

Penduga Model Arima Untuk Peramalan Harga Tbs Kelapa Sawit Di Propinsi Riau

Sigit Sugiarto¹, Bustami², Rustam Effendi³

^{1,2,3}Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Riau

Jl. HR Subantas KM 12,5, Kampus Bina Widya, Simpang Baru, Pekanbaru, Riau 28293

Email: ¹sigit.sugiarto@lecturer.unri.ac.id, ²bustami@lecturer.unri.ac.id, ³rustam.effendi@lecturer.unri.ac.id

ABSTRAK

Artikel ini membahas metode peramalan menggunakan model *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*. Metode peramalan ini digunakan untuk meramal harga Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit di propinsi Riau pada tahun 2017 Dengan menggunakan bahasa R, penelitian ini menghasilkan LIMA model, yaitu: *ARIMA(1,1,0)*, *ARIMA(0,1,1)*, *ARIMA(2,1,0)*, *ARIMA(1,1,1)* dan *ARIMA(0,1,2)* Model Berdasarkan kriteria keputusan dipilih satu dari lima kombinasi model tersebut yang memiliki nilai *MSE* terkecil, yaitu: *ARIMA(0,1,2)* dengan nilai *MSE* 3905 terbaik dipilih dengan kriteria nilai kuadrat dari *mean square error* terkecil. Akibatnya, model (1) merupakan model terbaik.

Kata Kunci: faktor trend dan musiman, bahasa R, model ARIMA, Mean Square Error

ABSTRACT

This article discusses forecasting methods using the *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* model. This method of forecasting is used to predict the price of Fresh Fruit Bunches (FFB) in Riau Province by 2017. Using the R language, this research yields FIVE models: *ARIMA (1,1,0)*, *ARIMA (0,1,1)*, *ARIMA (2,1,0)*, *ARIMA (1,1,1)* and *ARIMA (0,1,2)* Model Based on the decision criteria selected one of five combinations of the model which has the smallest MSE value, ie: *ARIMA (0,1,2)*, with the best value of MSE 3905 selected by the criterion of the squared value of the mean square error error. Consequently, model (1) is the best model.

Keywords: trend and seasonal factors, R language, ARIMA model, Mean Square Error

Corresponding Author:

Sigit Sugiarto

Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Riau

Email: sigit.sugiarto@lecturer.unri.ac.id

Pendahuluan

Pengertian peramalan (*forecasting*) telah dikemukakan oleh beberapa ahli, diantaranya Montgomery *et al.* [8, h. 1] berpendapat bahwa peramalan adalah perkiraan suatu nilai atau pun peristiwa yang akan terjadi di masa mendatang berdasarkan data sebelumnya. Makridakis *et al.* [7, h. 519] mengatakan bahwa peramalan merupakan prediksi nilai-nilai sebuah variabel berdasarkan kepada nilai yang diketahui dari variabel tersebut atau variable yang berhubungan. Hyndman [6] berpendapat bahwa peramalan merupakan sebuah algoritma yang memberikan perkiraan nilai tunggal, yang merupakan prediksi dari nilai pada periode waktu masa depan. Menurut Kamus Besar Bahasa

Indonesia peramalan adalah suatu teori dimana keadaan yang akan terjadi dapat diduga atau dilihat.

Menurut Makridakis *et al.* [7] ada beberapa metode peramalan yang dapat digunakan, salah satunya adalah metode analisis runtun waktu dengan menggunakan metode Box-Jenkins atau *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)(p,d,q)*, dengan *p* menyatakan derajat *Autoregressive (AR)*, *d* menyatakan derajat Integrasi (*I*) dan *q* menyatakan derajat *Moving Average (MA)*. Metode ini sebelumnya telah digunakan untuk meneliti beberapa penelitian, serta Sugiarto *et al.* [12] meramal stok beras di BULOG Pekanbaru.

Data runtun waktu lainnya yang dapat digunakan dalam peramalan dengan metode *ARIMA* yaitu data harga Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit di propinsi Riau.

Artikel ini membahas peramalan harga TBS kelapa sawit di propinsi Riau dengan menggunakan model ARIMA. Untuk itu pada bagian dua menjelaskan teori dan metode peramalan runtun waktu. Pada bagian tiga menjelaskan model ARIMA. Pada bagian empat menjelaskan inti permasalahan yaitu meramalkan Harga TBS kelapa sawit di propinsi Riau).

Metode Penelitian

Peramalan Data Runtun Waktu

Menurut Makridakis *et al.* [7, h. 10] data runtun waktu adalah data masa lalu yang dikumpulkan, dicatat, atau diamati berdasarkan runtun waktu. Langkah penting dalam penentuan metode adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji. Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu: horizontal, musiman, siklis, dan *trend*.

Hal yang paling mendasar dan paling penting dalam melihat perilaku data runtun waktu adalah stasioneritas data. Perilaku stasioneritas data ada dua, yaitu stasioner terhadap rata-rata dan stasioner terhadap variansi.

Jika data tidak stasioner terhadap rata-rata, maka diperlukan proses *differencing* terhadap data. Menurut Montgomery *et al.* [4, h. 50], ∇ didefinisikan oleh $(1 - B)$, jika dimisalkan B sebagai operator mundur, maka $BX_t = X_{t-1}$ dan proses *differencing* diperoleh melalui persamaan berikut.

$$\nabla^d X_t = (1 - B)^d X_t \quad (1)$$

atau

$$X_t = (1 - B^S)^D X_t \quad (2)$$

dengan d dan D merupakan orde *differencing* non-musiman, S merupakan panjang musim. Jika setelah dilakukan *differencing* data masih tidak stasioner, maka dilakukan berulang persamaan (1) dan (2) dengan menaikkan orde.

Menurut Wei [14, h. 85], jika data tidak stasioner terhadap variansi, maka diperlukan proses transformasi logaritma atau $\ln(X_t)$, yaitu

$$T(X_t) = \frac{X_t^\lambda}{\lambda}$$

Dengan $\lambda \in \mathbb{R}$ sebagai media transformasi dan jika $\lambda = 0$, maka $T(X_t)$ menjadi $\ln(X_t)$.

Dalam pemeriksaan stasioneritas data juga dapat dilihat berdasarkan *plot Autocorrelation Function (ACF)* dan *Partial Autocorrelation Function (PACF)* data [3], [7], [8], [12]. Secara umum, dapat dilihat bahwa *ACF* yang menurun seiring bertambahnya k menunjukkan perilaku stasioner, sedangkan *ACF* yang konstan menunjukkan perilaku non-stasioner

Model ARIMA

Bentuk umum dari model ARIMA(p, d, q)

$$\phi_p(B)(1 - B)^d X_t = \theta_q(B)e_t, \quad e_t \sim N(0, \sigma^2), \quad (3)$$

dengan X_t merupakan variabel data waktu ke- t , ϕ_p merupakan operator AR dengan $\phi_p(B) = 1 -$

$\phi_1 B - \dots - \phi_p B^p$, θ_q merupakan operator MA dengan $\theta_q = 1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q$, $\theta_0 = \mu(1 - \phi_p - \dots - \phi_p)$ dan e_t merupakan nilai residual pada saat t .

Pembentukan model ARIMA(p, d, q) dibagi kedalam tiga kelompok, yaitu:

i. Model AR(p)

Model AR(p) adalah model ARIMA dengan nilai $d = q = 0$, sehingga persamaan (3) dapat ditulis

$$X_t = \delta + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t, \quad e_t \sim N(0, \sigma^2), \quad (4)$$

dengan $\delta = \mu(1 - \mu)$, μ merupakan nilai konstan.

ii. Model MA(q)

Model MA(q) adalah model ARIMA dengan nilai $p = d = 0$, sehingga persamaan (3) dapat ditulis

$$X_t = \mu + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q}, \quad e_t \sim N(0, \sigma^2), \quad (5)$$

iii. Model ARIMA Campuran

Model ARMA(p, q) adalah model ARIMA dengan nilai $d = 0$, dengan mensubstitusikan persamaan (4) dan (5), sehingga persamaan (3) dapat ditulis dalam bentuk

$$X_t = \mu + \phi_1 X_{t-p} + e_t - \theta_q e_{t-q}, \quad e_t \sim N(0, \sigma^2),$$

Model ARIMA(p, d, q) adalah model ARIMA yang dipengaruhi oleh faktor *trend*, sehingga persamaan (3) dapat ditulis dalam bentuk

$$\phi_p(B)X_t' = \theta_q(B)e_t, \quad e_t \sim N(0, \sigma^2),$$

dengan X_t' merupakan $\nabla^d X_t$, mengikuti persamaan (1).

Jika model ARIMA dipengaruhi oleh faktor *trend* dan musiman, maka persamaan (3) dapat ditulis dalam bentuk

$$\Phi_P(B^S)\phi_p(B)(1 - B)^d(1 - B^S)^D X_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^S)e_t, \quad e_t \sim N(0, \sigma^2),$$

dengan Φ_P merupakan AR musiman dan Θ_Q merupakan MA musiman, disebut juga dengan model ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)¹².

Langkah-langkah pembentukan model ARIMA(p, d, q) menurut Makridakis *et al.* [6, h. 382], adalah sebagai berikut:

i. Identifikasi Model

Dalam tahap awal dilakukan untuk memodelkan sifat-sifat data yang dilakukan secara visual, dengan melihat *plot* data untuk melihat data stasioner atau non-stasioner. Pendugaan model dilakukan terhadap AR dan MA baik musiman maupun non-musiman melalui *plot ACF* dan *PACF* sebagaimana pada Tabel 1 [11, h. 199, 217]. Dalam penerapan model, orde AR, MA dan *differencing* yang sering digunakan berkisar pada 0, 1 atau 2 baik musiman maupun non-musiman.

ii. Pengecekan Diagnosa

Pada tahap ini dilakukan verifikasi kesesuaian model dengan sifat-sifat data. Model dikatakan tepat jika memiliki signifikansi yang baik dan nilai

error tidak mempengaruhi hasil peramalan. Uji kenormalan residual model menggunakan uji statistik Box-Pierce, dengan hipotesa berikut:

H_0 : Model tepat,

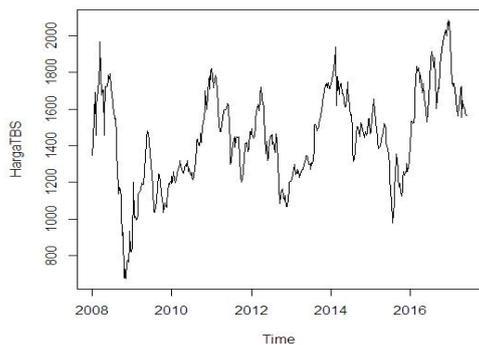
H_1 : Model tidak tepat.

Kriteria keputusan yang harus dipenuhi adalah H_0 diterima jika model tepat.

Hasil dan Pembahasan

Menganalisa Bentuk Pola Data Runtun Waktu

Dalam peramalan runtun waktu, langkah pertama yang harus dilakukan adalah menganalisa bentuk pola data runtun waktu. Dalam penerapan model peramalan di penelitian ini, data harga TBS kelapa sawit yang digunakan diperoleh dari Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Perkebunan Provinsi Riau di kota Pekanbaru. Data yang diambil adalah harga TBS kelapa sawit di provinsi Riau dari bulan Januari 2001 sampai Agustus 2017. Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah harga TBS kelapa sawit di Provinsi Riau dari bulan Januari 2008 sampai dengan Agustus 2017. Selanjutnya, data runtun waktu dibagi berdasarkan tahun Masehi dan tahun Hijriah. Untuk melihat bentuk pola data runtun waktu pada tahun Masehi dan tahun Hijriah diberikan *plot* data runtun waktu sebagaimana tampak pada grafik Gambar 1. berikut.



Gambar 1: *Plot* Data Harga TBS pada Tahun Masehi

Gambar 1 adalah *plot* data harga TBS kelapa sawit di Provinsi Riau. *Plot* menunjukkan *plot* data Harga TBS kelapa sawit di Provinsi Riau berdasarkan tahun Masehi dari tahun 2008 sampai 2017.

Pada Gambar 1. menunjukkan bahwa data memiliki kenaikan dan penurunan harga yang berulang. Kenaikan dan penurunan harga TBS

kelapa sawit tersebut terjadi di antara Rp. 600,00 sampai Rp. 2.100,00. Kenaikan harga TBS kelapa sawit terbesar terjadi pada minggu ke-2 Maret 2008, minggu ke-3 Maret 2014 dan minggu pertama Februari 2017. Sedangkan penurunan harga TBS kelapa sawit di Provinsi Riau terbesar terjadi pada minggu pertama bulan Oktober 2008, minggu ke-2 September 2014. Kemudian dilihat pada Gambar 1 (a) data lebih cenderung mengalami kenaikan diawal tahun yakni bulan Januari sampai Maret disetiap tahun. Namun, di tahun 2009 cenderung mengalami penurunan harga pada bulan Januari sampai maret. Kemudian, harga cenderung mengalami penurunan pada bulan Oktober sampai November. Selain itu, harga TBS kelapa sawit dari bulan Juni sampai September 2010 cenderung mengalami fluktuasi di setiap tahun.

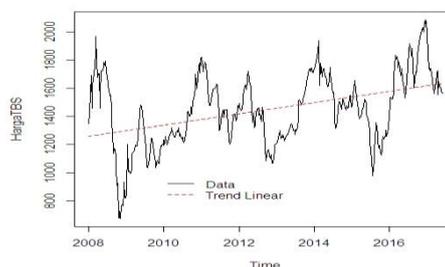
Jika dilihat pada bulan Juli 2008, 2009, 2013, 2014, 2015, dan 2017 harga TBS kelapa sawit di Provinsi Riau mengalami penurunan harga. Ini mungkin disebabkan oleh hari libur sekolah dan menjelang tahun ajaran baru sekolah., sehingga permintaan minyak goreng berkurang. Oleh karena itu, harga TBS kelapa sawit di Provinsi Riau rata-rata mengalami penurunan harga di bulan Juli. Karena pada bulan Ramadhan permintaan minyak goreng meningkat sehingga harga TBS kelapa sawit juga naik.

Persamaan *trend linear* didapat dari bantuan *software* bahasa R yaitu sebagai berikut.

$$\hat{X}_t = 1258 + 0,7651t$$

dengan \hat{X} adalah hasil peramalan dari *trend linear* data dan t adalah waktu dalam peramalan. Artinya terjadi kenaikan harga TBS kelapa sawit di Provinsi Riau setiap minggu sebesar 0,7651.

dengan \hat{X} adalah hasil peramalan dari *trend linear* data dan t adalah waktu dalam peramalan. Artinya terjadi kenaikan harga TBS kelapa sawit di Provinsi Riau setiap minggu sebesar 0,7651.



Gambar 2: *Plot Trend* Data Pada Tahun Masehi

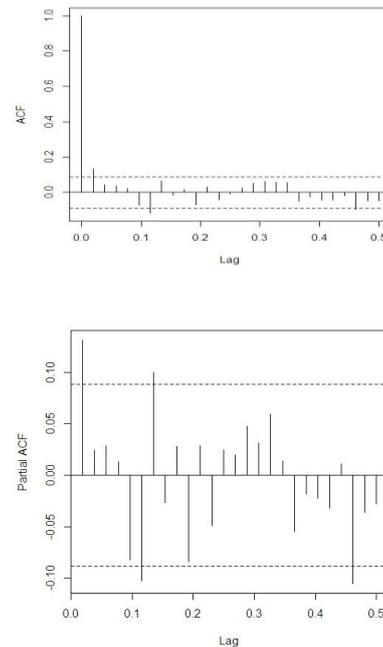
Apabila *trend* data di-*plot* sebagaimana pada gambar 2, tampak bahwa pola *trend* yang terjadi adalah linear yang positif terhadap data sampai tahun 2016 dan mendekati pola siklis dengan fluktuasi yang tetap. Dengan demikian, harga TBS

kelapa sawit di Provinsi Riau setiap tahun mengikuti *trend* yang terus menaik sedikit demi sedikit bahkan dianggap tetap untuk setiap tahun. Hal ini mungkin disebabkan oleh besarnya permintaan dan kebutuhan minyak goreng di masyarakat Provinsi Riau. Penyebab lain yang diduga adalah adanya hari perayaan 17 Agustus, hari libur sekolah, dan keagamaan, seperti hari keagamaan umat muslim (hari raya Idul Fitri dan Idul Adha)..

Dari semua bentuk pola data dapat disimpulkan oleh grafik pada Gambar 3. Bentuk pola data pada Gambar 3. dapat dilihat bahwa data tidak stasioner baik dalam *mean* maupun variansi. Karena proses stasioneritas data sangat diperlukan terlebih dahulu untuk penggunaan model $ARMA(p,q)$.

Dari *plot* transformasi data belum stasioner dalam *mean* dengan indeks bergerak dari bulan Januari 2008 sampai Agustus 2017, sehingga proses *differencing* perlu dilakukan. Dengan mengambil besar orde *differencing* $d = 1$, Hasil *differencing* b data cenderung sudah stasioner. Karena data sudah stasioner, maka selanjutnya dapat digunakan dalam proses peramalan terhadap data. Dalam proses penstasioneran data telah digunakan proses *differencing*, maka model yang dapat digunakan adalah model $ARIMA(p, d, q)$. Selanjutnya, akan diterapkan peramalan data pada tahun Masehi dan **Peramalan Menggunakan Model $ARIMA(p, d, q)$ Pada Tahun Masehi**

Peramalan dengan model $ARMA(p, q)$ memerlukan data yang stasioner, setelah data distasionerkan, maka langkah selanjutnya berdasarkan langkah pembentukan model $ARMA(p, q)$ adalah identifikasi model yang cocok dengan membuat *plot* dari *ACF* dan *PACF* data runtun waktu.



Gambar 3. *Plot ACF dan PACF*

Grafik *ACF* pada Gambar 4. dari data yang sudah stasioner menunjukkan bahwa *ACF* tidak signifikan atau *Cuts off* pada lag-1, 2, 7 dan 25 sedangkan *PACF* tidak signifikan atau *Cuts off* pada lag-1, 6, 7 dan 24. Kemudian, besar orde *AR* dan *MA* dapat diambil sesederhana mungkin atau dengan mengambil nilai maksimum $p, P, q, Q = 2$. Selain itu, hasil proses *differencing* diperoleh $d = 1$.

Berdasarkan *plot ACF* dan *PACF* pada Gambar 3. dapat disimpulkan bahwa model yang mungkin untuk menggambarkan sifat data menurut prinsip *parsimony* adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Identifikasi Model dan Nilai MSE

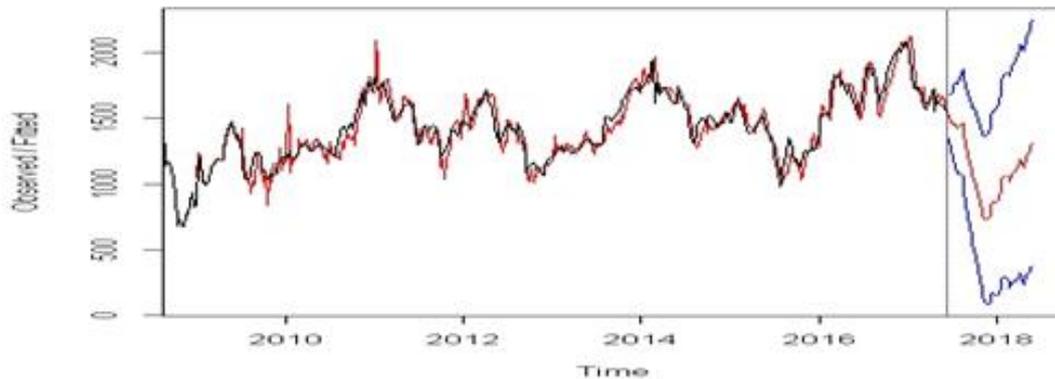
Model	Koef	AIC	(MSE)
$ARIMA(1,1,0)$	ar1 -0.4641	-1473.39	4409
$ARIMA(1,1,1)$	ar1 =0.1177 ma1= 1.000	-1631.69	4417
$ARIMA(0,1,1)$	ma1= - 1	-1626.87	4166
$ARIMA(2,1,0)$	ar1= -0.603 ar2= -0.299	-1517.52	3906
$ARIMA(0,1,2)$	ma1= -0.891 ma2= -0.108	-1631.13	3905

Dari grafik terlihat hasil ramalan harga TBS kelapa sawit di provinsi Riau yang memiliki harga tidak jauh berbeda antara data asli dengan data hasil ramalan. Pada ramalan 50 periode ke depan juga terlihat bahwa harga TBS kelapa sawit di provinsi Riau mengalami kenaikan dan penurunan harga. Pada awal-awal periode terlihat harga TBS kelapa sawit diprediksi mengalami penurunan harga namun

pada akhir-akhir periode harga TBS diprediksi kembali mengalami kenaikan harga.

Dari Gambar 5. terlihat hasil ramalan harga TBS kelapa sawit di provinsi Riau yang memiliki harga tidak jauh berbeda antara data asli dengan data hasil ramalan. Pada ramalan 50 periode ke depan juga terlihat bahwa harga TBS kelapa sawit di

provinsi Riau mengalami kenaikan dan penurunan harga. Pada awal-awal periode terlihat harga TBS kelapa sawit diprediksi mengalami penurunan harga namun pada akhir-akhir periode harga TBS diprediksi kembali mengalami kenaikan harga.



Gambar 5. Plot Peramalan Harga TBS 50 Periode ke depan

Kesimpulan

Peramalan data runtun waktu terhadap harga TBS kelapa sawit, merupakan peramalan dengan menggunakan data yang stasioner, karena data dipengaruhi Dengan menggunakan bahasa R versi 3.1.2, terdapat lima kombinasi model yang dapat digunakan untuk meramal harga TBS kelapa sawit Berdasarkan kriteria keputusan dipilih tiga dari lima kombinasi model tersebut yang memiliki nilai *MSE* terkecil, yaitu: $ARIMA(0,1,2)$, dengan nilai *MSE* 3905 Dengan demikian, model 5. merupakan model terbaik, karena memiliki pola data yang menyerupai pola data sebelumnya.

Daftar Pustaka

- [1] Bain, L.J. dan Engelhardt, M. *Introduction to Probability and Mathematical Statistics*, Second Edition, Duxbury Press, Belmont, 1992.
- [2] Bowerman, B.L., O'Connell, R.T. dan Koehler, A.B., *Forecasting, Time Series, and Regression, Fourth Edition*, Thomson Brooks/Cole, Belmont, 2005.
- [3] Cryer, J.D., *Time Series Analysis*, PWS-KENT Publishing Company, Boston, 1986.
- [4] Doganis, P. Alexandridis, P.A. Patrinos, P. dan Sarimveis, H., Time series sales forecasting short shelf-life food products based on artificial neural network and evolutionary computing, *Journal of Food Engineering*, 75 (2006), 196-204.
- [5] Loganathan, N. dan Ibrahim, Y., *Forecasting international tourism demand in Malaysia using Box-Jenkins SARIMA application*, *South Asian Journal of Tourism and Heritage*, 3 (2010), 50-60.
- [6] Hyndman, R.J. Koehler, A.B., Ord, J.K. dan Snyder, R.D., *Forecasting with Exponential Smoothing-The State Approach*, Springer-Verlag, Berlin, 2008.
- [7] Makridakis, S. Wheelwright, S.C. dan McGee, V.E., *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Edisi Kedua, Terjemahan dari *Forecasting*, Second Edition, oleh U. S. Andriyanto dan A. Basith, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1999.
- [8] Montgomery, D.C. Jennings, C.L. dan Kulahci, M. *Time Series Analysis and Forecasting*, Second Edition, Wiley-Interscience, New York, 2015.
- [9] Ramachandran, K.M dan Tsokos, G.P., *Mathematical Statistics with Applications*, Elsevier Academic Press, San Diego, California, 2009.
- [10] Rosadi, D. *Analisis Ekonometrika dan Runtun Waktu Terapan dengan R*, Edition pertama, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2011.
- [11] Sahu, P. K. dan Kumar, R., *Demand forecasting for sales of milk product (paneer) in Chhattisgarh*, *International Journal of Inventive Engineering and Sciences*, 1 (2013), 10-13.
- [12] Sanjaya, A. Sugiarto, S. dan Gamal, M.D.H., *Forecasting of rice stock using winter's exponential smoothing and autoregressive moving average models*, *International Journal of Engineering Research and Technology*, 4 (2015), 99-103.
- [13] Suhartono, *Analisis Data Statistik dengan R*, Lab. Statistik komputasi, PTS, Surabaya, 2008.

[14] Wei, W.S., *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*, Second Edition, Temple University Pearson, Philadelphia, 2005