

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Dasar Runtun Waktu (*Time Series*)

Runtun waktu adalah serangkaian pengamatan yang diambil berdasarkan urutan waktu dan antara pengamatan yang berdekatan dan saling berkorelasi, sehingga dikatakan bahwa pada runtun waktu, tiap pengamatan yang di ambil dari variabel berkorelasi dengan variabel itu sendiri pada waktu sebelumnya (Wei, 2006).

2.1.1 Kestasioneran Runtun Waktu

Suatu pengamatan Z_1, Z_2, \dots, Z_n sebagai suatu proses stokastik, maka variable random $Z_{t1}, Z_{t2}, \dots, Z_{tm}$ dikatakan stasioner apabila:

$$F(Z_{t1}, Z_{t2}, \dots, Z_{tm}) = F(Z_{t1+k}, Z_{t2+k}, \dots, Z_{tm+k}) \quad (2.1)$$

Dikatakan *strictly stationary* apabila persamaan (2.1) terpenuhi untuk $m = 1, 2, \dots, n$. Runtun waktu yang bersifat *strictly stationary*, waktu pengamatan tidak terpengaruh terhadap mean μ , varians σ^2 dan kovarians γ_k (Wei, 2006)

Ketidakstasioneran dalam *time series* dibedakan menjadi dua, yaitu tidak stasioner dalam mean (disebabkan μ_t tidak konstan) dan tidak stasioner dalam varians (disebabkan σ_t^2 yang dependent terhadap runtun waktu). Tidak stasioner dalam mean dapat diatasi dengan melakukan *differencing* (pembedaan) dan untuk mensetasionerkan varians dilakukan transformasi (Wei, 2006)

2.2 Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF)

2.2.1 Autocorrelation Function (ACF)

Untuk suatu proses (Z_t) yang stasioner, terdapat nilai *mean* $E(Z_t) = \mu$, $var(Z_t) = E\{Z_t - \mu\}^2 = \sigma_k^2$, dimana nilai-nilai tersebut konstan dan $cov(Z_t, Z_s)$ yang merupakan fungsi hanya dari perbedaan waktu $|t - s|$. Dengan demikian *covarians* antara Z_t dan Z_{t-k} adalah sebagai berikut :

$$\gamma_k = cov(Z_t, Z_{t+k}) = E(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu) \quad (2.2)$$

dan autokorelasi antara Z_t dan Z_{t+k} adalah :

$$\rho_k = \frac{cov(Z_t, Z_{t+k})}{\sqrt{var(Z_t)}\sqrt{var(Z_{t+k})}} \quad (2.3)$$

Untuk keadaan yang stasioner $var(Z_t) = var(Z_{t+k}) = \gamma_0$, sehingga :

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad (2.4)$$

Syarat untuk proses yang stasioner ialah, fungsi autokovarians (γ_k) dan fungsi autokorelasi (ρ_k) memenuhi asumsi :

1. $\gamma_0 = var(Z_t) \quad ; \quad \rho_0 = 1$
2. $|\gamma_k| \leq \gamma_0 \quad ; \quad |\rho_k| \leq 1$
3. $\gamma_k = \gamma_{-k} \quad ; \quad \rho_k = \rho_{-k}$ (Wei, 2006)

Pada analisis time series, γ_k disebut sebagai fungsi autokovarian dan ρ_k disebut fungsi autokorelasi yang merupakan ukuran keeratan antara Z_t dan Z_{t+k} dari proses yang sama dan hanya dipisahkan oleh selang waktu k . Karena pada dasarnya tidak mungkin fungsi autokorelasi dihitung dari populasi, maka fungsi autokorelasi dihitung sesuai dengan pengambilan data dan dirumuskan sebagai berikut :

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (z_t - \bar{z})(z_{t+k} - \bar{z})}{\sum_{t=1}^n (z_t - \bar{z})^2} \quad \text{Dimana } k = 0, 1, 2, \dots \quad (2.5)$$

(Wei, 2006)

2.2.2 Partial Autocorellation Function (PACF)

Fungsi autokorelasi parsial berguna untuk mengukur tingkat keeratan hubungan antara pasangan data Z_t dan Z_{t+k} setelah dependensi linier dalam variabel $Z_{t+1}, Z_{t+2}, Z_{t+3}, \dots, Z_{t+k-1}$ telah dihilangkan. Fungsi PACF dinyatakan dalam :

$$\phi_{kk} = \text{Corr}(Z_t, Z_{t+k} \mid Z_{t+1}, \dots, Z_{t+k-1})$$

(2.6)

Nilai PACF dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\phi_{kk} = \frac{\rho_k - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_j}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_j} \quad (2.7)$$

dimana $\phi_{ij} = \phi_{ij} - \phi_{ti} \phi_{jj}$ (Wei, 2006)

2.3 Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Model ARIMA pertama kali diperkenalkan oleh Box dan Jenkins pada tahun 1970. Model ini biasanya dapat diterapkan dengan baik pada kondisi data dengan fluktuasi yang stasioner. Secara umum bentuk model persamaan Box Jenkins adalah sebagai berikut

$$\phi_p(B)\Phi_p(B^S)(1-B)^d(1-B^S)^D y_t = \theta_q(B)\Theta_q(B^S)\varepsilon_t \quad (2.8)$$

Dimana $\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$ adalah koefisien komponen AR non musiman dengan order p

$\Phi_p(B^S)$ = koefisien komponen AR musiman S dengan order P

$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$ adalah koefisien komponen MA non musiman dengan order q

$\Theta_q(B^S)$ = koefisien komponen MA musiman S dengan order Q

ε_t = error white noise, $\varepsilon_t \sim IIDN(0, \sigma_\varepsilon^2)$

B = operator Backward

$(1 - B)^d$ = pembedaan tak musiman dengan order pembedaan d

$(1 - B^S)^D$ = pembedaan musiman S dengan order pembedaan D

Order pembedaan yang bernilai bulat tak negatif dapat memberikan indikasi terhadap kestasioneran suatu model ARIMA. (Box, G.E.P., Jenkins, G.M. dan Reinsel, G.C, 2008)

2.3.1 Identifikasi Model ARIMA

Identifikasi terhadap data time series dilakukan dengan membuat plot time series dari data tersebut. Dengan melihat plot time series maka dapat diketahui perilaku dari data, apakah perlu dilakukan transformasi atau *difference* terhadap suatu data. Pada Tabel 2.1 terdapat beberapa identifikasi model dasar ARIMA berdasarkan struktur ACF dan PACF secara teoritis (Wei, 2006).

Tabel 2.1 Struktur ACF dan PACF untuk Proses Stasioner

Model	Struktur ACF	Struktur PACF
AR (p)	Menurun mengikuti bentuk eksponensial	$\phi_{kk} = 0$ untuk $k > p$ atau <i>cut off</i> setelah lag p
MA (q)	$\rho_k = 0$ untuk $k > q$ atau <i>cut off</i> setelah lag q	Menurun mengikuti bentuk eksponensial
ARMA (p, q)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Tails off</i> setelah lag ke-$(q-p)$ • Menurun mengikuti bentuk eksponensial 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Tails off</i> setelah lag ke-$(p-q)$ • Menurun mengikuti bentuk eksponensial

2.3.2 Pengujian Kesesuaian Model

Ada dua asumsi yang harus dipenuhi dalam menentukan model yang sesuai, yaitu residual bersifat *white noise* dan berdistribusi normal. Suatu residual bersifat *white noise* jika tidak terdapat pola dari residual atau tidak terdapat korelasi antar residual, dengan mean dan varians yang konstan (Wei, 2006).

Pengujian asumsi residual *white noise* dapat dituliskan dalam hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_K = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \rho_j \neq 0 \text{ dimana } j = 0, 1, 2, \dots, K.$$

Statistik uji Ljung-Box :

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^K (n-k)^{-1} \hat{\rho}_k^2 \quad (2.10)$$

dimana : $\hat{\rho}_k^2 = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (\hat{a}_t - \bar{\hat{a}})(\hat{a}_{t+k} - \bar{\hat{a}})}{\sum_{t=1}^n (\hat{a}_t - \bar{\hat{a}})^2}$ → ACF residual

n = banyaknya residual data

Daerah penolakan :

Tolak H_0 jika $Q > \chi^2_{\alpha, df = K - p - q}$ dimana p dan q adalah orde dari ARMA (p, q)

Pengujian asumsi distribusi normal dapat dilakukan secara nonparametrik menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov atau uji yang lain. Pengujian ini dapat dilakukan melalui hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : F(x) = F_0(x) \text{ untuk semua } x$$

$$H_1 : F(x) \neq F_0(x) \text{ untuk beberapa } x$$

Statistik ujinya adalah :

$$D = \sup_x |S(x) - F_0(x)| \quad (2.11)$$

dimana :

$F(x)$ = fungsi distribusi yang belum diketahui

$F_0(x)$ = fungsi distribusi yang dihipotesiskan berdistribusi normal

$S(x)$ = fungsi distribusi kumulatif dari data asal

Daerah penolakan :

Tolak H_0 jika $D \geq D_{(1-\alpha, n)}$ atau dapat digunakan $P_value < \alpha$.

(Conover, 1999)

2.4 Fungsi Transfer

2.4.1 Single Input

Model fungsi transfer merupakan salah satu cara untuk menyelesaikan masalah bila terdapat lebih dari satu data time series. Dalam statistika keadaan ini sering disebut data multivariate time series. Dalam penelitian ini deret yang digunakan berupa deret berkala bivariat dimana sebuah deret output yang dihubungkan fungsi transfer dengan deret input (Ardiani, 2005).

Model fungsi transfer adalah suatu model yang menggambarkan nilai prediksi dari suatu time series (deret output atau Y_t) berdasarkan pada nilai-nilai dari deret itu sendiri (Y_t) dan berdasarkan pula pada data time series yang mempunyai hubungan (deret input atau X_t) dengan deret output. Model fungsi transfer yang bersifat dinamis berpengaruh tidak hanya pada hubungan linier antara waktu ke- t input X_t dan waktu ke- t output Y_t , tetapi juga saat input X_t dengan saat $t+1$, ... , $t+k$ pada output Y_t .

Bentuk umum model fungsi transfer *single input* (X_t) dan *single output* (Y_t) adalah :

$$Y_t = v(B)X_t + N_t \quad (2.12)$$

dimana :

Y_t = representasi dari deret output

X_t = representasi dari deret input

N_t = pengaruh kombinasi dari seluruh faktor yang mempengaruhi

Y_t (disebut gangguan)

$v(B) = (v_0B + v_1B + v_2B^2 + \dots + v_kB^k)$, dimana k adalah orde fungsi transfer.

Karena adanya kemungkinan data yang tidak stasioner, maka deret input dan deret output harus ditransformasikan dengan tepat (untuk mengatasi ragam yang nonstasioner), dibedakan (untuk mengatakan nilai tengah yang nonstasioner) dan mungkin perlu dihilangkan unsur musimannya (*deseasonalized*) (untuk menyederhanakan model fungsi transfer) (Markidakis, S., S.C. Wheelwright, dan V.E McGee, 1999).

Sehingga model fungsi transfer juga ditulis sebagai berikut :

$$y_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B)} x_{t-b} + n_t \quad \text{atau} \quad y_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B)} x_{t-b} + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t \quad (2.13)$$

$$\omega(B) = \omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \dots - \omega_s B^s$$

$$\delta(B) = 1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \dots - \delta_r B^r$$

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$$

Dimana :

y_t = nilai Y_t yang telah ditransformasikan dan dibedakan

x_t = nilai X_t yang telah ditransformasikan dan dibedakan

a_t = gangguan acak

r, s, p, q dan b konstanta.

$\theta(B)$ dan $\phi(B)$ menunjukkan operator *moving average* dan *autoregressive* untuk gangguan n_t . Sedangkan $\omega(B)$ dan $\delta(B)$ menggantikan $v(B)$ yang merupakan konstanta fungsi transfer.

2.4.2 Pembentukan Model Awal

Setelah melewati tahap identifikasi maka tahap selanjutnya adalah menentukan model awal yang kemudian dapat diuji apakah model awal akan dapat menjadi model terbaik. Ada beberapa langkah untuk membentuk model awal yaitu:

1. Penetapan (r,s,b) untuk model fungsi transfer

Setelah memperoleh hasil dari nilai *cross-correlation* maka dapat ditentukan nilai r,s,b sebagai dugaan awal. Berikut ini adalah beberapa aturan yang dapat digunakan untuk menduga nilai r,s,b dari suatu fungsi transfer (Wei, 2006) :

- a. Nilai b menyatakan bahwa Y_t tidak dipengaruhi oleh X_t sampai pada periode t+b. Besarnya b sama dengan jumlah bobot respon impuls v yang tidak signifikan berbeda dari nol. Dengan demikian yang

terlihat adalah deretan awal v yang nilainya mendekati nol (v_0, v_1, \dots, v_{b-1}).

- b. Nilai s menyatakan untuk seberapa lama deret Y_t terus dipengaruhi oleh X_t . Y_t dipengaruhi oleh $X_{t-b-1}, X_{t-b-2}, X_{t-b-3}, \dots, X_{t-b-s}$. Sehingga dapat dikatakan bahwa nilai s adalah jumlah dari bobot respon impuls v sebelum terjadinya pola menurun.
- c. Nilai r menunjukkan bahwa Y_t dipengaruhi oleh nilai masa lalunya. Y_t dipengaruhi $Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-3}, \dots, Y_{t-r}$.

2. Penaksiran awal deret noise (n_t)

Dengan diperolehnya bobot respon impuls v , maka taksiran pendahuluan dari deret noise dihitung sebagai berikut :

$$y_t = \sum_{j=1}^m [\delta_j(B)]^{-1} \omega_j(B) x_{j,t-b} + n_t \quad (2.20)$$

$$n_t = y_t - \sum_{j=1}^m [\delta_j(B)]^{-1} \omega_j(B) x_{j,t-b} \quad (2.21)$$

j adalah banyaknya variabel input.

3. Penetapan model ARIMA dari deret noise

Model ARIMA deret noise dilakukan dengan melakukan penaksiran dengan model time series univariate yaitu :

$$\phi(B) n_t = \theta_n(B) a_t \quad (2.22)$$

Dengan diperolehnya model ARIMA untuk deret noise, maka diperoleh model fungsi transfer sebagaimana persamaan (2.12)

2.4.3 Penaksiran Parameter Model Fungsi Transfer

Setelah mengidentifikasi model fungsi transfer dalam persamaan (Wei, 2006):

$$y_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B)} x_{t-b} + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t \quad (2.23)$$

Yang akan dihitung adalah estimasi dari $\omega = \omega_{j0}, \omega_{j1}, \dots, \omega_{js}$; $\delta = \delta_{j1}, \delta_{j2}, \dots, \delta_{jr}$; $\theta = \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$; $\phi = \phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$. Persamaan (2.23)

diatas dapat ditulis sebagai berikut :

$$\delta(B)\phi(B)y_t = \phi(B)\omega(B)x_{t-b} + \delta(B)\theta(B)a_t \quad (2.24)$$

atau ekuivalen dengan :

$$c(B)y_t = d(B)x_{t-b} + e(B)a_t \quad (2.25)$$

dimana :

$$\begin{aligned} c(B) &= \delta(B)\phi(B) = (1 - \delta_1 B - \dots - \delta_r B^r)(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p) \\ &= (1 - c_1 B - c_2 B^2 - \dots - c_{p+r} B^{p+r}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d(B) &= \phi(B)\omega(B) = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)(\omega_0 - \omega_1 B - \dots - \omega_s B^s) \\ &= (d_0 - d_1 B - d_2 B^2 - \dots - d_{p+s} B^{p+s}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e(B) &= \delta(B)\theta(B) = (1 - \delta_1 B - \dots - \delta_r B^r)(1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) \\ &= (1 - e_1 B - e_2 B^2 - \dots - e_{r+q} B^{r+q}) \end{aligned}$$

Kemudian :

$$\begin{aligned} a_t &= y_t - c_1 y_{t-1} - \dots - c_{p+r} y_{t-p-r} - d_0 x_{t-b} + d_1 x_{t-b-1} + \dots + d_{p+s} x_{t-b-p-s} + \\ &\quad + e_1 a_{t-1} + \dots + e_{r+q} a_{t-r-q} \end{aligned} \quad (2.26)$$

dimana c_i, d_j dan e_k adalah fungsi dari $\delta_i, \omega_j, \phi_k$ dan θ_1 . Dengan asumsi a_t berdistribusi $N(0, \sigma_a^2)$ merupakan *white noise series*, didapatkan fungsi *conditional likelihood* adalah:

$$L(\delta, \omega, \phi, \theta, \sigma_a^2 | b, x, y, x_0, y_0, a_0) = (2\pi\sigma_a^2)^{-n/2} \exp \left[-\frac{1}{2\sigma_a^2} \sum_{t=1}^n a_t^2 \right] \quad (2.27)$$

dimana x_0, y_0, a_0 adalah nilai awal untuk mencari a_t pada persamaan (2.26).

2.4.4 Uji Diagnosa Model

Setelah taksiran parameter dari model awal diperoleh, maka dilakukan pengujian apakah model awal yang telah terbentuk memenuhi asumsi atau tidak. Adapun langkah-langkah dalam uji diagnostik model adalah (Wei, 2006) :

1. Pemeriksaan autokorelasi untuk residual model

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui apakah pemodelan deret noise telah sesuai atau tidak. Indikator yang menunjukkan bahwa model yang dipilih telah sesuai adalah ACF dan PACF dari residual model fungsi transfer tidak menunjukkan pola tertentu.

Selain itu juga bisa digunakan statistik uji :

$$Q_0 = m(m+2) \sum_{j=1}^K (m-j)^{-1} \hat{\rho}_{aa}(j) \quad (2.28)$$

Statistik Q mengikuti distribusi χ^2 dengan derajat bebas (K-p-q) dimana nilai ini hanya tergantung pada banyaknya parameter dalam model deret noise.

2. Pemeriksaan cross correlation

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui apakah deret noise dan deret input yang telah diputihkan saling independent. Pemeriksaan ini dilakukan dengan menghitung cross correlation (CCF) antara residual a_t dan α_t . Model yang sesuai adalah model yang CCF antara a_t dan α_t tidak menunjukkan pola tertentu dan terletak diantara $2(n-k)^{-1/2}$.

Selain itu juga bisa digunakan statistic uji :

$$Q_1 = m(m+2) \sum_{j=0}^k (m-j)^{-1} \hat{\rho}_{aa}(j) \quad (2.29)$$

Statistik Q mengikuti distribusi χ^2 dengan derajat bebas $(K+1) - M$ dimana M adalah banyaknya parameter δ_j dan ω_j yang diestimasi dari model fungsi transfer

$$v(B) = \omega(B) / \delta(B) \quad (2.30)$$

2.4.5 Kriteria Pemilihan Model Terbaik

Apabila terdapat beberapa model ARIMA yang sesuai untuk suatu data time series, maka kriteria pemilihan biasanya berdasarkan nilai statistik yang diperoleh dari residual *in sampel* yang diperoleh dari setiap model atau residual yang diperoleh dari ramalan *out of sampel*.

Dalam perbandingan *in sampel* dilakukan dengan berbagai kriteria. Model terbaik berdasarkan perbandingan *in sampel* adalah model yang semua parameternya signifikan, mempunyai residual yang *white noise* dan berdistribusi normal, serta mempunyai AIC dan SBC terkecil. Dalam perbandingan *out sampel* yang dilihat adalah ketepatan model dalam meramalkan data. Salah satu ukuran yang digunakan adalah MAPE, begitu juga untuk pemilihan model terbaik dalam fungsi transfer (Wei, 2006).

a. AIC (*Akaike's Information Criterion*)

Apabila kita asumsikan bahwa M merupakan jumlah parameter dalam model, maka Akaike memperkenalkan sebuah kriteria untuk memilih sebuah model yang disebut dengan AIC. Kriteria ini didefinisikan sebagai:

$$AIC(M) = -2 \ln(\text{maksimum likelihood}) + 2M$$

Untuk model ARIMA dengan n pengamatan, maka akan diperoleh suatu fungsi likelihood seperti berikut :

$$\ln L(\phi, \mu, \theta, \sigma_a^2) = -\frac{n}{2} \ln 2\pi\sigma_a^2 - \frac{S(\phi, \mu, \theta)}{2\sigma_a^2} \quad (2.31)$$

dimana :

$$S(\phi, \mu, \theta) = \sum [E(a_t | \phi, \mu, \theta, Z)]^2 \text{ adalah sum of squares}$$

b. *SBC (Schwarz's Bayesian Criterion)*

Sama dengan kriteria yang dikeluarkan oleh Akaike, Schwarz dengan menggunakan kriteria Bayesian memperkenalkan SBC sebagai salah satu kriteria pemilihan model terbaik. Kriteria ini apabila didefinisikan adalah sebagai berikut :

$$SBC(M) = n \ln(\hat{\sigma}_a^2) + M \ln(n)$$

Dimana $\hat{\sigma}_a^2$ adalah maksimum likelihood taksiran dari σ_a^2 , M adalah jumlah parameter dalam model dan n adalah jumlah observasi yang nilainya akan sama dengan jumlah dari residual.

2.4.6 Penggunaan Model Fungsi Transfer Untuk Peramalan

Penggunaan model fungsi transfer untuk peramalan yang didefinisikan (Wei, 2006):

$$v(B) = \frac{\omega(B)B^b\theta_a(B)}{\delta(B)\phi_x(B)} = v_0 + v_1(B) + v_2B^2 + \dots \quad (2.32)$$

$$\psi(B) = \frac{\theta(B)}{\phi(B)} = 1 + \psi_1B + \psi_2B^2 + \dots \quad (2.33)$$

maka persamaan fungsi transfer dapat ditulis sebagai berikut :

$$Y_t = v(B)\alpha_t + \psi(B)a_t = \sum_{j=0}^{\infty} v_j\alpha_{t-j} + \sum_{j=0}^{\infty} \psi_j a_{t-j} \quad (2.34)$$

dimana $\psi_0 = 1$ maka :

$$Y_{t+1} = \sum_{j=0}^{\infty} v_j \alpha_{t+1-j} + \sum_{j=0}^{\infty} \psi_j a_{t+1-j} \quad (2.35)$$

Apabila $\hat{Y}_t(l) = \sum_{j=0}^{\infty} v_{l+j}^* \alpha_{t-j} + \sum_{j=0}^{\infty} \psi_{l+j}^* a_{t-j}$ merupakan nilai prediksi

optimal satu waktu ke depan dari Y_{t+l} , maka nilai residual dari prediksi tersebut adalah :

$$Y_{t+l} - \hat{Y}_t(l) = \sum_{j=0}^{l-1} [v_j \alpha_{t+1-j} + \psi_j a_{t+1-j}] - \sum_{j=0}^{\infty} [v_{l+j}^* - v_{l+j}] \alpha_{t-j} - \sum_{j=0}^{\infty} [\psi_{l+j}^* - \psi_{l+j}] a_{t-j} \quad (2.36)$$

dan kuadrat nilai rata-rata dari residual hasil prediksi adalah ;

$$E[Y_{t+l} - \hat{Y}_t(l)]^2 = \sum_{j=0}^{l-1} (\sigma_a^2 v_j^2 + \sigma_a^2 \psi_j^2) + \sum_{j=0}^{\infty} \sigma_a^2 (v_{l+j}^* - v_{l+j})^2 + \sum_{j=0}^{\infty} \sigma_a^2 (\psi_{l+j}^* - \psi_{l+j})^2 \quad (2.37)$$

2.5 Inflasi

Inflasi secara umum didefinisikan sebagai kenaikan harga secara umum dan terus menerus. Kebijakan moneter Bank Indonesia ditujukan untuk mengelola tekanan harga yang berasal dari sisi permintaan agregat (demand agregat) relatif terhadap kondisi sisi penawaran. Kebijakan moneter tidak ditujukan untuk merespon kenaikan inflasi yang disebabkan oleh faktor yang bersifat kejutan yang bersifat sementara (temporer) yang akan hilang dengan sendirinya seiring dengan berjalannya waktu. Kenaikan harga dari satu atau dua jenis barang saja yang tidak berdampak bagi kenaikan harga barang lain tidak bisa disebut dengan inflasi. Kenaikan musimanpun, seperti kenaikan harga pada saat menjelang hari Raya Idul Fitri, Natal atau tahun baru tidak bisa disebut dengan inflasi, karena kenaikan

tersebut bersifat sementara dan tidak memiliki pengaruh lanjutan. Kenaikan harga semacam ini tidak dianggap sebagai penyakit ekonomi yang memerlukan penanganan khusus untuk menanggulangnya. Karena kenaikan ini berlangsung secara terus menerus maka perlu adanya tindakan dari pemerintah untuk dapat mengendalikannya, yaitu dengan kebijakan moneter untuk kembali menstabilkan perekonomian. Sesuai dengan pernyataan dari Julius R. Latumaerissa (2011) definisi singkat dari inflasi ialah kecenderungan dari harga-harga untuk naik secara terus menerus. Selain terjadi secara terus menerus, kenaikan harga bisa disebut dengan inflasi apabila kenaikan harga tersebut mencakup keseluruhan jenis barang. Sesuai dengan pernyataan dari Peter Wilson (2012) inflasi ialah kenaikan tingkat harga secara keseluruhan.

Inflasi tidak terjadi begitu saja, terdapat beberapa sebab yang mengakibatkan terjadinya inflasi di suatu negara. Beberapa sebab yang dapat menimbulkan inflasi antara lain pemerintah terlalu berambisi untuk menyerap sumber-sumber ekonomi lebih besar daripada sumber-sumber ekonomi yang dapat dilepaskan oleh pihak bukan pemerintah pada tingkat harga yang berlaku berbagai golongan dalam masyarakat berusaha memperoleh tambahan pendapatan relatif lebih besar daripada kenaikan produktifitas mereka, adanya harapan yang berlebihan dari masyarakat sehingga permintaan barang-barang dan jasa naik lebih cepat daripada tambahan keluarnya yang mungkin dicapai oleh perekonomian yang bersangkutan, adanya kebijakan pemerintah baik yang bersifat ekonomi atau non ekonomi yang mendorong kenaikan harga, pengaruh alam yang dapat mempengaruhi produksi dan kenaikan harga, pengaruh inflasi

luar negeri, khususnya bila negara yang bersangkutan mempunyai sistem perekonomian terbuka. Pengaruh inflasi luar negeri ini akan terlihat melalui pengaruh terhadap harga-harga barang impor (Dwi Eko Waluyo, 2009).

2.5.1 Macam-Macam Inflasi

Terdapat beberapa macam inflasi yang dapat terjadi dalam perekonomian, baik berdasarkan parah atau tidaknya suatu inflasi dan didasarkan pada sebab-sebab awal terjadinya inflasi. Menurut Latumaerissa (2011) inflasi dapat dikelompokkan dalam beberapa golongan jika didasarkan atas parah tidaknya suatu inflasi, sebagai berikut:

- a. Inflasi ringan (di bawah 10% setahun)
- b. Inflasi sedang (antara 10%-30% setahun)
- c. Inflasi berat (antara 30%-100% setahun)
- d. Hiperinflasi (di atas 100%)

Parah tidaknya suatu inflasi dapat diukur dengan suatu indikator yang dapat dihitung sehingga dapat ditentukan, inflasi yang terjadi termasuk pada inflasi yang ringan, sedang, berat atau bahkan hiperinflasi. Ukuran inflasi yang paling banyak digunakan ialah indeks harga konsumen (IHK) yang juga dikenal dengan consumer price index (CPI). CPI mengukur pembelian standar untuk barang pada waktu yang berlainan, meliputi harga makanan, pakaian, perumahan, bahan bakar, transportasi, perawatan medis, biaya perkuliahan, dan barang juga jasa lain yang dibeli untuk kehidupan sehari-hari.

Tingkat inflasi dapat diperoleh dengan menghitung indeks harga konsumen tahun berjalan dikurangi dengan indeks harga konsumen tahun

sebelumnya dan kemudian dibagi dengan indeks harga konsumen tahun sebelumnya (Samuelson, 2004), dengan demikian akan diperoleh berapa persen tingkat inflasi yang sedang berlangsung pada tahun tersebut yang dapat dikategorikan pada tingkat ringan, sedang, berat atau hiperinflasi.

2.5.2 Penyebab Terjadinya Inflasi

Inflasi dapat disebabkan oleh beberapa hal jika didasarkan pada sebab-sebab awalnya. Pertama, inflasi yang timbul dikarenakan permintaan masyarakat yang kuat, kenaikan harga produk akhir mendahului kenaikan harga input yang disebut dengan demand pull inflation. Kedua, inflasi yang timbul karena kenaikan ongkos produksi, sebaliknya dari demand pull inflation, harga input mendahului kenaikan harga produk akhir. Pada umumnya, inflasi yang terjadi diberbagai negara di dunia ialah kombinasi dari kedua macam inflasi tersebut dan sering kali keduanya memperkuat satu sama lain. Jika didasarkan pada asal inflasi yang dibedakan menjadi domestic inflation dan imported inflation, domestic inflation ialah inflasi yang berasal dari dalam negeri, sedangkan imported inflation ialah inflasi yang berasal dari luar negeri. Inflasi yang berasal dari dalam negeri timbul misalnya karena defisit anggaran belanja yang dibiayai dengan pencetakan uang baru, panen yang gagal, dsb. Inflasi yang berasal dari luar negeri ialah inflasi yang timbul karena kenaikan harga-harga di luar negeri atau di negara-negara langganan berdagang negara kita (Latumaerissa, 2011).

Kenaikan harga barang-barang yang kita impor mengakibatkan secara langsung kenaikan indeks biaya hidup karena sebagian dari barang-

barang yang tercakup di dalamnya berasal dari impor, secara tidak langsung menaikkan indeks harga melalui kenaikan ongkos produksi (yang akan diikuti kenaikan harga jual) dari berbagai barang yang menggunakan bahan mentah atau mesin-mesin yang harus diimpor (cost inflation); dan secara tidak langsung menimbulkan kenaikan harga di dalam negeri karena ada kemungkinan (tetapi tidak harus demikian) kenaikan harga barang-barang impor mengakibatkan kenaikan pengeluaran pemerintah/ swasta yang berusaha mengimbangi kenaikan impor tersebut (demand inflation). Kenaikan harga barang-barang ekspor berarti kenaikan penghasilan eksportir (dan juga para produsen barang-barang ekspor tersebut) naik. Kenaikan penghasilan ini kemudian akan dibelanjakan untuk membeli barang-barang (baik dari dalam maupun luar negeri). Bila jumlah barang yang tersedia di pasar tidak bertambah, akibatnya harga barang lain akan naik pula (Latumaerissa, 2011). maka dari itu kegiatan impor dan ekspor juga bisa menjadi sebab dan akibat dari inflasi itu sendiri.

2.6. Nilai Tukar

Nilai tukar adalah harga dari suatu mata uang terhadap mata uang lain. Ketika kita ingin menukar satu mata uang domestik dengan mata uang negara lain, kita akan menukarkannya berdasarkan mata uang yang berlaku. Sesuai dengan pernyataan dari Nordhaus (2004) nilai tukar ialah harga satu satuan mata uang dalam satuan mata uang lain. Begitu juga menurut Sukardi (2008) kurs atau nilai tukar adalah perbandingan nilai mata uang asing dengan mata uang dalam negeri (rupiah).

Nilai tukar atau kurs menjadi salah satu indikator perekenomian suatu negara. Nilai tukar suatu negara akan mengacu pada satu *currency* negara lain yang dianggap kuat atau biasa disebut dengan *Hard Currency*. Sehingga apabila negara yang dijadikan acuan nilai tukar mengalami krisis maka akan berdampak bagi nilai tukar negara yang mengacu tersebut, untuk Indonesia yang dijadikan acuan ialah Dollar Amerika. Maka dari itu terdapat keadaan dimana suatu mata uang dapat melemah atau menguat terhadap mata uang negara lain karena berbagai kondisi, sesuai dengan pernyataan Joesoef (2008) meningkatnya nilai tukar mata uang suatu negara terhadap mata uang lainnya karena mekanisme pasar disebut dengan apresiasi, dan menurunnya nilai tukar mata uang suatu negara terhadap mata uang lainnya karena mekanisme pasar disebut dengan depresiasi.

Pertukaran mata uang sering dilakukan oleh kebanyakan masyarakat, baik untuk kepentingan bisnis atau spekulasi. Pertukaran mata uang dilakukan untuk mendapatkan keuntungan dari selisih jual dan beli suatu mata uang. Hal ini biasa dilakukan terlebih apabila mata uang domestik menguat terhadap mata uang negara lain. Tidak hanya itu, untuk kegiatan produktif seperti usaha ekspor dan impor, atau usaha yang menggunakan bahan baku impor juga harus memantau kestabilan kurs, baik kurs jual, beli dan kurs tengah. Pertama ialah kurs jual *Selling rate* (kurs jual), yaitu kurs yang ditentukan oleh suatu bank untuk penjualan valuta asing tertentu pada saat tertentu, kedua ialah kurs beli yaitu kurs yang ditentukan oleh suatu bank untuk pembelian valuta asing tertentu pada saat tertentu dan yang terakhir ialah kurs

tengah yaitu kurs antara kurs jual dan kurs beli valuta asing terhadap mata uang nasional, yang ditetapkan oleh Bank Central pada suatu saat tertentu atau penjumlahan antara kurs jual dengan kurs beli yang kemudian dibagi dua (Dornbusch, 2008).

