

PERAMALAN JUMLAH KUNJUNGAN WISATAWAN MANCANEGARA YANG BEKUNJUNG KE BALI MENGGUNAKAN FUNGSI TRANSFER

I Ketut Putra Adnyana^{1§}, I Wayan Sumarjaya^{2§}, I Komang Gde Sukarsa³

¹Jurusan Matematika, Fakultas FMIPA – Universitas Udayana [Email: adnyanaputra63@gmail.com]

²Jurusan Matematika, Fakultas FMIPA – Universitas Udayana [Email: sumarjaya@unud.ac.id]

³Jurusan Matematika, Fakultas FMIPA – Universitas Udayana [Email: sukarsakomang@yahoo.com]

[§]Corresponding Author

ABSTRACT

The aim of this research is to model and forecast the number of tourist arrivals to Bali using transfer function model based on exchange rate USD to IDR from January 2009 to December 2015. Transfer function model is a multivariate time series model which can be used to identify the effect of the exchange rate to the number of tourist arrivals to Bali. The first stage in transfer function modeling is identification of ARIMA model in exchange rate USD to IDR variable. The best ARIMA model is chosen based on the smallest Akaike information criterion (AIC). The next stage are as follows identification of transfer function model, estimation of transfer function model, and diagnostic checking for transfer function model. The estimated transfer function model suggests that the number of tourist arrivals to Bali is affected by the exchange rate of the previous eight months. The mean absolute percentage error (MAPE) is equal of the forecasting model to 9,62%.

Keywords: ARIMA, Transfer Function Model, Exchange Rate, Tourist Arrivals to Bali.

1. PENDAHULUAN

Peramalan adalah kegiatan untuk memperkirakan hal-hal yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Peramalan pada umumnya digunakan untuk memprediksi sesuatu yang kemungkinan besar akan terjadi pada masa depan, menggunakan informasi data-data pada masa lalu. Untuk mendapatkan hasil ramalan yang baik maka diperlukan model yang tepat dari data yang dianalisis. Pemilihan metode peramalan harus dilakukan dengan teliti agar tingkat keakuratan hasil ramalan bisa dipertanggungjawabkan.

Deret waktu (*time series*) adalah analisis yang mempertimbangkan pengaruh waktu secara beruntun. Data-data yang dikumpulkan berdasarkan urutan waktu seperti, jam, hari, minggu, bulan, kuartal, dan tahun dapat dianalisis menggunakan metode deret waktu. Data deret waktu dapat dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan untuk memperkirakan kejadian yang terjadi di masa yang akan datang.

Analisis deret waktu tidak hanya dapat dilakukan untuk satu variabel (univariat) tetapi juga dapat dilakukan lebih dari satu variabel (multivariat).

Model deret waktu yang paling populer dan banyak digunakan dalam peramalan deret waktu adalah model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Model ARIMA merupakan gabungan dari metode pemulusan, metode regresi, dan metode dekomposisi yang digunakan untuk peramalan deret waktu model univariat. Untuk data deret waktu berganda tidak dapat dilakukan analisis menggunakan model ARIMA, oleh karena itu diperlukan model-model multivariat. Analisis deret waktu model multivariat antara lain model fungsi transfer (*transfer function model*), analisis intervensi (*intervention analysis*), *Fourier analysis*, analisis spectral, dan *vector time series models* (Wei, 2006).

Model fungsi transfer merupakan metode peramalan yang menggabungkan beberapa karakteristik dari model-model ARIMA dan

beberapa karakteristik analisis regresi. Tujuan dari model fungsi transfer adalah untuk mengidentifikasi dan menduga parameter fungsi transfer serta pengaruh lain yang disebut dengan gangguan yang ada berdasarkan pada nilai variabel takbebas dan variabel bebasnya (Wei, 2006). Model fungsi transfer dapat digunakan untuk mendapatkan penentuan ramalan ke depan secara simultan, salah satunya pada bidang pariwisata.

Pariwisata merupakan salah satu sektor utama dalam meningkatkan ekonomi pada suatu negara. Salah satu daerah di Indonesia yang mendapatkan imbas dari sektor pariwisata adalah Bali. Bali merupakan salah satu provinsi Indonesia yang berkembang dominan pada sektor pariwisata. Sebagian besar pendapatan penduduk Bali berasal dari industri pariwisata, sehingga tidak mengherankan industri pariwisata di Bali menjadi pilar pertumbuhan ekonomi. Mengingat semakin mudah promosi yang bisa dilakukan dengan kemajuan teknologi sekarang, sangat mungkin pariwisata di Bali akan berkembang sehingga dapat meningkatkan jumlah kunjungan wisatawan.

Motivasi seseorang dalam melakukan perjalanan wisata sangat dipengaruhi oleh pendapatan, harga atau kurs, kualitas, hubungan politik antara dua negara, perubahan cuaca atau iklim, peraturan pemerintah, dan teknologi pengangkutan atau transportasi (Yoeti, 1985, p. 69). Kurs atau nilai tukar sangat berpengaruh dalam perjalanan wisata, seseorang akan mempertimbangkan perjalanan wisata terkait dengan kurs. Dengan demikian persiapan dalam melakukan perjalanan wisata terhadap biaya yang dikeluarkan dan harga-harga pariwisata dapat dipertimbangkan. Semakin besar nilai tukar mata uang suatu negara terhadap rupiah, maka kecenderungan warga negara tersebut untuk melakukan perjalanan wisata semakin besar.

Penelitian yang telah dilakukan mengenai metode fungsi transfer adalah pemodelan jumlah penderita HIV/AIDS terkait kunjungan wisatawan di Kabupaten Badung dan Kota Denpasar (Wiradarma, 2011) dan penelitian yang dilakukan oleh Hasanah (2015) yaitu pada

pemodelan hubungan curah hujan dengan suhu dan kelembapan untuk meminimalkan kerugian yang diakibatkan bencana banjir.

Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan dan memprediksi jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Bali menggunakan fungsi transfer. Peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Bali dilakukan berdasarkan nilai tukar (kurs) USD terhadap IDR.

2. KAJIAN PUSTAKA

Model Box – Jenkins (ARIMA)

Model ARIMA merupakan gabungan dari model ARMA (p, q) dan proses *differencing*, yaitu

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

dengan $(B)(1-B)^d Z_t$ merupakan deret pembeda sedangkan p, d , dan q adalah bilangan bulat yang lebih besar atau sama dengan nol. Notasi p menunjukkan orde autoregresif (AR), d menunjukkan orde *differencing*, dan q menunjukkan orde rerata bergerak (MA). Oleh karena itu secara umum model ini dinotasikan dengan ARIMA(p, d, q).

Fungsi Korelasi Silang

Fungsi korelasi silang digunakan untuk mengukur pengaruh dan arah antara dua variabel acak. Menurut Wei (2006, p. 326) fungsi korelasi silang dinyatakan pada persamaan berikut:

$$\rho_{xy}(k) = \frac{\gamma_{xy}(k)}{\sigma_x \sigma_y} \quad (2)$$

dengan $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$

Notasi $\gamma_{xy}(k)$ menyatakan kovarians silang dari variabel x dan y , σ_x adalah simpangan baku dari variabel bebas dan σ_y adalah simpangan baku dari variabel takbebas.

Fungsi Transfer

Tujuan pemodelan fungsi transfer adalah untuk menetapkan model yang sederhana yang menghubungkan y_t dengan x_t dan n_t . Analisis fungsi transfer dilakukan melalui beberapa tahap yaitu: tahap identifikasi model,

pendugaan model fungsi transfer, dan pengujian diagnostik model. Menurut Wei (2006, p. 322), model fungsi transfer secara umum dilambangkan sebagai berikut:

$$y_t = v(B)x_t + n_t, \quad (3)$$

dengan y_t merupakan deret *output*, x_t merupakan deret *input*, n_t adalah pengaruh kombinasi dari seluruh faktor yang memengaruhi y_t (*noise*), dan $v(B)$ adalah koefisien pada model fungsi transfer dan disebut *response impulse*. Koefisien $v(B)$ terdiri atas $v_0, v_1, v_2, \dots, v_k$, sedangkan k adalah orde fungsi transfer. Dalam fungsi transfer $v(B)$ dapat ditulis dalam bentuk:

$$v(B) = \frac{\omega_s(B)B^b}{\delta_r(B)} \quad (4)$$

dengan

$$\omega_s(B) = \omega_0 - \omega_1 B - \dots - \omega_s B^s,$$

$$\delta_r(B) = 1 - \delta_1(B) - \dots - \delta_r B^r,$$

dan b merupakan parameter kelambatan yang menggambarkan *lag* sebelum mendapatkan reaksi dari variabel bebas terhadap variabel takbebas.

Persamaan (3) dapat berubah sesuai dengan nilai b, s , dan nilai r pada fungsi transfer. Menurut Wei (2006, p. 324) beberapa aturan yang dapat digunakan untuk menduga nilai b, s, r dari suatu fungsi transfer:

- Nilai b menyatakan bahwa y_t tidak dipengaruhi oleh x_t sampai periode $t + b$. Besarnya b dapat ditentukan dari *lag* yang pertama kali signifikan pada plot korelasi silang.
- Nilai s menyatakan berapa lama deret *output* y_t secara terus menerus dipengaruhi oleh $x_{t-b-1}, x_{t-b-2}, \dots, x_{t-b-s}$ sehingga dapat dikatakan bahwa nilai s adalah bilangan pada *lag* plot korelasi silang sebelum terjadinya pola menurun.
- Nilai r menyatakan bahwa y_t dipengaruhi oleh nilai-nilai masa lalu dari y_t yaitu $y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-r}$.

Identifikasi Model Fungsi Transfer

Identifikasi model fungsi transfer dilakukan melalui beberapa tahap. Wei (2006, p. 331)

menyatakan tahap-tahap identifikasi model fungsi transfer antara lain sebagai berikut:

- Membuat deret masukan (*input*) menjadi *white noise*, dinotasikan dengan α_t dengan persamaan

$$\alpha_t = \frac{\phi_x(B)}{\theta_x(B)} x_t, \quad (5)$$

dengan α_t adalah deret *white noise* dengan rata-rata nol dan nilai varians σ_α^2 .

- Menghitung deret *output* dengan membuatnya menjadi *white noise* dengan model seperti di bawah ini:

$$\beta_t = \frac{\phi_x(B)}{\theta_x(B)} y_t, \quad (6)$$

- Menghitung nilai korelasi silang $\hat{\rho}_{\alpha\beta}(k)$ antara α_t dan β_t untuk menduga v_k , dengan persamaan berikut:

$$\hat{v}_k = \frac{\hat{\sigma}_\beta}{\hat{\sigma}_\alpha} \hat{\rho}_{\alpha\beta}(k). \quad (7)$$

- Mengidentifikasi b , untuk menduga nilai $v(B)$ dengan fungsi berikut:

$$\hat{v}(B) = \frac{\hat{\omega}(B)}{\hat{\delta}(B)} B^b. \quad (8)$$

Untuk mengidentifikasi model *noise*, perhitungan nilai duga deret *noise* dilambangkan sebagai

$$\hat{n}_t = y_t - \hat{v}(B)x_t = y_t - \frac{\hat{\omega}(B)}{\hat{\delta}(B)} B^b x_t. \quad (9)$$

Kesesuaian model untuk *noise* dapat diidentifikasi dengan menguji sampel ACF dan PACF-nya atau dengan deret waktu univariat seperti pada persamaan berikut

$$\phi(B)n_t = \theta(B)\alpha_t. \quad (10)$$

Diagnostik Fungsi Transfer

Diagnostik model fungsi transfer dilakukan untuk menguji validitas model. Secara umum langkah-langkah diagnostik model fungsi transfer adalah sebagai berikut:

- Pemeriksaan Autokorelasi Residual Model
Abraham dan Ledolter (1983, p. 344) menjelaskan bahwa pemeriksaan nilai residual dilakukan untuk mengetahui apakah nilai residual tersebut masih berkorelasi atau tidak.
 - Hipotesis

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0; \quad (\text{tidak terdapat korelasi antara residual})$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \rho_j \neq 0, \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, k$$

b) Statistik Uji

$$Q_0 = m(m+2) \sum_{j=1}^K (m-j)^{-1} \hat{\rho}_a^2(j) \quad (11)$$

dengan Q_0 adalah statistik uji Ljung-Box, ρ merupakan autokorelasi, K menyatakan banyaknya sisaan dan m adalah banyaknya parameter yang diduga. Statistik Q_0 mengikuti distribusi $\chi^2(K-p-q)$ dengan p dan q adalah parameter dari model *noise*.

c) Kriteria pengambilan keputusan

Penolakan H_0 dilakukan jika statistik uji $Q_0 > \chi^2(K-p-q)$ atau penolakan H_0 juga dapat dilakukan dengan melihat *p-value*. Apabila *p-value* $< \alpha = 0,05$ maka tolak H_0 yang artinya antar residual masih berkorelasi.

2. Penghitungan korelasi silang residual dengan *input prewhitening*

Prewhitening merupakan proses merubah deret masukan (*input*) menjadi *white noise* yang tidak berkorelasi. Langkah yang digunakan untuk memeriksa apakah deret *input* bebas, dilakukan dengan memeriksa korelasi silang antara komponen *white noise* deret *noise* (n_t) dan deret *input* (α_t).

a) Hipotesis

H_0 : tidak terdapat korelasi antara *input* dan residual

H_1 : terdapat korelasi antara *input* dan residual

b) Statistik Uji

$$Q_1 = m(m+2) \sum_{j=0}^K (m-j)^{-1} \hat{\rho}_{a\hat{a}}^2(j) \quad (12)$$

dengan statistik Q_1 mengikuti distribusi $\chi^2(K+1-M)$, $m = n - t_0 + 1$ adalah banyak residual \hat{a}_t dan M adalah banyaknya parameter ω_s dan δ_r .

c) Kriteria pengambilan sampel

Penolakan H_0 dilakukan jika uji $Q_1 > \chi^2(k+1-M)$ atau penolakan H_0 juga bisa dilakukan dengan melihat *p-value*. Apabila *p-value* $< \alpha = 0,05$ maka tolak H_0 yang artinya terdapat korelasi antar *input* dan *output*.

3. METODE PENELITIAN

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data kunjungan

wisatawan mancanegara ke Bali (y_t) yang diperoleh dari DISPARDA Provinsi Bali, kurs USD terhadap IDR (x_t) yang diperoleh dari Bank Sentral Republik Indonesia (BI) pada situs www.bi.go.id. Data yang digunakan adalah data bulanan dari periode Januari 2009 – Desember 2015, dimana data *in-sampel* mulai Januari 2010 – Juni 2015 sebanyak 78 data, dan data *out-sampel* mulai Juli 2015 – Desember 2015 sebanyak 6 data.

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan deret *input* (kurs) dan *output* (jumlah wisatawan mancanegara);
2. Melakukan identifikasi pada plot data deret waktu, ACF, dan PACF dari deret *input* dan *output*. Dari ketiga plot ini, dapat dilihat apakah data yang ada telah stasioner atau belum. Jika tidak stasioner dalam *mean* maka dilakukan *differencing*, sedangkan jika tidak stasioner dalam varians maka dilakukan transformasi;
3. Menentukan model ARIMA untuk kurs;
4. Melakukan uji kesesuaian model dengan memenuhi asumsi *white noise* dan kenormalan.
5. Pemilihan model terbaik berdasarkan nilai AIC terkecil;
6. Melakukan *prewhitening* pada deret *input* untuk memperoleh α_t ;
7. Melakukan *prewhitening* pada deret *output* untuk memperoleh β_t ;
8. Menghitung korelasi silang antara deret *input* dan *output* yang telah di *prewhitening*;
9. Menaksir bobot fungsi transfer;
10. Menetapkan nilai (b,s,r) yang menghubungkan deret *input* dan *output* untuk menduga model fungsi transfer;
11. Identifikasi deret *noise*;
12. Menetapkan (p_n, q_n) untuk model ARIMA $(p_n, 0, q_n)$ dari deret *noise* n_t ;
13. Penaksiran parameter model fungsi transfer;
14. Uji diagnostik model fungsi transfer dengan menghitung autokorelasi untuk nilai sisa model (b,s,r) yang menghubungkan deret

output dan deret *input* dan menghitung korelasi silang antara nilai sisa dengan residual (a_t) yang telah di *prewhitening*;

- Meramalkan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Bali pada bulan Januari 2016 sampai Juni 2016 menggunakan fungsi transfer.

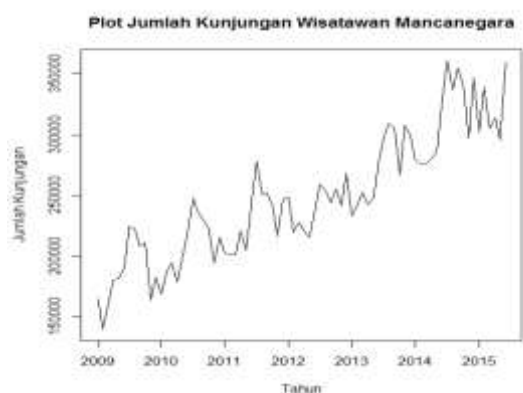
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Data Deret Waktu

Pada tahap ini, yang harus dilakukan yaitu membuat plot deret waktu dari deret *input* yaitu kurs dan deret *output* yaitu jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Bali dari bulan Januari 2009 sampai Juni 2015. Langkah ini dilakukan untuk menunjukkan secara deskriptif bahwa data yang dianalisis adalah data berpola tren dan musiman. Hasil plot data kurs dan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Bali dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.

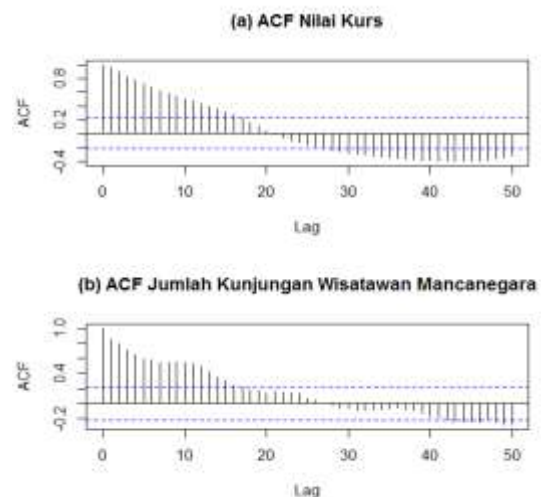


Gambar 1. Plot data kurs USD terhadap IDR



Gambar 2. Plot data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Bali

Berdasarkan Gambar 1 dan Gambar 2, terlihat bahwa data kurs dan jumlah kunjungan wisatawan ke Bali mengandung tren dan musiman. Gambar 1 menjelaskan bahwa nilai kurs mengalami tren menurun dari awal tahun 2009 sampai pertengahan tahun 2011, sedangkan menjelang tahun 2012 terjadi tren naik sampai akhir tahun 2015. Gambar 2 menjelaskan bahwa data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Bali yang cenderung meningkat setiap bulan, sedangkan pola musiman dilihat dari data pada setiap akhir tahun yang cenderung lebih besar pada tahun berikutnya.



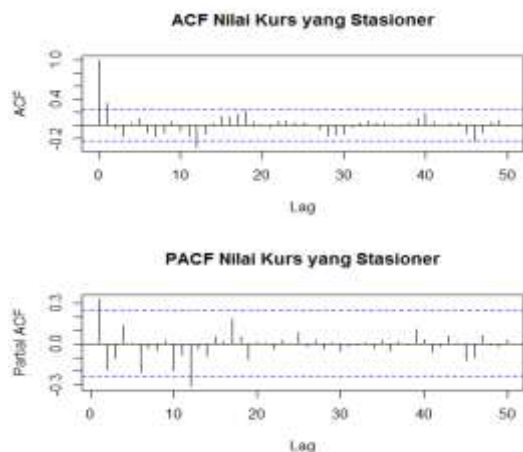
Gambar 3. (a) ACF Nilai Kurs dan (b) Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa plot ACF cenderung turun lambat menuju nol, hal ini berarti bahwa pada data deret waktu nilai kurs dan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Bali tidak stasioner dalam mean, sehingga perlu dilakukan *differencing* terhadap tren dan musiman. Setelah kedua data deret *input* dan *output* stasioner, selanjutnya dilakukan penentuan orde model ARIMA untuk kurs.

Penentuan Model Arima untuk Kurs

Model dan orde ARIMA ditentukan dengan menghitung nilai ACF dan PACF dari data yang telah stasioner, yaitu data kurs yang telah di-*differencing* terhadap tren dan musiman. Selanjutnya ditentukan orde dari AR dan MA

nonmusiman serta menentukan orde dari AR dan MA musiman (*seasonal*). Dalam model, AR musiman biasanya ditulis dengan SAR dan MA musiman ditulis dengan SMA. Untuk menentukan orde masing-masing model, bisa dilihat pada plot ACF dan PACF pada Gambar 4.



Gambar 4. Plot ACF dan PACF data Kurs yang Stasioner

Dari plot ACF dan PACF data kurs yang stasioner, dipilih salah satu model terbaik berdasarkan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC) terkecil. Nilai AIC dari setiap model-model sementara yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Pemilihan Model Terbaik

No.	Model	AIC
1	ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ¹²	902,42
2	ARIMA(0,1,1)(1,1,1) ¹²	902,85
3	ARIMA(1,1,0)(0,1,1) ¹²	902,78
4	ARIMA(1,1,0)(1,1,1) ¹²	903,56

Kriteria pemilihan model terbaik pada Tabel 1 menunjukkan bahwa model ARIMA(0,1,1)(0,1,1)¹² merupakan model terbaik, sebab memiliki nilai AIC terkecil yaitu 902,42. Model ARIMA(0,1,1) (0,1,1)¹² dapat ditulis sebagai berikut:

$$(1 - B)(1 - B^{12})Z_t = (1 - \theta_1 B)(1 - \theta_1 B^{12})a_t \quad (13)$$

Prewhitening Deret Input dan Deret Output

Pada langkah ini yang dilakukan adalah *prewhitening* deret *input*, dimana deret *input* kurs (x_t) dibuat menjadi *white noise*. Untuk deret input x_t , modelnya dapat ditulis sebagai berikut:

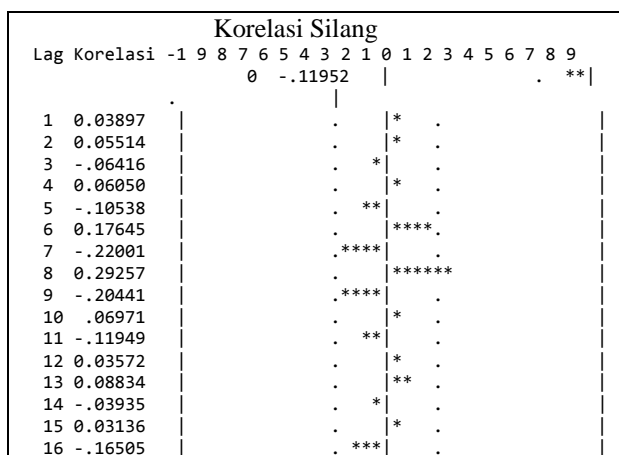
$$\alpha_t = x_t - 0,41\alpha_{t-1} + 0,75\alpha_{t-12} + 0,31\alpha_{t-13} \quad (14)$$

Setelah melakukan *prewhitening* deret *input*, selanjutnya dilakukan *prewhitening* deret *output*. *Prewhitening* deret *output* y_t diperoleh dengan cara melakukan transformasi yang sama dengan deret input x_t , sehingga model deret output y_t dapat ditulis dalam bentuk:

$$\beta_t = y_t - 0,41\beta_{t-1} + 0,75\beta_{t-12} + 0,31\beta_{t-13} \quad (15)$$

Penghitungan Korelasi Silang Deret Input dan Output yang telah di Prewhitening

Penghitungan korelasi silang digunakan untuk melihat keeratn hubungan antara deret *input* dan deret *output*. Gambar 5 menunjukkan korelasi silang antara deret *input* dengan deret *output*.



Gambar 5. Plot korelasi Silang antara Deret Input dengan Deret Output

Gambar 5 menjelaskan *lag* yang pertama kali signifikan adalah *lag* ke-8, bahwa deret *input* kurs berpengaruh pada deret *output* jumlah kunjungan wisatawan mancanegara pada *lag* ke-8, yang menandakan pada waktu sebelumnya x belum memengaruhi y . Hal ini memiliki makna bahwa jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Bali pada bulan ini memiliki keterkaitan secara linear dengan nilai kurs, delapan bulan sebelumnya.

Penaksiran Bobot Fungsi Transfer

Penaksiran bobot respon impuls diperoleh dari persamaan (7), adapun deviasi standar deret α sebesar 281,56, diperoleh dari hasil *prewhitening* deret *input* sedangkan untuk deret β sebesar 24882,3, diperoleh dari hasil *prewhitening* deret *output*. Hasil dari korelasi silang yang ada pada Gambar 5 dan nilai deviasi standar deret α dan deret β maka dengan menggunakan persamaan (6) diperoleh hasil perhitungan bobot respon impuls fungsi transfer adalah sebagai berikut: -10,56; 3,44; 4,87; -5,67; 5,35; -9,31; 15,59, -19,44; 25,86; -18,06; 6,16; -10,56; 3,16; 7,81; -3,48; 2,77; -14,59.

Penetapan Nilai (b, s, r)

Dari hasil plot korelasi silang deret *input* dan deret *output* dapat diambil kesimpulan mengenai nilai (b, s, r) untuk model fungsi transfer yang menghubungkan deret *input* dan deret *output* sebagai berikut:

- nilai b dapat ditentukan dari *lag* yang pertama kali signifikan pada plot korelasi silang, sehingga nilai $b = 8$,
- setelah *lag* ke-8, tidak terdapat *lag-lag* lain yang signifikan, sehingga $s = 0$,
- untuk r *time lag* selanjutnya, korelasi silang akan menunjukkan suatu pola yang jelas sehingga $r = 0$.

Model fungsi transfer yang dipilih yaitu model dengan $(b, s, r) = (8, 0, 0)$, sehingga persamaan dapat ditulis dalam bentuk:

$$v(B)x_t = \omega_0 x_{t-8}, \quad (16)$$

atau bisa ditulis dalam bentuk:

$$y_t = \omega_0 x_{t-8} + n_t \quad (17)$$

Identifikasi Deret *noise*

Langkah berikutnya adalah penaksiran awal deret *noise* (n_t). Pada langkah sebelumnya diperoleh beberapa nilai taksiran bobot respon impuls, yang dapat digunakan untuk menghitung nilai dari deret *noise* (n_t). Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai dari deret *noise* yaitu persamaan (9), sehingga:

$$n_t = y_t - (v_0 x_t + v_1 x_{t-1} + v_2 x_{t-2} + v_3 x_{t-3} + \dots + v_{16} x_{t-16}) \quad (18)$$

Langkah selanjutnya yaitu memodelkan deret *noise* berdasarkan plot residual ACF dan PACF dari model fungsi transfer. Dalam menentukan model ARIMA deret *noise*, langkah-langkah yang dilakukan sama dengan penentuan model ARIMA deret *input*. Dari plot ACF dan PACF deret *noise*, maka diperoleh model fungsi transfer untuk masing-masing deret *noise*, yaitu:

a. ARIMA(0,0,1)(0,0,1)¹²

$$y_t = \omega_0 x_{t-8} + (1 - \theta_1 B)(1 - \Theta_1 B^{12}) a_t$$

b. ARIMA(1,0,1)(1,0,1)¹²

$$y_t = \omega_0 x_{t-8} + \frac{(1 - \theta_1 B)(1 - \Theta_1 B^{12})}{(1 - \phi_1 B)(1 - \Phi_1 B^{12})} a_t$$

c. ARIMA(0,0,1)(1,0,0)¹²

$$y_t = \omega_0 x_{t-8} + \frac{(1 - \theta_1 B)}{(1 - \Phi_1 B^{12})} a_t$$

d. ARIMA(0,0,1)(1,0,1)¹²

$$y_t = \omega_0 x_{t-8} + \frac{(1 - \theta_1 B)(1 - \Theta_1 B^{12})}{(1 - \Phi_1 B^{12})} a_t$$

e. ARIMA(1,0,1)(1,0,0)¹²

$$y_t = \omega_0 x_{t-8} + \frac{(1 - \theta_1 B)}{(1 - \phi_1 B)(1 - \Phi_1 B^{12})} a_t$$

Estimasi Parameter-parameter Model dari Model Fungsi Transfer

Pada langkah ini, akan diduga parameter-parameter yang terdapat dalam model fungsi transfer. Model fungsi transfer dengan parameter yang telah diestimasi dapat dilihat pada persamaan berikut:

a. $y_t = 25,86x_{t-8} + (1 - 0,76B)(1 - 0,75B^{12})a_t$

b. $y_t = 25,86x_{t-8} + \frac{(1-0,73B)(1-0,99B^{12})}{(1+0,12B)(1-0,19B^{12})} a_t$

c. $y_t = 25,6x_{t-8} + \frac{(1-0,74B)}{(1+0,59B^{12})} a_t$

d. $y_t = 25,86x_{t-8} + \frac{(1-0,77B)(1-0,99B^{12})}{(1-0,17B^{12})} a_t$

e. $y_t = 25,86x_{t-8} + \frac{(1-0,58B)}{(1+0,24B)(1+0,39B^{12})} a_t$

Uji Diagnostik Model Fungsi Transfer

Pada langkah uji diagnostik model fungsi transfer dibagi menjadi dua sub-tahap sebagai berikut.

1. Penghitungan nilai autokorelasi untuk nilai residual model (b, s, r) yang menghubungkan deret *input* dan *output*.

Penghitungan nilai autokorelasi dilakukan untuk melihat apakah model fungsi transfer yang digunakan sudah cocok untuk data atau belum. Pada penghitungan autokorelasi menunjukkan bahwa untuk setiap *lag*, *p-value* bernilai lebih besar dibandingkan $\alpha = 0,05$, sehingga residual fungsi transfer telah memenuhi asumsi *white noise*, atau tidak terdapat korelasi antar residual.

2. Penghitungan korelasi silang antara nilai residual dengan deret *input*

Pada penghitungan korelasi silang antara nilai residual dengan deret *input*, terlihat bahwa semua *lag* memiliki *p-value* yang lebih besar dari $\alpha = 0,05$. Hal ini memperlihatkan bahwa residual model fungsi transfer dengan deret *input* telah memenuhi asumsi saling bebas.

Pemilihan Model Terbaik Berdasarkan Nilai AIC

Model fungsi transfer yang dipilih yaitu model yang mempunyai nilai AIC terkecil. Dari empat kandidat model fungsi transfer, model terbaik yang dipilih yaitu:

$$y_t = 25,86x_{t-8} + (1 - 0,76B)(1 - 0,75B^{12})a_t$$

Model ini memiliki nilai AIC terkecil yaitu 1275,741 dan nilai MAPE 9,62%. Nilai MAPE dari model fungsi transfer diatas sebesar 9,62% menunjukkan persentase kesalahan dalam meramalkan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara terhadap pengaruh jumlah kurs.

Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara

Hasil peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara berdasarkan model

fungsi transfer pada bulan Januari 2016 sampai Juni 2016 adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara pada Bulan Januari 2016 – Juni 2016

Tahun	Bulan	Ramalan	Aktual
2016	Januari	343124	350592
	Februari	352206	375744
	Maret	346427	364113
	April	347477	380767
	Mei	344469	394557
	Juni	385457	405835

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa model terbaik untuk peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Bali menggunakan fungsi transfer adalah:

$$y_t = 25,86x_{t-8} + (1 - 0,76B)(1 - 0,75B^{12})a_t$$

Hasil ramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Bali dari Januari 2016 sampai Juni 2016 diperoleh hasil ramalan: 343124, 352206, 346427, 347478, 344469, 385457.

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah pada penelitian yang akan datang untuk melakukan penelitian jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Bali menggunakan metode lainnya yang nantinya bisa dibandingkan dengan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, B., & Ledolter, J. (1983). *Statistical Methods for Forecasting*. New Jersey: John Wiley and Sons.
- Box, G., Jenkins, G., Reinsel, G., & Ljung, G. (2016). *Time Series Analysis: Forecasting and Control* (Fifth ed.). San Fransisco: John Wiley and Sons.
- Disparda Provinsi Bali. (2016). *Bali Government Tourism Office*. Retrieved Mei 1, 2016, from www.disparda.baliprov.go.id

Hasanah, Y. (2015). *Pemodelan Curah Hujan Dengan Model Fungsi Transfer Input Ganda*. Institut Pertanian Bogor.

Wei, W. W. (2006). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods* (Second ed.). New York: Pearson Addison Wesley.

Wiradarma, N. P. (2011). *Pemodelan Jumlah Penderita HIV/AIDS Terkait Kunjungan Wisatawan di Kabupaten Badung dan Kota Madya Denpasar dengan Metode Transfer Function*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Yoeti, O. A. (1985). *Ilmu Pariwisata*. Jakarta: Balai Pustaka.