

## Model Vector Autoregressive Exogenous dan Aplikasinya pada Curah Hujan Kota Makassar

Sukarna<sup>1</sup>, Wahidah Sanusi<sup>1</sup>, dan Serly Diliyanti Restu Ningsih<sup>1, a)</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Makassar, 90224

a) serlydiliyantirn@gmail.com

**Abstrak.** Jenis penelitian ini adalah penelitian terapan yang bertujuan untuk meramalkan curah hujan di Kota Makassar dengan menggunakan model VARX. Model VARX dikembangkan dari model VAR dengan menambahkan faktor eksogen yang mempengaruhi curah hujan seperti Sea Surface Temperature (SST) Nino 3.4, Southern Oscillation Index (SOI), dan Dipole Mode Index (DMI). Data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan bulanan di Kota Makassar dari tahun 1987-2016 di tiga stasiun yaitu Panaikang, Paotere, dan Biring Romang sebagai faktor endogen. Data ini diperoleh dari Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BBMKG) Wilayah IV Makassar. Pembentukan model VARX melalui beberapa tahap yaitu: uji stasioneritas, penentuan panjang lag optimal, uji kausalitas, diagnostik model, pembentukan model VARX dan peramalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata puncak curah hujan di Kota Makassar terjadi di bulan Maret kemudian turun secara eksponensial. Pada bulan Mei peluang terjadinya hujan sangat sedikit. Model yang didapat pada penelitian ini layak digunakan untuk meramalkan curah hujan pada periode berikutnya.

**Kata Kunci:** Model VARX, model VAR, curah hujan, peramalan.

**Abstract.** This type of research is applied research that aims to predict rainfall in Makassar city VARX model using. The model was developed from the VARX model VAR by adding exogenous factors that influence the precipitation like Sea Surface Temperature (SST) Nino 3.4, the Southern Oscillation Index (SOI), and Dipole Mode Index (DMI). Rainfall data used in this research is the monthly rainfall data in Makassar city from 1987-2016 year on three stations, namely Panaikang, Paotere, and Biring Romang as endogenous factors. This data is retrieved from the Great Hall the Meteorology, Climatology, and Geophysics Region IV Makassar. VARX model formation through several stages, namely : test stasioneritas, the determination of the optimal lag length, test causality, diagnostic models, the establishment of the model of forecasting and VARX. The result showed that the average peak rainfall in Makassar city occurred in March and then come down exponentially. In May the chance of occurrence of very little rain. The model obtained in this study deserves to be used to predict rainfall in the next period.

**Keywords:** Model VARX, model VAR, rainfall, forecasting

### PENDAHULUAN

Peramalan merupakan bagian dari kegiatan pengambilan keputusan, sebab efektif atau tidaknya suatu keputusan umumnya bergantung pada beberapa faktor yang tidak dapat dilihat pada waktu keputusan itu diambil. Peranan peramalan menjelajah ke dalam banyak bidang seperti ekonomi, keuangan, pemasaran, produksi, riset operasional, administrasi negara, meteorologi, geofisika, kependudukan, dan pendidikan (Aswi & Sukarna, 2006).

Metode peramalan dapat dibagi dalam dua kategori utama, yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif lebih banyak menuntut analisis yang didasarkan pada pemikiran

intuitif, perkiraan logis, dan informasi atau pengetahuan yang telah diperoleh peneliti sebelumnya. Peramalan seperti ini biasanya digunakan untuk ramalan jangka pendek atau jika pengambilan keputusan lebih memercayai intuisinya daripada rumus matematik. Berbeda dengan metode kualitatif, pada metode kuantitatif dibutuhkan informasi masa lalu yang dikuantitatifkan dalam bentuk numerik. Metode peramalan secara kuantitatif mendasarkan ramalannya pada metode statistika dan matematika (Arianti, 2006).

Salah satu metode peramalan secara kuantitatif yang dapat digunakan dalam peramalan adalah ARIMA. ARIMA adalah teknik mencari pola yang paling cocok dari sekelompok data yang dilakukan dengan membandingkan sebuah kurva (yang merupakan representasi dari deret waktu) dengan kelompok data lain atau batasan-batasan tertentu. ARIMA memanfaatkan sepenuhnya data masa lalu dan sekarang untuk melakukan peramalan jangka pendek yang akurat (Nasir, 2008). Namun, model ARIMA hanya digunakan untuk satu lokasi curah hujan saja. Model ini dapat dikembangkan untuk beberapa lokasi curah hujan yang disebut sebagai model *Vector Autoregressive* (VAR). Model VAR dapat digunakan untuk menentukan model curah hujan karena adanya korelasi curah hujan antar lokasi stasiun curah hujan dalam suatu wilayah (Saputro, 2012).

Pengembangan model VAR dapat dilakukan dengan menambahkan suatu peubah eksogen. Pengembangan ini disebut sebagai model *Vector Autoregressive Exogenous* (VARX). Tidak seperti model VAR, model VARX membedakan bahwa suatu peubah itu endogen dan eksogen. Peubah eksogen merupakan peubah yang berpengaruh terhadap peubah endogen dalam suatu sistem. Dalam hal ini, jika peubah endogennya merupakan curah hujan dari suatu lokasi tertentu, maka peubah eksogennya merupakan peubah yang mempengaruhi curah hujan (Saputro, 2012).

Kota Makassar mengalami musim hujan pada bulan November-April dan musim kemarau pada bulan Mei-Oktober. Terkait dengan perubahan iklim di Sulawesi-Selatan, bulan Agustus-September biasanya masih merupakan musim kemarau, namun kali ini masuk kategori musim kemarau basah sehingga hujan di beberapa wilayah di Kota Makassar kerap terjadi. Perubahan iklim tersebut mempengaruhi pola curah hujan, kenaikan muka air laut, serta peningkatan kejadian iklim ekstrim berupa banjir dan kekeringan (Asnida, 2015).

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) millimeter, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu millimeter atau tertampung air sebanyak satu liter. Curah hujan kumulatif (mm) merupakan jumlah hujan yang terkumpul dalam rentang waktu kumulatif tersebut. Dalam periode musim, rentang waktunya adalah rata-rata panjang musim pada masing-masing Daerah Prakiraan Musim (DPM) (Mangostina, 2010).

Beberapa peneliti telah mengkaji permasalahan curah hujan, diantaranya penelitian yang dilakukan oleh (Asnida, 2015) membahas mengenai penggunaan model *Vector Autoregressive* untuk peramalan curah hujan di Kota Makassar. (Raodhatullah, 2006) membahas mengenai penggunaan metode ARIMA Box-Jenkins untuk pemodelan data curah hujan di Kota Makassar. (Saputro, 2012) membahas mengenai penggunaan model Aditif *Vector Autoregressive Exogenous* dalam meramalkan curah hujan di Kabupaten Indramayu. Menurut (Saputro, 2012), model *Vector Autoregressive Exogenous* akan memberikan hasil yang lebih akurat dalam peramalannya dibandingkan model-model sebelumnya. Oleh karena itu, pada artikel ini dilakukan pemodelan *Vector Autoregressive Exogenous* dalam aplikasinya pada curah hujan di Kota Makassar.

### Model Vector Autoregressive Exogenous (VARX)

Bentuk umum model VARX dengan ordo  $p$  dan eksogen  $q$  ( $VARX(p, q)$ ) dinyatakan sebagai berikut:

$$y_t = v + B_1 y_{t-1} + \dots + B_p y_{t-p} + \Theta_1 x_{t-1} + \dots + \Theta_q x_{t-q} + e_t$$

dengan

- $y_t$  = vektor dari peubah endogen
- $v$  = vektor intersep
- $B_i$  = matriks untuk setiap  $i = 1, 2, \dots, p$
- $x_{t-q}$  = vektor dari peubah eksogen
- $e_t$  = merupakan vektor residual

Secara fisik curah hujan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain SST/anomaly Nino 3.4, DMI, dan SOI. Berikut merupakan uraian faktor-faktor yang mempengaruhi curah hujan (Saputro, 2012).

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian terapan, dilakukan pada bulan November 2017 - Januari 2018 dengan menggunakan data curah hujan Bulanan dan faktor eksogen tahun 1987-2016 yang diperoleh dari Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah IV Makassar. Curah hujan bulanan di stasiun Panaikang, Biring Romang, dan Paotere sebagai variabel endogen dan *Sea Surface Temperature (SST) Nino 3.4*, *Anomaly Sea Surface Temperature (SST) Nino 3.4*, *Southern Oscillation Index (SOI)*, dan *Indian Ocean Dipole Mode (IODM)* sebagai variabel eksogen.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Model Umum Persamaan VARX

Model umum dari persamaan VARX adalah sebagai berikut:

$$y_t = v + B_1 y_{t-1} + \dots + B_p y_{t-p} + \Theta_1 x_{t-1} + \dots + \Theta_q x_{t-q} + e_t$$

dengan

- $y_t$  = Vektor dari peubah endogen pada waktu  $t$
- $v$  = Vektor *intercept*
- $y_{t-i}$  = Vektor dari peubah endogen pada waktu  $t - i, i = 1, 2, \dots, p$
- $x_{t-i}$  = Vektor dari peubah eksogen pada waktu  $t - i, i = 1, 2, \dots, p$
- $B_i$  = Merupakan matriks koefisien berukuran  $n \times n$  untuk setiap  $i = 1, 2, \dots, p$
- $\Theta_j$  = Merupakan matriks koefisien berukuran  $n \times n$  untuk setiap  $i = 1, 2, \dots, p$
- $t$  = Periode amatan
- $p$  = Ordo endogen
- $q$  = Ordo eksogen
- $e_t$  = Vektor residual.

Suatu model VARX sederhana yang terdiri dari dua lokasi curah hujan lag 1, misalkan dengan dua peubah eksogen dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} y_{1t} &= v_{10} + \beta_{11} y_{1t-1} + \beta_{12} y_{2t-1} + \Theta_{11} x_{1t-1} + \Theta_{12} x_{2t-1} + e_{1t} \\ y_{2t} &= v_{20} + \beta_{21} y_{1t-1} + \beta_{22} y_{2t-1} + \Theta_{21} x_{1t-1} + \Theta_{22} x_{2t-1} + e_{2t} \end{aligned}$$

Sehingga VARX(1) untuk lokasi curah hujan dalam bentuk matriks dinyatakan dengan

$$\begin{pmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_{10} \\ v_{20} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} \\ \beta_{21} & \beta_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_{1t-1} \\ y_{2t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \theta_{11} & \theta_{12} \\ \theta_{21} & \theta_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{1t-1} \\ x_{2t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{pmatrix}$$

### Model Curah Hujan di Kota Makassar Menggunakan Model VARX

#### Uji Stasioneritas

Untuk memenuhi salah satu asumsi dalam uji kausalitas dan VARX, maka perlu terlebih dahulu dilakukan uji stasioner. Uji stasioneritas yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan unit root test dengan metode Augmentend Dickey Fuller Test (ADF Test). Dengan menggunakan software EViews 7.0 diperoleh output hasil pengujian ADF yang terlihat pada Tabel 1.

**TABEL 1.** Unit Root Test pada Tingkat Level

Unit Root Test					
Variabel	ADF Statistik	Variabel	ADF Statistik	Variabel	ADF Statistik
Panaikang	-4.897199	Paotere	-4.238034	Biring Romang	-4.318626
Nilai Kritis		Nilai Kritis		Nilai Kritis	
1%	-3.449797	1%	-3.449738	1%	-3.449738
5%	-2.870004	5%	-2.869978	5%	-2.869978
10%	-2.571349	10%	-2.571335	10%	-2.571335

Dari hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa data telah signifikan atau meolak  $H_0$  pada taraf uji 1%, 5%, dan 10%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semua data telah stasioner, maka dapat dilakukan pengujian selanjutnya.

**TABEL 2.** Hasil Perbandingan Panjang Lag Optimal

Penentuan Panjang Lag VARX			
Lag	AIC	SIC	HQ
0	36.1	36.2	36.1
1	35.6	35.7*	35.7*
2	35.6	35.9	35.7
3	35.6	35.9	35.7
4	35.5*	36.0	35.7
5	35.6	36.1	35.8
6	35.6	36.2	35.8
7	35.5	36.3	35.8
8	35.5	36.4	35.9

**TABEL 3.** Nilai Fstat dan Probabilitas dalam Uji Kausalitas Granger

Null Hypothesis:	F-Statistic	Prob
XBIRINGROMANG tidak menyebabkan Granger XPANAIAKANG	2.47272	0.0444
XPANAIAKANG tidak menyebabkan Granger XBIRINGROMANG	0.64715	0.6292
XPAOTERE tidak menyebabkan Granger XPANAIAKANG	1.78854	0.1307
XPANAIAKANG tidak menyebabkan Granger XPAOTERE	1.52990	0.1931
XPAOTERE tidak menyebabkan Granger XBIRINGROMANG	0.90438	0.4615
XBIRINGROMANG tidak menyebabkan Granger XPAOTERE	2.23790	0.0647

#### Penentuan Panjang Lag

Dengan menggunakan software EViews 7.0 diperoleh output hasil pengujian panjang lag yang terlihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 nilai AIC terkecil berada pada lag 4,7, dan 8. Tapi pada penelitian ini digunakan AIC pada lag 4 supaya model lebih sederhana. Dan karena pada lag 4 lebih banyak

data yang signifikan dibandingkan dengan lag yang lain. Sehingga pada penelitian ini menggunakan VARX (4).

#### Uji Kausalitas

Dengan menggunakan *software* EViews 7.0 diperoleh *output* hasil pengujian kausalitas *Granger* yang terlihat pada Tabel 3.

Pada uji Kausalitas *Granger* curah hujan di Kota Makassar untuk masing-masing stasiun hujan berbeda untuk setiap kausalitasnya, bergantung kondisi curah hujan pada setiap eventnya. Hal ini berarti bahwa hujan bersifat tidak homogen dan berubah sebagai fungsi waktu dan lokasi. Kejadian tersebut terjadi akibat adanya pengaruh arah angin barat.

#### Estimasi VARX

Dengan menggunakan *software* EViews 7.0 diperoleh *output* estimasi VARX yang terlihat pada Tabel 4

**TABEL 4** Estimasi VAR

	<b>BIRING ROMANG</b>	<b>PANAIKANG</b>	<b>PAOTERE</b>
BIRING ROMANG(-1)	0.267042	0.288462	0.154606
BIRING ROMANG(-2)	0.210071	0.170458	0.233249
BIRING ROMANG(-3)	-0.350736	-0.386959	-0.309119
BIRING ROMANG(-4)	-0.279531	-0.314644	-0.324299
PANAIKANG(-1)	0.061423	0.031715	0.075256
PANAIKANG(-2)	-0.037986	0.030172	-0.032603
PANAIKANG(-3)	0.282830	0.351765	0.307365
PANAIKANG(-4)	0.048737	0.038677	0.022656
PAOTERE(-1)	0.216935	0.251413	0.310618
PAOTERE(-2)	-0.134187	-0.142480	-0.134415
PAOTERE(-3)	0.079085	0.029222	-0.010471
PAOTERE(-4)	0.177838	0.237382	0.245523
C	5663.520	5879.601	5562.505
DMI	-81.35564	-64.59106	-56.39318
SOI	4.213816	4.745715	3.709940
SST_3_4	-204.2636	-212.7979	-201.0519
ANOMALY_SST_3_4	224.8586	231.4173	202.9843

Tabel 4 menunjukkan estimasi VARX, model persamaan yang terbentuk adalah:

1. Model curah hujan untuk stasiun Biring Romang diberikan pada persamaan berikut:

$$BRM_t = 5663.5 + 0.3 BRM_{t-1} + 0.2 BRM_{t-2} - 0.4 BRM_{t-3} - 0.3 BRM_{t-4} + 0.1 PNK_{t-1} - 0.04 PNK_{t-2} + 0.3 PNK_{t-3} + 0.05 PNK_{t-4} + 0.2 PTR_{t-1} - 0.1 PTR_{t-2} + 0.1 PTR_{t-3} + 0.2 PTR_{t-4} + 4.2 SOI - 81.4 DMI - 204.3 SST_{3.4} + 224.9 ANM_{SST_{3.4}}$$

2. Model curah hujan untuk stasiun Panaikang diberikan pada persamaan berikut:

$$PNK_t = 5879.6 + 0.3 BRM_{t-1} + 0.2 BRM_{t-2} - 0.4 BRM_{t-3} - 0.3 BRM_{t-4} + 0.03 PNK_{t-1} + 0.03 PNK_{t-2} + 0.4 PNK_{t-3} + 0.04 PNK_{t-4} + 0.3 PTR_{t-1} - 0.1 PTR_{t-2} + 0.03 PTR_{t-3} + 0.2 PTR_{t-4} + 4.7 SOI - 64.6 DMI - 212.8 SST_{3.4} + 231.4 ANM_{SST_{3.4}}$$

3. Model curah hujan untuk stasiun Paotere diberikan pada persamaan berikut:

$$PTR_t = 5562.5 + 0.3 BRM_{t-1} + 0.2 BRM_{t-2} - 0.3 BRM_{t-3} - 0.3 BRM_{t-4} + 0.1 PNK_{t-1} + 0.03 PNK_{t-2} + 0.3 PNK_{t-3} + 0.02 PNK_{t-4} + 0.3 PTR_{t-1} - 0.1 PTR_{t-2} - 0.01 PTR_{t-3} + 0.2 PTR_{t-4} + 3.7 SOI - 56.4 DMI - 201.1 SST_{3.4} + 203 ANM_{SST_{3.4}}$$

*Uji Kelayakan Model*

Dengan menggunakan *software* EViews 7.0 diperoleh *output* hasil pengujian Uji Portmanteau yang terlihat pada Tabel 5

**TABEL 5.** Uji Portmanteau

Lags	Q-Stat
1	0.340246
2	4.088450
3	13.70988
4	17.52932
5	18.78390
6	22.99438
7	24.94494
8	29.96556

Dapat disimpulkan bahwa hingga lag ke-8, tidak ada komponen autokorelasi yang signifikan pada tingkat kesalahan 5% (semua Q-Statistic > 5%) sehingga model hingga lag ke-8 bagus untuk digunakan.

**Simulasi Model VARX dalam Meramalkan Pola Curah Hujan di Kota Makassar**

Hasil peramalan untuk stasiun Panaikang, Biring Romang, dan Paotere untuk 12 bulan kedepan ditampilkan pada Tabel 6.

**TABEL 6.** Peramalan 12 bulan kedepan Tahun 2016

Tahun	Bulan	Stasiun Curah Hujan		
		Panaikang	Biring Romang	Paotere
2016	1	540.8 mm	578.5 mm	598.5 mm
2016	2	636.1 mm	596.8 mm	632.7 mm
2016	3	763.8 mm	725.2 mm	758.7 mm
2016	4	372.8 mm	338.9 mm	361.7 mm
2016	5	29.5 mm	22.1 mm	22.9 mm
2016	6	122.9 mm	138.6 mm	83.2 mm
2016	7	180.8 mm	206.8 mm	175.5 mm
2016	8	258.8 mm	277.4 mm	284.1 mm
2016	9	258.6 mm	260.9 mm	261.2 mm
2016	10	569.5 mm	571.8 mm	540.8 mm
2016	11	604.9 mm	606.1 mm	644.5 mm
2016	12	501.4 mm	486.4 mm	505.0 mm

Tabel 6 menunjukkan bahwa hasil peramalan curah hujan di Kota Makassar untuk 12 bulan kedepan pada tahun 2016. Berdasarkan kriteria curah hujan Kota Makassar dapat disimpulkan bahwa kriteria hujan tinggi berada pada bulan Maret, April, Juni, Juli, Agustus, September, Oktober, dan November. Kriteria hujan normal terjadi pada bulan Januari dan Februari. Dan kriteria hujan rendah terjadi pada bulan Mei dan Desember. Dari hasil ramalan diatas dapat dilihat rata-rata puncak curah hujan di Kota Makassar terjadi di bulan Maret kemudian turun secara eksponensial. Pada bulan Mei peluang terjadinya curah hujan sangat sedikit.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa

1. Berdasarkan nilai AIC yang terkecil, pada penelitian ini digunakan panjang lag ke-4 dengan uji kelayakan model yang lebih besar daripada nilai signifikan 0,05. Sehingga

didapatkan model untuk ketiga stasiun curah hujan Panaikang, Biring Romang, dan Paotere sebagai berikut:

- a. Model curah hujan untuk stasiun Biring Romang diberikan pada persamaan berikut:

$$BRM_t = 5663.5 + 0.3 BRM_{t-1} + 0.2 BRM_{t-2} - 0.4 BRM_{t-3} - 0.3 BRM_{t-4} + 0.1 PNK_{t-1} - 0.04 PNK_{t-2} + 0.3 PNK_{t-3} + 0.05 PNK_{t-4} + 0.2 PTR_{t-1} - 0.1 PTR_{t-2} + 0.1 PTR_{t-3} + 0.2 PTR_{t-4} + 4.2 SOI - 81.4 DMI - 204.3 SST3.4 + 224.9 ANM\_SST3.4$$

- b. Model curah hujan untuk stasiun Panaikang diberikan pada persamaan berikut:

$$PNK_t = 5879.6 + 0.3 BRM_{t-1} + 0.2 BRM_{t-2} - 0.4 BRM_{t-3} - 0.3 BRM_{t-4} + 0.03 PNK_{t-1} + 0.03 PNK_{t-2} + 0.4 PNK_{t-3} + 0.04 PNK_{t-4} + 0.3 PTR_{t-1} - 0.1 PTR_{t-2} + 0.03 PTR_{t-3} + 0.2 PTR_{t-4} + 4.7 SOI - 64.6 DMI - 212.8 SST3.4 + 231.4 ANM\_SST3.4$$

- c. Model curah hujan untuk stasiun Paotere diberikan pada persamaan berikut:

$$PTR_t = 5562.5 + 0.3 BRM_{t-1} + 0.2 BRM_{t-2} - 0.3 BRM_{t-3} - 0.3 BRM_{t-4} + 0.1 PNK_{t-1} + 0.03 PNK_{t-2} + 0.3 PNK_{t-3} + 0.02 PNK_{t-4} + 0.3 PTR_{t-1} - 0.1 PTR_{t-2} - 0.01 PTR_{t-3} + 0.2 PTR_{t-4} + 3.7 SOI - 56.4 DMI - 201.1 SST3.4 + 203 ANM\_SST3.4$$

2. Dari hasil peramalan yang diperoleh dapat dilihat rata-rata puncak curah hujan di Kota Makassar terjadi di bulan Maret kemudian turun secara eksponensial. Pada bulan Mei peluang terjadinya hujan sangat sedikit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arianti. (2006). *Pemodelan Data Curah Hujan di Kabupaten Bulukumba dengan Menggunakan Metode ARIMA Box-Jenkins*. (Skripsi). Universitas Negeri Makassar, Makassar.
- Asnida, B. (2015). *Model Vektor Autoregressive untuk Peramalan Curah Hujan Kota Makassar*. (Skripsi). Universitas Negeri Makassar, Makassar.
- Aswi & Sukarna. (2006). *Analisis Deret Waktu Teori dan Aplikasi*. Makassar: Andira Publisher.
- Mangostina, C. (2010). *Curah Hujan*. <http://bidinagtuns.blogspot.com/2010/11/curah-hujan>. Diakses tanggal 15 September 2017.
- Nasir, M.I. (2008). *Implementasi Metode ARIMA pada Peramalan Curah Hujan di Kecamatan Sabbang Kabupaten Luwu Utara*. (Skripsi). Universitas Negeri Makassar, Makassar.
- Raodhatullah. (2006). *Pemodelan Data Curah Hujan di Kota Makassar dengan Menggunakan Metode ARIMA Box-Jenkins*. (Skripsi). Universitas Negeri Makassar, Makassar.
- Saputro, D.R.S. (2012). *Model Aditif Vector Autoregressive Exogenous untuk Peramalan Curah Hujan di Kabupaten Indramayu*. (Disertasi). Institut Pertanian Bogor, Bogor.