



UJM 7(1) 2018

UNNES Journal of Mathematics

<http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujme>



PERAMALAN CURAH HUJAN DENGAN METODE AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE WITH EXOGENOUS INPUT (ARIMAX)

Andika Resti Suryani , Sugiman, Putriaji Hendikawati

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Gedung D7 Lt.1, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 5029

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Desember 2016
Disetujui Januari 2017
Dipublikasikan Mei 2018

Kata kunci:
Peramalan;
Curah Hujan;
ARIMAX;
El-Nino

Abstrak

Metode ARIMAX merupakan pengembangan metode ARIMA dengan penambahan variabel eksogen sebagai variabel penjelas. Metode ARIMAX digunakan untuk menganalisis dan meramalkan data curah hujan dengan SST El-Nino 3.4 sebagai variabel eksogen. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui model ARIMAX terbaik dan hasil peramalan curah hujan menggunakan model terbaik. Berdasarkan hasil analisis diperoleh model ARIMAX terbaik adalah model $SARIMAX(1,0,0)(1,0,1)_{12}$ dan diperoleh hasil peramalan curah Bulan Januari 2015 sebesar 384,25mm, Bulan Februari 208,04mm, Bulan Maret 233,94mm, Bulan April 214,14mm, Bulan Mei 183,79mm, Bulan Juni 169,18mm, Bulan Juli 123,49mm, Bulan Agustus 98,85mm, Bulan September 106,09mm, Bulan Oktober 153,04mm, Bulan November 308,52mm dan Bulan Desember 280,45mm. Hasil peramalan curah hujan menunjukkan pola yang sama dengan data yang sebenarnya dan diperoleh nilai eror $sMAPE$ sebesar 1,045. Hal ini dapat diartikan bahwa metode ARIMAX dapat digunakan untuk melakukan peramalan curah hujan dengan SST El-Nino 3.4 sebagai variabel eksogen.

Abstract

ARIMAX method is the development of ARIMA methods with the addition of exogenous variables as explanatory variables. ARIMAX methods is used to analyze and forecast rainfall with El-Nino 3.4 SST as exogenous. The purpose of the study is to find out the best ARIMAX models and forecasting rainfall using the best model. Based on the results analysis obtained the best ARIMAX model is $SARIMAX(1,0,0)x(1,0,1)_{12}$ model and obtained forecasting rainfall in January 2015 amounted to 384,25mm; February 208,04mm; March 233,94mm; April 214,14mm; May 183,79mm; June 169,18mm; July 123,49mm; August 98,85mm; September 106,09mm; October 153,04mm; November 308,52mm; and December 280,45mm. Forecasting rainfall data show the same pattern with the actual data and obtained error $sMAPE$ values 1,045. This may imply that ARIMAX method can be used for forecasting rainfall with the El-Nino 3.4 SST as exogenous.

How to Cite

Suryani A R, Sugiman, & Hendikawati P. (2018). Peramalan Curah Hujan Dengan Metode Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Input (ARIMAX). *UNNES Journal of Mathematics* 7(1): 120-129.

PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia yang berada pada posisi strategis, terletak di daerah tropis, diantara Benua Asia dan Australia, diantara Samudera Pasifik dan Samudera Hindia, serta dilalui garis katulistiwa, terdiri dari pulau dan kepulauan yang membujur dari barat ke timur, terdapat banyak selat dan teluk, menyebabkan wilayah Indonesia rentan terhadap perubahan iklim/cuaca. Keberadaan Indonesia tersebut, kondisi iklimnya akan dipengaruhi fenomena El Nino/La Nina bersumber dari wilayah timur Indonesia (Ekuator Pasifik Tengah/Nino 3.4) dan *Dipole Mode* bersumber dari wilayah barat Indonesia (Samudera Hindia barat Sumatera hingga timur Afrika), di samping pengaruh fenomena regional, seperti sirkulasi monsun Asia-Australia, Daerah Pertemuan Angin Antar Tropis atau *Inter Tropical Convergence Zone* (ITCZ) yang merupakan daerah pertumbuhan awan, serta kondisi suhu permukaan laut sekitar wilayah Indonesia (BMKG, 2014).

Kondisi iklim di Indonesia pada tahun 2015, berdasarkan hasil monitoring dan analisis BMKG menunjukkan bahwa curah hujan bulanan di sebagian besar wilayah Indonesia secara umum telah berkurang sejak Bulan Juni 2015 seiring masuknya musim kemarau. Kondisi ini utamanya terpantau di wilayah Sumatera bagian Selatan, Jawa, Bali-Nusa Tenggara, dan Papua bagian Selatan. Pengurangan curah hujan terus berlanjut hingga mencapai kondisi curah hujan di bawah normal sampai dengan Bulan September 2015 yang merupakan dampak dari fenomena El-Nino. Kondisi curah hujan di bawah normal tersebut mengakibatkan kekeringan disebagian wilayah Indonesia (BMKG, 2015).

El-Nino sendiri adalah suatu gejala penyimpangan kondisi laut yang ditandai dengan meningkatnya suhu permukaan laut (sea surface temperature-SST) di samudra Pasifik sekitar equator (*equatorial pacific*) khususnya di bagian tengah dan timur (sekitar pantai Peru). Karena lautan dan atmosfer adalah dua sistem yang saling terhubung, maka penyimpangan kondisi laut ini menyebabkan terjadinya penyimpangan pada kondisi atmosfer yang pada akhirnya berakibat pada terjadinya penyimpangan iklim (Supari, 2014).

Pada fase El Nino yaitu dimana saat suhu muka laut di Pasifik bagian timur menjadi lebih hangat dibanding pada bagian baratnya maka massa udara dari wilayah Indonesia akan "ditarik" menuju Pasifik bagian timur. Dampaknya curah hujan di Indonesia menjadi berkurang (Dayantalis, 2015).

Telah disadari oleh banyak pihak bahwa perubahan curah hujan yang ekstrem dapat menimbulkan bencana maupun kerugian bagi

masyarakat luas. Untuk itu perlu dilakukan peramalan curah hujan mendatang yang kemudian dapat digunakan untuk memperkirakan kejadian terburuk yang dapat terjadi sehingga dapat mengambil langkah antisipasi. Peramalan curah hujan dapat dilakukan dengan menggunakan peramalan *time series*.

Salah satu metode yang paling sering digunakan dalam pemodelan runtun waktu untuk peramalan adalah *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dapat disebut juga dengan metode Box Jenkins. ARIMA merupakan konsep tentang stasioner dan non stasioner, konsep Autokovariansi, Autokorelasi, Autokorelasi Parsial dan lain-lain (Cynthia, 2016).

Pada beberapa kasus time series bisnis maupun ekonomi mengandung fenomena musiman yang berulang setelah periode waktu tertentu. Dalam kasus ini model ARIMA tidak cukup baik dalam meramalkannya. Sehingga berkembanglah metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* atau lebih dikenal dengan metode SARIMA.

Selain itu, salah satu model runtun waktu yang dipandang sebagai perluasan metode ARIMA/SARIMA adalah metode *Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Input* (ARIMAX), yakni metode ARIMA/SARIMA dengan variabel eksogen. Dalam metode ini faktor-faktor yang mempengaruhi variabel dependen Z pada waktu $ke-t$ dipengaruhi tidak hanya oleh fungsi variabel Z dalam waktu tetapi juga oleh variabel-variabel independen lain pada waktu $ke-t$ (Rosadi, 2011).

Beberapa penelitian yang menggunakan metode ARIMAX diantaranya sebagai berikut, Peramalan *Netflow Uang Kartal* dengan Metode ARIMAX dan *Radial Basic Function Network* (Elfira & Suhartono, 2014); Peramalan Penjualan Sepeda Motor Menurut Tipe dengan Pendekatan *Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Input* (ARIMAX) di Kabupaten Banyuwangi (Izza & Suharsono, 2014); *Development of temporal modelling for forecasting and prediction of malaria infections using time-series and ARIMAX analyses: A case study in endemic districts of Bhutan* (Wangdi et al, 2010); Analisis Peramalan Penjualan Sepeda Motor di Kabupaten Ngawi dengan ARIMA dan ARIMAX (Harahap & Suharsono, 2014), *The Analysis of Tertiary-industri with ARIMAX Model* (Fan, et al. 2009).

Selain itu, pada penelitian ARIMAX untuk nilai eksport di negara Thailand (Kongcharoen & Kruangpradit, 2013) menunjukkan bahwa nilai MSFE model ARIMAX lebih baik dari pada model ARIMA. Hal serupa juga dikatakan oleh Harahap (2014),

dalam penelitiannya yang berjudul "Analisis Peramalan Penjualan Sepeda Motor di Kabupaten Ngawi dengan ARIMA dan ARIMAX" menunjukkan bahwa hasil perbandingan model peramalan ARIMA dan ARIMAX menunjukkan bahwa MAPE untuk data penjualan sepeda motor pada model ARIMAX bernilai lebih kecil daripada model ARIMA. Berdasarkan latar belakang tersebut maka dalam tulisan ini penulis akan membahas tentang bagaimana peramalan curah hujan dengan menggunakan metode *Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Input* (ARIMAX).

Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah (1) Bagaimana persamaan model ARIMAX terbaik pada curah hujan Gunungpati Semarang dengan variabel SST El-Nino 3.4. (2) Berapakah hasil peramalan curah hujan periode Januari 2015 sampai dengan Desember 2015 dengan model ARIMAX terbaik? Sehingga tujuan penelitian ini adalah mengetahui persamaan model ARIMAX terbaik pada curah hujan Gunungpati Semarang dengan SST El-Nino 3.4 sebagai variabel eksogen dan mendapatkan hasil peramalan curah hujan periode Januari 2015 sampai dengan Desember 2015 dengan model ARIMAX terbaik.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder, yaitu data curah hujan bulanan Gunungpati Semarang periode Januari 2004 sampai dengan Desember 2015 yang diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) Klimatologi Semarang dan data SST E-Nino 3.4 periode Januari 2004 sampai dengan Desember 2015 yang bersumber dari website NOAA. Sebanyak 132 data digunakan untuk analisis metode ARIMAX dan 12 data sisanya digunakan untuk membandingkan dengan hasil peramalan model ARIMAX terbaik.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk analisis metode ARIMAX pada curah hujan bulanan Gunungpati Semarang dengan SST El-Nino 3.4 sebagai variabel eksogen periode Januari 2004 sampai dengan Desember 2014 adalah sebagai berikut: (1) Identifikasi kestasioneran data curah hujan bulanan Gunungpati Semarang dan SST El-Nino 3.4 periode Januari 2004 sampai dengan Desember 2014. Bierens (1987), langkah pertama dalam membangun model ARIMAX adalah mengidentifikasi model ARIMA yang sesuai dengan variabel dependen. Konsep model ARIMAX juga membutuhkan pengujian stasioner terhadap variabel eksogen sebelum melakukan pemodelan. Variabel yang telah ditransformasi ditambahkan pada model ARIMA pada tahap kedua, dengan panjang lag

r juga di estimasi. Jika data belum stasioner maka perlu dilakukan *differencing* atau transformasi, kemudian dilakukan uji kestasioneran kembali. Pada penelitian ini uji kestasioneran data dengan menggunakan uji Augmented Dickey Fuller (ADF test), yaitu dengan membandingkan nilai ADF test dengan nilai daerah kritis, serta dapat dilihat melalui p -value. (2) Uji kausalitas Granger curah hujan dan SST El-Nino 3.4. Uji kausalitas Granger ini digunakan untuk mengetahui apakah variabel curah hujan mempengaruhi variabel SST El-Nino 3.4. Analisis uji kausalitas Granger ini yaitu dengan melihat nilai p -value dari statistik F, dengan hipotesis H_0 : variabel curah hujan tidak kausalitas Granger dengan variabel SST El-Nino 3.4. Jika nilai p -value dari statistik F kurang dari 5% maka hipotesis H_0 diterima. (3) Analisis korelasi untuk mengetahui apakah hubungan SST El-Nino 3.4 dengan curah hujan signifikan dan seberapa kuat hubungan tersebut. (4) Estimasi model ARIMAX berdasarkan grafik ACF dan PACF. (5) Uji signifikansi parameter model. Uji signifikansi ini dengan menggunakan uji hipotesis

$$H_0 : \phi_1 = 0 \text{ (parameter tidak signifikan)}$$

$$H_1 : \phi_1 \neq 0 \text{ (parameter signifikan)}$$

dengan tingkat signifikansi (α) = 0,05. Untuk nilai t_{hitung} dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$t_{hitung} = \left| \frac{\text{koefisienparameter}_1}{\text{standarterrorparameter}} \right|$$

sedangkan untuk nilai t_{tabel} diperoleh dari tabel t . Pengambilan keputusan berdasarkan nilai t_{hitung} , jika nilai t_{hitung} lebih besar ($>$) dari pada nilai t_{tabel} maka H_0 ditolak, yang berarti parameter signifikan. Sebaliknya jika nilai t_{hitung} kurang dari ($<$) dari pada nilai t_{tabel} maka H_0 diterima, yang berarti parameter tidak signifikan. Model yang nantinya akan digunakan yaitu model yang seluruh parameteranya signifikan. Untuk model yang mempunyai parameter yang tidak signifikan maka harus dieliminasi dari kemungkinan model. (6) Pemilihan model terbaik berdasarkan nilai σ^2 terkecil dan nilai *log likelihood* terbesar. (7) Uji diagnostik dan uji asumsi kestasioneran dan korelasi residual. Pada penelitian ini untuk cek diagnostik menggunakan Uji L-Jung Box. Pada uji L-Jung Box ini sekaligus menguji asumsi bahwa residual harus tidak mengandung korelasi. Untuk uji asumsi kestasioneran residual menggunakan cara yang sama seperti pada langkah pertama tanpa melakukan *differencing* ataupun transformasi jika data tidak stasioner. (8) Meramalkan curah hujan bulanan Gunungpati Semarang periode Januari 2015 sampai dengan Desember 2015 dengan model ARIMAX terbaik yang telah diperoleh. (9)

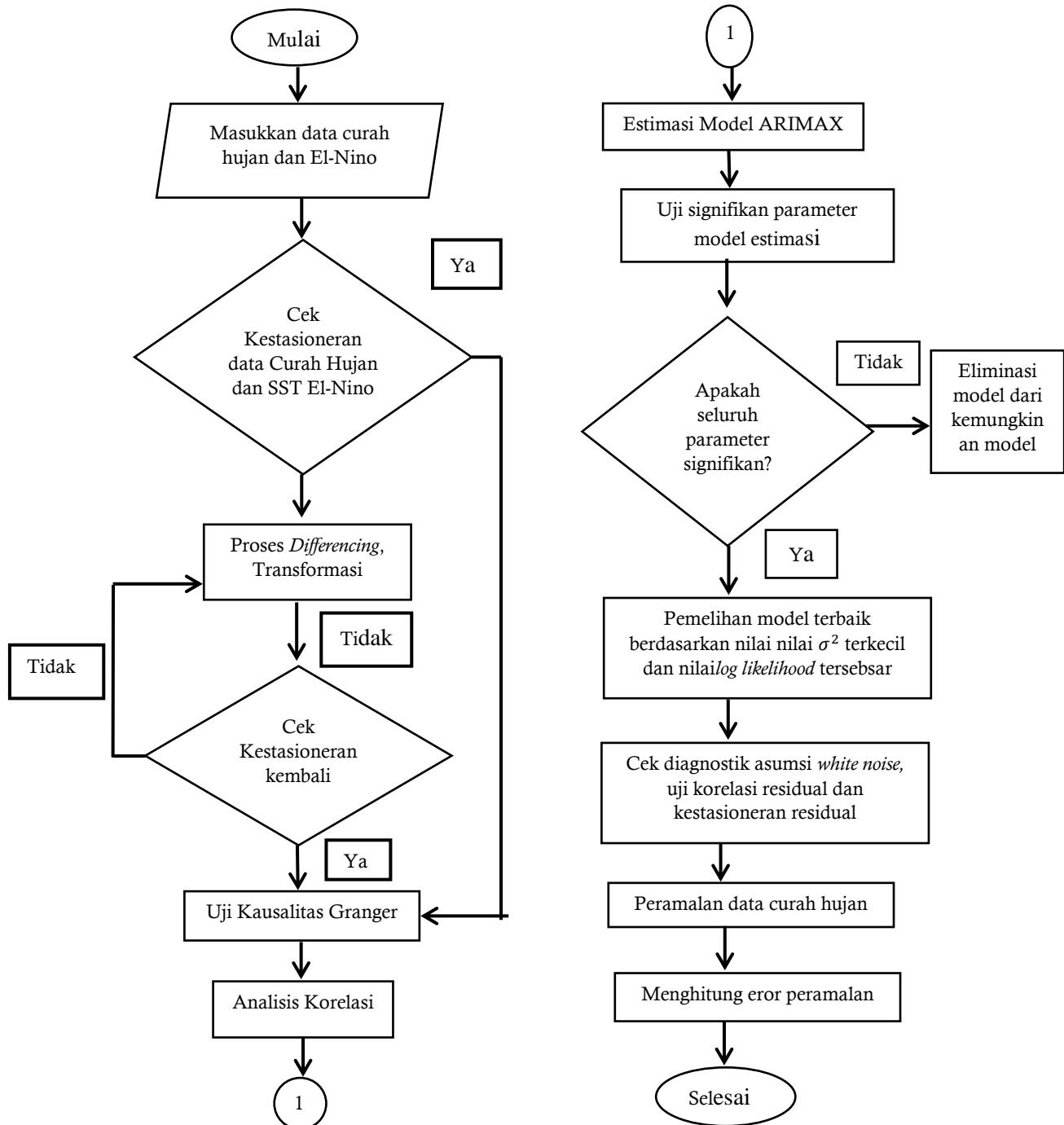
Menghitung eror peramalan dengan menggunakan rumus *sMAPE* sebagai berikut

$$sMAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Z_t - \hat{Z}_t|}{\left(\frac{1}{2} (Z_t + \hat{Z}_t) \right)}$$

Dengan menggunakan *SMAPE* dapat terhindar dari nilai error yang besar ketika nilai real mendekati nol dan selisih yang besar antar prosentase nilai absolute error ketika nilai riil lebih besar dari nilai hasil peramalan dan

sebaliknya. Selain itu, *sMAPE* berfluktuasi antara -200% dan 200%, sedangkan ukuran non-simetris tidak memiliki batas (Makridakis & Hibon. 2000).

Untuk gambaran langkah analisis metode ARIMAX pada curah hujan Gunungpati Semarang dengan SST El-Nino 3.4 sebagai variabel eksogen, Gambar 1 menunjukkan diagram alur analisis metode ARIMAX.



Gambar 1. Diagram Alur Metode

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data curah hujan bulanan Gunungpati Semarang periode Januari 2004 sampai dengan Desember 2014 akan dianalisis menggunakan metode ARIMAX dengan SST El-Nino 3.4 sebagai variabel eksogen. Tahap awal analisis model ARIMAX yaitu uji kestasioneran data, uji asumsi Kausalitas Granger dan analisis korelasi.

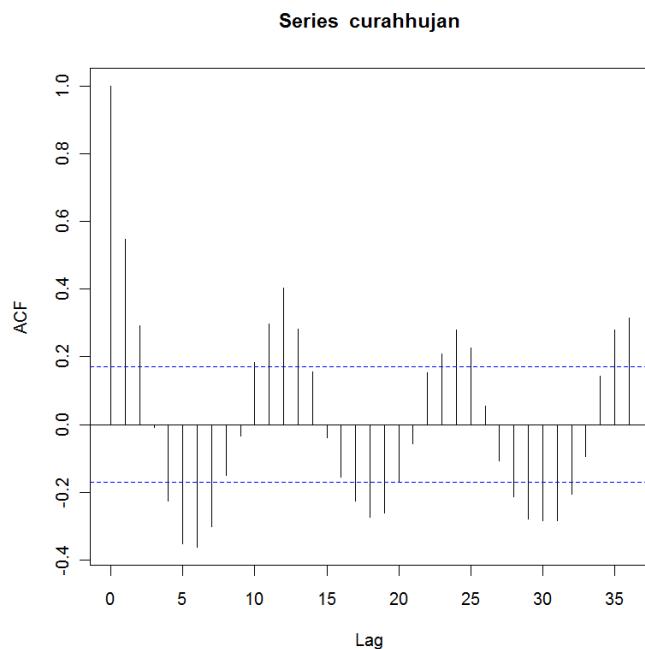
Dari uji kestasioneran data baik pada data curah hujan maupun data SST El-Nino 3.4 menunjukkan $p - value 0,01 < 5\%$, yang berarti data tersebut telah stasioner. Hal ini berarti tidak perlu dilakukan *differencing* maupun transformasi pada kedua data tersebut.

Selanjutnya yaitu uji Kausalitas Granger data curah hujan bulanan Gunungpati Semarang dan SST El-Nino 3.4. Dari hasil uji Kausalitas Granger menunjukkan menunjukkan nilai $p - value$ dari statistik F sebesar 0,1191 sehingga H_0 diterima yang berarti curah hujan tidak Kausalitas Granger dengan SST El-Nino 3.4.

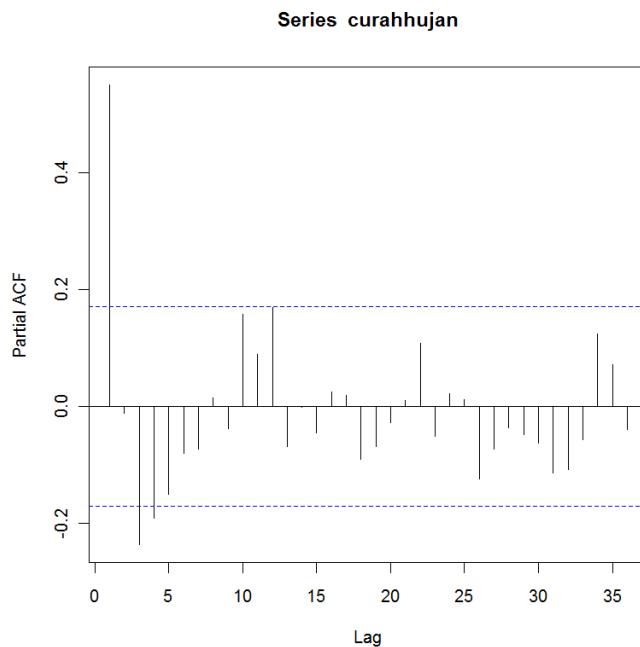
Hasil dari analisis korelasi yang menunjukkan $p - value$ sebesar $0,04542 < 5\%$ yang berarti terdapat hubungan yang signifikan antara SST El-Nino 3.4 dan curah hujan dengan koefisien korelasi -0,174. Nilai koefisien korelasi ini berarti bahwa hubungan SST El-Nino 3.4 dan

curah hujan adalah bebanding terbalik, yang artinya jika SST El-Nino 3.4 naik maka curah hujan akan menurun tetapi hubungan keduanya lemah.

Untuk estimasi model ARIMAX menggunakan pola dari ACF dan PACF untuk menentukan order dari proses AR maupun proses MA. Gambar 2 memperlihatkan grafik ACF memiliki pola gelombang sinus, yang mengindikasikan adanya pola *autoregressive*. Hal ini juga ditunjukkan oleh grafik PACF pada Gambar 3 yang menunjukkan pola terputus seketika pada lag pertama, sehingga data curah hujan mengikuti pola dari proses AR(1). Selain itu pada grafik ACF terlihat adanya pola musiman, yang ditunjukkan dengan adanya pola perulangan spike pada lag ke 12, 24 dan 26. Sehingga pada estimasi model ARIMAX ditambahkan dengan model musiman, sehingga menjadi model SARIMAX. Berdasarkan model sementara yang telah diperoleh dari plot ACF, PACF maka dipilih beberapa model estimasi yaitu $SARIMAX(1,0,0)(1,0,0)_{12}$, $SARIMAX(1,0,0)(1,0,1)_{12}$, $SARIMAX(1,0,0)(1,0,2)_{12}$, $SARIMAX(1,0,1)(1,0,1)_{12}$, $SARIMAX(1,0,1)(1,0,2)_{12}$, $SARIMAX(1,0,2)(1,0,0)_{12}$.



Gambar 2. Plot ACF Data Curah Hujan



Gambar 3. Plot PACF Data Curah Hujan

Berdasarkan uji signifikansi parameter, diperoleh model SARIMAX(1,0,0)(1,0,0)₁₂ dan model SARIMAX(1,0,0)(1,0,1)₁₂ yang nilai parameternya signifikan. Selanjutnya memilih model terbaik berdasarkan nilai σ^2 terkecil dan nilai $\log \text{likelihood}$ terbesar. Tabel 1 menunjukkan nilai σ^2 dan $\log \text{likelihood}$ dari kedua model tersebut.

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh model ARIMAX yang memiliki nilai σ^2 terkecil dan nilai $\log \text{likelihood}$ terbesar adalah model SARIMAX(1,0,0)(1,0,1)₁₂ yaitu dengan nilai σ^2 sebesar 19425 dan nilai $\log \text{likelihood}$ sebesar -839. Selanjutnya yaitu melakukan uji diagnostik pada model terbaik dengan menggunakan uji Q Ljung-Box seperti Gambar 4.

Tabel 1. Nilai σ^2 dan $\log \text{likelihood}$

Model	σ^2	$\log \text{Likelihood}$
SARIMAX(1,0,0)(1,0,0) ₁₂	20751	-843,36
SARIMAX(1,0,0)(1,0,1) ₁₂	19425	-839

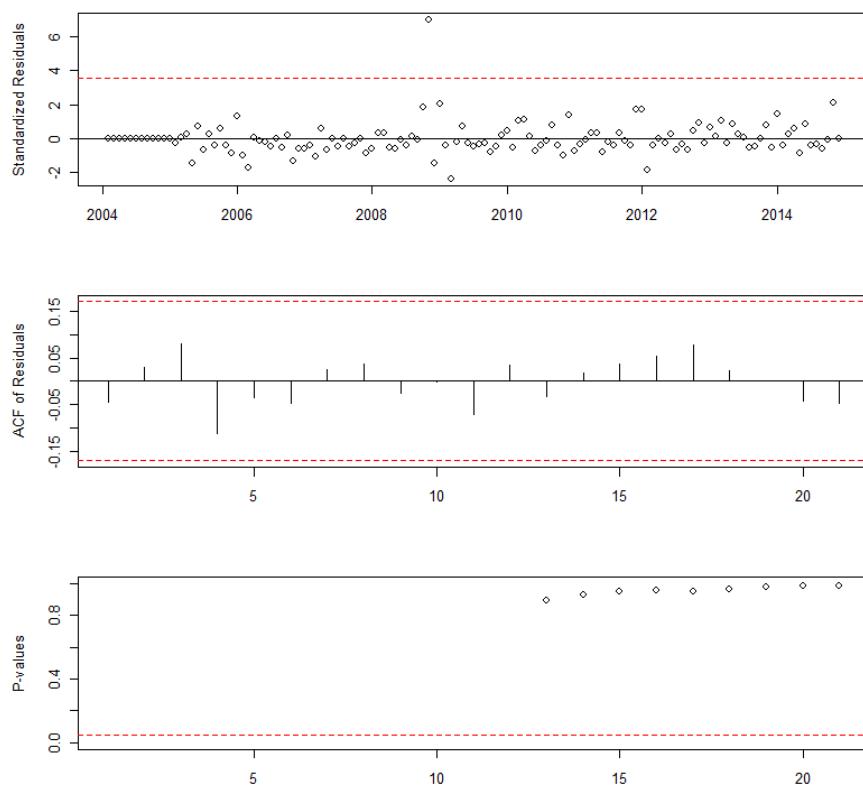
Hasil uji diagnostik dengan uji Q Ljung-Box pada model ARIMAX terbaik diketahui

bahwa model tersebut sudah memenuhi asumsi *white noise* hal ini terlihat pada plot ACF bahwa tidak ada $lag \geq 1$ yang keluar dari garis batas interval. Berdasarkan $p-value$ dari uji Q-Ljung-Box semua titik berada di atas garis batas 5%, yang menandakan hipotesis nol residual tidak mengandung korelasi serial diterima yang berarti tidak terdapat korelasi pada residualnya. Hal ini menandakan model tersebut merupakan model yang baik untuk peramalan.

Selanjutnya dilakukan uji kestasioneran pada residual yang dihasilkan dari model. Untuk uji kestasioneran residual dengan uji ADF menunjukkan $p-value$ sebesar $0,01 < 5\%$, yang berarti residual dari model terlah stasioner. Diperoleh hasil residual dari model telah stasioner. Hal ini mengindikasikan bahwa mean dan varian dari residual tetap stasioner. Sehingga model SARIMAX(1,0,0)(1,0,1)₁₂ dengan persamaan sebagai berikut:

$$Z_t = \alpha_t + 0,6442\alpha_{t-12} + 0,8358Z_{t-12} \\ + 0,4482Z_{t-1} + 0,374Z_{t-13} \\ + 6,2922X_t$$

merupakan model yang sudah baik untuk meramalkan curah hujan bulanan daerah Gunungpati Semarang.

**Gambar 4.** Uji Q-Ljung-Box Residual Model Terbaik

Langkah selanjutnya peramalan curah hujan bulanan Gunungpati Semarang dengan model SARIMAX(1,0,0)(1,0,1)₁₂ untuk periode Januari 2015 sampai dengan 22 Desember 2015. Tabel 2 menunjukkan hasil peramalan curah hujan bulanan Gunungpati Semarang periode Januari 2015 sampai dengan Desember 2015. Untuk dapat meramalkan curah hujan bulanan

periode Januari 2015 sampai dengan Desember 2015 diperlukan data SST El-Nino 3.4 bulanan dengan periode yang sama. Data SST El-Nino 3.4 untuk periode Januari 2015 sampai dengan Desember 2015 dapat dilihat pada Tabel 2, dan hasil peramalan curah hujan periode Januari 2015 sampai dengan Desember 2015 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Data SST El-Nino 3.4 Periode Januari-Desember 2015

Bulan	SST El-Nino 3.4
Januari	27,21
Februari	27,23
Maret	27,77
April	28,58
Mei	28,52
Juni	28,70
Juli	28,50
Agustus	28,47
September	28,62
Okttober	28,82
November	27,14
Desember	27,34

Tabel 3. Hasil Peramalan Curah Hujan Periode Januari-Desember 2015

Bulan	Curah Hujan (mm/bulan)	
	Sebenarnya	Hasil Peramalan
Januari	486	384,25
Februari	295	208,04
Maret	432	233,94
April	360	214,14
Mei	89	183,79
Juni	22	169,18
Juli	0	123,49
Agustus	4	98,85
September	1	106,09
Okttober	1	153,04
November	149	308,52
Desember	327	280,45

Untuk kriteria curah hujan bulanan digolongkan ke dalam empat kriteria, yaitu rendah untuk curah hujan 0-100mm; menengah untuk curah hujan 101-300mm, tinggi untuk curah hujan 301-400; dan sangat tinggi untuk curah hujan lebih dari (>)401mm. Sehingga diperoleh diperoleh curah hujan pada Bulan Januari 2015 sebesar 384,25mm dengan kriteria curah hujan tinggi, Bulan Februari 208,04mm dengan kriteria menengah, Bulan Maret sebesar 233,94mm dengan kriteria menengah, Bulan April sebesar 214,14mm dengan kriteria menengah, Bulan Mei sebesar 183,79mm dengan kriteria menengah, Bulan Juni sebesar 169,18mm dengan kriteria menengah, Bulan Juli sebesar 123,49mm dengan kriteria menengah, Bulan Agustus sebesar 98,85mm dengan kriteria rendah, Bulan September sebesar 106,09mm dengan kriteria menengah, Bulan Okttober sebesar 153,04mm dengan kriteria menengah, Bulan November sebesar 308,52mm dengan kriteria menengah dan Bulan Desember sebesar 280,45mm dengan kriteria menengah. Sebagai perbandingan data curah hujan yang sebenarnya dan data curah hujan hasil peramalan dapat dilihat dari pola kedua data tersebut, seperti pada Gambar 5.

Pada Gambar 5, terlihat bahwa data curah hujan sesungguhnya dan data curah hujan hasil peramalan menunjukkan sebagian besar memiliki pola yang sama. Hal ini berarti bahwa model yang digunakan sudah cukup baik.

Untuk eror peramalan dihitung dengan menggunakan rumus *sMAPE* dan diperoleh nilai sebesar 1,05. Adanya eror dimungkinkan karena kurangnya variabel eksogen yang dimasukkan dalam model ARIMAX. Dalam penelitian ini variabel eksogen yang dimasukkan dalam analisis model ARIMAX hanya satu yaitu data SST El-Nino 3.4, sementara terdapat variabel eksogen lain yang mempengaruhi curah hujan bulanan, antara lain fenomena *Dipole Mode*, arah angin dan suhu permukaan laut. Selain itu,

faktor-faktor yang dapat mempengaruhi curah hujan bulanan tidak dapat dikendalikan, sehingga pola curah hujan tidak selalu menunjukkan pola yang sama setiap tahunnya.

Sementara itu, dampak pengaruh El-Nino sendiri di Indonesia, sangat tergantung dengan kondisi perairan wilayah Indoensia. Fenomena El-Nino yang berpengaruh terhadap pengurangan curah hujan secara drastis, baru akan terjadi bila kondisi suhu perairan Indonesia cukup dingin. Namun bila kondisi perairan Indonesia cukup hangat, El-Nino tidak menyebabkan kurangnya curah hujan secara signifikan di Indonesia. Disamping itu, mengingat wilayah Indonesia cukup luas, tiak seluruh wilayah Indonesia dipengaruhi oleh fenomena El-Nino (BMKG, 2016).

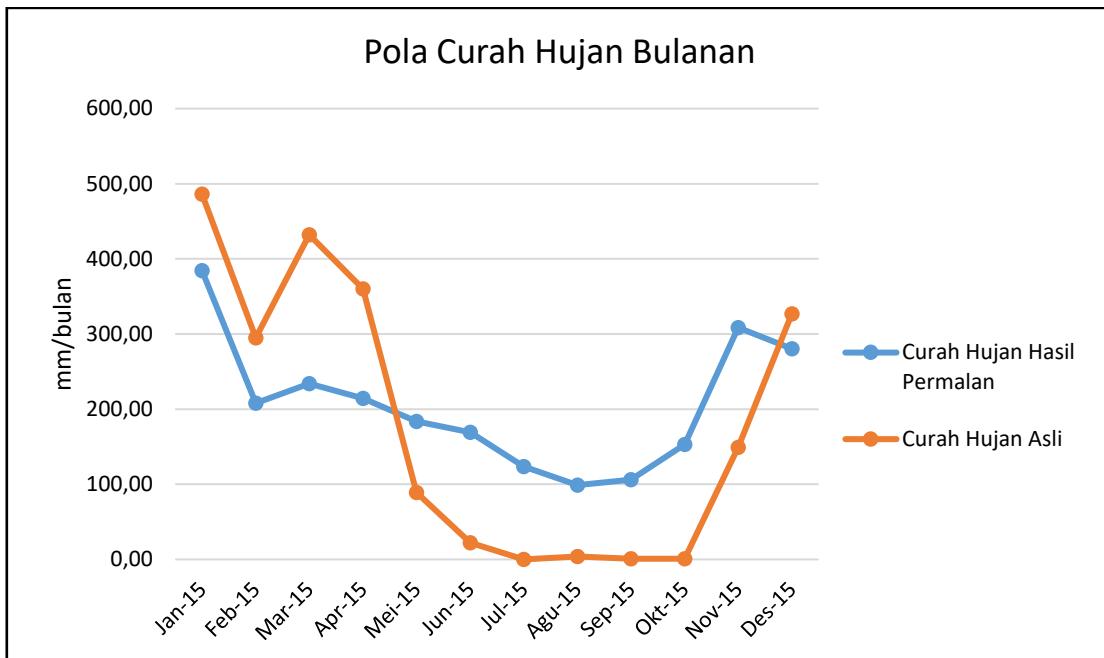
PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: (1) Berdasarkan analisis dengan metode ARIMAX untuk data curah hujan bulanan Gunungpati Semarang dengan SST El-Nino 3.4 sebagai variabel eksogen, diperoleh model terbaik yaitu model SARIMAX(1,0,0)(1,0,1)₁₂ dan berikut persamaan model SARIMAX(1,0,0)(1,0,1)₁₂,

$$Z_t = \alpha_t + 0,6442\alpha_{t-12} + 0,8358Z_{t-12} + 0,4482Z_{t-1} + 0,374Z_{t-13} + 6,2922X_t;$$

(2) Hasil peramalan dengan model terbaik SARIMAX(1,0,0)(1,0,1)₁₂ menunjukkan curah hujan bulan Gunungpati Semarang Januari 2015 sebesar 389,509mm, Bulan Februari 207,223mm, Bulan Maret 209,675mm, Bulan April 164,234mm, Bulan Mei 126,531mm, Bulan Juni 120,336mm, Bulan Juli 90,170mm, Bulan Agustus 78,350mm, Bulan September 88,521mm, Bulan Okttober 134,616mm, Bulan November 289,48mm dan Bulan Desember 267,865mm, dengan nilai eror *sMAPE* sebesar 1,05.

**Gambar 5.** Pola Curah Hujan Bulanan**Saran**

Berdasarkan hasil penelitian maka saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut: (1) Untuk penelitian selanjutnya dapat diteliti mengenai analisis menggunakan ARIMAX untuk data curah hujan dengan menambahkan variabel eksogen yang lain agar variabel dependen curah hujan lebih dapat dijelaskan. (2) Untuk peramalan variabel dependen Z dapat menggunakan metode ARIMAX dapat menggunakan variabel eksogen X (jika tersedia) yang asli untuk mendapatkan hasil peramalan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bierens, H.J. 1987. ARIMAX Model Specification Testing with an Application to Unemployment in the Netherlands. *Journal of Econometrics*, 35(1), 161-90.
- BMKG. 2014. Prakiraan Musim Hujan 2014/2015 di Indonesia. Tersedia di http://www.bmkg.go.id/bmkg_pusat/Inf_Informasi_Iklim/Prakiraan_Iklim/Prakiraan_Musim.bmkg [diakses 09-01-2016].
- BMKG. 2015. Outlook El-Nino. Tersedia di http://www.bmkg.go.id/BMKG_Pusat/Publikasi/Artikel/Artikel_Detail.bmkg?id=8vp12564410ddx972900 [diakses 18-12-2015].
- BMKG. 2016. Analisis Hujan Desember 2015 dan Prakiraan Hujan Februari-April 2016. Tersedia di <http://bpbd.jatimprov.go.id/prakicu/> [diakses 10-10-2016].
- Cynthia, A. Sugiman. Mastur,Z. 2016. Analisis Perbandingan Menggunakan ARIMA dan Bootstrap Pada Peramalan Nilai Eksport Indonesia. *UNNES Journal of Mathematics*. 5(1): 31-38.
- Dayantalis, W. 2015. El Nino dan Perkembangan Kondisi Musim Kemarau 2015 di Nusa Tenggara Barat. Tersedia di http://www.bmkg.go.id/BMKG_Pusat/Publikasi/Artikel/Artikel_Detail.bmkg?id=gpsk4373807k708n0920 [diakses 18-12-2015].
- Elfira, R. & Suhartono, 2014. Peramalan Netflow Uang Kartal dengan Metode ARIMAX dan Radial Basic Function Network (Studi Kasus di Bank Indonesia). *Jurnal Sains dan seni POMITS* 3(2):D73-D78.
- Fan, J. Shan, R. Cao,X. Li,P. 2009. The Analysis to Tertiary-industry with ARIMAX Model. *Journal of Mathematics Resesarch* 1(2): 156-163.
- Harahap, M.R.P & Suharsono, Agus. 2014. Analisis Peramalan Penjualan Sepeda Motor di Kabupaten Ngawi dengan Arima dan Arimax. *Jurnal Sains dan seni POMITS* 3(2):D122-D127.

- Izza, M.L. & Suharsono. 2014. *Peramalan Penjualan Sepeda Motor Menurut Tipe dengan Pendekatan Autoregressive Integrated Moving Average With Exogenous Input (ARIMAX) di Kabupaten Banyuwangi*. *Jurnal Sains dan Seni POMITS* 3(2): D176-D181.
- Kongchareon, C. & Kruangpradit, T. 2013. Autoregressive Integrated Moving Average with Explanatory Variable (ARIMAX) Model for Thailand Export. Faculty of Economics, Thammasat University, Thailand.
- Makridakis, S. & Hibon, M. 2000. The M3-Competition: Results, Conclusion and Implication. *International Journal of Forecasting* 16 (4): 451-476.
- Rosadi, D. 2011. *Analisis Ekonometrika & Runtun Waktu Terapan dengan R*. Yogyakarta: ANDI.
- Supari.2014. Sejarah Dampak El-Nino. Tersedia di http://www.bmkg.go.id/bmkg_pusat/lain_lain/artikel/Sejarah_Dampak_El_Nino_di_Indonesia.bmkg [diakses 18-12-2015].
- Wangdi, K. et al. 2010. Development of Temporal Modeling for Forecasting and Prediction of Malaria Infections Using Time-series and ARIMAX Analyses: A Case Study in Endemic Districts of Butan. *Malaria Journal*. 9(251): 1-9.