

## ABSTRAK

Model ARFIMA (*Autoregressive Fractionally Integrated Moving Average*) merupakan pengembangan dari model ARIMA yang pertama kali dikenalkan oleh Granger dan Joyeux (1980). Sedangkan Hosking (1981) memperkenalkan sifat jangka panjang (*long memory*) pada data dengan ciri hasil plot ACF (*Autocorrelation Function*) turun lambat secara hiperbolik dan memiliki nilai Statistik *Hurst* antara  $0.5 < H < 1$ . Model ARFIMA memiliki tiga parameter yaitu  $p$ ,  $d$ , dan  $q$ . Dimana  $p$  adalah parameter *autoregressive*,  $d$  adalah parameter *differencing* dan  $q$  adalah parameter *moving average*. Dimana parameter  $d$  berupa bilangan real antara  $-0.5 < d < 0.5$  dan dapat dicari menggunakan metode regresi spektral.

Penelitian terhadap *kurs* uang kertas mata uang asing (GBP, SGD, USD, EUR dan JPY) terhadap rupiah dilakukan untuk mengetahui hasil estimasi parameter  $d$  dengan menggunakan regresi spektral untuk peramalan menggunakan model ARFIMA dan memperoleh kesimpulan bahwa model tersebut telah memenuhi dan memadai untuk dijadikan model peramalan. Dimana pada tahap identifikasi semua data *kurs* mata uang asing memiliki nilai statistik *Hurst*  $> 0.5$  yang menunjukkan pola *long memory*. Model terbaik berdasarkan nilai MSE dan AIC terkecil sebesar MSE = 2173.33 dan AIC = -1238.81 yang dihasilkan yaitu pada data *kurs* uang kertas SGD terhadap rupiah dengan ARFIMA (7,  $d=-0.42$ , 7) dengan  $d=-0.42$  menyatakan ARFIMA proses stasioner dengan ACF dan PACF semua negatif menunjukkan turun lambat secara hiperbolik menuju nol dengan *lag* meningkat.

**Kata Kunci:** regresi spektral, *long memory*, ARFIMA,

## ABSTRACT

ARFIMA Model (Autoregressive Fractionally Integrated Moving Average) is a development of the ARIMA models were first introduced by Granger and Joyeux (1980). While Hosking (1981) introduced the long-term nature (long memory) to plot the data with the characteristics of the ACF (Autocorrelation Function) slow down the hyperbolic and has a value of Hurst statistics between  $0.5 < H < 1$ . ARFIMA model has three parameters, namely  $p$ ,  $d$ , and  $q$ . Where  $p$  is the autoregressive parameter,  $d$  is the differencing parameter and  $q$  is the moving average parameter. Where the parameter  $d$  be a real number between  $-0.5 < d < 0.5$  and can be searched uses the spectral regression method.

Research on the banknote exchange foreign currency (GBP, EUR, USD, EUR and JPY) against the rupiah performed to determine the  $d$  parameter estimation using spectral regression for forecasting ARFIMA model and the conclusion that the model has met and adequate to serve as a model forecasting. Where the phase identification of all the data on foreign exchange Hurst statistic value  $> 0.5$  which shows the pattern of long memory. The best model based on the value of MSE and AIC the smallest,  $MSE = 2173.33$  and  $AIC = -1237.81$  which is generated at the data rate of the rupiah banknotes SGD with ARFIMA  $(7, d = -0.42, 7)$  with  $d = -0.42$  express stationary ARFIMA process with ACF and PACF all negative showing a hyperbolic slow down towards zero with increasing lag.

**Key words:** Regresion Spectral, Long Memory, ARFIMA

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Puji dan syukur penulis senantiasa panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan kesehatan kepada penulis, sehingga penulis dengan segala kekurangan dan keterbatasannya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Estimasi Parameter  $d$  Menggunakan Metode Regresi Spektral pada Model ARFIMA (Studi Kasus: Peramalan Kurs Jual Uang Kertas Asing terhadap Rupiah)**”. Tidak lupa sholawat serta salamNya semoga tetap terlimpah curahkan kepada baginda alam kekasih Allah SWT yang telah membawa peradaban manusia kearah yang lebih baik yakni Nabi dan Rasul Muhammad SAW, semoga safaatnya sampai kepada kita sebagai pengikut ajarannya amiin.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dengan tujuan penambahan kajian keilmuan secara pribadi juga mudah-mudahan menambah wawasan dan manfaat bagi siapa saja yang membaca penelitian skripsi ini, juga tidak terlepas dari penyelesaian proses perkuliahan sehingga mendapatkan gelar Strata Satu (S1) bidang Matematika di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Penulis menyadari dalam proses pembelajaran dan penyelesaian penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. H. M. Subandi, Drs., Ir., MP. sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN SGD Bandung, yang telah memimpin Fakultas Saintek dengan baik.
2. Ibu Dr. Elis Ratnawulan, S.Si. MT. sebagai ketua Jurusan yang telah memberikan dukungan, bimbingan dan kerjasamanya dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Siti Julaeha, M.Si. sebagai Pembimbing Akademik yang selalu memberikan dukungan, bimbingan dan motivasi tiada henti dari awal masuk kuliah sampai penyelesaian skripsi ini.

4. Ibu Rini Cahyandari, M.Si dan bapak Asep Solih Awaludi, M.Si selaku pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu dan pikirannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dan mudah-mudahan menjadi amal baik untuk bekal di akhir nanti amin.
5. Seluruh dosen Matematika yang selama perkuliahan memberikan ilmu dan pengetahuannya kepada penulis.
6. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, semangat dan kasih sayang kepada penulis serta menjadi sumber motivasi yang selalu memberikan nasehat-nasehat yang sangat membangun.
7. Keluarga besar Matematika 2008 (MAPAN) dan umumnya mahasiswa jurusan matematika yang selama ini telah bersama-sama dalam mengarungi proses perkuliahan, semoga kawan-kawan semua bisa menjadi orang-orang yang sukses dan berguna.
8. Narlan, Eva, Ami, Icha, Tinus, Nisa, Jejen, Rini, Evi, Yanyan, Leli dan teman-teman Asrama Diana Putri yang telah memberikan semangat dan dukungan spiritual maupun material bagi penulis.

Dan pihak-pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Semoga apa yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang setimpal dari Allah SWT.

Penulis hanyalah manusia biasa yang tidak luput dari salah dan hilapnya, maka dari itu untuk perbaikan kekurangan penulisan ini, penulis menerima kritik dan sarannya dari pembaca untuk pengembangan ke arah yang lebih baik lagi. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pada umumnya bagi pembaca, mudah-mudahan menjadi amal sholeh yang akan kita jemput di akhirat nanti.

***Wassalamu'alaikum Wr. Wb.***

Bandung, Agustus 2012

Penulis,

# DAFTAR ISI

## HALAMAN JUDUL

## LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR SINGKATAN .....	xi
DAFTAR SIMBOL.....	xii
DAFTAR ISTILAH .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv

## BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan dan Manfaat .....	5
1.5 Metode Penelitian .....	5
1.6 Sistematika Penulisan .....	6

## BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Peramalan.....	7
2.2 Kestasioneran .....	9
2.3 <i>Autocorrelation Function</i> (ACF).....	12
2.4 <i>Autocorrelation Parsial Function</i> (PACF) .....	13
2.5 <i>Time Series</i> Jangka Panjang ( <i>Long Memory</i> ).....	14
2.6 Model ARFIMA .....	17
2.7 <i>Software R</i> .....	18
2.7.1 Sejarah <i>Software R</i> .....	18
2.7.2 Fasilitas <i>Software R</i> .....	19
2.7.3 Paket dan <i>Library</i> .....	20

**BAB III ESTIMASI PARAMETER  $d$  PADA MODEL ARFIMA**

3.1 Estimasi Parameter  $d$  pada Model ARFIMA ..... 21  
3.2 *Fractionally Integrated*..... 23  
3.3 Tahapan-tahapan Pemodelan ARFIMA..... 25  
3.4 Pemilihan Model Terbaik..... 31

**BAB IV STUDI KASUS DAN ANALISIS**

4.1 Pengumpulan Data..... 33  
4.2 Tahap Identifikasi ..... 33  
4.3 Tahap Estimasi Parameter..... 39  
4.4 Tahap Uji Diagnostik..... 50  
4.5 Tahap Peramalan ..... 67  
4.6 Pemilihan Model Terbaik..... 69

**BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan ..... 71  
5.2 Saran ..... 72

DAFTAR PUSTAKA..... 73

**LAMPIRAN**

**RIWAYAT HIDUP**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Taksonomi Peramalan.....	8
Gambar 2.2 Plot Data Tidak Stasioner .....	11
Gambar 2.3 Plot Data Stasioner .....	11
Gambar 2.4 Contoh Plot ACF Hiperbolik .....	16
Gambar 2.5 Tampilan Program R-GUI .....	19
Gambar 2.6 Tampilan Program R-Commander .....	20
Gambar 3.1 Tahapan-tahapan Pemodelan ARFIMA.....	26
Gambar 4.1 Plot Data <i>Kurs</i> Jual uang kertas pada mata uang GBP terhadap Rupiah .....	34
Gambar 4.2 Plot Data <i>Kurs</i> Jual uang kertas pada mata uang SGD terhadap Rupiah .....	34
Gambar 4.3 Plot Data <i>Kurs</i> Jual uang kertas pada mata uang USD terhadap Rupiah .....	34
Gambar 4.4 Plot Data <i>Kurs</i> Jual uang kertas pada mata uang EUR terhadap Rupiah .....	34
Gambar 4.5 Plot Data <i>Kurs</i> Jual uang kertas pada mata uang JPY terhadap Rupiah .....	34
Gambar 4.6 Plot Data GBP yang telah dtransformasi dan didiferencing .....	35
Gambar 4.7 Plot Data SGD yang telah dtransformasi dan didiferencing .....	36
Gambar 4.8 Plot Data USD yang telah dtransformasi dan didiferencing .....	36
Gambar 4.9 Plot Data EUR yang telah dtransformasi dan didiferencing .....	36
Gambar 4.9 Plot Data EUR yang telah dtransformasi dan didiferencing .....	36
Gambra 4.11 Plot ACF data asli mata uang GBP .....	37
Gambra 4.12 Plot ACF data asli mata uang SGD .....	37
Gambra 4.13 Plot ACF data asli mata uang USD .....	37
Gambra 4.14 Plot ACF data asli mata uang EUR .....	38
Gambra 4.15 Plot ACF data asli mata uang JPY.....	38
Gambar 4.16 Plot ACF dan PACF data stasioner mata uang GBP .....	40
Gambar 4.17 Plot ACF dan PACF data stasioner mata uang SGD.....	41
Gambar 4.18 Plot ACF dan PACF data stasioner mata uang USD.....	43

Gambar 4.19 Plot ACF dan PACF data stasioner mata uang EUR.....	44
Gambar 4.20 Plot ACF dan PACF data stasioner mata uang JPY .....	46
Gambar 4.21 Plot ACF residual dan <i>p-value</i> dari uji statistik <i>Ljung-Box</i> GBP (1, $d=-0.32$ , 1).....	51
Gambar 4.22 Tampilan uji <i>Ljung-Box</i> GBP (1, $d=-0.32$ , 1) .....	52
Gambar 4.23 Plot ACF residual dan <i>p-value</i> dari uji statistik <i>Ljung-Box</i> GBP (2, $d=-0.32$ , 1).....	52
Gambar 4.24 Tampilan uji <i>Ljung-Box</i> GBP (2, $d=-0.32$ , 1) .....	52
Gambar 4.25 Plot ACF residual dan <i>p-value</i> dari uji statistik <i>Ljung-Box</i> GBP (3, $d=-0.32$ , 1).....	53
Gambar 4.26 Tampilan uji <i>Ljung-Box</i> GBP (3, $d=-0.32$ , 1) .....	53
Gambar 4.27 Plot ACF residual dan <i>p-value</i> dari uji statistik <i>Ljung-Box</i> SGD (2, $d=-0.42$ , 2).....	54
Gambar 4.28 Tampilan uji <i>Ljung-Box</i> SGD (2, $d=-0.42$ , 2) .....	54
Gambar 4.29 Plot ACF residual dan <i>p-value</i> dari uji statistik <i>Ljung-Box</i> SGD (7, $d=-0.42$ , 7).....	55
Gambar 4.30 Tampilan uji <i>Ljung-Box</i> SGD (7, $d=-0.42$ , 7) .....	55
Gambar 4.31 Plot ACF residual dan <i>p-value</i> dari uji statistik <i>Ljung-Box</i> USD (2, $d=0.022$ , 2).....	56
Gambar 4.32 Tampilan uji <i>Ljung-Box</i> USD (2, $d=0.022$ , 2).....	56
Gambar 4.33 Plot ACF residual dan <i>p-value</i> dari uji statistik <i>Ljung-Box</i> USD (7, $d=0.022$ , 13) .....	57
Gambar 4.34 Tampilan uji <i>Ljung-Box</i> USD (7, $d=0.022$ , 13).....	57
Gambar 4.35 Plot ACF residual dan <i>p-value</i> dari uji statistik <i>Ljung-Box</i> EUR (2, $d=-0.075$ , 2).....	58
Gambar 4.36 Tampilan uji <i>Ljung-Box</i> EUR (2, $d=-0.075$ , 2) .....	58
Gambar 4.37 Plot ACF residual dan <i>p-value</i> dari uji statistik <i>Ljung-Box</i> EUR (3, $d=-0.075$ , 28).....	59
Gambar 4.38 Tampilan uji <i>Ljung-Box</i> EUR (3, $d=-0.075$ , 28) .....	59
Gambar 4.39 Plot ACF residual dan <i>p-value</i> dari uji statistik <i>Ljung-Box</i> JPY (2, $d=0.25$ , 2).....	60
Gambar 4.40 Tampilan uji <i>Ljung-Box</i> JPY (2, $d=0.25$ , 2).....	60



Gambar 4.41 Plot ACF residual dan <i>p-value</i> dari uji statistik <i>Ljung-Box</i> JPY (4, $d=0.25$ , 5) .....	61
Gambar 4.42 Tampilan uji <i>Ljung-Box</i> JPY (4, $d=0.25$ , 5).....	61
Gambar 4.43 Plot ACF residual dan <i>p-value</i> dari uji statistik <i>Ljung-Box</i> JPY (5, $d=0.25$ , 7) .....	62
Gambar 4.44 Tampilan uji <i>Ljung-Box</i> JPY (5, $d=0.25$ , 7).....	62
Gambar 4.45 Plot ACF residual dan <i>p-value</i> dari uji statistik <i>Ljung-Box</i> JPY (6, $d=0.25$ , 9) .....	63
Gambar 4.46 Tampilan uji <i>Ljung-Box</i> JPY (6, $d=0.25$ , 9).....	63
Gambar 4.47 Plot ACF residual dan <i>p-value</i> dari uji statistik <i>Ljung-Box</i> JPY (7, $d=0.25$ , 15) .....	64
Gambar 4.48 Tampilan uji <i>Ljung-Box</i> JPY (7, $d=0.25$ , 15).....	64
Gambar 4.49 Plot ACF residual dan <i>p-value</i> dari uji statistik <i>Ljung-Box</i> JPY (7, $d=0.25$ , 20) .....	65
Gambar 4.50 Tampilan uji <i>Ljung-Box</i> JPY (7, $d=0.25$ , 20).....	65
Gambar 4.51 Plot Hasil Ramalan GBP.....	67
Gambar 4.52 Plot Hasil Ramalan SGD.....	67
Gambar 4.53 Plot Hasil Ramalan USD.....	68
Gambar 4.54 Plot Hasil Ramalan EUR.....	68
Gambar 4.55 Plot Hasil Ramalan JPY .....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Transformasi Box-Cox .....	12
Tabel 2.4 <i>Library</i> dan fungsi <i>software</i> R yang digunakan.....	20
Tabel 3.2 Pencocokan ACF dan PACF pada ARFIMA .....	29
Tabel 4.1 Nilai varians pada data asli .....	35
Tabel 4.2 Nilai varians pada data stasioner.....	36
Tabel 4.3 Nilai stasistik <i>Hurst</i> .....	38
Tabel 4.4 Estimasi parameter <i>d</i> .....	39
Tabel 4.5 Tabel Signifikansi .....	66
Tabel 4.6 Nilai MSE dan AIC .....	69

## DAFTAR SINGKATAN

ACF	: Autocorrelation Function
PACF	: Partial Autocorrelation Function
AR	: Autoregressive
MA	: Moving Average
ARMA	: Autorregressive Moving Average
ARIMA	: Autoregressive Integrated Moving Average
ARFIMA	: Autoregressive Fractional Integrated Moving Average
AIC	: Akaike's Information Criteria
MSE	: Mean Square Error
GBP	: British Pound
SGD	: Singapore Dollar
USD	: US Dollar
EUR	: Euro
JPY	: Japanese Yen

## DAFTAR SIMBOL

- $n$  : t periode  
: nilai data yang sebenarnya  
: nilai ramalan  
: error  
: parameter AR  
: parameter MA
- $d$  : parameter differencing
- B : backward shift  
: variansi  
: kovariansi  
: koefisien autokorelasi  
: mean
- $\nabla$  : long memory filter
- $H$  : statistik hurst
- $M$  : banyaknya parameter dalam model

## DAFTAR ISTILAH

Long memory	: data yang menunjukkan ketergantungan jangka panjang
Fractionally	: nilai parameter $d$ yang merupakan bilangan riil
Time series	: serangkaian variabel yang diamati pada interval waktu ruang yang sama yang ditunjukkan sebagai sebuah deret berkala.
Signifikan	: sesuai, memenuhi atau memadai
Error	: nilai kesalahan
Kurs Jual	: harga jual dari pihak <i>Money Changer</i> kepada pihak konsumen yang akan menukarkan uangnya.
Kurs Jual uang kertas asing	: harga jual nilai tukar uang yang dipegang oleh konsumen yang akan ditukarkan ke <i>Money Changer</i> .

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Data asli <i>kurs</i> jual uang kertas asing terhadap rupiah.....	A-1
Lampiran B Data stasioner <i>kurs</i> jual uang kertas asing terhadap rupiah.....	B-1
Lampiran C Pengujian <i>Long Memory</i> .....	C-1
Lampiran D Estimasi Parameter $d$ .....	D-1
Lampiran E Estimasi Parameter $\emptyset$ dan .....	E-1
Lampiran F Tabel uji untuk parameter $d$ .....	F-1
Lampiran G Perhitungan statistik uji untuk parameter $\emptyset$ dan .....	G-1
Lampiran H Gambar QQ-plot sebagai uji normalitas.....	H-1
Lampiran I Hasil Ramalan .....	I-1