

## PEMODELAN ARIMA-ANN PADA HARGA SAHAM BANK MANDIRI

Rahmi Fadhillah, Dadan Kusnandar, Nur'ainul Miftahul Huda

### INTISARI

Saham adalah salah satu instrumen pasar keuangan yang paling populer. Dalam sektor perbankan, Bank Mandiri memiliki nilai aset saham terbesar, sehingga perlu dilakukan peramalan untuk kebijakan perusahaan. Pada penelitian ini harga saham Bank Mandiri mengandung komponen linier dan nonlinier. Metode peramalan yang digunakan adalah metode hybrid ARIMA-ANN gabungan model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan Artificial Neural Network (ANN). Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan data dan mengetahui akurasi peramalan harga saham Bank Mandiri. Studi kasus yang digunakan adalah harga penutupan saham pada Bank Mandiri periode Januari 2021 hingga Desember 2022. Langkah pertama dilakukan pembentukan model ARIMA menggunakan data training dan menentukan residual ARIMA. Apabila residual ARIMA nonlinier, maka dapat dimodelkan dengan ANN. Hasil penelitian ini adalah model ARIMA (0,1,1) dan model ANN dengan 4 neuron pada hidden layer. Nilai MAPE training dan testing hybrid ARIMA-ANN sebesar 1,32% dan 5,49%. Akurasi peramalan harga saham memiliki nilai MAPE kurang dari 10% yang menunjukkan metode hybrid ARIMA-ANN tergolong sangat baik.

**Kata Kunci :** ARIMA, ANN, Harga Saham Bank Mandiri

### PENDAHULUAN

Saham merupakan sarana investasi dan merupakan bukti atas kepemilikan nilai suatu perusahaan [1]. Harga saham terus berubah, sehingga ada faktor-faktor yang menjadikan saham sebagai sarana investasi berisiko tinggi. Sektor yang sangat menjanjikan pada pasar modal adalah salah satunya sektor perbankan [2]. Dalam sektor perbankan, Bank Mandiri memiliki nilai aset saham terbesar. Menurut data statistik perbankan pada *website* Yahoo Finance dari tahun ke tahun harga saham pada Bank Mandiri mengalami peningkatan yang signifikan [3]. Data harga saham merupakan data deret waktu yang menunjukkan aktivitas tinggi. Oleh karena itu, diperlukan analisis peramalan untuk membantu proses pengambilan keputusan pada saat membeli dan menjual saham [4].

Salah satu metode peramalan yang dapat digunakan adalah metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*). ARIMA merupakan model yang mempertimbangkan data masa lalu untuk meramalkan masa depan [5]. Metode ARIMA baik digunakan untuk menganalisis data berpola linier [6]. Menggabungkan aspek *linier* pada ARIMA dan aspek *nonlinier* dapat meningkatkan akurasi peramalan [7]. Metode yang digunakan untuk menganalisis data *nonlinier* adalah metode *Artificial Neural Network* (ANN) [8]. ANN merupakan salah satu pemrosesan informasi yang karakteristiknya mirip dengan jaringan saraf biologis manusia [9]. Pada penelitian ini menggunakan metode *hybrid* ARIMA-ANN.

Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan data harga saham dengan metode *hybrid* ARIMA-ANN dan mengetahui akurasi peramalan harga saham dengan menggunakan metode *hybrid* ARIMA-ANN. Data yang digunakan adalah data harian periode Januari 2021 hingga Desember 2022 sebanyak 493 data. Penentuan model terbaik ARIMA menggunakan akurasi peramalan dan uji diagnostik. Apabila residual mengandung komponen nonlinier maka dapat dimodelkan dengan *Artificial Neural Network* (ANN). Variabel *input* ANN menggunakan residual model ARIMA dari lag PACF yang signifikan, sehingga dapat dibentuk model *hybrid* ARIMA-ANN.

## UJI STASIONERITAS

Stasioner dalam varians dan rata-rata merupakan salah satu syarat pemodelan ARIMA [5]. Data yang tidak stasioner dalam varians dilakukan transformasi *Box-Cox* dengan bentuk transformasi sebagai berikut [10]:

$$T(Y_t) = \begin{cases} \frac{Y_t^\lambda - 1}{\lambda} & , \lambda \neq 0 \\ \ln Y_t & , \lambda = 0 \end{cases}$$

dengan  $T(Y_t)$  merupakan transformasi data periode ke- $t$ , dan  $Y_t$  merupakan periode ke- $t$ . Notasi  $\lambda$  merupakan parameter transformasi. Nilai parameter transformasi ( $\lambda$ ) dan bentuk transformasi dipresentasikan pada Tabel 1 [11].

**Tabel 1.** Transformasi *Box-Cox*

Presentase	$\leq 10\%$	11%-20%	21%-50%	$\geq 50\%$
Tingkat Akurasi	Sangat baik	Baik	Kurang baik	Tidak baik

Selanjutnya, uji stasioneritas dalam rata-rata menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF). Data yang tidak stasioner dalam rata-rata dilakukan proses diferensiasi. Diferensiasi adalah data asli diganti dengan selisih. Proses diferensiasi dengan operator *shift* mundur (*backward shift*) dipresentasikan pada persamaan berikut [10]:

$$BY_t = Y_{t-1}$$

Bentuk diferensiasi pertama ( $d = 1$ ) [12]:

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = Y_t - BY_t = (1 - B) Y_t$$

Bentuk diferensiasi kedua ( $d = 2$ ):

$$\Delta^2 Y_t = \Delta Y_t - \Delta Y_{t-1} = (1 - 2B + B^2) Y_t = (1 - B)^2 Y_t$$

dengan  $\Delta Y_t$  adalah data hasil diferensiasi pertama periode ke- $t$  dan  $\Delta^2 Y_t$  adalah data hasil diferensiasi kedua periode ke- $t$ .

## UJI LINIERITAS

Uji linieritas menggunakan uji terasvirta yang dikembangkan berdasarkan model *neural network* dan termasuk dalam kelompok uji tipe *Lagrange Multiplier* (LM) dengan ekspansi Taylor [13]. Hipotesis uji terasvirta:

$H_0$  : residual linier

$H_1$  : residual nonlinier

Stasistik uji:

$$F_{hitung} = \frac{SSR_0 - SSR/m}{SSR/(n - r - 1 - m)}$$

dengan  $SSR_0$  merupakan jumlah kuadrat residual dan  $SSR$  merupakan jumlah kuadrat residual menggunakan pendekatan ekspansi Taylor. Notasi  $n$  merupakan banyak data dan notasi  $r$  adalah banyaknya variabel prediktor. Notasi  $m$  merupakan banyaknya variabel prediktor tambahan dari hasil pendekatan ekspansi Taylor. Kriteria pengujiannya yaitu tolak  $H_0$  apabila  $F_{hitung} > F_{tabel}$  atau  $p\text{-value} < \alpha$  maka residual nonlinier.

## MODEL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA)

Model ARIMA adalah gabungan model AR dan MA dengan proses diferensiasi. Secara umum model ARIMA( $p, d, q$ ) dipresentasikan persamaan berikut [10]:

dengan  $\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B^1 - \dots - \phi_p B^p)$  adalah parameter AR orde  $p$  dan  $\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B^1 - \dots - \theta_p B^q)$  adalah parameter MA orde  $q$ . Notasi  $(1 - B)^d$  adalah diferensiasi orde  $d$  dengan  $B$  merupakan operator shift mundur (*backward shift*),  $Y_t$  adalah data periode ke- $t$ , dan  $\varepsilon_t$  merupakan nilai *error* periode ke- $t$ .

**MODEL ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN)**

*Neural Network* (NN) adalah model yang dapat membentuk berbagai jenis data nonlinier. Persamaan umum ANN dapat dilihat pada persamaan berikut [14]:

$$Y_t = f^0 \left[ \sum_{j=1}^q \left\{ w_j^0 f_j^h \left[ \sum_{i=1}^p w_{ij}^h Y_{t-i} + b_j^h \right] + b^0 \right\} \right]$$

Keterangan:

$Y_t$  : Data periode ke- $t$

$f^0$  : Fungsi aktivasi neuron pada *output layer*

$w_j^0$  : Bobot neuron ke- $j$  pada *hidden layer* yang menuju ke *output layer*

$f_j^h$  : Fungsi aktivasi neuron ke- $j$  pada *hidden layer*

$w_{ij}^h$  : Bobot neuron ke- $i$  pada *input layer* yang menuju neuron ke- $j$  pada *hidden layer*

$Y_{t-i}$  : Variabel *input* pada waktu ke- $(t - i)$

$b_j^h$  : Bias pada *hidden layer*

$b^0$  : Bias pada *output layer*

$i, j$  :  $1, 2, 3, \dots, n$

Fungsi aktivasi yang digunakan merupakan fungsi sigmoid biner. Fungsi ini membentuk kurva S dengan nilai keluaran antara 1 dan 0. Fungsi aktivasi sigmoid biner dipresentasikan pada persamaan berikut [15]:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

dengan  $f(x)$  merupakan fungsi sigmoid biner dan  $x$  merupakan nilai keluaran pada *hidden layer*.

**MODEL HYBRID ARIMA-ANN**

*Hybrid ARIMA-ANN* adalah gabungan model ARIMA sebagai model linier dan ANN sebagai model nonlinier. Persamaan model *hybrid ARIMA-ANN* dipresentasikan sebagai berikut [16]:

$$\hat{Y}_t = \hat{L}_t + \hat{N}_t$$

dengan  $\hat{Y}_t$  adalah nilai peramalan model *hybrid ARIMA-ANN*,  $\hat{N}_t$  adalah nilai peramalan model ARIMA pada waktu ke- $t$  dan  $\hat{L}_t$  adalah nilai peramalan model ANN pada waktu ke- $t$ .

**AKURASI PERAMALAN**

Akurasi peramalan dapat dihitung menggunakan *Akaike's Information Criterion* (AIC), *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Persamaan AIC ditunjukkan pada persamaan berikut [11]:

$$AIC = n \ln \hat{\sigma}_s^2 + 2M$$

dengan  $n$  merupakan banyak data,  $\hat{\sigma}_s^2$  adalah dugaan variansi dari residual dan  $M$  merupakan banyaknya parameter yang diduga dalam model. Persamaan RMSE dan MAPE ditunjukkan pada persamaan berikut [11]:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}}$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right|}{n} \times 100\%$$

dengan nilai  $Y_t$  adalah data periode ke- $t$  dan  $\hat{Y}_t$  adalah nilai peramalan periode ke- $t$ . Notasi  $n$  merupakan banyak data. Kriteria akurasi peramalan dengan nilai MAPE ditunjukkan Tabel 2 berikut [17].

**Tabel 2.** Kriteria MAPE

Presentase	≤10%	11%-20%	21%-50%	≥50%
Tingkat Akurasi	Sangat baik	Baik	Kurang baik	Tidak baik

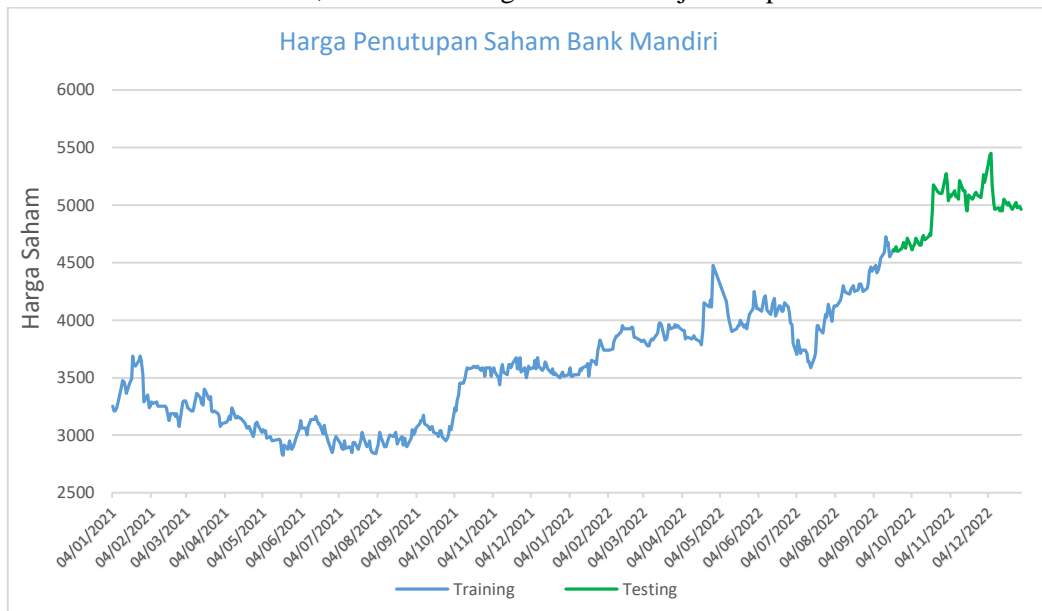
**STUDI KASUS**

Penelitian ini menggunakan data harga penutupan saham Bank Mandiri periode 2 Januari 2021 hingga 30 Desember 2022 dengan jumlah 493 data. Analisis statistik deskriptif data harga saham dijelaskan Tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Statistik Deskriptif Data Harga Saham

Statistik Deskriptif	Banyak Data	Rata-rata	Std Deviasi	Max	Min
Nilai	493	3.746,5	664,2	5.450,0	2.825,0

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa dengan banyak data 493 data harga saham memiliki nilai minimum 2.825 pada tanggal 20 Mei 2021 dan nilai maksimum 10.900 pada tanggal 6 Desember 2022. Data tersebut rata-rata sebesar 3.746,5. Plot data harga saham ditunjukkan pada Gambar 1.

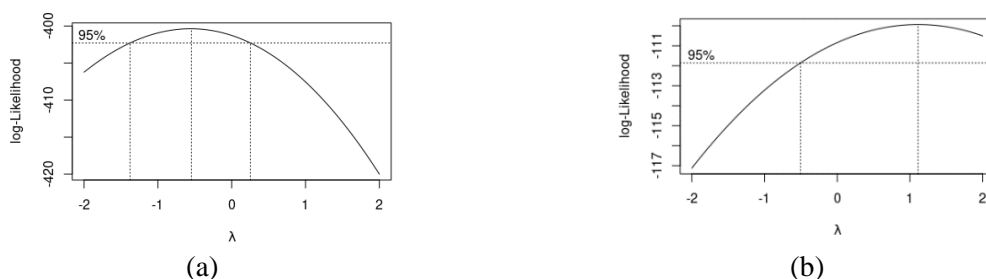


**Gambar 1.** Plot Data Harga Saham

Berdasarkan Gambar 1 penutupan harga saham mengalami fluktuasi. Data dibagi menjadi data *training* terdiri dari 419 data ditunjukkan dengan warna biru dan data *testing* terdiri dari 74 data ditunjukkan dengan warna hijau.

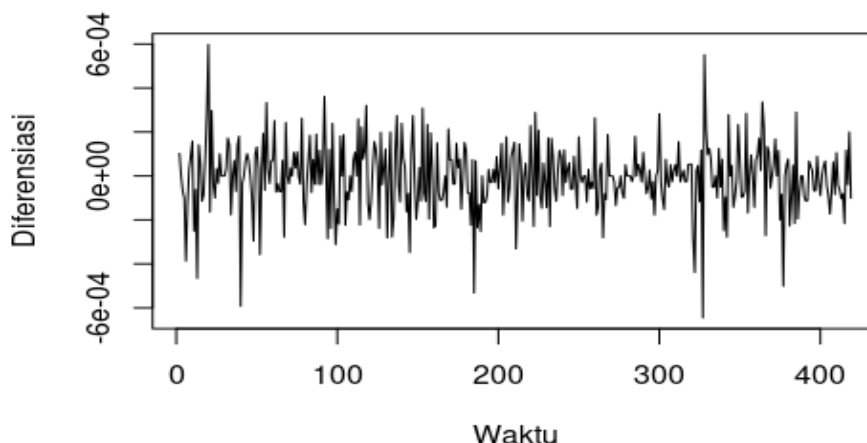
**PEMODELAN ARIMA**

Langkah pertama pada pemodelan ARIMA adalah dengan melakukan uji stasioneritas. Uji stasioneritas dalam varians dilakukan dengan melihat nilai  $\lambda$  pada plot *Box-Cox* yang dipresentasikan pada Gambar 2.



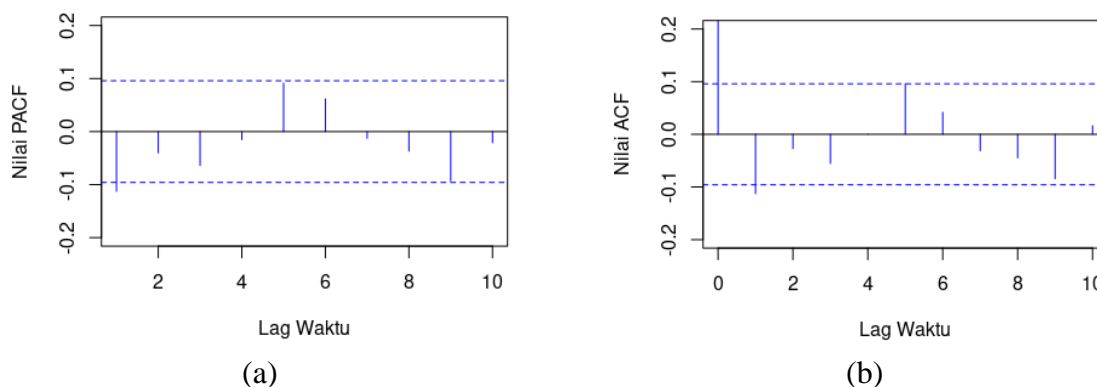
**Gambar 2.** Plot *Box-Cox* Harga Saham

Berdasarkan Gambar 2(a) diperoleh nilai  $\lambda$  sebesar -0,5 menunjukkan data tidak stasioner dalam varians sehingga dilakukan transformasi data. Gambar 2(b) menunjukkan plot hasil transformasi dengan nilai  $\lambda$  adalah 1, maka data sudah stasioner dalam varians. Berikutnya, uji stasioneritas dalam rata-rata menggunakan uji ADF dan nilai *p-value* yang diperoleh adalah 0,19 menunjukkan data tidak stasioner dalam rata-rata sehingga dilakukan diferensiasi dengan nilai  $d = 1$ . Plot hasil diferensiasi data dipresentasikan Gambar 3 berikut.



**Gambar 3.** Plot Hasil Diferensiasi Data Harga Saham

Berdasarkan Gambar 3 nilai *p-value* yang dihasilkan menggunakan uji ADF yaitu 0,01 lebih kecil dari  $\alpha$  menunjukkan data telah stasioner. Selanjutnya, identifikasi orde berdasarkan plot ACF dan PACF data pada Gambar 4.



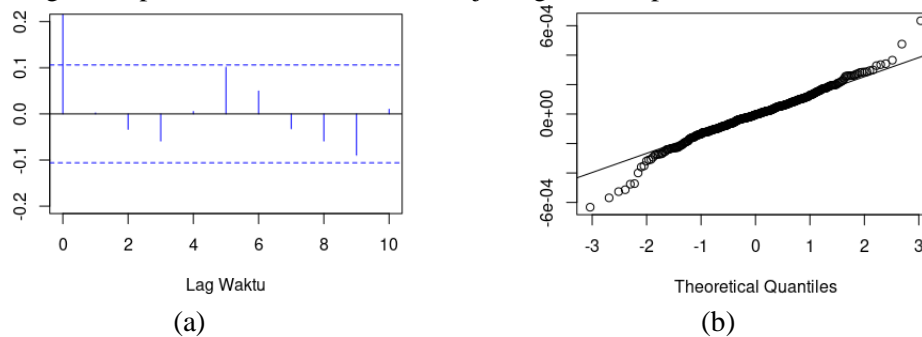
**Gambar 4.** (a) Plot ACF dan (b) PACF

Gambar 4 menunjukkan plot ACF terputus setelah lag ke-1 dan PACF terputus setelah lag ke-1 model ARIMA yang mungkin ARIMA (0,1,1), ARIMA (1,1,1), dan ARIMA (1,1,0). Berikutnya, menentukan hasil estimasi parameter model ditunjukkan Tabel 4 berikut.

**Tabel 4.** Estimasi Parameter Model ARIMA

Model	Parameter	Estimasi	AIC
ARIMA (0,1,1)	$\theta_1$	-0,120	<b>-6156,10</b>
ARIMA (1,1,1)	$\phi_1$	0,279	-6154,79
	$\theta_1$	-0,397	
ARIMA (1,1,0)	$\phi_1$	-0,110	-6155,68

Tabel 4 menunjukkan model ARIMA dengan nilai AIC paling minimum adalah ARIMA (0,1,1) dan dilakukan uji diagnostik pada residual model. Hasil uji diagnostik dipresentasikan Gambar 5 berikut.



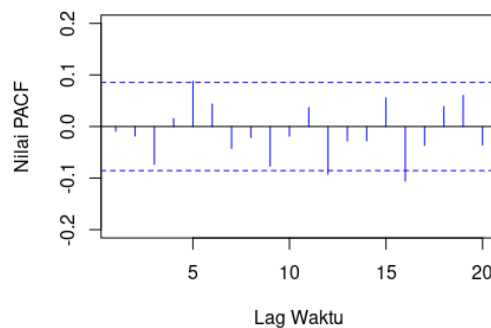
**Gambar 5.** (a) Plot ACF Residual dan (b) Plot  $Q-Q$  Residual

Berdasarkan Gambar 5 plot ACF residual berada dalam batas signifikansi dan pada plot  $Q-Q$  sebaran data mendekati garis diagonal, sehingga model ARIMA (0,1,1) *white noise* dan berdistribusi normal. Persamaan model ARIMA (0,1,1) ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$\hat{L}_t = Y_{t-1} - 0,12\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

**PEMODELAN ANN**

Uji linieritas residual model ARIMA dilakukan dengan uji Terasvirta, diperoleh nilai  $p$ -value sebesar 0,002 lebih kecil dari nilai  $\alpha$  menunjukkan bahwa residual nonlinier. Residual model ARIMA dapat dimodelkan menggunakan ANN. Variabel *input* ANN ditentukan dengan nilai PACF yang signifikan. Plot PACF residual ARIMA ditunjukkan pada Gambar 6.



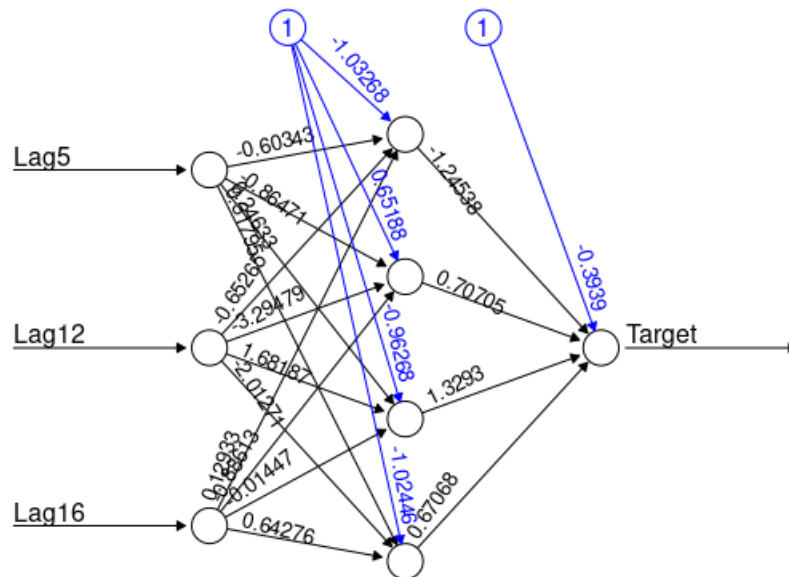
**Gambar 6.** Plot PACF Residual ARIMA

Gambar 6 menunjukkan plot PACF yang signifikan yaitu pada *lag* 5, 12 dan 16. *Input* yang digunakan adalah  $\varepsilon_{t-5}$ ,  $\varepsilon_{t-12}$  dan  $\varepsilon_{t-16}$  dengan nilai target adalah nilai  $\varepsilon_t$ . Selanjutnya, dilakukan proses penyesuaian bobot dan parameter dalam jaringan tersebut berdasarkan data pelatihan adalah *learning*. Hasil *learning* model *hybrid* dipresentasikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Nilai RMSE Model *Hybrid*

Jumlah <i>Neuron</i>	RMSE <i>Training</i>	RMSE <i>Testing</i>
1	63,22	221,52
2	63,14	224,46
3	63,08	227,91
4	63,12	<b>183,52</b>
5	63,12	234,69
6	63,26	260,66
7	63,14	226,34
8	63,25	259,09
9	<b>62,95</b>	228,50
10	63,17	254,33

Tabel 5 menunjukkan bahwa jumlah *neuron* pada *hidden layer* yang memiliki nilai RMSE data *testing* paling minimum. Arsitektur model ANN yang dapat digunakan adalah model ANN (3-4-1) yang menunjukkan bahwa arsitektur memiliki tiga *input*, empat *neuron* pada *hidden layer*, dan satu *output*. Arsitektur model ANN (3-4-1) ditunjukkan pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Arsitektur Model ANN (3-4-1)

Gambar 7 merupakan gambaran asitektur pada proses ANN. Inisialisasi bobot terbentuk sebanyak jumlah *input* dikalikan dengan nilai bobot pada neuron antara *input layer* dengan *hidden layer*. Selanjutnya, dilakukan perhitungan pada *hidden layer* dengan bobot yang telah terinisialisasi menggunakan fungsi aktivasi. Kemudian, dilakukan perhitungan pada *output layer* untuk memperoleh hasil peramalan. Diperoleh nilai estimasi *learning* ANN berdasarkan Gambar 7 dipresentasikan Tabel 6.

**Tabel 6.** Estimasi Parameter *Hybrid Learning* ANN *Output Layer*

Variabel	<i>Output Layer</i>
Bias	-0,394
H(1:1)	-1,245
H(1:2)	0,707
H(1:3)	1,329
H(1:4)	0,671

Tabel 6 menunjukkan hasil estimasi model *hybrid* dengan satu *hidden layer* dan empat *neuron* menggunakan fungsi *sigmoid biner*. Maka secara matematis persamaan *layer output* adalah sebagai berikut:

$$\hat{N}_t = -0,394 - 1,245f_1^{h_1} + 0,707f_2^{h_1} + 1,329f_3^{h_1} + 0,671f_4^{h_1}$$

Dengan:

$$f_1^{h_1} = \frac{1}{1 + e^{-(-1,033 - 0,603\varepsilon_{t-5} - 0,653\varepsilon_{t-12} + 0,129\varepsilon_{t-16})}}$$

$$f_2^{h_1} = \frac{1}{1 + e^{-(-0,652 - 0,865\varepsilon_{t-5} - 3,295\varepsilon_{t-12} - 0,886\varepsilon_{t-16})}}$$

$$f_3^{h_1} = \frac{1}{1 + e^{-(-0,963 + 0,243\varepsilon_{t-5} + 1,682\varepsilon_{t-12} - 0,014\varepsilon_{t-16})}}$$

$$f_4^{h_1} = \frac{1}{1 + e^{-(-1,024 + 0,318\varepsilon_{t-5} - 2,013\varepsilon_{t-12} + 0,643\varepsilon_{t-16})}}$$

### MODEL HYBRID ARIMA-ANN

Model *hybrid* deret waktu adalah  $\hat{Y}_t = \hat{L}_t + \hat{N}_t$ , dengan  $\hat{L}_t$  sebagai komponen *linier* yang merupakan hasil peramalan ARIMA (0,1,1) dan  $\hat{N}_t$  sebagai komponen *nonlinier* yang merupakan hasil peramalan ANN. Permodelan *hybrid* ARIMA-ANN yang terbentuk yaitu:

$$\hat{Y}_t = \hat{L}_t + \hat{N}_t$$

$$= Y_{t-1} - 0,12\varepsilon_{t-1} - 0,394 - 1,245f_1^{h_1} + 0,707f_2^{h_1} + 1,329f_3^{h_1} + 0,671f_4^{h_1}$$

### AKURASI PERAMALAN MODEL HYBRID

Nilai MAPE *training* dan *testing* dengan menggunakan metode *hybrid* ARIMA-ANN yaitu 1,32% dan 5,49%. Hasil peramalan harga saham tertinggi terjadi pada tanggal 14 Desember 2022 dan hasil peramalan terendah terjadi pada tanggal 28 November 2022. Plot hasil peramalan harga penutupan saham ditunjukkan pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Plot Hasil Peramalan Harga Saham

Gambar 7 menunjukkan fluktuasi harga saham Bank Mandiri apabila diprediksi dengan metode *hybrid* ARIMA-ANN. Warna biru menunjukkan data aktual harga saham Bank Mandiri, warna orans menunjukkan peramalan data *training* yang dipengaruhi oleh 16 hari sebelumnya, dan warna abu-abu merupakan hasil peramalan data *testing*.



## PENUTUP

Model Hybrid ARIMA-ANN merupakan gabungan antara model ARIMA dan ANN. Studi kasus yang digunakan adalah data harga saham Bank Mandiri periode Januari 2020 hingga Desember 2021. Kesimpulan yang diperoleh adalah model *hybrid* ARIMA-ANN, dengan ARIMA (0,1,1)-ANN dengan 4 *neuron* pada *hidden layer*. Nilai MAPE *training* dan *testing* ARIMA-ANN diperoleh sebesar 1,32% dan 5,49%. Akurasi peramalan harga saham memiliki nilai MAPE kurang dari 10% yang menunjukkan metode *hybrid* ARIMA-ANN tergolong sangat baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bastian, F., dan Islami, F. S. Peramalan Harga Saham PT. Bank Mandiri (Persero) Tbk. Menggunakan Metode ARIMA. *Jurnal Paradigma Multidisipliner (JPM)*. 2021; 2: 111–118.
  - [2] Darsyah, M. Y., dan Nur, M. S. N. Model Terbaik Arima Dan Winter Pada Peramalan Data Saham Bank. *Jurnal Statistika*. 2016; 4: 30–38.
  - [3] Yahoo Finance. Histori Harga Penutupan Saham Bank Mandiri [Online]. Tersedia di <https://finance.yahoo.com/quote/BMRI.JK/history>.
  - [4] Priyadi, D., dan Mardhiyah, I. Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dalam Peramalan Nilai Harga Saham Penutup Indeks LQ45. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer* 2016; 26: 78–94.
  - [5] Susila, M. R., Jamil, M., dan Santoso, B. H. Akurasi Model Hybrid ARIMA-Artificial Neural Network dengan Model Non Hybrid pada Peramalan Peredaran Uang Elektronik di Indonesia. *Jambura Journal of Mathematics*. 2023; 5: 46–58.
  - [6] Safitri, B. A., Iriany, A., dan Wardhani, N. W. S. Perbandingan Akurasi Peramalan Curah Hujan dengan menggunakan ARIMA, Hybrid ARIMA-NN, dan FFNN di Kabupaten Malang. *Seminar Nasional Official Statistics*. 2021; 1: 245–253.
  - [7] Putera, M. L. S. Peramalan Transaksi Pembayaran Non-Tunai Menggunakan ARIMAX-ANN dengan Konfigurasi Kalender. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*. 2020; 14: 135–146.
  - [8] Prastyo, D. D., Suhartono., Puka, A. O. B., and Lee, M. H. Comparison between Hybrid Quantile Regression Neural Network and Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variable for Forecasting of Currency Inflow and Outflow in Bank Indonesia. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*. 2018; 80: 61–68.
  - [9] Kamadewi, R., dan Achmad, A. I. Pemodelan Hybrid ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) – ANN (Artificial Neural Network) pada Data Inflasi Indonesia Tahun 2009 - 2020. *Prosiding Statistika*. 2021; 7: 33–41.
  - [10] Box, G. E. P., Reinsel, G. C., Jenkins, G. M., and Ljung G. M. *Time Series – Forecasting & Control*. 5th ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2016.
  - [11] Wei, W. W. S. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*. 2nd ed. New York: Pearson Education, 2006.
  - [12] Shumway, R. H., and Stoffer, D. S. *Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples*. 4th ed. Springer Texts in Statistics, 2017.
  - [13] Fahmy, H. Clean Energy Deserves to be an Asset Class: A Volatility-Reward Analysis. *Econ Model*. 2021; 106: 1–44.
  - [14] Sulistyowati, R., Suhartono., Kuswanto, H., Astuti, E. T. Hybrid Forecasting Model To Predict Air Passenger and Cargo in Indonesia. *International Conference on Information and Communications Technology*. 2018; 2018: 442–447.
  - [15] Suhermi, N., Suhartono., Dana, I. M. G. M., dan Prastyo. Pemilihan Arsitektur Terbaik pada Model Deep Learning Melalui Pendekatan Desain Eksperimen untuk Peramalan Deret Waktu Nonlinier. *Statistika*. 2018; 18: 153–159.
  - [16] Zhang, G. P. Time Series Forecasting Using A Hybrid ARIMA and Neural Network Model. *Neurocomputing*. 2003; 50: 159–175.
  - [17] Seno, N. M. L. I., dan Kamila, I. Metode Double Exponensial dalam Peramalan Jumlah Pemohon Paspor. *INTERVAL: Jurnal Ilmiah Matematika*. 2022; 2: 23–31.
-

- RAHMI FADHILLAH : Jurusan Matematika FMIPA Untan, Pontianak  
[rahmifadhillah08@student.untan.ac.id](mailto:rahmifadhillah08@student.untan.ac.id)
- DADAN KUSNANDAR : Jurusan Matematika FMIPA Untan, Pontianak  
[dkusnand@untan.ac.id](mailto:dkusnand@untan.ac.id)
- NUR'AINUL MIFTAHUL HUDA : Jurusan Matematika FMIPA Untan, Pontianak  
[nurainul@fmipa.untan.ac.id](mailto:nurainul@fmipa.untan.ac.id)
-