

PERAMALAN JUMLAH KUNJUNGAN WISATAWAN MANCANEGERA DI KEPULAUAN RIAU DENGAN MENGGUNAKAN MODEL FUNGSI TRANSFER

Tamura Rolasnirohatta S¹, Rukun Santoso², Alan Prahutama³

^{1,2,3} Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro
e-mail : tamurasiahaan7@gmail.com

ABSTRACT

Transfer function models is a data analysis model that combines time series and causal approach, in another words, transfer function models is a method that illustrates that the predicted value in the future is affected by the past value time series and based on one or more related time series. In this research, an analysis of the number of tourist arrival and rainfall in several regions in Kepulauan Riau from January 2013 until December 2017 was aimed at obtaining a transfer function model and forecasting the number of tourist arrival in several regions of the Kepulauan Riau for next periods. Based on the result of the analysis, rainfall in Tanjung Pinang does not affect the visit of tourist with the values of MAPE is 13,63494%. Rainfall in Batam also does not affect the visit of tourist with the values of MAPE is 7,977151%. While in Tanjung Balai Karimun, tourist arrivals was affected by rainfall with the values of MAPE is 10,32777%.

Keywords: Rainfall, Transfer Function Model, Tourist.

1. PENDAHULUAN

Pariwisata merupakan salah satu jenis industri yang mampu mempercepat pertumbuhan ekonomi dan penyediaan lapangan kerja, peningkatan penghasilan, standar hidup serta menstimuli sektor-sektor produktif lainnya. Oleh karena itu, pemerintah daerah harus mengupayakan pengembangan potensi objek-objek wisata yang ada sehingga dapat menarik wisatawan untuk berkunjung ke objek wisata tersebut.

Kepulauan Riau merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang berdekatan dengan negara Singapura dan Malaysia sehingga Kepulauan Riau menjadi salah satu destinasi pariwisata favorit bagi wisatawan mancanegara terutama wisatawan berkebangsaan Singapura dan Malaysia. Kunjungan wisatawan mancanegara ternyata dipengaruhi beberapa factor, salah satunya adalah faktor curah hujan.

Model fungsi transfer merupakan metode yang menggambarkan bahwa nilai prediksi masa depan dari suatu deret waktu (disebut deret *output*) didasarkan pada nilai-nilai masa lalu dari deret waktu itu sendiri dan didasarkan pada satu atau lebih deret waktu yang berhubungan (disebut deret *input*). Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan, penulis tertarik untuk membahas secara lebih lanjut mengenai model fungsi transfer dengan membuat algoritma dan program dalam program R serta menerapkan hasilnya pada data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara dan curah hujan di beberapa daerah di Kepulauan Riau.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Peramalan

Peramalan merupakan suatu kegiatan memprediksi yang akan terjadi di masa yang akan datang. Menurut Soejoeti (1987), peramalan adalah salah satu unsur yang sangat penting dalam pengambilan keputusan, sebab efektif tidaknya suatu keputusan umumnya tergantung pada beberapa faktor yang tidak dapat dilihat pada waktu keputusan itu diambil.

2.2. Konsep Dasar *Time Series*

Salah satu ciri dalam pembentukan model time series adalah mengasumsikan data dalam keadaan stasioner, baik stasioner dalam mean maupun stasioner dalam varian. Uji stasioner data dalam mean dapat menggunakan uji Dickey Fuller. Pada data yang tidak

stasioner dalam mean perlu dilakukan pembedaan (*differencing*). Secara umum, differencing orde ke- d ditulis sebagai berikut (Wei, 2006):

$$\Delta^d Z_t = (1 - B)^d Z_t$$

Uji stasioner data dalam varian dapat menggunakan transformasi *Box-Cox* yang dirumuskan sebagai berikut (Wei, 2006):

$$T(Z_t) = \begin{cases} \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda} & \lambda \neq 0 \\ \lim_{\lambda \rightarrow 0} \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda} = \ln(Z_t) & \lambda = 0 \end{cases}$$

Suatu proses (Z_t) yang stasioner akan terdapat nilai rata-rata dan varian yang konstan, yaitu mean $E(Z_t) = \mu$, dan varian $var(Z_t) = E(Z_t - \mu)^2 = \sigma_z^2$ dan kovarian $Cov(Z_t, Z_{t+k})$. Kovarian antara Z_t dan Z_{t+k} adalah sebagai berikut :

$$\gamma_k = cov(Z_t, Z_{t+k}) = E(Z_t - \mu)((Z_{t+k} - \mu))$$

Sedangkan autokorelasi antara Z_t dan Z_{t+k} didefinisikan sebagai:

$$\rho_k = \frac{Cov(Z_t, Z_{t+k})}{\sqrt{var(Z_t)} \sqrt{var(Z_{t+k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$$

Selanjutnya, γ_k dinamakan fungsi autokovariansi dan ρ_k dinamakan fungsi autokorelasi (ACF). Ukuran korelasi yang lain pada analisis time series adalah fungsi autokorelasi parsial (PACF). Nilai PACF dinyatakan sebagai berikut (Soejoeti, 1987):

$$\phi_{kk} = \frac{P_k^*}{P_k}$$

2.3. Model Time Series ARIMA

Menurut Wei (2006), beberapa model *time series* dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Model *Autoregressive* orde p atau AR (p)
Bentuk umum dari model AR orde p adalah sebagai berikut:
 $Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t$
2. Model *Moving Average* (MA)
Bentuk umum dari model MA orde q adalah sebagai berikut:
 $Z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}$
3. Model *Autoregressive Moving Average* atau ARMA (p, q)
Bentuk umum dari model ARMA (p, q) adalah sebagai berikut:
 $Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}$
4. Model *Autoregressive Integrated Moving Average* atau ARIMA (p, d, q)
Bentuk umum dari model ARIMA (p, d, q) adalah sebagai berikut:
 $\phi_p(B)(1 - B)^d Z_t = \theta_q a_t$

Terdapat empat tahapan dalam pembentukan model ARIMA yaitu identifikasi model, estimasi parameter, uji signifikansi parameter dan uji diagnostik model yang terdiri dari uji *Ljung-Box* dan uji normalitas. Model terbaik dipilih berdasarkan nilai AIC terkecil (Wei, 2006).

2.4. Pemodelan Fungsi Transfer

Menurut Makridakis *et al.* (1988), model fungsi transfer adalah suatu model di mana terdapat deret berkala output, disebut Y_t , yang diperkirakan akan dipengaruhi oleh deret berkala input, disebut X_t , dan input-input lain yang digabungkan dalam suatu kelompok yang disebut gangguan (noise). Model umum dari fungsi transfer adalah:

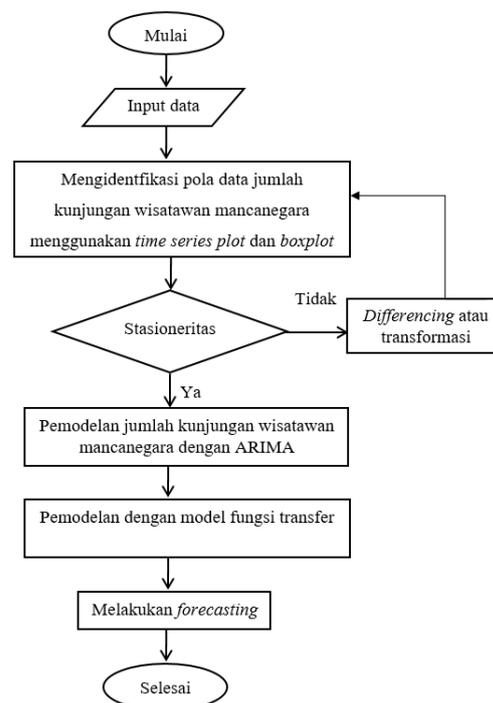
$$y_t = \frac{\omega_s(B)}{\delta_r(B)} x_t + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t$$

Tahap-tahap dalam pembentukan model fungsi transfer adalah:

1. Persiapkan deret *input* dan deret *output*.
2. *Prewhitening* deret *input* dan *prewhitening* deret *output*.
3. Perhitungan fungsi korelasi silang.
4. Penetapan b, s, r untuk model fungsi transfer.
5. Penetapan model fungsi transfer.
6. Estimasi parameter model fungsi transfer.
7. Uji diagnostik model fungsi transfer.
8. Pemilihan model fungsi transfer terbaik berdasarkan nilai AIC terkecil, lalu melakukan peramalan.

3. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan merupakan data data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Kepulauan Riau tentang data bulanan kunjungan wisatawan mancanegara (jiwa) dan data sekunder yang diperoleh dari www.bmkg.go.id tentang data bulanan curah hujan (mm) di 3 daerah di Kepulauan Riau yaitu kota Batam, Tanjung Pinang dan Tanjung Balai Karimun periode Januari 2013 sampai Desember 2017. Langkah-langkah analisis dapat digambarkan melalui diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1 Diagram Alir Tahapan Metode Model Fungsi Transfer

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pemodelan ARIMA Wisatawan Mancanegara

a. Wisatawan Mancanegara di Tanjung Pinang

Setelah dilakukan uji stasioneritas dalam mean dan varian, lalu mengidentifikasi model, selanjutnya melakukan uji signifikansi parameter, uji independensi residual dan uji normalitas residual model, maka model ARIMA (0,1,1) dipilih sebagai model terbaik untuk wisatawan mancanegara di Tanjung Pinang dengan nilai AIC sebesar 1039,98. Model ARIMA (0,1,1) adalah sebagai berikut:

$$Z_t = 0,2941 Z_{t-1} + 0,1245 Z_{t-2} + 0,5814 Z_{t-3} + a_t$$

b. Pemodelan ARIMA Wisatawan Mancanegara di Batam

Setelah dilakukan uji stasioneritas dalam mean dan varian, lalu mengidentifikasi model, selanjutnya melakukan uji signifikansi parameter, uji independensi residual dan uji normalitas residual model, maka model ARIMA (2,1,0) dipilih sebagai model terbaik untuk wisatawan mancanegara di Batam dengan nilai AIC sebesar 1299,88. Model ARIMA (2,1,0) adalah sebagai berikut:

$$Z_t = 0,3252 Z_{t-1} + 0,21783 Z_{t-2} + 0,45697 Z_{t-3} + a_t$$

c. Pemodelan ARIMA Wisatawan Mancanegara di Tanjung Balai Karimun

Setelah dilakukan uji stasioneritas dalam mean dan varian, lalu mengidentifikasi model, selanjutnya melakukan uji signifikansi parameter, uji independensi residual dan uji normalitas residual model, maka model ARIMA (2,1,0) dipilih sebagai model terbaik untuk wisatawan mancanegara di Tanjung Balai Karimun dengan nilai AIC sebesar 995,97. Model ARIMA (2,1,0) adalah sebagai berikut:

$$Z_t = 0,26307 Z_{t-1} + 0,39862 Z_{t-2} + 0,22831 Z_{t-3} + a_t$$

4.2. Model Fungsi Transfer

1. Model Fungsi Transfer Tanjung Pinang

a. Pemodelan ARIMA Curah Hujan di Tanjung Pinang

Setelah dilakukan uji stasioneritas dalam mean dan varian, lalu mengidentifikasi model, selanjutnya melakukan uji signifikansi parameter, uji independensi residual dan uji normalitas residual model, maka model ARIMA (0,1,1) dipilih sebagai model terbaik untuk curah hujan di Tanjung Pinang dengan nilai AIC sebesar 763,36. Model ARIMA (0,1,1) adalah sebagai berikut:

$$X_{1t} = X_{1t-1} + a_{1t} + 0,7027 a_{1t-1}$$

b. Pemodelan Fungsi Transfer Tanjung Pinang

✓ *Prewhitening* deret *input*

Model *prewhitening* deret *input* curah hujan di Tanjung Pinang adalah sebagai berikut:

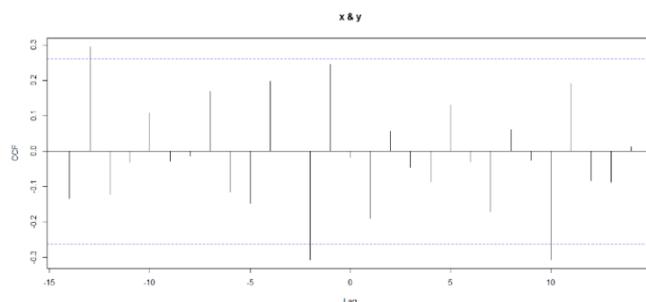
$$\alpha_{1,t} = X_{1,t} - X_{1,t-1} - 0,7027 \alpha_{1,t-1}$$

✓ *Prewhitening* deret *output*

Model *prewhitening* deret *output* dengan variabel *input* curah hujan di Tanjung Pinang adalah sebagai berikut:

$$\beta_{1,t} = Y_{1,t} - Y_{1,t-1} - 0,7027 \beta_{1,t-1}$$

✓ Pembentukan fungsi korelasi silang (*Cross Correlation Function*)



Gambar 2 Plot CCF Jumlah Wisatawan Mancanegara dan Curah Hujan di Tanjung Pinang

✓ Penetapan orde b, s, r dan penaksiran awal deret gangguan

Berdasarkan Gambar 2, maka diperoleh nilai $b = 1$, $r = 2$ dan $s = 1$. Model fungsi transfer sementara adalah sebagai berikut:

$$y_{1,t} = \frac{(\omega_0 - \omega_1 B)}{(1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2)} x_{1,t-1} + noise$$

Tahapan selanjutnya adalah menghitung taksiran awal komponen *noise* dari model fungsi transfer. Setelah dilakukan uji stasioneritas dalam mean dan varian, lalu mengidentifikasi model, selanjutnya melakukan uji signifikansi parameter, uji independensi residual dan uji normalitas residual model, maka model ARIMA (2,1,0) dipilih sebagai model terbaik untuk model deret *noise* di Tanjung Pinang dengan nilai AIC sebesar 992,49. Maka diperoleh model fungsi transfer untuk Tanjung Pinang adalah sebagai berikut:

$$Y_{1,t} = Y_{1,t-1} + \frac{a_{1,t}}{(1 + 0,6702B + 0,4131B^2)}$$

✓ Peramalan

Berdasarkan model fungsi transfer, diperoleh hasil peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil Ramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara di Tanjung Pinang

Periode	Peramalan
Januari 2018	11684
Februari 2018	11333
Maret 2018	13147
April 2018	12071
Mei 2018	11776
Juni 2018	12610
Juli 2018	12193
Agustus 2018	12002
September 2018	12379
Oktober 2018	12224
November 2018	12115
Desember 2018	12282

2. Model Fungsi Transfer Batam

a. Pemodelan ARIMA Curah Hujan di Batam

Setelah dilakukan uji stasioneritas dalam mean dan varian, lalu mengidentifikasi model, selanjutnya melakukan uji signifikansi parameter, uji independensi residual dan uji normalitas residual model, maka model ARIMA (0,1,1) dipilih sebagai model terbaik

untuk curah hujan di Batam dengan nilai AIC sebesar 731,45. Model ARIMA (0,1,1) adalah sebagai berikut:

$$X_{2,t} = X_{2,t-1} + a_{2,t} + 0,9133a_{2,t-1}$$

b. Pemodelan Fungsi Transfer Batam

✓ *Prewhitening* deret *input*

Model *prewhitening* deret *input* curah hujan di Batam adalah sebagai berikut:

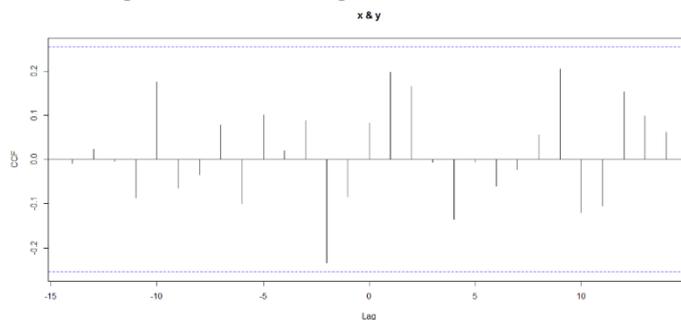
$$\alpha_{2,t} = X_{2,t} - X_{2,t-1} - 0,9133\alpha_{2,t-1}$$

✓ *Prewhitening* deret *output*

Model *prewhitening* deret *output* dengan variabel *input* curah hujan di Batam adalah sebagai berikut:

$$\beta_{2,t} = Y_{2,t} - Y_{2,t-1} - 0,9133\beta_{2,t-1}$$

✓ Pembentukan fungsi korelasi silang (*Cross Correlation Function*)



Gambar 3 Plot CCF Jumlah Wisatawan Mancanegara dan Curah Hujan di Batam

✓ Penetapan orde b, s, r dan penaksiran awal deret gangguan

Berdasarkan Gambar 3, maka diperoleh nilai $b = 1$, $r = 2$ dan $s = 1$. Model fungsi transfer sementara adalah sebagai berikut:

$$y_{2,t} = \frac{(\omega_0 - \omega_1 B)}{(1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2)} x_{2,t-1} + noise$$

Tahapan selanjutnya adalah menghitung taksiran awal komponen *noise* dari model fungsi transfer. Setelah dilakukan uji stasioneritas dalam mean dan varian, lalu mengidentifikasi model, selanjutnya melakukan uji signifikansi parameter, uji independensi residual dan uji normalitas residual model, maka model ARIMA (0,1,1) dipilih sebagai model terbaik untuk model deret *noise* di Batam dengan nilai AIC sebesar 1836,64. Maka diperoleh model fungsi transfer untuk Batam adalah sebagai berikut:

$$Y_{2,t} = Y_{2,t-1} + a_{2,t} + a_{2,t-1}$$

✓ Peramalan

Berdasarkan model fungsi transfer, diperoleh hasil peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara di Batam sebagai berikut:

Tabel 2 Hasil Ramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara di Batam

Periode	Peramalan
Januari 2018	127384

Februari 2018	129595
Maret 2018	139715
April 2018	131876
Mei 2018	132541
Juni 2018	135674
Juli 2018	133256
Agustus 2018	133456
September 2018	134426
Oktober 2018	133680
November 2018	133740
Desember 2018	134041

3. Model Fungsi Transfer Tanjung Balai Karimun

a. Pemodelan ARIMA Curah Hujan di Tanjung Balai Karimun

Setelah dilakukan uji stasioneritas dalam mean dan varian, lalu mengidentifikasi model, selanjutnya melakukan uji signifikansi parameter, uji independensi residual dan uji normalitas residual model, maka model ARIMA (4,1,0) dipilih sebagai model terbaik untuk curah hujan di Tanjung Balai Karimun dengan nilai AIC sebesar 697,41. Model ARIMA (4,1,0) adalah sebagai berikut:

$$X_{3,t} = 0,7235 X_{3,t-1} - 0,0634 X_{3,t-2} + 0,02454 X_{3,t-3} - 0,0044 X_{3,t-4} + 0,3198 X_{3,t-5} + a_{3,t}$$

b. Pemodelan Fungsi Transfer Tanjung Balai Karimun

✓ *Prewhitening* deret *input*

Model *prewhitening* deret *input* curah hujan di Tanjung Balai Karimun adalah sebagai berikut:

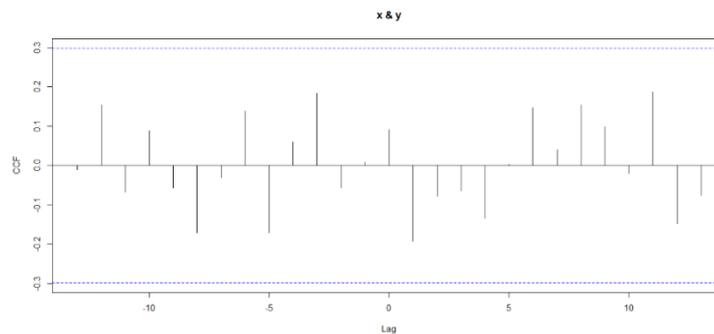
$$\alpha_{3,t} = X_{3,t} - 0,7235 X_{3,t-1} + 0,0634 X_{3,t-2} - 0,02454 X_{3,t-3} + 0,0044 X_{3,t-4} - 0,3198 X_{3,t-5}$$

✓ *Prewhitening* deret *output*

Model *prewhitening* deret *output* dengan variabel *input* curah hujan di Tanjung Balai Karimun adalah sebagai berikut:

$$\beta_{3,t} = Y_{3,t} - 0,7235 Y_{3,t-1} + 0,0634 Y_{3,t-2} - 0,02454 Y_{3,t-3} + 0,0044 Y_{3,t-4} - 0,3198 Y_{3,t-5}$$

✓ Pembentukan fungsi korelasi silang (*Cross Correlation Function*)



Gambar 4 Plot CCF Jumlah Wisatawan Mancanegara dan Curah Hujan di Tanjung Balai Karimun

- ✓ Penetapan orde b , s , r dan penaksiran awal deret gangguan
Berdasarkan Gambar 4, maka diperoleh nilai $b = 1$, $r = 0$ dan $s = 1$. Model fungsi transfer sementara adalah sebagai berikut:

$$y_{3,t} = (\omega_0 - \omega_1 B)x_{3,t-1} + noise$$

Tahapan selanjutnya adalah menghitung taksiran awal komponen *noise* dari model fungsi transfer. Setelah dilakukan uji stasioneritas dalam mean dan varian, lalu mengidentifikasi model, selanjutnya melakukan uji signifikansi parameter, uji independensi residual dan uji normalitas residual model, maka model ARIMA (0,1,1) dipilih sebagai model terbaik untuk model deret *noise* di Tanjung Balai Karimun dengan nilai AIC sebesar 938,3. Maka diperoleh model fungsi transfer untuk Tanjung Balai Karimun adalah sebagai berikut:

$$Y_{3,t} = Y_{3,t-1} + \omega_0 x_{3,t-1} - \omega_1 x_{3,t-2} + a_{3,t} + (0,6974)a_{3,t-1}$$

- ✓ Peramalan
Berdasarkan model fungsi transfer, diperoleh hasil peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara di Tanjung Balai Karimun sebagai berikut:

Tabel 3 Hasil Ramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara di Tanjung Balai Karimun

Periode	Peramalan
Januari 2018	11684
Februari 2018	11333
Maret 2018	13147
April 2018	12071
Mei 2018	11776
Juni 2018	12610
Juli 2018	12193
Agustus 2018	12002

September 2018	12379
Oktober 2018	12224
November 2018	12115
Desember 2018	12282

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Model peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara di Tanjung Pinang dengan menggunakan model fungsi transfer dengan variabel *input* curah hujan adalah sebagai berikut:

$$Y_{1,t} = Y_{1,t-1} + \frac{a_{1,t}}{(1+0.6702B+0.4131B^2)}$$

2. Hasil peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara di Tanjung Pinang dengan menggunakan model fungsi transfer dengan variabel *input* curah hujan periode Januari 2018 hingga Desember 2018 dapat dikatakan baik karena memiliki nilai MAPE sebesar 13,63494%.
3. Model peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara di Batam dengan menggunakan model fungsi transfer dengan variabel *input* curah hujan adalah sebagai berikut:

$$Y_{2,t} = Y_{2,t-1} + a_{2,t} + a_{2,t-1}$$

4. Hasil peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara di Batam dengan menggunakan model fungsi transfer dengan variabel *input* curah hujan periode Januari 2018-Desember 2018 dapat dikatakan sangat baik karena memiliki nilai MAPE sebesar 7,977151%.
5. Model peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara di Tanjung Balai Karimun dengan menggunakan model fungsi transfer dengan variabel *input* curah hujan adalah sebagai berikut:

$$Y_{3,t} = Y_{3,t-1} + \omega_0 x_{3,t-1} - \omega_1 x_{3,t-2} + a_{3,t} + (0,6974)a_{3,t-1}$$

6. Hasil peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara di Tanjung Balai Karimun dengan menggunakan model fungsi transfer dengan variabel *input* curah hujan periode Januari 2018-Desember 2018 dapat dikatakan baik karena memiliki nilai MAPE sebesar 10,32777%.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. (2016). *Kota Batam Dalam Angka*. Batam.
- Gujarati, D. 2004. *Basic Econometric, Fourth Edition*. New York: The McGraw Hill.
- Indra, Mara, M.N., Martha, S. 2015. *Peramalan Curah Hujan di Kabupaten Kubu Raya dengan Menggunakan Model Fungsi Transfer Multivariat*. Bimaster Vol. 04. No.3
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., McGee, V. E. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Edisi kedua. Jakarta : Bina Aksara.
- Megawati, F. (2015). *Peramalan Tinggi Gelombang Berdasarkan Kecepatan Angin di Perairan Pesisir Semarang Menggunakan Model Fungsi Transfer*. Jurnal Gaussian Vol. 4. No.4.

- Rosadi, D. 2012. *Ekonometrika & Analisis Time series Terapan dengan Eviews (Aplikasi untuk Bidang Ekonom, bisnis dan keuangan)*. Andi : Yogyakarta.
- Siswanti, K.Y. (2011). *Model Fungsi Transfer Multivariat dan Aplikasinya untuk Meramalkan Curah Hujan di Kota Yogyakarta*. Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Soejoeti, Z. 1987. *Analisis Time Series*. Jakarta : Karunika.
- Wei, W.W.S. 2006. *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods Second Edition*. New York: Pearson Inc.