

# PERAMALAN CURAH HUJAN KOTA BANDUNG MENGGUNAKAN MODEL FUNGSI TRANSFER MULTIVARIAT PADA DERET BERKALA MUSIMAN

Danica Dwi Prahesti, Entit Puspita, Fitriani Agustina  
Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA UPI

\*Surel: danicadwi290193@gmail.com

Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA UPI

**ABSTRAK.** Model fungsi transfer pada deret berkala pola musiman merupakan penggabungan karakteristik dari model analisis regresi berganda dengan karakteristik model deret berkala pola musiman SARIMA (*Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average*). Model fungsi transfer yang memiliki lebih dari dua deret berkala pada variabel input disebut dengan model fungsi transfer multivariat. Prosedur untuk menentukan model fungsi transfer diawali dengan menghilangkan pengaruh musiman (*deseasonalized*) pada semua deret berkala, kemudian untuk menentukan model fungsi transfer multivariat dimulai dengan pembentukan model fungsi transfer univariat pada masing-masing variabel input, kemudian dilakukan pembentukan secara serentak menjadi model fungsi transfer multivariat. Model fungsi transfer pada deret berkala pola musiman diterapkan untuk meramalkan jumlah curah hujan di kota Bandung, dengan variabel input berupa data kelembaban udara, suhu udara, tekanan udara, dan kecepatan angin. Data yang digunakan dimulai dari bulan Januari 2000 hingga Desember 2013. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa : (1) model peramalan curah hujan menggunakan model fungsi transfer multivariat pada deret berkala musiman yaitu:  $y_t = 0,782085(\text{kelembaban})_t + 0,232096(\text{suhu})_{t-1} + 1,014625(\text{tekanan})_{t-1} + 0,370232(\text{kecepatan angin})_{t-1} + (1 + 0,548733B)(1 + 0,927859B^4)a_t$ ; (2) hasil peramalan curah hujan kota bandung untuk 12 bulan ke depan menunjukkan terjadi fluktuasi dimana jumlah curah hujan paling tinggi terjadi pada bulan Februari 2014 dan jumlah curah hujan terendah pada bulan Januari 2014.

**Kata Kunci:** Deret Berkala, SARIMA, Fungsi Transfer, Multivariat, Curah Hujan.

**ABSTRACT.** Transfer function models for time series seasonal pattern which is combination characteristic of the multiple regression analysis model with a characteristics of the time series seasonal pattern models SARIMA (*Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average*). Transfer function models has more than two time series on the input variables is called multivariate transfer

function model. The procedure for determining the transfer function models begins with remove the influence of seasonal (deseasonalized) at all time series, then for determine multivariate transfer function models begins with the establishment of the univariate transfer function models at each input variable, and then do the establishment simultaneously be a multivariate transfer function models. multivariate transfer function models for time series seasonal pattern applied to predict the amount of rainfall at Bandung city, with a form of data input variable is air humidity, air temperature, air pressure, and wind speed. Used data starts from January 2000 to December 2013. Results from this study indicate that : (1) forecasting models of rainfall used transfer function models that :  $y_t = 0,782085(\text{humidity})_t + 0,232096(\text{temperature})_{t-1} + 1,014625(\text{pressure})_{t-1} + 0,370232(\text{wind speed})_{t-1} + (1 + 0,548733B)$

$(1 + 0,927859B^12)a_t$ ; (2) the results of forecasting for rainfall Bandung city for 12th month ahead showed fluctuation where the number of the rainfall highest occurred on February 2014 and the number of rainfall lowest on January 2014.

**Key word:** Time Series, SARIMA, Transfer Function, Multivariate, Rainfall.

## 1. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Peramalan adalah salah satu unsur penting dalam perencanaan pengambilan suatu keputusan, sebab efektif dan efisien suatu keputusan bergantung pada beberapa faktor yang tidak dapat dilihat pada waktu keputusan tersebut diambil. Peramalan dibagi ke dalam dua kategori utama, yaitu peramalan kualitatif dan peramalan kuantitatif (Makridakis dkk, 1999, hlm.8). Peramalan kualitatif adalah peramalan yang lebih mengandalkan *judgement* dan intuisi manusia daripada menggunakan data pada masa lalu. Peramalan kuantitatif adalah peramalan berdasarkan data kuantitatif pada masa lalu. Menurut Makridakis dkk. (1999, hlm.9), terdapat dua klasifikasi metode peramalan kuantitatif, yaitu model deret berkala (*time series*) dan model regresi (kausal). Model deret berkala merupakan model pendugaan masa depan yang dilakukan berdasarkan pada nilai masa lalu dan/atau kesalahan masa lalu dari suatu variabel. Pada ilmu statistik, model deret berkala dikenal sebagai model Box-Jenkins (ARIMA). Agar data model deret berkala sesuai dengan data yang sebenarnya, maka perlu dipertimbangkan jenis pola data yang akan diuji. Menurut Makridakis dkk. (1999, hlm.10), terdapat empat komponen utama pada pola data yaitu pola horizontal, pola trend, pola musiman, dan pola siklis. Pola musiman terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman. Model kausal merupakan model dengan faktor yang

diramalkannya (variabel tak bebas) menunjukkan suatu hubungan sebab akibat dengan satu atau lebih variabel bebas. Model fungsi transfer menggabungkan beberapa karakteristik analisis regresi berganda dengan karakteristik deret berkala *ARIMA*. model fungsi transfer multivariat yaitu model fungsi transfer yang memiliki lebih dari satu variabel bebas.

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki laut yang luas, iklim tropis, dan suhu tinggi yang akan menyebabkan kelembaban udara selalu tinggi. Kelembaban udara yang tinggi inilah yang menyebabkan curah hujan yang tinggi pula. Selain itu tekanan udara merupakan unsur pengendali iklim yang berperan sebagai penentu penyebaran curah hujan. Perubahan tekanan udara akan menyebabkan berubahnya kecepatan dan arah angin. Sehingga akan berpengaruh terhadap perubahan suhu udara dan curah hujan (Pradipta, 2013, hlm.460). Kota Bandung merupakan salah satu daerah yang memiliki rata-rata level curah hujan yang cukup tinggi berkisar 2000 mm/tahun. Selain itu kota Bandung lebih banyak terkonsentrasi pada musim hujan. Sehingga judul yang diangkat pada artikel ini adalah “Peramalan Curah Hujan kota Bandung Dengan Model Fungsi Transfer Multivariate Pada Deret Berkala Musiman”.

## **2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, rumusan masalah pada artikel ini adalah :

- a. Bagaimana model fungsi transfer multivariate pada deret berkala pola musiman untuk peramalan jumlah curah hujan kota Bandung?
- b. Bagaimana hasil peramalan curah hujan di Kota Bandung dengan model fungsi transfer multivariate pada deret berkala pola musiman?

## **3. Tujuan Penulisan**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penulisan pada artikel ini adalah :

- a. Mengetahui model fungsi transfer multivariate pada deret berkala musiman untuk peramalan jumlah curah hujan di Kota Bandung.
- b. Mengetahui hasil peramalan jumlah curah hujan kota Bandung dengan model fungsi transfer multivariate pada deret berkala musiman.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **1. Data Deret Berkala**

Analisis deret berkala adalah bagian dari suatu proses stokastik yang merupakan barisan variabel acak yang berdasarkan pada urutan waktu. tujuan dari

analisis deret berkala meliputi dua hal yaitu memahami dan memodelkan proses stokastik yang timbul pada rangkaian observasi dan memprakirakan nilai masa depan berdasarkan data deret berkala yang telah terjadi (Cryer dkk, 2008, hlm.11). Menurut Makridakis dkk. (1999, hlm.9) langkah penting untuk memilih suatu metode deret berkala yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola datanya. Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis yaitu

- a. Pola horisontal, merupakan pola yang terjadi apabila nilai data berfluktuasi disekitar nilai rata-rata yang konstan.
- b. Pola musiman, merupakan pola yang terjadi apabila suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman.
- c. Pola siklis, merupakan pola yang terjadi apabila datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang.
- d. Pola trend, merupakan pola yang terjadi apabila terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data

## 2. Stasioneritas

Menurut Santoso (2009, hlm.38), data stasioner adalah data dimana rata-rata nilai pada suatu data tidak berubah seiring dengan perubahan waktu, dengan kata lain fluktuasi data berada di sekitar nilai rata-rata dan varians yang konstan.

Apabila data nonstasioner, maka perlu dilakukan transformasi stasioneritas yang dapat dilakukan dengan diferensi (penyelisihan data berurutan). Dengan bentuk :

$$\nabla^n = (1 - B)^n$$

## 3. Proses *White Noise*

*White noise* memiliki kondisi stasioneritas yang lebih ketat dimana autokovarians harus bernilai nol. *White noise* adalah barisan dari variabel acak yang berdiri sendiri (independen) dan berdistribusi identik (Cryer dkk, 2008, hlm.17).

## 4. Model *Autoregressive integrated moving average (ARIMA)*

Proses ARIMA (p,d,q) dikatakan mengikuti proses ARIMA jika lag-lag pada plot autokorelasi menurun secara eksponensial mengikuti proses AR(p) dan lag-lag pada plot autokorelasi parsial menurun secara eksponensial mengikuti proses MA(q). Proses ARIMA terjadi apabila data tidak stasioneritas dalam proses ARMA. bentuk umum model model ARIMA (p,d,q) yaitu :

$$(1 - B)^d \phi_p(B) Z_t = \theta_q(B) a_t$$

dengan

$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)$  adalah operator  $AR(p)$ .  
 $\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)$  adalah operator  $MA(q)$ .  
 $(1 - B)^d$  adalah diferensi.

### 5. Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)

Bentuk model ARIMA musiman yang dapat dinyatakan sebagai SARIMA  $(p, d, q)(P, D, Q)^g$  yang berbentuk:

$$\phi_p(B)\varphi_P(B^g)(1 - B)^d(1 - B)^{Lg}Z_t = \theta_q(B)\vartheta_Q(B^g)a_t$$

dengan

$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$  merupakan operator  $AR(p)$ ,  
 $\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$  merupakan operator  $MA(q)$ ,  
 $\varphi_P(B^g) = (1 - \varphi_1 B^g - \varphi_2 B^{2g} - \dots - \varphi_P B^{Pg})$  merupakan operator  $AR(P)$  pola musiman,  
 $\vartheta_Q(B^g) = (1 - \vartheta_1 B^g - \vartheta_2 B^{2g} - \dots - \vartheta_Q B^{Qg})$  merupakan operator  $MA(Q)$  pola musiman,  
 $g$  adalah banyak periode per musim.

### 6. Model Fungsi Transfer

Model fungsi transfer merupakan model yang berbeda dengan ARIMA, karena model ARIMA hanya menghubungkan deret dari data masa lalu, sementara model fungsi transfer menghubungkan deret dari data masa lalu dan menghubungkan deret tersebut dengan deret berkala lainnya.

Menurut Makridakis dkk. (1999, hlm.448), bentuk umum model fungsi transfer tunggal adalah:

$$Y_t = v(B)X_t + N_t$$

dengan  $v(B) = \frac{\omega(B)B^b}{\delta(B)}$  dan  $N_t = \frac{\theta(B)}{\phi(B)}a_t$

sehingga model fungsi transfer dapat ditulis sebagai :

$$y_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B)} x_{t-b} + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t$$

Pada fungsi transfer multivariat terdapat beberapa variabel input  $x_t$  yang dimasukkan pada bentuk pemodelan. Bentuk umum persamaan fungsi transfer multivariat sebagai berikut : (Wei, 2006, hlm.362)

$$y_t = \sum_{j=1}^k [\delta_j(B)]^{-1} \omega_j(B) B^b x_j + [\phi_p(B)]^{-1} \theta_q(B) a_t$$

## 7. Prosedur Pembentukan Model Fungsi Transfer Multivariat

### Tahap pertama : Identifikasi Model

- 1) Mempersiapkan deret input dan deret output tunggal  
Identifikasi kestasioneran deret input dan deret output. Apabila data tidak stasioner dalam rata-rata maka untuk menghilangkan ketidakstasionerannya adalah dengan melakukan diferensi.

- 2) Pemutihan deret input  
Pemutihan deret input bertujuan untuk membuat deret input dan deret output menjadi lebih dapat diatur dengan menghilangkan seluruh pola yang diketahui supaya yang tertinggal hanya *white noise*.

$$\frac{\phi_x(B)}{\theta_x(B)} x_t = a_t$$

- 3) Pemutihan deret output  
Apabila pemutihan diterapkan pada  $x_t$ , maka pada  $y_t$  pun pemutihan perlu diterapkan. Transformasi pada  $y_t$  tidak harus merubah  $y_t$  menjadi *white noise*.

$$\frac{\phi_x(B)}{\theta_x(B)} y_t = \beta_t$$

- 4) Perhitungan korelasi silang dan autokorelasi deret input dan deret output yang telah diputihkan.

Kovarian antara dua variabel  $X$  dan  $Y$  ditetapkan sebagai berikut:

$$C_x = E\{(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})\}$$

korelasi silang yaitu dengan membagi kovarians tersebut oleh dua standar deviasi sebagai berikut:

$$r_x(k) = \tilde{\rho}_x(k) = \frac{C_x(k)}{\sqrt{C_x(0)C_y(0)}} = \frac{C_x(k)}{S_x S_y}$$

- 5) Penaksir langsung bobot respon impuls  
Bobot respon impuls ini berguna untuk menghitung deret *noise*.

$$v_k = \frac{r_x(k) S_\beta}{S_\alpha}$$

- 6) Penetapan  $(r, s, b)$  untuk model fungsi

$r$  menunjukkan derajat fungsi  $\delta(B)$ ,  $s$  menunjukkan derajat fungsi  $\omega(B)$  dan  $b$  menunjukkan keterlambatan yang dicatat pada subskrip dari  $x_{t-b}$

- 7) Penaksir awal deret gangguan ( $n_t$ )  
 Bobot respon impuls diukur secara langsung dan ini memungkinkan dilakukannya perhitungan nilai taksiran dari deret gangguan  $n_t$ ,

$$n_t = y_t - v_t x_t - v_1 x_{t-1} - v_2 x_{t-2} - \dots - v_k x_{t-k}$$

- 8) Penetapan ( $p_n, q_n$ ) untuk model *ARIMA* dari deret gangguan  $n_t$   
 Nilai  $n_t$  dianalisis dengan cara *ARIMA* untuk menemukan model *ARIMA* yang tepat sehingga diperoleh nilai  $p_n$  dan  $q_n$ . Dengan cara ini fungsi  $\phi_n(B)$  dan  $\theta_n(B)$  untuk deret gangguan  $n_t$  dapat diperoleh untuk mendapatkan persamaan:

$$\phi_n(B)n_t = \theta_n(B)a_t$$

### Tahap kedua : Penaksiran Parameter Pada Model Fungsi Transfer

Setelah model *ARIMA* diperoleh dari deret noise, maka akan diperoleh hasil dari suatu model fungsi transfer.

Model fungsi transfer yang telah ditentukan secara tentatif adalah:

$$Y_t = v(B)X_t + N_t$$

$$y_t = \frac{(\omega_0 - \omega_1 B - \dots - \omega_s B^s)}{(1 - \delta_1 B - \dots - \delta_r B^r)} x_{t-b} + \frac{(1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)}{(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)} a_t$$

Pada tahap ini akan menaksir nilai-nilai  $\omega_n, \delta_n, \phi_n$ , dan  $\theta_n$ , yang didapat dengan cara mensubstitusikan persamaan khusus seperti berikut:

$$v_j = 0 \text{ untuk } j < b$$

$$v_j = \delta_1 v_{j-1} + \dots + \delta_r v_{j-r} + \omega_0 \text{ untuk } j = b$$

$$v_j = \delta_1 v_{j-1} + \dots + \delta_r v_{j-r} + \omega_{j-b} \text{ untuk } j = b+1, \dots, b+s$$

$$v_j = \delta_1 v_{j-1} + \dots + \delta_r v_{j-r} \text{ untuk } j > b+s$$

### Tahap Ketiga : Pemeriksaan Diagnosis Model Fungsi Transfer

#### Tunggal

Pada tahap ini diperlukan pengecekan deret gangguan  $n_t$  dan hubungan deret  $n_t$  dengan  $a_t$ . Deret  $n_t$  yang sudah didapat melalui tahap 1 dan 2, secara umum bentuk model fungsi transfer adalah:

$$y_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B)} x_{t-b} + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t$$

### Tahap Keempat : Peramalan Model Fungsi Transfer Multivariat

Model fungsi transfer input tunggal dijumlahkan sehingga model multivariat menjadi:

$$y_t = \sum_{j=1}^m \frac{\omega_j(B)}{\delta_j(B)} B^b x_j + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t$$

### Model Fungsi Transfer Pada Deret Berkala Pola Musiman

Model fungsi transfer pada deret berkala musiman adalah penggabungan beberapa karakteristik dari model *ARIMA* univariat pola musiman dan analisis regresi berganda, sehingga menjadi suatu model yang menggabungkan pendekatan deret berkala pola musiman dengan pendekatan kausal.

Model fungsi transfer bivariat dengan pola musiman menjadi: (Chiogna, M, 2011, hlm.3)

$$Y_t = \frac{\omega(B)\Omega(B^g)}{\delta(B)\Delta(B^g)} X_{t-b} + \frac{\theta(B)\vartheta(B^g)}{(1-B)^d(1-B^g)^L\phi(B)\varphi(B^g)} a_t$$

dimana

$$\Omega(B^g) = \Omega_0 - \Omega_1 B^g - \Omega_2 B^{2g} - \dots - \Omega_S B^{Sg} ,$$

$$\Delta(B^g) = 1 - \Delta_1 B^g - \Delta_2 B^{2g} - \dots - \Delta_R B^{Rg} ,$$

$$\vartheta(B^g) = 1 - \vartheta_1 B^g - \vartheta_2 B^{2g} - \dots - \vartheta_Q B^{Qg} ,$$

$$\varphi(B^g) = 1 - \varphi_1 B^g - \varphi_2 B^{2g} - \dots - \varphi_P B^{Pg} .$$

Sehingga untuk model fungsi transfer multivariat

$$Y_t = \sum_{j=1}^k \frac{\omega_j(B)\Omega_j(B^g)B^b}{\delta_j(B)\Delta_j(B^g)} X_j(t) + \frac{\theta(B)\vartheta(B^g)}{(1-B)^d(1-B^g)^L\phi(B)\varphi(B^g)} a_t$$

dengan :

$\Omega_j(B^g)$  merupakan operator MA orde  $S_j$  untuk variabel ke- $j$ ,

$\Delta_j(B^g)$  merupakan operator AR orde  $R_j$  untuk variabel ke- $j$ ,

$\vartheta_Q(B^g)$  merupakan operator MA orde  $Q$ ,

$\varphi_P(B^g)$  merupakan operator AR orde  $P$ ,

$P, Q, R, S$  adalah konstanta,

$g$  adalah banyak periode per musim.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi kasus yang akan digunakan pada skripsi ini adalah data curah hujan, kelembaban udara, suhu udara, tekanan udara dan kecepatan angin kota Bandung. Data yang digunakan bersumber dari BPS Provinsi Jawa Barat. Karena satuan kelima deret berkala berbeda yaitu : curah hujan (mm), kelembaban udara (%), suhu udara (°C), tekanan udara (mb), kecepatan angin (knot). Maka perlu distandarisasi dalam nilai Z.

#### 1. Estimasi Parameter Deret Input

Kelembaban Udara, SARIMA (1,0,1)(1,1,0)<sup>1</sup>

$\phi_1 = 0,789415$  ;  $\theta_1 = -0,452729$ ;  $\varphi_1 = -0,505488$

Suhu Udara, SARIMA (0,0,1)(1,1,0)<sup>1</sup>

$\theta_1 = 0,174972$  ;  $\varphi_1 = -0,515637$

Tekanan Udara, SARIMA (1,0,0)(0,1,1)<sup>1</sup>

$\phi_1 = 0,336926$  ;  $\theta_1 = -0,867789$

Kecepatan Angin, SARIMA (1,0,0)(2,1,0)<sup>1</sup>

$\phi_1 = 0,557451$ ;  $\varphi_1 = -0,669233$ ;  $\varphi_2 = -0,271967$

#### 2. Penetapan Nilai (r,s,b)

Variabel input	r	s	b
Kelembaban udara	0	0	0
Suhu udara	0	0	1
Tekanan udara	0	0	1
Kecepatan angin	0	0	1

Nilai r untuk kelembaban udara, suhu udara, tekanan udara, dan kecepatan angin bernilai nol karena lag pada semua plot korelasi silang memiliki pola yang tidak jelas. Nilai s pada semua variabel input bernilai nol karena tidak terdapat bilangan lag plot sebelum terjadi pola menurun. Sedangkan untuk nilai b yaitu penundaan (*delay*) dapat dilihat pada masing-masing plot korelasi silang bahwa lag pertama yang mempengaruhi secara signifikan, pada deret input kelembaban udara adalah lag ke-0 dengan nilai korelasi silang 0,595251 yang menandakan  $x$  telah mempengaruhi y dari awal, pada deret input suhu udara lag yang pertama kali mempengaruhi y adalah lag ke-1 dengan nilai korelasi silang 0,22412 yang menandakan  $x$  telah mempengaruhi y setelah lag ke-1, Lag pertama yang

mempengaruhi deret input tekanan udara adalah lag ke 1 dengan nilai korelasi silang 0,644375 yang menandakan bahwa  $x$  baru mempengaruhi  $y$  setelah lag ke-1, Lag pertama yang mempengaruhi deret input kecepatan angin adalah lag ke-1 dengan nilai korelasi silang 0,268166 yang menandakan  $x$  baru mempengaruhi  $y$  setelah lag ke-1.

### 3. Estimasi Parameter Deret noise ( $n_t$ )

Model ARIMA	Parameter	<i>t-value</i>	<b>t-tabel</b>	<i>p-value</i>
$n_1(1,0,0)(0,0,1)^{12}$	$\phi_1 = -0,293021$	-3,6977	1,97634 6	0,0003
	$\psi_1 = -0,927756$	-48,165		<0,0001
$n_2(0,1,1)(0,0,1)^{12}$	$\theta_1 = -0,878809$	-20,945		<0,0001
	$\psi_1 = -0,848011$	-25,381		<0,0001
$n_3(0,0,1)(0,0,1)^{12}$	$\theta_1 = -0,441356$	-5,9633		<0,0001
	$\psi_1 = -0,916124$	-46,32		<0,0001
$n_4(0,1,1)(0,0,1)^{12}$	$\theta_1 = -0,917873$	-23,597		<0,0001
	$\psi_1 = -0,860730$	-24,179		<0,0001

Untuk mengetahui apakah parameter pada model ARMA deret noise yang digunakan signifikan atau tidak maka dilakukan uji hipotesis sebagai berikut.

a) Hipotesis

$H_0$ : Estimasi parameter model ARIMA pada deret noise tidak signifikan dalam model

$H_1$ : Estimasi parameter model ARIMA pada deret noise signifikan dalam model

b) Taraf signifikan  $\alpha = 0.05$

c) Statistik uji  $t_{hitung} = \frac{es}{S(es)}$

d) Kriteria keputusan tolak  $H_0$  jika  $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2}, dl}$  atau  $p\text{-value} < 0.05$

e) Kesimpulan

Berdasarkan tabel memperlihatkan hasil estimasi parameter dan nilai *p-value* masing-masing deret noise. Nilai *p-value*  $< \alpha$  untuk semua deret noise, sehingga  $H_0$  ditolak dan disimpulkan bahwa parameter tersebut signifikan artinya dapat dimasukkan ke dalam model.

### Estimasi Parameter Variabel Input Model Fungsi Transfer

Model ARIMA	Parameter	<i>p-value</i>
$x_1 (1,0,0)(0,0,1)^{12}$	$\theta_1 = -0,293021$ $\vartheta_1 = -0,927756$ $\omega_U = 0,782085$	0,0003 < 0,0001
$x_2 (0,1,1)(0,0,1)^{12}$	$\theta_1 = -0,878809$ $\vartheta_1 = -0,848011$ $\omega_U = 0,232096$	< 0,0001 < 0,0001
$x_3 (0,0,1)(0,0,1)^{12}$	$\theta_1 = -0,441356$ $\vartheta_1 = -0,916124$ $\omega_U = 1,014625$	< 0,0001 < 0,0001
$x_4 (0,1,1)(0,0,1)^{12}$	$\theta_1 = -0,917873$ $\vartheta_1 = -0,860730$ $\omega_U = 0,370232$	< 0,0001 < 0,0001

### Model Fungsi Transfer Multivariat

Parameter	Variabel	delay
$\theta_1 = -0,548733$ $\vartheta_1 = -0,927859$	$y$	0
$\omega_U = 0,782085$	$x_1$	0
$\omega_U = 0,232096$	$x_2$	1
$\omega_U = 1,014625$	$x_3$	1
$\omega_U = 0,370232$	$x_4$	1

Model fungsi transfer multivariat pada deret berkala musiman adalah.

$$y_t = 0,782085(x_1)_t + 0,232096(x_2)_{t-1} + 1,014625(x_3)_{t-1} + 0,370232(x_4)_{t-1} + (1 + 0,548733B)(1 + 0,927859B^1) a_t$$

## 4. Hasil Peramalan Jumlah Curah Hujan

Setelah diperoleh hasil estimasi model fungsi transfer multivariat menghasilkan parameter yang akan digunakan untuk meramalkan jumlah curah hujan di kota Bandung.

Bulan	Hasil Peramalan	Data Sebenarnya
Januari-14	3,124603	309

Februari-14	293,6264	88,9
Maret-14	126,1155	418,7
april-14	168,721	217,6
Mei-14	47,49405	176,7
Juni-14	248,3177	195,5
Juli-14	127,0534	180,6
Agustus-14	262,6032	119,8
september-14	118,2388	0,6
Oktober-14	101,9686	65
November-14	113,6084	296,5
Desember-14	197,5484	316,4

Hasil peramalan 12 bulan ke depan (januari 2014 – desember 2014) menunjukkan nilai pada setiap bulan terjadi fluktuasi pada setiap bulan, dimana pada peramalan jumlah curah hujan paling tinggi terjadi pada bulan februari 2014 dan jumlah curah hujan terendah pada bulan januari 2014 sementara pada data asli peramalan jumlah curah hujan paling tinggi pada bulan maret 2014 dan jumlah curah hujan paling rendah pada bulan september 2014, meskipun hasil peramalan memiliki hasil yang berbeda dengan data aslinya tetapi terdapat kesamaan yaitu pada bulan april 2014 memiliki tingkatan yang sama apabila data diurut dari data paling tinggi.

#### **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisa pada peramalan jumlah curah hujan di kota Bandung dengan model fungsi transfer multivariate pada deret berkala pola musiman, dengan data deret berkala yang di kaji yaitu data bulanan jumlah curah hujan, kelembaban udara, suhu udara, tekanan udara dan kecepatan angin mulai tahun Januari 2000 hingga Desember 2013, dapat disimpulkan bahwa :

- a. Model peramalan curah hujan di kota Bandung dengan menggunakan model fungsi transfer pada deret berkala musiman yang menggunakan variabel

input kelembaban udara, suhu udara, tekanan udara dan kecepatan angin adalah sebagai berikut:

$$y_t = 0,782085(x_1)_t + 0,232096(x_2)_{t-1} + 1,014625(x_3)_{t-1} + 0,370232(x_4)_{t-1} + (1 + 0,548733B)(10,927859B^1) a_t$$

Berdasarkan model di atas dapat diketahui bahwa jumlah curah hujan pada waktu ke-t dipengaruhi oleh kelembaban udara pada bulan yang sama dan pada waktu ke t-1 dipengaruhi oleh suhu udara, tekanan udara dan kecepatan angin pada satu bulan sebelumnya.

b. Hasil peramalan jumlah curah hujan di kota Bandung periode 12 bulan kedepan (januari 2014 – desember 2014) menunjukkan nilai pada setiap bulan terjadi fluktuasi pada setiap bulan, dimana pada peramalan jumlah curah hujan paling tinggi terjadi pada bulan februari 2014 dan jumlah curah hujan terendah pada bulan januari 2014 sementara pada data asli peramalan jumlah curah hujan paling tinggi pada bulan maret 2014 dan jumlah curah hujan paling rendah pada bulan september 2014, meskipun hasil peramalan memiliki hasil yang berbeda dengan data aslinya tetapi terdapat kesamaan yaitu pada bulan april 2014 memiliki tingkatan yang sama apabila data diurut dari data paling tinggi.

## 5. SARAN

Berdasarkan penelitian ini terdapat beberapa saran yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Dalam skripsi ini masih banyak kekurangan, antara lain penulis terkendala oleh software yang digunakan dalam pengolahan data, sehingga skripsi ini masih sangat terbatas khususnya dalam mengaplikasikan model fungsi transfer yang membuat hasil yang dicapai belum maksimal.
2. Selain itu kurangnya referensi untuk model fungsi transfer apabila deret berkala memiliki suatu pola tertentu, sehingga membuat hasil yang diperoleh kurang akurat.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan lebih teliti dalam melakukan estimasi model dari model fungsi transfer, karena akan berpengaruh terhadap ketepatan peramalan.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arumugam, P. (2013). *Seasonal Time Series and Transfer Function modelling for Natural Rubber Forecasting in India*. [Online] . Tersedia: <http://ijcttjournal.org/Volume4/issue-5/IJCTT-V4I5P78.pdf>
- [2] Box, G.E.P., Jenkins, G.M., & Reinsel, G.C. (2008). *Time Series Analysis, Forecasting and Control*. Edisi Keempat. Canada: Wiley.
- [3] Chandra, I. (2015). *Bandung menurut Data Meteorologi*. [Online]. Diakses dari <http://indrachandra.staff.telkomuniversity.ac.id/2015/01/16/bandung/>
- [4] Chiogna, M. (2003). *Automatic Identification of Seasonal Transfer Function Models By Means of Iterative Stepwise and Genetic Algorithms* (Journal).
- [5] Cryer, J.D. & Chan, K.S. (2008). *Time Series Analysis with applications in R*. USA : Springer.
- [6] Hanke, J., & Wichern, D.W. (2009). *Business Forecasting*. Ninth edition. The University of California: Pearson.
- [7] Makridakis, S., Wheelwright, S.C., & McGee, V.E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Alih Bahasa Ir. Untung Sus Andriyanto, M.Sc. dan Ir. Abdul Basith, M.Sc. Jakarta: Erlangga.
- [8] Pradipta, N.S. (2013). *Analisis Pengaruh Curah Hujan di Kota Medan, Jurnal: Saintia Matematika*, 1(5), hlm. 459-468.
- [9] Rifah, F.N. (2012). *Penerapan Model Fungsi Transfer Multivariat Untuk Meramalkan Jumlah Kedatangan Wisatawan Asing Ke Indonesia*. (Skripsi). Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- [10] Rosadi, D. (2012). *Ekonometrika & Analisis Runtun Waktu Terapan dengan Eviews*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [11] Santoso, S. (2009). *Bussiness Forecasting Metode Peramalan Bisnis masa Kini dengan Minitab dan SPSS*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [12] Siswanti, K.Y. (2011). *Model Fungsi Transfer Multivariat dan Aplikasinya Untuk Meramalkan Curah Hujan di Kota Yogyakarta*. (Skripsi). Fakultas

Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta.

- [13] Soejoeti, Z. (1987). *Analisis Runtun Waktu*. Jakarta: Karunika Jakarta Universitas Terbuka.
- [14] Tjasyono, B. (1987). *Iklm dan Lingkungan*. Bandung: PT Cendekia Jaya Utama.
- [15] Washil, A. (2008). *Model Non Multiplikatif Pada Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)*. (Skripsi). Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- [16] Wei, W.W.S. (2006). *Time Series Analysis*. New York : Pearson Education, Inc.