dahulu melakukan identifikasi pola data menggunakan plot *time series* yang ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Plot Harga Saham PT Kimia Farma (Persero) Tbk

Berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat bahwa data cenderung tren turun setelah 12 Januari 2021 hingga awal bulan Februari dan setelah sempat mengalami kenaikan, turun kembali hingga pertengahan bulan Juni. Dimulai pada pertengahan Agustus harga saham PT Kimia Farma (Persero) Tbk cenderung tidak terjadi perubahan yang signifikan hingga bulan Desember. Hal tersebut menunjukkan bahwa data belum stasioner dalam *mean*. Selanjutnya dilakukan pengujian stasioner dalam varians menggunakan plot Box-Cox yang ditampilkan pada Gambar 9.



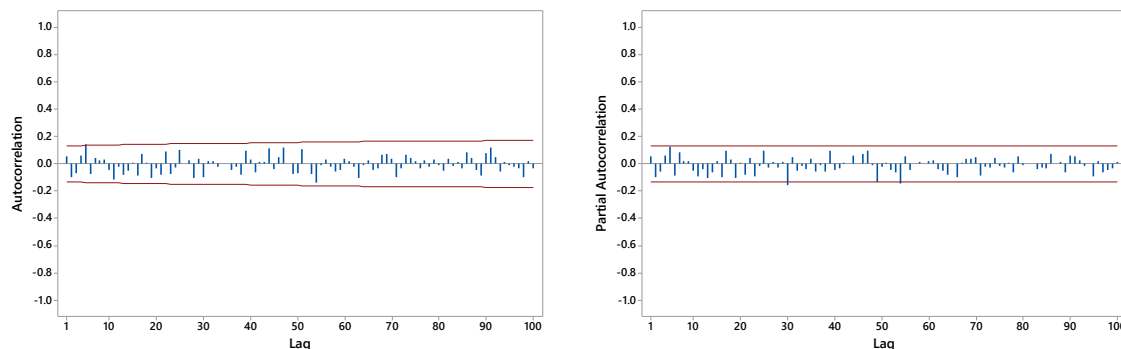
Gambar 9. Plot Box-Cox Harga Saham PT Kimia Farma (Persero) Tbk Sebelum Transformasi

Gambar 9 menunjukkan bahwa *rounded value* bernilai -2. Nilai tersebut kurang dari 1, sehingga data belum stasioner dalam varians dan perlu dilakukan transformasi. Transformasi yang digunakan adalah $Y^* = 1/Y$. Setelah data ditransformasi diperoleh *rounded value* bernilai 2 dan data sudah stasioner dalam varians. Kemudian dilakukan pengujian *Augmented Dickey Fuller* (ADF) dengan hasil ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengujian ADF Harga Saham PT Kimia Farma (Persero) Tbk

Data	ADF	<i>P-value</i>
Harga Saham PT Kimia Farma (Persero) Tbk	-3,413	0,053
Harga Saham PT Kimia Farma (Persero) Tbk Setelah <i>Differencing</i>	-5,512	0,010

Tabel 10 menunjukkan bahwa data perlu dilakukan *differencing* 1 untuk mendapatkan nilai *p-value* yang kurang dari α sebesar 0,05. Harga saham yang telah dilakukan *differencing* 1 membuat data sudah stasioner dalam *mean*. Selanjutnya dilakukan identifikasi ACF (*Autocorrelation Function*) dan PACF (*Partial Autocorrelation Function*) yang ditampilkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Plot ACF dan PACF Harga Saham PT Kimia Farma (Persero) Tbk

Gambar 10 merupakan plot ACF dan PACF harga saham PT Kimia Farma (Persero) Tbk setelah dilakukan *differencing*. Berdasarkan Gambar 10 dapat dugaan model untuk harga saham PT Kimia Farma (Persero) Tbk adalah ARIMA(2,1,1). Hasil estimasi dan pengujian signifikansi parameter data harga saham PT Kimia Farma (Persero) Tbk menggunakan model ARIMAX ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter Model ARIMAX Harga Saham PT Kimia Farma (Persero) Tbk

Model	Variabel	Parameter	Estimasi	<i>Z</i>	<i>P-value</i>
ARIMAX(2,1,1)	MA(1)	θ_1	-0,999	-68,945	< 2,2e-16
	<i>Open</i>	$X_{1,t}$	-0,554	-9,511	< 2,2e-16
	<i>High</i>	$X_{2,t}$	0,902	23,098	< 2,2e-16
	<i>Low</i>	$X_{3,t}$	0,653	11,018	< 2,2e-16
	<i>Volume</i>	$X_{4,t}$	-2,979	-2,347	0,01895

Tabel 11 menunjukkan variabel yang signifikan dalam model ARIMAX(2,1,1) dengan *p-value* yang bernilai kurang dari α sebesar 0,05. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian asumsi *white noise* untuk residual hasil pemodelan dengan hasil ditampilkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Uji Asumsi Residual *White Noise* Model ARIMAX Harga Saham PT Kimia Farma (Persero) Tbk

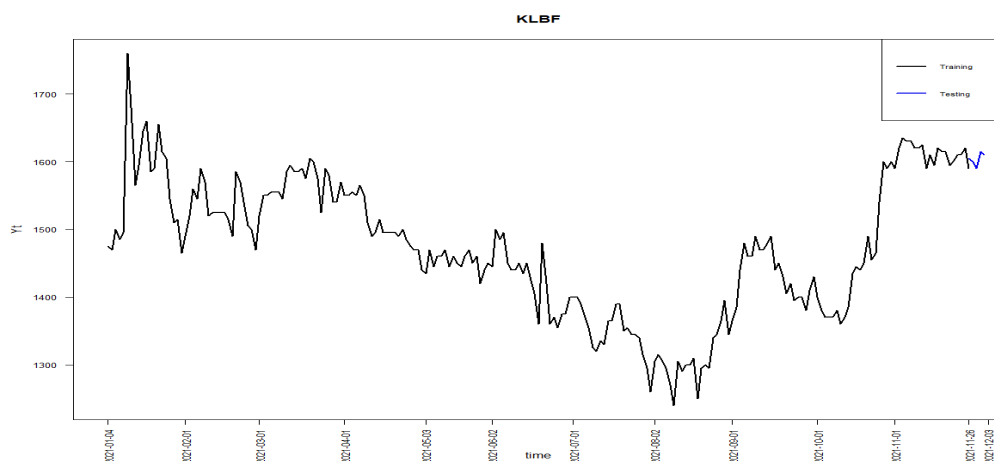
Data	Hingga Lag	<i>Chi-Square</i>	<i>P-value</i>
ARIMAX(2,1,1)	6	8,439	0,208
	12	14,399	0,276
	18	16,232	0,576
	24	17,622	0,821
	30	19,837	0,921
	36	24,275	0,932

Berdasarkan Tabel 12 dapat diketahui bahwa model ARIMAX(2,1,1) telah mencapai kondisi *white noise*, ditunjukkan dengan *p-value* yang bernilai lebih dari α sebesar 0,05. Kemudian dilakukan pengujian asumsi distribusi normal dengan hasil ditampilkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Uji Asumsi Distribusi Normal Model ARIMAX Harga Saham PT Kimia Farma (Persero) Tbk

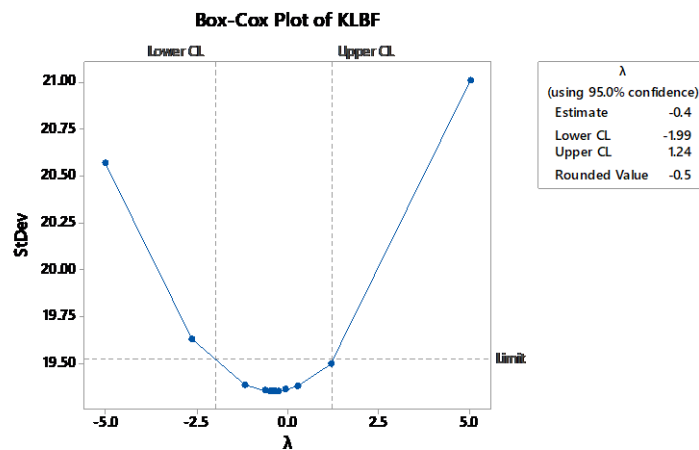
Model	Kolmogorov-Smirnov	<i>P-value</i>
ARIMAX(2,1,1)	0,096	0,034

Tabel 13 menunjukkan bahwa model ARIMAX(2,1,1) tidak memenuhi asumsi distribusi normal dikarenakan *p-value* kurang dari α sebesar 0,05. Emiten selanjutnya yang akan dilakukan pemodelan dengan ARIMAX ialah PT Kalbe Farma Tbk. Sebelum melakukan pemodelan, terlebih dahulu melakukan identifikasi pola data menggunakan plot *time series* yang ditampilkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Plot Harga Saham PT Kalbe Farma Tbk

Berdasarkan Gambar 11 dapat dilihat bahwa data cenderung tren turun setelah 11 Januari 2021 hingga pertengahan bulan Agustus dan setelah sempat mengalami kenaikan, turun kembali hingga pertengahan bulan Oktober. Setelah itu harga saham PT Kalbe Farma Tbk cenderung mengalami tren naik hingga bulan November dan cenderung tidak berubah signifikan hingga bulan Desember. Hal tersebut menunjukkan bahwa data belum stasioner dalam *mean*. Selanjutnya dilakukan pengujian stasioner dalam varians menggunakan plot Box-Cox yang ditampilkan pada Gambar 12.



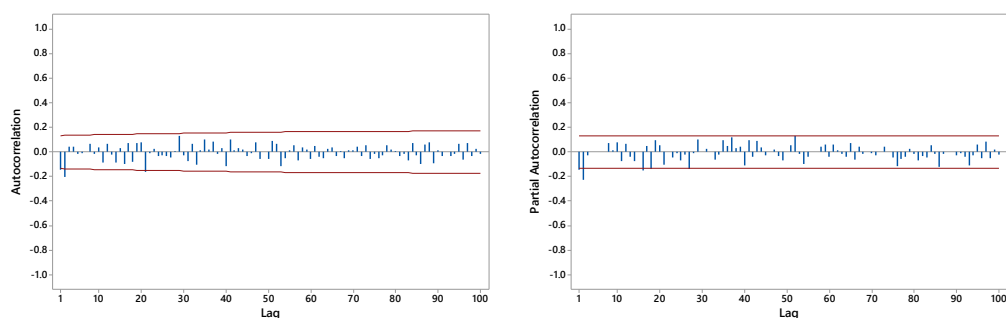
Gambar 12. Plot Box-Cox Harga Saham PT Kalbe Farma Tbk Sebelum Transformasi

Gambar 12 menunjukkan bahwa *rounded value* bernilai -0,5. Nilai tersebut kurang dari 1, sehingga data belum stasioner dalam varians dan perlu dilakukan transformasi. Transformasi yang digunakan adalah $Y^* = 1/\sqrt{Y}$. Setelah data ditransformasi diperoleh *rounded value* bernilai 1 dan data sudah stasioner dalam varians. Kemudian dilakukan pengujian *Augmented Dickey Fuller* (ADF) dengan hasil ditunjukkan pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Pengujian ADF Harga Saham PT Kalbe Farma Tbk

Data	ADF	P-value
Harga Saham PT Kalbe Farma Tbk	-1,123	0,917
Harga Saham PT Kalbe Farma Tbk Setelah Differencing	-6,090	0,010

Tabel 14 menunjukkan bahwa data perlu dilakukan *differencing* 1 untuk mendapatkan nilai *p-value* yang kurang dari α sebesar 0,05. Harga saham yang telah dilakukan *differencing* 1 membuat data sudah stasioner dalam *mean*. Selanjutnya dilakukan identifikasi ACF (*Autocorrelation Function*) dan PACF (*Partial Autocorrelation Function*) yang ditampilkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Plot ACF dan PACF Harga Saham PT Kalbe Farma Tbk

Gambar 13 merupakan plot ACF dan PACF harga saham PT Kalbe Farma Tbk setelah dilakukan *differencing*. Berdasarkan Gambar 13 dapat dugaan model untuk harga saham adalah ARIMA(5,1,3). Hasil estimasi dan pengujian signifikansi parameter data harga saham PT Kalbe Farma Tbk menggunakan model ARIMAX ditunjukkan pada Tabel 15.

Tabel 15. Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter Model ARIMAX Harga Saham PT Kalbe Farma Tbk

Model	Variabel	Parameter	Estimasi	Z	P-value
ARIMAX(5,1,3)	AR(1)	ϕ_1	-1,058	-9,842	< 2,2e-16
	AR(2)	ϕ_2	-0,545	-3,520	0,0004308
	AR(3)	ϕ_3	0,453	2,795	0,0051862
	AR(4)	ϕ_4	0,321	2,588	0,0096662
	AR(5)	ϕ_5	0,276	3,578	0,0003457
	MA(1)	θ_1	0,328	3,939	8,178e-05
	MA(2)	θ_2	-0,383	-5,618	1,934e-08
	MA(3)	θ_3	-0,921	-12,218	< 2,2e-16
	Open	$X_{1,t}$	-0,616	-11,599	< 2,2e-16
	High	$X_{2,t}$	0,764	20,365	< 2,2e-16
	Low	$X_{3,t}$	0,813	14,446	< 2,2e-16

Tabel 15 menunjukkan variabel yang signifikan dalam model ARIMAX(5,1,3) dengan *p-value* yang bernilai kurang dari α sebesar 0,05. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian asumsi *white noise* untuk residual hasil pemodelan dengan hasil ditampilkan pada Tabel 12.

Tabel 16. Uji Asumsi Residual *White Noise* Model ARIMAX Harga Saham PT Kalbe Farma Tbk

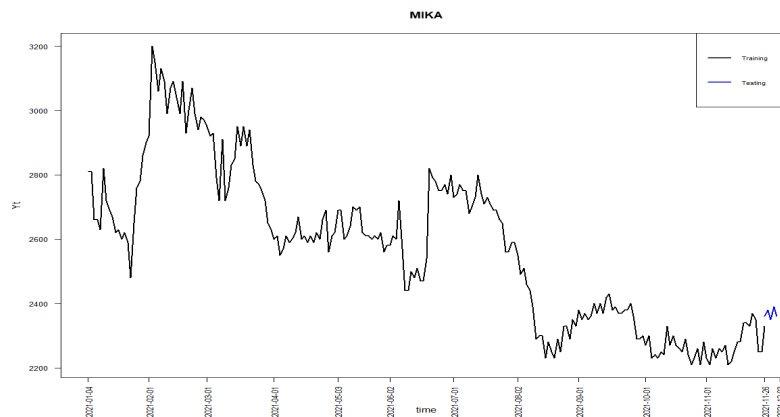
Data	Hingga Lag	Chi-Square	P-value
ARIMAX(5,1,3)	6	0,559	0,997
	12	3,502	0,991
	18	8,824	0,964
	24	17,258	0,837
	30	19,570	0,927
	36	22,142	0,966

Berdasarkan Tabel 16 dapat diketahui bahwa model ARIMAX(5,1,3) telah mencapai kondisi *white noise*, ditunjukkan dengan *p-value* yang bernilai lebih dari α sebesar 0,05. Kemudian dilakukan pengujian asumsi distribusi normal dengan hasil ditampilkan pada Tabel 17.

Tabel 17. Uji Asumsi Distribusi Normal Model ARIMAX Harga Saham PT Kalbe Farma Tbk

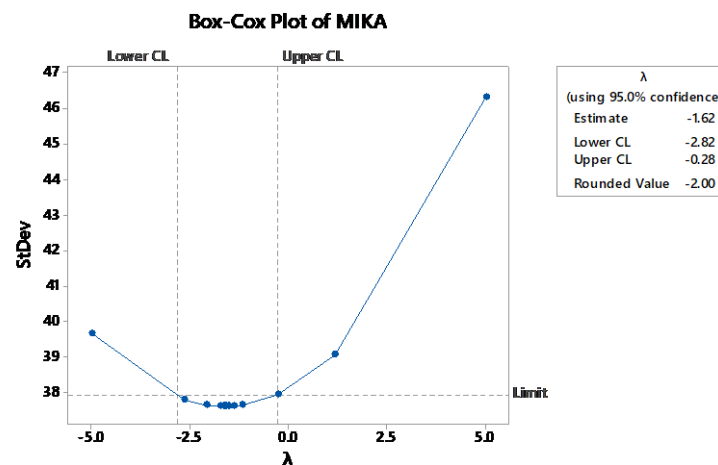
Model	Kolmogorov-Smirnov	P-value
ARIMAX(5,1,3)	0,074	0,171

Tabel 17 menunjukkan bahwa model ARIMAX(5,1,3) telah memenuhi asumsi distribusi normal dikarenakan *p-value* lebih besar dari α sebesar 0,05. Emiten terakhir yang akan dilakukan pemodelan dengan ARIMAX ialah PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk. Sebelum melakukan pemodelan, terlebih dahulu melakukan identifikasi pola data menggunakan plot *time series* yang ditampilkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Plot Harga Saham PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk

Berdasarkan Gambar 14 dapat dilihat bahwa data cenderung tren turun setelah 2 Februari 2021 hingga pertengahan bulan Juni dan setelah sempat mengalami kenaikan, harga saham kembali mengalami tren turun bulan Desember. Hal tersebut menunjukkan bahwa data belum stasioner dalam *mean*. Selanjutnya dilakukan pengujian stasioner dalam varians menggunakan plot Box-Cox yang ditampilkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Plot Box-Cox Harga Saham PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk Sebelum Transformasi

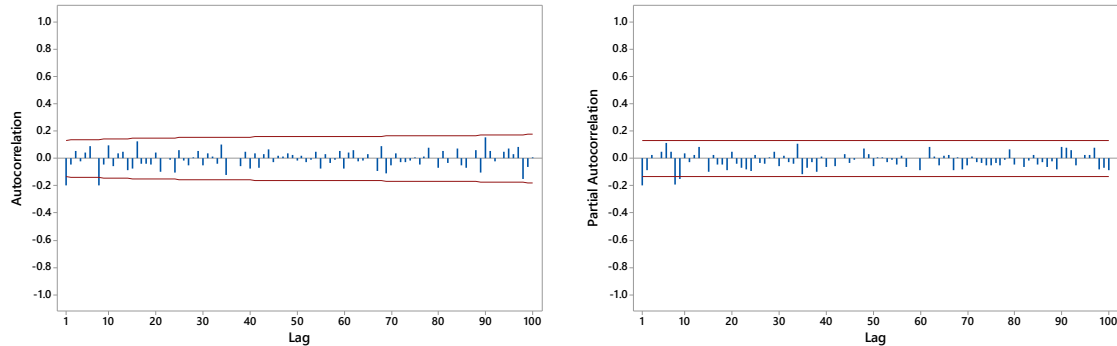
Gambar 15 menunjukkan bahwa *rounded value* bernilai -2. Nilai tersebut kurang dari 1, sehingga data belum stasioner dalam varians dan perlu dilakukan transformasi. Transformasi yang digunakan adalah $Y^* = 1/Y$. Setelah data ditransformasi diperoleh *rounded value* bernilai 2 dan data sudah stasioner dalam varians. Kemudian dilakukan pengujian *Augmented Dickey Fuller* (ADF) dengan hasil ditunjukkan pada Tabel 18.

Tabel 18. Hasil Pengujian ADF Harga Saham PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk

Data	ADF	P-value
Harga Saham PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk	-3,642	0,030

Hasil pengujian ADF yang ditampilkan Tabel 18 menunjukkan bahwa data sudah stasioner dalam *mean* dikarenakan *p-value* kurang dari α sebesar 0,05. Walaupun menurut pengujian ADF tidak perlu dilakukan *differencing*, pada penelitian ini tetap dilakukan *differencing* dikarenakan lag-lag dalam plot PACF harga saham PT Mitra Keluarga

Karyasehat Tbk masih turun secara lambat. Selanjutnya dilakukan identifikasi ACF (*Autocorrelation Function*) dan PACF (*Partial Autocorrelation Function*) dari data yang telah dilakukan *differencing*.



Gambar 16. Plot ACF dan PACF Harga Saham PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk

Gambar 16 merupakan plot ACF dan PACF harga saham PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk. Berdasarkan Gambar 16 dapat dugaan model untuk harga saham adalah ARIMA(3,1,2). Hasil estimasi dan pengujian signifikansi parameter data harga saham PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk menggunakan model ARIMAX ditunjukkan pada Tabel 19.

Tabel 19. Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter Model ARIMAX Harga Saham PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk

Model	Variabel	Parameter	Estimasi	Z	P-value
ARIMAX(3,1,2)	AR(1)	ϕ_1	-0,981	-48,132	< 2,2e-16
	MA(2)	θ_2	-0,932	-20,697	< 2,2e-16
	Open	$X_{1,t}$	-0,570	-11,148	< 2,2e-16
	High	$X_{2,t}$	0,834	18,578	< 2,2e-16
	Low	$X_{3,t}$	0,715	15,609	< 2,2e-16

Tabel 19 menunjukkan variabel yang signifikan dalam model ARIMAX(3,1,2) dengan *p-value* yang bernilai kurang dari α sebesar 0,05. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian asumsi *white noise* untuk residual hasil pemodelan dengan hasil ditampilkan pada Tabel 20.

Tabel 20. Uji Asumsi Residual *White Noise* Model ARIMAX Harga Saham PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk

Data	Hingga Lag	Chi-Square	P-value
ARIMAX(3,1,2)	6	4,165	0,654
	12	9,550	0,655
	18	18,032	0,454
	24	24,845	0,414
	30	35,506	0,225
	36	42,955	0,198

Berdasarkan Tabel 20 dapat diketahui bahwa model ARIMAX(3,1,2) telah mencapai kondisi *white noise*, ditunjukkan dengan *p-value* yang bernilai lebih dari α sebesar 0,05. Kemudian dilakukan pengujian asumsi distribusi normal dengan hasil ditampilkan pada Tabel 21.

Tabel 21. Uji Asumsi Distribusi Normal Model ARIMAX Harga Saham PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk

Model	Kolmogorov-Smirnov	<i>P-value</i>
ARIMAX(3,1,2)	0,052	0,583

Tabel 21 menunjukkan bahwa model ARIMAX(3,1,2) telah memenuhi asumsi distribusi normal dikarenakan *p-value* lebih besar dari α sebesar 0,05.

4.2. Pemodelan Harga Saham dengan model NN

Input yang digunakan dalam model NN ialah lag harga saham *close*, *low*, *high*, dan *open*. Penentuan input yang akan digunakan pada model NN berdasarkan pada plot PACF pada tiap model ARIMAX harga saham tiap emiten. Sebelum melakukan pemodelan harga saham menggunakan model NN, terlebih dahulu melakukan pengujian Terasvirta untuk mengetahui adanya hubungan yang non-linier. Hasil pengujian Terasvirta untuk harga saham tiap emiten ditampilkan pada Tabel 22. PT Medikaloka Hermina Tbk, PT Indofarma Tbk, PT Kimia Farma (Persero) Tbk, PT Kalbe Farma Tbk, dan PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk

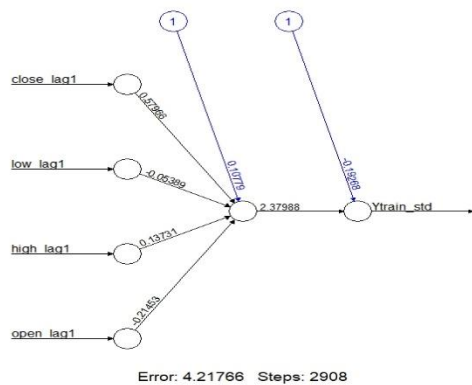
Tabel 22. Uji Terasvirta

Emiten	χ^2	<i>P-value</i>
PT Medikaloka Hermina Tbk	6,236	0,044
PT Indofarma Tbk	32,029	1,109e-07
PT Kimia Farma (Persero) Tbk	25,126	3,5e-06
PT Kalbe Farma Tbk	14,718	0,0006
PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk	0,580	0,7483

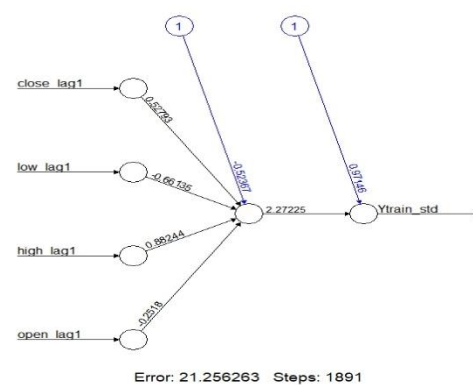
Tabel 22 menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang non-linier antara data dan lag-lagnya untuk harga saham PT Medikaloka Hermina Tbk, PT Indofarma Tbk, PT Kimia Farma (Persero) Tbk, dan PT Kalbe Farma Tbk, sedangkan harga saham PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk memberikan nilai *p-value* yang besar dari α sebesar 0,05 atau dapat dikatakan bahwa tidak terdapat hubungan yang non-linier pada data harga saham PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk. Tetapi pada penelitian ini harga saham PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk tetap dilakukan pemodelan dengan model NN untuk mengetahui perbandingan kebaikan model dalam melakukan peramalan harga saham. Pada penelitian ini fungsi aktivasi yang digunakan adalah *hyperbolic tangent*, satu *hidden layer*, dan dilakukan pengujian dengan jumlah *neuron* sebesar 1, 2, 3, 4, dan 5 yang kemudian dilakukan pemilihan model terbaik berdasarkan nilai RMSE dan MAPE. Hasil perbandingan model NN untuk tiap emiten ditampilkan pada Tabel 23 dan ilustrasi model NN terbaik untuk tiap emiten ditampilkan pada Gambar 17. Tabel 23 menunjukkan bahwa model NN terbaik untuk meramalkan harga saham PT Medikaloka Hermina Tbk, PT Indofarma Tbk, PT Kimia Farma (Persero) Tbk, dan PT Kalbe Farma Tbk ialah dengan *neuron* pada *hidden layer* sebanyak 1, sedangkan untuk harga saham PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk ialah dengan *neuron* pada *hidden layer* sebanyak 5.

Tabel 23. Hasil Model NN Tiap Emiten

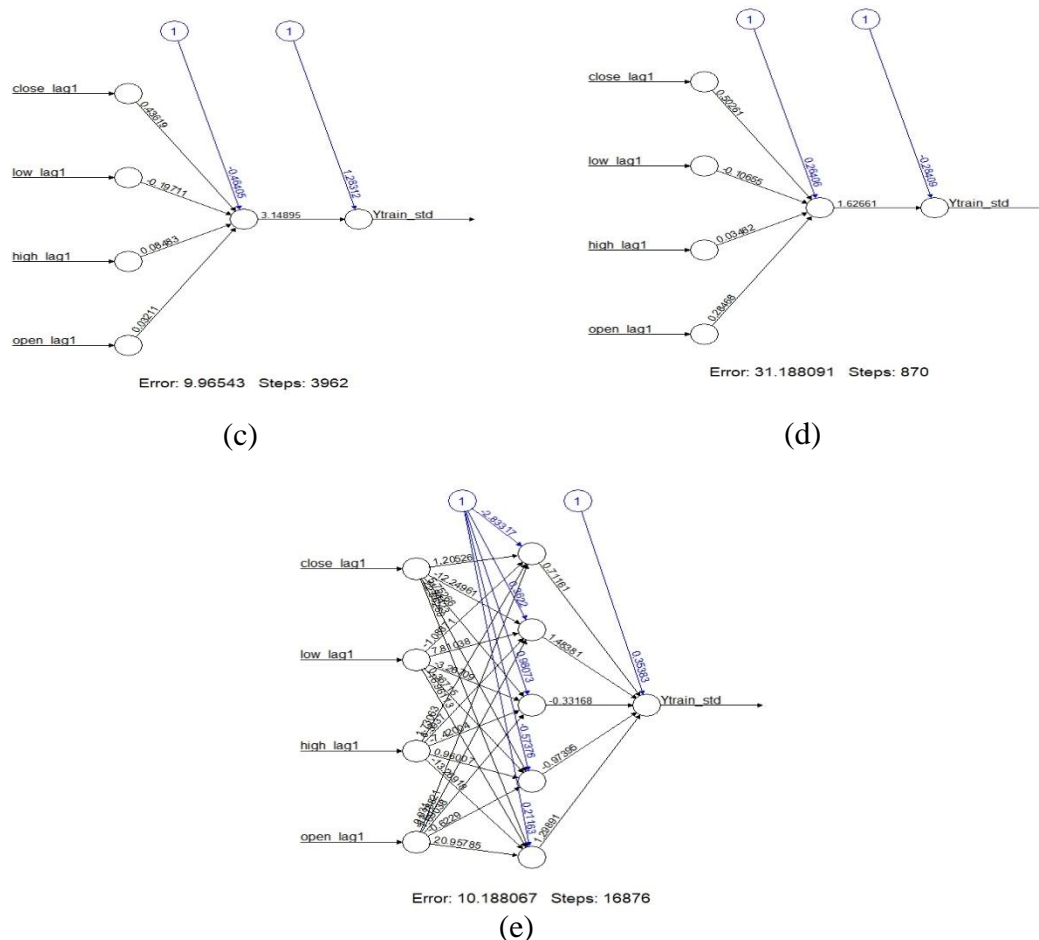
Emiten	Jumlah <i>Neuron</i>	Data <i>in-sample</i>		Data <i>out-sample</i>	
		RMSE	MAPE	RMSE	MAPE
PT Medikaloka Hermina Tbk	1	30,167	0,022	59,652	0,053
	2	28,100	0,020	83,231	0,074
	3	28,800	0,020	103,558	0,082
	4	27,292	0,019	298,889	0,232
	5	25,326	0,017	96,531	0,086
PT Indofarma Tbk	1	354,223	0,056	362,669	0,130
	2	2836,722	1	2470,721	1
	3	2836,722	1	2470,721	1
	4	2836,722	1	2470,721	1
	5	2836,722	1	2470,721	1
PT Kimia Farma (Persero) Tbk	1	239,720	0,041	208,239	0,068
	2	229,679	0,039	563,830	0,216
	3	3027,026	1	2600,984	1
	4	3027,026	1	2600,984	1
	5	3027,026	1	2600,984	1
PT Kalbe Farma Tbk	1	54,024	0,028	50,831	0,028
	2	52,354	0,027	68,098	0,042
	3	52,063	0,026	172,298	0,095
	4	49,582	0,025	137,900	0,085
	5	45,110	0,025	201,540	0,093
PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk	1	85,398	0,023	136,079	0,052
	2	82,213	0,023	87,151	0,036
	3	71,459	0,021	302,362	0,104
	4	75,042	0,021	97,693	0,040
	5	74,410	0,020	63,172	0,021



(a)



(b)



Gambar 17. Model NN Harga Saham (a) PT Medikaloka Hermina Tbk, (b) PT Indofarma Tbk, (c) PT Kimia Farma (Persero) Tbk, (d) PT Kalbe Farma Tbk, dan (e) PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk

4.3. Pemilihan Model Terbaik

Pada penelitian ini pemilihan model terbaik dalam meramalkan harga saham PT Medikaloka Hermina Tbk, PT Indofarma Tbk, PT Kimia Farma (Persero) Tbk, PT Kalbe Farma Tbk, dan PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk ialah dengan menggunakan nilai RMSE dan MAPE. Perbandingan model untuk tiap emiten ditampilkan pada Tabel 24.

Tabel 24. Perbandingan Model Harga Saham Tiap Emiten

Emiten	Model	Data <i>in-sample</i>		Data <i>out-sample</i>	
		RMSE	MAPE	RMSE	MAPE
PT Medikaloka Hermina Tbk	ARIMAX(3,1,2)	11,745	0,008	17,008	0,017
	NN	30,167	0,022	59,652	0,053
PT Indofarma Tbk	ARIMAX(5,1,3)	63,141	0,011	32,595	0,011
	NN	354,223	0,056	362,669	0,130
PT Kimia Farma (Persero) Tbk	ARIMAX(2,1,1)	58,797	0,011	56,046	0,020
	NN	239,720	0,041	208,239	0,068
PT Kalbe Farma Tbk	ARIMAX(5,1,3)	19,887	0,010	11,452	0,006
	NN	54,024	0,028	50,831	0,028
PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk	ARIMAX(3,1,2)	28,862	0,008	35,450	0,013
	NN	74,410	0,020	63,172	0,021

Tabel 24 menunjukkan bahwa berdasarkan nilai RMSE dan MAPE, model ARIMAX merupakan model terbaik dalam meramalkan harga saham PT Medikaloka Hermina Tbk, PT Indofarma Tbk, PT Kimia Farma (Persero) Tbk, PT Kalbe Farma Tbk, dan PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka diperoleh kesimpulan bahwa model terbaik dalam meramalkan harga saham PT Medikaloka Hermina Tbk, PT Indofarma Tbk, PT Kimia Farma (Persero) Tbk, PT Kalbe Farma Tbk, dan PT Mitra Keluarga Karyasehat Tbk berturut-turut adalah ARIMAX(3,1,2), ARIMAX(5,1,3), ARIMAX(2,1,1), ARIMAX(5,1,3), dan ARIMAX(3,1,2).

REFERENSI

- BPS. (2021). *Berita Resmi Statistik: Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Triwulan III-2021*. Indonesia: Badan Pusat Statistik.
- Cryer, J., & Chan, K. (2008). *Time Series Analysis: with applications in R* (2nd ed.). New York: Springer.
- Daniel, W. (1989). *Statistik Nonparametrik Terapan*. (T. Alex, Trans.) Jakarta: PT Gramedia.
- Dash, R., & Dash, P. (2017). MDHS-LPNN: A Hybrid Forex Predictor Model Using A Legendre Polynomial Neural Network With A Modified Differential Harmony Search Technique. In P. Samui, S. Roy, & V. Balas, *Handbook of Neural Computation* (pp. 459-486). London: Elsevier Inc.
- Fauset, L. (1994). *Fundamental of Neural Network: Architectures, Algorithm, and Applications*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Jha, G. (2007). Artificial Neural Networks and Its Applications. *International Journal of Principal Scientist*, 41-49.
- Kusumadewi, S. (2004). *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan (Menggunakan MATLAB dan Excel Link)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ma, C., & Iqbal, M. (1984). Statistical Comparison of Solar Radiation Correlations: Monthly Average Global and Diffuse Radiation on Horizontal Surfaces. *Solar Energy*, 33, 143-148.
- Maricar, A. (2019). Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing untuk Sistem Peramalan Pendapatan pada Perusahaan XYZ. *Jurnal Sistem dan Informatika*, 13, 36-45.
- Primaditya, V. (2014). *Pemodelan Box-Jenkins (ARIMA) untuk Peramalan Indeks Harga Saham Gabungan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Syarifah, U. (2018). *ARIMAX, FFNN, and Hybrid ARIMAX-FFNN Method for Forecasting Pertamina*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Tandelilin, E. (2010). *Portofolio dan Investasi: Teori dan Aplikasi* (1st ed.). Yogyakarta: Kanisius.
- Terasvirta, T., Lin, C., & Granger, C. (1993). Power of Neural Networks Linearity Test. *Journal of Time Series Analysis*, 14, 159-171.

- Tsay, R. (2005). *Analysis of Financial Time Series* (2nd ed.). Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Wei, W. (2006). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods* (2nd ed.). United State of America: Pearson Education, Inc.