
Eigen Mathematics Journal



Homepage jurnal: <http://eigen.unram.ac.id>

Comparison of Fuzzy Time Series Methods and Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) for Inflation Data

Asyifah Qalbi ^{a,*}, Wahidah Alwi ^b, Khalilah Nurfadilah ^c

^aProgram Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Email: asyifahqalbi70@gmail.com

^bProgram Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Email: wahidah.alwi@uin-alauddin.ac.id

^cProgram Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Email: khalilah@uin-alauddin.ac.id

ABSTRACT

This study compares the Fuzzy Time Series (FTS) method with the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) method on time series data. These two methods are often used in predicting future data. Forecasting or time-series data analysis is used to analyze data in the form of time series. In this study, Indonesian inflation data was used to be analyzed in comparing the FTS and ARIMA methods. Inflation is one of the economic indicators used to measure the success of a country's economy. If the inflation rate is low and stable, it will stimulate economic growth. This inflation value is calculated every month where the value can decrease and increase from one period to another. Comparison of the FTS and ARIMA methods is seen in the error value generated by the two methods. A method can be better than other methods if the value of the resulting forecast error is smaller. In this study, Mean Squared Error (MSE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) were used to see the magnitude of the error value of the two methods on the five data testing used. The results obtained in this study are the results of Indonesia's inflation forecast for the period January to May 2021 using the FTS method, respectively, at 0.57%, 0.375%, 0.2%, 0.2%, and 0.1125%, while the forecast results using the ARIMA method, respectively, of 0.3715848%, 0.2362817%, 0.1508295%, 0.1731906%, and 0.2432851% and the results of calculating the size of error using MSE and MAPE indicate that the ARIMA method with the model ARIMA(3,0,0) is better at predicting inflation data in Indonesia with a value of MSE of 0.009 and MAPE of 64.987% compared to the FTS method resulted in MSE values of 0.047 and MAPE of 132.548%.

Keywords: Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), Fuzzy Time Series, Inflation, MAPE, MSE

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang perbandingan metode *Fuzzy Time Series* (FTS) dengan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) pada data *time series*. Kedua metode ini sering kali digunakan dalam meramalkan data di masa yang akan datang. Peramalan atau dikenal dengan analisis data *time series* digunakan untuk menganalisis data berupa deret waktu. Pada penelitian ini digunakan data inflasi untuk dianalisis dalam

* Corresponding author.

Alamat e-mail: asyifahqalbi70@gmail.com

mempbandingkan metode FTS dan ARIMA. Inflasi merupakan satu diantara indikator ekonomi yang digunakan untuk mengukur keberhasilan perekonomian suatu negara. Jika tingkat inflasi rendah dan stabil maka akan menjadi stimulator pertumbuhan ekonomi. Nilai inflasi ini dihitung dalam tiap bulan dimana nilainya bisa mengalami penurunan dan kenaikan dari satu periode ke periode lainnya. Perbandingan metode FTS dan ARIMA dilihat pada nilai kesalahan (*error*) yang dihasilkan oleh kedua metode tersebut pada lima data testing yang digunakan. Suatu metode dapat dikatakan lebih baik daripada metode lainnya jika nilai kesalahan peramalan yang dihasilkan lebih kecil. Pada penelitian ini digunakan *Mean Squared Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk melihat besarnya nilai kesalahan kedua metode tersebut. Adapun hasil yang diperoleh pada penelitian ini yaitu hasil ramalan inflasi Indonesia periode Januari sampai Mei 2021 dengan menggunakan metode FTS berturut-turut sebesar 0.57%, 0.375%, 0.2%, 0.2%, dan 0.1125% sedangkan hasil ramalan dengan menggunakan metode ARIMA berturut-turut sebesar 0.3715848%, 0.2362817%, 0.1508295%, 0.1731906%, dan 0.2432851% serta hasil perhitungan ukuran kesalahan dengan menggunakan MSE dan MAPE menunjukkan bahwa metode ARIMA dengan model ARIMA(3,0,0) lebih baik dalam meramalkan data inflasi Indonesia dengan nilai MSE sebesar 0.009 dan MAPE sebesar 64.987% dibandingkan metode FTS menghasilkan nilai MSE sebesar 0.047 dan MAPE sebesar 132.548%.

Kata kunci: *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), *Fuzzy Time Series*, Inflasi, MAPE, MSE

Diserahkan: 04-11-2021; Diterima: 23-12-2021;

Doi: <https://doi.org/10.29303/emj.v4i2.122>

1. Pendahuluan

Peramalan atau dikenal juga dengan analisis data *time series* digunakan untuk menganalisis data berupa deret waktu. Peramalan dapat digunakan untuk satu variabel (*univariate*) dan banyak variabel (*multivariate*). Beberapa metode analisis data *time series* diantaranya, metode *fuzzy time series*, metode pemulusan (*smoothing*), metode rata-rata (*average*), metode rata-rata bergerak (*moving average*), dan lain-lain.

Fuzzy Time Series atau disingkat dengan FTS adalah metode analisis data *time series* menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasar perhitungannya dengan nilai-nilai yang digunakan berupa himpunan *fuzzy* dari bilangan-bilangan real atau himpunan semesta yang sudah ditentukan. Himpunan *fuzzy* digunakan sebagai pengganti data historis dalam melakukan peramalan. Pada proses perhitungan FTS, panjang intervalnya telah ditentukan di awal. Panjang interval yang ditentukan sangat memberikan pengaruh dalam membentuk *fuzzy relationship* yang pastinya akan memberi dampak pada hasil perhitungan peramalan. (Steven, 2013) Oleh karena itu, kata *fuzzy* yang dimaksud pada metode FTS adalah proses pada peramalannya yang menggunakan himpunan *fuzzy* atau interval.

Selain metode di atas, terdapat metode yang juga sering digunakan dalam melakukan analisis data *time series*, yaitu metode *Autoregressive Integrated Moving Average* atau disingkat dengan ARIMA. ARIMA merupakan metode analisis data *time series* yang dikembangkan oleh Box dan Jenkins yang memiliki kemampuan peramalan yang cukup memuaskan untuk periode peramalan yang panjang. (Munawwaroh, 2010) ARIMA telah menjadi metode yang terkenal karena keunggulan dari kekuatan dan fleksibilitasnya. (Chung dan Chan, 2009) ARIMA

merupakan gabungan dari *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA) dengan penulisan model berupa ARIMA(p,d,q). Metode ini menghendaki data *time series* harus stasioner sehingga pengubahan data *time series* yang tidak stasioner menjadi stasioner dilakukan dengan cara *differencing* (pembedaan). Oleh karenanya, dapat juga dikatakan bahwa ARIMA merupakan analisis data *time series* yang telah stasioner atau yang telah distasionerkan. (Indrasetyaningih, dkk, 2017)

Beberapa penelitian terdahulu tentang metode peramalan diantaranya pada penelitian yang dilakukan oleh Steven (2013) diperoleh hasil bahwa metode terbaik untuk melakukan peramalan jumlah mahasiswa baru Institut Pertanian Bogor adalah metode FTS karena menunjukkan tingkat akurasi ramalan yang lebih baik yang dilihat dari nilai MAPE sebesar 6.41% dibandingkan metode pemulusan eksponensial ganda dari Holt yang memberikan nilai MAPE sebesar 7.75% (Steven, 2013). Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Elena, dkk. (2012) diperoleh hasil bahwa metode terbaik untuk meramalkan jumlah pengunjung di Bali dengan menggunakan metode FTS. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Arnita, dkk diperoleh hasil bahwa metode FTS Chen memberikan nilai MAPE sebesar 8.002%, metode Markov Chain memberikan nilai MAPE sebesar 30.12%, dan metode FTS Cheng memberikan nilai MAPE sebesar 34.5%. sehingga metode terbaik dalam meramalkan hujan di Medan dengan menggunakan Metode FTS Chen (Arnita, dkk., 2020)

Dari penelitian-penelitian tersebut terlihat bahwa metode FTS dapat menghasilkan suatu nilai peramalan yang baik dibandingkan beberapa metode yang dibandingkan. Walaupun demikian, ternyata metode ARIMA sering juga digunakan dalam meramalkan suatu data di masa yang akan datang sebab cukup

memuaskan untuk jangka peramalan yang panjang dengan keunggulan dari kekuatan dan fleksibilitasnya. Beberapa penelitian yang menggunakan metode ARIMA dalam meramalkan suatu data masa depan diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Hatidja (2011) dengan judul penelitian ‘Penerapan Model ARIMA untuk Memprediksi Harga Saham PT. Telkom Tbk’, Purnomo (2015) dengan judul penelitian ‘Penggunaan Metode ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) untuk Prakiraan Beban Konsumsi Listrik Jangka Pendek (Short Term Forecasting)’, Bakar dan Rosbi (2017) dengan judul penelitian “Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Model for Forecasting Cryptocurrency Exchange Rate in High Volatility Environment: A New Insight of Bitcoin Transaction”, dan lain sebagainya.

Terdapat banyak data *time series* yang bisa digunakan untuk diramalkan. Seperti data inflasi Indonesia. Inflasi merupakan satu diantara indikator ekonomi yang digunakan untuk mengukur keberhasilan perekonomian suatu negara. Inflasi merupakan kenaikan harga-harga umum yang berlaku dalam suatu perekonomian dari suatu periode ke periode lainnya. Jika tingkat inflasi rendah dan stabil maka akan menjadi stimulator pertumbuhan ekonomi. Nilai inflasi ini dihitung dalam tiap bulan dimana nilainya bisa mengalami penurunan dan kenaikan dari suatu periode ke periode lainnya.

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini penulis akan melakukan perbandingan metode peramalan *Fuzzy Time Series* dengan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) pada data inflasi Indonesia. Perbandingan kedua metode ini dilihat dari besarnya nilai kesalahan yang dihasilkan. Suatu metode dapat dikatakan lebih baik daripada metode lainnya jika nilai kesalahan peramalan yang dihasilkan lebih kecil. Pada penelitian ini digunakan *Mean Squared Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Oleh karena itu, diharapkan perbandingan kedua metode tersebut dapat menunjukkan metode yang lebih baik dalam meramalkan inflasi Indonesia.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Peramalan

Peramalan adalah pengolahan angka-angka historis dengan menggunakan teknik statistik dalam memberikan gambaran masa depan. Tujuan peramalan yaitu untuk memberikan gambaran tentang masa yang akan datang sehingga dapat memperoleh hasil yang efisien dengan melakukan tindakan yang tepat (Berutu, 2013).

2.2 Fuzzy Time Series

Fuzzy time series merupakan suatu konsep metode peramalan data *time series* yang dapat digunakan untuk memprediksi suatu data di masa depan di mana data historis dibentuk dalam nilai-nilai linguistik (Arnita, dkk., 2020).

Song dan Chissom pertama kali mengajukan definisi *fuzzy time series* pada 1993. Konsep *fuzzy time series* dijelaskan sebagai berikut.

Misalkan U adalah himpunan semesta, di mana $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$. Suatu himpunan *fuzzy* A_i dari U didefinisikan sebagai

$$A_i = \frac{f_1(u_1)}{u_1} + \frac{f_2(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{f_A(u_n)}{u_n} \quad (2.1)$$

di mana f_A adalah fungsi keanggotaan dari A , $f_A: U \rightarrow [0,1]$, u_k adalah elemen dari himpunan *fuzzy* A_i dan $f_{A_i}(u_k)$ adalah derajat keanggotaan u_k untuk A_i , $f_{A_i}(u_k) \in [0,1]$ dan $1 < k < n$.

Definisi 1.

$X(t) (t = \dots, 0, 1, 2, \dots)$ adalah himpunan bagian dari R . Misalkan $X(t)$ menjadi himpunan semesta di mana himpunan *fuzzy* $f_i(t) (i = 1, 2, \dots)$. Jika $F(t)$ terdiri dari $f_i(t) (i = 1, 2, \dots)$. Maka, $F(t)$ didefinisikan sebagai *fuzzy time series* terhadap $X(t) (t = \dots, 0, 1, 2, \dots)$.

Definisi 2.

Jika ada suatu *fuzzy relationship* $R(t-1, t)$, seperti $F(t) = F(t-1) \times R(t-1, t)$ di mana \times merepresentasikan sebuah operator, kemudian $F(t)$ disebabkan oleh $F(t-1)$.

Misalkan $F(t-1) = A_i$ dan $F(t) = A_j$. Hubungan antara $F(t)$ dan $F(t-1)$ (ditunjukkan sebagai *fuzzy logical relationship*, FLR) bisa dinotasikan menjadi $A_i \rightarrow A_j$; di mana A_i disebut *left-hand side* (LHS) atau sisi kiri dan A_j disebut *right-hand side* (RHS) atau sisi kanan dari FLR.

Definisi 3.

Diberikan 2 FLR dengan himpunan *fuzzy* yang sama pada LHS $A_i \rightarrow A_{j1}$, $A_i \rightarrow A_{j2}$. Kedua FLR bisa dikelompokkan kedalam *fuzzy logical relationship groups* (FLRG) $A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}$ (Xihao dan Yimin, 2008).

2.3 Autoregressive Integrated Moving Average

Autoregressive Integrated Moving Average disingkat ARIMA dikenal juga dengan metode Box dan Jenkins sebab metode ini dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins. Metode ARIMA diterapkan pada analisis data *time series*, peramalan dan kontrol

(pengendalian). ARIMA memiliki tiga bagian yaitu pertama, bagian *autoregressive* adalah regresi linear yang menghubungkan rangkaian data nilai-nilai masa lalu ke nilai-nilai masa depan. Kedua, bagian yang menunjukkan data harus di *differencing* (pembedaan) agar data dalam keadaan stasioner. Ketiga, bagian *moving average* yang berhubungan dengan masa lalu dalam memperkirakan kesalahan untuk nilai masa depan dari data *time series* (Din, 2015). Secara umum, model dari metode ARIMA di tuliskan dengan bentuk ARIMA (p,d,q), di mana p menyatakan ordo proses *autoregressive* (AR), d menyatakan pembedaan (*differencing*), dan q menyatakan ordo proses dari *moving average* (MA) (Aswi dan Sukarna 2017).

Penyelesaian permasalahan suatu data *time series* dengan menggunakan metode ARIMA melalui beberapa tahapan yaitu diantaranya sebagai berikut:

1. Identifikasi

Tahapan pertama ini dilakukan pengidentifikasian kestasioneran suatu data *time series* dengan membuat plot *time series* data tersebut. Jika data sudah stasioner maka ordo p dan q dari model ARIMA pada suatu data *time series* dapat ditentukan dengan melakukan identifikasi plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) dari data yang sudah stasioner (Tauryawati dan Irawan, 2014).

a. Stasioneritas *Time Series*

Ciri-ciri dalam pembentukan model analisis data *time series* adalah dengan mengasumsikan bahwa data dalam keadaan stasioner. Data *time series* dikatakan stasioner jika tidak ada perubahan kecenderungan dalam rata-rata dan perubahan variansi atau dapat disimpulkan bahwa data *time series* yang stasioner adalah suatu deret waktu yang relatif tidak terjadi kenaikan ataupun penurunan nilai secara tajam pada data (fluktuasi data berada pada sekitar nilai rata-rata yang konstan).

Kondisi stasioner terdiri atas dua hal yaitu stasioner dalam rata-rata dan stasioner dalam variansi. Box dan Jenkins (1976) menjelaskan bahwa pada data *time series* yang bersifat stasioner kuat, waktu pengamatan tidak berpengaruh terhadap rata-rata μ , variansi σ^2 , dan kovariansi γ_k . Hal tersebut berarti bahwa *series* (deret) Z_t akan berfluktuasi di sekitar μ dan variansi σ^2 yang tetap, dan dapat dikatakan bahwa deret Z_t stasioner dalam μ dan σ^2 .

Cara untuk memeriksa kestasioneran suatu data dengan menggunakan plot *time series* yaitu diagram pencar antara nilai peubah Z_t dengan waktu t . Jika plot *time*

series berfluktuasi di sekitar garis yang sejajar sumbu waktu (t) maka dikatakan deret stasioner dalam rata-rata. Jika kondisi stasioner dalam rata-rata tidak terpenuhi maka diharuskan melakukan proses pembedaan (*differencing*) (Aswi dan Sukarna, 2017).

Selain itu, identifikasi juga dapat dilakukan dengan menerapkan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF). Uji ADF digunakan untuk menguji kestasioneran data. Uji ADF dilakukan menggunakan suatu model Y_t yang diasumsikan mengikuti proses AR orde ke-p (Amanu, 2021).

b. Model *Moving Average* (MA)

Bentuk umum model *moving average* dengan ordo q atau MA (q) atau ARIMA (0,q,0) dinyatakan sebagai berikut:

$$Y_t = \varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \theta_2\varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q\varepsilon_{t-q} \tag{2.2}$$

Istilah *moving average* berasal dari fakta bahwa Y_t diperoleh dengan menerapkan bobot $1, -\theta_1, -\theta_2, \dots, -\theta_q$ pada peubah $\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, \varepsilon_{t-q}$ dan menggerakkan bobot dan menerapkannya pada $\varepsilon_{t+1}, \varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, \dots, \varepsilon_{t-q+1}$ untuk mendapatkan Y_{t+1} dan seterusnya.

c. Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA)

Bentuk persamaan untuk model ARMA dinyatakan sebagai berikut:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \tag{2.3}$$

Dalam hal ini $\{Y_t\}$ adalah proses rerata bergerak *autoregressive moving average* (ARMA) dengan ordo p dan q. Proses ini dituliskan dengan ARMA(p,q) (Sumarjaya, 2016).

d. Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

Model ARIMA (p,d,q) dengan *differencing* orde d dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$\phi_p(B) (1 - B)^d Y_t = \mu + \theta_q(B) \varepsilon_t \tag{2.4}$$

dimana :

Fungsi ordo p untuk operator dari AR yang telah stasioner ialah sebagai berikut:

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p) \quad (2.5)$$

Fungsi ordo q untuk operator MA yang telah stasioner ialah sebagai berikut:

$$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) \quad (2.6)$$

Model tersebut dinotasikan dengan ARIMA (p,d,q) (Sukraini, 2016).

Keterangan:

Y_t = data pengamatan ke- t

B = operator *backshift*

ε_t = nilai *error* pada waktu ke- t

p = orde AR

d = orde *differencing* (pembedaan)

q = orde MA

$(1 - B)^d$ = *time series* stasioner pada pembedaan ke- d

e. Proses Diferensiasi

Jika data *time series* tidak stasioner maka proses diferensiasi harus dilakukan untuk mengubah data menjadi stasioner. Hal tersebut dilakukan agar data dapat dianalisis dengan menggunakan ARMA yang kemudian disebut dengan model ARIMA yang parameternya berupa (p,d,q) dengan d menunjukkan jumlah proses diferensiasi yang dilakukan. Apabila datanya sudah stasioner maka d bernilai 0, sedangkan apabila datanya tidak stasioner maka d bernilai lebih besar dari 0.

f. *Auto Correlation Function* (ACF)/ Fungsi Autokorelasi dan *Partial Auto Correlation Function* (PACF)/ Fungsi Autokorelasi Parsial

Dalam menentukan model ARIMA ordo p dan q diperlukan perhitungan dan penggambaran dari hasil fungsi autokorelasi (ACF) dan fungsi autokorelasi parsial (PACF). ACF digunakan untuk mengecek apakah terdapat ordo q yang mewakili sifat *Moving Average* (MA) dari suatu data *time series*. PACF digunakan untuk melakukan identifikasi ada atau tidaknya sifat *autoregressive* (AR) yang diwakili oleh ordo p (Purnomo, 2015).

Koefisien autokorelasi adalah fungsi yang menunjukkan besarnya korelasi antara pengamatan pada waktu ke- t dengan pengamatan pada waktu yang sebelumnya.

Fungsi autokorelasi didefinisikan oleh sebagai berikut

$$r_k = \frac{\sum_{t=k}^{n-k} (X_t - \bar{X})(X_{t+k} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2} \quad (2.7)$$

Diagram ACF dapat digunakan untuk melakukan pengidentifikasian kestasioneran data. Jika diagram ACF cenderung turun lambat atau turun secara linear, maka dapat disimpulkan data belum stasioner dalam rata-rata.

PACF (*Partial Auto Correlation Function*) atau autokorelasi parsial digunakan untuk mengukur tingkat keeratan (*association*) antara X_t dan X_{t-k} apabila pengaruh dari rentang/jangka waktu (*time lag*) 1, 2, 3, k-1 dianggap terpisah. PACF adalah fungsi yang menunjukkan besarnya korelasi parsial antara pengamatan pada waktu ke- t dengan pengamatan pada waktu-waktu sebelumnya.

Model untuk menentukan fungsi autokorelasi parsial dengan menggunakan metode yang diperkenalkan oleh Durbin (1960) yang merupakan pengembangan dari persamaan Yule-Walker yaitu sebagai berikut:

$$\phi_{kk} = \frac{\rho_k - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_j} \quad (2.8)$$

dengan $\phi_{kj} = \phi_{k-1,j} - \phi_{kk} \phi_{k-1,k-j}$ untuk $j = 1, 2, \dots, k - 1$.

Tabel 1 - Kriteria Penentuan Ordo ARIMA

Ordo	ACF	PACF
<i>Autoregressive</i> AR(p)	Turun secara eksponensial menuju 0 dengan bertambahnya k (<i>dies down</i>)	Terpotong setelah (<i>cut off after</i>) lag p (lag 1, 2, ..., p)
<i>Moving Average</i> MA(q)	Cut off after lag q	<i>Dies down</i>
Campuran AR dan MA, ARMA(p,q)	<i>Dies down</i>	<i>Dies down</i>

2. Penaksiran Parameter

Tahapan selanjutnya adalah melakukan penaksiran parameter setelah diperoleh prediksi

awal model ARIMA (p,d,q) sehingga diperoleh besaran koefisien model. Pada umumnya, untuk melakukan penaksiran parameter model ARIMA dapat digunakan beberapa metode diantaranya metode *maximum likelihood*, metode *least square*, metode *moment*, dan sebagainya.

3. Uji Diagnostik

Uji diagnostik dibagi menjadi 2 bagian yaitu uji kesignifikanan parameter dan uji kesesuaian model meliputi uji asumsi *white noise* dan distribusi normal.

a. Uji Kesignifikanan Parameter

Model ARIMA yang baik yang dapat menggambarkan suatu kejadian adalah model yang menunjukkan penaksiran parameternya signifikan berbeda dengan nol. Secara umum, misalkan θ adalah suatu parameter pada model ARIMA dan $\hat{\theta}$ adalah nilai taksiran dari parameter tersebut, serta $SE(\hat{\theta})$ adalah standar error dari nilai taksiran $\hat{\theta}$, maka uji kesignifikanan parameter dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1) Hipotesis

$H_0: \hat{\theta} = 0$ (parameter tidak signifikan)

$H_1: \hat{\theta} \neq 0$ (parameter signifikan)

2) Statistik Uji

$$t = \frac{\hat{\theta}}{SE(\hat{\theta})} \tag{2.9}$$

3) Daerah Penolakan

Tolak H_0 jika $|t| > t_{\frac{\alpha}{2},df}$. $df = n - n_p$,

n_p = banyaknya parameter atau dengan menggunakan nilai *p-value* yakni tolak H_0 jika nilai *p-value* $< \alpha$.

b. Uji Kesesuaian Model

Uji kesesuaian model diantaranya sebagai berikut:

1) Uji Sisa *White Noise*

Uji sisa *white noise* dapat dituliskan sebagai berikut:

a) Hipotesis

H_0 : Model sudah memenuhi syarat cukup (sisa memenuhi syarat *white noise*)

H_1 : Model belum memenuhi syarat cukup (sisa memenuhi syarat *white noise*)

Atau dapat ditulis sebagai berikut

$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_K = 0$

H_1 : minimal ada satu $\rho_j \neq 0, j = 1, 2, 3, \dots, K$

b) Statistik Uji yaitu statistic uji *Ljung-Box* atau *Box-Pierre Modified*:

$$Q^* = n(n + 2) \sum_{k=1}^K \frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k} \tag{2.10}$$

dimana $\hat{\rho}_k^2$ diperoleh dari:

$$\hat{\rho}_k^2 = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (\hat{a}_t - \bar{a})(\hat{a}_{t+k} - \bar{a})}{\sum_{t=1}^n (\hat{a}_t - \bar{a})^2} \tag{2.11}$$

c) Daerah Penolakan

Tolak H_0 jika $Q^* > \chi^2_{(\alpha; df=K-m)}$. K berarti pada lag ke- K dan m adalah jumlah parameter yang ditaksir dalam model (Aswi dan Sukarna, 2017).

2) Uji Asumsi Distribusi Normal

Pengujian kenormalan dapat dihitung dengan menggunakan Kolmogorv-Smirnov (Lestari dan Wahyuningsih, 2012).

Hipotesis:

H_0 : residual berdistribusi normal

H_1 : residual tidak berdistribusi normal

Statistik Uji:

$$D_{hit} = \sup_x |S(x) - F_0(x)| \tag{2.12}$$

Kriteria pengujian:

Jika $D_{hit} > D_{\alpha,n}$ maka tolak H_0 .

dengan,

n : banyaknya residual

$F_0(x)$: fungsi yang dihipotesiskan yaitu berdistribusi normal

$S(x)$: fungsi distribusi kumulatif dari data asal

$D_{(1-\alpha),n}$: didapatkan dari Tabel Kolmogorov-Smirnov.

2.4 Ukuran Kesalahan

Menurut Makridakis *et al*, ukuran kesalahan yang termasuk ukuran standar statistik yaitu *Mean Absolute Error* (nilai rata-rata kesalahan absolut) *Mean Square Error* (nilai rata-rata kesalahan kuadrat) dan *Mean Absolute Percentage Error* (nilai rata-rata kesalahan persentase absolut). Persamaan-persamaan tersebut sebagai berikut (Steven, 2013):

1. *Mean Absolute Error* (MAE)

$$MAE = \sum_{i=1}^n \frac{|e_i|}{n} \quad (2.13)$$

2. *Mean Square Error* (MSE)

$$MSE = \sum_{i=1}^n \frac{e_i^2}{n} \quad (2.14)$$

3. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

$$MAPE = \sum_{i=1}^n \frac{|PE_i|}{n} \quad (2.15)$$

dengan,

$$PE_i = \left(\frac{X_i - F_i}{X_i} \right) (100)$$

X_i = nilai aktual pada periode ke- t

F_i = nilai ramalan pada periode ke- t

n = jumlah periode waktu.

2.5 Inflasi

Menurut BPS (2021), inflasi adalah Inflasi adalah persentase tingkat kenaikan harga sejumlah barang dan jasa yang secara umum dikonsumsi rumah tangga. Inflasi merupakan kenaikan harga-harga umum yang berlaku dalam suatu perekonomian dari suatu periode ke periode lainnya. Menurut Lerner, inflasi adalah keadaan di mana terjadi kelebihan permintaan (*excess demand*) terhadap barang dan jasa secara keseluruhan, sedangkan menurut Sukirno, inflasi merupakan suatu proses kenaikan harga-harga yang berlaku secara umum dalam suatu perekonomian. Selain itu, Mankiw memberi pernyataan bahwa inflasi merupakan peningkatan dalam seluruh tingkat harga. Hampir semua negara menjaga inflasi agar tetap rendah dan stabil. Tugas tersebut merupakan tugas bank sentral. Tingkat inflasi yang rendah dan stabil akan menciptakan pertumbuhan ekonomi yang diharapkan, perluasan lapangan pekerjaan, dan ketersediaan barang dan jasa untuk memenuhi kebutuhan masyarakat (Fadila dan Aravik, 2018)

3. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan dengan jenis data dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data *time series* inflasi Indonesia Januari 2015 sampai Mei 2021 yang bersumber dari website Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia. Inflasi adalah persentase tingkat kenaikan harga sejumlah barang dan jasa yang secara umum dikonsumsi rumah tangga. Inflasi diukur dengan tingkat perubahan dari tingkat harga secara umum (*month to month*).

Persamaannya sebagai berikut: (Luthfi Multazam Khaironi, 2019).

$$\text{Rate of Inflation} = \frac{\text{Tingkat Harga } t - 1}{\text{Tingkat Harga } t} \times 100\%$$

Metode penelitian yang digunakan yaitu *fuzzy time series* dan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Sedangkan ukuran kesalahan yang digunakan untuk membandingkan kedua metode tersebut yaitu *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Mean Square Error* (MSE)

4. Prosedur Analisis

Langkah-langkah analisis yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Melakukan kajian literatur terhadap materi yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan, mengenai pemahaman metode *Fuzzy Time Series* dan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* serta aplikasi kedua metode tersebut.
2. Mengumpulkan data inflasi Indonesia Periode Januari 2015 sampai Mei 2021 yang bersumber dari website Badan Pusat Statistik Indonesia.
3. Melakukan peramalan dengan menggunakan metode FTS
 - Mendefinisikan pembicaraan semesta dan interval
 - Membagi interval
 - Mengklasifikasikan himpunan *fuzzy*
 - Fuzzifikasi data
 - Membuat *fuzzy relationships*
 - Defuzzifikasi
 - Peramalan
4. Melakukan peramalan dengan menggunakan metode ARIMA
 - Identifikasi model
 - Pengujian parameter
 - Uji diagnostik
 - Peramalan
5. Melakukan perbandingan hasil dan ketepatan peramalan dari metode *Fuzzy Time Series* dan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* dengan melihat nilai *error* (kesalahan) yang paling kecil.
6. Kesimpulan

5. Hasil dan Pembahasan

5.1 Metode Fuzzy Time Series

1. Menentukan *universe of discourse* (semesta pembicaraan) data inflasi : $U = [-0.5, 1.00]$
2. Membagi interval, diperoleh :

Tabel 2 - Pembagian nilai interval

Nilai interval	Nilai interval	Nilai interval
$u_1 = [-0.05, -0.04]$	$u_6 = (0.00, 0.01]$	$u_{11} = (0.05, 0.06]$
$u_2 = (-0.04, -0.03]$	$u_7 = (0.01, 0.02]$	$u_{12} = (0.06, 0.07]$
$u_3 = (-0.03, -0.02]$	$u_8 = (0.02, 0.03]$	$u_{13} = (0.07, 0.08]$
$u_4 = (-0.02, -0.01]$	$u_9 = (0.03, 0.04]$	$u_{14} = (0.08, 0.09]$
$u_5 = (-0.01, 0.00]$	$u_{10} = (0.04, 0.05]$	$u_{15} = (0.09, 1.00]$

3. Mengklasifikasikan himpunan fuzzy, diperoleh :

$$A_k = \begin{cases} \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2}, & k = 1 \\ \frac{0.5}{u_{k-1}} + \frac{1}{u_k} + \frac{0.5}{u_{k+1}}, & 2 \leq k \leq n - 1 \\ \frac{0.5}{u_{n-1}} + \frac{1}{u_n}, & k = n \end{cases}$$

4. Fuzzifikasi Data, diperoleh :

Tabel 3 - Fuzzifikasi Data

No.	Data	Fuzzifikasi
1.	-0.24	A_3
2.	-0.36	A_2
3.	0.17	A_7
4.	0.36	A_9
5.	0.5	A_{10}
⋮	⋮	⋮
73.	0.26	A_8
74.	0.1	A_6
75.	0.08	A_6
76.	0.13	A_7
77.	0.32	A_9

5. Membuat *Fuzzy Relationship*

a. Fuzzy Logical Relationship (FLR)

Tabel 4 - Nilai FLR

FLR
$A_3 \rightarrow A_2$
$A_2 \rightarrow A_7$
$A_7 \rightarrow A_9$
$A_9 \rightarrow A_{10}$
⋮
$A_8 \rightarrow A_6$
$A_6 \rightarrow A_6$
$A_6 \rightarrow A_7$
$A_7 \rightarrow A_9$

b. *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG)

Tabel 5 - Nilai FLRG

Grup	FLRG
1	$A_1 \rightarrow A_8$
2	$A_2 \rightarrow A_7$
3	$A_3 \rightarrow A_2, A_6$
4	$A_4 \rightarrow A_5, A_8$
5	$A_5 \rightarrow A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$
6	$A_6 \rightarrow A_6, A_7, A_8, A_9$
7	$A_7 \rightarrow A_1, A_3, A_4, A_6, A_7, A_9, A_{10}, A_{11}$
8	$A_8 \rightarrow A_5, A_6, A_7, A_8, A_{10}, A_{11}, A_{12}, A_{15}$
9	$A_9 \rightarrow A_5, A_7, A_8, A_9, A_{10}, A_{12}$
10	$A_{10} \rightarrow A_8, A_{10}, A_{11}, A_{12}, A_{15}$
11	$A_{11} \rightarrow A_5, A_8, A_9, A_{15}$
12	$A_{12} \rightarrow A_5, A_7, A_8, A_9, A_{11}, A_{12}$
13	$A_{13} \rightarrow A_{12}$
14	$A_{14} \rightarrow \emptyset$
15	$A_{15} \rightarrow A_8, A_9, A_{11}$

6. Defuzzifikasi

Tabel 6 - Nilai defuzzifikasi

Nilai defuzzifikasi	Nilai defuzzifikasi	Nilai defuzzifikasi
$A_1 \rightarrow 0.25$	$A_6 \rightarrow 0.2$	$A_{11} \rightarrow 0.375$
$A_2 \rightarrow 0.15$	$A_7 \rightarrow 0.1125$	$A_{12} \rightarrow 0.316667$
$A_3 \rightarrow -0.15$	$A_8 \rightarrow 0.375$	$A_{13} \rightarrow 0.65$
$A_4 \rightarrow 0.1$	$A_9 \rightarrow 0.3$	$A_{14} \rightarrow 0.85$
$A_5 \rightarrow 0.05$	$A_{10} \rightarrow 0.57$	$A_{15} \rightarrow 0.383333$

7. Peramalan

Tabel 7 - Nilai Ramalan dengan FTS

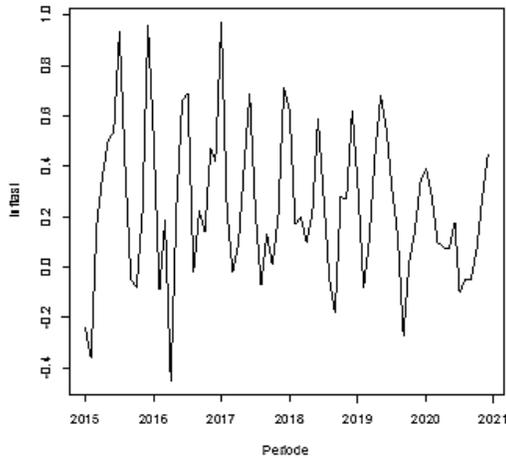
Periode	Data	Fuzzifikasi	Nilai Peramalan
Januari 2015	-0.24	A_3	NA
Februari 2015	-0.36	A_2	-0.15
Maret 2015	0.17	A_7	0.15
⋮	⋮	⋮	⋮
Januari 2021	0.26	A_8	0.57
Februari 2021	0.1	A_6	0.375
Maret 2021	0.08	A_6	0.2
April 2021	0.13	A_7	0.2
Mei 2021	0.32	A_9	0.1125

5.2 *Metode Autoregressive Integrated Moving Average*

Pada metode ini digunakan sebanyak 72 yaitu data pada tahun 2015-2020 untuk pembentukan model dan 5 data untuk mengukur nilai MSE dan MAPE hasil peramalan.

1. Identifikasi Model

- Melakukan plot *time series*, ACF dan PACF



Gambar 1 - Plot Inflasi Indonesia Tahun 2015-2020

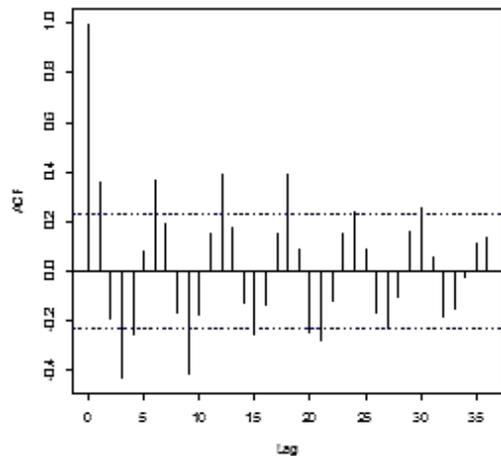
Selain itu, untuk mengecek data telah stasioner atau belum, dapat dilihat dengan menggunakan tes ADF (*Augmented Dickey-Fuller*).

Tabel 8 - Augmented Dickey Fuller

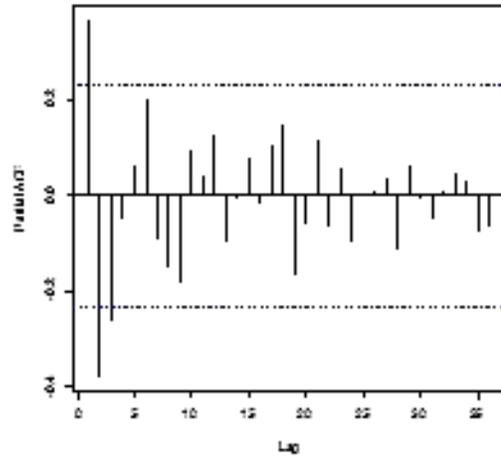
<i>Augmented Dickey-Fuller</i>	<i>p-value</i>	<i>Alternative Hypotesis</i>
-5.5479	0.01	<i>Stationary</i>

Berdasarkan tabel di atas diperoleh nilai *p-value* lebih kecil dari α yaitu $0.01 < 0.05$ yang mengartikan bahwa data sudah bersifat stasioner.

- Menganalisis Plot ACF (*Autocorrelation Function*) dan PACF (*Partial Autocorrelation Function*)



(a)



(b)

Gambar 2 - Plot ACF (a) dan PACF (b) Inflasi Indonesia Tahun 2015-2020

Berdasarkan Gambar 4.2 terlihat bahwa plot ACF *dies down* (turun secara eksponensial menuju 0 dengan bertambahnya *k*) dan pada Gambar 4.3 terlihat bahwa plot PACF *cut off after lag 3* (lag 1,2 dan 3 yang signifikan berbeda dengan 0) sehingga didapatkan model awal yang terbentuk adalah AR(3) atau dapat dituliskan dengan model ARIMA(3,0,0) dimana data tidak mengalami *differencing* sehingga *d* bernilai nol.

2. Penaksiran Parameter

Tabel 9 - Taksiran Parameter ARIMA

Type	Coefficient	Standard Error
<i>Intercept</i>	0.2461	0.0254
AR(1)	0.3981	0.1125
AR(2)	-0.2438	0.1196
AR(3)	-0.2983	0.1143

3. Pemeriksaan Diagnostik

Uji kesesuaian model meliputi uji residual *white noise* dan uji asumsi residual distribusi normal. Berikut ditampilkan hasil uji Box-Ljung nilai residual model ARIMA(3,0,0) pada tabel berikut.

Tabel 10 - Hasil Uji Box-Ljung Nilai Residual Model ARIMA(3,0,0)

<i>X-Squared</i>	<i>p-value</i>
0.021042	0.8847

Oleh karena, nilai *p-value* lebih besar dari 0.05 maka residual bersifat *white noise*. Selanjutnya dilakukan uji

distribusi normal residual. Hasil uji distrinusi normal residual ditampilkan pada Tabel 11 berikut:

Tabel 11 - Hasil Uji Kolmogorov Smirnov

D	p-value
0.05314	0.8834

Dari uji Kolgomorov-Smirnov diperoleh nilai *p-value* > 0.05 artinya residual memenuhi asumsi distribusi normal. Oleh karena semua parameter model signifikan, asumsi sisa white noise terpenuhi, dan residual berdistribusi normal maka model ARIMA(3,0,0) bisa digunakan untuk peramalan periode mendatang.

Oleh karena itu, persamaan dari model ARIMA(3,0,0) atau AR(3) yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \phi_p(B)(1 - B)^d Y_t &= \mu + \theta_q(B) \varepsilon_t \\ \leftrightarrow \phi_3(B)(1 - B)^0 Y_t &= \mu + \varepsilon_t \\ \leftrightarrow (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \phi_3 B^3) Y_t &= \mu + \varepsilon_t \\ \leftrightarrow Y_t &= 0.2461 + 0.3981 Y_{t-1} - 0.2438 Y_{t-2} - \\ &0.2983 Y_{t-3} + \varepsilon_t \end{aligned}$$

4. Peramalan

Tabel 12 - Hasil Peramalan ARIMA(3,0,0)

Periode 2021	Hasil Ramalan ARIMA(3,0,0)
Januari	0.372
Februari	0.236
Maret	0.151
April	0.173
Mei	0.243

4.3 Perbandingan model FTS dan ARIMA

Tabel 13 - Nilai ramalan FTS dan ARIMA

Periode 2021	Inflasi (X _i)	Hasil Ramalan FTS	Hasil Ramalan ARIMA(3,0,0)
		(F _{i FTS})	(F _{i ARIMA})
Januari	0.26	0.57	0.373
Februari	0.1	0.375	0.236
Maret	0.08	0.2	0.151
April	0.13	0.2	0.173
Mei	0.32	0.113	0.243

Hasil perhitungan nilai MSE dan MAPE ditampilkan pada Tabel 14 berikut ini:

Tabel 14 - Nilai MSE dan MAPE Metode FTS dan ARIMA(3,0,0)

Ukuran Kesalahan	FTS	ARIMA(3,0,0)
MSE	0.047	0.009
MAPE	132.584%	64.987%

Cara menentukan metode yang lebih baik dari metode yang dibandingkan yaitu dengan melihat besarnya ukuran kesalahan yang dihasilkan. Jenis ukuran kesalahan yang sering digunakan adalah MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dan MSE (*Mean Square Error*). Berdasarkan Tabel-14 ditunjukkan bahwa untuk metode FTS diperoleh nilai MSE sebesar 0.047 dan nilai MAPE sebesar 132.548% sedangkan metode ARIMA(3,0,0) diperoleh nilai MSE sebesar 0.002 dan nilai MAPE sebesar 64.987%. Hal tersebut menunjukkan bahwa metode ARIMA(3,0,0) lebih layak digunakan untuk meramalkan inflasi Indonesia di masa mendatang dibandingkan metode FTS. Nilai peramalan inflasi Indonesia 5 periode kedepan yaitu ditunjukkan pada Tabel 15 berikut ini:

Tabel 15 – Nilai Peramalan Data

Periode 2021	Nilai Peramalan
Juni	0.291
Juli	0.287
Agustus	0.252
September	0.225
Oktober	0.224

6. Kesimpulan

Metode terbaik dalam meramalkan nilai inflasi Indonesia dengan data testing sebanyak 5 data yaitu dengan menggunakan metode ARIMA karena menghasilkan nilai MSE dan MAPE yang lebih kecil yaitu masing-masing bernilai sebesar 0.009 dan 64.987% dibandingkan dengan metode FTS yang menghasilkan nilai MSE dan MAPE masing-masing bernilai sebesar 0.047 dan 132.584%.

DAFTAR PUSTAKA

Amanu, Alief Muhammad. (2021). Penerapan Model ARIMA dan *Fuzzy Time Series* Berbasis Rerata dalam Peramalan Harga Saham (Studi Kasus: Harga Penutupan Saham PT. United Tractors Tbk). *Skripsi*. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.

- Arnita, dkk. 2020. A Comparison of The Fuzzy Time Series Methods of Chen, Cheng and Markov Chain in Predicting Rainfall in Medan. *Jurnal of Physics*, 2(10).
- Aswi dan Sukarna. 2017. *Analisis Time series Teori dan Aplikasi*. Makassar: Andira Publisher.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia. (2021). Inflasi. Online diambil dari: <https://sirusa.bps.go.id/sirusa/indeks.php/indikator/570>.
- Berutu, Sunneng Sandino. (2013). Peramalan Penjualan Dengan Metode *Fuzzy Time Series* Ruey Chyn Tsaor. *Thesis*. Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Chung, Roy CP, dkk. (2009). An ARIMA-Intervention Analysis Model for the Financial Crisis in China's Manufacturing Industry. *International Journal of Engineering Bussiness Management*, 1(1): 16.
- Din, Marilena Aura. 2015. ARIMA by Box Jenkins Methodology for Estimation and Forecasting Models in Higher Education. *Atiner Conference Paper Series*, EMS2015-1846: 5.
- Elena, Maria, dkk. (2012). Fuzzy Time Series and SARIMA Model for Forecasting Tourist Arrivals to Bali. *Jurnal Teknologi*, 57 (Sciences & Engineering) Suppl 1:79.
- Fadilla dan Aravik, Havis. (2018). Pandangan Islam dan Pengaruh Kurs, BI Rate Terhadap Inflasi. *Jurnal Ecoment Global*. 3(2):186.
- Indrasetyaningsih, Artanti, dkk. (2017). Analisis ARIMA Box Jenkins Untuk Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara di Indonesia. *Seminar Nasional Matematika dan Aplikasinya*, 227.
- Khaironi, Luthfi Multazam. (2019). Pengaruh Pengangguran dan Inflasi Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Aceh. *Skripsi*. Banda Aceh: Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Lestari, Nofinda dan Wahyuningsih, Nuri. (2012). Peramalan Kunjungan Wisata dengan Pendekatan Model SARIMA (Studi Kasus: Kusuma Agrowisata). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 1(1): 30.
- Munawwaroh, Sitti. (2010). Analisis Model ARIMA Box-Jenkins Pada Data Fluktuasi Harga Emas. *Skripsi*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Purnomo, Feby Satya. (2015). Penggunaan Metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) untuk Prakiraan Beban Konsumsi Listrik Jangka Pendek (*Short Term Forecasting*). *Skripsi*. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, 25-28.
- Steven. (2013). Perbandingan Metode *Fuzzy Time Series* dan *Holt Double Exponential Smoothing* Pada Peramalan Jumlah Mahasiswa Baru Institut Pertanian Bogor. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Sukraini, Tri Tanami. (2016). Peramalan Kunjungan Wisatawan ke Uluwatu dengan Menggunakan Model Autoregressive Integrated Moving Average. *Jurnal Matrix*, 6(1): 48-49.
- Sumarjaya, I Wayan. (2016). *Modul Analisis Deret Waktu*. Bukit Jimbaran, 36-41.
- Tauryawati, Mey Lista dan Irawan, M. Isa. (2014). Perbandingan Metode *Fuzzy Time Series* Cheng dan Metode Box-Jenkins untuk Memprediksi IHSG. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 3(2): 35.
- Xihao, Sun dan Yimin, Li. (2008). Average-based fuzzy time series models for forecasting Shanghai compound index. *World Journal of Modelling and Simulation*, 4(2): 105.