

Pengendalian Efek *Moving Holiday* dengan Reg-ARIMA dalam Proses Peramalan Nilai Tukar Rupiah Terhadap US Dollar

ANISSA NURUL FARIDA TUSSHOLIKHAH, NURISSAIDAH ULINNUHA, WIKA DIANITA
UTAMI, PUTROUE KEUMALA INTAN

Prodi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel Surabaya
Gunung Anyar, Kec. Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur
Email: faridaanisa4@gmail.com, nuris.ulinnuha@uinsa.ac.id, wika.dianita@uinsa.ac.id,
putroue@uinsa.ac.id

Abstrak

Naik turunnya nilai tukar rupiah merupakan salah satu elemen yang memengaruhi keadaan ekonomi atau tingkat inflasi suatu negara. Fluktuasi nilai tukar mata uang juga dapat dipengaruhi oleh beberapa hari besar nasional, seperti Hari Raya Idul Fitri, yang memiliki periode yang tidak dapat diprediksi setiap tahunnya, sehingga perlu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui prediksi nilai tukar mata uang dengan mempertimbangkan efek *moving holiday* dan hasil akan dibandingkan dengan metode prediksi tanpa mempertimbangkan efek *moving holiday*. Dari banyaknya proses prediksi yang dapat dilakukan, penelitian ini menggunakan metode Reg-ARIMA yang merupakan salah satu perkembangan dari ARIMA dengan pengendalian efek *moving holiday*. Perbandingan hasil diperoleh dari evaluasi ARIMA dengan Reg-ARIMA, untuk mengetahui sebaik apa model menangani efek *moving holiday*. Berdasarkan nilai MAPE yang diperoleh, model Reg-ARIMA lebih unggul dari ARIMA. MAPE dari Reg-ARIMA bernilai lebih kecil, yakni sebesar 1.82% dibandingkan ARIMA yang memperoleh MAPE sebesar 2.43%, sehingga model Reg-ARIMA berhasil dalam menangani efek *moving holiday* dalam proses prediksi.

Kata kunci: Kurs Rupiah, Nilai Tukar, USD, ARIMA, Reg-ARIMA, *Moving Holiday*, Prediksi.

Abstract

The rise and fall of the rupiah exchange rate is one of the elements that affect a country's economic situation or inflation rate. The fluctuation of the currency rate can also be impacted by a number of national holidays, such as Eid al-Fitr, which has an unpredictable period each year. So it is necessary to carry out this research to find out predictions of currency exchange rates by considering the effects of moving holidays and the results will be compared with prediction methods without considering the effects of moving holidays. Of the many prediction processes that can be carried out, this research uses the Reg-ARIMA method which is one of the developments of ARIMA by controlling the moving holiday effect. Comparison of the results obtained from the ARIMA evaluation with Reg-ARIMA, to find out how well the model handles the moving holiday effect. Based on the MAPE values obtained, the Reg-ARIMA model is superior to ARIMA. The MAPE from Reg-ARIMA is smaller, namely 1.82% compared to ARIMA which obtained a MAPE of 2.43%. So the Reg-ARIMA model is successful in handling the moving holiday effect in the prediction process.

Keywords: *Rupiah Currency, Exchange Rate, USD, ARIMA, Reg-ARIMA, Moving Holiday, Prediction.*

1. PENDAHULUAN

Sebuah negara dapat dianggap maju dan berkembang jika berhasil menyelesaikan masalah perekonomiannya, yang dapat dilihat dari kondisi ekonomi secara makro. Negara-negara berkembang, termasuk Indonesia, menghadapi masalah ekonomi seperti inflasi tinggi dan pertumbuhan ekonomi yang lambat. Inflasi harus dijaga stabil karena dapat berdampak negatif pada perekonomian, sementara Bank Indonesia dapat menurunkan suku bunga untuk mendorong pertumbuhan ekonomi saat terjadi perlambatan [1]. Kenaikan inflasi menyebabkan kesulitan bagi masyarakat dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari, meningkatkan tingkat kemiskinan, dan mengurangi daya beli. Meskipun pertumbuhan ekonomi Indonesia cenderung fluktuatif, terjadi peningkatan dari tahun 2021 hingga 2022, didorong oleh pemulihan konsumsi swasta dan ekspor komoditas yang menguntungkan. Stabilisasi inflasi dan perbaikan nilai tukar rupiah menjadi kunci penting dalam menjaga stabilitas perekonomian Indonesia [2].

Nilai tukar rupiah dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk ketidakpastian dalam pertumbuhan ekonomi Indonesia sejak tahun 2001. Libur nasional, seperti Idul Fitri, yang memiliki cuti kerja yang panjang di Indonesia, juga dapat memengaruhi perubahan nilai tukar. Pada tahun 2023, setelah libur Idul Fitri, di tengah pelemahan mayoritas mata uang Asia terhadap dolar AS, nilai tukar rupiah terus merosot, mencapai Rp 14.100. Rupiah ditutup dengan penurunan 170 poin atau 1,22 persen di Rp 14.102 per dolar AS [3]. Pergerakan nilai tukar rupiah menunjukkan perbedaan yang signifikan, terutama ketika dikonversikan ke dalam USD. Oleh karena itu, pemerintah dan pelaku ekonomi perlu memperbaiki kebijakan ekonomi untuk mencegah fluktuasi, karena perubahan nilai tukar rupiah sangat memengaruhi kebijakan moneter. Analisis *time series* digunakan untuk memprediksi situasi mendatang yang dapat digunakan dalam proses pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan dampak *moving holiday* di Indonesia [4].

Hasil dari pendekatan prediksi *time series* yang diterapkan pada nilai tukar rupiah terhadap dolar AS sangat bervariasi. Penelitian menggunakan regresi linear oleh Prasetyo dkk [5] menghasilkan akurasi 95% dan RMSE sebesar 14,951. Are dan Sitorus [6] menggunakan Hidden Markov Model dengan MAD, MSE, dan MAPE masing-masing 0,27; 0,27; 0,45, 0,82;

0,82; 2,27, dan 2,48%; 2,48%; 4,13%. Sri Mulyani et al. menggunakan *Trend Moment* dengan kesalahan rata-rata sebesar 1,44537253%. Pendekatan Reg-ARIMA dipilih untuk penelitian ini karena Reg-ARIMA menggabungkan model regresi dan ARIMA untuk meramalkan data berdasarkan tren musiman dengan panjang periode yang bervariasi. Penelitian terdahulu menunjukkan evaluasi yang baik untuk metode ini, seperti Nisa dkk [7] yang meramalkan harga cabai merah di Jawa Barat dengan nilai sMAPE 24,96%, Jesica dkk [8] yang meramalkan jumlah wisatawan di Jawa Tengah dengan nilai sMAPE 23,298%, dan Widhianti dkk [9] yang meramalkan penumpang kereta daerah memiliki nilai AIC yang lebih rendah dari model ARIMA. Oleh karena itu, untuk meramalkan data dengan mengatasi efek *moving holiday*, model Reg-ARIMA merupakan pilihan yang lebih baik [7].

2. METODE PENELITIAN

2.1. Jenis dan Sumber Data. Nilai tukar rupiah terhadap dolar AS bulanan menjadi sumber data pada penelitian ini. Periode pengambilan data diambil sejak Januari 2001 hingga Januari 2024. Data didapatkan melalui web Satu Data Perdagangan [10].

2.2. Moving Holiday. Pada hari libur, konsumsi masyarakat meningkat, menyebabkan variabel ekonomi berbeda secara signifikan dengan non-hari libur. Efek dari hari libur tetap sudah diperhitungkan dalam efek musiman, sehingga variabel regresi hanya perlu mempertimbangkan efek *Moving Holiday* [11]. Karena ada beberapa sistem kalender yang digunakan, *Moving Holiday* terjadi ketika hari raya atau hari libur jatuh pada kuartal atau bulan yang berbeda dalam satu tahun. Hari-hari besar keagamaan, seperti Idul Fitri, secara signifikan meningkatkan konsumsi masyarakat, yang berdampak signifikan terhadap perekonomian Indonesia [12]. Pengendalian efek *moving holiday* dapat dilakukan dengan membentuk variabel regresi *moving holiday* yang memperhitungkan tiga periode: sebelum, selama, dan sesudah hari libur, karena perekonomian cenderung mengalami perubahan signifikan dalam tiga periode tersebut [12].

2.3. Uji Stasioner ADF dan Box-Cox. Uji stasioneritas berdasarkan nilai rata-rata, digunakan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) [13]. Persamaan uji stasioner berdasarkan nilai rata-rata dapat dituliskan sebagai berikut [31]:

$$\Delta Z_t = \mu + \delta Z_{t-1} + \sum_{i=1}^k \phi_i \Delta Z_{t-1} + \varepsilon \quad (1)$$

dengan:

- Z_t : ekspektasi atau harapan (nilai rata-rata) dari variabel z pada waktu t
- δ : ekspektasi atau harapan (nilai rata-rata) dari variabel z pada waktu $t + k$,
di mana k adalah jumlah langkah waktu yang diambil setelah waktu t
- ϕ_i : ekspektasi atau harapan (nilai rata-rata) dari variabel z pada waktu t
- ε : error
- μ : nilai rata-rata yang diasumsikan konstan atau tetap dalam deret waktu

Jika data *time series* dinyatakan lulus uji stasioneritas dalam *mean*, data deret waktu harus melalui prosedur *differencing* jika tidak stasioner dalam *mean*. Uji stasioneritas berdasarkan varians menerapkan uji transformasi *Box-Cox* yang harus memenuhi asumsi $\lambda = 1$ [15]. Jika data memenuhi persamaan berikut, maka data tersebut dianggap stasioner dalam varians [14]:

$$\text{Var}(Z_t) = \text{Var}(Z_{t+k}) = \sigma^2 \quad (2)$$

dengan:

- $Var(Z_t)$: varians dari variabel Z pada waktu t
 $Var(Z_{t+k})$: varians dari variabel Z pada waktu $t + k$,
 di mana k adalah jumlah langkah waktu yang diambil setelah waktu t
 σ^2 : nilai konstan yang diasumsikan sebagai varians yang tetap atau konstan dalam deret waktu t

2.4. Uji ACF dan PACF. Konsep fungsi autokorelasi (ACF) merupakan hubungan linier pada rangkaian data waktu antara Z_t dan Z_{t+k} , yang dapat dipisahkan oleh waktu lag k [14]. Berikut adalah persamaan dari autokorelasi ρ_k [16]:

$$\rho_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2} \quad (3)$$

dengan:

- n : banyaknya data
 k : selisih waktu (lag)
 Z_t : data pada waktu t
 Z_{t+k} : data pada waktu $t + k$
 \bar{Z} : rata-rata dari Z_t

Setelah menghilangkan dependensi antar variabel $Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k}$, tingkat keeratan hubungan antara Z_t dan Z_{t+k} dihitung oleh fungsi Autokorelasi Parsial (PACF) [14].

$$\hat{\theta}_{KK} = \frac{\hat{P}k - \sum_{j=1}^{k-1} \hat{\theta}_{k-1, j} \hat{P}k - j}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \hat{\theta}_{k-1, j} \hat{P}j} \quad (4)$$

2.5. Uji Asumsi Model.

2.5.1. Autokorelasi Residual. Dalam analisis deret waktu, pengujian autokorelasi residual bertujuan untuk memastikan apakah residual pada setiap lag menunjukkan adanya autokorelasi. Uji residual *White Noise* menggunakan uji *Ljung-Box* [17]. Asumsi residual *White Noise* mengikuti hipotesis sebagai berikut [18]:

- H_0 : $\rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \dots = \rho_k = 0$ (Artinya, residual tidak berautokorelasi atau asumsi *White Noise* terpenuhi)
 H_1 : minimal ada satu nilai $\rho_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, m$ (Artinya, residual berautokorelasi atau asumsi *White Noise* tidak terpenuhi)

Berikut adalah statistik uji yang digunakan [19].

$$Q = n(n+2) \sum_{i=1}^k (n-i)^{-1} \hat{\rho}_i^2 \quad (5)$$

dengan:

- Q : nilai *Ljung-Box*
 $\hat{\rho}_k^2$: nilai autokorelasi pada lag- k
 k : lag- k
 n : banyaknya pengamatan
 α : taraf signifikansi (5%)

Dengan kesimpulan hipotesis sebagai berikut [18]:

- Tolak H_0 : jika $Q > X_{(1-\alpha); df=k}^2$ atau $p\text{-value} < \alpha$
 Terima H_0 : jika $Q < X_{(1-\alpha); df=k}^2$ atau $p\text{-value} > \alpha$

2.5.2. Normalitas Residual. Distribusi normal populasi data dapat diketahui dengan melihat hasil dari uji normalitas. Hipotesis berikut ini adalah asumsi dari normalitas residual [18]:

- H_0 : $F(\alpha_t) = F_0(\alpha_t)$ (Residual mengikuti distribusi normal)
 H_1 : $F(\alpha_t) \neq F_0(\alpha_t)$ (Residual tidak mengikuti distribusi normal)

Berikut adalah statistik uji *Kolmogorov-Smirnov* yang digunakan [19].

$$D = \max |S(\alpha_t) - F_0(\alpha_t)| \quad (6)$$

dengan:

- D : nilai deviasi *Kolmogorov-Smirnov*
- $F_0(\alpha_t)$: fungsi distribusi kumulatif berdistribusi normal
- $S(\alpha_t)$: fungsi peluang kumulatif dari data sampel
- α : taraf signifikansi (5%)

Dengan kesimpulan hipotesis sebagai berikut [19]:

- Tolak H_0 : jika $D > D_{1-\frac{\alpha}{2}}$ atau $p - value < \alpha$
- Terima H_0 : jika $D < D_{1-\frac{\alpha}{2}}$ atau $p - value > \alpha$

2.5.3. *Uji Homogenitas*. Nilai varians residual yang baik adalah bersifat homogen (homoskedastisitas) dan sebaliknya akan disebut sebagai heteroskedastisitas atau heterogen jika varians residual berbeda. Asumsi uji homogenitas mengikuti hipotesis sebagai berikut [20]:

- H_0 : $\rho_1 = \rho_2 = \rho_{\dots} = \rho_k = 0$ (Residual homogen)
- H_1 : minimal ada satu nilai $\rho_k \neq 0$ (Residual heterogen)

Berikut adalah statistik uji yang digunakan [20].

$$LM = TR^2 \quad (7)$$

dengan:

- T : banyaknya data residual
- R^2 : koefisien determinasi ($R^2 = 1 - \frac{SS_{residual}}{SS_{total}}$)
- $SS_{residual}$: jumlah kuadrat residual
- SS_{total} : jumlah kuadrat total
- α : taraf signifikansi (5%)

Dengan kesimpulan hipotesis sebagai berikut:

- Tolak H_0 : jika $LM > X_{\alpha; k}^2$ atau $p - value < \alpha$
- Terima H_0 : jika $LM < X_{\alpha; k}^2$ atau $p - value > \alpha$

2.6. **Akaike's Information Criterion (AIC)**. Persamaan AIC dalam pemilihan model terbaik sebagai berikut [9]:

$$AIC = \ln \hat{\sigma}^2 + \frac{2}{n}r \quad (8)$$

dimana:

- \ln : natural log
- $\hat{\sigma}^2$: variansi galat (*error*), dengan rumus $\hat{\sigma}^2 = \frac{RSS}{n}$, untuk $RSS = Residual Sum of Square$
- n : banyaknya pengamatan
- r : banyaknya parameter dalam model

Model dapat digunakan jika nilai AIC yang diperoleh lebih kecil [21].

2.7. **Autoregressive Integrates Moving Average (ARIMA)**. *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) yang dikembangkan oleh Box dan Jenkins, adalah teknik untuk peramalan atau prediksi data deret waktu. Asumsi stasioneritas terhadap varians dan rata-rata harus dipenuhi oleh data yang digunakan dengan pendekatan ARIMA [22]. Model ARIMA(p,d,q) dapat dituliskan sebagai berikut [22]:

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_q(B)a_t \quad (9)$$

dengan:

- (p, d, q) : p (orde AR (*Autoregressive*)), q (orde MA (*Moving Average*))
 dan d (*differencing* untuk data yang bukan musiman)
 $\phi_p(B)$: koefisien AR dengan orde p dimana
 $\phi_p(B) = 1 - \phi_1(B) - \phi_2(B^2) - \dots - \phi_p(B^p)$
 $\theta_q(B)$: koefisien MA dengan orde q dimana
 $\theta_q(B) = 1 - \theta_1(B) - \theta_2(B^2) - \dots - \theta_q(B^q)$
 $(1 - B)^d$: *differencing* orde d
 a_t : nilai residual di t

Model ARIMA musiman perkalian umum untuk suatu deret waktu Z_t dapat juga dituliskan sebagai berikut [23]:

$$\phi(B)\Phi(B^s)(1 - B)^d(1 - B^s)^D Z_t = \theta(B)P(B)^s a_t \quad (10)$$

dengan:

- B : operator *backshift* ($B_{zt} - Z_{t-1}$)
 s : periode musiman
 $\phi(B)$: operator *non-seasonal autoregressive* (AR) dimana
 $\phi(B) = 1 - \phi_1(B) - \dots - \phi_p(B^p)$
 $\Phi(B)$: operator *seasonal autoregressive* (AR) dimana
 $\Phi(B) = 1 - \phi_1(B^s) - \dots - \phi_p(B^{ps})$
 $\theta(B)$: operator *non-seasonal moving average* (MA) dimana
 $\theta(B) = 1 - \theta_1(B) - \dots - \theta_q(B^q)$
 $P(B)$: operator *seasonal moving average* (MA) dimana
 $P(B) = 1 - P_1(B) - \dots - P_Q(B^{Qs})$
 $(1 - B)^d(1 - B^s)^D$: *non-seasonal differencing* orde d dan *seasonal differencing* orde D
 a_t : nilai residual di t

2.8. Matriks Pembobot. Matriks pembobot digunakan sebagai variabel pembobot *moving holiday* dalam proses prediksi Reg-ARIMA. Tujuan matriks pembobot adalah untuk menghilangkan dampak kalender (efek *moving holiday*) pada data *time series*. Ada tiga variabel regresi yang digunakan yaitu REG1 menggunakan satu variabel pembobot, REG2 menggunakan dua variabel pembobot, dan REG3 menggunakan tiga variabel pembobot. Ini adalah tiga variabel regresi yang digunakan. Berikut dua kriteria digunakan untuk menghitung variabel regresi [7]:

Kriteria 1 : Jika Idul Fitri jatuh pada awal bulan (tanggal 1-15)

$$REG1 = \begin{cases} \frac{n_1}{w} & \text{untuk bulan terjadi Idul Fitri} \\ \frac{n_2}{w} & \text{untuk bulan sebelum terjadi Idul Fitri} \\ 0 & \text{untuk bulan yang lain} \end{cases} \quad (11)$$

dengan:

- n_1 : banyak hari yang berpengaruh pada bulan terjadi Idul Fitri
 n_2 : banyak hari yang berpengaruh pada bulan sebelum terjadi Idul Fitri
 w : total hari yang berpengaruh

Kriteria 2 : Jika Idul Fitri jatuh pada akhir bulan (tanggal 16-31)

$$RREG1 = \begin{cases} \frac{m_1}{w} & \text{untuk bulan terjadi Idul Fitri} \\ \frac{m_2}{w} & \text{untuk bulan Setelah terjadi Idul Fitri} \\ 0 & \text{untuk bulan yang lain} \end{cases} \quad (12)$$

dengan:

- m_1 : banyak hari yang berpengaruh pada bulan terjadi Idul Fitri
 m_2 : banyak hari yang berpengaruh pada bulan setelah terjadi Idul Fitri
 w : total hari yang berpengaruh

2.9. Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi. Dalam mengestimasi nilai parameter β dilakukan dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual, dimana estimasi parameter dilakukan dengan menggunakan pendekatan kuadrat terkecil. Diberikan estimasi β dalam bentuk $\hat{\beta}$, maka diperoleh [8]:

$$\hat{Y}_t = X_t \hat{\beta} \quad (13)$$

sehingga diperoleh estimasi parameter $\hat{\beta}$ berikut:

$$\hat{\beta} = (X_t^T X_t)^{-1} X_t^T Y_t \quad (14)$$

dimana:

- $\hat{\beta}$: estimasi parameter model
- Y_t : nilai prediksi pada waktu ke-t
- e_t : vektor residual model
- X_t : variabel eksogen pada waktu ke-t
- X_t^T : matriks transpose variabel eksogen pada waktu ke-t

Uji signifikansi terhadap parameter dilakukan dengan menggunakan uji t. Berdasarkan pertimbangan perbandingan antara t_{hitung} dengan t_{tabel} dengan hipotesis sebagai berikut [24]:

H_0 : variabel X tidak berpengaruh secara signifikan.

H_1 : variabel X memengaruhi secara signifikan.

Rumus dari penentuan t_{hitung} dapat dituliskan sebagai berikut [25]:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}}{SE(\hat{\beta})} \quad (15)$$

dengan:

- $\hat{\beta}$: estimasi parameter model
- $SE(\hat{\beta})$: standar error dari estimasi parameter model, dengan rumus $SE(\hat{\beta}) = \frac{1}{\sqrt{n}}$
- n : banyaknya data

Dengan kesimpulan hipotesis sebagai berikut [26]:

Tolak H_0 : jika $|t_{hitung}| > t_{tabel}$ atau $p - value < \alpha$

Terima H_0 : jika $|t_{hitung}| < t_{tabel}$ atau $p - value > \alpha$

2.10. Reg-ARIMA. Model Reg-ARIMA, salah satu model variasi kalender, dapat digunakan untuk meramalkan data menggunakan pola musiman dengan periode waktu yang bervariasi [27], dengan kata lain Reg-ARIMA adalah model regresi (Reg) dengan kesalahan rata-rata bergerak terintegrasi autoregresif (ARIMA) dan digunakan di sini untuk memperkirakan dan menghilangkan kalender dan beberapa efek interaksi *moving holiday* [28].

Bentuk persamaan regresi linear untuk data time series Y_t dapat dituliskan sebagai berikut [8]:

$$Y_t = \beta X_t + Z_t \quad (16)$$

Nilai dari Z_t diperoleh dari model AR dan MA. AR(p) dapat dituliskan [8]:

$$Z_t = \Phi_1 Z_{t-1} + \Phi_2 Z_{t-2} + \dots + \Phi_p Z_{t-p} + a_t \quad (17)$$

Sedangkan MA(q) dapat dituliskan [8]:

$$Z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} + a_t \quad (18)$$

Sedangkan, model Reg-ARIMA dapat dituliskan sebagai berikut [28]:

$$\phi(B)\Phi(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D(Y_t - \beta X_t) = \theta_q(B)P(B)^s a_t \quad (19)$$

dengan:

- $\phi_p(B)$: koefisien AR dengan orde p
 $\theta_q(B)$: koefisien MA dengan orde q
 d : urutan *differencing*
 B : operator backshift Box – Jenkins dimana $B(Y_t) = Y_t - 1$
 β : efek dari *regressor* X_t pada data time series Y_t
 $P(B)$: operator *seasonal moving average* (MA) dimana
 $P(B) = 1 - P_1(B) - \dots - \theta_Q(B^{Q_s})$
 Y_t : deret waktu
 a_t : nilai residual di t

2.11. Mean Absolute Percentage Error (MAPE). *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) berfungsi sebagai perhitungan nilai kesalahan yang dihasilkan dari penggunaan suatu metode [29]. Rumus dari MAPE bisa dituliskan sebagai berikut [30]:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=0}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right|}{n} \times 100\% \quad (20)$$

dengan:

- t : periode waktu
 n : jumlah total pengamatan
 Y_t : nilai aktual
 \hat{Y}_t : nilai perkiraan pada waktu adalah t

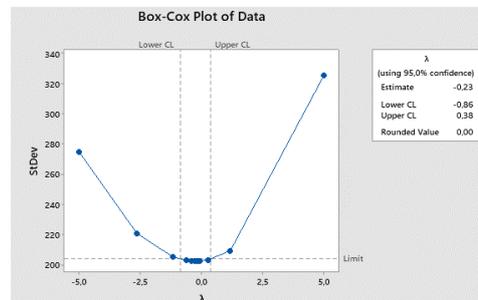
Semakin kecil urutan nilai kesalahan, mengindikasikan semakin baik model yang diterapkan, sehingga skala MAPE dapat dituliskan sebagai berikut:

TABEL 1. Tabel Persentase Tingkat Akurasi MAPE

Persentase MAPE	Tingkat Peramalan Model
< 10%	Sangat Baik
10 – 20%	Baik
20 – 50%	Cukup Baik
> 50%	Buruk

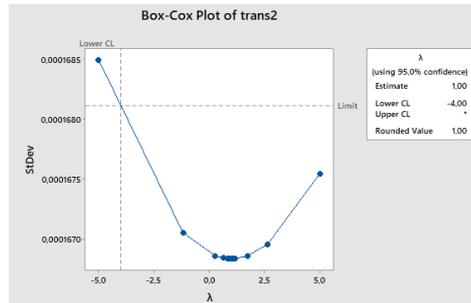
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Uji Stasioner Model. Dalam pengujian transformasi *box-cox* terhadap data diperoleh hasil $\lambda = 0.00$ seperti pada Gambar 1 di bawah ini. Maka perlu dilakukan transformasi hingga nilai $\lambda = 1$.



GAMBAR 1. Hasil Uji *Box-Cox* Tanpa Transformasi

Setelah dilakukan 2 kali transformasi *box-cox* dari data selesai, hasil uji *box-cox* nya ditampilkan pada Gambar 2.



GAMBAR 2. Hasil Uji *Box-Cox* dengan 2 Kali Transformasi

Didapatkan hasil yang memenuhi kriteria uji, yakni $\lambda = 1$ seperti pada Gambar 3.1. Selanjutnya, uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) digunakan untuk melakukan uji stasioneritas dalam mean. Hasil dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

TABEL 2. Nilai ADF Tanpa *Differencing*

ADF Value	P-Value
-0,75126	0,833

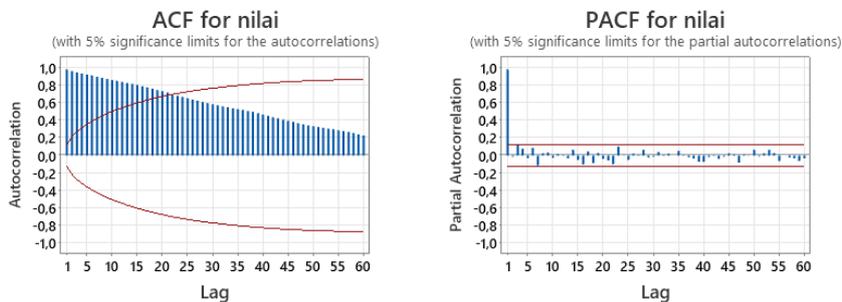
Dengan mengikuti kriteria $P - value = 0,833 > \alpha = 0,05$ maka perlu dilakukan *differencing*. Berikut adalah hasil uji ADF setelah dilakukannya *differencing* Tabel 3.

TABEL 3. Nilai ADF dengan Satu Kali *Differencing*

ADF Value	P-Value
-12.809	$6,5283 \times 10^{-24}$

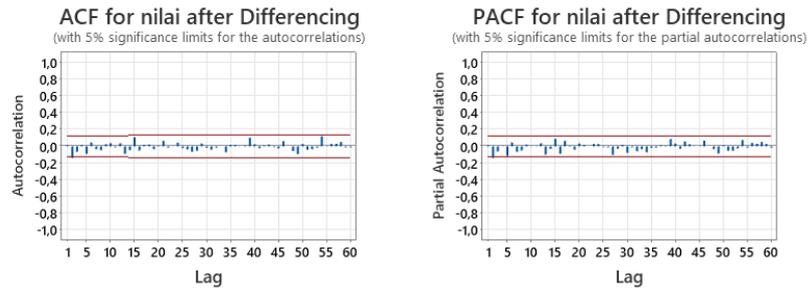
Dengan nilai $P - Value$ yang diperoleh pada Tabel 3 sebesar $6,5283 \times 10^{-24}$ maka nilai $P - value < \alpha$ dan terjadi tolak H_0 sehingga model memenuhi asumsi stasioner dalam rata-rata.

3.2. Identifikasi dan Uji Signifikansi Model. Hasil dari analisis ACF dan PACF yang dilakukan pada data ini ditunjukkan pada Gambar 3 sebagai berikut.



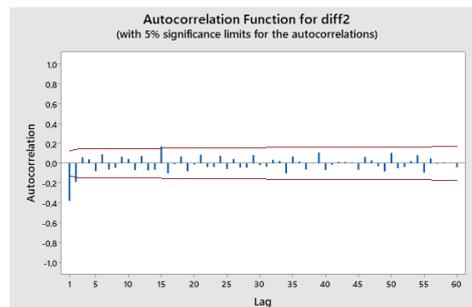
GAMBAR 3. Output ACF dan PACF yang Dilakukan Pada Data

Terlihat bahwa pada kedua plot pada Gambar 3 di atas bahwa data belum dapat dikatakan stasioner sehingga harus dilakukan *differencing* agar bisa membentuk model dari ACF serta PACF untuk model ARIMA (p,d,q).

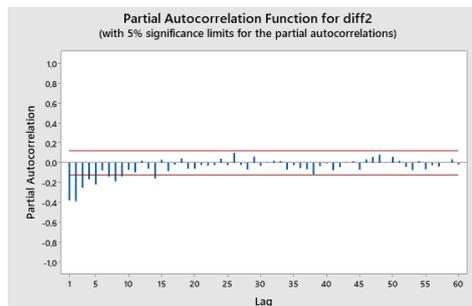


GAMBAR 4. Hasil ACF dan PACF Setelah Dilakukan *Differencing* 1 Kali

Gambar 4 di atas yang merupakan hasil *differencing* 1 kali, sehingga dapat diketahui nilai model AR dan MA belum bisa ditentukan, maka harus dilakukan *differencing* kedua, dan menghasilkan plot pada Gambar 5 dan Gambar 6 berikut.



GAMBAR 5. Hasil ACF Setelah Dilakukan *Differencing* 2 Kali



GAMBAR 6. Hasil PACF Setelah Dilakukan *Differencing* 2 Kali

Hasil yang disebutkan pada Gambar 5 dan Gambar 6 di atas menunjukkan bahwa ada dua pembeda karena kurva pada plot ACF terpotong pada lag 1 (MA), sedangkan kurva pada plot PACF terpotong pada lag 5. Grafik ACF dan PACF ini menunjukkan model potensial sebagai berikut:

No	Model	No	Model
1.	(5, 2, 1)	12.	(5, 2, 1)(1, 1, 1) ¹²
2.	(4, 2, 1)	13.	(4, 2, 1)(1, 1, 1) ¹²
3.	(3, 2, 1)	14.	(3, 2, 1)(1, 1, 1) ¹²
4.	(2, 2, 1)	15.	(2, 2, 1)(1, 1, 1) ¹²
5.	(1, 2, 1)	16.	(1, 2, 1)(1, 1, 1) ¹²
6.	(0, 2, 1)	17.	(0, 2, 1)(1, 1, 1) ¹²
7.	(5, 2, 0)	18.	(5, 2, 0)(1, 1, 1) ¹²
8.	(4, 2, 0)	19.	(4, 2, 0)(1, 1, 1) ¹²
9.	(3, 2, 0)	20.	(3, 2, 0)(1, 1, 1) ¹²
10.	(2, 2, 0)	21.	(2, 2, 0)(1, 1, 1) ¹²
11.	(1, 2, 0)	22.	(1, 2, 0)(1, 1, 1) ¹²
		23.	(0, 2, 0)(1, 1, 1) ¹²

Penentuan dari 23 model tersebut yang memenuhi standar signifikansi dengan taraf 5% (0.05), perlu dilakukan proses estimasi parameter dan uji signifikansi. Maka dapat diketahui bahwa model dari ARIMA yang memenuhi uji hanya dengan model yang memiliki keputusan $P - Value < 0.05$ untuk setiap nilai model estimasinya. Berikut adalah hasil dari estimasi parameter serta nilai P-Value dari uji signifikansinya. Model ARIMA yang memenuhi hipotesis tersebut dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

TABEL 4. Model Estimasi Terpilih

Model	Nilai Estimasi	SE	P-Value	Keterangan	Kesimpulan
ARIMA (0,2,1)	-0.9991	0.145	0.000	Memenuhi	Model Terpilih
	-0.7463	0.037	0.000	Memenuhi	Model Terpilih
	-0.6860	0.037	0.000	Memenuhi	
ARIMA (5,2,0)	-0.4994	0.058	0.000	Memenuhi	
	-0.2968	0.056	0.000	Memenuhi	
	-0.1957	0.057	0.001	Memenuhi	
	-0.7156	0.039	0.000	Memenuhi	Model Terpilih
ARIMA (4,2,0)	0.6047	0.036	0.000	Memenuhi	
	-0.3643	0.055	0.000	Memenuhi	
	-0.1545	0.053	0.003	Memenuhi	
ARIMA (3,2,0)	-0.6700	0.037	0.000	Memenuhi	Model Terpilih
	-0.5213	0.033	0.000	Memenuhi	
	-0.2584	0.045	0.000	Memenuhi	
ARIMA (2,2,0)	-0.5742	0.035	0.000	Memenuhi	Model Terpilih
	-0.3700	0.027	0.000	Memenuhi	
ARIMA (1,2,0)	-0.4083	0.033	0.000	Memenuhi	Model Terpilih

3.3. Uji Autokorelasi Residual. Tujuan dari pengujian autokorelasi residual dalam analisis deret waktu adalah untuk memastikan apakah residual pada setiap lag menunjukkan adanya autokorelasi.

Hipotesis pengujian autokorelasi yaitu $P - Value < 0.05$ akan mengalami tolak H_0 , dimana H_0 adalah tidak ada autokorelasi dalam residual model, agar model dapat memenuhi asumsi *white-noise* maka nilai $P - Value > 0.05$ terjadi gagal tolak hipotesis tersebut, dengan kata lain hipotesis diterima. Berikut adalah hasil dari uji *Ljung-Box* dalam asumsi *white-noise* nya.

TABEL 5. Hasil Uji Autokorelasi Residual

Model	<i>Ljung-Box</i> (Q)	<i>White Noise</i>
ARIMA (0,2,1)	0.36	Terima H_0
ARIMA (5,2,0)	0.75	Terima H_0
ARIMA (4,2,0)	0.59	Terima H_0
ARIMA (3,2,0)	0.40	Terima H_0
ARIMA (2,2,0)	0.09	Terima H_0
ARIMA (1,2,0)	0.01	Tolak H_0

3.4. Uji Normalitas Residual. Selanjutnya, dilakukan uji normalitas residual dengan hipotesis pengujian $P - Value < 0.05$ akan mengalami tolak H_0 , dimana H_0 adalah hipotesis residual berdistribusi normal dalam model, sehingga agar model dapat memenuhi uji normalitas, maka nilai $P - Value$ harus > 0.05 agar hipotesis diterima. Berikut adalah hasil dari uji $P - Value$ *Kolmogorov-smirnov* dalam asumsi normalitas residual.

TABEL 6. Hasil Uji Normalitas Residual

Model	Ks (P-Value)	Normalitas Residual
ARIMA (0,2,1)	0.928202	Terima H_0
ARIMA (5,2,0)	0.7692993	Terima H_0
ARIMA (4,2,0)	0.8818149	Terima H_0
ARIMA (3,2,0)	0.8113851	Terima H_0
ARIMA (2,2,0)	0.4301064	Terima H_0

Dengan demikian, kelima model tersebut bisa dilakukan uji lanjutan dalam rangkaian uji asumsi residual.

3.5. Uji Homogenitas Residual. Pada uji homogenitas ini harus memenuhi kriteria $P - Value > 0.05$ agar residual bersifat homogen. Dengan menggunakan nilai dari uji heteroskedastisitas, hasil probabilitas H nya harus > 0.05 agar residual dapat dikatakan tidak terdeteksi heterogen, dengan kata lain memenuhi hipotesis homogenitas. Berikut adalah tabel hasil serta keputusan dari uji homogenitas residual yang diperoleh.

TABEL 7. Hasil Uji Homogenitas Residual

Model	Prob H	Homogenitas	Kesimpulan
ARIMA (0,2,1)	0.71	Terima H_0	Model terpilih
ARIMA (5,2,0)	0.58	Terima H_0	Model terpilih
ARIMA (4,2,0)	1.00	Terima H_0	Model terpilih
ARIMA (3,2,0)	0.98	Terima H_0	Model terpilih
ARIMA (2,2,0)	0.44	Terima H_0	Model terpilih

3.6. Pemilihan Model Terbaik. Sebelum memulai proses prediksi, model terbaik harus dipilih berdasarkan nilai AIC terkecil dari kelima model tersebut. Nilai AIC untuk masing-masing model ditunjukkan dalam Tabel 8 berikut.

TABEL 8. Hasil Pemilihan Model Terbaik AIC

Model	AIC
Arima (0,2,1)	3694.152
Arima (5,2,0)	3734.574
Arima (4,2,0)	3741.192
Arima (3,2,0)	3745.550
Arima (2,2,0)	3760.759

Dari kelima model tersebut nilai AIC terkecil diperoleh oleh model (0,2,1) dengan nilai 3694.152, sehingga model tersebut dikatakan model terbaik jika dibandingkan dengan keempat model lainnya.

3.7. Evaluasi Model ARIMA Terpilih. Pada prediksi ARIMA ini dilakukan berdasarkan model terpilih yakni ARIMA (0,2,1). Dengan pembagian data yang sama yang nantinya akan digunakan pada analisis prediksi Reg-ARIMA, maka hasil dari peramalan dari data *testing* model ARIMA ini harus dilakukan pengujian nilai *error*, dengan merepresentasikan hasil dari perhitungan MAPE. Hasil dari MAPE ARIMA dapat dilihat pada Tabel 9

TABEL 9. Tingkat Peramalan Model ARIMA dengan MAPE

Hasil MAPE	Persentase	Tingkat Peramalan
2.43%	< 10%	Sangat Baik

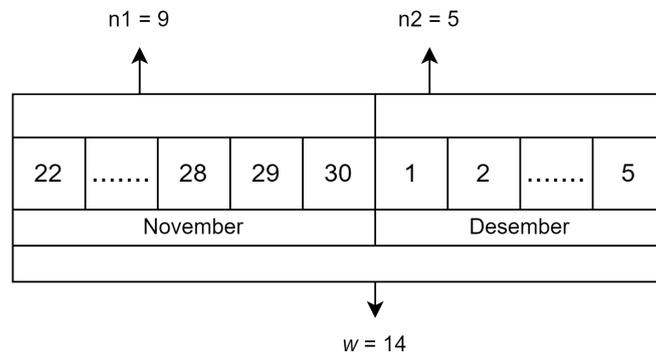
3.8. Peramalan Reg-ARIMA dengan Efek *Moving Holiday*.

3.8.1. Penentuan Matriks Pembobot. Dalam proses peramalan menggunakan Reg-ARIMA dibutuhkan variabel regresi berupa bobot dari variasi kalender dimana hari raya Idul Fitri di Indonesia memiliki efek musiman selama 14 hari ($w = 14$).

TABEL 10. Bobot Efek *Moving Holiday* Hari Raya Idul Fitri

Tanggal Idul Fitri	Hari Berpengaruh Idul Fitri			Nilai Bobot		
	Sebelum	Saat	Sesudah	Sebelum	Saat	Sesudah
16/12/2001	0	14	0	0	1	0
15/12/2002	0	14	0	0	1	0
26/11/2003	0	9	5	0	0,6428	0,3571
14/11/2004	0	14	0	0	1	0
03/11/2005	4	10	0	0,2857	0,7142	0
23/10/2006	0	11	3	0	0,7858	0,2142
13/10/2007	0	14	0	0	1	0
01/10/2008	4	10	0	0,2857	0,7142	0
20/09/2009	0	14	0	0	1	0
10/09/2010	0	14	0	0	1	0
30/08/2011	0	5	9	0	0,3571	0,6428
19/08/2012	0	14	0	0	1	0
08/08/2013	0	14	0	0	1	0
28/07/2014	0	6	8	0	0,4285	0,5714
17/07/2015	0	14	0	0	1	0
06/07/2016	3	11	0	0,2142	0,7858	0
25/06/2017	0	8	6	0	0,5714	0,4285
15/06/2018	0	14	0	0	1	0
06/06/2019	4	10	0	0,2857	0,7142	0
24/05/2020	0	11	3	0	0,7858	0,2142
13/05/2021	0	14	0	0	1	0
Bulan Lainnya	0	0	0	0	0	0

Penentuan nilai dari masing-masing bobot didasarkan oleh perhitungan hari yang berpengaruh dengan mempertimbangkan kriteria pada persamaan kriteria 11 dan persamaan kriteria 12. Sebagai contoh, Gambar 7 di bawah menunjukkan bagaimana cara menghitung n_1 , n_2 , dan w . Katakanlah tanggal 26 November adalah Hari Raya Idul Fitri pada tahun 2003.



GAMBAR 7. Sampel Penentuan Nilai Pembobot

Berdasarkan perhitungan Gambar 7 di atas, kriteria persamaan 12 dapat diterapkan dalam perhitungan ini. Terdapat tepat $w = 14$ hari yang dianggap berpengaruh. Pada bulan November, dimana Idul Fitri jatuh pada tanggal 26 nilai dari n_1 dihitung berdasarkan banyak hari libur dari rentang mendekati hari raya Idul Fitri, yakni pada tanggal 22 hingga 30, sehingga jumlah $n_1 = 9$. Lalu sisa dari bobot ditetapkan pada bulan Desember dengan jumlah $n_2 = 5$. Bobot sebesar 5 ini diperoleh dari hari yang masih berpengaruh untuk hari raya yang jatuh pada tanggal 26. Dengan demikian, dapat diperoleh matriks dari keseluruhan pembobot yang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$X_t = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0.2142857 \\ 0.7857143 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0.7857143 \\ 0.2142857 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}_{252 \times 1} \tag{21}$$

3.8.2. *Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter.* Dari bobot yang telah terbentuk didapatkan model regresi dengan Y_t adalah data aktual kurs dan X_t adalah bobot dari hari raya Idul Fitri. Diperoleh nilai uji signifikansi seperti pada Tabel 11 di bawah ini.

TABEL 11. Uji t dari Model Regresi Bobot

$\hat{\beta}$	SE ($\hat{\beta}$)	t-value	P-Value
398.8616	190.6608	2.091	0.036

Persamaan estimasi \hat{Y}_t dapat dibentuk dari hasil $\hat{\beta}$ seperti dalam persamaan 22 sebagai berikut:

$$\hat{Y}_t = 398.8616X_t \quad (22)$$

Keputusan uji signifikansi dari Tabel 11 di atas, nilai t-value harus memenuhi hipotesis berikut agar uji signifikansi terpenuhi. Kriteria uji nilai signifikansi secara parsial yaitu $|t_{hitung}| \geq t_{tabel}$ akan terjadi tolak H_0 dengan taraf signifikansi α sebesar 0,05; $n = 252$; $p = 12$.

Mengikuti kriteria uji $|t_{hitung}| \geq t_{tabel}$ maka kesimpulan yang dapat diambil dari t-value ialah memenuhi uji signifikansi seperti pada Tabel 12 di bawah ini.

TABEL 12. Kesimpulan uji t-value

t-value	t-tabel	Keterangan
2.091	1.9699	Tolak H_0

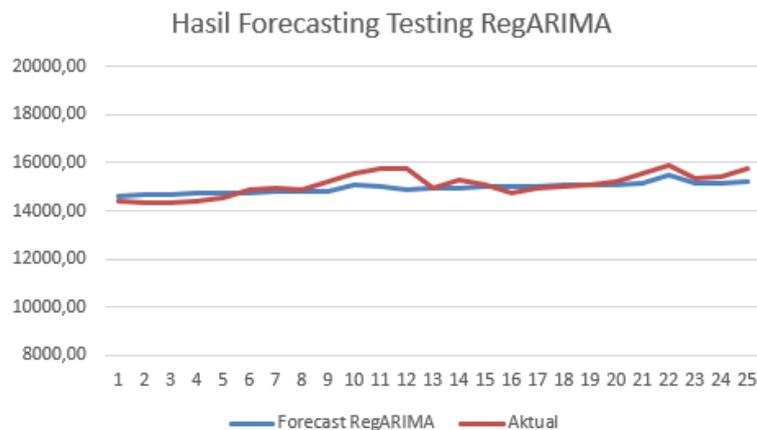
Dapat diketahui bahwa model regresi mempunyai pengaruh yang signifikan sehingga model dapat digunakan untuk analisis *time series*.

3.8.3. *Hasil Peramalan Reg-ARIMA dan Evaluasi Model.* Dari estimasi yang telah dilakukan, maka diperoleh model Reg-ARIMA (0,2,1) dengan mensubstitusikan persamaan 22 dan 18 ke dalam persamaan 16 dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y_t = \beta X_t + Z_t$$

$$Y_t = 398.8X_t + a_t + 0.9991a_{t-1}$$

Dengan demikian, dapat dilakukan proses prediksi dengan Reg-ARIMA (0,2,1) berdasarkan model yang telah diperoleh, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



GAMBAR 8. Grafik Hasil Prediksi Data *Testing* Reg-Arima dari Nilai Kurs

Gambar 8 di atas merupakan gambar hasil *forecasting* data *testing* menggunakan Reg-Arima. Lalu, akan dilakukan perhitungan nilai kesalahan, evaluasi model Reg-ARIMA menggunakan MAPE. Seperti yang dinyatakan pada Tabel 1, semakin kecil nilai MAPE, semakin baik prediksi model, sehingga dapat diperoleh nilai MAPE pada Tabel 13 berikut:

TABEL 13. Tingkat Peramalan Model dengan MAPE

Hasil MAPE	Persentase	Tingkat Peramalan
1.81%	< 10%	Sangat Baik

3.9. Perbandingan Evaluasi Model MAPE. Dari kedua model peramalan yang digunakan, maka didapatkan perbandingan hasil dari evaluasi model seperti pada Tabel 14 di bawah ini.

TABEL 14. Hasil Perbandingan Evaluasi ARIMA dan Reg-ARIMA

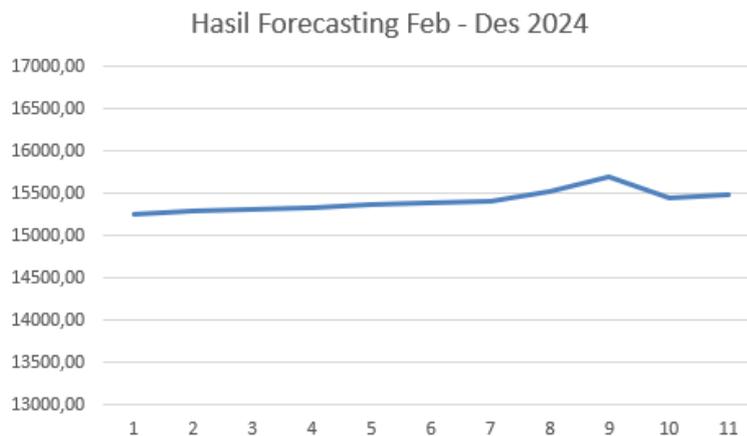
Model Peramalan	Hasil MAPE	Persentase MAPE	Tingkat Peramalan
Reg-ARIMA (0,2,1)	1.81%	< 10%	Sangat Baik
ARIMA (0,2,1)	2.43%	< 10%	Sangat Baik

Hasil MAPE di atas menunjukkan bahwa Reg-ARIMA lebih akurat daripada model ARIMA. Dengan demikian, Reg-ARIMA berhasil menangani efek kalender variasi/*moving holiday* pada hari raya Idul Fitri dalam proses prediksi, sehingga didapatkan nilai dari prediksi kurs pada bulan Februari 2024 hingga Desember 2024 pada Tabel 15 di bawah ini.

TABEL 15. Hasil *Forecasting* Reg-ARIMA

Date	Forecast
2024.Feb	15262
2024.Mar	15287
2024.Apr	15312
2024.May	15337
2024.Jun	15362
2024.Jul	15387
2024.Aug	15411
2024.Sep	15535
2024.Oct	15707
2024.Nov	15445
2024.Dec	15488

Dari hasil tersebut, dapat bentuk grafik peramalan seperti Gambar 9 di bawah ini.



GAMBAR 9. Grafik Hasil Prediksi Reg-ARIMA dari Nilai Kurs

Grafik yang ditunjukkan pada Gambar 9 merupakan grafik hasil prediksi 11 bulan kedepan, terhitung dari bulan Februari 2024 hingga Desember 2024. Pergerakan data prediksi disekitar angka Rp 15500 membuat kurs terprediksi masih berada pada nilai yang cukup tinggi.

4. SIMPULAN

Hasil dan pembahasan penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

- (1) Dari proses uji stastistika, diperoleh model terbaik yang dapat digunakan dalam proses prediksi, yakni ARIMA (0,2,1).
- (2) Perbandingan peramalan dengan model Reg-ARIMA dan ARIMA menghasilkan evaluasi terbaik didapatkan dari peramalan dengan model Reg-ARIMA dengan nilai MAPE sebesar 1.81% lebih rendah dibandingkan MAPE ARIMA dengan nilai 2.43%. Dari hasil evaluasi tersebut maka dapat diketahui bahwa model Reg-ARIMA berhasil menangani efek *moving holiday* dengan bobot Hari Raya Idul Fitri dengan cukup baik, dan mendapatkan tingkat kepercayaan model yang sangat baik karena nilai MAPE < 10%.
- (3) Berdasarkan model terbaik yang diperoleh dari nilai evaluasi terendah, maka proses pengendalian *moving holiday* dengan bobot dapat diterapkan untuk proses *forecasting* data kurs, sehingga didapatkan hasil *forecasting* di bulan Februari 2024 hingga bulan Desember 2024. Dari rentang waktu tersebut dapat diketahui bahwa nilai tertinggi prediksi nilai Kurs akan terjadi pada bulan Oktober 2024 dengan nilai Rp. 15707. Sedangkan nilai terendah terjadi pada bulan Februari 2024 dengan nilai Rp. 15262.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Salim, A., Fadilla, dan Purnamasari, A. (2021). *Pengaruh Inflasi Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia*. Journal of Management : Small and Medium Enterprises (SMEs), 7(1), 17–28. <https://doi.org/10.35508/jom.v13i3.3311>
- [2] Nugraha, N., Kamio, dan Gunawan, D. S. (2021). *Faktor-Faktor Penyebab Utang Luar Negeri dan Dampaknya Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia*. Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi, 21(1), 21. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v21i1.1160>
- [3] Andriani, R. S. (2023). *Kurs Rupiah Akhirnya Tembus Rp14.100 Usai Libur Lebaran*. Bisnis.Com. <https://market.bisnis.com/read/20180621/93/808256/kurs-rupiah-akhirnya-tembus-rp14.100-usai-libur-lebaran>
- [4] Karyadi, Y., dan Santoso, H. (2022). *Prediksi Kualitas Udara Dengan Metoda LSTM, Bidirectional LSTM, dan GRU*. JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi), 9(1), 671–684. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v9i1.1588>
- [5] Prasetyo, V. R., Lazuardi, H., Mulyono, A. A., dan Lauw, C. (2021). *Penerapan Aplikasi RapidMiner Untuk Prediksi Nilai Tukar Rupiah Terhadap US Dollar Dengan Metode Linear Regression*. Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi, 7(1), 8–17. <https://doi.org/10.25077/teknosi.v7i1.2021.8-17>
- [6] Are, G. P. B. and Sitorus, S. H. (2020). *Prediksi Nilai Tukar Mata Uang Rupiah Terhadap Dolar Amerika Menggunakan Metode Hidden Markov Model*. *Coding : Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 08(01):44–54.
- [7] Nisa, A. R., Tarno, T., dan Rusgiyono, A. (2020). *Peramalan Harga Cabai Merah Menggunakan Model Variasi Kalender Regarima Dengan Moving Holiday Effect (Studi Kasus: Harga Cabai Merah Periode Januari 2012 Sampai Desember 2019 Di Provinsi Jawa Barat)*. Jurnal Gaussian, 9(2), 170–181. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v9i2.27819>
- [8] Jessica, H. P., Ispriyanti, D., dan Tarno, T. (2019). *Peramalan Jumlah Wisatawan Yang Berkunjung Ke Objek Wisata Di Jawa Tengah Menggunakan Variasi Kalender Islam Regarima*. Jurnal Gaussian, 8(3), 305–316. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v8i3.26676>
- [9] Widhianti, N., dan Wutsqa, D. U. (2013). *Peramalan Banyak Penumpang Kereta Daerah Operasi Vi Yogyakarta Menggunakan Model Time Series Dengan Variasi Kalender Islam Regarima*. . . Matematika Dan Pendidikan Matematika FMIPA UNY, November, 978–979.
- [10] Perdagangan, K. (2023). *Nilai Tukar Mata Uang Asing Terhadap Rupiah. Satu Data Perdagangan*. <https://satudata.kemendag.go.id/data-informasi/perdagangan-dalam-negeri/nilai-tukar>
- [11] Zhang, T. (2017). *Seasonal Adjustment of the Consumer Price Index*. Open Journal of Social Sciences, 05(03), 5–15. <https://doi.org/10.4236/jss.2017.53002>
- [12] Romzi, M., Kurniasari, A., Yuniarti, Kusuma, F., Amelia, R., dan Putri, T. E. (2010). *Seasonal Adjustment dan Peramalan PDB Triwulanan (S. Baidowi dan M. Romzi (eds.))*. Badan Pusat Statistik.
- [13] Aktivani, S. (2021). *Uji Stasioneritas Data Inflasi Kota Padang Periode 2014-2019*. Jurnal Statistika Industri Dan Kompetensi, 6(1), 26–33.
- [14] Lubis, R. M. F., Situmorang, Z., dan Rosnelly, R. (2021). *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA-Box Jenkins) Pada Peramalan Komoditas Cabai Merah di Indonesia*. Jurnal Media Informatika Budidarma, 5(2), 485. <https://doi.org/10.30865/mib.v5i2.2927>

- [15] Lestari, E., Widiyah, T., dan Rahmawati, R. (2018). *Peramalan Ekspor NonMigas dengan Variasi Kalender Islam Menggunakan X-13 ARIMA-SEATS*. Jurnal Gaussian, 7(7-3), 236-247. <http://www.nber.org/papers/w16019>
- [16] Anggraeni, D. P., Rosadi, D., Hermansah, H., dan Rizal, A. A. (2020). *Prediksi Harga Emas Dunia di Masa Pandemi Covid-19 Menggunakan Model ARIMA*. Jurnal Aplikasi Statistika Dan Komputasi Statistik, 12(1), 71. <https://doi.org/10.34123/jurnalasks.v12i1.264>
- [17] Bilondatu, R. N., Nurwan, dan Isa, D. R. (2019). *Model ARCH(1) dan GARCH(1,1) Pada Peramalan Harga Saham PT. Cowell Development Tbk*. Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan: Berekeng, 13(1), 9-18.
- [18] Salsabila, F., Fatharani, R. A., Taqiyuddin, T. A., dan Rizki, M. I. (2022). *Aplikasi Model ARCH/GARCH dalam Peramalan Laju Inflasi Bulanan Indonesia*. Jurnal Sains Matematika Dan Statistika, 8(1), 34. <https://doi.org/10.24014/jsms.v8i1.13252>
- [19] Panjaitan, H., Prahutama, A., dan Sudarno, S. (2018). *Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Menggunakan Metode ARIMA, Intervensi dan ARFIMA (Studi Kasus : Penumpang Kereta Api Kelas Lokal Ekonomi DAOP IV Semarang)*. Jurnal Gaussian, 7(1), 96-109. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v7i1.26639>
- [20] Anbiya, W., dan Garini, F. C. (2022). *Application of GARCH Forecasting Method in Predicting The Number of Rail Passengers (Thousands of People) in Jabodetabek Region*. Jurnal Matematika, Statistika Dan Komputasi, 18(2), 198-223. <https://doi.org/10.20956/j.v18i2.18382>
- [21] Nurman, S., Nusrang, M., dan Sudarmin. (2022). *Analysis of Rice Production Forecast in Maros District Using the Box-Jenkins Method with the ARIMA Model*. ARRUS Journal of Mathematics and Applied Science, 2(1), 36-48. <https://doi.org/10.35877/mathscience731>
- [22] Hayati, F. N., Silfiani, M., dan Nurlaili, D. (2022). *Perbandingan Metode Arima, Dan Triple Exponential Smoothing Pada Studi Kasus Data Ekspor Non Migas Di Kalimantan Timur*. Jurnal Sains, Nalar, Dan Aplikasi Teknologi Informasi, 1(2). <https://doi.org/10.20885/snati.v1i2.10>
- [23] Bamanga, M. A., dan Adams, S. O. (2023). *Predictive Modeling of Nigeria's Currency in Circulation Using X-12 Autoregressive Integrated Moving Average Method*. Dutch Journal of Finance and Management, 5(1), 21473. <https://doi.org/10.55267/djfm/13340>
- [24] Erdawati, L., Komalasari, dan Febrianto, H. G. (2023). *Kinerja keuangan perbankan syariah dengan internet banking dan fee based income sebagai prediktor*. FORUM EKONOMI: Jurnal Ekonomi, Manajemen Dan Akuntansi, 25(1), 97-105.
- [25] Natalia, N. D. A., Rumat, V. A., dan Tolosang, K. D. (2019). *Pengaruh Belanja Modal Dan Belanja Sosial Pemerintah Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Sulawesi Utara*. Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi, 19(03), 97-106.
- [26] Priyanthy, A., Soegiarto, H. E., dan Mardiana. (2017). *Pengaruh Motivasi dan Lingkungan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan pada PT. Jonathan Agung Bersaudara*. Journal of Chemical Information and Modeling, 53(9), 21-25. <http://www.elsevier.com/locate/scp>
- [27] Putri, A. M., Sadik, K., dan Afendi, F. M. (2021). *Study of X-13 ARIMA SEATS Modeling for Rice Price Index Data in Indonesia*. Journal of Physics: Conference Series, 1863(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1863/1/012055>
- [28] Ollech, D., dan Bundesbank, D. (2023). *Economic Analysis Using Higher-Frequency Time Series: Challenges for Seasonal Adjustment*. Empirical Economics, 64(3), 1375-1398. <https://doi.org/10.1007/s00181-022-02287-5>
- [29] Hariwijaya, M. R. I., Furqon, M. T., dan Dewi, C. (2020). *Prediksi Harga Emas Dengan Menggunakan Metode Average-Based Fuzzy Time Series*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer, 4(4), 1258-1264.
- [30] Meilania, G. T., dan Malihah, L. (2023). *Perbandingan Model Peramalan Jumlah Pencari Kerja Menggunakan ARIMA dan Double Exponential Smoothing*. Jurnal Litbang Sukowati : Media Penelitian Dan Pengembangan, 7(2), 169-178. <https://doi.org/10.32630/sukowati.v7i2.441>
- [31] Melyani, Cheryl Ayu, Atsila Nurtsabita, Ghaitza Zahira Shafa, and Edy Widodo. "Peramalan Inflasi Di Indonesia Menggunakan Metode Autoregressive Moving Average (Arma)." Journal of Mathematics Education and Science 4, no. 2 (2021): 67-74.