



Efektivitas Metode Arima Dan Exponential Smoothing Untuk Meramalkan Nilai Tukar Petani Di Jawa Tengah

Effectiveness of the Arima Method and Exponential Smoothing to Predict Farmer Exchange Rates in Central Java

Widia Istiqomah, Mohamad Yamin Darsyah
Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang
widistiqomah14@gmail.com, yamindarsyah@gmail.com

Abstrak

Peramalan adalah seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian dimasa depan. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data masa lalu dan menempatkannya kemasa yang akan datang dengan suatu bentuk matematis. Kesejahteraan petani merupakan arah dan tujuan pembangunan pertanian.Salah satu alat ukur kesejahteraan petani yang digunakan saat ini adalah Nilai Tukar Petani (NTP).Adapun tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk meramalkan Nilai Tukar Petani di Jawa Tengah dengan menggunakan metode Autoregressive Moving Average (ARIMA) dan Exponential Smoothing.Metode ARIMA terdiri beberapa langkah yaitu identifikasi model, estimasi parameter, uji diagnosis, pemilihan model terbaik, dan terakhir peramalan. Sedangkan Exponential Smoothing merupakan prosedur perbaikan terus menerus pada peramalan terhadap objek pengamatan terbaru dengan analisis pola data trend, penetapan nilai konstanta pemulusan dan peramalan. Efektivitas kedua metode dilihat berdasarkan nilai MSE dan MAPE pada peramalan.Metode ARIMA lebih baik dalam meramalkan data Nilai Tukar Petani di Jawa Tengah karena nilai MSE dan MAPE cenderung lebih kecil dibandingkan nilai MSE dan MAPE pada metode Exponential Smoothing. Hasil analisis ARIMA untuk peramalan Nilai Tukar Petani di Jawa Tengah periode Juli - September 2018 berturut – turut pada bulan Juli sebesar 100,665 ; bulan Agustus sebesar 100,087 ; dan bulan September sebesar 99,640.

Kata kunci: ARIMA; Exponential Smoothing; Peramalan; Time series

Abstract

Forecasting is art and science to estimate future events. This can be done by involving taking past data and placing it in the future with a mathematical form. Farmer welfare is the direction and objective of agricultural development. One of the measuring tools for farmers' welfare that is used today is Farmer Exchange Rate (NTP). The main purpose of this study is to predict Farmer Exchange Rates in Central Java by using the Autoregressive Moving Average (ARIMA) and Exponential Smoothing methods. ARIMA method consists of several steps, namely model identification, parameter estimation, diagnosis test, selection of the best model, and final forecasting. While Exponential Smoothing is a continuous improvement procedure for forecasting the latest observation objects by analyzing trend data patterns, determining the smoothing and forecasting constant values. The effectiveness of both methods is based on the MSE and MAPE values on forecasting. The ARIMA method is better at predicting Farmer Exchange Rate data in Central Java because MSE and MAPE values tend to be smaller than the MSE and MAPE values in the Exponential Smoothing method. ARIMA analysis results for forecasting Farmer Exchange Rate in Central Java for the July - September 2018 period respectively in July amounted to 100,665; August was 100,087; and September is 99,640.

Keywords: ARIMA; Exponential Smoothing; Forecasting; Time series

PENDAHULUAN

Dengan orientasi pembangunan pertanian ke arah perbaikan kesejahteraan pelaku pembangunan yaitu petani, maka sangat relevan untuk mengkaji dampak pembangunan yang dilaksanakan terhadap perbaikan kesejahteraan petani.Salah satu alat ukur untuk melihat dinamika tingkat kesejahteraan tersebut adalah Nilai Tukar Petani (NTP).NTP berkaitan dengan kemampuan daya beli petani dalam membiayai kebutuhan hidup rumah tangganya.Pertanian adalah kegiatan pemanfaatan sumber daya hayati yang dilakukan manusia untuk menghasilkan bahan pangan, bahan baku atau industri, sumber energi serta



mengelola lingkungan hidupnya. Sebagian besar penduduk di dunia bermata pencaharian dalam lingkup pertanian, namun pertanian hanya menyumbang 4% dari Produk Domestik Bruto dunia. Indonesia dikenal sebagai negara agraris yang berarti negara yang mengandalkan sektor pertanian baik sebagai sumber mata pencaharian maupun sebagai penopang pembangunan (Hanafi 2010 dalam jurnal Fita Febriana).

Provinsi Jawa Tengah secara geografis terletak pada posisi pertengahan yang diapit Provinsi Jawa Timur dan Jawa Barat, berbatasan langsung dengan Jogjakarta. Luas wilayah Jawa Tengah adalah 32.544,120 kilometer persegi dengan Kabupaten Cilacap sebagai wilayah terluas (2.138,510 km²) dan Kota Magelang dengan luas terkecil (18.12 km²). Pertanian merupakan sektor utama perekonomian Jawa Tengah, di mana mata pencaharian di bidang ini digeluti hampir seluruh dari angkatan kerja terserap. Sektor pertanian pada tahun 2015 masih memberikan kontribusi cukup besar yaitu 15.05 persen terhadap PDRB provinsi Jawa Tengah (Badan Pusat Statistik Jawa Tengah, 2015). Badan Pusat Statistik Jawa Tengah (BPS Jateng) mencatat Nilai Tukar Petani (NTP) selama periode Januari 2018 turun sebesar 103,00 atau turun 0,47 persen dibanding periode sebelumnya. Penurunan NTP Januari 2018 dipengaruhi oleh turunnya NTP pada beberapa sub sektor. Di antaranya subsektor hortikultura, tanaman perkebunan rakyat, peternakan, dan perikanan. Subsektor yang mengalami kenaikan adalah tanaman pangan yakni sebesar 1,77 persen. Penurunan NTP dipicu Indeks Harga yang Dibayar Petani (ib) naik sebesar 1,12 persen lebih tinggi dibandingkan Indeks Harga yang Diterima Petani (it) yang naik hanya sebesar 0,65 persen. Kesejahteraan petani merupakan arah dan tujuan pembangunan pertanian. Salah satu alat ukur kesejahteraan petani yang digunakan saat ini adalah Nilai Tukar Petani (NTP). NTP adalah rasio antara indeks harga yang diterima petani dengan indeks harga yang dibayar petani yang dinyatakan dalam persentase (BPS, 2017).

Menurut Prastya, H & Lukiastruti, F. (2009) peramalan adalah seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian dimasa depan. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data masa lalu dan menempatkannya ke masa yang akan datang dengan suatu bentuk model matematis. Esensi peramalan adalah perkiraan peristiwa- peristiwa di waktu yang akan datang atas dasar pola-pola di waktu yang lalu, dan penggunaan kebijakan terhadap proyeksi - proyeksi dengan pola-pola di waktu yang lalu. Salah satu metode peramalan yang dikembangkan saat ini ialah time series, yakni menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data masa lampau dikumpulkan dan dijadikan acuan untuk peramalan masa depan. Model peramalan yang didasarkan pada model matematika statistik seperti moving average, exponential smoothing, regresi, dan ARIMA (Box Jenkins). Metode analisis runtun waktu menggunakan metode Box-Jenkins atau ARIMA (autoregressive integrated moving average) telah dikembangkan lebih lanjut dan diterapkan untuk peramalan.

Penelitian sebelumnya oleh Samsiah (2008) menggunakan model ARIMA untuk meramalkan data pendapatan pajak kendaraan bermotor di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Hasil penelitian menunjukkan model ARIMA dapat digunakan untuk meramalkan data pendapatan pajak kendaraan bermotor di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian lain oleh Biri, R., Langi, Y.A., & Paendong, M.S. (2013) melakukan penelitian untuk mengetahui pergerakan inflasi dan meramal pergerakan inflasi di Kota Palu. Hasil dari penelitiannya menunjukkan peramalan pergerakan inflasi di Kota Palu pada Bulan Mei 2013 dengan menggunakan metode single eksponential smoothing dengan alpha 0,1 adalah sebesar 0,2683 persen, yang berarti pergerakan inflasi di Kota Palu kembali mengalami penurunan atau mengalami deflasi. Penelitian lainnya oleh Desvina dan Octaviani (2018) meramalkan Nilai Tukar Petani dengan menggunakan Model ARCH/GARCH. Diperoleh hasil bahwa model ARCH(1) merupakan model yang tepat untuk meramalkan data NTP. Menggunakan model ARCH(1) dilakukan peramalan sebanyak 5 bulan kedepan dimulai bulan April 2017.



Penelitian-penelitian tersebut memperlihatkan bahwa model ARIMA dan Exponential Smoothing layak digunakan untuk peramalan data time series. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini membahas keefektivitasan metode Box Jenkins dan metode Exponential Smoothing untuk meramalkan Nilai Tukar Petani di Jawa Tengah. Peningkatan kesejahteraan petani merupakan salah satu dari empat sukses pembangunan pertanian, namun selama ini kesejahteraan petani baru diukur dari besaran Nilai Tukar Petani (NTP). Maka dari itu akan dilakukan penelitian peramalan data Nilai Tukar Petani di Jawa Tengah dengan metode Box-Jenkins atau Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan metode Exponential Smoothing yang bertujuan untuk mengetahui keefektivitasan kedua metode dalam meramalkan nilai tukar petani. Ukuran efektivitas kedua metode dilihat berdasarkan nilai MSE dan MAPE pada peramalan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang menekankan analisisnya pada data-data numerikal (angka-angka) dengan pengolahan metode statistik. Data penelitian ini adalah data bulanan nilai tukar petani di provinsi Jawa Tengah periode Januari 2016 – Juni 2018. Data merupakan jenis data time series yang bersumber dari Badan Pusat Statistik Jawa Tengah. Teknik yang digunakan untuk meramalkan nilai tukar petani 3 bulan kedepan adalah metode metode Autoregressive Moving Average (ARIMA) dan Exponential Smoothing.

Analisis dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut (Darsyah, M.Y. & Nur, M.S., 2016):

1. Autoregressive Moving Average (ARIMA)

- a. Megidentifikasi Model : Pada tahap ini, dilakuakn identifikasi model yang bisa mewakili deret pengamatan. Identifikasi model dilakukan dengan:
 - 1) Membuat plot data time series melalui plot data dapat diketahui apakah data mengandung trend, musiman, outlier, variansi tidak konstan. Jika data time series tidak stasioner maka data harus distasionerkan terlebih dahulu. Jika data tidak stasioner dalam varians dan mean, maka langkah pertama harus menstabilkan variansinya.
 - 2) Menghitung dan mencocokkan sampel ACF dan PACF dari data time series yang asli. Sampel ACF dan PACF dari data time series yang asli dapat digunakan untuk menentukan tingkat differencing yang sebaiknya digunakan jika data tidak stasioner dalam rata-rata.
 - 3) Menghitung dan mencocokkan sampel ACF dan PACF dari data time series yang telah ditransformasikan dan didifferencing apabila telah diputuskan untuk melakukan transformasi ataupun dfferencing.

Tabel 1:
Kriteria ACF dan PACF

Proses	ACF	PACF
AR(p)	Turun cepat secara eksponensial / sinusoidal	Terputus setelah lag p
MA(q)	Terputus setelah lag q	Turun cepat secara eksponensial / sinusoidal
ARMA(p, q)	Turun cepat secara eksponensial / sinusoidal	Turun cepat secara eksponensial / sinusoidal
AR(p) atau MA(q)	Terputus setelah lag q	Terputus setelah lag p
White noise (Acak)	Tidak ada yang signifikan (tidak ada yang keluar batas)	Tidak ada yang signifikan (tidak ada yang keluar batas)

- b. Mengestimasi Parameter, pada tahap dipilih taksiran model yang baik dengan melakukan uji hipotesis untuk parameter.

Hipotesis :

H_0 : parameter tidak signifikan

H_1 : parameter signifikan

Level Toleransi (α) = 5% = 0,05

Kriteria uji : Tolak H_0 jika $p\text{-value} < \alpha$

- c. Melakukan Uji Diagnosis, Setelah mendapatkan estimator ARIMA, langkah selanjutnya adalah memilih model yang mampu menjelaskan data dengan baik. Data dilihat apakah residual bersifat random sehingga merupakan residual yang relatif kecil. Jika tidak, maka harus kembali ke langkah pertama untuk memilih model yang lain.
- d. Melakukan Prediksi, setelah didapat model yang sesuai, maka selanjutnya melakukan prediksi menggunakan model tersebut sesuai dengan periode waktu peramalan yang diinginkan (dalam penelitian ini 3 periode waktu atau bulan).

2. Exponential Smoothing

- a. Penelitian ini menggunakan metode Double Exponential Smoothing. Mengidentifikasi model sementara yaitu dilakukan identifikasi stasioneritas data, baik dalam mean atau varians.
- b. Mengestimasi parameter model.
- c. Melakukan Diagnosa pada model dalam hal kenormalan residual data.
- d. Mengukur ketepatan peramalan dengan MAPE dan MSE.
- e. Melakukan peramalan untuk 3 periode kedepan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

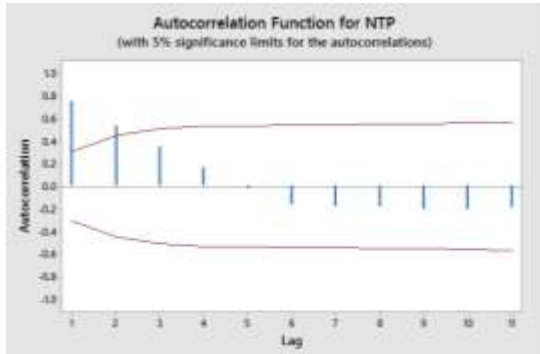
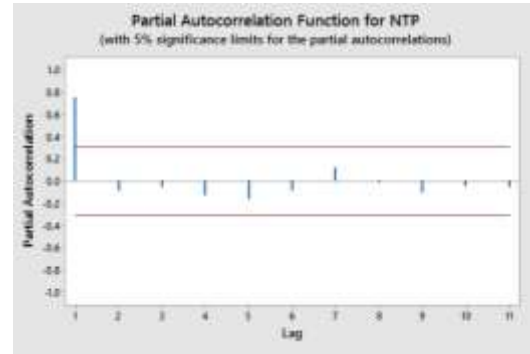
Pada penelitian ini, akan dilakukan peramalan menggunakan data Nilai Tukar Petani (NTP) di Jawa Tengah periode Januari 2016 - Juni 2018. Data NTP termasuk dalam data time series yang dapat diramalkan menggunakan metode ARIMA dan Exponential Smoothing. Data NTP membentuk pola trend yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1:
Plot Data NTP



Peramalan Dengan ARIMA

Peramalan menggunakan ARIMA Pada data NTP Jawa Tengah terlihat data bersifat stasioner dengan adanya kecenderungan data menaik (ada unsur trend), dan nilai box-cox transformation nya 5 yang artinya lebih dari 1 dan stasioner terhadap varian. Selanjutnya akan dilakukan analisis waktu dengan pemodelan ARIMA dengan membuat plot autocorelation function (ACF) dan partial autocorelation function (PACF) untuk mengidentifikasi model ARIMA yang cocok untuk digunakan.

Gambar 2:
ACF dari NTPGambar 3:
PACF dari NTP

Gambar 2 menunjukkan plot ACF terlihat bahwa kurva turun cepat secara eksponensial (dies down) setelah lag ke-2 ($q = 2$) dan plot PACF menunjukkan kurva turun cepat secara eksponensial (dies down) setelah lag ke-1 ($p = 1$) sehingga data dibangkitkan oleh ARMA(2,1) dan ARMA (1,1). Plot ACF memberikan nilai $q = 2$ (MA(2)) dan plot PACF memberikan nilai $p = 1$ (AR(1)) dengan nilai $d = 0$ (karena data tidak di differencing) sehingga diperoleh model awal ARIMA (2,0,1), walaupun tidak menutup kemungkinan terdapat model ARIMA lain yang terbentuk. Didapat model- model ARIMA yang mungkin adalah ARIMA (1,0,1), ARIMA (0,0,1), ARIMA (1,0,0), ARIMA (2,0,0). Langkah selanjutnya adalah estimasi parameter dari model- model yang diperoleh dengan melakukan uji hipotesis untuk setiap parameter koefisien yang dimiliki setiap model.

Tabel 1:
Signifikansi Model ARIMA

No	Model	Estimasi Parameter	T hitung	P-Value	Signifikan
1	ARIMA (1,0,1)	AR 1	5.04	0.000	Ya
		MA 1	-0.44	0.661	Tidak
2	ARIMA (2,0,1)	AR 1	17.3	0.000	Ya
		AR 2	-7.6	0.000	Ya
		MA 1	11.6	0.000	Ya
3	ARIMA (0,0,1)	MA 1	-5.35	0.000	Ya
4	ARIMA (1,0,0)	AR 1	7.46	0.000	Ya
5	ARIMA (2,0,0)	AR 1	5.18	0.000	Ya
		AR 2	-0.5	0.620	Tidak

Pada Tabel 1 terlihat model yang mempunyai parameter yang signifikan adalah model ARIMA (2,0,1), ARIMA (0,0,1), ARIMA (1,0,0). Tahap berikutnya adalah diagnosis model dari ARIMA (2,0,1), ARIMA (0,0,1), ARIMA (1,0,0). Diagnosis model dilakukan dengan 2 tahap yaitu uji dependensi residual/white noise dan uji normalitas residual. Uji white noise dilakukan menggunakan uji Ljung Box, sedangkan uji normalitas dilakukan menggunakan uji Kolmogorov-smirnov. Berikut merupakan hasil uji white noise:



Tabel 2:
White Noise Model ARIMA

No	Model	Lag	12	24	36	White Noise
1	ARIMA (2,0,1)	Chi-Square	3.1	15.5	16.8	Ya
		DF	8	20	32	
		P-Value	0.930	0.749	0.987	
2	ARIMA (0,0,1)	Chi-Square	23.2	40.2	46.6	Tidak
		DF	10	22	34	
		P-Value	0.010	0.010	0.073	
3	ARIMA (1,0,0)	Chi-Square	4.6	16.3	20.6	Ya
		DF	10	22	34	
		P-Value	0.919	0.799	0.966	

Sedangkan nilai dari statistic uji Ljung Box dan p-value merupakan hasil output dari Minitab. Table 2 menunjukkan bahwa model yang memenuhi uji independensi residual adalah model ARIMA (2,0,1), ARIMA (1,0,0) dengan signifikansi untuk semua lag p -value $> \alpha$, sehingga dapat disimpulkan model yang memenuhi uji independensi residual atau White Noise adalah ARIMA (2,0,1), ARIMA (1,0,0).

Tabel 3:
Hasil Uji Kolmogorov-smirnov

No	Model	P-Value	Kenormalan
1	ARIMA (2,0,1)	0.159	Ya
2	ARIMA (1,0,0)	0.142	Ya

Dalam memilih model terbaik, akan dibandingkan nilai ukuran kesalahan model. Dalam hal ini dibandingkan nilai Mean Square Error (MSE) dan Sum Square Error (SSE).

Tabel 4:
Perbandingan MSE dan SSE dengan Minitab

No	Model	MSE	SSE
1	ARIMA (2,0,1)	1.2487	47.4521
2	ARIMA (1,0,0)	1.3345	53.379

Dari Tabel 4 nilai MSE dan SSE diperoleh nilai SSE model ARIMA (2,0,1) yaitu 47.4521 lebih kecil dari 53.379 yang merupakan nilai SSE model ARIMA (1,0,0). Sedangkan nilai MSE model ARIMA (2,0,1) juga lebih kecil dari nilai MSE dari model ARIMA (1,0,0) yaitu 1.2487 lebih kecil dari 1.3345. Jadi model terbaik untuk data yang telah distasionerkan melalui proses transformasi adalah ARIMA (2,0,1). Telah didapat model terbaik untuk peramalan data nilai tukar petani di Jawa Tengah adalah model ARIMA (2,0,1). Berdasarkan perhitungan diperoleh model ARIMA (2,0,1) sebagai berikut:

$$Y_t = 1,7215 Y_{t-1} - 0,7896 Y_{t-2} + \epsilon_t - 0,9778 \epsilon_{t-1}$$

Peramalan nilai tukar petani di Jawa Tengah untuk 3 bulan kedepan adalah 100,665 ; 100,087 ; 99,640.

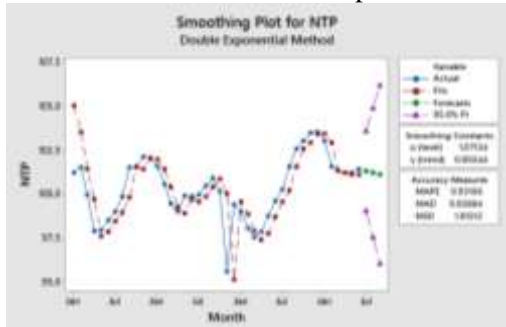
Peramalan Menggunakan Double Exponential Smoothing

Model time series dengan metode double exponential smoothing atau double exponential smoothing-Holt dengan plot data nilai tukar petani. Terlihat pada Gambar 1 data berpola trend, maka selanjutnya dilakukan analisis pola trend. Didapatkan nilai $\alpha = 1.07134$

dan $\gamma = 0.00344$ yang diperoleh dari Optimal Arima. Hasil plot metode double exponential smoothing pada minitab dengan Optimal Arima.

Gambar 4:

Plot Double Exponential Smoothing



Gambar 5. Output Peramalan

MAPE	0.93166		
MAD	0.92884		
MSD	1.91312		
Forecasts			
Period	Forecast	Lower	Upper
Jul	101.281	99.0051	103.556
Aug	101.183	97.5365	104.829
Sep	101.085	96.0094	106.161

Gambar 4 dan 5 dapat diperoleh hasil peramalan nilai tukar petani di Jawa Tengah periode Juli - September 2018 berturut – turut pada bulan Juli sebesar 101,281; bulan Agustus sebesar 101,183; dan bulan September sebesar 101,085. Nilai error yang diperoleh yaitu MAPE = 0,93166 ; MAD = 0,92884 ; MSD = 1,91312.

Efektivitas Metode untuk Meramalkan Nilai Tukar Petani

Berikut ini adalah hasil peramalan tiga bulan berikutnya (data ke 43, 44, dan 45). Peramalan dilakukan menggunakan metode ARIMA dan Exponential Smoothing.

Tabel 5:
Hasil Peramalan

Peramalan	Juli	Agustus	September
ARIMA	100.665	100.087	99.64
Exponential Smoothing	101.281	101.183	101.281

Nilai MSE pada hasil peramalan menggunakan metode ARIMA dan Exponential Smoothing ditunjukkan Tabel 6.

Tabel 6:
Nilai MSE

Metode	ARIMA	Exponential Smoothing
MSE	1.2487	1.91312

Pemilihan model terbaik untuk keefektivitasan kedua metode selain menggunakan nilai MSE dapat menggunakan nilai MAPE. Nilai MAPE dari hasil peramalan menggunakan metode ARIMA dan metode exponential smoothing ditunjukkan Tabel 7.

Tabel 7:
Nilai MAPE

Metode	ARIMA	Exponential Smoothing
MAPE	0.792402	0.93166

Tabel 6 dan Tabel 7 menunjukkan bahwa eror dari metode ARIMA lebih kecil dibandingkan dengan metode exponential smoothing. Sehingga model yang paling baik untuk meramalkan data nilai tukar petani adalah dengan menggunakan metode ARIMA.



KESIMPULAN

Efektivitas model dilihat dari besar nilai MSE dan MAPE pada setiap metode. Metode ARIMA lebih baik dalam meramalkan data Nilai Tukar Petani di Jawa Tengah karena nilai MSE dan MAPE berturut-turut sebesar 1,2487 dan 0,792402 cenderung lebih kecil dibandingkan nilai MSE dan MAPE pada metode Exponential Smoothing sebesar 1.91312 dan 0.93166. Hasil analisis Box-Jenkins untuk peramalan Nilai Tukar Petani di Jawa Tengah periode Juli - September 2018 berturut – turut pada bulan Juli sebesar 100,665 ; bulan Agustus sebesar 100,087 ; dan bulan September sebesar 99,640.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistika Indonesia, 2017. <http://www.bps.go.id>. Pertanian. [8 mei 2018]
- Badan Pusat Statistika Jawa Tengah, 2015. <http://www.bpsjateng.go.id>. Pertanian. [8 mei 2018]
- Biri, R., Langi, Y. A., & Paendong, M. S. 2013. Penggunaan Metode Smoothing Eksponensial dalam Meramal Pergerakan Inflasi Kota Palu. *Jurnal Ilmiah Sains*, 13(1), 68-73.
- Darsyah, M. Y., & Nur, M. S. 2016. Model Terbaik Arima Dan Winter Pada Peramalan Data Saham Bank. *Jurnal Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang*, 4(1).
- Desvina, A. P., & Meijer, I. O. 2018. Penerapan Model ARCH/GARCH untuk Peramalan Nilai Tukar Petani. *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, 4(1), 43-54.
- Samsiah, D. N. 2008. Analisis Runtun Waktu menggunakan model ARIMA (p,d,q) Data Pendapatan Pajak Kendaraan Bermotor di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Ilmu Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
- Febriana, F. Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Nilai Tukar Petani Di Provinsi Jawa Timur (Doctoral dissertation).
- Hanke, J.E., dan Winchern, D.W. 2005. *Business Forecasting*. New Jersey: Pearson Education International.
- Prasetya, H. & Lukiastruti, F. 2009. *Managemen Operasi*. Yogyakarta: Media Pressindo.