

## Pemodelan *Markov Switching Autoregressive* (MSAR) pada Data Kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika

Muh. Fahmi Nur Akbar\*, Nusar Hajarisman

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

\*fahminrakbar30@gmail.com, nusarhajarisman@unisba.ac.id

**Abstract.** Linear models such as Autoregressive (AR), Moving Average (MA), and Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) are commonly used for time series data where there is a linear relationship between the current data and past data. However, these models are not capable of explaining structural changes in economic variables caused by crises. Therefore, an analytical method that can analyze time series data on economic and financial variables experiencing regime switching is introduced. The method used to model time series data on economic and financial variables experiencing regime switching is the Markov Switching Autoregressive (MSAR) model. This method was applied to data on the Rupiah to U.S. Dollar exchange rate from January 1 to December 31, 2023. The objectives of this study are to develop the MSAR model, determine the transition probabilities of each state, assess the average duration of each state, and forecast the Rupiah to U.S. Dollar exchange rate. The MS(2)AR(2) model was chosen as the best model because it had the lowest Akaike's Information Criterion (AIC) value of 2553.927. The Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 27.91% indicates reasonably good forecasting accuracy. Based on this model, the Rupiah exchange rate tends to stay in an increasing condition for about 9 periods and in a decreasing condition for about 2 periods.

**Keywords:** *Time Series, Markov Switching Autoregressive, Exchange Rate.*

**Abstrak.** Pemodelan linear seperti model *Autoregressive* (AR), model *Moving Average* (MA), dan model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) digunakan untuk data runtun waktu yang terdapat hubungan linear antara data sekarang dan data masa lalu. Namun, model tersebut belum mampu menjelaskan adanya perubahan struktur pada peubah-peubah ekonomi yang disebabkan oleh krisis. Oleh karena itu, perkenalkan metode analisis yang dapat menganalisis data runtun waktu pada peubah-peubah ekonomi dan keuangan yang mengalami perubahan kondisi (*regime switching*). Metode yang digunakan untuk memodelkan data runtun waktu pada peubah ekonomi dan keuangan yang mengalami perubahan kondisi adalah pemodelan *Markov switching autoregreassive* (MSAR). Metode ini diterapkan pada data Kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika pada tanggal 1 Januari - 31 Desember 2023. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah membentuk model MSAR, mengetahui nilai peluang transisi setiap state, mengetahui rata-rata lama durasi state dan peramalan pada data kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika. Model MS(2)AR(2) dipilih sebagai yang terbaik karena memiliki nilai *Akaike's Information Criterion* (AIC) terkecil, yaitu 2553.927. Nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 27.91% menunjukkan akurasi peramalan yang cukup baik. Berdasarkan model ini, kurs Rupiah cenderung bertahan dalam kondisi peningkatan selama 9 periode dan dalam kondisi penurunan selama 2 periode.

**Kata Kunci:** *Runtun Waktu, Markov Switching Autoregressive, Kurs.*

## A. Pendahuluan

Peramalan merupakan prakiraan mengenai peristiwa yang mungkin terjadi di masa depan, yang penting untuk perencanaan di berbagai bidang. Awalnya, peramalan sering digunakan untuk mengukur ketidakpastian masa depan dan membantu perusahaan atau pemerintah dalam pengambilan keputusan [1]. Jenis peramalan yang paling sering digunakan adalah peramalan time series, yaitu prakiraan atau prediksi berdasarkan data atau perhitungan rasional. Metode ini berkembang pesat karena menggabungkan pemodelan matematika, statistik, dan kecerdasan buatan atau Artificial Intelligence (AI) [2].

Data time series pada variabel ekonomi dan keuangan sering kali sangat kompleks, memerlukan pemahaman mendalam tentang faktor-faktor yang memengaruhi fluktuasi, asimetri, dan varian residual yang tidak konstan (Shalsadilla et al., 2023). Model linear seperti Autoregressive (AR), Moving Average (MA), dan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) sering digunakan untuk memodelkan data time series, tetapi mereka tidak mampu menangani perubahan kondisi atau regime switching yang disebabkan oleh krisis. Dalam situasi ini, spesifikasi nonlinier lebih tepat digunakan. Model seperti Threshold Autoregression (TAR), Self Exiting Threshold Autoregression (SETAR), dan Markov Switching (MS) dapat memberikan hasil yang lebih baik. Model MS merupakan jenis model statistik yang digunakan untuk mengatasi perubahan regime pada data time series [10].

Model Markov Switching telah berkembang pesat sejak pertama kali diperkenalkan oleh Hamilton pada tahun 1989. Karena perkembangannya yang pesat, banyak penelitian tertarik untuk mengembangkan metode ini guna memahami dinamika ekonomi dalam siklus bisnis. Markov Switching Autoregressive (MSAR) menggabungkan dua elemen, yaitu Markov Switching (MS) dan Autoregressive (AR), untuk menangani perubahan regime (Primanda & Oktora, 2024). Dalam model ini, diasumsikan adanya perbedaan regime di mana parameter-parameter berubah berdasarkan proses rantai Markov yang tidak teramati.

Nilai tukar (kurs) sering mengalami perubahan regime yang disebabkan oleh berbagai faktor, seperti peperangan, krisis ekonomi, pandemi, dan ketegangan geopolitik. Misalnya, kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika sering mengalami perubahan regime (Adeline Vinda Septiani et al., 2023). Terdapat dua jenis perubahan regime dalam data kurs, yaitu apresiasi (nilai Rupiah meningkat) dan depresiasi (nilai Rupiah menurun). Pada tahun 2023, beberapa peristiwa penting, seperti intervensi Bank Indonesia untuk menstabilkan Rupiah, kenaikan suku bunga oleh Federal Reserve Amerika Serikat, serta ketegangan geopolitik global, menyebabkan perubahan struktur pada data kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika [3]. Perubahan ini mempengaruhi pergerakan kurs dari kondisi apresiasi menjadi depresiasi.

Berdasarkan pemaparan di atas, penelitian ini bertujuan untuk membahas model *Markov Switching Autoregressive* (MSAR) yang diterapkan pada data kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika selama tahun 2023. Penelitian ini akan menjawab beberapa pertanyaan, termasuk bagaimana model MSAR dapat digunakan untuk memprediksi kurs Rupiah terhadap Dollar, berapa peluang kurs bertahan dalam kondisi apresiasi atau depresiasi, berapa lama durasi masing-masing kondisi, dan bagaimana peramalan kurs untuk 20 periode (hari) ke depan. Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan wawasan yang mendalam tentang aplikasi model MSAR sebagai salah satu alternatif dalam analisis runtun waktu finansial.

## B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini jenis data yang digunakan penulis merupakan data sekunder yang berasal dari Bank Indonesia informasi Kurs JISDOR. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Markov Switching Autoregressive* (MSAR). Terdapat 239 periode (hari) dalam Data Kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika pada tanggal 1 Januari - 31 Desember 2023. Pengolahan data menggunakan *software* Microsoft Excel 2016, Python dan Minitab 17. Berikut tahapan analisis data menggunakan MSAR:

1. Melakukan analisis deskriptif dan plot data untuk melihat karakteristik data
2. Melakukan pengujian kestasioneran data. Stasioneritas dalam varians dilakukan dengan melihat pola data dari plot. Sedangkan kestasioneran secara rata-rata dilakukan dengan pengujian *Augmented Dickey Fuller (ADF) Unit Root Test*, dimana  $H_0$ : Data tidak

stasioner melawan  $H_1$ : Data stasioner. Jika data tidak stasioner maka dilakukan *differencing* lalu lakukan pengecekan stasioneritas kembali. Lakukan *differencing* hingga data dinyatakan stasioner dalam varians maupun rata-rata.

3. Apabila data telah dinyatakan stasioner maka langkah selanjutnya identifikasi model AR dari plot ACF dan PACF.
4. Identifikasi model Markov Switching Autoregressive.
5. Estimasi parameter yang akan digunakan untuk membentuk model dilakukan dengan menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE)
6. Melakukan *filtering* untuk mengetahui besar peluang Kurs Rupiah terhadap dollar Amerika bertahan pada kondisi apresiasi atau bertahan pada kondisi depresiasi.
7. Melakukan *smoothing* untuk mengetahui rata-rata lama durasi kondisi apresiasi bertahan maupun kondisi depresiasi bertahan dari kurs kurs rupiah terhadap dollar Amerika.
8. Melakukan peramalan berdasarkan model terbaik yang ditentukan dan melihat nilai MAPE sebagai komponen forecast error untuk melihat akurasi dari peramalan.

### C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

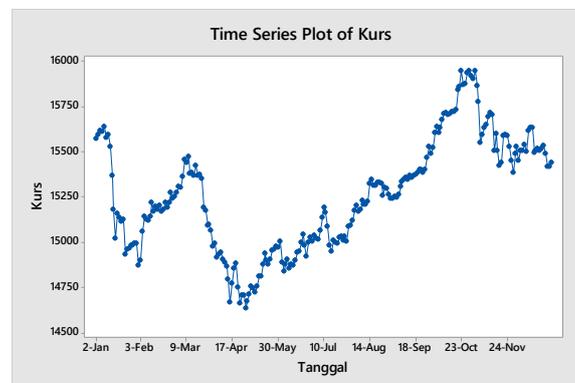
#### Analisis Deskriptif

Pada Data kurs rupiah terhadap dollar Amerika dapat dideskripsikan sebagai berikut:

**Tabel 1.** Tabel Deskripsi Data

Variabel	Jumlah Data	Rata-rata	Minimum	Maksimum	Variabel
Kurs	239	15254	14632	15946	Kurs

Berdasarkan Tabel 1 diatas, data berjumlah 239 data diperoleh hasil bahwa rata-rata kurs rupiah terhadap dollar Amerika sebesar Rp15.254. serta nilai minimum dan maksimum dari data kurs rupiah terhadap dollar Amerika sebesar adalah sebesar Rp14.632 dan Rp15.946. Berikut merupakan plot time series dari data kurs rupiah terhadap dollar Amerika.

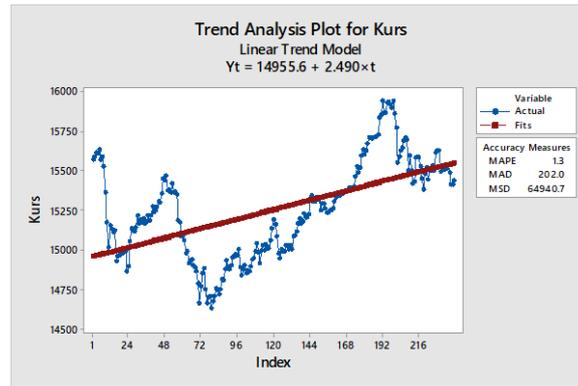


**Gambar 1.** Plot Data Kurs Rupiah Terhadap Dollar Amerika

Berdasarkan Gambar 1 diatas, data berfluktuasi seiring dengan adanya perubahan struktur yang terjadi mulai dari kebijakan, intervensi Bank Indonesia untuk menstabilkan Rupiah, kenaikan suku bunga oleh Federal Reserve Amerika Serikat, serta ketegangan geopolitik global, menyebabkan perubahan struktur pada data kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika.

#### Uji Stasioneritas

Data Secara visual untuk melihat hal tersebut dapat dibantu dengan menggunakan plot deret waktu, yaitu dengan melihat fluktuasi data dari waktu ke waktu. Hasil plot data kurs rupiah terhadap dollar Amerika dapat dilihat sebagai berikut.



**Gambar 2.** Plot Data Kurs Rupiah Terhadap Dollar Amerika

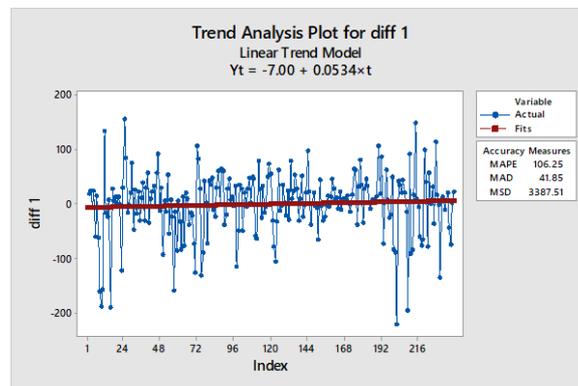
Dapat dilihat dari Gambar 4.2 data harian kurs rupiah terhadap dollar Amerika belum stasioner terhadap varians. Selanjutnya dilakukan uji ADF untuk melihat kestasioneran data terhadap rata-rata.

**Tabel 2.** Hasil Uji ADF

<i>Augmented Dickey Fuller Unit Root Test</i>		
<i>Variabel</i>	<i>Augmented Dickey Fuller</i>	<i>P-value</i>
<b>Kurs</b>	-1,5845	0.4889

Berdasarkan Tabel 3 diatas, dapat dilihat bahwa nilai p-value uji ADF sebesar 0,4889 >  $\alpha = 5\%$  yang menyatakan terima  $H_0$  atau dalam kata lain data tidak stasioner.

Karena data dinyatakan tidak stasioner terhadap varians maupun rata-rata, maka perlu dilakukan modifikasi untuk menghasilkan data yang stasioner. Salah satu cara yang umum dipakai adalah metode *differencing*. Setelah dilakukan *differencing*, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengecekan kembali kestasioneran data dengan langkah yang sama seperti sebelumnya.



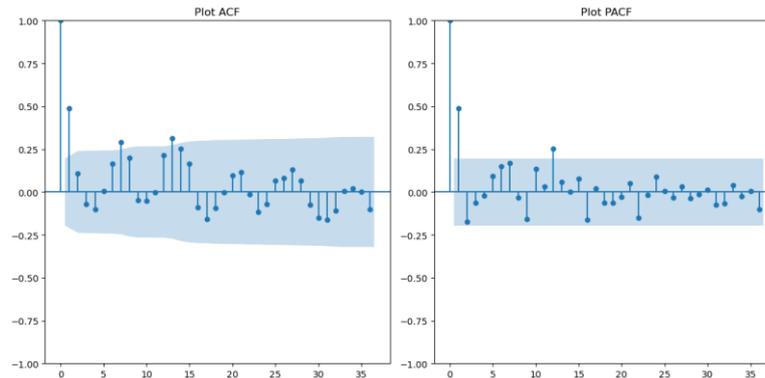
**Gambar 3.** Plot Data *differencing* Pertama Kurs Rupiah Terhadap Dollar Amerika

Dapat dilihat dari Gambar 3 data harian kurs rupiah terhadap dollar Amerika telah stasioner terhadap varians. Selanjutnya, kembali dilakukan uji ADF pada data *differencing* pertama.

**Tabel 3.** Hasil Uji ADF

<i>Augmented Dickey Fuller Unit Root Test</i>		
<i>Variabel</i>	<i>Augmented Dickey Fuller</i>	<i>P-value</i>
<b>Kurs</b>	-13,7694	0.0000

Berikut Berdasarkan Tabel 3 diatas, dapat dilihat bahwa nilai p-value uji ADF sebesar 0,0000 >  $\alpha = 5\%$  yang menyatakan terima  $H_0$  atau dalam kata lain data telah stasioner dalam rata-rata.



**Gambar 4.** Plot ACF dan PACF

### Identifikasi Model MSAR

Dalam metode time series, alat utama untuk mengidentifikasi model dari data adalah dengan menggunakan fungsi autokorelasi / *Autocorrelation Function* (ACF) dan fungsi autokorelasi parsial / *Partial Autocorrelation Function* (PACF).

Berdasarkan Gambar 4 yang menunjukkan plot ACF dan PACF data *differencing* kurs rupiah terhadap dollar Amerika dapat kita lihat bahwa lag pada plot ACF signifikan pada lag kedua, selain itu plot PACF terlihat bahwa terjadi *cut off* pada lag kedua. Sehingga, dapat diartikan bahwa pola plot ACF dan PACF diindikasikan membentuk pola *Autoregressive* (AR) dengan orde 2. Meskipun pola AR yang terbentuk adalah orde 2 tetapi kita akan mencoba AR dengan orde 1 juga untuk melihat kabaikan model jika digabungkan dengan model *Markov Switching* (MS)

Dalam menentukan model *Markov Switching* (MS) atau nilai *state* ( $m$ ) yang optimal mulailah dengan model yang memiliki jumlah *state* paling sederhana, misalnya dua *state* ( $m=2$ ). Setelah model dengan dua *state* diestimasi, periksa hasil dengan melihat kriteria AIC untuk setiap model lalu tambahkan satu *state* ( $m=3$ ). Jika penambahan *state* memberikan peningkatan nilai AIC, pertimbangkan untuk menambah *state* tersebut. Identifikasi ini dilakukan terhadap masing-masing orde model *Markov Switching* MS( $m$ ) dan model *Autoregressive* AR( $p$ ). Nilai AIC disajikan pada tabel berikut:

**Tabel 4.** Hasil Kebaikan AIC

MODEL	AIC
MS(2)AR(1)	2562.0261
<b>MS(2)AR(2)</b>	<b>2553.9275</b>
MS(3)AR(1)	2560.6919
MS(3)AR(2)	2562.6069

Berdasarkan Tabel 4 diatas menunjukkan bahwa nilai AIC yang meningkat dari model dengan dua *state* dan tiga *state*. Nilai AIC terkecil ada pada model MS(2)AR(2) sebesar 2553.9275 dan meningkat saat ada penambahan satu *state*. Maka nilai *state* yang optimal untuk pemodelan MSAR adalah dua *state* dengan model MS(2)AR(2) karena memiliki nilai AIC terkecil.

### Estimasi Parameter Model MSAR

Setelah mendapatkan model MSAR yaitu MS(2)AR(2). Selanjutnya dilakukan estimasi parameter pada model MS(2)AR(2) yang dilakukan dengan menggunakan Maximum Likelihood Estimation (MLE) dibantu metode filtering dan smoothing. Nilai estimasi parameter sebagai berikut:

**Tabel 5.** Hasil Estimasi Parameter

Parameter	MS(2)AR(2)
$\mu_1$	13.4826
$\mu_2$	-52.8262
$\Phi_1$	-0.1054
$\Phi_2$	0.5820
$\sigma_1$	-0.2074
$\sigma_2$	0.4175
	33.7045
	85.3762

Berdasarkan Tabel 5 diatas yang menunjukkan hasil estimasi parameter, maka pada model MS(2)AR(2), state 1 dikatakan bahwa data kurs rupiah terhadap dollar Amerika dalam kondisi mengalami apresiasi dan state 2 data kurs rupiah terhadap dollar Amerika mengalami depresiasi. Model MS(2)AR(2) dituliskan sebagai berikut:

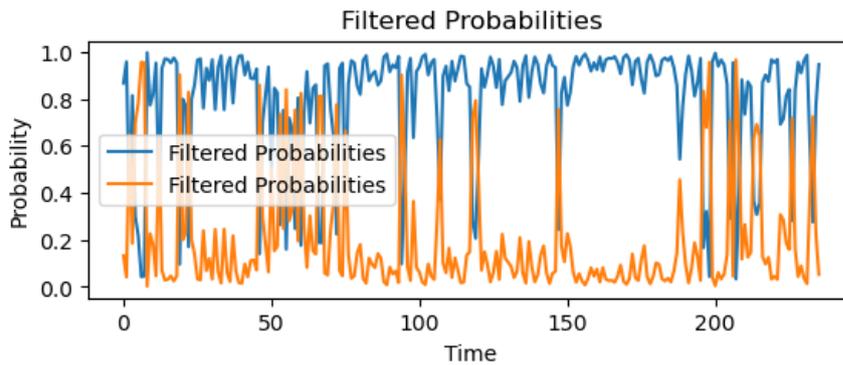
Model *state 1* (Apresiasi):

$$(y_t - 13.4826) = (-0.1054)(y_{t-1} - \mu_{S_{t-1}}) + (-0.2074)(y_{t-2} - \mu_{S_{t-2}}) + e_t$$

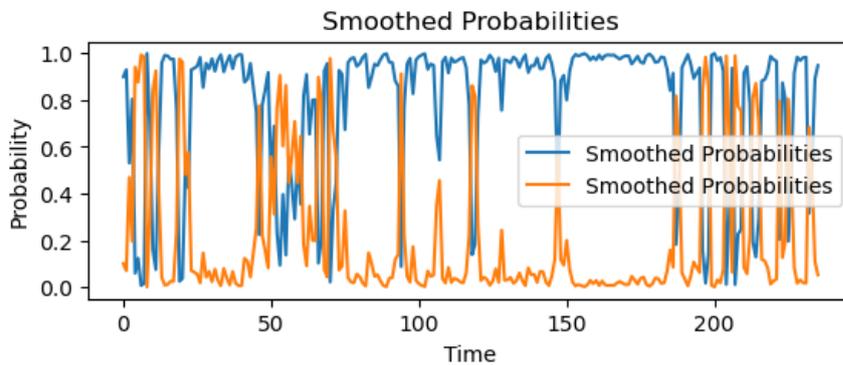
Model *state 2* (Depresiasi):

$$(y_t - (-52.8262)) = 0.5820(y_{t-1} - \mu_{S_{t-1}}) + 0.4175(y_{t-2} - \mu_{S_{t-2}}) + e_t$$

Parameter  $\mu_{S_{t-1}}$  dan  $\mu_{S_{t-2}}$  merupakan *smoothed probabilities*. Adapun nilai *filtered* dan *smoothed probabilities* dapat digambarkan pada grafik berikut:



**Gambar 4.** Filtered Probabilities



**Gambar 5.** Smoothed Probabilities

Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai probabilitas data kurs rupiah terhadap dollar Amerika yang berada pada state 1 lebih besar dari pada nilai probabilitas yang berada pada state 2. Hal ini disebabkan karena nilai filtered dan smoothed pada state 1 cenderung mendekati 1, sedangkan nilai filtered dan smoothed pada state 2 cenderung mendekati 0.

### Peluang Transisi

Berdasarkan hasil estimasi parameter model MS(2)AR(2) maka diperoleh nilai probabilitas  $\rho_{11} = 0.8854$  dan nilai probabilitas  $\rho_{22} = 0.4884$ , maka nilai tersebut dapat dituliskan kedalam bentuk matriks transisi MS(2)AR(1) sebagai berikut:

$$p = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} \\ p_{21} & p_{22} \end{bmatrix}$$

$$p = \begin{bmatrix} p_{11} & 1 - p_{11} \\ 1 - p_{22} & p_{22} \end{bmatrix}$$

$$p = \begin{bmatrix} 0.8854 & 1 - 0.8854 \\ 1 - 0.4884 & 0.4884 \end{bmatrix}$$

$$p = \begin{bmatrix} 0.8854 & 0.1146 \\ 0.5116 & 0.4884 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan probabilitas matriks transisi tersebut, dapat diperoleh bahwa probabilitas data kurs rupiah terhadap dollar Amerika pada *state* 1 atau kondisi apresiasi sebesar 0.8854 (88.54%). Kemudian probabilitas kurs rupiah terhadap dollar Amerika mengalami perubahan *state* apresiasi ke *state* depresiasi yaitu sebesar 0.1146 (11.46%). Demikian juga pada kasus *state* 2, dimana probabilitas transisi dari *state* depresiasi ke *state* apresiasi sebesar 0.5116 (51.16%) serta probabilitas transisi kurs rupiah terhadap dollar Amerika bertahan pada *state* depresiasi sebesar 0.4884 (48.84%).

### Durasi State

Berdasarkan hasil estimasi parameter dapat diketahui lama durasi *state* dengan rumus

$$E(D) = \frac{1}{1 - \rho_{jj}}$$

Dengan menggunakan hasil peluang transisi yang telah didapatkan sebelumnya maka diiperoleh hasil durasi *state* sebagai berikut:

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan Durasi *State*

<i>State</i>	Durasi <i>State</i>
Apresiasi	8.7272
Depresiasi	1.9545

Berdasarkan Tabel 6, dapat disimpulkan bahwa durasi kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika bertahan dalam kondisi apresiasi adalah kurang lebih selama 9 periode (hari). Sedangkan durasi kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika bertahan dalam kondisi depresiasi adalah selama kurang lebih 2 periode (hari).

### Peramalan

Selanjutnya adalah melakukan perhitungan peramalan kurs rupiah terhadap dollar Amerika menggunakan model terbaik yaitu MS(2)AR(2). Peramalan dilakukan untuk 20 periode kedepan. Contoh perhitungan manual untuk peramalan periode ke-240:

Peramalan Data Periode ke-240 (*state* 1)

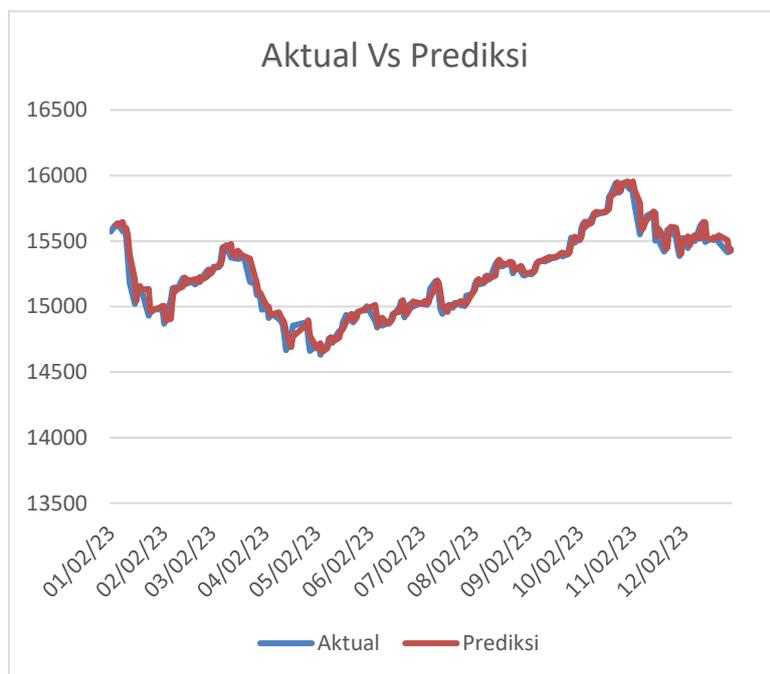
$$\begin{aligned} \hat{Y}_{240} &= (13.4826) + (-0.1054)(y_{t-1} - \mu_{S_{t-1}}) + (-0.2074)(y_{t-2} - \mu_{S_{t-2}}) \\ &= (13.4826) + (-0.1054)(23 - 0.9469) + (-0.2074)(2 - 0.8894) \\ &= 11.1824782 \text{ lalu dikembalikan ke data awal menjadi Rp15.450} \end{aligned}$$

Hasil peramalan selama 20 periode kedepan sebagai berikut:

**Tabel 7.** Hasil Peramalan Data Kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika

Periode	Tanggal	Hasil Peramalan Data Kurs (Rp)
240	02/01/24	15450
241	03/01/24	15463
242	04/01/24	15475

Periode	Tanggal	Hasil Peramalan Data Kurs (Rp)
243	05/01/24	15488
244	08/01/24	15500
245	09/01/24	15513
246	10/01/24	15525
247	11/01/24	15538
248	12/01/24	15550
249	15/01/24	15563
250	16/01/24	15575
251	17/01/24	15588
252	18/01/24	15600
253	19/01/24	15613
254	22/01/24	15625
256	23/01/24	15638
257	24/01/24	15650
258	25/01/24	15663
259	26/01/24	15675
260	29/01/24	15688



**Gambar 6.** Plot Data Aktual dan Plot Hasil Prediksi

Berdasarkan Tabel 7 dan Gambar 6, dapat kita lihat bahwa Data kurs rupiah terhadap dollar Amerika berfluktuasi, seiring dengan hasil prediksi data kurs rupiah terhadap dollar Amerika yang dihasilkan melalui model MS(2)AR(2) diatas, terlihat hasil prediksi yang

diperoleh tidak terlalu jauh berbeda dengan data aslinya. Selain itu, prediksi atau ramalan untuk kurs rupiah terhadap dollar Amerika yang diperoleh untuk 20 periode kedepan terjadi apresiasi. Setelah dilakukan peramalan, maka langkah selanjutnya adalah mengukur akurasi peramalan dengan nilai MAPE untuk melihat apakah model MS(2)AR(2) dikatakan sangat baik, baik, cukup, atau tidak akurat dalam melakukan peramalan. Nilai MAPE untuk model MS(2)AR(2) yang diperoleh sebesar 27.91%. Hal ini menunjukkan bahwa dalam rentang akurasi peramalan 20%-50% yang dikatakan cukup baik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model MS(2)AR(2) dikatakan cukup baik dalam melakukan peramalan untuk data kurs rupiah terhadap dollar Amerika..

#### D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan ini, peneliti dapat menyimpulkan beberapa hasil penelitiannya sebagai berikut:

1. Bentuk MSAR pada data Kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika adalah MS(2)AR(2), yaitu:

Model state 1 (Apresiasi):

$$(y_t - 13.4826) = (-0.1054)(y_{t-1} - \mu_{S_{t-1}}) + (-0.2074)(y_{t-2} - \mu_{S_{t-2}}) + e_t$$

Model state 2 (Depresiasi):

$$(y_t - (-52.8262)) = 0.5820(y_{t-1} - \mu_{S_{t-1}}) + 0.4175(y_{t-2} - \mu_{S_{t-2}}) + e_t$$

2. Berdasarkan probabilitas matriks transisi tersebut, dapat diperoleh bahwa probabilitas data kurs rupiah terhadap dollar Amerika pada state 1 atau kondisi apresiasi sebesar 0.8854 (88.54%). Kemudian probabilitas kurs rupiah terhadap dollar Amerika mengalami perubahan state apresiasi ke state depresiasi yaitu sebesar 0.1146 (11.46%). Demikian juga pada kasus state 2, dimana probabilitas transisi dari state depresiasi ke state apresiasi sebesar 0.5116 (51.16 %) serta probabilitas transisi kurs rupiah terhadap dollar Amerika bertahan pada state depresiasi sebesar 0.4884 (48.84%).
3. Durasi kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika bertahan dalam kondisi apresiasi adalah kurang lebih selama 9 periode (hari). Sedangkan durasi kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika bertahan dalam kondisi depresiasi adalah selama kurang lebih 2 periode (hari).
4. Peramalan yang dilakukan menggunakan model MS(2)AR(2) dikatakan cukup baik dalam melakukan peramalan untuk data kurs rupiah terhadap dollar Amerika. ramalan untuk kurs rupiah terhadap dollar Amerika yang diperoleh untuk 20 periode kedepan terjadi apresiasi.

#### Acknowledge

Dalam proses penyusunan artikel ini, tidak sedikit kesulitan yang dialami penulis, tetapi berkat do`a, dukungan, ikhtiar, dan bantuan berbagai pihak. Akhirnya artikel ini dapat diselesaikan dengan baik. Dengan demikian, penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga artikel ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Kedua Orang Tua saya yang telah mendo`akan serta memberikan saya dukungan baik secara moral maupun materi.
3. Bapak Dr. Nusar Hajarisman, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah menyumbangkan pikiran, pengetahuan, dan kemudahan bagi penulis.
4. Dosen beserta tenaga pendidik di Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, yang telah memberikan bantuan, dukungan, ilmu, serta wawasannya.

#### Daftar Pustaka

- [1] A. Khoerunnisa, I. M. Nur, dan P. R. Arum, "Markov Switching Autoregressive (MSAR) untuk Peramalan Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI)". Prosiding Seminar Nasional UNIMUS, vol.2, 2022.
- [2] Choerunnisa, & Suwanda. (2023). Pemodelan Markov Switching Autoregressive untuk

- Peramalan Data Tingkat Inflasi di Provinsi Jawa Barat Tahun 2009-2022. *Bandung Conference Series: Statistics*, 3(2). <https://doi.org/10.29313/bcss.v3i2.9239>
- [3] Bank Indonesia. (2023). Monetary Policy Report - Quarter IV 2023. Bank Indonesia.
- [4] Bank Indonesia. (2023). Monetary Policy Review - November 2023. Bank Indonesia.
- [5] Bank Indonesia. (2024). JISDOR, Kurs Transaksi BI. Bank Sentral Republik Indonesia.
- [6] Hamilton, J.D. 1989. A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and the Business Cycle. *Econometrica* 57: 357-384.
- [7] Hamilton, J.D. 1994. *Time Series Analysis*. Princeton University Press.
- [8] Hamilton, J.D. 1996. Specification Testing in Markov-Switching Time Series Model. *Journal of Econometrics*, Vol 70: 127-157.
- [9] Kim, C.J and Nelson C.R, 1999. State Space Models with Regime Switching, Classical and Gibbs Sampling Approaches with Applications. Cambridge, MA: MIT Press.
- [10] Rabah, Z., 2010, A Markov Switching Autoregressive Model for the French Business Cycle: Estimation and Tests, Nancy University, Working paper.
- [11] Adeline Vinda Septiani, Hasibuan, R. A., Anwar Fitrianto, Erfiani, & Alfa Nugraha Pradana. (2023). Penerapan Metode K-Medoids dalam Pengklasteran Kab/Kota di Provinsi Jawa Barat Berdasarkan Intensitas Bencana Alam di Jawa Barat pada Tahun 2020-2021. *Statistika*, 23(2), 147–155. <https://doi.org/10.29313/statistika.v23i2.3057>
- [12] Primanda, E., & Oktora, S. I. (2024). Analisis Ketertinggalan Desa di Provinsi Papua dan Papua Barat Menggunakan Association Rule Mining. *Statistika*, 24(1), 102–114. <https://doi.org/10.29313/statistika.v24i1.2302>
- [13] Shalsadilla, N., Martha, S., Perdana, H., Satyahadewi, N., Sulistianingsih, E., Program, ), & Fakultas, S. S. (2023). *Penentuan Jumlah Cluster Optimum Menggunakan Davies Bouldin Index dalam Pengelompokan Wilayah Kemiskinan di Indonesia* (Vol. 23, Issue 1). <https://bps.go.id>