



Peramalan Harga Obligasi Pemerintah Menggunakan Model ARIMA Box-Jenkins

Windy Lestari, Melda Juliza¹, Puce Angreni², Suci Rahmawati³, Isna Mamluatul Fitria⁴,
Nanik Hendrianingsih⁵

^{1,2,3,4,5}Institut Sains dan Teknologi Nahdlatul Ulama Bali, Denpasar, Indonesia

E-mail: windylestari@istnuba.ac.id

Article Info	Abstract
Article History Received: 2023-09-17 Revised: 2023-10-23 Published: 2023-11-05 Keywords: <i>Time Series;</i> <i>ARIMA;</i> <i>ARIMAX;</i> <i>Bonds;</i> <i>Government Bonds.</i>	Government bonds are a form of investment that is much sought after by investors. Bond prices fluctuate greatly because they are influenced by changes in macroeconomic variables, including exchange rate variables (dollars against rupiah) and the composite stock price index (IHSG). These fluctuating changes in bond prices mean that investors cannot know when is the right time to sell or buy bonds that will provide an optimum level of profit. This research aims to predict the bond prices as a consideration for investors and the government when making decisions related to bonds. The method used in this research is the ARIMA Box-Jenkins time series model. The results obtained show that the best forecasting model based on out sample criteria for maturities of 5 years, 10 years and 20 years respectively is the ARIMAX ([4,7],1,0), ARIMAX ([2,8],1, 0), and ARIMA (0,1,1).
Artikel Info	Abstrak
Sejarah Artikel Diterima: 2023-09-17 Direvisi: 2023-10-23 Dipublikasi: 2023-11-05 Kata kunci: <i>Time Series;</i> <i>ARIMA;</i> <i>ARIMAX;</i> <i>Obligasi;</i> <i>Obligasi Pemerintah.</i>	Obligasi pemerintah merupakan salah satu bentuk investasi yang banyak diminati oleh investor. Harga obligasi sangat berfluktuasi karena dipengaruhi oleh perubahan variabel ekonomi makro, diantaranya variabel kurs (dollar terhadap rupiah), dan indeks harga saham gabungan (IHSG). Perubahan harga obligasi yang berfluktuasi tersebut menyebabkan investor tidak bisa mengetahui kapan waktu yang tepat untuk menjual atau membeli obligasi yang akan memberikan tingkat keuntungan yang optimum. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan harga obligasi yang tepat sebagai bahan pertimbangan investor dan pemerintah dalam hal mengambil keputusan yang berkaitan dengan obligasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah model time series ARIMA Box-Jenkins. Hasil yang diperoleh menunjukkan model peramalan terbaik berdasarkan kriteria out sample untuk jatuh tempo 5 tahun, 10 tahun dan 20 tahun berturut-turut adalah model ARIMAX ([4,7],1,0), ARIMAX ([2,8],1,0), dan ARIMA (0,1,1).

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan dunia investasi semakin marak. Banyaknya masyarakat yang tertarik dan masuk ke bursa untuk melakukan investasi semakin menambah berkembangnya dunia investasi. Akibatnya, perkembangan transaksi di bursa saham tidak terkecuali di Indonesia meningkat setiap harinya, salah satunya pada instrumen obligasi. Dari data yang dikeluarkan *Indonesia Bond Pricing Agency* (IBPA) aktivitas perdagangan obligasi meningkat secara signifikan +175% (IBPA, 2020). Obligasi adalah surat tanda bukti utang yang dikeluarkan oleh perusahaan kepada pemegangnya dengan imbalan bunga sejumlah tertentu (Jasmani, 2011). Obligasi yang diterbitkan oleh pemerintah disebut obligasi pemerintah. Obligasi pemerintah dipilih karena dipandang memiliki risiko investasi yang lebih rendah jika dibandingkan dengan obligasi korporasi. Dengan demikian hampir sebagian besar investor lebih memilih

untuk menjadikan obligasi pemerintah sebagai salah satu komponen asset-nya (Hastin, Mira, Idris dan Aimon, 2013).

Penelitian mengenai prediksi harga obligasi maupun *yield* telah banyak dilakukan antara lain adalah prediksi *yield* obligasi di Jerman oleh Orr (Orr, M. L. J., 1994) dengan menggunakan RBFNN, peramalan *yield* obligasi pada pasar pendapatan tetap di Brasil oleh Vicente dan Tabak (Vicente, J. dan Tabak, B. M., 2008) dengan menggunakan model ARIMA, peramalan *yield* obligasi dengan menggunakan ARIMA dan *Back Propagation ANN* oleh Wahyuningsih (Wahyuningsih, Y., 2011), dan peramalan *yield* obligasi dengan pendekatan ARIMA oleh Purnomosari (Purnomosari, A. D., 2014). Pada penelitian ini akan digunakan metode ARIMA Box-Jenkins untuk memodelkan harga obligasi secara univariat. Pemilihan model terbaik dengan menggunakan kriteria *out sample*. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan

model peramalan yang sesuai untuk membantu pemerintah maupun investor dalam bidang investasi obligasi.

II. METODE PENELITIAN

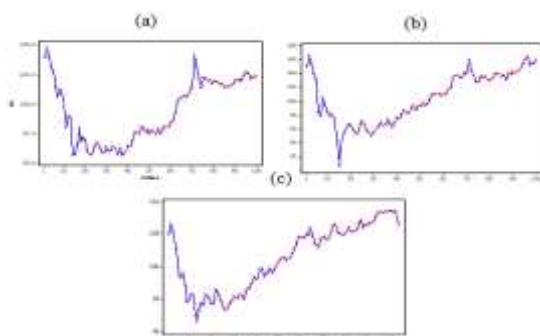
Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari platform pasar finansial berbentuk data harian, yaitu data harga obligasi pemerintah dengan waktu jatuh tempo 5 tahun, 10 tahun, dan 20 tahun dengan periode Januari 2019 sampai dengan Juni 2019 dengan jumlah data sebanyak 115. Data dibagi menjadi dua bagian, yaitu data *in sample* sebanyak 100 data dan data *out sample* sebanyak 15 data.

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi model ARIMA dengan memeriksa kestasioneran data, dan penentuan orde p, q dengan melihat plot ACF dan PACF
2. Estimasi parameter dan uji signifikansi parameter
3. Uji kesesuaian model meliputi uji *white noise* dan kenormalan pada residual
4. Melakukan peramalan pada data *out sample* untuk 15 periode kedepan
5. Pemilihan model terbaik berdasarkan kriteria MAPE dan RMSE pada data *out sample*

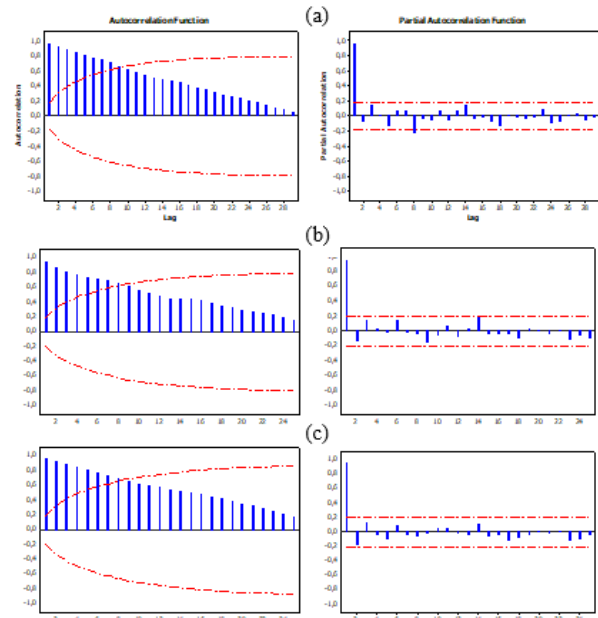
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam *time series* kestasioneran data merupakan asumsi yang harus dipenuhi, karena jika data tidak stasioner akan menghasilkan keputusan yang *spurious* atau palsu. Data dikatakan stasioner jika mean dan variansnya konstan dan tidak dipengaruhi oleh waktu. Jika data tidak stasioner dalam mean maka dilakukan *differencing*, dan jika data tidak stasioner dalam varians maka dilakukan transformasi Box-Cox. Berikut adalah kestasioneran data untuk variabel harga obligasi jatuh tempo 5 tahun.



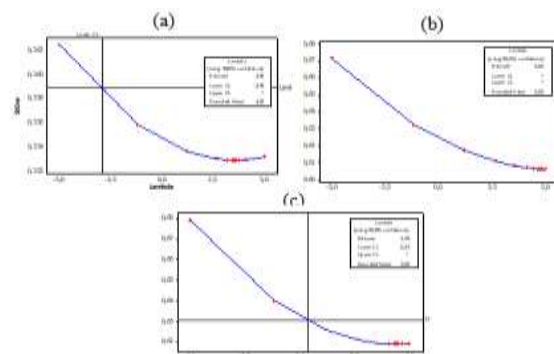
Gambar 1. Time Series Plot Data Harga Obligasi Jatuh Tempo 5 Tahun (a), 10 Tahun (b), dan 20 Tahun (c)

Gambar 1 menunjukkan plot *time series* data dimana titik-titik pengamatan terlihat terdapat *trend* dilihat dari titik titik pengamatan yang naik turun, sehingga dapat dikatakan data pada harga obligasi jatuh tempo 5 tahun, 10 tahun, dan 20 tahun belum stasioner dalam mean. Selain itu kestasioneran data dalam mean dilihat melalui plot ACF dan PACF pada gambar 2.



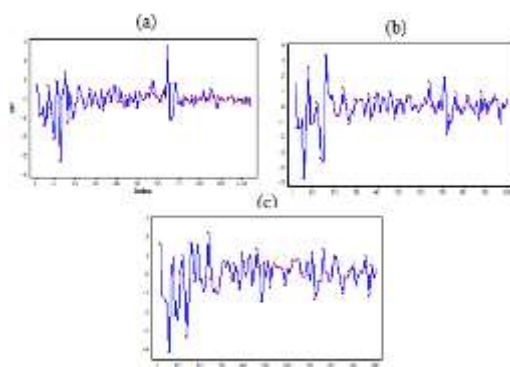
Gambar 2. Plot ACF dan PACF Data Harga Obligasi Jatuh Tempo 5 Tahun (a), 10 Tahun (b), dan 20 Tahun (c)

Berdasarkan gambar 2 baik gambar a, b, dan c terlihat pola ACF turun lambat menuju nol, sehingga data dikatakan belum stasioner dan perlu dilakukan *differencing* orde 1. Sebelumnya dilakukan pula stasioneritas dalam varians. Berikut adalah Box-Cox plot untuk mengetahui stasioneritas dalam varians data harga obligasi jatuh tempo 5, 10, dan 20 tahun sebelum dilakukan *differencing* orde 1.



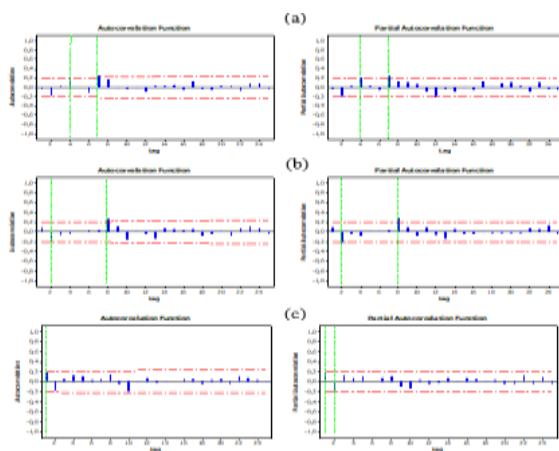
Gambar 3. Box-Cox Plot Data Harga Obligasi Jatuh Tempo 5 Tahun (a), 10 Tahun (b), dan 20 Tahun (c)

Rounded value yang dihasilkan pada transformasi Box-Cox adalah 4,00. Angka tersebut melebihi nilai 1 sehingga apabila dilakukan transformasi akan diperoleh nilai yang lebih besar dari data awal. Oleh karena itu, tidak dilakukan transformasi pada data dan diasumsikan data harga obligasi jatuh tempo 5 tahun, 10 tahun, dan 20 tahun telah stasioner dalam varians. Gambar 4 adalah time series plot setelah data dilakukan *differencing* orde 1. Secara visual terlihat titik-titik pengamatan menyebar di sekitar *mean* atau nilai *mean* konstan, sehingga dapat dikatakan data harga obligasi jatuh tempo 5 tahun, 10 tahun, dan 20 tahun sudah stasioner dalam mean, ditunjukkan pula pada plot ACF dan PACF pada gambar 5.



Gambar 4. Time Series Plot Data Harga Obligasi Jatuh Tempo 5 Tahun (a), 10 Tahun (b), dan 20 Tahun (c) Setelah di *Differencing*

Setelah diperoleh variabel harga obligasi jatuh tempo yang sudah stasioner dalam mean maupun varians, selanjutnya untuk mendapatkan model ARIMA langkah pertama yang dilakukan yaitu identifikasi model. Identifikasi model ARIMA dapat ditentukan dari plot ACF dan PACF dari data yang telah stasioner.



Gambar 5. Plot ACF dan PACF Harga Obligasi Jatuh Tempo 5 Tahun (a), 10 Tahun (b), dan 20 Tahun (c)

Dari hasil tersebut dapat dilakukan pendugaan beberapa model ARIMA yang sesuai dan memenuhi uji kelayakan model. Model yang layak adalah model dengan parameter yang signifikan, residual *white noise*, dan residual berdistribusi normal. Hasil pendugaan beberapa model ARIMA ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Estimasi Parameter Model ARIMA

Jatuh Tempo	ARIMA	Parameter	SE	t-value	P- value	
5 Tahun	([4,7],1,0)	ϕ_4	0,21743	0,09628	2,26	0,0262
		ϕ_7	0,23844	0,09664	2,47	0,0154
	([4],1,0)	ϕ_4	0,22388	0,09871	2,27	0,0255
10 Tahun	([2,8],1,0)	ϕ_2	-0,19238	0,09596	-2,00	0,0478
		ϕ_8	0,27621	0,09713	2,84	0,0054
	(0,1,[8])	θ_8	-0,29207	0,09765	-2,99	0,0035
20 Tahun	(2,1,0)	ϕ_1	0,22464	0,09941	2,26	0,0261
		ϕ_2	-0,2068	0,09942	-2,08	0,0401
	(0,1,1)	θ_1	-0,30502	0,09649	-3,16	0,0021

Berdasarkan tabel 1 diperoleh parameter model ARIMA disetiap jatuh tempo adalah signifikan pada model dilihat dari P-value pada estimasi parameter kurang dari $\alpha=0,05$.

Tabel 2. Diagnostics Check Model ARIMA

Jatuh Tempo	Model	Cek Residual White Noise				Cek Normalitas	
		Lag	Chi-Square	DF	P-value	D	P-value
5 Tahun	ARIMA ([4,7],1,0)	6	3,44	4	0,4864	0,099421	0,0172
		12	8,98	10	0,5340		
		18	11,41	16	0,7837		
		24	14,18	22	0,8949		
	ARIMA ([4],1,0)	6	2,11	5	0,8343	0,120838	<0,010
		12	13,28	11	0,2756		
		18	15,71	17	0,5447		
		24	18,64	23	0,7221		
10 Tahun	ARIMA ([2,8],1,0)	6	1,55	4	0,8173	0,137617	<0,010
		12	3,52	10	0,9666		
		18	5,76	16	0,9905		
		24	8,21	22	0,9965		
	ARIMA (0,1,[8])	6	4,98	5	0,4183	0,115901	<0,01
		12	7,19	11	0,7836		
		18	9,37	17	0,9280		
		24	11,65	23	0,9755		
20 Tahun	ARIMA (2,1,0)	6	3,44	4	0,4877	0,091708	0,0398
		12	8,05	10	0,6240		
		18	9,01	16	0,9132		
		24	13,03	22	0,9323		
	ARIMA (0,1,1)	6	4,67	5	0,4577	0,079562	0,1243
		12	10,62	11	0,4758		
		18	11,46	17	0,8318		
		24	14,81	23	0,9011		

Tabel 2 menunjukkan bahwa residual dari seluruh model *white noise*, hal ini dilihat dari P-

value lebih dari $\alpha=0,05$. Tetapi hanya model ARIMA (0,1,1) menghasilkan residual tidak normal ($p\text{-value} > 0,05$). Ketidaknormalan residual pada jatuh tempo 5 tahun dan 10 tahun diakibatkan oleh adanya *outlier*, sehingga perlu dilakukan deteksi *outlier*. Ditemukan terdapat 19 *outlier* pada jatuh tempo 10 tahun dan 8 *outlier* pada jatuh tempo 20 tahun dengan dua tipe *outlier*, yaitu *shift* dan *additive*. Dengan adanya *outlier*, perlu diestimasi ulang nilai parameter dan pengujian diagnostik. Nilai estimasi dan signifikansi parameter ARIMA dengan *outlier* seperti ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Uji Signifikansi Parameter Model ARIMAX

Jatuh Tempo	Parameter	Estimate	SE	t-value	P-value	Tipe outlier
5 Tahun	ϕ_1	0.29750	0.09707	3.06	0.0029	-
	ϕ_2	0.20955	0.09883	2.12	0.0366	-
	ϕ_3	1.59881	0.51004	3.13	0.0023	ao17
	ϕ_4	-1.62734	0.51595	-3.15	0.0022	ao11
	ϕ_5	1.20928	0.51000	2.37	0.0198	ao2
10 Tahun	ϕ_6	2.55207	0.50982	5.01	<0.0001	ao71
	ϕ_7	1.84131	0.78122	2.36	0.0205	ao71
	ϕ_8	-3.47750	0.54915	-6.33	<0.0001	ls14
	ϕ_9	3.63619	0.55565	6.54	<0.0001	ls16
	ϕ_{10}	-4.68000	0.77661	-6.03	<0.0001	ao6

Hasil dari pengujian menunjukkan semua parameter dan *outlier* signifikan terhadap model dengan tipe *outlier* yaitu *additive outlier*. Hal ini dilihat dari semua $p\text{-value}$ yang kurang dari 0,05. Selanjutnya model ARIMAX diuji residual *white noise* dan berdistribusi normal. $P\text{-value}$ untuk pengujian asumsi *white noise* lebih dari taraf nyata 0,05. Oleh karena itu, dapat diambil kesimpulan bahwa residual model dengan *outlier* sudah memenuhi asumsi *white noise*. Hasil pengujian kenormalan residual dengan menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* menunjukkan residual telah mengikuti distribusi normal dimana dilihat dari $p\text{-value}$ untuk masing-masing jatuh tempo lebih besar dari taraf nyata 0,05.

Tabel 4. Diagnostics Check Model ARIMAX

Jatuh Tempo	ARIMAX	Cek Residual White Noise				Cek Normalitas	
		Lag	Chi-Square	DF	P-value	D	P-value
5 Tahun	([4,7],1,0)	6	3,78	4	0,4366	0,086996	0,0650
		12	6,59	10	0,7634		
		18	9,31	16	0,9000		
		24	13,81	22	0,9080		
10 Tahun	([2,8],1,0)	6	8,58	6	0,1986	0,086218	0,0702
		12	13,53	12	0,3320		
		18	17,83	18	0,4670		
		24	26,62	24	0,3226		

Tabel 5. Perbandingan Kebaikan Model ARIMA dan ARIMAX

Jatuh Tempo	Kriteria	ARIMA	ARIMAX
5 Tahun	AIC	199,9476	165,6266
	SBC	205,1378	181,1973
10 Tahun	AIC	283,4924	234,809
	SBC	288,6826	245,1895
20 Tahun	AIC	271,29	-
	SBC	273,8851	-

Model terbaik dipilih berdasarkan nilai AIC dan SBC terkecil. Perbandingan kriteria kebaikan model *in sample* model ARIMA dan ARIMAX ditunjukkan pada tabel 5. Nilai AIC dan SBC menunjukkan model ARIMA dengan deteksi *outlier* lebih kecil dibanding model ARIMA dengan tanpa deteksi *outlier*. Secara matematis model ARIMA terbaik ditulis sebagai berikut:

Model ARIMAX harga obligasi jatuh tempo 5 tahun ARIMAX ([4,7],1,0):

$$Z_t = 1,59881I_{a,t}^{(17)} - 1,62734I_{a,t}^{(11)} + 1,20928I_{a,t}^{(2)} + 2,55207I_{a,t}^{(71)} + \frac{a_t}{(1 - 0,297B^4 - 0,210B^7)(1 - B)}$$

Model ARIMAX harga obligasi jatuh tempo 10 tahun ARIMAX (0,1,0):

$$Z_t = 1,84131I_{a,t}^{(71)} - \frac{3,47750}{(1-B)}I_{s,t}^{(14)} + \frac{3,63619}{(1-B)}I_{s,t}^{(16)} - 4,68I_{a,t}^{(6)} + \frac{a_t}{(1-B)}$$

Model ARIMA untuk harga obligasi jatuh tempo 20 tahun ARIMA (0,1,1):

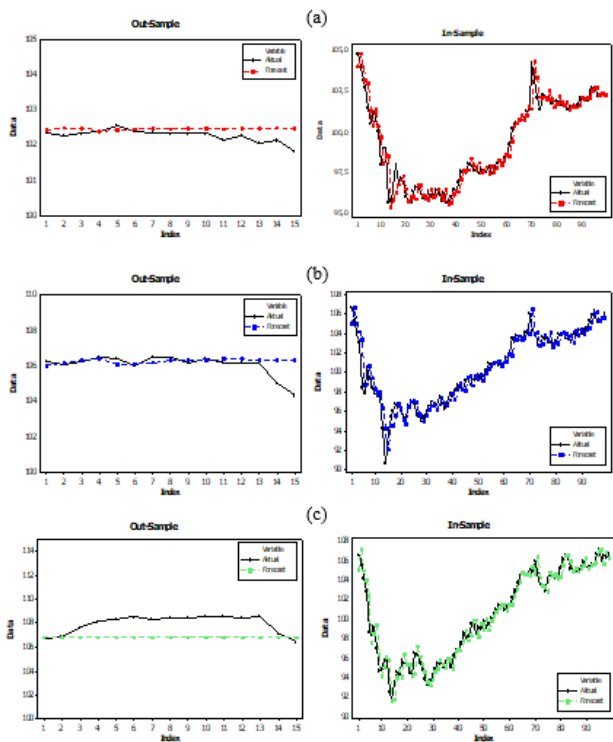
$$Z_t = Z_{t-1} + a_t - 0,0021a_{t-1}$$

Dengan

$$I_{a,t}^{(T_j)} = \begin{cases} 1, & t = T_j \\ 0, & t \neq T_j \end{cases}$$

$$I_{s,t}^{(T_j)} = \begin{cases} 1, & t \geq T_j \\ 0, & t < T_j \end{cases}$$

Hasil ramalan model ARIMA terbaik setiap jatuh tempo disajikan dalam bentuk plot sebagai berikut:



Gambar 6. Plot Nilai Ramalan dan Aktual Model ARIMA Harga Obligasi Jatuh Tempo 5 Tahun (a), 10 Tahun (b), dan 20 Tahun (c)

Gambar 6 menunjukkan plot nilai ramalan harga dan nilai aktual berdasarkan model ARIMA terbaik pada data *out sample* dan *in sample*. Pada data *in sample* disetiap model ARIMA menunjukkan nilai ramalan yang sangat dekat dengan nilai aktual. Nilai ramalan pada data *in sample* terlihat lebih baik dibandingkan nilai ramalan pada data *out sample* karena data yang digunakan pada data *in sample* adalah data aktual, sehingga *error* yang dihasilkan menjadi lebih kecil dibandingkan dengan hasil ramalan pada *out sample* yang berasal dari hasil ramalan di waktu sebelumnya. Akurasi model ARIMA berdasarkan MAPE dan RMSE ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Nilai MAPE dan RMSE Model ARIMA

Jatuh Tempo	ARIMA	Kriteria	Nilai
5 Tahun	([4,7],1,0)	MAPE	0,205913
		RMSE	0,267983
10 tahun	([2,8],1,0)	MAPE	0,331961
		RMSE	0,637205
20 Tahun	(0,1,1)	MAPE	1,100088
		RMSE	1,353023

IV. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Penelitian ini menghasilkan model ARIMA terbaik untuk harga jatuh tempo 5 tahun, 10

tahun dan 20 tahun berdasarkan kriteria *out sampel* adalah berturut-turut ARIMAX ([4,7],1,0), ARIMAX (0,1,0), dan ARIMA (0,1,1) dengan nilai RMSE sebesar 0,236, 1,641, dan 1,35. Pemilihan banyaknya jumlah data dalam *in-sample* dan *out sample* dapat mempengaruhi model, sehingga saran yang dapat diberikan kepada penelitian selanjutnya adalah *trial and error* untuk penentuan jumlah data dalam *in-sample* dan *out sample*.

B. Saran

Pembahasan terkait penelitian ini masih sangat terbatas dan membutuhkan banyak masukan, saran untuk penulis selanjutnya adalah mengkaji lebih dalam dan secara komprehensif tentang Peramalan Harga Obligasi Pemerintah Menggunakan Model ARIMA Box-Jenkins.

DAFTAR RUJUKAN

- Hastin, Mira, Idris dan Aimon, Hasdi (2013) *Analisis Pasar Obligasi Pemerintah di Indonesia*. 02, s.l. : Jurnal Kajian Ekonomi, Vol. I.
- IBPA. (2020) Indonesia Bond Pricing Agency. *Daily Pricing Notes*. Jakarta : s.n., 2020.
- Jasmani (2011). *Perhitungan Investasi Dalam Obligasi*. 31-39, s.l. : Jurnal Media Wahana Ekonomika, Jurnal Media Wahana Ekonomika, Vol. 8, hal. Vol. 8, No.1 : 31-39.
- Orr, M. L. J. (1994). *Extrapolating Uncertain Bond Yield Predictions*. s.l. : Edinburg University.
- Purnomosari, A. D. (2014). *Peramalan Yield dan Harga Obligasi Pemerintah dengan Pendekatan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*. s.l. : Skripsi S-1. Universitas Negeri Sunan Kalijaga.
- Vicente, J. dan Tabak, B. M. (2008) *Forecasting Bond Yields in the Brazilian Fixed Income Market*. 490-497, s.l. : International Journal of Forecasting, Vol. 24.
- Wahyuningsih, Y. (2011). *Peramalan Yield dan Harga Obligasi Pemerintah Dengan Pendekatan ARIMA dan Backpropagation ANN*. s.l.: Tugas Akhir S-1. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.