



Perbandingan Model ARIMA-RBF dan ARIMA-GARCH dalam Peramalan Time Series Inflasi Provinsi Gorontalo

Awalia Emiro¹, Isran K. Hasan^{2*}, Novianita Achmad³

^{1,2}Program Studi Statistika, Universitas Negeri Gorontalo, Bone Bolango, Indonesia

³Program Studi Matematika, Universitas Negeri Gorontalo, Bone Bolango, Indonesia

Info Artikel

*Penulis Korespondensi.
Email: isran.hasan@ung.ac.id

Submit: 25 Oktober 2022
Disetujui: 21 November 2022
Online: 28 November 2022



Under the licence
CC BY-NC-SA 4.0

Diterbitkan oleh:



Copyright ©2023 by Author(s)

Abstrak

Suatu metode kuantitatif yang diamati secara berurutan dari waktu ke waktu adalah time series. Dalam dunia nyata seringkali terjadi masalah di mana satu metode saja tidak mampu mengatasi masalah tersebut. Dalam penelitian ini akan menggunakan metode linear dan nonlinear dengan menggabungkan kedua model tersebut yaitu model ARIMA-RBF dan ARIMA-GARCH dalam melakukan peramalan kemudian akan dibandingkan dari kedua model tersebut berdasarkan nilai MAPE. Penelitian ini menggunakan data bulanan inflasi perumahan, air, listrik dan bahan bakar lainnya tahun 2008-2020. Hasil ramalan dari model ARIMA-RBF didapatkan nilai MAPE sebesar 7.5% dan model ARIMA-GARCH sebesar 11.8%. Sehingga dalam penelitian ini model terbaik dalam meramalkan inflasi adalah model ARIMA-RBF.

Kata Kunci: Time Series; ARIMA; RBF; GARCH; Inflasi

Abstract

A quantitative method that is observed sequentially from time to time is a time series. In the real world, problems often occur where one method is not able to solve the problem. This research used linear and nonlinear methods by combining the ARIMA-RBF and ARIMA-GARCH models in forecasting, and then the two models were compared based on the MAPE value. This research used monthly data on inflation for housing, water, electricity, and other fuels from 2008 to 2020. The forecast results from the ARIMA-RBF model obtained the MAPE value of 7.5%, and the ARIMA-GARCH model obtained the MAPE value of 11.8%. thus, the best model for predicting inflation in this research was the ARIMA RBF model.

Keywords: Time Series; ARIMA; RBF; GARCH; INFLATION

1. Pendahuluan

Perkembangan suatu negara dapat diukur dari kondisi makro ekonominya, salah satunya inflasi. Masalah inflasi yaitu masalah ekonomi makro yang wajib diperhatikan oleh pemerintah dikarenakan masalah ini dapat mempengaruhi pertumbuhan ekonomi serta kesejahteraan masyarakat [1]. Berdasarkan Data BPS, kelompok ini memiliki nilai tertinggi dalam pengukuran inflasi yaitu mencapai 25,41%. Oleh karena itu, diperlukan peramalan nilai inflasi sehingga pihak yang berwenang dapat mengendalikannya [2].

Dalam ilmu statistika memiliki beberapa model yang dapat memprediksi sesuatu dalam masa depan salah satunya adalah *time series*. *Time series* yaitu salah satu teknik peramalan yang paling sering digunakan karena terbukti memberikan hasil peramalan yang baik dengan memanfaatkan data pada masa lampau. Dalam hal ini, teknik peramalan *time series* terbagi menjadi model peramalan dengan proses stokastik dan kecerdasan buatan [3].

Menurut [4] ada tiga pokok yang menjadikan alasan dalam pengkombinasian model linear dan nonlinear. Pertama, sulitnya menerapkan penggunaan model linier dan nonlinier yang sering terjadi

pada kasus deret waktu, sehingga dalam hal ini model gabungan merupakan alternatif yang relatif mudah. Kedua, jarang juga ditemukan kasus time series yang mengandung linear atau non-linear dan mengandung keduanya, tidak hanya itu, setiap model linear dan non-linear dapat dimodelkan untuk setiap keadaan sehingga kombinasi ini dapat digunakan dalam pemodelan *time series*. Dan ketiga, ada juga beberapa buku peramalan yang mengatakan bahwa tidak ada satu model pun yang terbaik dalam semua kasus. Dalam penelitian ini menggunakan model Hybrid yaitu ARIMA dengan model nonlinear yaitu RBF dan GARCH pada data inflasi. Radial Basis Function (RBF) memiliki keunggulan dimana tingkat akurasi dalam peramalan yang tinggi pada data nonlinear [5]. Sementara itu, model Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (ARCH) dapat digunakan sebagai model yang mengatasi nilai variansi yang fluktuatif dalam data time series [6].

Penelitian mengenai dua metode tersebut telah dilakukan sebelumnya. Diantaranya oleh Al Hikmah, Arief Agoestanto dan Riza Arifudin [7] membahas tentang Peramalan Time series menggunakan Auto Regressive (AR) dan Neural network Radial Basis Function (RBF) dan Hibrid AR-RBF perbandingan peramalan dari ketiga Model menunjukkan bahwa hasil RBF memiliki hasil yang lebih akurat dengan melihat nilai MAPE paling kecil dibandingkan AR dan AR-RBF. Penelitian lainnya juga yang dilakukan oleh Dian Tri Wiyanti dan Reza Pulungan [8] membahas tentang Peramalan Deret Waktu Menggunakan Model RBF dan ARIMA mendapatkan hasil peramalan model ARIMA-RBF memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan dengan model ARIMA dan model RBF secara individual hal ini dilihat pada nilai MAPE dan RMSE. Sedangkan untuk model ARIMA-GARCH, Penelitian yang dilakukan oleh Riza Silvia Faustina, Arief Agoestanto dan Putriaji Hendikawati [9] tentang Model Hybrid ARIMA-GARCH untuk estimasi volatilitas harga emas Menggunakan Software R dengan Hybrid ARIMA(2,1,3)-GARCH(1,1) menjadi model terbaik untuk harga emas. Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Nor Hafizah Hussin [10] Serta Xueqin [11] yang juga memperoleh hasil bahwa model ARIMA-GARCH merupakan model terbaik.

Berdasarkan uraian diatas peneliti tertarik untuk membandingkan performa model Hybrid ARIMA-RBF dan ARIMA-GARCH dengan peramalan time series yang akan diterapkan pada data inflasi perumahan, air, listrik dan bahan bakar lainnya di Provinsi Gorontalo.

2. Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dalam bentuk *time series* yang mencakup data bulanan inflasi perumahan, air, listrik dan bahan bakar lainnya dari Januari 2008 sampai Desember 2020 di Badan Pusat Statistik Prov.Gorontalo melalui website <https://gorontalo.bps.go.id>. Adapun variabel yang digunakan adalah inflasi perumahan, air, listrik dan bahan bakar lainnya. Teknik penarikan sampel yang digunakan adalah sampling jenuh. Dalam menganalisis data menggunakan *software R Studio*. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

A. Peramalan ARIMA

1. Uji Stationeritas
2. Identifikasi Model
3. Estimasi Parameter dan Signifikan Model
4. Uji diagnostik
5. Melakukan peramalan

B. Peramalan ARIMA-RBF

1. Melakukan pemodelan dan peramalan menggunakan model ARIMA terbaik
2. Setelah didapatkan nilai residual terbaik dari ARIMA, kemudian melakukan
3. peramalan dengan nilai residual pada model RBF
4. Pemodelan ARIMA-RBF dilakukan dengan menjumlahkan hasil ramalan
5. ARIMA dan hasil ramalan residual RBF
6. Kemudian didapatkan hasil ramalan ARIMA-RBF

C. Peramalan ARIMA-GARCH

1. Melakukan pemodelan dan peramalan menggunakan model ARIMA terbaik
2. Setelah didapatkan nilai residual terbaik dari ARIMA, kemudian melakukan
3. pengujian efek GARCH dan peramalan dengan model GARCH
4. Pemodelan ARIMA-GARCH dilakukan dengan menjumlahkan hasil ramalan
5. ARIMA dan hasil ramalan residual GARCH
6. Kemudian didapatkan hasil ramalan ARIMA-GARCH

D. Menentukan Model Terbaik (Memilih model terbaik dengan menggunakan MAPE yang memiliki nilai yang paling kecil.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 ARIMA

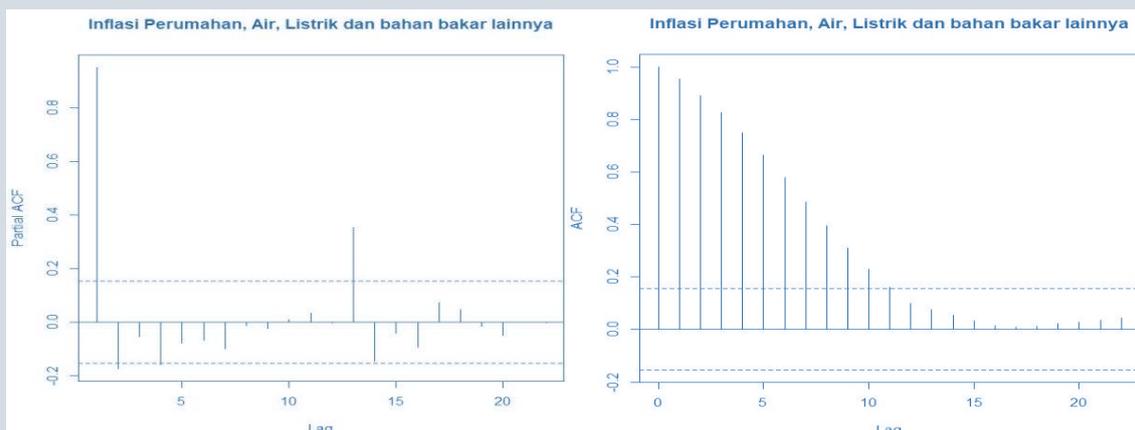
Sebelum dilakukan pengolahan data, data inflasi dibagi menjadi dua bagian yaitu data latih dan data uji dimana data latih berada pada rentang 2008 sampai 2019. Selanjutnya, data uji adalah semua data yang ada pada tahun 2020. Grafik dari keseluruhan data dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1: Inflasi Perumahan, Air, Listrik dan Bahan Bakar Lainnya

Gambar 1 memperlihatkan bahwa terjadi fluktuasi pada rentang waktu tersebut. Dari gambar 1 juga dapat disimpulkan bahwa data stasioner tersebut data stasioner. Terlihat dari grafik yang berada di sekitar nilai rata-rata dan varians dari data konstan. Namun, penilaian secara visual cenderung subjektif. Oleh karena itu, pengujian stasioneritas data dilakukan dengan menggunakan Uji ADF (*Augmented Dickey Fuller*) dan diperoleh nilai P-Value lebih kecil 0,01 dengan dengan $\alpha = 5\%$ sehingga diperoleh kesimpulan data tersebut sudah sudah stasioner.

Langkah selanjutnya adalah menentukan model terbaik dengan melihat pola ACF dan PACF yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2: Plot ACF

Berdasarkan pola ACF dan PACF pada gambar 2 didapatkan dugaan modelnya adalah model AR karena dilihat dari pola ACF turun secara eksponensial dan pola PACF mengalami *cut off* sehingga untuk indikasi model ARIMA yaitu ARIMA (1,0,0), (2,0,0) dan (4,0,0). Namun, indikasi dari model tersebut hanya baik ketika ingin mencari model AR maupun MA saja, tidak untuk model ARIMA. Jadi untuk indikasi model ARIMA yaitu ARIMA (1,0,0), ARIMA (2,0,0), ARIMA (4,0,0) dan ARIMA (2,0,1).

Berdasarkan indikasi model ARIMA pada tahap identifikasi model maka didapatkan hasil estimasi parameter dan signifikansi parameter pada Tabel 1:

Tabel 1. Uji Signifikan

Model	Koefisien Nilai Parameter						
	AR1	AR2	AR3	AR4	MA1	Konstanta	AIC
ARIMA (1,0,0)	0.9470	-	-	-	-	3.9149	419.54
ARIMA (2,0,0)	1.361	-0.1993	-	-	-	4.0564	415.76
ARIMA (4,0,0)	1.1065	-0.1269	0.1031	-0.1614	-	4.1686	415.33
ARIMA (2,0,1)	0.0934	0.8011	-	-	1.000	3.9270	415.01

Dari Tabel 1 di atas, terlihat bahwa model ARIMA (2,0,1) adalah model yang terbaik dibandingkan model-model tentatif lainnya karena memiliki nilai AIC yang paling kecil yaitu sebesar 415.01, sehingga untuk menentukan suatu model harus sesuai pada grafik ACF maupun PACF. Penentuan model berdasarkan grafik ACF dan PACF memang baik untuk menentukan model AR maupun MA. Jadi, pada kasus ini model yang terbaik adalah model ARIMA (2,0,1).

Untuk menguji kelayakan tersebut dapat dilakukan dengan memeriksa kecukupan model dalam memenuhi asumsi residual *white noise*. Pengujian ini menggunakan hasil uji *Ljung-Box* (Q) dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \hat{P}_k = 0 \text{ (Residual } white \text{ noise)}$$

$$H_1 : \hat{P}_k \neq 0 \text{ (Residual belum } white \text{ noise)}$$

Berdasarkan hasil uji *Ljung-Box* pada lampiran 13 residual data model ARIMA (2,0,1) didapatkan *P-value* senilai 0.2712. Berdasarkan hipotesis yang digunakan bahwa tolak H_0 jika nilai $P - Value < \alpha$. Maka, untuk uji diagnostik sudah memenuhi residual *white noise* sehingga kualitas model tersebut sudah sesuai dengan datanya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis awal diterima. Oleh karena itu, dapat disimpulkan model terbaik adalah model ARIMA (2,0,1).

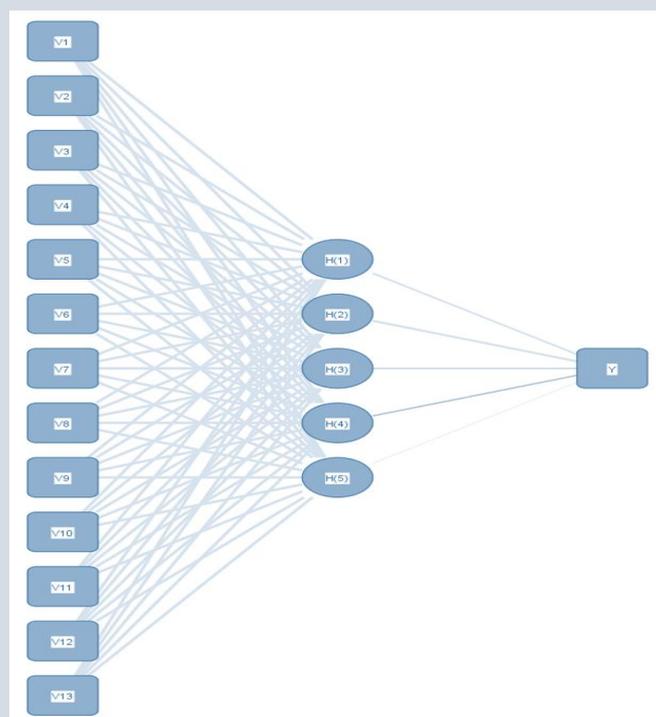
3.2 ARIMA-RBF

Metode ARIMA-RBF merupakan metode linear dan nonlinear yang digabungkan, dimana ARIMA sangat akurat peramalannya dalam bentuk data linear sedangkan untuk RBF dalam bentuk data non-linear. Berdasarkan pada pembahasan sebelumnya model terbaik yang didapatkan adalah model ARIMA (2,0,1). Selanjutnya, untuk melakukan peramalan dengan ARIMA-RBF, dibutuhkan *neuron input, hidden layer dan output* yang akan diperoleh dari hasil residual pada ARIMA (2,0,1). Penentuan neuron dari data residual ARIMA (2,0,1) dapat dilihat dari plot PACF dari ARIMA terdapat lag yang keluar yaitu lag 14. Peramalan metode jaringan RBF menggunakan *software by R studio* disajikan dalam gambar 3. Selanjutnya, dilakukan prediksi untuk 12 bulan kedepan dan hasilnya akan dibandingkan dengan data uji sehingga diperoleh hasil pada Tabel 2.

Tabel 2 Peramalan ARIMA-RBF

Bulan	ARIMA-RBF	Actual	Bulan	ARIMA-RBF	Actual
Januari	-0.341	0.30	Juli	0.659	0.16
Februari	0.292	0.18	Agustus	0.833	0.12
Maret	0.347	-0.18	September	1.533	0.09
April	0.932	-0.15	Oktober	1.315	0.08
Mei	0.704	-0.12	November	1.372	0.12
Juni	0.755	-0.09	Desember	1.788	0.16

Berdasarkan tabel 2 ramalan menggunakan model ARIMA-RBF memiliki nilai MAPE sebesar 7.5% dengan hasil ramalan yang mendekati nilai aktual pada bulan Februari dengan hasil ramalan 0.2921101.

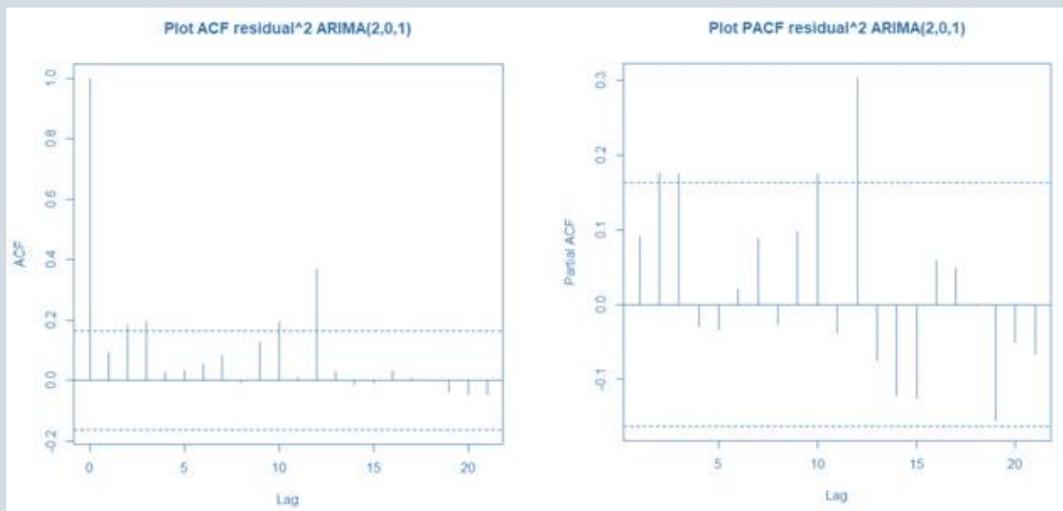


Gambar 3: Arsitektur RBF

3.3 ARIMA-GARCH

Metode ARIMA-GARCH merupakan model gabungan dari model ARIMA dan model GARCH, yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah residual dari model ARIMA yang memiliki heteroskedastisitas di dalamnya. Berdasarkan pada pembahasan 4.2 model terbaik yang didapatkan adalah model ARIMA (2,0,1).

Untuk melakukan peramalan GARCH diawali dengan melakukan uji heteroskedastisitas atau uji ARCH/GARCH untuk mengetahui apakah model ARIMA yang didapatkan memenuhi asumsi heteroskedastisitas atau tidak. Selanjutnya, diuji apakah model ARIMA (2,0,1) memiliki efek ARCH atau tidak dengan melihat plot ACF/PACF data kuadrat residualnya dari model ARIMA terbaik menggunakan bantuan *software R studio* yang disajikan dalam Gambar 4



Gambar 4. ACF dan PACF residual kuadrat Model ARIMA (2,0,1)

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa hasil *output* ACF dan PACF residual kuadrat model ARIMA (2,0,1) terdapat lag yang melewati batas signifikansi, maka dapat disimpulkan bahwa model tersebut memiliki masalah heteroskedastisitas. Pada penelitian ini, Model GARCH yang digunakan (berdasarkan prinsip parsimony) adalah model GARCH (p,q) dengan orde maksimal adalah orde 2. Model yang dipilih adalah model yang memiliki nilai parameter yang signifikan berdasarkan nilai $P - Value < 0.05$. Hasil uji signifikansi dan uji diagnostik disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Estimasi Model ARIMA-GARCH

Model	ARCH		GARCH		<i>p-value</i>
	1	2	1	2	
0.1	0.16	-	-	-	0.02
se	0.07	-	-	-	
1.1	-0.55	-	0.69	-	0.9
se	0.27	-	0.24	-	
2.0	-	-	-	0.06	0.29
se	-	-	-	0.06	
2.1	0.16	-	-	0.050	0.000
se	0.07	-	-	0.057	

Berdasarkan Tabel 3, GARCH (0,1) dan GARCH (2,1) adalah model GARCH yang memenuhi uji signifikansi parameter. Oleh karena itu, diperoleh dua model ARIMA-GARCH yaitu ARIMA (2,0,1)-GARCH(0,1), ARIMA(2,0,1)-GARCH(2,1). Selanjutnya, kedua model tersebut telah ditemukan model terbaiknya dengan menggunakan AIC (*Akaike's Information Criterion*) dan BIC (*Bayesian Information Criterion*) yang disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Nilai AIC dan BIC

No.	Model	AIC	BIC
1.	ARIMA(2,0,1)-GARCH(0,1)	4.683662	4.745533
2.	ARIMA(2,0,1)-GARCH(2,1)	4.175557	4.278675

Berdasarkan Tabel 4, jelas terlihat bahwa model model ARIMA(2,0,1)-GARCH(2,1) memiliki nilai AIC dan BIC terkecil sehingga dapat dikategorikan sebagai model terbaik. Selanjutnya, dengan menggunakan uji diagnostik diperoleh hasil bahwa nilai $P - Value$ dari *Ljung-Box Test R* dan *Ljung-Box Test R²* > 0.05 , hal ini menunjukkan bahwa model terbaik ARIMA(2,0,1)-GARCH(2,1). Pada uji LM ARCH Test terlihat bahwa nilai $P - Value > 0.05$ yang berarti model ARIMA(2,0,1)-GARCH(2,1) tidak terdapat efek ARCH. Sehingga, diperoleh persamaan model ARIMA(2,0,1)-GARCH(2,1) sebagai berikut:

$$Z_t = 0.0934Z_{t-1} + 0.8011Z_{t-2} + 1.000e_{t-1} + 0.181 + 0.00000001e_{t-1}^2 + 0.099e_{t-2}^2 + 0.915\sigma_{t-1}^2 \quad (5)$$

Selanjutnya, hasil ramalan model ARIMA (2,0,1)-GARCH (2,1) disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Ramalan ARIMA-GARCH

Bulan	ARIMA-GARCH	Actual	Bulan	ARIMA-GARCH	Actual
Januari	0.4597	0.30	Juli	1.5743	0.16
Februari	07638	0.18	Agustus	1.7349	0.12
Maret	0.8896	-0.18	September	1.8565	0.09
April	1.1153	-0.15	Oktober	1.9962	0.08
Mei	1.2555	-0.12	November	2.1068	0.12
Juni	1.4422	-0.09	Desember	2.2289	0.16

Berdasarkan Tabel 5 ramalan menggunakan model ARIMA-GARCH memiliki nilai MAPE sebesar 11.8% dengan hasil ramalan yang mendekati nilai aktual pada bulan Januari dengan hasil ramalan 0.4597204.

3.4 Perbandingan Hasil Ramalan ARIMA-RBF dan ARIMA- GARCH

Hasil Peramalan dari kedua model yang telah disebutkan diatas akan dievaluasi untuk menentukan model mana yang terbaik dengan cara membandingkan hasil peramalan tersebut dengan data uji kemudian menghitung nilai MAPE dari masing-masing model. Gambar 5 menunjukkan perbandingan nilai inflasi dari januari sampai desember 2020 yang riil dengan hasil peramalan masing – masing model.



Gambar 5. Perbandingan Peramalan

Berdasarkan Gambar 5 perbandingan ramalan menggunakan model ARIMA-RBF dan ARIMA-GARCH didapatkan nilai MAPE 7.5% untuk model ARIMA-RBF dan model ARIMA-GARCH sebesar 11.8%. Dari kedua model tersebut hasil ramalan dari model ARIMA-RBF lebih baik dibandingkan model ARIMA-GARCH karena penentuan model terbaik dari nilai MAPE paling kecil. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini model yang terbaik untuk peramalan data perumahan, air, listrik dan bahan bakar lainnya adalah ARIMA-RBF.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, didapatkan kesimpulan Model terbaik untuk ARIMA-RBF adalah model ARIMA (2,0,1) dengan mengkombinasikan nilai residual dari ARIMA (2,0,1) ke dalam bentuk jaringan RBF dan Model terbaik untuk ARIMA-GARCH adalah model ARIMA(2,0,1)-GARCH(2,1) dengan nilai MAPE 11.8%. Sementara itu, model terbaik untuk memprediksi inflasi perumahan, air, listrik dan bahan bakar lainnya di Provinsi Gorontalo yaitu dengan model ARIMA-RBF karena memiliki nilai MAPE terkecil dibandingkan dengan model ARIMA-GARCH yaitu 7.5%.

Referensi

- [1] H. S. Noor and C. Komala, "Analisis Indeks Harga Konsumen (IHK) Menurut Kelompok Pengeluaran Nasional Tahun 2018," *J. Perspekt.*, vol. 3, no. 2, p. 110, Dec. 2019, doi: 10.15575/jp.v3i2.48.
- [2] S. Rahayu, S. Sukestiyarno, and P. Hendikawati, "Peramalan Inflasi di Demak Menggunakan Metode ARIMA Berbantuan Software R dan MINITAB," in *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 2018, pp. 745–754, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/20356>.
- [3] I. Arifani, W. Rahmayanti, T. Putri, V. O. Kurniasari, and A. M. Anky, "Pemodelan dan Peramalan Jumlah Pengunjung Kbs Menggunakan Model Variasi Kalender Arimax," *Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional Program Kreativitas Mahasiswa - Penelitian 2014*. Indonesia, 2014.
- [4] G. P. Zhang, "Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model," *Neurocomputing*, vol. 50, pp. 159–175, Jan. 2003, doi: 10.1016/S0925-2312(01)00702-0.
- [5] H. Hong *et al.*, "Radial basis function artificial neural network (RBF ANN) as well as the hybrid method of RBF ANN and grey relational analysis able to well predict trihalomethanes levels in tap water," *J. Hydrol.*, vol. 591, p. 125574, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.jhydrol.2020.125574.
- [6] W. Kenton, "What Is the GARCH Process? How It's Used in Different Forms," 2020. [https://www.investopedia.com/terms/g/generalalizedautogressiveconditionalheteroskedasticity.asp#:~:text=GARCH processes are widely used,the accuracy of ongoing predictions.\(accessed Nov. 13, 2022\)](https://www.investopedia.com/terms/g/generalalizedautogressiveconditionalheteroskedasticity.asp#:~:text=GARCH processes are widely used,the accuracy of ongoing predictions.(accessed Nov. 13, 2022)).
- [7] A. Hikmah, A. Agoestanto, and R. Arifudin, "Peramalan Deret Waktu Dengan Menggunakan Autoregressive (AR), Jaringan Syaraf Tiruan Radial Basis Function (RBF) Dan Hibrid Ar-RBF Pada Inflasi Indonesia," *Unnes J. Math.*, vol. 7, no. 2, 2018.
- [8] D. Wiyanti and R. Pulungan, "Peramalan Deret Waktu Menggunakan Model Fungsi Basis Radial (Rbf) Dan Auto Regressive Integrated Moving Average (Arima)," *Indones. J. Math. Nat. Sci.*, vol. 35, no. 2, p. 114402, 2012, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JM/index>.
- [9] R. S. Faustina, A. Agoestanto, and P. Hendikawati, "Model Hybrid ARIMA-GARCH untuk Estimasi Volatilitas Harga Emas," *UNNES J. Math.*, vol. 6, no. 1, pp. 11–24, 2017.

- [10] N. H. Hussin, F. Yusof, 'Aaishah Radziah Jamaludin, and S. M. Norrulashikin, "Forecasting Wind Speed in Peninsular Malaysia: An Application of ARIMA and ARIMA-GARCH Models," *Pertanika J. Sci. Technol.*, vol. 29, no. 1, Jan. 2021, doi: 10.47836/pjst.29.1.02.
- [11] H. Xueqin, J. Ruimin, and W. Yaqi, "Research on Chengdu air cargo forecast based on improved ARIMA-GARCH," *Int. J. Model. Oper. Manag.*, vol. 8, no. 3, p. 299, 2021, doi: 10.1504/IJMOM.2021.116802.