# PERAMALAN PERGERAKAN VALUTA ASING DENGAN PENDEKATAN FUNGSI TRANSFER

**Oleh**
**Yunita Alisia[1], Nur Salam[2] & Yuana Sukmawaty[3]**
**[1,2]Universitas Lambung Mangkurat**
**Email: [1]yunita.alisia6@gmail.com ,[2] yuana_s@ulm.ac.id & [3] yuana_s@ulm.ac.id**

**Abstract**
One investment that is currently developing is currency exchange trading which is also called foreign exchange trading. The good analysis and precise decision making was very important to obtain the optimum result because the fluctuation of foreign currency value was always changing and very uncertain. One way to do it was using a forecasting. Forecasting was a method to predict the state of future by using data of the past. To overcome the problem of the data that had many variables on time series analysis was using transfer function approach. The aim of this study was to estimate the transfer function model parameters and to forecast the fluctuation of foreign exchange value by using the transfer function approach. The result of exchange rate for EUR/USD in this study with transfer function modeling then obtained a parameters estimation of $\widehat{\omega}_0 = -0{,}094$; $\widehat{\omega}_1 = -0{,}069$; $\widehat{\omega}_2 = 0{,}043$; $\widehat{\omega}_3 = -0{,}503$; $\hat{\delta}_1 = 4{,}432$; $\hat{\delta}_2 = -4$; $\hat{\delta}_3 = 5{,}392$; $\hat{\phi}_1 = 0$; $\hat{\phi}_2 = 0{,}3899$; $\hat{\theta}_1 = -0{,}9932$ and based on observational data for 100 periods starting from from the $0^{th}$ period to the $99^{th}$ period, the forecast value for the $100^{th}$ period is 1,1607.
**Keywords: Forecasting, Time Series, Transfer Function Approach & Foreign Exchange.**

## PENDAHUALUAN

Investasi adalah salah satu jenis usaha yang sedang popular saat ini. Salah satunya adalah *Forex (foreign exchange)*. Perdagangan *Forex* di Indonesia dikenal dengan perdagangan valuta asing (valas). Valas adalah proses transaksi pertukaran mata uang antar negara. Dalam melakukan transaksi mata uang diperlukan pengetahuan dan analisis yang baik sehingga proses pengambilan keputusan menjadi lebih tepat dan memperoleh hasil yang optimum karena pergerakan harga valas tidak tentu dan fluktuatif. Untuk itu, pelaku perdagangan valas diharuskan selalu memperbaharui informasi agar dapat memperkirakan harga valas di masa akan datang. Salah satu cara untuk memprediksi pergerakan harga valas dapat melalui teknik peramalan [8].

Metode yang digunakan dalam peramalan disebut sebagai analisis deret waktu. Salah satunya dikenal dengan nama metode Box – Jenkins. Pendekatan model di dalam metode Box – Jenkins disebut sebagai model ARIMA $(p, d, q)$. Namun model ARIMA hanya dapat yang digunakan untuk peramalan deret waktu satu variabel (*univariat*). Untuk data deret waktu lebih dari satu variabel (*multivariat*) maka digunakan model fungsi transfer [8]. Dalam penelitian ini akan dilakukan proses penentuan model fungsi transfer pada nilai pertukaran mata uang EUR terhadap USD yang dibentuk dari pola hubungan harga pembukaan *(open)* dan harga penutupan *(close)*.

## LANDASAN TEORI

Deret waktu adalah sekelompok pengamatan berdasarkan runtunan waktu. Antar runtunan waktu pada suatu variabel yang berdekatan akan saling berkorelasi, atau dengan kata lain tiap pengamatan yang diambil dari variabel tersebut akan berkorelasi dengan variabel itu sendiri pada waktu sebelumnya. Pengamatan yang dilakukan harus memiliki interval waktu yang sama [1]. Untuk mengidentifikasi model dari data yang akan diramalkan yaitu menggunakan *Autocorrelation*

*Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF). Autokorelasi adalah korelasi atau hubungan antar data pengamatan suatu data deret waktu [8]. Kovarian antara $X_t$ dan $X_{t-k}$ yaitu:

$$\gamma_k = Cov(X_t, X_{t-k}) = E[(X_t - \mu)(X_{t-k} - \mu)] \quad (2.1)$$

dan autokorelasi antara $X_t$ dan $X_{t-k}$ dinyatakan sebagai berikut:

$$\rho_k = \frac{Cov(X_t, X_{t-k})}{\sqrt{Var(X_t)}\sqrt{Var(X_{t-k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad (2.2)$$

Autokorelasi parsial digunakan untuk mengukur tingkat keeratan antara $X_t$ dan $X_{t-k}$, dengan menggunakan aturan Cramer maka autokorelasi parsial $lag\ ke-\ k$, yaitu:

$$\phi_{kk} = \left| \frac{\begin{matrix} 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 & \cdots & \rho_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \cdots & \rho_k \end{matrix}}{\begin{matrix} 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & 1 & \cdots & \rho_{k-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \cdots & 1 \end{matrix}} \right| \quad (2.3)$$

[1].

Sekelompok data dikatakan stasioner jika pola data tersebut berdasarkan runtunan waktu berada pada persekitaran di sekitar nilai *mean* dan ragam disekitar *mean* tersebut konstan [4]. Model yang digunakan dalam metode Box – Jenkins untuk melakukan analisis terhadap data deret waktu yaitu sebagai berikut [8].

**a. Model *Autoregressive* (AR)**

Model autoregresif dengan *order* $p$ dinotasikan $AR(p)$, memenuhi persamaan:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \cdots + \phi_p X_{t-p} + a_t \quad (2.4)$$

**b. Model *Moving Average* (MA)**

Model moving average dengan *order* $q$ dinotasikan $MA(q)$, adalah:

$$X_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \cdots - \theta_q a_{t-q} \quad (2.5)$$

**c. Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA)**

Model *autoregressive moving average* dengan *order* $p$ dan $q$ dinotasikan $ARMA\ (p,q)$, adalah:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \cdots + \phi_p X_{t-p} + a_t - \theta_1 B a_t - \cdots - \theta_q B^q a_{t-q} \quad (2.6)$$

**d. Model Non-Stasioner Deret Waktu ARIMA**

Model rata bergerak terintegrasi autoregresif dengan order $p$, $d$, dan $q$ dinotasikan ARIMA $(p,d,q)$ memenuhi persamaan:

$$\phi_p(B)(1-B)^d X_t = \theta_0 + \theta_q(B) a_t \quad (2.7)$$

Untuk membentuk model deret waktu non stasioner menggunakan metode Box – Jenkins yaitu:

**Tabel 1. Pembentukan model deret waktu non stasioner**

| Proses | ACF | PACF |
|---|---|---|
| ARI $(p,d)$ | Turun cepat secara eksponensial | Terpotong setelah lag $p$ |
| IMA $(d,q)$ | Terpotong setelah lag $q$ | Turun cepat secara eksponensial |
| ARIMA $(p,d,q)$ | Turun cepat setelah lag $(q-p)$ | Turun cepat setelah lag $(p-q)$ |

Karena data yang digunakan lebih dari satu variabel maka digunakan model fungsi transfer. Model fungsi transfer merupakan pendekatan model yang memprediksi kejadian dimasa depan menggunakan pola hubungan antara deret *output* atau $Y_t$ dan deret *input* atau $X_t$ [4]. Model ini dinyatakan sebagai berikut :

$$Y_t = v(B) X_t + n_t \quad (2.8)$$

Ukuran pemilihan model yang terbaik dapat dilakukan dengan menggunakan nilai dari *Root Mean Square Error* (RMSE) [4]. Rumus umum untuk RMSE adalah:

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}(X_t - \hat{X}_t)^2}{n}} \quad (2.9)$$

*Forex* atau yang dikenal dengan sebutan valuta asing merupakan sebuah perdagangan harga mata uang dari berbagai negara. Kelangsungan perdagangan luar negri dan bisnis sangat diperankan oleh perdagangan mata uang, karena pentingnya pertukaran mata uang [6].

## METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitan adalah data sekunder yang diperoleh dari *software MetaTrader*. Data yang diperoleh berupa nilai harga *time, open, high, low, close* dan *volume* dari pasangan mata uang *EUR* terhadap *USD* per jam dari 5 Oktober 2018 – 11 Oktober 2018. Penelitian ini akan dilakukan melalui tahapan sebagai berikut :

1. Melakukan uji asumsi stasioneritas.
2. Mengidentifikasi model fungsi transfer.
3. Menduga parameter model fungsi transfer.
4. Menguji signifikansi model fungsi transfer.
5. Menentukan model terbaik dengan nilai RMSE terkecil.
6. Melakukan peramalan untuk beberapa waktu ke depan.
7. Membuat kesimpulan dari penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Bentuk umum model fungsi transfer adalah sebagai berikut:

$$Y_t = v(B)X_t + n_t \qquad (4.1)$$

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

sehingga model fungsi transfer menjadi:

$$y_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B)} x_{t-b} + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t \qquad (4.2)$$

**Studi Kasus Penerapan Fungsi Transfer pada Valuta Asing**

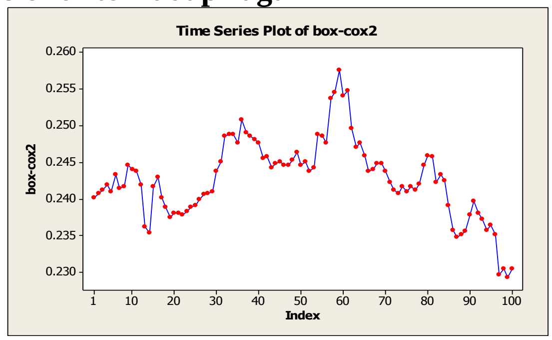
Data yang digunakan yaitu harga saat pembukaan (*open*) atau disebut deret *input* $(X_t)$ karena variasi dari kenaikan atau penurunan nilai tukar mata uang dapat dilihat berdasarkan pola hubungan data harga pembukaan (*open*) dan harga penutupan (*close*) pada nilai tukar mata uang *EUR* terhadap *USD*.

**Stasioneritas Data**

**a. Uji Stasioneritas terhadap Ragam**

Untuk uji stasioneritas terhadap ragam maka akan dilakukan uji menggunakan transformasi *Box – Cox*. Pada gambar dibawah ini data yang telah stasioner terhadap ragam.

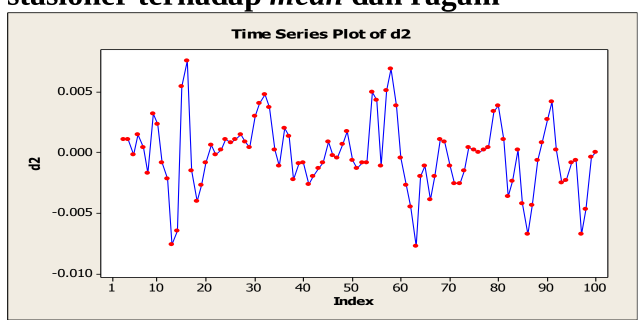
**Gambar 1. Plot data setelah melalui proses stasioner terhadap ragam**




**b. Uji Stasioneritas terhadap *Mean***

Untuk uji stasioneritas terhadap *mean* maka akan dilakukan uji menggunakan plot ACF. Pada gambar dibawah ini adalah data yang telah stasioner terhadap *mean*.

**Gambar 2. Plot data setelah melalui proses stasioner terhadap *mean* dan ragam**




**Identifikasi Model**

Setelah dilakukan differencing 2 kali $(d = 2)$ dan terdapat cut off pada lag pertama $(q = 1)$ maka diperoleh model $IMA$ (2,1). Menggunakan $IMA$ (2,1) diperoleh nilai: $\theta_1 = 0{,}9819$ dan $se_{\theta_1} = 0{,}0094$

**Identifikasi Model Fungsi Transfer**

**a. *Prewhitening* Deret Input $X_t$**

Menggunakan $IMA$ (2,1) didapatkan:

$$(1 - B^2)X_t = (1 - \theta_1 B)\alpha_t$$

$$X_t - 2X_{t-1} + X_{t-2} = \alpha_t - \theta_1 \alpha_{t-1} \qquad (4.3)$$

untuk mendiagnosis apakah $\alpha_t$ itu "*white noise*" maka terlebih dahulu konversikan $\alpha_t$ ke dalam bentuk $x_t$, sehingga diperoleh:

ISSN No. 1978-3787 (Cetak)
ISSN 2615-3505 (Online)

$$\alpha_t = X_t - 2X_{t-1} + X_{t-2} + \theta_1\alpha_{t-1} \quad (4.4)$$

tetapkan $\alpha_1, \alpha_2 = 0$, dengan menggunakan nilai $X_t$ setelah dilakukan *differencing* maka akan diperoleh:

$$\begin{aligned} \alpha_3 &= X_3 - 2X_2 + X_1 + (0{,}9819)\alpha_2 \\ &= 0{,}0011 - 2(0{,}0011) + 0 + (0{,}9819)(0) \\ &= -0{,}0011 \end{aligned}$$

untuk menghitung $\alpha_4, \ldots \alpha_{100}$ juga menggunakan persamaan (4.4).

**b. *Prewhitening* Deret Output ($Y_t$)**

Menggunakan $IMA$ (2,1) didapatkan:

Deret $Y_t$ dikonversikan menjadi deret $\beta_t$, sebagai berikut:

$$\beta_t = Y_t - 2Y_{t-1} + Y_{t-2} + \theta_1\beta_{t-1} \quad (4.5)$$

tetapkan $\beta_1, \beta_2 = 0$, dengan menggunakan nilai $Y_t$ setelah dilakukan *differencing* maka akan diperoleh:

$$\begin{aligned} \beta_3 &= Y_3 - 2Y_2 + Y_1 + (0{,}9819)\beta_2 \\ &= -0{,}0002 - 2(0{,}0009) + 0 + (0{,}9819)(0) \\ &= -0{,}0020 \end{aligned}$$

untuk menghitung $\beta_4, \ldots \beta_{100}$ juga menggunakan persamaan (4.5).

**c. Menghitung Korelasi Silang antara $\alpha_t$ dan $\beta_t$**

$$r_{\alpha\beta}(k) = \frac{C_{\alpha\beta}(k)}{\sqrt{C_{\alpha\alpha}(0)C_{\beta\beta}(0)}}$$

$$\begin{aligned} r_{\alpha\beta}(0) &= \frac{C_{\alpha\beta}(0)}{S_\alpha S_\beta} \\ &= \frac{0{,}00000075}{(0{,}0029)(0{,}0025)} \\ &= 0{,}104 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya menggunakan rumus yang sama mengikuti nilai $k$.

**d. Penaksiran Langsung Bobot Respon Impuls**

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

$$\begin{aligned} v_0 &= r_{\alpha\beta}(0)\frac{S_\beta}{S_\alpha} \\ &= 0{,}104\frac{0{,}0025}{0{,}0029} \\ &= 0{,}090 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya menggunakan rumus yang sama mengikuti nilai $k$.

**e. Identifikasi $(r, s, b)$ untuk Model Fungsi Transfer**

Dalam fungsi transfer terdapat tiga parameter kunci yaitu $r$, $s$, dan $b$. $r$ merupakan derajat fungsi $\delta(B)$, $s$ adalah derajat fungsi $\omega(B)$, sedangkan $b$ adalah nilai penundaan sebelum $X_t$ mulai mempengaruhi $Y_t$.

Berdasarkan hasil olah data diperoleh nilai $(r, s, b) = (3,3,2)$. Sehingga tiga nilai tersebut dapat diterapkan ke dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$y_t = \frac{(\omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \omega_3 B^3)}{(1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \delta_3 B^3)}x_{t-2} + n_t \quad (4.6)$$

**f. Pengamatan Awal pada Deret *Noise***

$$n_t = y_t - v_0x_t - v_1x_{t-1} - v_2x_{t-2} \ldots v_{13}x_{t-13}$$

$$\begin{aligned} n_{14} &= y_{14} - (0{,}090)x_{14} - (-0{,}407)x_{13} \ldots (-0{,}115)x_1 \\ &= (0{,}0066) - (0{,}090)(0{,}0055) - (-0{,}407)(-0{,}0065) \ldots (-0{,}115)(0) \\ &= 0{,}0026 \end{aligned}$$

Untuk menghitung nilai selanjutnya juga menggunakan persamaan (4.7).

**g. Identifikasi Model ARIMA untuk Deret *Noise***

Ada beberapa model ARIMA yang didapat yaitu ARIMA (1,0,1), ARIMA (1,0,2), ARIMA (2,0,1), ARIMA (2,0,2).

Dari empat model ARIMA didapatkan nilai MSE terkecil yaitu pada ARIMA (2,0,1) dengan nilai MSE 0,000002939.

Model ARIMA untuk deret noise yaitu ARIMA (2,0,1) :

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2)n_t = (1 - \theta_1 B)a_t$$

Sehingga $n_t = \frac{(1-\theta_1 B)}{(1-\phi_1 B - \phi_2 B^2)}a_t$

(4.8)

**h. Penaksiran Parameter – parameter Model**

Model sementara fungsi transfer menjadi:

$$y_t = \frac{(\omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \omega_3 B^3)}{(1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \delta_3 B^3)}x_{t-2} + \frac{(1-\theta_1 B)}{(1-\phi_1 B - \phi_2 B^2)}a_t$$

(4.9)

Selanjutnya, melakukan penaksiran parameter – parameter $\omega_0, \omega_1, \omega_2, \omega_3, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \theta_1, \phi_1, \phi_2$
Didapatkan nilai $\widehat{\omega}_0 = -0{,}094$; $\widehat{\omega}_1 = -0{,}069$; $\widehat{\omega}_2 = 0{,}043$; $\widehat{\omega}_3 = -0{,}503$; $\hat{\delta}_1 = 4{,}432$; $\hat{\delta}_2 = -4$; $\hat{\delta}_3 = 5{,}392$; $\hat{\phi}_1 = 0$; $\hat{\phi}_2 = 0{,}3899$; $\hat{\theta}_1 = -0{,}9932$
Model selengkapnya dapat diidentifikasi sebagai:

$$y_t = \frac{(-0{,}094-(-0{,}069)B-0{,}043B^2-(-0{,}503B^3))}{(1-(4{,}432B)-(-4B^2)-(5{,}392B^3)}x_{t-2} + \frac{(1-(-0{,}9932)B)}{(1-0B-(-0{,}3899B^2)}a_t$$

$$y_t = \frac{(-0{,}094-(-0{,}069)B-(0{,}043B^2)-(-0{,}503B^3))}{(1-(4{,}432B)-(-4B^2)-(5{,}392B^3)}x_{t-2} + \frac{(1-(-0{,}9932)B)}{(1-(-0{,}3899B^2)}a_t \quad (4.10)$$

**i. Pemeriksaan Diagnostik pada Model**

Dengan menggunakan persamaan (4.9) dan melakukan penaksiran parameter maka model (4.9) menjadi:

$$y_t = \frac{(\omega_0-\omega_1B-\omega_2B^2-\omega_3B^3)}{(1-\delta_1B-\delta_2B^2-\delta_3B^3)}x_{t-b} + \frac{(1-\theta_1B)}{(1-\phi_2B)}a_t \quad (4.11)$$

Digunakan untuk mencari nilai $a_t$,

$$n_t = \frac{(1-\theta_1B)}{(1-\phi_2B^2)}a_t$$

$$a_t = n_t - n_{t-2}\phi_2 + a_{t-1}\theta_1$$

untuk mencari nilai $a_{14}, \dots, a_{99}$, maka diasumsikan $(a_0, \dots, a_{13}) = 0$.

$$\begin{aligned} a_{14} &= n_{14} - n_{12}\phi_2 + a_{11}\theta_1 \\ &= 0{,}0026 - 0(0{,}3899) + 0(-0{,}9932) \\ &= 0{,}0026 \end{aligned}$$

**j. Peramalan menggunakan Model Fungsi Transfer**

Peramalan menggunakan model fungsi transfer fapat dihitung menggunakan persamaan (4.11):

$$\hat{y}_t = -k_1y_{t-1} - k_2y_{t-2} - k_3y_{t-3} - k_4y_{t-4} + l_0x_{t-b} + l_1x_{t-b-1} + l_2x_{t-b-2} + l_3x_{t-b-3} + l_4x_{t-b-4} + m_0a_t + m_1a_{t-1} + m_2a_{t-2} + m_3a_{t-3} + m_4a_{t-4} \quad (4.12)$$

dengan:

$k_1 = -\phi_2 - \delta_1 = -4{,}8219$
$k_2 = \delta_1\phi_2 - \delta_2 = 5{,}7280$
$k_3 = \delta_2\phi_2 - \delta_3 = -6{,}9516$
$k_4 = \delta_3\phi_2 = 2{,}1023$
$l_0 = \omega_0 = -0{,}094$
$l_1 = -\omega_0\phi_2 - \omega_1 = 0{,}1056$
$l_2 = \omega_1\phi_2 - \omega_2 = -0{,}0699$
$l_3 = \omega_2\phi_2 - \omega_3 = 0{,}5198$
$l_4 = \omega_3\phi_2 = -0{,}1961$
$m_1 = -\delta_1 - \theta_1 = -3{,}4388$
$m_2 = -\delta_2 + \theta_1\delta_1 = -0{,}4019$
$m_3 = -\delta_3 + \theta_1\delta_2 = -1{,}4192$
$m_4 = \theta_1\delta_3 = -5{,}3553$

Nilai ramalan ke – 100 dapat dihitung menggunakan persamaan (4.12), yaitu:

$$\begin{aligned} \hat{y}_{100} &= -k_1y_{99} - k_2y_{98} - k_3y_{97} - k_4y_{96} + l_0x_{98} + l_1x_{97} + l_2x_{96} + l_3x_{95} + l_4x_{94} + m_0a_{100} + m_1a_{99} + m_2a_{98} + m_3a_{97} + m_4a_{96} \\ &= -(-4{,}8219)(0{,}0023) - (5{,}7280)(-0{,}0003) - (-6{,}9516)(-0{,}0007) - \cdots + (-1{,}4192)(-0{,}0038) + (-5{,}3553)(0{,}0026) \\ &= 0{,}0053 \end{aligned}$$

Sehingga, untuk meramalkan data ke – 100 maka dilakukan perhitungan:

$$\begin{aligned} (nilai\ close\ untuk\ p\ 100) &= (nilai\ close\ untuk\ p\ 99) + \hat{y}_{100} \\ \hat{Y}_{100} &= 1{,}1554 + 0{,}0053 \\ &= 1{,}1607 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai peramalan untuk data ke – 100 sebesar 1,1607.

**Tabel 2. Nilai peramalan ke – 101 sampai ke – 110**

| $t$ | $\hat{Y}_t$ |
|---|---|
| 101 | 1,1610 |
| 102 | 1,1640 |
| 103 | 1,1434 |
| 104 | 1,1560 |
| 105 | 1,1502 |
| 106 | 1,1533 |
| 107 | 1,1594 |
| 108 | 1,1527 |
| 109 | 1,1558 |

ISSN No. 1978-3787 (Cetak)
ISSN 2615-3505 (Online)

| | |
|---|---|
| 110 | 1,1556 |

## PENUTUP
### Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari model fungsi transfer yaitu:

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

Model fungsi transfer pada kasus valuta asing, yaitu:

$$y_t = \frac{(\omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \omega_3 B^3)}{(1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \delta_3 B^3)} x_{t-b} + \frac{(1-\theta_1 B)}{(1-\phi_2 B)} a_t$$

dengan diperoleh estimasi parameter $\widehat{\omega}_0 = -0{,}094; \widehat{\omega}_1 = -0{,}069; \widehat{\omega}_2 = 0{,}043; \widehat{\omega}_3 = -0{,}503; \hat{\delta}_1 = 4{,}432; \hat{\delta}_2 = -4; \hat{\delta}_3 = 5{,}392; \hat{\phi}_1 = 0; \hat{\phi}_2 = 0{,}3899; \hat{\theta}_1 = -0{,}9932$

2. Nilai peramalan setelah periode ke – 99 dapat dihitung melalui:

$$\hat{y}_t = -k_1 y_{t-1} - k_2 y_{t-2} - k_3 y_{t-3} - k_4 y_{t-4} + l_0 x_{t-b} + l_1 x_{t-b-1} + l_2 x_{t-b-2} + l_3 x_{t-b-3} + l_4 x_{t-b-4} + m_0 a_t + m_1 a_{t-1} + m_2 a_{t-2} + m_3 a_{t-3} + m_4 a_{t-4}$$

## DAFTAR PUSTAKA

[1]Abraham, B & J. Ledolter. 2005. *Statistical Methods for Forecasting*. John Wiley & Sons Inc: Canada.
[2]Box, G. E. P. & Cox, D. R. 1964. An Analysis of Transformations. *Journal of Royal Statistical Society*. *Series B (Methodological)*. 26(2). 211-252.
[3]Kutner, M. H. 2005. *Applied Linier Statistical Model*. Fifth Edition. McGraw – Hill: America.
[4]Makridakis, S. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi ke – 2*. Alih Bahasa: Hari Suminto. Binarupa Aksara: Jakarta.
[5]Norris J, Gaskill A, Bell T. 2010. Mastering the Currency Market: Forex Strategies for High and Low – Volatility Markets. McGraw – Hill: America.
[6]Pilliangsani, H. M. 2010. *Cara Mudah Memulai Bisnis Forex di Internet dengan US$1*. PT Elex Media Komputindo: Jakarta.
[7]Sutopo, Y & Slamet, A. 2017. *Statistik Inferensial*. CV Andi Offset: Yogyakarta.
[8]Wei, W. W. S. 2006. *Time Series Analysis: Univariate & Multivariate Methods*. Second Edition. Addison Wesley: Canada.