

**PEMODELAN *AUTOREGRESSIVE-MOVING AVERAGE (ARMA)* PADA  
DATA KURS JUAL**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**SEPTINA DAMAYANTI**



**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2018**

## ABSTRAK

### PEMODELAN *AUTOREGRESSIVE-MOVING AVERAGE (ARMA)* PADA DATA KURS JUAL

OLEH

SEPTINA DAMAYANTI

Model deret waktu yang biasa digunakan dalam model ekonometrika adalah model *Autoregression stochastic linear (AR)* dan model *Moving Average (MA)*. Tujuan dalam penelitian ini untuk membentuk model deret waktu berdasarkan data nilai kurs jual rupiah terhadap dollar Amerika. Metode yang di gunakan adalah menggunakan proses campuran diri dan rataaan bergerak (*ARMA(p,q)*). Nilai kurs jual rupiah terhadap dollar Amerika cenderung menurun dari tiap periodenya maka di lakukan analisis return sehingga didapatkan data yang stasioner. Model deret waktu terbaik adalah model *ARMA (2,2)* dengan persamaan  $Y_t = 0,929233Y_{t-1} - 0,693611Y_{t-2} - 0,898624e_{t-1} + 0,774754e_{t-2} + e_t$ .

Kata Kunci: **Deret waktu, *Autoregression stochastic linear (AR)*, *Moving Average (MA)*, Kurs jual.**

## ABSTRACT

### AUTOREGRESSIVE-MOVING AVERAGE (ARMA) MODELING OF EXCHANGE RATES CHANGES

By

SEPTINA DAMAYANTI

Time series models commonly used in econometric models are Autoregression Stochastic linear (AR) and Moving Average (MA). The purpose of this research is to form a time series model based on Indonesian exchange rate to American US dollar. The method used are autoregressive and moving average process (ARMA (p, q)). The value of the Indonesian exchange rate to American US dollar tends to decrease from each period then do the return analysis so that the data obtained stationary. The best time series model is the ARMA model (2.2) with the equation  $Y_t = 0,929233Y_{t-1} - 0,693611Y_{t-2} - 0,898624e_{t-1} + 0,774754e_{t-2} + e_t$ .

Keywords: **Time Series, Autoregression stochastic linear (AR) , Moving Average (MA), Exchange Rates.**

**PEMODELAN *AUTOREGRESSIVE-MOVING AVERAGE (ARMA)* PADA  
DATA KURS JUAL**

**Oleh**

**SEPTINA DAMAYANTI**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
**SARJANA SAINS**

Pada

Jurusan Matematika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

**Judul Skripsi : PEMODELAN AUTOREGRESSIVE-  
MOVING AVERAGE (ARMA) PADA  
DATA KURS JUAL**

**Nama Mahasiswa : Septina Damayanti**

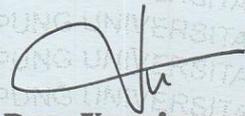
**Nomor Pokok Mahasiswa : 1317031076**

**Jurusan : Matematika**

**Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**



**Drs. Nusyirwan, M.Si.**  
NIP 19661010 199205 1 001



**Dra. Dorrah Aziz, M.Si.**  
NIP 196101128 198811 2 001

**2. Ketua Jurusan Matematika**



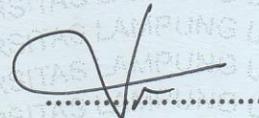
**Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D.**  
NIP 19631108 198902 2 001

## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

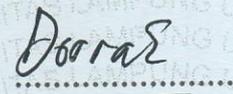
Ketua

: **Drs. Nusyirwan, M.Si.**



Sekretaris

: **Dra. Dorrah Aziz, M.Si.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Ir. Netti Herawati, M.Sc., Ph.D.**



### 2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Prof. Warsito, S.ST., D.E.A., Ph.D.**

NIP 19710212 199512 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **19 Februari 2018**

## PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Septina Damayanti**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1317031076**

Judul : **PEMODELAN *AUTOREGRESSIVE-MOVING*  
*AVERAGE* (ARMA) PADA DATA KURS  
JUAL**

Jurusan : **Matematika**

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah karya penulisan ilmiah Universitas Lampung.

Bandar Lampung, Februari 2018

Penulis,



**Septina Damayanti**  
**NPM. 1317031076**

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis bernama lengkap Septina Damayanti, anak pertama dari dua bersaudara yang dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 15 September 1995 oleh pasangan Bapak Lukmanul Hakim, S.E dan Ibu Mastianah, S.Pd.

Penulis menempuh pendidikan di Sekolah Dasar (SD) Negeri 2 Labuhan Ratu, Bandar Lampung pada tahun 2001 – 2007, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 8 Bandar Lampung pada tahun 2007 – 2010, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 5 Bandar Lampung pada tahun 2010 – 2013.

Pada tahun 2013 penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Pengalaman organisasi penulis yaitu pada tahun 2014 - 2015 aktif menjadi anggota Kementrian Dalam Negeri BEM KBM Universitas Lampung, dan pada tahun 2015-2016 penulis aktif menjadi anggota biro Dana dan Usaha Himpunan Mahasiswa Matematika (HIMATIKA).

Pada tahun 2016 penulis melakukan Kerja Praktik (KP) di PT. PLN Persero Area Tanjung Karang, Bandar Lampung serta menjalani Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sumber Bahagia, Kecamatan Seputih Banyak, Kabupaten Lampung tengah, Provinsi Lampung.

## PERSEMBAHAN



Dengan mengucapkan Syukur Alhamdulillah atas Rahmat Allah SWT

kupersembahkan karya kecil ini kepada :

**Kedua Orang Tua Tercinta Ayahanda Lukmanul Hakim S.E. dan Ibunda Mastianah, S.Pd.**

Terimakasih Ayah, Ibu yang telah memberiku kasih sayang dan dukungan yang tidak terhingga dan terimakasih juga telah menjadi pembimbing hidup yang terbaik sampai saat ini.

**Adik dan Nenek**

beserta keluarga besar yang selalu memberikan semangat, mendoakan, serta memberikan motivasi.

**Alamamaterku Tercinta**

**Universitas Lampung**

## KATA INSPIRASI

“ Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain”  
(Q.S.Al Insyiroh 6-7)

“Jangan berkecil hati atau bersedih hati disaat mencari ilmu itu susah karena setiap kesusahan itu kelak akan diganti oleh Allah di perjalanan menuju akhirat” .  
(Ust. Tengku Hanan Attaki)

“ Life isn't about finding your self but life is about creating your self “ .  
(Anonymous)

## SANWACANA

Puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas karunia serta rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Pemodelan Autoregressive-Moving Average (ARMA) Pada Data Kurs Jual**”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.) di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Selesainya penulisan skripsi ini adalah berkat motivasi, pengarahan serta bimbingan dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan dan ketulusan hati penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Nusyirwan, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I, terima kasih untuk bimbingan, bantuan, nasehat, motivasi dan kesediaan waktu selama penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Dra. Dorrah Aziz, M.Si. selaku dosen Pembimbing II, terima kasih atas arahan, motivasi, dan bantuannya selama penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Ir. Netti Herawati, M.Sc., Ph.D. selaku Penguji Utama, terima kasih atas kesediaan untuk menguji, saran dan kritik yang membangun dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Suharsono S., M.S., M.Sc., Ph.D. selaku Pembimbing Akademik, terima kasih atas bimbingan dan pembelajaran dalam proses perkuliahan.

5. Ibu Prof. Dra. Wamiliana M.A., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Bapak Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
7. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
8. Ayah dan Ibu kedua orang tua terhebat yang selalu menjadi inspirasi terbesar, ajaran dan semangat yang kalian berikan telah mengantarkan aku hingga kini.
9. Adik M. Rizky Ramadhan dan Nenek Siti Ruhaidah yang telah menjadi penyemangat untuk mengenyam pendidikan sebaik mungkin.
10. Sahabat-sahabat terbaik chaterine, dian, evi, imel, dan tika terimakasih telah mendukung dalam berbagai hal dan menjadi teman berbagi tawa baik di dalam maupun diluar kampus.
11. Sahabat-sahabat kak handoko, mba andar, dimmas, sedy, rafi, chaterine, ria, nanda dan jeany terimakasih atas kebersamaan, semangat dan bantuan yang di berikan selama mengikuti kegiatan organisasi dan telah menjadi bagian keluarga sampai saat ini.
12. Teman-teman jurusan matematika angkatan 2013 yang selalu kompak.
13. Almamater tercinta Universitas Lampung.
14. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Bandar Lampung, Februari 2018  
Penulis

**Septina Damayanti**

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>DAFTAR TABEL</b> .....	i
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2. Tujuan .....	2
1.3. Manfaat .....	2
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Analisis Deret Waktu .....	3
2.2. Ekonometrika Deret Waktu .....	4
2.3. Persamaan Beda .....	5
2.4. Kestasioneran Data Deret Waktu.....	6
2.4.1. Uji Kestasioneran Data .....	7
2.4.2. Uji Kestasioneran Data Secara Kuantitatif .....	8
2.5. Model <i>Auto Regresif (AR)</i> .....	9
2.5.1. Proses <i>Autoregressive</i> Orde Pertama.....	10
2.5.2. Proses <i>Autoregressive</i> Orde Kedua .....	11
2.6. Model <i>Moving average (MA)</i> .....	11
2.6.1. Proses <i>Moving Average</i> Orde Pertama .....	12
2.6.2. Proses <i>Moving Average</i> Orde Kedua .....	13
2.7. Model <i>Autoregressive Moving Average (ARMA)</i> .....	13
2.8. Prosedur Box-Jenkins.....	14
2.8.1. Identifikasi Model .....	14
2.8.2. Estimasi Parameter Model .....	16
2.8.3. Evaluasi Model.....	17
2.8.4. Prediksi atau Peramalan .....	17
2.9. Nilai Tukar Mata Uang ( <i>Kurs</i> ) .....	17
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	19
3.2. Data Penelitian .....	19

3.3. Metode Penelitian.....	19
-----------------------------	----

#### **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Deskriptif Data dalam Model Deret Waktu .....	21
4.2. Identifikasi Plot Data Kurs Jual .....	22
4.3. Pemeriksaan Kestasioneran Data .....	23
4.4. Identifikasi Model ARMA.....	24
4.5. Estimasi Parameter Model.....	25
4.6. Evaluasi Model ARMA .....	29

#### **V. KESIMPULAN**

5.1. Kesimpulan.....	31
----------------------	----

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>32</b>
-----------------------------	-----------

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pola ACF dan PACF .....	16
2. Deskriptif Data .....	21
3. Uji Kestasioneran Data Melalui Uji Hipotesis ADF.....	24
4. <i>Correlogram</i> Data <i>Return</i> Kurs Jual IDR/USD.....	24
5. Estimasi Parameter Model .....	26
6. <i>Correlogram</i> Evaluasi Model Terbaik.....	29

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Grafik Data Kurs Jual .....	22
2. Grafik Data Return Kurs Jual.....	23

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Dan Masalah

Analisis deret waktu merupakan salah satu metode statistika yang sering digunakan dalam mempelajari hubungan timbal balik antar waktu. Tujuan dalam analisis deret waktu adalah untuk menemukan cara yang berguna atau model untuk mengekspresikan hubungan waktu yang terstruktur antara beberapa variabel atau peristiwa.

Model deret waktu yang biasa digunakan dalam model ekonometrika adalah model *Autoregression stochastic linear* (AR) dan model *Moving Average* (MA). Berdasarkan strukturnya kedua model tersebut merupakan persamaan beda stokastik. Semua pembahasan tentang deret waktu didasarkan oleh analisis persamaan beda yang mengandung komponen stokastik (acak), dengan tujuan meramalkan fenomena yang diamati pada waktu yang akan datang.

Bank Indonesia sebagai bank sentral negara Indonesia mempunyai satu tujuan tunggal, yaitu mencapai dan memelihara kestabilan nilai rupiah. Kestabilan nilai rupiah ini mengandung dua aspek, yaitu kestabilan nilai mata uang terhadap barang dan jasa, serta kestabilan terhadap mata uang negara lain.

Berdasarkan analisis deret waktu maka dalam penelitian ini peneliti akan membentuk model deret waktu berdasarkan data pergerakan nilai tukar mata uang (kurs jual) rupiah terhadap dollar Amerika Serikat (IDR/USD).

### **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah membentuk model deret waktu berdasarkan data nilai kurs jual rupiah terhadap dollar Amerika.

### **1.3 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah mengetahui model deret waktu berdasarkan data nilai kurs jual rupiah terhadap dollar Amerika.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Analisis Deret Waktu

Analisis deret waktu merupakan salah satu metode statistika yang sering digunakan. Analisis deret waktu adalah analisis yang mempelajari hubungan timbal balik antar waktu. Tujuan dalam analisis deret waktu adalah untuk menemukan cara yang berguna atau model untuk mengekspresikan hubungan waktu yang terstruktur antara beberapa variabel atau peristiwa untuk kemudian kita dapat mengevaluasi hubungan ini atau melakukan peramalan dari satu atau lebih variabel (Pankratz, 1991).

Data berkala adalah data yang disusun berdasarkan urutan waktu atau data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu. Waktu yang digunakan dapat berupa minggu, bulan, tahun dan sebagainya. Deret waktu merupakan serangkaian data pengamatan yang berasal dari satu sumber tetap dan terjadi berdasarkan indeks waktu  $t$  secara beruntun dengan interval waktu yang tetap (Cryer, 1986).

Secara umum terdapat empat macam pola data deret waktu, yaitu horizontal, tren, musiman, dan siklis. Pola horizontal merupakan kejadian yang tidak terduga dan bersifat acak, tetapi kemunculannya dapat memengaruhi fluktuasi data deret waktu. Pola tren merupakan kecenderungan arah data dalam jangka panjang dapat berupa kenaikan maupun penurunan. Pola musiman merupakan fluktuasi dari data yang terjadi secara periodik dalam kurun waktu satu tahun, seperti triwulan, kuartalan, bulanan, mingguan, atau harian. Sedangkan pola siklis merupakan fluktuasi dari data untuk waktu yang lebih dari satu tahun (Hanke dan Wichren, 2005).

## **2.2 Ekonometrika Deret Waktu**

Ekonometrika deret waktu adalah salah satu teknik Ekonometrika yang berkembang relatif pesat. Perkembangan tersebut terutama didorong oleh kenyataan bahwa sebagian besar pekerjaan ekonometrika untuk menganalisis perilaku ekonomi didasarkan pada data deret waktu.

Menurut Juanda (2012), analisis ekonometrika deret waktu pada umumnya digunakan untuk menentukan pola data deret waktu, baik itu tren maupun volatilitasnya, serta untuk menentukan struktur hubungan antarpeubah-peubah ekonomi (*economim variables*) yang bergerak dari waktu ke waktu. Dalam mengetahui pola dan struktur hubungan antar peubah tersebut berguna untuk menjelaskan struktur hubungan antar variabel yang mendasari untuk melakukan

peramalan/prediksi ataupun sebagai dasar untuk menilai efektivitas berbagai kebijakan ekonomi. Berdasarkan hal tersebut, analisis deret waktu secara umum dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu sebagai berikut :

1. Analisis yang sifatnya menjelaskan pola data tersebut berdasarkan waktu.
2. Analisis yang sifatnya eksplanatoris, yakni yang menganalisis hubungan antarpeubah-peubah deret waktu

### 2.3 Persamaan Beda

Teori persamaan beda mendasari semua metode deret waktu. Persamaan beda yang digunakan dalam analisis ekonometrika yang menghasilkan persamaan eksplisit dimulai dengan mendefinisikan  $y = f(t)$ . Jika  $t^*$  adalah variabel bebas maka  $y_{t^*}$  adalah variabel terikat sehingga  $y_{t^*} = f(t^*)$ . Gunakan notasi  $y_{t^*+h}$  sebagai nilai yang mewakili  $y$  ketika  $t$  berada pada nilai  $t^* + h$ . Perbedaan pertama dari  $y$  merupakan nilai dari fungsi  $t = t^* + h$  dikurang dengan fungsi  $t^*$ .

$$y_{t^*+h} = f(t^* + h) - f(t^*)$$

$$y_{t^*+h} - y_{t^*}$$

Diferensial memungkinkan perubahan variabel independen mendekati nol. Karena data ekonomi lebih sering dikumpulkan selama periode diskrit sehingga lebih berguna untuk memungkinkan periode waktu yang panjang untuk menjadi lebih besar

dari nol. Dari hal tersebut maka dapat dibentuk beda pertama (turunan pertama) sebagai berikut :

$$y_t = f(t) - f(t-1) \quad y_t - y_{t-1}$$

$$y_{t+1} = f(t+1) - f(t) \quad y_{t+1} - y_t$$

$$y_{t+2} = f(t+2) - f(t-1) \quad y_{t+2} - y_{t+1}$$

Menurut Enders (2004), dalam bentuk umum persamaan beda dapat ditulis sebagai berikut :

$$y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i y_{t-i} + x_t \quad (2.1)$$

#### 2.4 Kestasioneran Data Deret Waktu

Stasioneritas berarti bahwa tidak terdapat perubahan yang drastis pada data.

Fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan variansi dari fluktuasi tersebut.

Sekumpulan data dinyatakan stasioner jika nilai rata-rata dan variansi dari data deret waktu tersebut tidak mengalami perubahan secara sistematis sepanjang waktu atau dengan kata lain rata-rata dan variansinya konstan. Kestasioneran data ini berkaitan dengan metode estimasi yang digunakan. Tidak stasionernya data akan mengakibatkan kurang baiknya model yang diestimasi. Selain itu apabila data yang digunakan dalam model ada yang tidak stasioner, maka data tersebut dipertimbangkan kembali validitas dan kestabilannya. Salah satu penyebab tidak

stasionernya sebuah data adalah adanya autokorelasi. Bila data distasionerkan maka autokorelasi akan hilang dengan sendirinya, karena itu transformasi data untuk membuat data yang tidak stasioner menjadi stasioner sama dengan transformasi data untuk menghilangkan autokorelasi (Makridakis, 1995).

#### 2.4.1 Uji Kestasioneran Data

Uji yang sangat sederhana untuk melihat kestasioneran data adalah dengan analisis grafik, yang dilakukan dengan membuat plot korelogram. Korelogram memberikan nilai *Auto Correlation* (AC) dan *Partial Auto Correlation* (PAC). Nilai *Auto Correlation* (AC) mengukur korelasi antar pengamatan dengan beda kala (*lag*) ke- $k$  sedangkan *Partial Auto Correlation* (PAC) mengukur korelasi antar pengamatan dengan *lag* ke- $k$  dan mengontrol korelasi pengamatan antar dua pengamatan dengan *lag* kurang dari  $k$ . Adapun nilai autokorelasi untuk *lag* 1, 2, 3, ...,  $k$  dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$r_k = \sum_{t=1}^{n-k} \frac{(Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (2.2)$$

keterangan :

$r_k$  = autokorelasi pada *lag* ke -  $k$

$Y_t$  = data pengamatan ke -  $t$

$\bar{Y}$  = rata-rata data

$Y_{t+k}$  = data pengamatan ke-  $t + k$

### 2.4.2 Uji Kestasioneran Data Secara Kuantitatif

Pengujian sifat stasioner data secara kuantitatif adalah uji akar-akar unit yang menggunakan metode ADF. Pengujian secara kuantitatif apakah data deret waktu bersifat stasioner atau tidak sangatlah penting agar hasil kesimpulan tidak bersifat subyektif sebagaimana bila dalam bentuk tampilan grafik. Pengujian menggunakan metode ADF menyiratkan data bersifat stasioner jika hasil ADF lebih kecil dari nilai kritis 5%.

$$\begin{aligned}
 Y_t - Y_{t-1} &= \rho Y_{t-1} - Y_{t-1} + e_t \\
 \Delta Y_t &= (\rho - 1)Y_{t-1} + e_t \\
 &= \delta Y_{t-1} + e_t
 \end{aligned} \tag{2.3}$$

dengan kata lain, jika  $\delta = (\rho - 1) = 0$  atau  $\rho = 1$  yang berarti data tidak bersifat stasioner atau sebaliknya. Metode transformasi dengan cara pembedaan untuk mengatasi data deret waktu yang tidak stasioner menjadi stasioner adalah sebagai berikut :

$$Y_t = \beta_1 Y_{t-1} + e_t \tag{2.4}$$

Persamaan tersebut merupakan model yang tidak stasioner. Dengan transformasi pembedaan pertama, yaitu dikurangi  $Y_{t-1}$ , maka nilai rata-rata dan varian menjadi:

$$\begin{aligned}
 Y_t - Y_{t-1} &= \beta_1 + e_t \\
 \Delta Y_t &= \beta_1 + e_t \\
 E(\Delta Y_t) &= E(\beta_1 + e_t) = \beta_1 \\
 Var(\Delta Y_t) &= Var(\beta_1 + e_t) = \sigma^2
 \end{aligned} \tag{2.5}$$

Setelah data ditransformasi nilai rata-rata dan varian telah konstan, yang berarti  $\Delta(Y_t)$  sudah stasioner.

## 2.5 Model *Auto Regresif (AR)*

Proses *Autoregressive* dikembangkan oleh Box dan Jenkins pada tahun 1976.

Proses ini mengasumsikan bahwa deret waktu mempunyai rata-rata konstan dan varian konstan untuk semua waktu, kondisi ini disebut stasioner. Model *Autoregressive* adalah model terbaik untuk peramalan dengan waktu yang pendek (*short-term forecasting*). Sedangkan untuk peramalan dengan waktu yang cukup panjang (*long-term forecasting*) menggunakan proses *autoregressive* tidak begitu baik.

Model *Autogressive (AR)* dengan order  $p$  dinotasikan dengan  $AR(p)$  dengan bentuk persamaan umum sebagai berikut :

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.6)$$

dengan

$Y_t$  = nilai variabel pada waktu ke- $t$

$\beta_p$  = koefisien *autoregressive*,  $p : 1, 2, 3, \dots, p$

$\varepsilon_t$  = nilai galat pada waktu ke- $t$

$p$  = orde *AR*

Dengan  $| \phi | < 1$  dan  $e_t$  merupakan kumpulan semua peubah yang memengaruhi  $Y_t$  selain dari nilai  $p$  muatan waktu lampau terdekat. Dapat diperhatikan model ini sudah dikurangi dengan konstanta nilai tengah atau garis kecenderungan deret, sehingga  $E(Y_t) = 0$ . Dengan demikian, deret yang digunakan dalam model ini adalah simpangan terhadap rataannya atau terhadap garis kecenderungannya. Jika garis kecenderungannya membentuk kecenderungan musiman, maka model ini dikatakan “*deseasonalized*” atau secara umum dikatakan “*detrended*” yaitu model yang garis kecenderungannya sudah dihilangkan.

### 2.5.1 Proses *Autoregressive Orde Pertama*

Model *autoregressive* orde pertama, disingkat AR(1), persamaannya adalah

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + e_t \quad (2.7)$$

Sifat – sifat AR(1) yang stasioner adalah

- i.  $E(Y_t) = 0$
- ii.  $\sigma_0 = \text{Var}(Y_t) = \sigma^2 / (1 - \phi^2)$
- iii.  $\sigma_k = \sigma_{k-1} = \sigma^2 / (1 - \phi^2)$
- iv.  $\rho_k = \phi^k$

Syarat kestasioneran proses AR(1) ini ialah bahwa  $| \phi | < 1$ .

### 2.5.2 Proses *Autoregressive* Orde Kedua

Model *Autoregressive* orde kedua, disingkat AR(2), persamaannya adalah

$$Y_t = \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-2} + e_t \quad (2.8)$$

Sifat – sifat AR(2) yang stasioner adalah

- i.  $\alpha_1 + \alpha_2 < 1$  untuk  $k= 1, 2, \dots$
- ii.  $\alpha_2 - \alpha_1 < 1, |\alpha_2| < 1$ .

Persamaan diatas dinamakan persamaan Yule-Walker. Syarat kestasioneran

AR(2) adalah  $\alpha_1 + \alpha_2 < 1, \alpha_2 - \alpha_1 < 1, |\alpha_2| < 1$ .

### 2.6 Model *Moving average* (MA)

Proses *moving average* pertama kali diperkenalkan oleh Slutsky. Model ini regersinya melibatkan selisih nilai variabel sekarang dengan nilai dari variabel sebelumnya.

*Moving Average* (MA) merupakan nilai deret waktu pada waktu  $t$  yang dipengaruhi oleh unsur kesalahan pada saat ini dan unsur kesalahan terbobot pada masa lalu (Makridakis, 1999).

Model *Moving Average* disebut juga dengan model rata- rata bergerak yang mempunyai bentuk sebagai berikut :

$$Y_t = e_t - \beta_1 e_{t-1} + \beta_2 e_{t-2} + \dots + \beta_p e_{t-p} \quad (2.9)$$

keterangan :

$Y_t$  = nilai variabel pada waktu ke-t

$e_t$  = kesalahan peramalan (galat)

$e_{t-q}$  = kesalahan peramalan masa lalu

$\beta_p$  = konstanta dan koefisien model

Dari persamaan tersebut, terlihat bahwa  $Y_t$  merupakan rata-rata tertimbang dengan kesalahan sebanyak  $q$  periode ke belakang. Banyaknya kesalahan yang digunakan  $q$  pada persamaan ini menandai tingkat dari model *moving average*.

### 2.6.1 Proses *Moving Average* Orde Pertama

Model yang paling sederhana adalah MA(1), persamaannya adalah

$$Y_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} \quad (2.10)$$

Sifat-sifat model ini adalah

- i.  $E(Y_t) = 0$
- ii.  $\sigma^2 = \text{Var}(Y_t) = \sigma_e^2 / (1 + \theta_1^2)$
- iii.  $\rho_1 = -\theta_1$
- iv.  $\rho_k = -\theta_1^k / (1 + \theta_1^2)$
- v.  $\rho_k = \rho_{k+1} = 0$  untuk  $k \geq 2$ .

### 2.6.2 Proses *Moving Average Orde Kedua*

Model MA(1), persamaannya adalah

$$Y_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} \quad (2.11)$$

Sifat-sifat model ini adalah

- i.  $E(Y_t) = 0$
- ii.  $\sigma^2 = \text{Var}(Y_t) = \sigma_e^2 / (1 + \theta_1^2 + \theta_2^2)$
- iii.  $\gamma_1 = (-\theta_1 + \theta_1\theta_2) \sigma_e^2$
- iv.  $\gamma_2 = -\theta_1\theta_2 \sigma_e^2$
- v.  $\gamma_k = (-\theta_1 + \theta_1\theta_2)(1 + \theta_1^2 + \theta_2^2)$
- vi.  $\gamma_k = \gamma_{k-1} = 0$  untuk  $k \geq 3$ .

### 2.7 Model *Autoregressive Moving Average (ARMA)*

perilaku data deret waktu sering kali dapat dijelaskan dengan lebih baik dengan menggabungkan antara model AR dan model MA. Dengan kata lain nilai  $Y_t$  tidak hanya dipengaruhi oleh nilai peubah tersebut tetapi juga oleh residual peubah tersebut pada periode sebelumnya.

Jika model terdiri atas gabungan proses regresi diri ordo  $p$  dan rata-rata bergerak ordo  $q$ , maka akan di peroleh proses yang umum yang dinamakan ARMA( $p, q$ ).

Bentuk umumnya adalah sebagai berikut :

$$Y_t = \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + e_t + \alpha_1 e_{t-1} + \alpha_2 e_{t-2} + \dots + \alpha_q e_{t-q} \quad (2.12)$$

## 2.8 Prosedur Box-Jenkins

Untuk menentukan apakah perilaku data mengikuti pola AR, MA, ARMA, atau ARIMA, dan untuk menentukan ordo AR, MA, serta tingkat proses diferensiasi untuk menjadi data stasioner. Box dan Jenkins telah mengembangkan suatu prosedur, yaitu

1. Identifikasi model
2. Estimasi parameter model
3. Evaluasi model
4. Prediksi atau peramalan

### 2.8.1 Identifikasi Model

Langkah pertama yang dilakukan untuk membangun model adalah mendeteksi masalah stasioner data yang digunakan. Jika data tidak stasioner pada *level*, diperlukan proses diferensiasi untuk mendapatkan data yang stasioner (baik pada *level* maupun pada *differens*).

Metode yang umum digunakan untuk pemilihan model adalah melalui korelogram *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF).

Misalnya jika dimiliki data deret waktu sebagai berikut  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  maka dapat dibangun pasangan nilai  $(Y_1, Y_{k+1}), (Y_2, Y_{k+2}), \dots, (Y_n, Y_{k+n})$ . Autokorelasi untuk lag  $k$  (korelasi antara  $Y_t$  dengan  $Y_{t+k}$ ) dinyatakan sebagai  $\rho_k$  yaitu

$$\rho_k = \sum_{t=k+1}^T \frac{(Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (2.13)$$

dimana  $\rho_k$  = koefisien korelasi untuk lag  $k$  dan  $\bar{Y}$  = rata-rata data deret waktu.

Karena  $\rho_k$  merupakan fungsi dari  $k$ , maka hubungan autokorelasi dengan lagnya dinamakan fungsi autokorelasi (ACF). Fungsi autokorelasi pada dasarnya memberikan informasi bagaimana korelasi antara data-data  $Y_t$  yang berdekatan. Selanjutnya, jika fungsi autokorelasi tersebut digambarkan dalam bentuk kurva, dikenal juga dengan istilah *correlogram* ACF.

PACF didefinisikan sebagai korelasi antara  $Y_t$  dan  $Y_{t+k}$  setelah menghilangkan pengaruh autokorelasi lag pendek dari korelasi yang diestimasi pada lag yang lebih panjang. Algoritma untuk menghitung PACF sebagai berikut,

$$\phi_k = \begin{cases} \rho_1 & \text{untuk } k = 1 \\ \frac{\rho_k - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_{k-j}} & \text{untuk } k > 1 \end{cases}$$

dimana  $\phi_k$ : partial *autocorrelation* pada lag  $k$  dan  $\rho_k$  adalah *autocorrelation* pada lag  $k$ .

Pemilihan model dengan ACF maupun PACF secara grafis mengikuti ketentuan sebagai berikut :

Tabel 1. Pola ACF dan PACF

Model	Pola ACF	Pola PACF
AR(p)	Menurun secara bertahap atau bergelombang	Menurun drastis pada <i>lag</i> tertentu (cut off)
MA(q)	Menurun drastis pada <i>lag</i> tertentu (cut off)	Menurun secara bertahap atau bergelombang
ARMA(p,q)	Menurun secara bertahap atau bergelombang	Menurun secara bertahap atau bergelombang

### 2.8.2 Estimasi Parameter Model

Setelah mendapatkan model tentatif dari langkah sebelumnya, tahap berikutnya adalah melakukan estimasi model tentatif persamaan berikut. Pada tahap ini dilakukan pengujian kelayakan model dengan mencari model terbaik. Model terbaik didasarkan pada *goodness of fit*, yaitu tingkat signifikansi koefisien peubah independen (termasuk konstanta) melalui uji t, uji F, maupun nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) serta dengan menggunakan kriteria AIC (*Akaike Information Criterion*) dan SC (*Schwarz Criterion*).

### **2.8.3 Evaluasi Model**

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap residual model yang diperoleh. Model yang baik memiliki residual yang bersifat random (*white noise*).

Analisis residual dilakukan dengan korelogram, baik melalui ACF maupun PACF.

Jika koefisien ACF maupun PACF secara individual tidak signifikan, residual yang didapatkan bersifat random. Jika residual tidak bersifat random, harus kembali ke tahap sebelumnya untuk memilih model yang lain. Pengujian signifikansi ACF dan PACF dapat dilakukan melalui uji dari Barlett, Box dan Pierce maupun Ljung-Box.

### **2.8.4 Prediksi atau Peramalan**

Tahap terakhir adalah melakukan prediksi atau peramalan berdasarkan model yang terpilih. Untuk mengevaluasi kesalahan peramalan bias menggunakan Root Mean Squares Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE) , Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

## **2.9 Nilai Tukar Mata Uang (*Kurs*)**

Kurs atau nilai tukar (*exchange rate*) adalah harga sebuah mata uang dari suatu Negara yang dinyatakan atau diukur dalam mata uang lainnya. Kurs memainkan peranan yang amat penting dalam keputusan-keputusan pembelanjaan, karena kurs dapat

menerjemahkan harga-harga dari berbagai negara ke dalam mata uang lain (Krugman dan Obstfeld, 2004)

Nilai tukar terbagi atas dua jenis, yakni nilai tukar nominal dan nilai tukar riil. Nilai tukar nominal menunjukkan harga relatif barang dari dua negara, yaitu perbandingan harga di dalam negeri dengan harga di luar negeri. Sedangkan nilai tukar real menunjukkan tingkat ukuran suatu barang dapat diperdagangkan antarnegara (Simorangkir dan Suseno, 2004).

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2017/2018 bertempat di jurusan matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

#### **3.2 Data Penelitian**

Pada penelitian ini digunakan data deret waktu perhari nilai tukar (kurs jual) rupiah terhadap dollar Amerika pada tanggal 4 Agustus 2015 – 20 Oktober 2016. Data ini didapatkan dengan mengakses website resmi bank Indonesia <http://www.bi.go.id>.

#### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan studi literatur secara sistematis yang diperoleh dari buku-buku maupun media lain untuk mendapatkan informasi sebanyak mungkin untuk mendukung penulisan skripsi ini. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat plot data kurs jual Dollar Amerika (USD) terhadap Rupiah (IDR).
2. Memeriksa kestasioneran data dengan uji hipotesis ADF, dengan formula sebagai berikut :

1.  $H_0$  : data tidak stasioner

$H_1$  : data stasioner

2. Tingkat signifikansi  $\alpha = 5\%$
3. Wilayah kritis, tolak  $H_0$  jika  $p\text{-value} < \alpha$
4. Kesimpulan

Apabila data asli tidak stasioner maka dilakukan transformasi data dengan proses return  $(Z_t - Z_{t-1}) / Z_{t-1}$ .

3. Mengidentifikasi model dengan membentuk plot correlogram ACF dan PACF. Plot ACF digunakan untuk menentukan orde dari MA dan plot PACF digunakan untuk menentukan orde AR. Identifikasi model dilakukan pada kedua data yaitu data asli dan return.
4. Mengestimasi parameter model dengan pengujian kelayakan model berdasarkan uji signifikansi koefisien peubah independen termasuk konstanta serta melihat kriteria SC (Schwarz Criterion) sehingga didapatkan model terbaik untuk dicari solusi persamaan beda.
5. Mengevaluasi model dengan pengujian terhadap galat pada ARMA dengan *correlogram Q-statistic probabilities*.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data nilai kurs jual rupiah terhadap dollar Amerika periode 04 agustus 2015 hingga 20 oktober 2016, nilai kurs jual cenderung menurun dari tiap periodenya sehingga di lakukan analisis return. Sehingga dapat simpulkan model deret waktu terbaik adalah model ARMA (2,2) dengan persamaan sebagai berikut

$$Y_t = 0,929233Y_{t-1} - 0,693611Y_{t-2} - 0,898624e_{t-1} + 0,774754e_{t-2} + e_t$$

## DAFTAR PUSTAKA

- Cryer, J. D. 1986. *Time Series Analysis*. PWS-KENT Publishing Company, Boston.
- Enders, W. 2004. *Applied Econometric Time Series*. Wiley, New York.
- Hanke, J. E & Wichers, D. W. 2005. *Business Forecasting Eight Education*. Pearson Printice Hall, New Jersey.
- Juanda, B. dan Junaidi. 2012. *Ekonometrika Deret Waktu*. IPB Press, Bogor
- Krugman, Paul dan Obstfeld, Maurice, 2004. *Ekonomi Internasional Teori dan Kebijakan Harper Collins Publisher*. Ahli Bahasa. Dr. Faisal H. Basri, S.E., M.Sc., PT Indeks Kelompok Gramedia, Jakarta.
- Makridakis, S., Wheelwright, S.C. & Hyndman, R. J. 1998. *Forecasting : Methods and Applications*. 3<sup>rd</sup> ed. John Wiley & Sons, New York.
- Pankratz, A. 1991. *Forecasting with Dynamic Regression Models*. Willey Intersciences Publication, Canada.