

Perbandingan Kinerja Peramalan Kurs di Indonesia

Yolanda Sari*, Etik Winarni

Universitas Muhammadiyah Jambi

*Correspondence email: yolandasari2711@gmail.com, etikwinarni88@gmail.com

Abstrak. Berfluktuasinya nilai kurs di pasar uang baik terapresiasi maupun depresiasi, menunjukkan volatilitas yang terjadi pada mata uang suatu negara dengan mata uang negara lain, untuk mengatasi besarnya dampak fluktuasi kurs terhadap perekonomian diperlukan suatu model peramalan yang dapat meramalkan kurs dengan efektif. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan peramalan kurs yang menghasilkan model terbaik dalam menganalisis kurs dengan menggunakan model Box-Jenkins/ARIMA, ARCH dan GARCH. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dalam pola runtut waktu berupa data kurs Rupiah/USD yang diperoleh dari Bank Indonesia dalam bentuk harian (lima hari dalam seminggu), dimulai dari tanggal 2 Januari 2015 sampai 31 Desember 2021 dengan *out of sample* mulai 3 Januari 2022 hingga 31 Desember 2024. Beberapa model tersebut dibandingkan satu sama lain sehingga diperoleh model terbaik, dan diperoleh hasil peramalan 782 hari ke depan. Penelitian ini menunjukkan bahwa model ARIMA (1,1,0) lebih baik dalam meramalkan kurs dibandingkan dengan model ARCH (1) yang memiliki nilai RMSE, MAE dan MAPE terkecil. Hasil peramalan pada tanggal 3 Januari 2022 adalah Rp14.298,22/USD dengan data aktualnya sebesar Rp.14.270,00/USD. Terdapat *shadow forecasting* mulai tanggal 3 Januari 2022 sampai 11 Februari 2022 sehingga dapat dilihat perbandingannya dengan data aktual. Bagi investor, perusahaan atau pihak yang berkepentingan dengan untuk meramalkan kurs maka dapat menggunakan model ARIMA (1,1,0) dalam memprediksi kurs untuk peramalan beberapa periode ke depan.

Keywords: *peramalan, kurs, ARIMA, ARCH, GARCH*

Abstract. *Fluctuations in the exchange rate on the money market, both appreciating and depreciating, indicate the volatility that occurs in a country's currency with the currencies of other countries. To overcome the magnitude of the impact of exchange rate fluctuations on the economy, a forecasting model is needed that can predict the exchange rate effectively. This study aims to find the exchange rate forecast that produces the best model in analyzing the exchange rate using the Box-Jenkins/ARIMA, ARCH and GARCH models. The data used in this study is secondary data in a time series pattern in the form of Rupiah/USD exchange rate data obtained from Bank Indonesia in daily form (five days a week), starting from January 2, 2015 to December 31, 2021 with out of sample starting from 3 January 2022 to December 31, 2024. Some of these models are compared with each other so that the best model is obtained, and the forecasting results are 782 days ahead. This study shows that the ARIMA (1,1,0) model is better at predicting the exchange rate than the ARCH (1) model which has the smallest RMSE, MAE and MAPE values. Forecasting results on January 3, 2022 are Rp. 14,298.22/USD with actual data of Rp. 14,270.00/USD. There is shadow forecasting starting from January 3, 2022 to February 11, 2022, so the comparison can be seen with the actual data. For investors, companies or parties with an interest in forecasting the exchange rate, they can use the ARIMA (1,1,0) model in predicting the exchange rate for forecasting several periods in the future.*

Keywords: *forecasting, exchange rates, ARIMA, ARCH, GARCH*

PENDAHULUAN

Peramalan merupakan alat bantu yang efektif dalam perencanaan khususnya dalam bidang ekonomi dan bisnis. Pada bagian pemasaran, peramalan dibutuhkan untuk merencanakan penjualan produk baru, dalam fungsional keuangan, epramalan dapat menentukan anggaran dan pengendalian niaya, dan dalam menetapkan kebijakan ekonomi seperti pertumbuhan ekonomi, tingkat pengangguran, tingkat inflasi, dan lainnya juga dapat dilakukan menggunakan teknik peramalan. Seiring banyaknya kebutuhan peramalan yang lebih akurat, maka metode peramalan banyak dikembangkan oleh peneliti. Kurs mata uang suatu negara merupakan salah satu indikator penting dalam perekonomian, untuk itu perlu untuk mengetahui bagaimana pergerakan kurs setiap harinya. Berfluktuasinya kurs di pasar uang baik apresiasi maupun depresiasi menunjukkan volatilitas yang terjadi pada mata uang suatu negara dengan mata uang negara lain. Volatilitas yang semakin besar menunjukkan pergerakan kurs yang semakin tinggi. Ketika kurs mengalami volatilitas yang ekstrim, maka perekonomian akan mengalami ketidakstabilan baik dari sisi makro dan mikro. Perekonomian hingga saat ini masih sangat rentan terhadap gejolak perekonomian dari luar negeri yang berdampak pada pergerakan kurs yang semakin bebas. Untuk mengatasi besarnya dampak fluktuasi kurs terhadap perekonomian diperlukan suatu manajemen kurs yang baik sehingga fluktuasi dapat diprediksi dan perekonomian dapat berjalan stabil. Untuk itu, dibutuhkan suatu model peramalan yang dapat meramalkan kurs dengan efektif.

Beberapa model runtut waktu (*time series model*) diantaranya model Box-Jenkins (ARIMA), ARCH dan GARCH, pemulusan eksponensial (*exponential smoothing*), teknik naif, dekomposisi dan trend. Model yang tergolong

dalam model kausal adalah teknik regresi, model ekonometrika, dan input output. Dalam penelitian ini akan dibahas kinerja peramalan kurs dengan menggunakan model peramalan khususnya peramalan runtut waktu dengan beberapa model yang digunakan yakni model Box-Jenkins/ARIMA, ARCH dan GARCH. Model yang dipakai dalam penelitian ini adalah dua model *time series* berdasarkan sifat variansinya, yakni model *time series* homoskedastis menggunakan model ARIMA, sedangkan runtut waktu yang bersifat heteroskedastis menggunakan model ARCH yang kemudian disempurnakan menjadi model GARCH.

Kurs dapat diperkirakan menggunakan pendekatan multivariat, namun model ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti data variabel ekonomi makro yang tersedia kebanyakan adalah data bulanan bahkan tahunan, sementara di bidang keuangan diperlukan frekuensi data yang tinggi, misalnya data harian, jam atau bahkan menit. Hal ini memperlihatkan bahwa model struktural tidak cukup untuk peramalan sampel, untuk itu digunakan model univariat atau model teoritis yang mencoba memprediksi variabel keuangan yang menggunakan informasi yang terkandung dalam variabel itu sendiri di masa lalu dan saat ini. Data *time series*, terutama pada data keuangan, seperti data kurs memiliki karakteristik data trend yang tidak stasioner dan volatilitasnya menjadi lebih tinggi setelah perubahan yang negatif. Tingginya volatilitas data mengakibatkan perlunya suatu model pendekatan tertentu untuk mengukur masalah volatilitas residual. Salah satu pendekatan untuk memprediksi volatilitas varian residual adalah dengan memasukkan variabel independent yang mampu memprediksi volatilitas residual tersebut. Model yang mengasumsikan bahwa varian residual tidak konstan dalam data *time series* adalah model ARCH (*autoregressive conditional heteroscedasticity*). Model ARCH ini kemudian disempurnakan sehingga menjadi model GARCH (*generalized autoregressive heteroscedasticity*) dengan varian residual tidak hanya tergantung dari residual periode lalu, tetapi juga varian residual periode lalu. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan model ARIMA, ARCH dan GARCH. Perbandingan tersebut dilakukan untuk mendapatkan model terbaik yang dapat digunakan untuk meramalkan kurs yang paling tepat berdasarkan data histori.

Tinjauan Pustaka

Kurs

Menurut Mankiw (2006) kurs adalah mata uang suatu negara relatif terhadap mata uang negara lain. Karena nilai tukar ini mencakup dua mata uang, maka titik keseimbangannya ditentukan oleh sisi penawaran dan permintaan dari kedua mata uang tersebut. Kurs antar negara merupakan tingkat harga yang disepakati kedua negara untuk saling melakukan perdagangan. Kurs merupakan hal yang penting dalam suatu negara karena kurs mempengaruhi harga barang domestik relatif terhadap harga barang luar negeri. Ketika mata uang suatu negara nilainya naik secara relatif terhadap mata uang lainnya, barang-barang yang dihasilkan oleh negara tersebut menjadi lebih murah dan berlaku sebaliknya (Mishkin, 2010).

Analisis Runtut Waktu

Wei (2006) mengatakan bahwa *time series* adalah serangkaian pengamatan terhadap suatu variabel yang diambil dari waktu ke waktu dan dicatat secara berurutan menurut urutan waktu kejadiannya dengan interval waktu yang tetap. Tujuan analisis runtut waktu secara umum adalah untuk menemukan bentuk atau pola variasi dari data di masa lampau dan menggunakan pengetahuan ini untuk melakukan peramalan terhadap sifat-sifat dari data di masa yang akan datang. Dalam konteks ini, data stasioner menjadi penting, karena sifat-sifat masa lalu dari data tidak berubah karena perubahan waktu (bersifat *time invariant*) dan dapat digunakan untuk meramalkan sifat-sifat data di masa yang akan datang (Rosadi, 2012).

Peramalan

Peramalan adalah teknik memperkirakan suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu dan saat ini, akan tetapi tidak berarti bahwa setelah mempelajari teknik ini, dapat meramal apa saja dengan tepat, melainkan hanya mempelajari teknik tertentu yang dapat diaplikasikan pada situasi tertentu juga (Aswi dan Sukarna, 2006). Menurut Aritonang (2009) peramalan adalah kegiatan penerapan model yang telah dikembangkan pada waktu yang akan datang. Peramalan berperan penting dalam setiap bidang fungsional, baik dalam bidang keuangan, pemasaran, sumber daya manusia, produksi, dalam pemerintah maupun organisasi yang bertujuan laba, namun peramalan bukanlah pengganti dari perencanaan. Peramalan adalah salah satu aspek dari perencanaan. Pada umumnya kegunaan peramalan adalah sebagai alat bantu dalam perencanaan yang efektif dan efisien, juga untuk menentukan kebutuhan sumber daya di masa yang akan datang serta untuk membuat keputusan yang tepat. Kegunaan peramalan terlihat pada suatu pengambilan keputusan. Baik tidaknya hasil suatu penelitian sangat ditentukan oleh ketetapan ramalan yang dibuat. Walaupun demikian perlu diketahui bahwa ramalan selalu ada unsur kesalahannya, sehingga yang perlu diperhatikan adalah usaha untuk memperkecil kesalahan dari ramalan tersebut (Sari dan Fufita, 2018).

Model Box-Jenkins/ARIMA

Model ini dikembangkan oleh ilmuwan Inggris, George Box dan Gwilym Jenkins, memanfaatkan data masa lalu dan saat ini untuk menghasilkan peramalan jangka pendek dan akurat model ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) dikenal juga dengan nama model Box-Jenkins. Model ini merupakan salah satu model yang sering digunakan untuk analisis peramalan data time series. Model ARIMA mensyaratkan penggunaan data time series yang stasioner. Model ini juga mengasumsikan bahwa data yang menjadi input harus stasioner. apabila data yang menjadi input tidak stasioner, perlu dilakukan modifikasi untuk menghasilkan data stasioner yakni dengan cara metode pembedaan (*differencing*) yakni dilakukan dengan cara mengurangi nilai data pada suatu periode dengan nilai data periode sebelumnya. Untuk model ARIMA dijelaskan sebagai berikut.

1. Autoregressive (AR)

Suatu model regresi disebut model regresi yang bersifat *autoregressive* apabila model ini mengandung satu atau lebih *lagged dependent variables* sebagai variabel bebas. Bentuk umum model ini adalah:

$$Y_t = b_0 + b_1 Y_{t-1} + b_2 Y_{t-2} + \dots + b_n Y_{t-n} + e_t$$

Dimana: Y_t : variabel dependen; $Y_{t-1} \dots Y_{t-n}$: variabel bebas yang merupakan lag dari variabel terikat; $b_0 \dots b_n$: koefisien regresi; e_t : residual

2. Moving Average (MA)

Model rata-rata bergerak MA(q) meramalkan nilai Y_t berdasarkan kombinasi kesalahan linear masa lampau (lag) atau dituliskan secara matematis sebagai berikut:

$$Y_t = w_0 - w_1 e_{t-1} - w_2 e_{t-2} - \dots - w_n e_{t-n} + e_t$$

Dimana: Y_t : variabel dependen; $e_{t-1} \dots e_{t-n}$: variabel bebas yang merupakan lag dari residual; $w_0 \dots w_n$: bobot; e_t : residual

Variabel dependen tergantung dari nilai residual pada periode sebelumnya dan bukan variabel itu sendiri. Nilai “q” dalam MA(q) menunjukkan derajat model MA. Contoh untuk model MA(1) atau disebut ARIMA (0,0,1) sebagai berikut:

$$Y_t = w_0 + e_t - w_1 e_{t-1} \dots \dots \dots \text{ARIMA (0,0,1)}$$

Untuk model MA(1), koefisien AC turun drastis ke nol setelah lag satu, sementara koefisien PAC turun ke nol secara perlahan.

3. AR dan MA (ARMA)

Model ini menjelaskan karakteristik Y oleh proses AR dan MA sekaligus. Bentuk umum model ini adalah sebagai berikut:

$$Y_t = b_0 + b_1 Y_{t-1} + b_2 Y_{t-2} + \dots + b_p Y_{t-p} - w_1 e_{t-1} - w_2 e_{t-2} - \dots - w_q e_{t-q} + e_t$$

Dimana: Y_t : variabel dependen; $Y_{t-1} \dots Y_{t-p}$: variabel bebas yang merupakan lag dari variabel terikat; $b_0 \dots b_p$: koefisien regresi; e_t : residual; $e_{t-1} \dots e_{t-q}$: variabel bebas yang merupakan lag dari residual; $w_0 \dots w_q$: bobot

Contoh ARMA (1,1) diformulasikan sebagai berikut:

$$Y_t = b_0 + b_1 Y_{t-1} + e_t - w_1 e_{t-1} \dots \dots \dots \text{ARIMA (1,0,1)}$$

4. AR dan MA terintegrasi (ARIMA) (p,d,q)

Pada kenyataannya banyak data yang tidak stasioner. Jika ditemukan data seperti ini maka dilakukan modifikasi untuk menghasilkan data stasioner. salah satu cara yang dilakukan adalah dengan metode pembedaan (*differencing*). Data yang dipakai sebagai input model ARIMA adalah hasil data transformasi yang sudah stasioner, bukan data asli. Berapa kali proses pembedaan dilakukan dinotasikan dengan d. ARIMA (p,d,q) merupakan kombinasi antara nilai masa lalu variabel dependen dengan residual masa lalu dan menawarkan model yang lebih baik yang tidak dapat dijelaskan dengan baik oleh model AR atau MA saja.

Model ARCH dan GARCH

Setelah ARIMA berkembang, Engle mengintroduksi model ARCH pada tahun 1982. Model ini dikembangkan terutama untuk menjawab adanya volatilitas pada data ekonomi dan bisnis, khususnya dalam bidang keuangan. Data *time series* memiliki kecenderungan mempunyai varian kesalahan pengganggu atau residual (*error term*) yang tidak konstan dari waktu ke waktu. Berdasarkan kenyataan tersebut, varian dari data time series ini berubah-ubah dari satu periode ke periode yang lain. Varian dari residual bukan lagi hanya fungsi dari variabel independent tetapi selalu berubah-ubah, tergantung seberapa besar residual di masa lalu. Model inilah yang disebut dengan *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH). Model ini pertama kali dikembangkan oleh Robert Engle. Model ARCH kemudian disempurnakan oleh Tim Bollerslev pada tahun 1986 dengan memasukkan tidak hanya sekadar *error term* di masa lalu tetapi juga varian *error term* di masa lalu. Model dari Bollerslev ini disebut dengan *Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedasticity* (GARCH). Model GARCH tepat digunakan pada suatu periode yang memiliki volatilitas yang tinggi dan di periode yang lain volatilitasnya rendah karena residual yang tidak konstan.

Bentuk umum model ARCH(p) adalah sebagai berikut (Nachrowi dan Usman, 2006):

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i e_{t-1}^2$$

Dan bentuk umum model GARCH(p,q) adalah sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i e_{t-1}^2 + \sum_{i=1}^q \beta_i \sigma_{t-i}^2$$

Dimana: σ_t^2 : nilai varian variabel yang diteliti; α_0 : slope dari persamaan dengan syarat > 0 ; α_i : slope dari persamaan dengan rentang nilai ≥ 0 ; $\sum_{i=1}^p \alpha_i e_{t-1}^2$: sigma lag sebesar $i=1$ hingga $i=p$ dari error; β_i : slope dari persamaan dengan syarat ≥ 0 ; $\sum_{i=1}^q \beta_i \sigma_{t-i}^2$: sigma lag sebesar $i=1$ hingga $i=q$ dari conditional variance

METODE

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data harian (lima hari dalam seminggu) dengan periode 2 Januari 2015 sampai 31 Desember 2021 dan merupakan penelitian kuantitatif serta studi empiris. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kurs yang dikumpulkan dari basis data yang sudah ada dan diperoleh dari website moneter Bank Indonesia. Ada dua tipe akurasi sampel dalam penelitian ini, yakni di dalam sampel (*in sample*) dan di luar sampel (*out of sample*). *In sample* dalam penelitian ini merupakan data kurs harian (lima hari dalam seminggu) mulai 2 Januari 2015 sampai 31 Desember 2021 dan *out of sample* dalam penelitian ini dimulai dari 3 Januari 2022 sampai 31 Desember 2024. *In sample* digunakan untuk mengestimasi model sedangkan *out of sample* digunakan untuk peramalan ke depan dan digunakan untuk mengevaluasi model.

Peramalan Kurs dengan Model ARIMA

Langkah-langkah peramalan kurs dengan model ARIMA adalah sebagai berikut:

1. Uji stasioneritas Data. Uji yang dilakukan untuk melihat stasioneritas data adalah dengan analisis grafik, yang dilakukan dengan membuat plot antara nilai observasi dan waktu. Akan tetapi, untuk menentukan stasioner atau tidaknya sebaran data dapat dilakukan dengan pengujian formal menggunakan korelogram dan uji akar unit (unit root test). Sebab bila diuji hanya secara grafik, kesimpulan yang diambil dapat berbeda-beda karena subjektivitas. Dua pengujian yang dilakukan secara formal menurut Nachrowi dan Usman (2006), yaitu:
 - a. Korelogram. Membuat korelogram dilakukan dengan program Eviews, sehingga waktu yang digunakan lebih efektif, pada penelitian ini digunakan program Eviews 9.
 - b. Uji Akar Unit
 Hasil uji dapat pula menggunakan metode *Augmented Dickey Fuller* (ADF) dengan syarat stasioneritas: $|ADF\ t - statistic| > |semua\ \alpha\ critical\ value|$, *critical value* mulai dari 1%, 5% dan 10%. Jika nilai *ADF t-statistic* > dari semua nilai mutlak *critical value* dapat diartikan data sudah stasioner, tetapi jika *ADF t-statistic* < dari semua nilai mutlak *critical value* maka dapat diartikan data belum stasioner.
2. Identifikasi Model

Tabel 1

Pedoman Identifikasi Proses ARIMA (p,d,q)

	(0,d,1)	(0,d,2)	(0,d,1)
Otokorelasi (r_k)	Hanya r_1 yang signifikan sisanya mengecil secara cepat ke arah nol begitu waktu berlalu	Hanya r_1 dan r_2 yang signifikan	Mengecil secara eksponensial dari lag 1
Otokorelasi Parsial	Mengecil secara eksponensial ke arah nol begitu waktu berlalu	Mengecil secara eksponensial ke arah nol, dan ada tanda positif maupun negatif	Didominasi oleh pengecilan secara cepat ke arah nol begitu waktu berlalu

Sumber: Aritonang, (2009)

3. Estimasi Parameter (p,d,q), untuk mengestimasi parameter AR dan MA, dilakukan dengan proses coba-coba (trial and error) untuk mendapatkan model ARIMA terbaik yang memenuhi syarat suatu model.
4. Uji Diagnosis ARIMA. Ukuran akurasi model yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Mean Absolute Error (MAE). Pertimbangan yang cermat dalam memilih metode peramalan diperlukan agar ramalan dapat digunakan sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan.
5. Peramalan, dilakukan setelah mendapatkan model terbaik dan mendapatkan model dengan spesifikasi yang baik setelah dilakukan uji diagnosis untuk meramalkan kurs satu periode ke depan.

Peramalan Kurs dengan Model ARCH dan GARCH

Prosedur umum dalam peramalan model ARCH/GARCH sama dengan prosedur yang diterapkan pada model ARIMA. Dalam model ARCH/GARCH didahului dengan identifikasi apakah data yang diamati mengandung heteroskedastisitas atau tidak. Hal ini dilakukan dengan mengamati beberapa ringkasan statistik dari data.

1. Identifikasi Efek ARCH. Pengujian dapat dilakukan dengan mengetahui pola residual kuadrat dari korelogram dan dengan menggunakan uji ARCH-LM dari model terbaik ARIMA. Dengan signifikansi $\alpha = 0,05$ dan daerah kritis H_0 ditolak jika probabilitas $Obs*Rsquare < \alpha$ (0,05) maka H_0 diterima yang artinya tidak terdapat efek ARCH dalam residual.
2. Estimasi Model. Model ARCH/GARCH dapat dilakukan pada model yang telah diestimasi sebelumnya yakni model ARIMA dengan bantuan software Eviews, dapat diketahui setelah memasukkan unsur ARCH/GARCH. Model estimasi ARCH/GARCH dipilih dengan kriteria terbaik dari nilai AIC dan SIC terkecil, *Adjusted R-Squared* dan *R-Squared* terbesar serta nilai *Sum Squared Resid* (SSR) terkecil.
3. Evaluasi Model ARCH/GARCH. Untuk melihat apakah model hasil estimasi telah cukup baik untuk memodelkan data, maka dilakukan beberapa uji ARCH-LM dan Uji Korelasi Serial. Korelogram dari data dilihat dari tabel Q-Statistik residual dimana jika dilihat banyak lag yang keluar dari garis Bartlet maka no autocorrelation tidak terpenuhi.
4. Peramalan. Peramalan dapat dilakukan apabila pemilihan model terbaik sesuai dengan kriteria statistiknya yakni memenuhi semua tahapan analisis proses peramalan dan nilai AIC, SIC serta RMSE, MAPE, dan MAE nya memenuhi syarat yakni nilai terkecil. Nilai uji akurasi peramalan dengan melihat AIC, SIC, RMSE, MAPE, dan MAE dapat dilihat dari hasil komputasi program Eviews.

HASIL



Gambar 1
Plot Data Kurs Rp/USD

Sumber: data olahan

Gambar 1 memperlihatkan bahwa data kurs memiliki trend bentuk *non stationer* dalam rata-rata (*mean*). Terlihat dari kenaikan dan penurunan plot data yang hampir berada di garis *mean* namun tetap ada kenaikan dan penurunan sehingga data ini masih belum stasioner. Untuk melihat apakah data kurs *time series* yang kita gunakan sudah stasioner atau belum maka diperlukan pengujian stasioneritas data menggunakan Uji stasioneritas korelogram (*correlogram*) dan Uji akar unit (*unit root test*) untuk melihat stasioneritas data juga stasioneritas data dalam jangka panjang.

Tabel 2
Korelogram Kurs Rp/USD pada level (0)

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
*****	*****	1	0.994	0.994	1807.0	0.000
*****	*	2	0.987	-0.087	3589.4	0.000
*****		3	0.979	-0.051	5345.0	0.000
*****		4	0.971	-0.026	7072.8	0.000
*****		5	0.962	-0.052	8770.6	0.000
*****		6	0.953	-0.012	10438.	0.000
*****		7	0.944	-0.028	12074.	0.000
*****		8	0.935	0.015	13679.	0.000
*****		9	0.926	-0.020	15253.	0.000
*****		10	0.916	-0.033	16795.	0.000
*****		11	0.906	-0.020	18305.	0.000
*****		12	0.896	-0.017	19781.	0.000

Sumber: Data diolah

Tabel 2 menjelaskan bahwa dalam jangka pendek tidak stasioner. Grafik autokorelasi menurun secara eksponensial dan perlahan semakin lama semakin kecil, hal ini menunjukkan bahwa data dalam jangka panjang akan stasioner. Bila diuji dengan menggunakan Uji Akar Unit (*Unit Root Test*) maka hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 3
Uji Augmented Dickey Fuller (ADF) pada level (0)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.562017	0.0334
Test critical values:		
1% level	-3.963084	
5% level	-3.412275	
10% level	-3.128070	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Sumber: Data diolah

Hasil uji ADF pada Tabel 3, menunjukkan bahwa data sudah stasioner pada level nol, dapat dilihat dari nilai probabilitas atau *p-value* yang lebih kecil dari $\alpha = 5\%$ maka tidak terjadi *unit root* pada jangka panjang. Dari hasil uji ADF yang sudah stasioner, maka dapat ditentukan jumlah lag AR yaitu *p*, nilai lag MA yaitu *q* untuk digunakan dalam persamaan yang akan diestimasi.

Tabel 4
Model ARIMA yang diterima

Model	Probabilitas								Kesimpulan
	Konstanta	AR(1)	AR(2)	AR(3)	MA(1)	MA(2)	MA(3)	MA(4)	
ARIMA (0,1,1)	0,5312				0,0000				Diterima
ARIMA (0,1,2)	0,5545				0,0000	0,0000			Diterima
ARIMA (0,1,3)	0,5568				0,0000	0,0000	0,0122		Diterima
ARIMA (0,1,4)	0,5877				0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	Diterima
ARIMA (1,1,0)	0,5438	0,0000							Diterima
ARIMA (1,1,1)	0,6003	0,0000			0,0000				Diterima
ARIMA (2,1,0)	0,5692	0,0000	0,0000						Diterima
ARIMA (3,1,0)	0,5814	0,0000	0,0000	0,0188					Diterima
ARIMA (3,1,3)	0,6067	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		Diterima

Sumber: Data diolah

Tabel 4 menunjukkan bahwa semua model ARIMA di atas yakni ARIMA (0,1,1), ARIMA (0,1,2), ARIMA (0,1,3), ARIMA (0,1,4), ARIMA (1,1,0), ARIMA (1,1,1), ARIMA (2,1,0), ARIMA (3,1,0) dan ARIMA(3,1,3) memiliki nilai probabilitas yang signifikan. Jadi dapat disimpulkan sembilan model ARIMA tersebut akan dipilih kembali untuk mendapatkan model terbaik dalam meramalkan kurs.

Tabel 5
Hasil Uji Diagnosis Model ARIMA

Model	No Autokorelasi
ARIMA (0,1,1)	Ya
ARIMA (0,1,2)	Tidak
ARIMA (0,1,3)	Tidak
ARIMA (0,1,4)	Tidak
ARIMA (1,1,0)	Ya
ARIMA (1,1,1)	Tidak
ARIMA (2,1,0)	Tidak
ARIMA (3,1,0)	Tidak
ARIMA (3,1,3)	Tidak

Sumber: Data diolah

Tabel 5 di atas, terlihat bahwa ada beberapa model yang memenuhi uji diagnosis, sehingga diperlukan model terbaik dengan cara membandingkan nilai melalui uji kelayakan. Dalam menentukan model ARIMA, ada kalanya beberapa model semuanya lolos uji diagnosis, maka untuk mendapatkan model terbaik dapat dipilih dengan membandingkan data, dengan melihat beberapa indikator, seperti Akaike Info Criterion (AIC) dan Schwarz Criterion (SIC) terkecil serta beberapa uji kelayakan seperti Root Mean Squared Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE) dan Mean Absolute Percent Error (MAPE) terkecil.

Tabel 6
Hasil Uji Kelayakan Model ARIMA

Model	AIC	SIC	RMSE	MAE	MAPE
ARIMA (0,1,1)	11,03735	11,04641	699,7278	535,9317	3,777960
ARIMA (1,1,0)	11,03495*	11,04400*	604,7634*	427,1901*	2,995440*

Sumber: Data diolah

Ket: bertanda * adalah nilai terkecil

Tabel 6 terlihat bahwa kondisi ARIMA yang memenuhi perilaku kurs periode 2 Januari 2015 hingga 31 Desember 2021 adalah pada saat ARIMA(1,1,0). Evaluasi pengukuran kesalahan peramalan RMSE, MAE, dan MAPE yang terkecil adalah pada saat ARIMA (1,1,0). Estimasi model ARIMA (1,1,0) pada tabel berikut.

Tabel 7
Estimasi ARIMA (1,1,0)

Variable	Coefficient	t-Statistic	Probability
C	0,999023	0,607227	0,5438
AR(1)	0,136081	13,44088	0,0000

Sumber: Data diolah

Tabel 7 menunjukkan nilai probabilitas AR (1) < α (0,05) maka tolak H_0 yang berarti signifikan. Maka dapat disimpulkan model ARIMA (1,1,0) dapat digunakan dalam peramalan kurs.

Tabel 8
Uji Efek ARCH ARIMA (1,1,0)

F-statistic	50197.83	Prob. F(1,1823)	0.0000
Obs*R-squared	1761.045	Prob. Chi-Square(1)	0.0000

Sumber: Data diolah

Tabel 8 menunjukkan nilai probabilitas Obs*R-Squared yang mendekati nol atau < α (0,05) yang berarti tolak H_0 dan dapat disimpulkan bahwa data tersebut mengandung efek ARCH. Dengan adanya efek ARCH maka kurs dapat diramalkan menggunakan model ARCH-GARCH.

Tabel 9
Uji Signifikansi Model ARCH-GARCH

Model	Probabilitas								Kesimpulan
	Konstanta	ARCH (1)	GARCH (1)	GARCH(2)	GARCH (3)	GARCH (4)	GARCH (5)	GARCH (6)	
ARCH (1)	0,0000	0,0000							Diterima
GARCH (1,1)	0,0000	0,0000	0,0361						Diterima
GARCH (2)	0,0000		0,0000	0,0000					Diterima
GARCH (3)	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000				Diterima
GARCH (4)	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000			Diterima
GARCH (5)	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		Diterima
GARCH (6)	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Diterima

Sumber: Data diolah

Tabel 9 semuanya diterima sebagai model untuk meramalkan kurs, karena memiliki konstanta dan probabilitas mendekati nol ($0,000 < \alpha=0,05$), maka ketujuh model tersebut diterima sebagai model peramalan kurs.

Tabel 10
Hasil Uji Diagnosis Model ARCH-GARCH

Model	Homoskedastisitas	ARCH LM
ARCH (1)	Ada	Tidak
GARCH (1,1)	Tidak	Ya
GARCH (2)	Tidak	Ya
GARCH (3)	Tidak	Ya
GARCH (4)	Tidak	Ya
GARCH (5)	Tidak	Ya
GARCH (6)	Tidak	Ya

Sumber: Data diolah

Tabel 10 hanya satu model yang memenuhi asumsi peramalan karena pada residual terdapat homoskedastisitas dan tidak ada efek ARCH, maka model tersebut dapat digunakan untuk peramalan kurs. Berikut disajikan hasil estimasi ARCH (1).

Tabel 11
Hasil Uji Kelayakan Model ARCH (1)

Model	AIC	SIC	RMSE	MAE	MAPE
ARCH (1)	14,69619	14,70524	676,5411	537,7652	3,920348

Sumber: Data diolah

Tabel 11 dapat dikatakan bahwa model ARCH (1) dapat digunakan untuk meramalkan kurs. Untuk memilih model terbaik antara ARIMA, ARCH dan GARCH maka ditampilkan perbandingan hasil uji akurasi dari dua model yang sudah melakukan uji kelayakan tadi.

Tabel 12
Perbandingan Hasil Uji Akurasi Model ARIMA (1,1,0) dan ARCH (1)

Model	AIC	SIC	RMSE	MAE	MAPE
ARIMA (1,1,0)	11,03495*	11,04400*	604,7634*	427,1901*	2,995440*
ARCH (1)	14,69619	14,70524	676,5411	537,7652	3,920348

Sumber: Data diolah

Ket: bertanda * adalah nilai terkecil

Tabel 12 menunjukkan model ARIMA (1,1,0) adalah model terbaik dalam meramalkan kurs. Hal ini terlihat dari nilai RMSE, MAE, dan MAPE ARIMA (1,1,0) lebih kecil dari nilai ARCH(1). Jadi dari kedua model yang diuji tersebut, dapat disimpulkan bahwa model ARIMA (1,1,0) lebih baik dibandingkan model ARCH(1).

Analisis Kurs Rp/USD Berdasarkan Model Terbaik

Setelah model terbaik diperoleh, selanjutnya peramalan dapat dilakukan. Peramalan terbaik dari penelitian ini adalah dengan menggunakan model ARIMA (1,1,0). Peramalan dimulai dari tanggal 3 Januari 2022 hingga 31 Desember 2024 (selama 782 hari). Hasil peramalan pada tanggal 3 Januari 2022 adalah sebesar Rp.14.298,22/USD yang tidak berbeda jauh dari nilai aktual kurs, yakni Rp.14.270,00/USD. Hasil peramalan pada tahun 2022 mengalami fluktuasi setiap minggunya. Untuk hasil peramalan pada tanggal 2 Januari 2023 adalah sebesar Rp.14.557,96/USD, nilai kurs mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya. Pada tanggal 1 Januari 2024, hasil peramalan kurs adalah sebesar Rp.14.817,71/USD serta pada tanggal 31 Desember 2024 hasil peramalan kurs adalah sebesar Rp.15.078,45/USD.

Berdasarkan sifatnya, model ARIMA ini baik digunakan untuk peramalan jangka pendek, dalam hal ini dengan data kurs harian. Berbeda dengan model struktural yang dapat melakukan peramalan jangka panjang. Penelitian ini harus dilakukan dengan prosedur berulang-ulang untuk menghasilkan model peramalan terbaik sehingga memerlukan waktu yang cukup lama dan apabila terdapat data baru maka harus diestimasi ulang dan model dapat berubah. Penelitian ini menggunakan indikator RMSE, MAE, dan MAPE untuk mendapatkan model terbaiknya. Hal ini mendukung penelitian yang dilakukan Newaz (2008) serta Osarumwense dan Waziri (2013) dalam meramalkan kurs walaupun dengan model dan periode penelitian yang berbeda. Model terbaik yang digunakan adalah ARIMA. Di sisi lain, ada beberapa model yang digunakan oleh Khasei dan Bijari (2011) yakni dengan model ARIMA hybrid yang menggunakan indikator MLP dan MAE untuk melihat model terbaik yang digunakan dalam meramalkan kurs di pasar keuangan. Penelitian oleh Yasa, dkk (2017) juga memperlihatkan metode peramalan kurs menggunakan metode Hibrid, dengan indikator MAPE terbaik yang digunakan untuk menganalisis fluktuasi pergerakan nilai mata uang pada saat terjadi transaksi jual beli mata uang asing. Penelitian oleh Are dan Sitorus (2020) yang meramalkan kurs menggunakan metode Hidden Markov Model juga menggunakan indikator MAD, MSE, dan MAPE untuk memilih model terbaik.

SIMPULAN

Model ARIMA (1,1,0) adalah model terbaik untuk meramalkan kurs Rp/USD. Hasil analisis peramalan menunjukkan ARIMA (1,1,0) memiliki nilai RMSE, MAE, dan MAPE yang lebih kecil dari ARCH (1). Hasil ramalan ARIMA (1,1,0) per tanggal 3 Januari 2022 adalah sebesar Rp.14.298,22/USD. Nilai ramalan tersebut tidak jauh berbeda dengan nilai aktualnya yakni Rp.14.270,00/USD dengan *forecast error* sebesar Rp.28,22/USD. Terdapat *shadow forecasting* mulai tanggal 3 Januari 2022 sampai 11 Februari 2022, namun dapat dilihat perbandingannya dengan nilai aktualnya. Nilai kurs ramalan pada tanggal 2 Januari 2023 adalah sebesar Rp.14.557,96/USD, pada

tanggal 1 Januari 2024 nilai kurs ramalan adalah sebesar Rp.14.817,71 dan pada tanggal 31 Desember 2024 adalah sebesar Rp.15.078,45/USD.

DAFTAR PUSTAKA

- Are, G.P.B dan Sitorus, S.H. 2020. Prediksi Nilai Tukar Mata Uang Rupiah terhadap Dolar Amerika Menggunakan Metode Hidden Markov Model. *Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 8(1), 44-54. Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Aritonang, R. 2009. *Peramalan Bisnis*. Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Aswi dan Sukarna. 2006. *Analisis Deret Waktu: Teori dan Aplikasi*. Andira Publisher. Makassar.
- Box, G. P and Jenkins, G. M. 1976. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Holden-Day. San Fransisco.
- Khasei, M and Bijari, M. 2011. A New Hybrid Methodology for Nonlinear Time Series Forecasting. *Modelling and Simulation in Engineering, Volume 2011, Article ID 379121, 5 pages*. Department of Industrial Engineering. Isfahan University of Technology. Iran.
- Mankiw, N. G. 2006. *Macroeconomics 6th Edition*. Erlangga. Jakarta.
- Mishkin, F.S. 2010. *Ekonomi Uang, Perbankan, dan Pasar Keuangan*. Buku 2. Salemba Empat. Jakarta.
- Nachrowi, N. D dan Utsman, H. 2006. *Ekonometrika untuk Analisis Ekonomi dan Keuangan Pendekatan Populer dan Praktis*. LPFE UI. Jakarta.
- Newaz, M. K. 2008. Comparing The Performance of Time Series Models for Forecasting Exchange Rate. *BRAC University Journal*, 5(2). BRAC Business School. Bangladesh.
- Osarumwense, O. I and Waziri, E. I. 2013. Forecasting Exchange Rate between the Nigeria Naira and the US Dollar using Arima Models. *International Journal of Engineering Science Invention*, 2, 16-22. Nigeria.
- Rosadi, D. 2012. *Ekonometrika dan Analisis Runtun Waktu Terapan dengan Eviews*. Andi Yogyakarta. Yogyakarta.
- Sari, Y dan Fufita, N. 2018. Peramalan Penerimaan Bea Cukai Indonesia. *Ekonomis: Journal of Economics and Business*, 2(1). LPPM Universitas Batanghari. Jambi.
- Wei, W. S. 2006. *Time Analysis Univariate and Multivariate Methods*. Addition Wesley Publishing Company, Inc. New York.
- Yasa, I. N. S. 2017. Peramalan Kurs Rupiah terhadap US Dollar Menggunakan Metode Hibrid. *Teknologi Elektro*, 16(3).