

IMPLEMENTASI PAKET SHINY PADA PEMODELAN *MULTISCALE* *AUTOREGRESSIVE* UNTUK DATA HARGA SAHAM BBRI

Bahtiar Ilham Triyunanto¹, Suparti², Rukun Santoso³

^{1,2,3}Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

bahtiarilham45@gmail.com

ABSTRACT

Stocks are an investment that attract people because they can earn large profits by having claim rights to the company's income and assets so investors have to observe stock price movements in the future to achieve investment goals. One of the statistical methods for time series data modeling is ARIMA. However, modeling assumptions must be fulfilled to use that method so an alternative model is proposed, namely nonparametric regression model, which has no modeling assumptions requirement. In this study, the nonparametric regression *multiscale autoregressive* (MAR) with two different filter and decomposition level J are compared to choose the best model and forecast it. The data are closing stock price, high stock price and low stock price of BBRI's stocks that divided into 2 parts, namely in sample data from March 19, 2020 to February 4, 2021 to form a model and out sample data from February 5, 2021 to March 23, 2021 used for evaluation of model performance based on MAPE values. The chosen best model for each stock price are the MAR model with wavelet haar filter and decomposition level 5 for the closing stock price which produces a MAPE value of 1.194%, the MAR model with wavelet haar filter and decomposition level 5 for the high stock price which produces a MAPE value of 1.283%, and the MAR model with a wavelet haar filter and decomposition level 5 for the low stock price which produces a MAPE value of 1.141%, indicating that the models have excellent forecasting capability. In this study, Graphical User Interface (GUI) using R software with the help of shiny package is also built, making data analyzing easier and generating more interactive display output.

Keywords: Stocks, wavelet transformation, MAR, MAPE, GUI

1. PENDAHULUAN

Saham merupakan salah satu jenis efek atau surat berharga yang umumnya dijual di pasar modal. Perusahaan yang perkembangannya baik umumnya akan memberikan hasil investasi (Tandelilin, 2010). Saham menjadi pilihan investasi yang menarik karena dapat memperoleh untung yang besar yaitu memiliki hak klaim atas penghasilan dan aktiva perusahaan serta dapat menjadi penghasilan utama saat masa pensiun atau menjelang hari tua nanti sehingga banyak orang mulai tertarik menanamkan saham.

Dalam menanam saham, pengguna tidak ingin salah dalam menanam saham yang mengakibatkan kerugian. Oleh karena itu pergerakan saham perlu diamati sehingga dapat menentukan waktu yang tepat untuk menanam saham.

Ada banyak model yang digunakan untuk memprediksi masa yang akan datang, salah satu model yang umum digunakan adalah model ARMA. Namun pada pemodelan ARMA terdapat asumsi-asumsi yang harus dipenuhi yaitu stasioneritas, normalitas residual, nonautokorelasi residual, dan homoskedastisitas residual. Sehingga digunakan model alternatif regresi nonparametrik yang tidak terikat asumsi pemodelan.

Salah satu metode regresi nonparametrik yaitu *multiscale autoregressive* (MAR). Model MAR diadaptasi dari model runtun waktu AR dengan input yang digunakan adalah koefisien wavelet dan skala yang diperoleh dengan mendekomposisi menggunakan *maximum overlap discrete wavelet transformation* (MODWT). Perhitungan MAR termasuk rumit sehingga dibutuhkan *Graphical User Interface* (GUI) untuk memudahkan pengguna dalam analisis data dan menampilkan output yang lebih menarik.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja dari model MAR menggunakan kriteria MAPE *out sample* dan melakukan forecasting data harga saham BBRI harian yang meliputi harga penutupan, harga tertinggi dan harga terendah sehingga pengguna dapat menentukan waktu yang tepat untuk menanam saham.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Harga Saham

Harga saham merupakan salah satu indikator yang digunakan untuk menilai berhasil atau tidaknya perusahaan dalam mengelola usaha miliknya. Semakin naiknya harga saham perusahaan di bursa efek akan meningkatkan kepercayaan investor terhadap modal yang telah dikeluarkan investor tersebut. Sebaliknya, semakin rendah harga saham perusahaan tersebut dibursa efek maka akan mengurangi kepercayaan investor akan nilai perusahaan (Zuliarni, 2012)

2.2. Analisis Runtun Waktu

Analisis runtun waktu (*time series*) adalah sebuah metode statistik yang dipakai untuk menemukan pola data di masa lalu yang dapat digunakan untuk meramalkan pola data di masa yang akan datang. Salah satu model yang umum digunakan adalah model ARIMA. Model ARIMA (p,d,q) secara umum ditulis dalam persamaan matematis sebagai berikut

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_q A_t \quad (1)$$

2.3. Fungsi wavelet

Fungsi wavelet merupakan fungsi matematika yang mempunyai sifat-sifat tertentu, antara lain berosilasi disekitar nol, terlokalisasi dalam domain waktu dan frekuensi serta membentuk sebuah basis ortogonal dalam $L^2(R)$ (Lestari dan Subanar, 2015). Fungsi wavelet dibedakan atas dua fungsi, yaitu wavelet ayah (ϕ) dan wavelet ibu (ψ) yang memiliki sifat sebagai berikut:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \phi(x) dx = 1 \quad \text{dan} \quad \int_{-\infty}^{\infty} \psi(x) dx = 0 \quad (2)$$

Dengan gabungan proses dilatasi penskalaan dan proses translasi atau pergeseran posisi menghasilkan jenis wavelet ortogonal, yaitu:

$$\phi_{j,k}(x) = 2^{-j/2} \phi((2)^{-j} x - k) \quad \text{dan} \quad \psi_{j,k}(x) = 2^{-j/2} \psi((2)^{-j} x - k) \quad (3)$$

2.4. Transformasi Wavelet Diskrit

Transformasi wavelet diskrit (DWT) merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk menghitung koefisien dari aproksimasi barisan wavelet. Secara sistematis DWT dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\mathbf{w} = \mathbf{W}\mathbf{X} \quad (4)$$

dengan:

\mathbf{w} : koefisien DWT

\mathbf{W} : matriks transformasi berukuran $n \times n$

matriks transformasi \mathbf{W} dibentuk dengan translasi dan dilatasi filter \mathbf{h} dan \mathbf{g} yang diberikan dengan tetap mempertahankan sifat-sifat filter pada setiap operasi translasi dan dilatasi.

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} h_1^{(1)} & h_0^{(1)} & 0 & \dots & 0 & h_{L-1}^{(1)} & \dots & h_2^{(1)} \\ h_3^{(1)} & h_2^{(1)} & h_1^{(1)} & h_0^{(1)} & 0 & \dots & h_5^{(1)} & h_4^{(1)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & h_{L-1}^{(1)} & h_{L-2}^{(1)} & \dots & h_1^{(1)} & h_0^{(1)} \\ h_3^{(2)} & h_2^{(2)} & h_1^{(2)} & h_0^{(2)} & \dots & h_{3L-2}^{(2)} & \dots & h_4^{(2)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{2^{j-1}}^{(j)} & h_{2^{j-2}}^{(j)} & \dots & \dots & \dots & \dots & h_1^{(j)} & h_0^{(j)} \\ g_{2^{j-1}}^{(j)} & g_{2^{j-2}}^{(j)} & \dots & \dots & \dots & \dots & g_1^{(j)} & g_0^{(j)} \end{bmatrix}$$

2.5. Maximal Overlap Discrete Wavelet Transformation

Maximal Overlap Discret Wavelet Transform (MODWT) dapat mengeliminasi reduksi data menjadi setengahnya (down-sampling) sehingga dalam setiap level akan terdapat koefisien wavelet dan skala sebanyak panjang data (Percival dan Walden, 2000) sehingga lebih sesuai untuk pemodelan pada *time series* dibandingkan dengan DWT. Secara sistematis MODWT dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\tilde{\mathbf{w}} = \tilde{\mathbf{W}}\mathbf{X} \quad (5)$$

dengan:

$\tilde{\mathbf{w}}$: koefisien wavelet MODWT pada level ke j

$\tilde{\mathbf{W}}$: matriks transformasi MODWT berukuran $n \times n$

Dengan mendefinisikan $\tilde{\mathbf{V}}$ yang merupakan matriks $N \times N$ yang berisikan filter $\tilde{\mathbf{g}}$ dan $\tilde{\mathbf{W}}$ adalah matriks $N \times N$ yang berisikan filter $\tilde{\mathbf{h}}$, sehingga diperoleh matriks filter wavelet $\tilde{\mathbf{W}}$ dan matriks filter skala $\tilde{\mathbf{V}}$ sebagai berikut:

$$\tilde{\mathbf{W}} = \begin{bmatrix} \tilde{h}_0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \tilde{h}_3 & \tilde{h}_2 & \tilde{h}_1 \\ \tilde{h}_1 & \tilde{h}_0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \tilde{h}_3 & \tilde{h}_2 \\ \tilde{h}_2 & \tilde{h}_1 & \tilde{h}_0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \tilde{h}_3 \\ \tilde{h}_3 & \tilde{h}_2 & \tilde{h}_1 & \tilde{h}_0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \tilde{h}_3 & \tilde{h}_2 & \tilde{h}_1 & \tilde{h}_0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & \tilde{h}_3 & \tilde{h}_2 & \tilde{h}_1 & \tilde{h}_0 \end{bmatrix} \quad \tilde{\mathbf{V}} = \begin{bmatrix} \tilde{g}_0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \tilde{g}_3 & \tilde{g}_2 & \tilde{g}_1 \\ \tilde{g}_1 & \tilde{g}_0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \tilde{g}_3 & \tilde{g}_2 \\ \tilde{g}_2 & \tilde{g}_1 & \tilde{g}_0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \tilde{g}_3 \\ \tilde{g}_3 & \tilde{g}_2 & \tilde{g}_1 & \tilde{g}_0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \tilde{g}_3 & \tilde{g}_2 & \tilde{g}_1 & \tilde{g}_0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & \tilde{g}_3 & \tilde{g}_2 & \tilde{g}_1 & \tilde{g}_0 \end{bmatrix}$$

2.6. Model Runtun Waktu Wavelet

Peramalan data deret waktu yang dihasilkan dengan menggunakan wavelet adalah peramalan dengan menggunakan data yang telah mengalami pra pemrosesan melalui transformasi wavelet sehingga dapat dilakukan peramalan data dengan baik (Suhartono, dkk, 2010). Dalam penggunaannya, data dimodelkan dengan menginput lag pada model ARIMA menggunakan koefisien wavelet dan skala dengan rumus sebagai berikut:

$$X = \tilde{W}^T \tilde{w} = \sum_{n=0}^{N-1} \tilde{w}_n \tilde{W}_n = \sum_{j=1}^J \tilde{W}_j^T \tilde{w}_j + \tilde{V}_j^T \tilde{v}_j \quad (6)$$

dengan :

- X : data berukuran nx1
- \tilde{w} : koefisien MODWT berukuran nx1
- \tilde{W} : matriks transformasi MODWT berukuran nxn
- \tilde{W}_j : matriks transformasi MODWT pada level ke j
- \tilde{V}_j : matriks transformasi MODWT pada level ke J
- \tilde{w}_j : koefisien MODWT pada level ke j
- \tilde{v}_j : koefisien MODWT pada level ke J

2.7. Multiscale Autoregressive

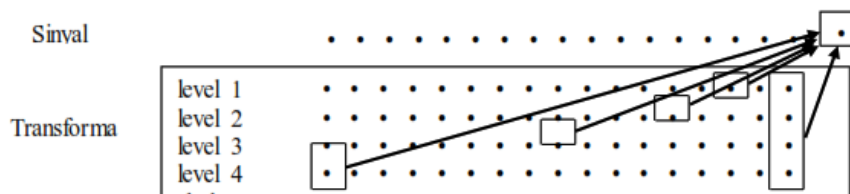
pemodelan wavelet *Multiscale Autoregressive* adalah Model yang diadaptasi dari model runtun waktu AR dengan input yang digunakan adalah koefisien wavelet dan skala yang diperoleh dengan mendekomposisi menggunakan *maximum overlap discrete wavelet transformation* (MODWT). persamaan dari *Multiscale Autoregressive* adalah sebagai berikut:

$$\hat{X}_{t+1} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^{A_j} \hat{a}_{j,k} \tilde{w}_{j,t-2^j(k-1)} + \sum_{k=1}^{A_{j+1}} \hat{a}_{j+1,k} \tilde{v}_{j,t-2^j(k-1)} \quad (6)$$

dengan :

- \hat{X} : nilai prediksi dari X
- \hat{a} : parameter yang ditaksir
- A_j : banyaknya koefisien yang terpilih pada setiap j
- \tilde{w} : koefisien wavelet MODWT
- \tilde{v} : koefisien skala MODWT

Pengambilan banyaknya koefisien yang terpilih pada setiap j lompat sebanyak 2^j karena untuk menghindari adanya multikolinieritas akibat perhitungan dari setiap pergeseran interval waktu saat dilakukan MODWT (Suparti, dkk, 2018).



Gambar 1 Koefisien Wavelet dan Skala yang Terpilih Untuk Prediksi Pada J=4 dan $A_j=2$

Pemilihan model terbaik MAR yang teridentifikasi diawali dengan uji asumsi yang terdiri dari uji normalitas residual, nonautokorelasi residual, dan homoskedastisitas residual, kemudian menghitung nilai RMSE, AIC atau SIC masing-masing model. Model terbaik adalah model yang memenuhi semua asumsi dan memiliki RMSE, AIC, atau SIC terkecil.

2.8. Evaluasi Kinerja Model

Evaluasi kinerja model menggunakan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) data *out sample*. MAPE yaitu persentase rata-rata nilai absolut *error* dibagi data aktualnya yang dirumuskan sebagai berikut:

$$MAPE = \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \times 100\% \quad (7)$$

Nilai MAPE adalah MAPE < 10% berarti model memiliki kemampuan peramalan yang sangat baik, 10% ≤ MAPE < 20% berarti model memiliki kemampuan peramalan yang baik, 20% ≤ MAPE < 50% berarti model memiliki kemampuan peramalan cukup baik, dan MAPE > 50% berarti model memiliki kemampuan peramalan yang buruk (Chen et al., 2003).

2.9. Graphical User Interface (GUI) Program R

Pembuatan *Graphical User Interface* pada penelitian ini menggunakan paket *Shiny* program R. *Shiny* terdiri dari dua komponen yaitu *User Interface* (UI), dan *Server*. Pada bagian *User Interface* bermanfaat untuk panel kontrol, pemasukan nilai input, dan penyajian output. *Server* pada *shiny* merupakan otak dari program yang bertugas melakukan simulasi, berbagai analisis data sesuai pilihan pengguna dan selanjutnya mengirim hasilnya ke bagian output (Tirta, 2014).

3. METODE PENELITIAN

3.1. Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang bersumber dari *database* harga saham BBRI milik id.investing.com. Data yang didapat merupakan data time series harga saham harian BBRI periode 19 Maret 2020 sampai 23 Maret 2021 sebanyak 211 data *in sample* yang digunakan untuk pemodelan MAR dan menentukan model terbaik dari beberapa model MAR, sementara 31 data *out sample* digunakan untuk mengevaluasi kinerja model untuk digunakan sebagai model peramalan.

3.2. Langkah-langkah Analisis

Dalam penelitian ini menggunakan software R 3.6.2 dengan bantuan GUI R dari paket *Shiny*. Adapun tahapan analisis data sebagai berikut:

1. Menyiapkan aplikasi GUI R sesuai dengan kebutuhan analisis.
2. Menentukan data *in sample* dan *out sample* dan melakukan eskplorasi data.
3. Menentukan filter wavelet dan level dekomposisi J.
4. Menentukan model MAR.
5. Menentukan model terbaik dengan *Root Mean Square Error* (RMSE).
6. Cek asumsi dan kinerja setiap model terbaik MAR

- Melakukan forecasting harga saham yang akan datang menggunakan model MAR terbaik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembuatan dan Penggunaan GUI R

Pembuatan GUI R meliputi bagian *user interface* yang mengatur penempatan input dan output menggunakan perintah `ui<-fluidPage()`. Proses pengolahan yang dijalankan oleh GUI akan didefinisikan dalam fungsi *shinyApp* yaitu pada *server*. Berikut tampilan program UI dan *server*:

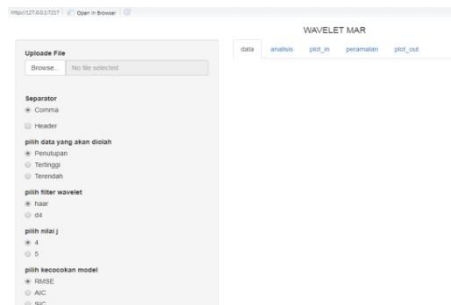
```

5 shinyUI(fluidPage(
6   titlePanel("WAVELET MAR", align="center"),
7   sidebarLayout(
8     sidebarPanel(
9       fileInput("file", "upload file"),
10      #actionbutton("get", "get data"),
11      radioButtons("sep", "separator", choices=c("Comma",";")),
12      checkboxInput("header", "Header"),
13      radioButtons("sahan", label="pilih data yang akan diolah", choices=c("Penutupan",
14      "Tertinggi", "Terendah")),
15      radioButtons("filter", label="pilih filter wavelet", choices=c("haar", "d4")),
16      radioButtons("nilai_j", label="pilih nilai j", choices=c(4,5)),
17      radioButtons("model", label="pilih kecocokan model", choices=c("RMSE", "AIC", "SIC"))
18    ),
19    mainPanel(
20      tabsetPanel(type="tab",
21        tabPanel("data", tableOutput("input_file")),
22        tabPanel("analisis", verbatimTextOutput("analisis_out")),
23        tabPanel("plot_in", plotOutput("plot_in_out")),
24        tabPanel("peramalan", verbatimTextOutput("peramalan_out")),
25        tabPanel("plot_out", plotOutput("plot_out_out"))
26      )
27    )
28  )
29  )
30  )
31  )
32  )
33  )
34  )
35  )
36  )
37  )
38  )
39  )
40  )
41  )
42  )
43  )
44  )
45  )
46  )
47  )
48  )
49  )
50  )
51  )
52  )
53  )
54  )
55  )
56  )
57  )
58  )
59  )
60  )
61  )
62  )
63  )
64  )
65  )
66  )
67  )
68  )
69  )
70  )
71  )
72  )
73  )
74  )
75  )
76  )
77  )
78  )
79  )
80  )
81  )
82  )
83  )
84  )
85  )
86  )
87  )
88  )
89  )
90  )
91  )
92  )
93  )
94  )
95  )
96  )
97  )
98  )
99  )
100 )

```

Gambar 2 Tampilan Program UI dan Server

Setelah objek UI dan *server* selesai dibentuk maka langkah selanjutnya yaitu *running* aplikasi dengan fungsi `shinyApp(ui,server)` dan aplikasi dapat dipakai. Berikut tampilan GUI untuk pencarian model MAR:



Gambar 3 Tampilan GUI R Multiscale Autoregressive

4.2. Pemodelan Multiscale Autoregressive

Data *in sample* terlebih dahulu dilakukan transformasi wavelet MODWT. Hasil dari transformasi tersebut akan digunakan sebagai pemodelan MAR. Berdasarkan hasil pemodelan MAR untuk masing-masing harga saham, diperoleh bahwa model MAR dengan filter wavelet haar dan nilai $J=5$ merupakan model terbaik untuk harga saham penutupan, harga saham tertinggi dan harga saham terendah dengan nilai RMSE sebesar 87,77 , 73,48 dan 81,01 serta pengujian asumsi-asumsinya terpenuhi. Berikut tabel nilai RMSE, AIC dan SIC serta hasil asumsi-asumsi untuk semua model MAR pada masing-masing harga saham.

Tabel 1 Nilai RMSE, AIC, SIC dan Hasil Asumsi Untuk Semua Model MAR Pada Saham Penutupan

Model MAR		RMSE	AIC	SIC	Normalitas Residual	Non Autokorelasi	Homoskedastisitas
wavelet	J=4	91,92	8529,82	8666,41	terpenuhi	Terpenuhi	terpenuhi
haar	J=5	87,73	7770,25	7894,67	terpenuhi	Terpenuhi	terpenuhi
	J=4	228,72	52810,22	53655,84	terpenuhi	tidak terpenuhi	tidak terpenuhi
wavelet							tidak terpenuhi
d4	J=5	257,44	66905,77	67977,09	terpenuhi	tidak terpenuhi	terpenuhi

Model MAR untuk harga saham penutupan yang terbentuk adalah:

$$\hat{X}_{t+1} = 1,1w_{1,t} + 0,217w_{1,t-2} + 0,884w_{2,t} + 0,012w_{2,t-4} + 0,928w_{3,t} - 0,223w_{3,t-8} + 1,003w_{4,t} - 0,063w_{4,t-16} + 1,013w_{5,t} - 0,036w_{5,t-32} + 1,007v_{5,t} - 0,003v_{5,t-32}$$

Tabel 2 Nilai RMSE, AIC, SIC dan Hasil Asumsi Untuk Semua Model MAR Pada Saham Tertinggi

Model MAR		RMSE	AIC	SIC	Normalitas Residual	Non Autokorelasi	Homoskedastisitas
Wavelet	J=4	78,40	6201,83	6301,14	terpenuhi	Terpenuhi	terpenuhi
haar	J=5	73,48	5450,88	5538,16	terpenuhi	Terpenuhi	terpenuhi
	J=4	237,91	57140,27	58055,23	terpenuhi	tidak terpenuhi	tidak terpenuhi
Wavelet							tidak terpenuhi
d4	J=5	265,30	71054,81	72192,57	terpenuhi	tidak terpenuhi	terpenuhi

Model MAR untuk harga saham tertinggi yang terbentuk adalah:

$$\hat{X}_{t+1} = 1,676w_{1,t} + 0,331w_{1,t-2} + 0,692w_{2,t} + 0,149w_{2,t-4} + 1,016w_{3,t} - 0,013w_{3,t-8} + 0,898w_{4,t} - 0,021w_{4,t-16} + 0,975w_{5,t} - 0,021w_{5,t-32} + 1,004v_{5,t} - 0,0001v_{5,t-32}$$

Tabel 3 Nilai RMSE, AIC, SIC dan Hasil Asumsi Untuk Semua Model MAR Pada Harga Terendah

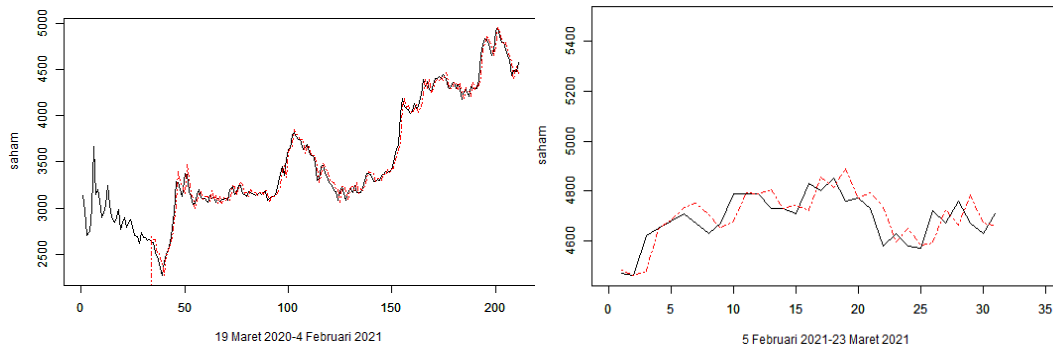
Model MAR		RMSE	AIC	SIC	Normalitas Residual	Non Autokorelasi	Homoskedastisitas
	J=4	84,54	7215,37	7330,91	terpenuhi	Terpenuhi	tidak terpenuhi
wavelet							tidak terpenuhi
haar	J=5	81,01	6625,76	6731,85	terpenuhi	Terpenuhi	terpenuhi
	J=4	222,61	50028,35	50829,42	terpenuhi	tidak terpenuhi	tidak terpenuhi
wavelet							tidak terpenuhi
d4	J=5	250,82	63511,18	64528,15	terpenuhi	tidak terpenuhi	terpenuhi

Model MAR untuk harga saham terendah yang terbentuk adalah:

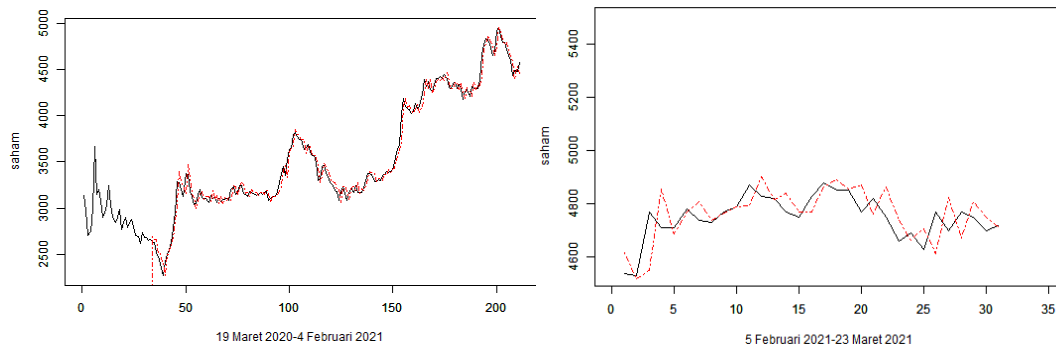
$$\hat{X}_{t+1} = 1,353w_{1,t} - 0,076w_{1,t-2} + 0,789w_{2,t} - 0,124w_{2,t-4} + 1,017w_{3,t} - 0,332w_{3,t-8} + 1,055w_{4,t} - 0,082w_{4,t-16} + 1,043w_{5,t} - 0,046w_{5,t-32} + 1,012v_{5,t} - 0,008v_{5,t-32}$$

4.3. Evaluasi Kinerja Model Terbaik

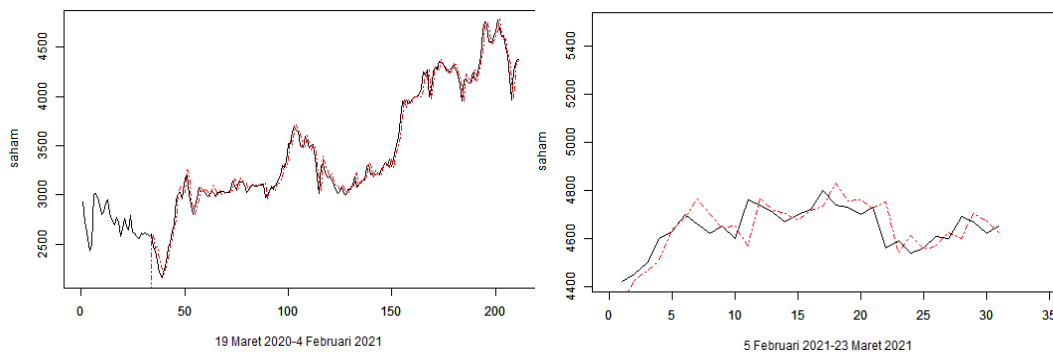
Secara visual model terbaik MAR pada masing-masing harga saham menghasilkan plot estimasi yang baik untuk data *in sample* maupun *out sample*. Nilai MAPE *out sample* sebesar 1,194% untuk harga saham penutupan, 1,283% untuk harga saham tertinggi, 1,141% untuk harga saham terendah. Nilai MAPE kurang dari 10% menunjukkan model memiliki kemampuan peramalan yang sangat baik. Berikut adalah plot hasil prediksi MAR dengan wavelet haar J = 5 untuk masing-masing harga saham pada data *in sample* dan data *out sample*



Gambar 4 Plot Perbandingan Hasil Prediksi MAR Dengan Wavelet Haar J = 5 Harga Penutupan Untuk Data *In Sample* dan Data *Out Sample*



Gambar 5 Plot Perbandingan Hasil Prediksi MAR Dengan Wavelet Haar J = 5 Harga Tertinggi Untuk Data *In Sample* dan Data *Out Sample*



Gambar 6 Plot Perbandingan Hasil Prediksi MAR Dengan Wavelet Haar J = 5 Harga Terendah Untuk Data *In Sample* dan Data *Out Sample*

4.4. Forecasting Harga Saham

Forecasting dilakukan untuk mengetahui nilai harga saham yang akan datang menggunakan model MAR terbaik yang telah dilakukan evaluasi kinerjanya sehingga hasil forecasting akurat. Berikut adalah tabel data aktual harga saham dan hasil forecasting masing-masing harga saham untuk 31 hari kedepan:

Tabel 4 Forecasting Setiap Harga Saham Untuk 31 Hari Kedepan

Tanggal	Harga Penutupan Aktual	Forecasting Harga Penutupan	Harga Tertinggi Aktual	Forecasting Harga Tertinggi	Harga Terendah Aktual	Forecasting Harga Terendah
05/02/2021	4470	4479,722	4540	4617,772	4420	4333,804
08/02/2021	4460	4462,107	4530	4517,369	4450	4424,787
09/02/2021	4620	4476,446	4770	4548,594	4500	4463,728
10/02/2021	4650	4644,593	4710	4855,05	4600	4506,209
11/02/2021	4680	4681,965	4710	4685,688	4630	4639,978
15/02/2021	4710	4733,581	4780	4769,458	4700	4687,192
16/02/2021	4670	4750,098	4740	4809,683	4660	4767,09
17/02/2021	4630	4702,364	4730	4738,523	4620	4699,13
18/02/2021	4670	4648,307	4770	4766,15	4650	4641,068
19/02/2021	4790	4679,328	4790	4787,946	4600	4651,269
22/02/2021	4790	4793,211	4870	4793,109	4760	4567,931
23/02/2021	4790	4786,065	4830	4901,836	4740	4769,816
24/02/2021	4730	4803,726	4820	4817,721	4710	4718,841
25/02/2021	4730	4729,806	4770	4840,566	4670	4703,34
26/02/2021	4710	4740,205	4750	4767,642	4700	4676,039
01/03/2021	4830	4719,658	4830	4767,555	4720	4715,997
02/03/2021	4800	4856,106	4880	4863,484	4800	4733,454
03/03/2021	4850	4811,977	4850	4891,818	4740	4829,236
04/03/2021	4760	4887,213	4850	4855,502	4730	4758,183
05/03/2021	4770	4770,999	4770	4870,273	4700	4760,926
08/03/2021	4730	4794,289	4820	4761,121	4730	4723,826
09/03/2021	4580	4737,087	4750	4863,378	4560	4750,568
10/03/2021	4630	4594,147	4660	4736,462	4590	4542,045
12/03/2021	4580	4651,429	4690	4665,032	4540	4612,201
15/03/2021	4570	4580,656	4630	4710,057	4560	4555,714
16/03/2021	4720	4592,175	4770	4611,414	4610	4567,288
17/03/2021	4670	4727,182	4700	4822,985	4600	4625,138
18/03/2021	4760	4663,079	4770	4672,118	4690	4599,119
19/03/2021	4670	4783,617	4750	4810,301	4670	4703,94
22/03/2021	4630	4668,678	4700	4748,444	4620	4673,92
23/03/2021	4710	4659,776	4720	4716,069	4650	4625,59

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dibahas sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada evaluasi kinerja model terbaik untuk masing-masing harga saham menggunakan MAPE *out sample* yang dihitung berdasarkan data aktual *out sample* dan data estimasinya menghasilkan nilai MAPE sebesar 1,194% untuk harga saham penutupan, 1,283% untuk harga saham tertinggi, 1,141% untuk harga saham terendah, yang mana termasuk dalam kategori model yang memiliki kemampuan peramalan yang sangat baik.
2. Berdasarkan hasil forecasting pada model terbaik dari setiap harga saham, harga saham terendah terdapat pada tanggal 5 Februari 2021 dengan harga 4333,804 sehingga investor dapat membeli saham pada hari tersebut. Sedangkan hasil forecasting pada harga tertinggi, harga tertinggi terdapat pada hari ke 12 tanggal 23 Februari 2021 dengan harga 4901,836 sehingga investor dapat menjual saham pada hari tersebut.
3. Pembuatan *Graphical User Interface* (GUI) program R pada penelitian ini merupakan pengembangan penelitian sebelumnya untuk metode nonparametrik polinomial lokal runtun waktu. Pembuatan GUI R dapat memudahkan proses *input* data dan *running* program serta memudahkan dalam menganalisis data dan mengambil kesimpulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, R. J., Bloomfield, P., and Fu, J. S., 2003. An Evaluation of Alternative Forecasting Methods to Recreation Visitation. *Journal of Leisure Research* Vol.35 No.4: hal. 441-454.
- Lestari, V. N., dan Subanar. 2015. *Transformasi Wavelet Diskret Untuk Data Time Series*. Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UNYShal. 11.
- Percival, D. B., & Walden, A. T. 2000. *Wavelet methods for time series analysis*. Cambridge university press Vol. 4
- Suhartono, Ulama, B. S.S., dan Endharta, A. 2010. *Seasonal Time Series Data Forecasting by Using Neural Network Multiscale Autoregressive Model*. American Journal of Applied Sciences vol.7, no.10:hal.1373-1378.
- Suparti, Santoso, R., Prahutama, A., Yasin, H. dan Devi, A. R. 2018. *Analisis Data Inflasi Indonesia Menggunakan Metode Fourier dan Wavelet Multiscale Autoregressive*. Seminar Nasional Variansi.
- Tandelilin, E. 2010. *Portofolio dan Investasi (Teori dan Aplikasi)*. Yogyakarta: Kanisius.
- Tirta, I. M. 2014. *Pengembangan E-Modul Statistika Terintegrasi dan Dinamik dengan R-Shiny dan mathJax*. Prosiding Seminar Nasional Matematika Universitas Jember hal.223-232.
- Zuliarni, S.2012. *Pengaruh Kinerja Keuangan Terhadap Harga Saham Pada Perusahaan Mining and Mining Service Di Bursa Efek Indonesia (BEI)*. Jurnal Aplikasi Bisnis Vol. 3, No. 1: Hal.36-48.