



Model Peramalan Laju Inflasi di Jawa Tengah Menggunakan Metode *Hybrid* ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*)-ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*)

Reika Putri Wardani^{a,*}, Bowo Winarno^b

^{a, b} Universitas Sebelas Maret, Jebres, Surakarta, 57126, Indonesia

* Alamat Surel: reikaputri24@student.uns.ac.id

Abstrak

Indikator untuk mengukur perkembangan suatu negara salah satunya adalah inflasi. Jika inflasi tidak dikendalikan, maka akan memiliki banyak efek negatif pada masyarakat. Untuk memprediksi tingkat inflasi di masa depan, peramalan itu penting. Peramalan adalah tindakan memprediksi kejadian di masa depan berdasarkan data masa lampau. Pada artikel ini metode yang digunakan untuk memprediksi laju inflasi yaitu metode *hybrid* ARIMA-ANFIS. Model ARIMA cukup fleksibel karena dapat mewakili *time series* tertentu namun ARIMA mengasumsikan linearitas model. Metode *hybrid* yang menggabungkan model ARIMA dan ANFIS dibandingkan dengan menggunakan satu metode menjadi cara yang efektif untuk meningkatkan akurasi peramalan. Berdasarkan hasil analisis pada data IHK Jawa Tengah tahun 2014-2021, model ARIMA (3,2,0) menghasilkan nilai RMSE sebesar 3,8825 sedangkan metode ARIMA-ANFIS menghasilkan nilai RMSE sebesar 0,004656. Oleh karena itu, dengan nilai RMSE yang lebih rendah disimpulkan bahwa model *hybrid* ARIMA-ANFIS merupakan model yang lebih baik dibandingkan model ARIMA saja.

Kata kunci:

ARIMA, *hybrid* ARIMA-ANFIS, IHK, inflasi, peramalan, RMSE.

© 2023 Dipublikasikan oleh Jurusan Matematika, Universitas Negeri Semarang

1. Pendahuluan

Indikator kestabilan ekonomi suatu daerah yaitu inflasi yang menunjukkan perubahan harga barang dan jasa secara umum yang dihitung dari indeks harga konsumen (Armi, Kridalaksana & Arifin, 2019). Kenaikan pada satu atau dua sama dari beberapa barang/jasa yang digunakan oleh masyarakat. Laju kenaikan (inflasi) atau laju penurunan (deflasi) mencerminkan perubahan IHK dari waktu ke waktu pada barang/jasa kebutuhan rumah tangga sehari-hari.

Perekonomian suatu negara akan baik hanya jika pertumbuhan ekonominya positif dan stabil. Indikator untuk mengukur perkembangan suatu negara salah satunya adalah inflasi (Melyani *et al.*, 2021). Tingginya inflasi dapat berdampak negatif terhadap perekonomian secara umum karena dampaknya besar dan meluas, sehingga penting untuk mengendalikan laju inflasi (Fauziyah & Achmad, 2019). Oleh karena itu, pemerintah dalam menyusun dan menyiapkan langkah serta kebijakan yang tepat untuk mengendalikan inflasi ke depan diperlukan adanya peramalan laju inflasi sebagai acuan. Peramalan adalah metode yang memanfaatkan data masa lampau untuk memperkirakan keuntungan masa depan. Data inflasi merupakan bagian dari data deret waktu. Dengan menganalisis data masa lalu, dapat digunakan untuk memprediksi data masa depan (Fahrudin & Sumitra, 2020).

Model ARIMA sering digunakan untuk peramalan. Model ARIMA cukup fleksibel karena dapat mewakili jenis deret waktu tertentu. Kelemahan model ARIMA adalah model ini mengasumsikan linearitas model. ANFIS yang dikemukakan oleh Jang (1993) merupakan model jaringan syaraf tiruan yang juga dapat digunakan untuk peramalan. ANFIS merupakan gabungan dari konsep *artificial neural network* (ANN) dan konsep logika *fuzzy*. Metode ANFIS tidak memerlukan asumsi seperti metode ARIMA.

To cite this article:

Wardani, R. P. & Winarno, B. (2023). Model Peramalan Laju Inflasi di Jawa Tengah Menggunakan Metode *Hybrid* ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*)-ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*). *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika* 6, 739-744.

Penggunaan logika *fuzzy* pada jaringan syaraf tiruan dapat meningkatkan kemampuan prediksi jaringan syaraf menggunakan data *time series* (Fatkhurrozi, Muslim, & Santoso, 2014). Zhang (2003), mengusulkan pendekatan *hybrid* untuk peramalan *time series*. Untuk meramalkan inflasi dengan data *time series*, salah satunya dengan metode *hybrid* ARIMA-ANFIS. Dibandingkan dengan menggunakan satu metode, cara efektif untuk meningkatkan akurasi peramalan yaitu dengan menggabungkan metode ARIMA dan ANFIS.

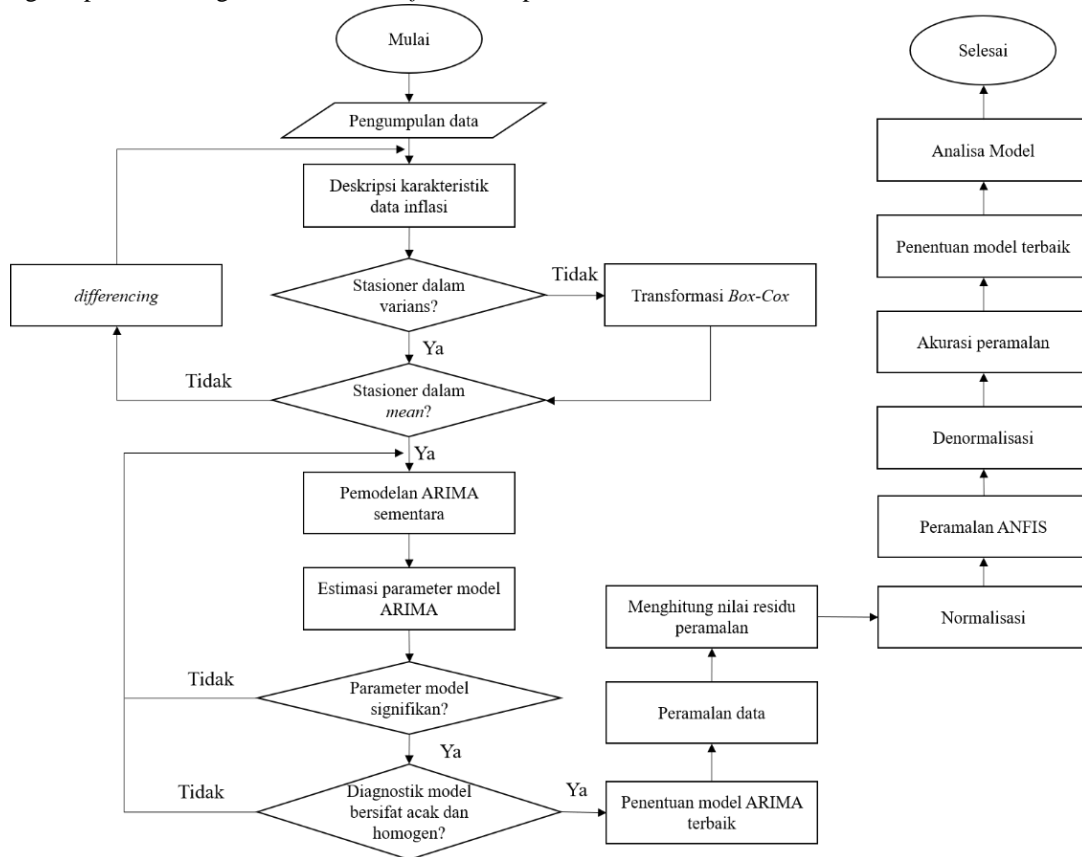
2. Metode

2.1. Data Penelitian

Data diperoleh dari Badan Pusat Statistik (2021) adalah data sekunder yang berupa data bulanan IHK di Jawa Tengah menurut kelompok pengeluaran pada tahun 2014-2021. Data dibagi menjadi data *training* data dan data *testing*. Adapun data *training* sebanyak 68 data yaitu data pada Januari 2014-Agustus 2019, sedangkan data *testing* sebanyak 28 data yaitu data pada september 2019-desember 2021.

2.2. Langkah Penelitian

Langkah penelitian digambarkan dalam *flowchart* pada Gambar 1.



Gambar 1. *flowchart* langkah penelitian

Langkah penelitian yang dilakukan untuk memperoleh model peramalan laju inflasi di Jawa Tengah yaitu sebagai berikut,

1. Deskripsi statistik data untuk menentukan model yang cocok.
2. Uji stasioner terhadap varians (ragam), perlu dilakukan transformasi dengan menggunakan *Box-Cox* jika data tidak stasioner terhadap ragam. Kemudian, uji stasioner rata-rata dengan plot ACF, jika data belum stasioner terhadap rata-rata, maka *differencing* perlu dilakukan.
3. Setelah data sudah stasioner dilakukan plot ACF dan PACF untuk memperoleh pemodelan sementara dan uji parameter. Parameter yang sudah signifikan, selanjutnya uji diagnostik model dan penentuan model ARIMA terbaik dengan melihat error paling rendah.

4. Model ARIMA yang didapat dipakai untuk mermallkan data dan diperoleh residual peramalan ARIMA.
5. Normalisasi residual peramalan ARIMA dipakai untuk peramalan dengan ANFIS. Hasil peramalan ANFIS dilakukan denormalisasi untuk mendapatkan nilai peramalan dan dihitung akurasi peramalan, sehingga diperoleh model *hybrid* ARIMA-ANFIS terbaik.

2.3. ARIMA

Kombinasi Auto-Regressive (AR) dan Moving Average (MA) merupakan model ARIMA. ARIMA adalah teknik deret waktu linear yang dapat digunakan untuk memodelkan data musiman dan non-musiman. Menurut Wei (2006), model ARIMA (p, d, q) ditulis sebagai berikut:

$$\phi_p(B)(1 - B)^d Z_t = \theta_0 + \theta_q(B)a_t \quad (1)$$

dimana

$$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$$

$$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

Prosedur Box-Jenkins merupakan sebutan dari peramalan suatu data dengan penentuan model ARIMA. Identifikasi model, estimasi parameter, pemeriksaan diagnostik dan proses peramalan merupakan empat tahapan prosedur Box-Jenkins.

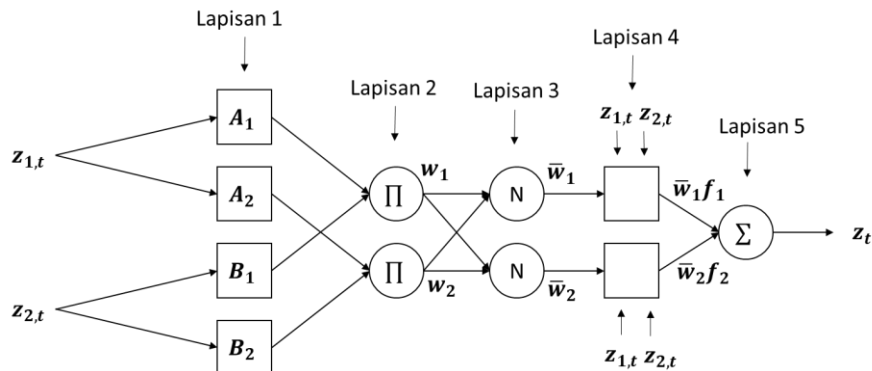
2.4. ANFIS

ANFIS adalah teknik jaringan saraf yang bekerja mirip dengan teknik inferensi *fuzzy*. Sistem inferensi orde satu tipe Takagi-Sugeno-Kang (TSK) yang digunakan dalam system ini. Aturan model dengan *output* berupa Z_t dan dimisalkan ada dua *input* yaitu $Z_{1,t}$ dan $Z_{2,t}$, maka model menggunakan aturan sebagai berikut:

Aturan 1: *If* $Z_{1,t}$ *is* A_1 *and* $Z_{2,t}$ *is* B_1 *then* $f_1 = p_1 Z_{1,t} + q_1 Z_{2,t} + r_1$

Aturan 2: *If* $Z_{1,t}$ *is* A_2 *and* $Z_{2,t}$ *is* B_2 *then* $f_2 = p_2 Z_{1,t} + q_2 Z_{2,t} + r_2$

Jaringan ANFIS memiliki lima lapisan yang ditunjukkan pada Gambar 2 (Jang, Sun, & Mizutani, 1997).



Gambar 2. arsitektur jaringan ANFIS

Lapisan pertama merupakan proses *fuzzifikasi*, lapisan kedua disebut operasi logika *fuzzy* yang dilambangkan dengan Π , lapisan ketiga merupakan proses normalisasi data, lapisan keempat merupakan proses *defuzzifikasi*, sedangkan lapisan kelima merupakan perhitungan keseluruhan *output*.

2.5. Hybrid ARIMA-ANFIS

Model *hybrid* adalah model fungsi dalam suatu sistem yang menggabungkan satu atau lebih metode. Menurut Zhang (2003), secara umum struktur linear dan nonlinear dalam suatu kombinasi model *time series* dapat ditulis pada persamaan (2):

$$Z_t = L_t + N_t \quad (2)$$

Dengan N_t menunjukkan komponen nonlinear dan L_t menunjukkan komponen linear. Menyelesaikan kasus linear menggunakan model ARIMA, dimana informasi korelasi nonlinear masih terdapat pada residual linear. Secara matematis, dapat ditulis sebagai berikut:

$$e_t = Z_t - \hat{L}_t \quad (3)$$

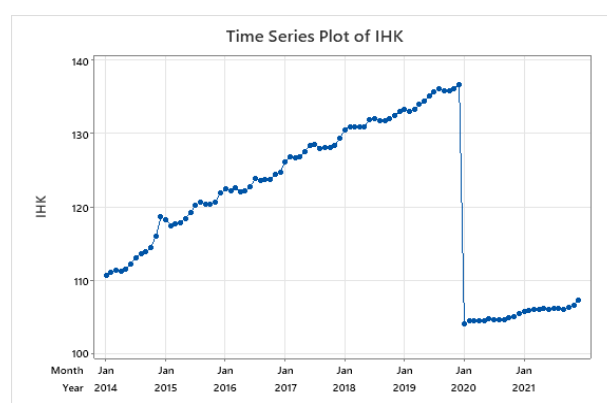
dengan Z_t adalah data awal waktu ke- t dan \hat{L}_t menunjukkan nilai peramalan pada waktu t . Langkah selanjutnya adalah menggunakan ANFIS untuk menghitung residual dari model ARIMA. Hasil peramalan dari metode ARIMA digabungkan dengan hasil peramalan dari metode ANFIS. Hal tersebut menjadi model *hybrid*, keseluruhan hasil peramalan yang diperoleh secara sistematis sebagai berikut:

$$\hat{Z}_t = \hat{L}_t + \hat{N}_t \quad (4)$$

3. Pembahasan

3.1. Deskripsi Data

Plot data penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.



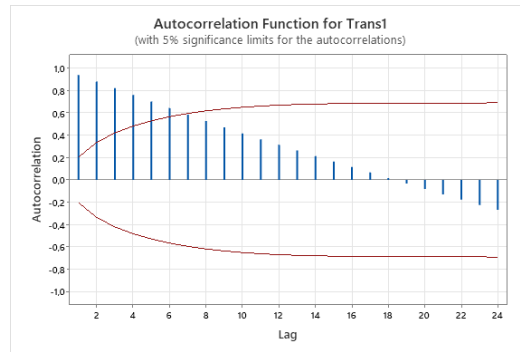
Gambar 3. plot data bulanan IHK menurut kelompok pengeluaran

Data merupakan data runtun waktu dari bulan Januari 2014 sampai Desember 2021. Pada Gambar 3 garfik menunjukkan data semakin meningkat dari waktu ke waktu, namun sekitar tahun 2020 terlihat penurunan yang cukup drastis. Oleh karena itu, data memiliki tren turun dan dari grafik tersebut juga terlihat bahwa data belum stasioner. Dengan demikian data dapat dimodelkan dengan ARIMA yang merupakan analisa model runtun waktu untuk data non-stasioner dan *hybrid* ARIMA-ANFIS untuk meningkatkan akurasi peramalan.

3.2. Model ARIMA

3.2.1. Uji Stasioneritas Data

Pada Gambar 3 nampak bahwa data belum stasioner, sehingga dilakukan pengujian stasioner terhadap ragam dan rataaan. Pada penelitian ini uji stasioner ragam mempertimbangkan rounded value (λ) menggunakan plot Box-Cox. Hasil stasioner terhadap ragam menunjukkan tidak stasioner karena nilai λ sebesar -1, sehingga diperlukan transformasi. Pada transformasi pertama data sudah stasioner terhadap ragam dengan nilai λ sebesar 1. Selanjutnya dilakukan pengujian stasioneritas dalam rataaan, dilakukan dengan uji ACF. Diperoleh hasil ACF yang ditunjukkan pada Gambar 4.

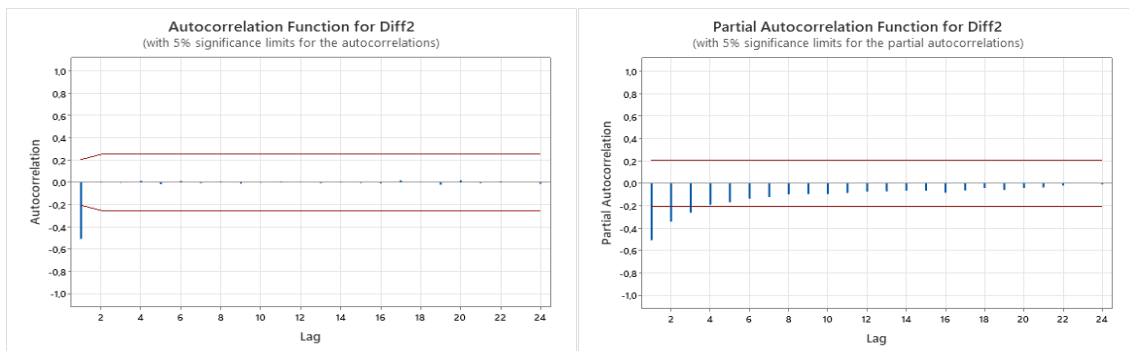


Gambar 4. plot ACF transformasi pertama

Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa terdapat enam lag keluar dari *confidence interval*. Data dikatakan stasioner dalam rataan jika tidak terdapat lag lebih dari tiga yang keluar dari *confidence interval*. Maka data belum stasioner dalam rataan. Supaya stasioner diperlukan *differencing* pertama dan plot ACF lagi. Setelah dilakukan *differencing* pertama dan plot ACF diperoleh bahwa tidak ada lagi lag yang keluar dari *confidence interval*, maka data sudah stasioner dalam rataan.

3.2.2. Model ARIMA

Pemodelan ARIMA dilakukan dengan memeriksa ACF dan PACF. Setelah plot ACF dilakukan plot PACF untuk menentukan model ARIMA. Diperoleh bahwa plot PACF juga tidak ada lag yang keluar dari *confidence interval*, maka ARIMA (0,1,1), ARIMA(1,1,0), dan ARIMA(1,1,1) adalah model yang terbentuk. Namun diantara ketiga model ARIMA tersebut, tidak ada satupun model yang signifikan karena nilai $p - value > 0,05$. Hal ini perlu dilakukan pemodelan ulang dengan melakukan *differencing* kedua.



Gambar 5. plot ACF dan PACF *differencing* kedua

Pada Gambar 5 identifikasi model diperoleh model utama yaitu ARIMA (3,2,1) yang ditunjukkan oleh plot ACF dan PACF. Model utama dapat dibentuk beberapa model pendugaan dengan kombinasi order dari model utama tersebut. Hasil model yang signifikan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. signifikansi model ARIMA

Model ARIMA	MSE	RMSE	Keputusan
ARIMA (3,2,0)	15,0739	3,8825	Signifikan
ARIMA (2,2,0)	16,0277	4,0035	Signifikan
ARIMA (1,2,0)	17,9440	4,2360	Signifikan

Dari ketiga model yang sudah signifikan, selanjutnya dilakukan uji diagnostik dengan melihat $p - value$ pada *Ljung-Box*. Diperoleh ketiga model lolos uji diagnostik karena $p - value > 0,05$. Model terbaik ditentukan dengan melihat dari nilai RMSE pada Tabel 1. Model dengan RMSE terendah adalah model terbaik. Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa nilai RMSE minimum terdapat pada model ARIMA (3,2,0) sebesar 3,8825.

3.3. *Pemodelan Hybrid ARIMA-ANFIS*

Model *hybrid* ARIMA-ANFIS merupakan model terbaik untuk pengembangan model ARIMA yang diperoleh dengan menormalisasikan residual peramalan sebagai input data pada ANFIS. Data input dibagi menjadi data *testing* sebanyak 28 dan data *training* sebanyak 68. Selanjutnya, penentuan parameter-parameter yang akan digunakan untuk membangun struktur ANFIS. Diperoleh 32 skenario yang dapat diuji untuk mencari nilai eror terkecil. Dalam penelitian ini, ditetapkan nilai 0 untuk nilai *error tolerance* dan *epoch* sebanyak 1000. Model ANFIS terbaik untuk data IHK yaitu memiliki parameter *MFs number* 3, *input MF type* *gaussmf*, *output MF type* *linear*, *Optimization method hybrid* memiliki nilai RMSE sebesar 0,004656 yang menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan peramalan yang baik.

4. **Simpulan**

Berdasarkan hasil pembahasan diperoleh model ARIMA (3,2,0) dengan RSME sebesar 3,8825 untuk data IHK di Jawa Tengah menurut kelompok pengeluaran. Hasil residu peramalan dari model ARIMA (3,2,0) dimodelkan dengan ANFIS yang memiliki parameter *MFs Number* 3, *output MF type* *linear*, *input MF type* *gaussmf*, *Optimization method hybrid*. Model *hybrid* ARIMA-ANFIS terbaik diperoleh dengan nilai RMSE sebesar 0,004656 yang menunjukkan bahwa model tersebut memiliki kemampuan prediksi yang baik. Oleh karena itu, dengan nilai RMSE yang lebih rendah dapat disimpulkan bahwa model *hybrid* ARIMA-ANFIS merupakan model yang lebih baik dibandingkan model ARIMA saja.

Daftar Pustaka

- Armi, A. E., Kridalaksana, A. H., & Arifin, Z. (2019). Peramalan Angka Inflasi Kota Samarinda Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing (Studi Kasus : Badan Pusat Statistik Kota Samarinda). *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 14(1), 21-26.
- Badan Pusat Statistik. (2022). Indeks Harga Konsumen per Bulan Menurut Kelompok Pengeluaran di Provinsi Jawa Tengah. (*Online*). (<https://jateng.bps.go.id/statictable/2021/04/09/2276/indeks-harga-konsumen-per-bulan-menurut-kelompok-pengeluaran-2018-100-di-provinsi-jawa-tengah-2020-dan-2021.html>, di akses 12 Juli 2022)
- Fahrudin, R., & Sumitra, I. D. (2020). Peramalan Inflasi Menggunakan Metode SARIMA dan Single Exponential Smoothing (Studi Kasus: Kota Bandung). *Majalah Ilmiah UNIKOM*, 17(2), 111-120.
- Fatkhurrozi, B., Muslim, M. A., & Santoso, D. R. (2014). Optimasi Penentuan Status Aktivitas Gunung Merapi Menggunakan Metode Hybrid Anfis dan Particle Swarm Optimization (PSO). *Techno*, 15(2), 15-22.
- Fauziyah, N., & Achmad, A. I. (2019). Model Hybrid SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average) - ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) pada Data Inflasi Indonesia Tahun 2003-2018. *Prosiding Statistika*, 5(2), 96-105.
- Jang, J.-S. R., Sun, C.-T., & Mizutani, E. (1997). *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Melyani, C. A., Nurtsabita, A., Shafa, G. Z., & Widodo, E. (2021). Peramalan Inflasi di Indonesia Menggunakan Metode Autoregressive Moving Average (ARMA). *Journal of Mathematics Education and Science*, 4(2), 67-74.
- Rismawanti, Y., & Darsyah, M. Y. (2018). Perbandingan Peramalan Metode Moving Average dan Exponential Smoothing Holt Winter Untuk Menentukan Peramalan Inflasi di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Unimus*, 1, 330-335.
- Wei, W.W.S. (2006). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. 2nd Edition, Addison Wesley, New York.
- Zhang, G. P. (2003). Time Series Forecasting Using A Hybrid ARIMA and Neural Network Model. *Neurocomputing*, 159-175.