
PENERAPAN METODE HYBRID ARIMA-ANN UNTUK MEMPREDIKSI HARGA SAHAM PT. BNI (PERSERO) TBK

Ahmad Amrullah^{1*}, Oni Soesanto², Maisarah³

^{1,2,3}Program Studi Statistika Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat,
Kalimantan Selatan, Indonesia

*e-mail corresponding author: ahmadamrull12@gmail.com

Abstract

Stock price is the stock price that occurs in the stock market at a certain time determined by market participants. Stock prices fluctuate up and down from time to time, most investors only use instinct to predict stock prices. Therefore, it is necessary to analyze the time series to predict stock prices. One of the models in time series is ARIMA. However, the ARIMA model has the disadvantage of only being able to follow a linear time sequence pattern. To address these weaknesses, ANN models are used that can follow nonlinear patterns. This is the ARIMA-ANN hybrid. The purpose of this study is to identify the model and determine the accuracy of the Arima-ANN hybrid model and predict the stock price in the next period. The Data used is secondary data from the site investing.com. Determination of ARIMA model is done by dividing the data into training data and testing data. The results obtained by the best ARIMA model is ARIMA (2,1,2) with MAPE 1.468% of the training data. With the best ARIMA model, obtained residuals for ANN input. The result obtained is the best network architecture 5-10-1 learning rate 0.3 with the smallest error value. From the test results of the hybrid model ARIMA-ANN to the testing data obtained MAPE value of 7.024%. Then the prediction for the next 25 days obtained an average of 7915 rupiah per day and MAPE 6.349%.

Keywords: Hybrid ARIMA-ANN, Predictions, Stock

1. PENDAHULUAN

Ditengah pandemi covid-19 yang melanda seluruh dunia banyak sektor bisnis beralih ke bisnis *online*, dampak dari kebijakan negara untuk menanggulangi penyebaran covid-19. Hal ini juga berdampak dari pada kondisi keuangan masyarakat secara umum, mulai pemotongan hubungan kerja (PHK) atau pemotongan upah. Keadaan ini memaksa masyarakat untuk mencari pencarian tambahan. Salah satu mata pencarian yang bisa menjadi pilihan selama pandemi adalah investasi di pasar modal. Menurut data statistik oleh PT Kustodion Sentral Efek (KSEI) terjadi peningkatan jumlah investor dipasar modal yang pada pada tahun hingga tahun 2020 menunjukkan jumlah investor dari 2.484.354 investor menjadi 3.880.753 investor. Berdasarkan data tersebut bisnis dipasar modal menjadi salah satu bisnis yang menjadi pilihan meskipun pandemi covid-19 masih berlangsung. Sebelum berinvestasi saham dipasar modal, investor tidak hanya cukup dengan informasi harga saham pada saat ini, namun juga perlu data historis dimasa lampau. Data historis ini dapat berupa model yang menggambarkan informasi harga saham di masa lampau [1]. Salah satu analisis yang bisa membantu memodelkan data historis adalah analisis runtun waktu.

Analisis runtun waktu adalah jenis peramalan kuantitatif yang memperhitungkan waktu, dimana analisis ini data dikumpulkan secara teratur dari waktu ke waktu untuk menemukan pola pada data sebelumnya [7]. Salah satu metode dalam analisis runtun waktu adalah ARIMA atau (*Autoregressive Integrated Moving Average*) yaitu metode

yang didasarkan pada nilai-nilai variabel yang telah terjadi sebelumnya, kemudian digunakan untuk mengidentifikasi pola data historis kemudian untuk menyelidiki pola-pola dimasa depan. ARIMA, disini lain hanyalah metode standar untuk memodelkan deret waktu linear. Maka oleh karena itu, digunakanlah ANN (*Artificial Neural Network*) yang mampu menangkap pola nonlinear. ANN adalah sistem pemrosesan informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan saraf biologi. Maka diharapkan data dengan pola linear atau nonlinear dapat diatasi dengan menggunakan *hybrid* ARIMA-ANN [10]. Maka digunakanlah *Hybrid* ARIMA ANN untuk melakukan prediksi harga saham.

Salah satu perusahaan yang menerbitkan saham adalah PT Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk yang bergerak disektor Keuangan, sebanyak 60% saham perusahaan ini dimiliki oleh pemerintah dan 40% sahamnya dimiliki oleh masyarakat serta tercatat dalam indeks LQ45. Indeks LQ45 yaitu indeks yang menilai kemampuan 45 perusahaan saham yang mempunyai likuiditas tinggi dan kapitalitas pasar besar dan juga didukung oleh fundamental perusahaan yang bagus[5].

Berdasarkan latar belakang diatas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi model peramalan harga saham PT. BNI (Persero) Tbk menggunakan *Hybrid* ARIMA ANN dan mengetahui model terbaik berdasarkan tingkat akurasi. kemudian untuk memprediksi penutupan harga saham PT. BNI (Persero) Tbk selanjutnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Saham

Saham adalah bukti kepemilikan atas kekayaan sebuah perusahaan yang mengeluarkan saham. Harga saham yaitu harga yang berlaku dipasar bursa pada waktu tertentu yang dipengaruhi oleh pelaku pasar[6].

2.2. ARIMA

Model ARIMA diperkenalkan oleh George box dan Gwilyn Jenkins (1976), kemudian menjelaskan mengenai metodologi untuk identifikasi model, penaksiran model, pengujian parameter model atau dikenal dengan Box-Jenkins. Beberapa model dalam ARIMA adalah *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), ARMA, dan ARIMA.

Autoregressive (AR) beserta orde p dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut.

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Bentuk model *Moving Average* (MA) dengan orde q dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut.

$$Z_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2)$$

ARMA adalah model yang berasal dari gabungan model *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA) atau ditulis dengan notasi ARMA (p,q) dengan persamaan sebagai berikut.

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (3)$$

ARIMA merupakan model yang mengikuti model ARMA yang telah dilakukan *differencing* sebanyak d untuk mencapai data stasioner dengan notasi ARIMA (p,d,q) dengan persamaan sebagai berikut.

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_0 + \theta_q(B)\varepsilon_t \quad (4)$$

2.3. Artificial Neural Network

ANN dikembangkan sebagai generalisasi matematika dari jaringan saraf biologi manusia yang didasarkan pada asumsi adalah pengolahan informasi pada elemen sederhana, dihubungkan saluran penghubung, memiliki bobot yang bersesuaian dan setiap neuron merupakan fungsi aktivasi keluarannya

2.4. Algoritma Backpropagation

Menurut Fausett (1994) terdapat tiga tahapan dalam pelatihan jaringan dengan *backpropagation* yaitu tahap *feedforward*, tahap *backpropagation*, dan *update* bias dan bobot.

2.5. Model Hybrid ARIMA-ANN

Zhang (2003) membentuk model runtun waktu yang terdiri dari komponen linear dan komponen nonlinear, dengan persamaan sebagai berikut.

$$\hat{Y}_t = L_t + N_t \quad (5)$$

Yang mana L_t adalah komponen linear yang dimodelkan dengan ARIMA, sedangkan N_t adalah komponen nonlinear yang dimodelkan dengan ANN.

2.6. Pemilihan Model Terbaik

Untuk memilih model terbaik dari model digunakan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE). MAPE adalah perhitungan yang digunakan untuk menghitung persentasi kesalahan mutlak. Rumus dari MAPE adalah sebagai berikut.

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|Aktual - Forecast|}{Aktual}}{n} \times 100\% \quad (5)$$

Model peramalan yang baik ditandai dengan semakin rendahnya/ kecilnya nilai dari MAPE.

3. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari situs investing.com. variabel yang digunakan adalah penutupan harga saham PT. BNI (Persero) Tbk.

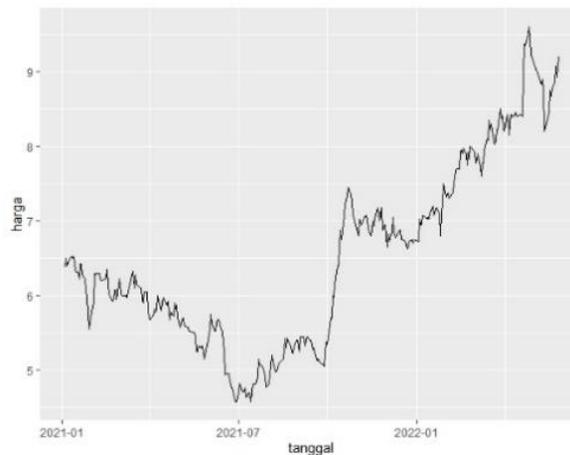
Penelitian ini akan dilaksanakan melalui tahapan sebagai berikut:

- 1) Melakukan analisis deskriptif pada data penutupan harga saham PT. BNI (Persero) Tbk
- 2) Melakukan uji stasioner, baik uji stasioner dalam rata-rata (*mean*) dan stasioner dalam ragam. Jika data belum stasioner, maka data ditransformasi untuk mencapai stasioner dalam varian dan dilakukan *differencing* untuk mencapai data yang stasioner dalam varian.
- 3) Membagi data menjadi data pelatihan dan data pengujian.
- 4) Menentukan model ARIMA sementara menggunakan plot ACF dan PACF.
- 5) Melakukan uji signifikan parameter dan uji *white noise* dari model yang terbentuk.
- 6) Pengolahan residual ARIMA untuk pelatihan arsitektur jaringan ANN.
- 7) Pemodelan residual ANN menggunakan algoritma *backpropagation* (tahap *feedforward*, tahap *backpropagation*, *update* bias dan bobot).

- 8) Pemodelan *hybrid* ARIMA-ANN menggunakan model ARIMA terbaik dan arsitektur ANN terbaik.
- 9) Menghitung nilai MAPE dari model *hybrid* ARIMA-ANN untuk melihat tingkat akurasi peramalan.
- 10) Interpretasi hasil dan kesimpulan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

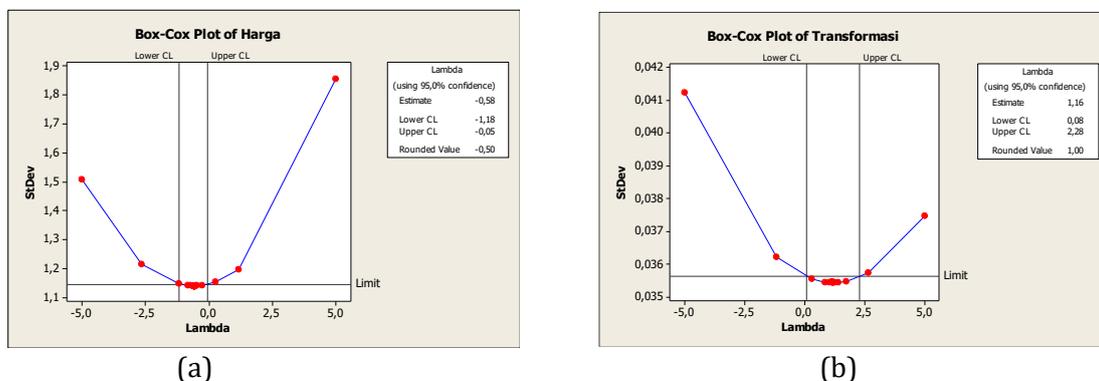
Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data penutupan saham PT. BNI (Persero) Tbk yang diambil dari Januari 2021 sampai Mei 2022 pada situs investing.com.



Gambar 1. Plot Data Penutupan Harga Saham PT. BNI (persero) Tbk

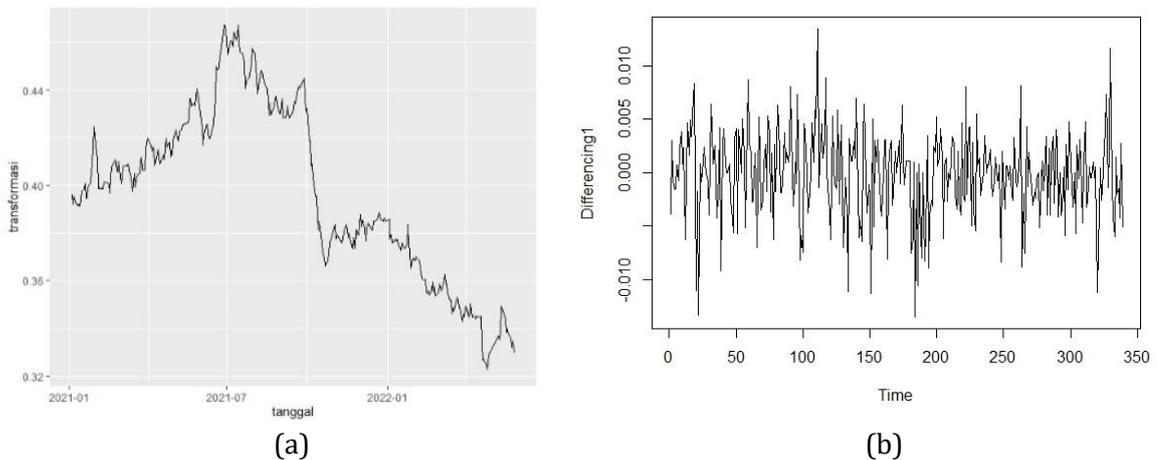
Pada data yang diambil memiliki jumlah data sebanyak 340 dengan rata-rata 6473 rupiah/hari. Nilai tertinggi mencapai 9600 rupiah dan harga terendah mencapai harga 4580 rupiah.

Sebelum melakukan analisis dalam ARIMA, akan dicek apakah data yang digunakan stasioner dalam rata-rata (*mean*) dan stasioner dalam varian. Untuk melihat data stasioner dalam varian dapat dilihat menggunakan *Box-Cox transformation*. Jika nilai *rounded value* sama dengan 1 maka data sudah stasioner dalam varian, sedangkan jika nilai *rounded value* tidak sama dengan satu maka data perlu dilakukan transformasi untuk mencapai nilai *rounded value* sama dengan 1.



Gambar 2. Plot Box-Cox (a) Data Harga Saham; (b) Data Harga Saham Transformasi

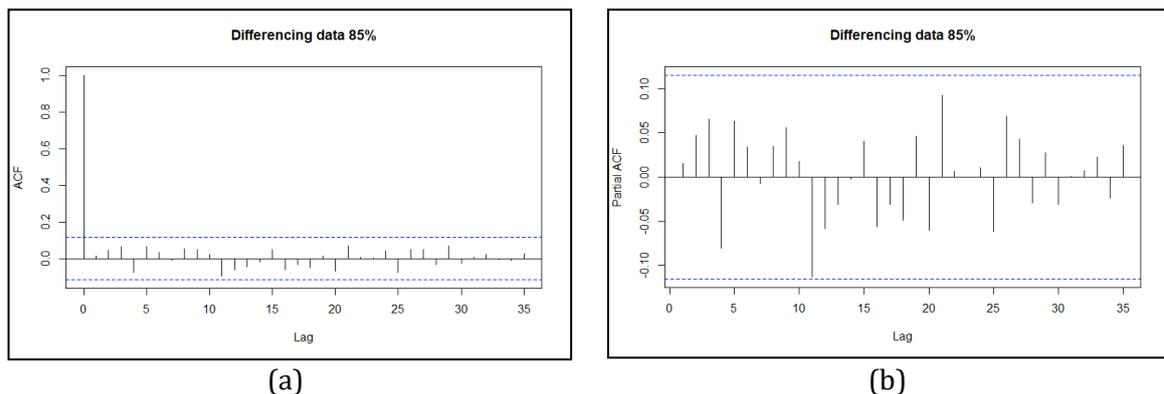
Gambar 2(a) menunjukkan nilai *rounded value* bernilai -0.50. hal ini menandakan data masih belum stasioner dalam varian, maka oleh karena itu dilakukan transformasi data. Setelah dilakukan transformasi nilai *rounded value* sudah bernilai 1. Hal ini menunjukkan data sudah stasioner dalam varian pada Gambar 2(b). Dari data yang telah ditransformasi, selanjutnya diperiksa melalui plot data apakah data sudah stasioner dalam rata-rata.



Gambar 3. Plot data (a) harga saham yang telah ditransformasi; (b) setelah *differencing*

Gambar 3(a) menampilkan data masih belum bergerak disekitar rata-rata dan masih ada unsur *trend* dalam data, maka dapat dikatakan bahwa data belum stasioner dalam rata-rata. Untuk menstasioner data dalam rata-rata maka dilakukan proses *differencing*. Setelah dilakukan *differencing* data pada Gambar 3(b) bahwa data sudah berfluktuatif disekitar titik nol, maka dapat dikatakan data sudah stasioner dalam rata-rata.

Selanjutnya dilakukan identifikasi model ARIMA sementara dengan menggunakan plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) yang disajikan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. (a) Plot *Autocorrelation Function*; (b) Plot *Parciall Autocorrelation Function*

Gambar 4(a) dan (b) adalah plot ACF dan PACF dari data yang telah stasioner. plot ACF dan PACF digunakan untuk identifikasi model ARIMA sementara. Pada plot ACF dan PACF di atas tidak ada lag yang keluar dari taraf signifikan sehingga untuk model sementara dicobakan semua model yang mungkin yaitu ARIMA (1,1,0), ARIMA (2,1,0), ARIMA (3,1,0), ARIMA (0,1,1), ARIMA (0,1,2), ARIMA (0,1,3), ARIMA (1,1,1), ARIMA (2,1,1), ARIMA (3,1,1), ARIMA (1,1,2), ARIMA (2,1,2), ARIMA (3,1,2), ARIMA(1,1,3), ARIMA (2,1,3) dan ARIMA (3,1,3).

Tahap selanjutnya adalah menduga parameter model dan uji signifikan parameter model dari model yang telah ditentukan sebelumnya. Model dikatakan layak apabila nilai seluruh probabilitas parameter model $\leq 0,05$ atau $t_{hitung} > t_{tabel}$.

Tabel 1. Estimasi Parameter Model dan Uji Signifikan

| Model | Koefesien | | T_{hitung} | p-value |
|----------------------|--------------|-----------------|----------------|--------------|
| ARIMA(3,1,1) | AR(1) | -0.54104 | -2.3251 | 0.020 |
| | AR(2) | 0.04069 | 0.6104 | 0.541 |
| | AR(3) | 0.13775 | 2.3324 | 0.019 |
| | MA(1) | 0.51944 | 2.2613 | 0.023 |
| ARIMA (2,1,2) | AR(1) | -0.49229 | -16.238 | 0.000 |
| | AR(2) | -0.91983 | -35.562 | 0.000 |
| | MA(1) | 0.48105 | 39.882 | 0.000 |
| | MA(2) | 0.99999 | 56.110 | 0.000 |
| ARIMA(3,1,2) | AR(1) | -0.80767 | -2.7183 | 0.006 |
| | AR(2) | -0.40264 | -1.5896 | 0.111 |
| | AR(3) | 0.13077 | 2.0576 | 0.039 |
| | MA(1) | 0.79186 | 2.6521 | 0.007 |
| | MA(2) | 0.45304 | 1.8467 | 0.064 |
| ARIMA(1,1,3) | AR(1) | -0.55739 | -2.0334 | 0.042 |
| | MA(1) | 0.54345 | 1.9950 | 0.046 |
| | MA(2) | 0.04787 | 0.6840 | 0.493 |
| | MA(3) | 0.12220 | 2.1730 | 0.029 |
| ARIMA(2,1,3) | AR(1) | 0.90027 | -3.5904 | 0.000 |
| | AR(2) | -0.58364 | -2.8413 | 0.004 |
| | MA(1) | 0.88805 | 3.5588 | 0.000 |
| | MA(2) | 0.63918 | 2.9725 | 0.003 |
| | MA(3) | 0.13055 | 2.0907 | 0.036 |
| ARIMA(3,1,3) | AR(1) | -1.10498 | -2.8549 | 0.004 |
| | AR(2) | -0.88819 | -1.9801 | 0.048 |
| | AR(3) | -0.25397 | -0.6562 | 0.512 |
| | MA(1) | 1.09238 | 2.9222 | 0.003 |
| | MA(2) | 0.93476 | 2.2397 | 0.025 |
| | MA(3) | 0.37020 | 1.0243 | 0.305 |

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa model ARIMA (2,1,2) dan model ARIMA (2,1,3) memiliki nilai p -value tidak melebihi taraf signifikan (0,05) pada seluruh parameter model. Maka oleh karena itu, dapat dikatakan kedua model tersebut sudah signifikan. Selanjutnya model yang telah signifikan akan di uji proses *white noise* dan kemudian dilihat nilai MAPE untuk memilih model yang digunakan untuk pemodelan. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Proses *White Noise*

| Model | Lag | Db | Q hitung | <i>p-value</i> | MAPE |
|---------------|-----|----|----------|----------------|--------|
| ARIMA (2,1,2) | 36 | 31 | 20.6890 | 0.9808 | 1.468% |
| ARIMA (2,1,3) | 36 | 30 | 15.6420 | 0.9865 | 1.508% |

Model dikatakan memenuhi proses *white noise* jika nilai *p-value* bernilai $> \alpha$ (0,05). Berdasarkan Tabel 2 kedua model memiliki nilai *p-value* lebih besar dari pada 0.05 maka kedua model sudah memenuhi asumsi uji proses *white noise*. Berdasarkan Tabel 2 model ARIMA (2,1,2) memiliki nilai MAPE yang paling kecil dengan nilai sebesar 1.468% maka model ARIMA tersebut digunakan untuk pemodelan dengan persamaan sebagai berikut.

$$Z_t = -0,49229Z_{t-1} - 0,91983Z_{t-2} + \varepsilon_t - 0,48105\varepsilon_{t-1} - 0,99999\varepsilon_{t-2}$$

Setelah mendapat model ARIMA terbaik, kemudian dilanjutkan dengan memodelkan residual ARIMA dengan ANN. Arsitektur jaringan ANN menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid bipolar*, terdiri dari 5 neuron di *input layer*, *hidden layer* 1-10 neuron, *output layer* 1 neuron dan *learning rate* 0.1 sampai 0.9. Arsitektur ANN yang digunakan adalah arsitektur dengan nilai *error* yang paling kecil yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pelatihan Rancangan ANN

| Input layer | Hidden layer | Learning rate | Error |
|-------------|--------------|---------------|---------------|
| 5 | 1 | 0.5 | 1.9054 |
| | 2 | 0.1 | 1.7406 |
| | 3 | 0.5 | 1.6972 |
| | 4 | 0.7 | 1.5152 |
| | 5 | 0.1 | 1.1631 |
| | 6 | 0.6 | 1.3567 |
| | 7 | 0.3 | 1.2873 |
| | 8 | 0.7 | 1.3456 |
| | 9 | 0.9 | 1.1933 |
| | 10 | 0.3 | 1.0992 |

Pada Tabel 3 menunjukkan arsitektur jaringan dengan 5 neuron di *input layer*, 10 neuron di *hidden layer*, 1 neuron di *output layer* dengan *learning rate* 0.3 memiliki nilai *error* yang paling kecil dengan nilai 1.0992, sehingga arsitektur tersebut digunakan untuk pemodelan *hybrid* ARIMA-ANN. Setelah memperoleh model ARIMA terbaik dan ANN terbaik, maka persamaan *hybrid* ARIMA-ANN yang digunakan untuk memprediksi harga saham PT.BNI (Persero) Tbk, yaitu :

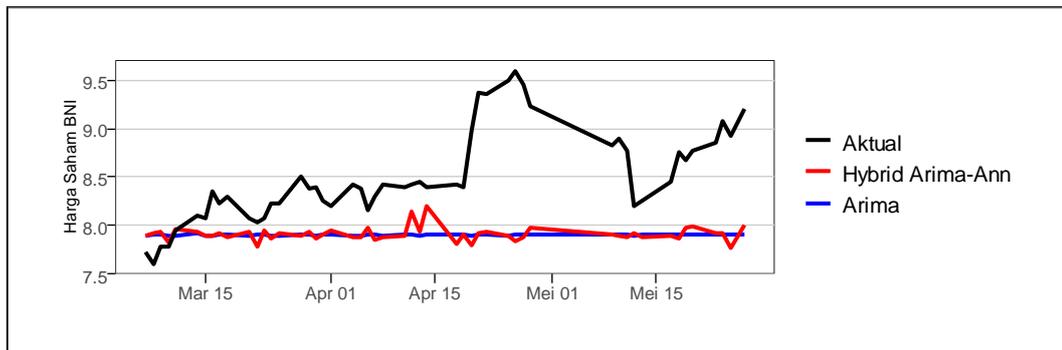
$$\hat{y}_t = ARIMA (2,1,2) + ANN (5 - 10 - 1)$$

Kemudian dihitung nilai MAPE dari model ARIMA (2,1,2) dengan model *hybrid* ARIMA-ANN yang telah didapat menggunakan data *testing*, sehingga didapatkan hasil perbandingan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Nilai MAPE model ARIMA dan *Hybrid* ARIMA-ANN

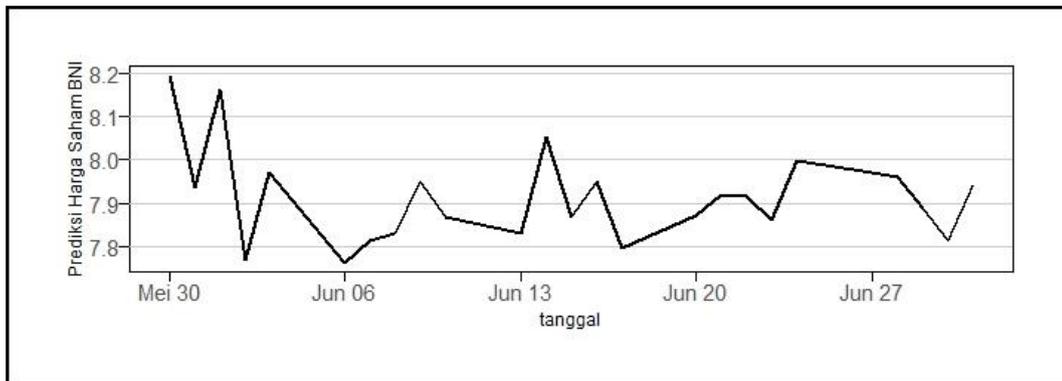
| Metode | Model | MAPE |
|-------------------------|-------------------------------|--------|
| <i>Hybrid</i> ARIMA-ANN | ARIMA (2,1,2) ANN (5-10-1) | 7,024% |
| ARIMA | ARIMA (2,1,2) | 7.138% |

Dari Tabel 4 di atas, bahwa model *hybrid* ARIMA-ANN mempunyai nilai MAPE yang paling kecil dibandingkan dengan ARIMA biasa, maka model *hybrid* ARIMA-ANN tersebut lebih baik untuk digunakan. Selain itu, nilai ramalan model ARIMA sedikit kurang akurat dibandingkan dengan nilai peramalan model *hybrid* ARIMA-ANN, seperti yang tersajikan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Plot Ramalan Model *Hybrid* ARIMA-ANN dan Model ARIMA

Dengan model *hybrid* ARIMA-ANN yang diperoleh dilakukan prediksi penutupan harga saham PT. BNI (Persero) Tbk untuk 25 hari selanjutnya. Dan hasil prediksi model *hybrid* ARIMA-ANN disajikan pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Hasil Ramalan *Hybrid* ARIMA-ANN

Dari Gambar 6 menunjukkan nilai ramalan dengan model *hybrid* ARIMA-ANN berfluktuatif disekitar harga 7915 rupiah, harga tertinggi terjadi pada tanggal 30 Mei dengan harga 8,1949 rupiah. Sedangkan harga terendah terjadi pada tanggal 6 Juni dengan harga 7,760 rupiah, dan selanjutnya nilai MAPE hasil dari prediksi dibandingkan dengan data riil sebesar 6.349%.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan diatas, dapat disimpulkan model ARIMA (2,1,2) memiliki nilai MAPE terendah dengan nilai 1,468% pada data pelatihan dan telah lulus uji signifikan dan proses *white noise* sehingga model ARIMA dengan persamaan:

$$Z_t = -0,49229Z_{t-1} - 0,91983Z_{t-2} + \varepsilon_t - 0,48105\varepsilon_{t-1} - 0,99999\varepsilon_{t-2}$$

sudah dikatakan layak untuk peramalan data penutupan harga saham PT. BNI (Persero) Tbk. Kemudian residual dari model ARIMA tersebut, dilanjutkan dengan *hybrid* menggunakan ANN sehingga didapatkan arsitektur jaringan dengan lima neuron di *input layer*, di *hidden layer* dengan sepuluh neuron dan satu neuron di *output layer* menggunakan nilai *learning rate* 0.3 diperoleh nilai *error* sebesar 1.0992.

Sehingga model *hybrid* ARIMA-ANN adalah ARIMA (2,1,2) ANN (5-10-1) untuk meramalkan penutupan harga saham PT.BNI (Persero) Tbk. Hasil evaluasi model *hybrid* ARIMA (2,1,2) ANN (5-10-1) menggunakan MAPE terhadap data *testing* dari data penutupan harga saham PT. BNI (Persero) Tbk memiliki nilai akurasi sebesar 7.024%, nilai ini lebih kecil dibandingkan dengan model ARIMA (2,1,2). Kemudian hasil dari prediksi 25 hari selanjutnya menggunakan *hybrid* ARIMA (2,1,2) ANN (5-10-1) pada data penutupan harga saham PT. BNI (Persero) Tbk memiliki rata-rata 7915 rupiah per hari dan nilai MAPE sebesar 6.349%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amiroch, Siti. 2013. Prediksi Harga Saham Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation. *UJMJ*, 1(1).
- [2] BNI."Sejarah" .*bni.co.id*. <https://www.bni.co.id/id-id/perusahaan/tentangbni/sejarah>. (June 23, 2022)
- [3] djkn.kemenkeu.go.id. (2021, 31 Maret). Aktivitas Pasar Modal Indonesia di Era Pandemi. Diakses pada 13 November 2021, dari <https://www.djkn.kemenkeu.go.id/kpkn-kupang/baca-artikel/13817/Aktivitas-Pasar-Modal-Indonesia-Di-Era-Pandemi.html>
- [4] Fausset, L. 1994. *Fundamental of Neural Network: Architecture, Algorithm, and Application*. New Jersey: Prentice-Hall.
- [5] Indonesia, Bursa Efek. 2020. "PT Bursa Efek Indonesia." *Idx*: 1. <https://www.idx.co.id/produk/indeks/> (June 24, 2022).
- [6] Jogiyanto. 2003. *Teori Portofolio dan Analisis Investasi*. Yogyakarta: Penerbit BPFE.
- [7] Makridakis, S., Wheelwright, S.C., & McGee. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Edisi Kedua. Bina Rupa Aksara, Jakarta.
- [8] PT Kustodian Sentral Efek Indonesia, Statistik Pasar Modal Indonesia. 2021. PT Kustodian Sentral Efek Indonesia: https://www.ksei.co.id/publications/demografi_investor

- [9] W. W. S. Wei, Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods SECOND EDITION. 2006
- [10] Zhang, G.P., Time Series Forecasting using a Hybrid ARIMA and Neural Networks Model, *Neurocomputing*, 2003, 50: 159-175.