

**PERBANDINGAN ARIMA DENGAN FUZZY AUTOREGRESSIVE (FAR)  
DALAM PERAMALAN INTERVAL HARGA PENUTUPAN SAHAM  
(Studi Kasus pada *Jakarta Composite Index*)**

Muhammad Fitri Lutfi Anshari<sup>1</sup>, Dwi Ispriyanti<sup>2</sup>, Yuciana Wilandari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Statistika FSM UNDIP

<sup>2,3</sup>Staff Pengajar Jurusan Statistika FSM UNDIP

**ABSTRACT**

The capital market is one of the most popular investment option today. In capital market, stock price prediction is an important issue for investors, so needed a good forecasting method as a basic for decision-making for the transaction. One of the most popular forecasting method is ARIMA, but this method still uses the concept that measurement error which is obtained from the difference between the observed values with estimated values. To resolve the error in modeling, Fuzzy Autoregressive was developed, it is a model combination of Fuzzy Regression and Autoregressive (AR). This method gives results in interval forecasting, thus providing information to decision makers regarding the best and worst situation that may occur. This paper discusses the application of Fuzzy Autoregressive forecasting interval for the Jakarta Composite Index and compare it with the ARIMA prediction interval. The result of this study is Fuzzy Autoregressive interval is narrower than the ARIMA 95% significance rate.

**Keywords:** Capital Markets, Autoregressive Fuzzy, Interval Forecasting, Jakarta Composite Index

**1. PENDAHULUAN**

**1.1 Latar Belakang**

Pasar modal merupakan salah satu pilihan investasi yang paling populer saat ini. Pasar modal merupakan pasar aktif yang beroperasi hampir setiap hari, sehingga diperlukan suatu cara untuk mengambil keputusan yang baik dalam investasi jenis ini, salah satunya adalah dengan menggunakan peramalan. Salah satu metode yang paling sering digunakan dalam melakukan peramalan adalah pemodelan ARIMA yang diperkenalkan oleh Box-Jenkins<sup>[9]</sup>. Pemodelan ARIMA memiliki kelebihan dalam keakuratannya memprediksi data *time series* untuk periode jangka pendek. ARIMA masih menggunakan konsep dimana pengukuran error diperoleh dari selisih antara nilai observasi dengan nilai estimasi, sehingga model ini membutuhkan setidaknya lima puluh sampai dengan seratus atau lebih jumlah observasi (pengamatan) dalam melakukan peramalan<sup>[9]</sup>. Padahal dalam kasus nyata, data-data yang ingin diramalkan jarang sekali mencapai jumlah observasi yang diasumsikan karena sering sekali terjadi fluktuasi pada pergerakan data. Hal inilah yang menyebabkan semakin tingginya error pada model ARIMA.

Untuk mengatasi adanya error seperti dalam permodelan tersebut, maka diusulkanlah Regresi Fuzzy. Regresi Fuzzy memiliki pandangan yang berbeda terhadap error dalam suatu permodelan. Jika ARIMA menggunakan konsep dimana pengukuran error didapat dari selisih antara nilai observasi dengan nilai estimasi, maka Regresi Fuzzy memandang terjadinya error sebagai suatu keaburan dalam parameter model tersebut. Model ini menghasilkan prediksi dalam bentuk interval. Kemudian, dari masing-masing kelebihan yang dimiliki oleh kedua model tersebut, Tseng<sup>[9]</sup> mencoba

memadukan Regresi Fuzzy dengan metode ARIMA Box-Jenkins untuk peramalan interval yang lebih baik. Peramalan interval digunakan untuk memprediksi kemungkinan terbaik dan terburuk dari suatu ramalan. Dalam implementasinya di dunia investasi, khususnya pada bursa saham, peramalan interval dapat digunakan untuk menentukan prediksi harga saham tertinggi dan terendahnya sehingga membantu seorang pembuat keputusan dalam menentukan keputusannya. Pada penelitian ini akan dikaji bagaimana aplikasi metode Fuzzy Autoregressive (FAR) untuk memprediksi interval harga penutupan saham harian dari *Jakarta Composite Index*. Sebagai pembandingan, digunakan peramalan interval ARIMA dengan tingkat signifikansi 95%.

## 1.2 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penulisan dari penelitian tugas akhir ini adalah

- a. Memprediksi interval harga penutupan saham harian *Jakarta Composite Index* dengan metode Fuzzy Autoregressive (FAR) sehingga dapat diketahui kemungkinan nilai saham tertinggi dan terendahnya.
- b. Melakukan kajian komparatif antara metode Fuzzy Autoregressive (FAR) dan ARIMA 95% dari Box-Jenkins dalam meramalkan besar nilai interval harga penutupan saham *Jakarta Composite Index*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Investasi

Investasi dapat diartikan sebagai suatu cara untuk menempatkan uang atau dana dengan harapan untuk memperoleh tambahan atau keuntungan tertentu atas uang atau dana tersebut<sup>[3]</sup>. Investasi merupakan solusi untuk memanfaatkan kekayaan yang ada untuk dikembangkan sehingga dapat menjadi lebih banyak dan berkembang di masa yang akan datang.

### 2.2 Pasar Modal

Pasar modal merupakan salah satu jenis dari investasi di aset finansial. Pasar modal merupakan sarana pembentuk modal dan akumulasi dana yang diarahkan, untuk meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengarahannya guna menunjang pembiayaan pembangunan Negara<sup>[3]</sup>. Secara sederhana, pasar modal dapat diartikan sebagai suatu bidang usaha perdagangan surat-surat berharga seperti saham, obligasi dan sekuritas efek.

### 2.3 Saham

Saham adalah surat berharga yang menunjukkan kepemilikan dari perusahaan sehingga pemegang saham memiliki hak klaim atas dividen yang dilakukan perusahaan atau pembagian lainnya termasuk hak klaim atas aset perusahaan, dengan prioritas setelah hak klaim pemegang surat berharga lain sudah dipenuhi<sup>[3]</sup>.

### 2.4 ARIMA

Sejak diperkenalkannya analisis *time series* oleh G.E.P. Box dan G.M. Jenkins pada tahun 1970, banyak sekali dilakukan pengembangan. Dasar pemikiran dari analisis *time series* adalah bahwa pengamatan sekarang ( $Z_t$ ) itu tergantung pada pengamatan sebelumnya ( $Z_{t-k}$ ), dimana waktu  $t = 1, 2, \dots, n$ . Salah satu metode *time series* adalah ARIMA. Suatu *time series* yang dihasilkan oleh proses ARIMA(p,d,q) dapat dinyatakan dalam persamaan<sup>[11]</sup>:

$$(1 - \varphi_1 B - \dots - \varphi_p B^p)(1 - B)^d Z_t = \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

dimana  $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$  dan B merupakan operator *backshift*, yakni  $(B^d Z)_t = Z_{t-d}$ . Secara umum pembentukan model ARIMA terdiri dari empat langkah:

1. Identifikasi struktur data.
2. Estimasi parameter model.
3. Verifikasi model.
4. Melakukan peramalan.

## 2.5 Himpunan Fuzzy

Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu  $x$  dalam suatu himpunan A atau yang biasanya dituliskan dengan  $\mu_A(x)$  memiliki dua kemungkinan yaitu satu (1) yang berarti bahwa suatu  $x$  menjadi anggota dalam suatu himpunan A dan nol (0) yang berarti bahwa suatu  $x$  tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan<sup>[4]</sup>. Konsep ini juga berlaku pada himpunan fuzzy, bedanya nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 dan 1. Secara matematis, jika S merupakan suatu semesta dari suatu objek dengan anggota-anggotanya dilambangkan dengan  $x$ , maka suatu himpunan fuzzy A dalam S didefinisikan sebagai:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in S\}$$

dimana  $\mu_A(x)$  disebut sebagai fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy A, dimana fungsi keanggotaan memetakan tiap elemen dari S pada derajat keanggotaan  $x$  pada interval tertutup  $[0, 1]$ .

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1; & x \in A \\ 0; & \text{lainnya} \end{cases}$$

Jika nilai dari  $\mu_A(x)$  mendekati ke arah 0 maka derajat keanggotaan  $x$  semakin rendah. Sebaliknya jika mendekati 1 maka derajat keanggotaan  $x$  dalam A semakin tinggi<sup>[2]</sup>.

## 2.6 Regresi Fuzzy

Konsep dasar dari teori fuzzy yang diterapkan dalam regresi fuzzy adalah bahwa residual antara estimator dan objek yang diamati tidak dihasilkan oleh pengukuran kesalahan, tapi dari ketidakpastian parameter yang ada di dalam model. Sama halnya dengan regresi biasa, regresi fuzzy juga digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel tak bebas dengan variabel-variabel bebasnya. Model dari regresi fuzzy dituliskan sebagai berikut<sup>[7]</sup>:

$$\tilde{Y} = \tilde{A}_1 X_1 + \dots + \tilde{A}_r X_r = \sum_{l=1}^r \tilde{A}_l X_l = \tilde{A}' X$$

dimana  $\tilde{Y}$  adalah variabel dependen,  $X$  menunjukkan variabel independen, tanda superskrip ' menyatakan sebuah operasi transpose,  $r$  adalah banyak variabel bebas, dan  $\tilde{A}$  adalah koefisien fuzzy yang menyatakan parameter ke- $l$  dari variabel bebas pada model. Koefisien fuzzy  $\tilde{A}$  pada regresi fuzzy dilambangkan dengan dua buah nilai, yaitu  $(a_l, c_l)$ . Dimana  $a$  merupakan nilai tengah (*middle value*) dan  $c$  merupakan nilai sebaran (*spread*). Sehingga persamaan model regresi fuzzy dapat dituliskan kembali dengan persamaan berikut<sup>[9]</sup>:

$$\tilde{Y} = (a_1, c_1)X_1 + \dots + (a_r, c_r)X_r = \sum_{l=1}^r (a_l, c_l)X_l = (\mathbf{a}, \mathbf{c})'\mathbf{X}$$

dimana  $\mathbf{a}' = (a_1, a_2, \dots, a_r)$ ,  $\mathbf{c}' = (c_1, c_2, \dots, c_r)$ , dan  $\mathbf{X}' = (X_1, X_2, \dots, X_r)$ . Setiap parameter atau koefisien fuzzy  $\tilde{A}$  dibentuk dengan fungsi keanggotaan *triangular* atau fungsi keanggotaan segitiga. Pada penelitian ini, digunakan fungsi keanggotaan segitiga simetris, yaitu fungsi keanggotaan yang memiliki nilai sebaran (*spread*) yang sama jauhnya terhadap nilai tengahnya (*middle value*). Dengan persamaan fungsi keanggotaan segitiga<sup>[9]</sup>:

$$\mu_{\tilde{A}}(\tilde{A}_l) = \begin{cases} 1 - \frac{|\tilde{A}_l - a_l|}{c_l} & ; a_l - c_l \leq \tilde{A}_l \leq a_l + c_l \\ 0 & ; \text{lainnya} \end{cases}$$

dimana  $\mu_{\tilde{A}}(\tilde{A}_l)$  adalah fungsi keanggotaan yang didefinisikan oleh parameter  $\tilde{A}_l$ . Karena  $\tilde{\mathbf{A}}'\mathbf{X} = (\mathbf{a}, \mathbf{c})'\mathbf{X} = (\mathbf{a}'\mathbf{X}, \mathbf{c}'|\mathbf{X}|)$ , maka bentuk umum dari regresi fuzzy dapat dituliskan kembali menjadi

$$\tilde{Y} = (\mathbf{a}'\mathbf{X}, \mathbf{c}'|\mathbf{X}|)$$

Sehingga terlihat bahwa  $\mathbf{a}'\mathbf{X}$  merupakan nilai tengah dan  $\mathbf{c}'|\mathbf{X}|$  merupakan nilai sebaran (*spread*) dari  $\tilde{Y}$ . Kemudian jika diketahui data observasi  $\tilde{Y} = y_j$  dan  $\mathbf{X}'_j = (X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{rj})$  dengan  $j = 1, 2, \dots, m$  dimana  $m$  merupakan jumlah data observasi maka dapat dituliskan bahwa  $y_j = \tilde{\mathbf{A}}'\mathbf{X}_j$  (Watada, 2003). Fungsi keanggotaan dari output  $y_j = \tilde{\mathbf{A}}'\mathbf{X}_j$  dapat didefinisikan sebagai berikut<sup>[9]</sup>:

$$\mu_y(y_j) = \begin{cases} 1 - \frac{|y_j - \sum_{l=1}^r a_l X_{lj}|}{\sum_{l=1}^r c_l |X_{lj}|} & ; \text{untuk } \mathbf{X}_j \neq 0 \\ 1 & ; \text{untuk } \mathbf{X}_j = 0, y_j = 0 \\ 0 & ; \text{untuk } \mathbf{X}_j = 0, y_j \neq 0 \end{cases}$$

Hasil penyelesaian regresi fuzzy didapatkan dengan mengkonversinya ke sebuah permasalahan program linier dengan mensyaratkan semua output fungsi keanggotaan dari  $y_j$  harus lebih besar dari nilai derajat  $h$ <sup>[9]</sup>.

$$\mu_y(y_j) \geq h \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, m$$

Derajat  $h$  ditentukan secara subyektif oleh peneliti dimana  $h \in [0, 1]$ <sup>[6]</sup>. Derajat  $h$  menunjukkan tingkat kekaburan dari output fuzzy. Jika nilai derajat  $h$  bertambah maka kekaburan dari output akan bertambah, begitu juga sebaliknya. Dalam regresi fuzzy, fungsi objektif untuk menyelesaikan permasalahan linier yang akan digunakan didapatkan dengan meminimalkan total *spread* (sebaran) dari output fuzzy untuk semua set data. Fungsi objektif tersebut kemudian diminimalkan terhadap dua buah fungsi batasan yang telah diformulasikan. Sehingga terbentuklah sebuah program linier untuk menemukan parameter dari regresi fuzzy sebagai berikut<sup>[9]</sup>:

$$\text{Minimize } C = \sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^r c_l |X_{lj}|$$

dengan fungsi batasan:

$$\sum_{l=1}^r a_l X_{lj} + (1 - h) \sum_{l=1}^r c_l |X_{lj}| \geq y_j \quad ; j = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{l=1}^r a_l X_{lj} - (1-h) \sum_{l=1}^r c_l |X_{lj}| \leq y_j \quad ; j = 1, 2, \dots, m$$

$$c_l \geq 0 \quad ; l = 1, 2, \dots, r$$

dengan:

- $C$  = Total tingkat kesamaran
- $y$  = Variabel dependen
- $X$  = Variabel bebas
- $a$  = Nilai tengah dari koefisien fuzzy
- $c$  = Nilai sebaran dari koefisien fuzzy
- $m$  = Banyak data observasi
- $r$  = Banyak variabel bebas
- $h$  = Nilai ambang derajat keanggotaan (ditentukan oleh *user*)

## 2.7 Fuzzy Autoregressive

Model fuzzy autoregressive merupakan gabungan antara model autoregressive AR(p) Box-Jenkins dengan regresi fuzzy yang digunakan untuk data *time series*. Model umum Fuzzy Autoregressive adalah sebagai berikut<sup>[7]</sup>:

$$\widetilde{W}_t = (\varphi_1, c_1)W_{t-1} + (\varphi_2, c_2)W_{t-2} + \dots + (\varphi_p, c_p)W_{t-p} + \varepsilon_t$$

Penentuan parameter pada model ini dilakukan dengan meminimumkan semua nilai sebaran (*spread*) terhadap nilai tengah output fuzzy dengan fungsi batasan tertentu. Bila  $\widetilde{W}_t = \widetilde{\varphi}'W_{t-k}$ , maka dapat ditentukan fungsi keanggotaan segitiga parameter  $W_t$ <sup>[7]</sup>:

$$\mu_{\widetilde{W}}(W_t) = \begin{cases} 1 - \frac{|W_t - \sum_{k=1}^p a_k W_{t-k} - \varepsilon_t|}{\sum_{k=1}^p c_k |W_{t-k}|} & ; W_t \neq 0 \\ 0 & ; \text{lainnya} \end{cases}$$

dengan  $t = 1, 2, \dots, n$ , dimana  $n$  merupakan banyaknya data *time series* yang dimasukkan dalam model dan  $k = 1, 2, \dots, p$ , dimana  $p$  merupakan ordo maksimum Autoregressive. Karena  $c' |W_{t-k}| = \sum_{k=1}^p \sum_{t=1}^n c_k |W_{t-k}|$ , dan untuk memasukkan konsep AR Box-Jenkins, dilakukan pembobotan positif dari nilai autokorelasi parsial (PACF) yaitu  $|\varphi_{kk}|$  pada fungsi obyektif  $C$ <sup>[7]</sup>. Sehingga fungsi obyektif nya menjadi:

$$\text{Minimize } C = \sum_{k=1}^p \sum_{t=1}^n c_k |\varphi_{kk}| |W_{t-k}|$$

Sama seperti Regresi Fuzzy, Fuzzy Autoregressive juga mensyaratkan setiap observasi  $W_t$  diasosiasikan dengan nilai keanggotaan yang lebih besar dari  $h$ . Sehingga untuk menentukan parameter dari model, dapat dicari dengan program linier berikut<sup>[7]</sup>:

$$\text{Minimize } C = \sum_{k=1}^p \sum_{t=1}^n c_k |\varphi_{kk}| |W_{t-k}|$$

untuk:

$$\sum_{k=1}^p a_k W_{t-k} + \varepsilon_t + (1-h) \left( \sum_{k=1}^p c_k |W_{t-k}| \right) \geq W_t \quad ; t = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{k=1}^p a_k W_{t-k} + \varepsilon_t - (1-h) \left( \sum_{k=1}^p c_k |W_{t-k}| \right) \leq W_t \quad ; t = 1, 2, \dots, n$$

$$c_k \geq 0 \quad ; k = 1, 2, \dots, p$$

dengan:

- $C$  = Total tingkat kesamaran (*spread*)  
 $W_t$  = Data time series pada waktu ke  $t$   
 $\varphi_{kk}$  = Nilai PACF lag ke- $k$   
 $\varepsilon_t$  = error pada waktu ke- $t$   
 $a$  = Nilai tengah dari koefisien fuzzy  
 $c$  = Nilai sebaran dari koefisien fuzzy  
 $p$  = Ordo dari model AR(p)  
 $n$  = Banyaknya data *time series*

Model Fuzzy Autoregressive terbaik dapat dilihat dari lebar sempitnya batas yang terbentuk oleh model tersebut<sup>[9]</sup>. Semakin sempit harga batasan atau interval yang terbentuk maka tingkat kepercayaan ketepatan prediksi juga semakin baik, namun jika harga batasan atau interval yang dihasilkan terlalu lebar tentunya tingkat ketepatan dari prediksi menjadi sangat sulit untuk dipercaya. Selain melihat lebar sempitnya interval yang terbentuk, dilakukan perhitungan nilai *Mean Square Error* (MSE) dari tiap batas yang terbentuk oleh model Fuzzy Autoregressive. Selanjutnya untuk membandingkan hasil peramalan Fuzzy Autoregressive dengan ARIMA 95%, digunakan ukuran perbandingan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dari tiap batas yang diperoleh dari kedua metode tersebut. Nilai MAPE didapat menggunakan persamaan<sup>[5]</sup>:

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \frac{|PE_t|}{n}$$

dengan:

- $PE_t$  = persentase error pada waktu ke- $t$   
 $t$  = 1, 2, ...,  $n$ , dimana  $n$  adalah banyaknya data *time series*.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan adalah data *time series* sekunder berupa data historis harga penutupan dari saham harian *Jakarta Composite Index* periode 3 September 2012 sampai dengan 14 Desember 2012. Jumlah data yang digunakan adalah 72 data.

#### 3.2 Metode Pengumpulan Data

Data harga penutupan saham harian dari *Jakarta Composite Index* untuk penelitian tugas akhir ini diambil dari situs *yahoo finance*. Data yang diambil merupakan catatan dari saham harian yang dicatatkan pada *market stats*.

#### 3.3 Metode Analisis

1. Menentukan data *time series* yang akan digunakan dalam penelitian.
2. Melakukan uji asumsi stasioneritas dan *white noise*. Jika tidak memenuhi dilakukan tindakan perbaikan diferensi / transformasi pada data.
3. Menentukan Model ARIMA terbaik.
4. Menentukan Model Fuzzy Autoregressive terbaik.

5. Melakukan peramalan interval ARIMA 95% dan Fuzzy Autoregressive terbaik.
6. Membandingkan hasil peramalan kedua metode dengan grafik dan nilai MAPE, sehingga diperoleh kesimpulan metode mana yang lebih baik.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang akan dianalisis merupakan harga penutupan dari saham harian periode 3 September 2012 sampai dengan 14 Desember 2012 yang berjumlah sebanyak 72 data. Untuk melakukan peramalan, data dibagi menjadi dua bagian yaitu sebanyak 67 data digunakan sebagai *in sample* (3 September-7 Desember 2012) dan sebanyak 5 data digunakan sebagai *out sample* (10-14 Desember 2012). Model ARIMA terbaik yang diperoleh adalah model ARIMA (1,1,0) dengan persamaan model:

$$Z_t = 0,6842 Z_{t-1} + 0,3158 Z_{t-2} + \varepsilon_t$$

Sehingga didapatkan hasil ramalan interval ARIMA 95% sebagai berikut

Tabel 1. Hasil Peramalan Interval ARIMA 95% Data *Outsample*

Tanggal	Lower ARIMA	Upper ARIMA
10 Desember 2012	4244,49	4338,25
11 Desember 2012	4234,39	4347,99
12 Desember 2012	4223,59	4358,90
13 Desember 2012	4214,93	4367,53
14 Desember 2012	4206,98	4375,49

Langkah selanjutnya adalah melakukan pemodelan Fuzzy Autoregressive. Dengan menggunakan Minitab 14, maka dapat ditentukan koefisien PACF untuk lag pertama yaitu -0,3302 dan lag kedua sebesar -0,0045. Sehingga dapat dicari fungsi objektifnya:

$$\begin{aligned} \text{Minimize } C &= \sum_{k=1}^p \sum_{t=1}^n c_k |\varphi_{kk}| |W_{t-k}| \\ &= 0,3302 \sum_{t=1}^{67} c_1 |W_{t-1}| + 0,0045 \sum_{t=1}^{67} c_2 |W_{t-2}| \\ &= 93187,32c_1 + 1250,65c_2 \end{aligned}$$

untuk fungsi batasan:

$$4105,25a_1 + 4117,95a_2 + (1 - h)(4105,25c_1 + 4117,95c_2) \geq 4075,35$$

$$4075,35a_1 + 4105,25a_2 + (1 - h)(4075,35c_1 + 4105,25c_2) \geq 4102,86$$

...

$$4292,60a_1 + 4286,84a_2 + (1 - h)(4292,60c_1 + 4286,84c_2) \geq 4290,80$$

dan

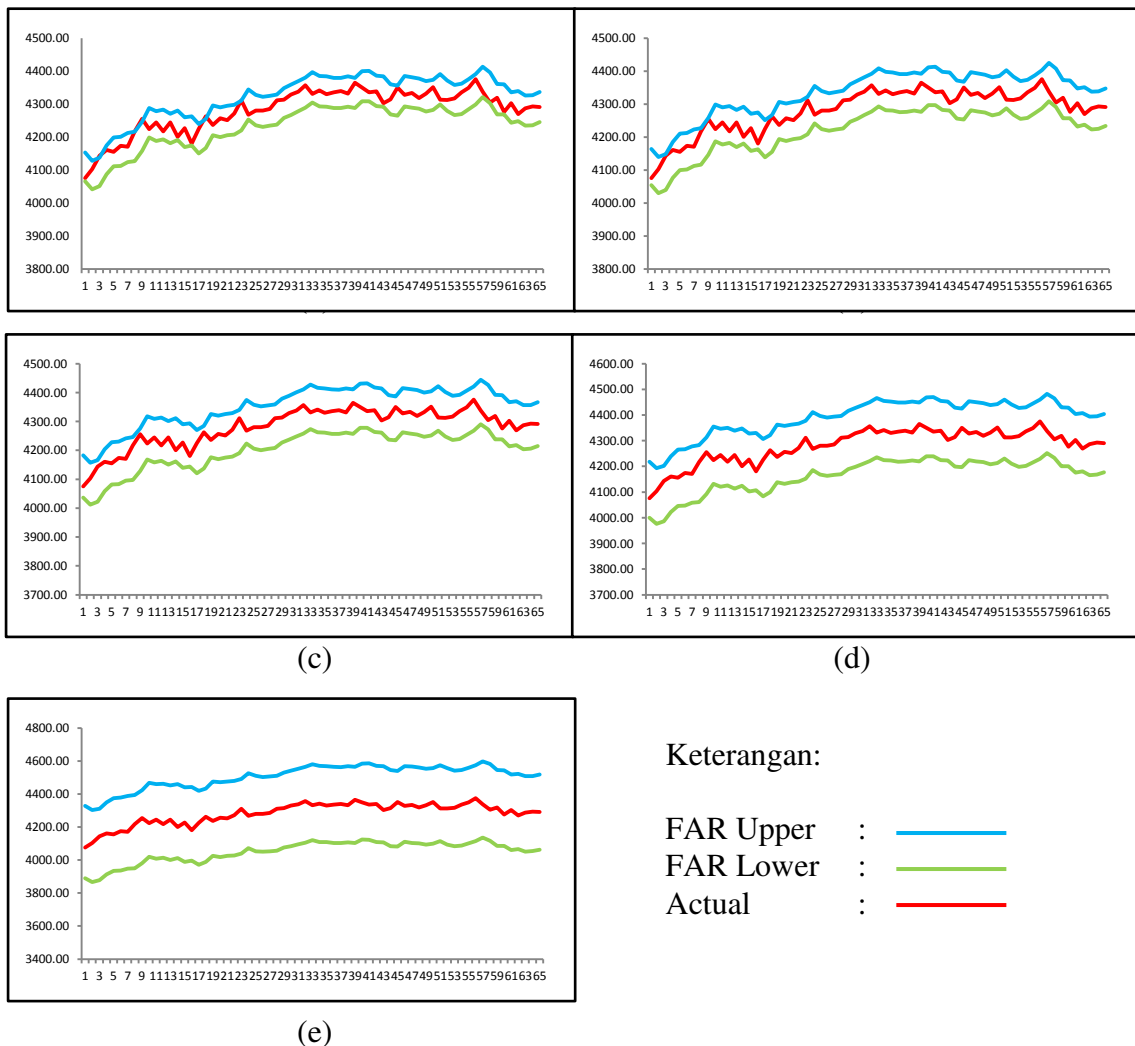
$$-4105,25a_1 - 4117,95a_2 + (1 - h)(4105,25c_1 + 4117,95c_2) \geq -4075,35$$

$$-4075,35a_1 - 4105,25a_2 + (1 - h)(4075,35c_1 + 4105,25c_2) \geq -4102,86$$

...

$$-4292,60a_1 - 4286,84a_2 + (1 - h)(4292,60c_1 + 4286,84c_2) \geq -4290,80$$

$$c_1 > 0, c_2 > 0$$



Gambar 1. Grafik Batas Atas dan Bawah Fuzzy Autoregressive terhadap data aktual untuk (a)  $h = 0$ ; (b)  $h = 0,2$ ; (c)  $h = 0,3$ ; (d)  $h = 0,6$ ; dan (e)  $h = 0,8$ .

Kemudian fungsi-fungsi tersebut diselesaikan sebagai sebuah program linier untuk setiap struktur dengan nilai  $h$  yang telah ditetapkan. Pada penelitian ini digunakan  $h = 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8$ . Dengan menggunakan LiPS 1.11.0, didapatkan output sebagai berikut

Tabel 2. Solusi Program Linier untuk Parameter Masing-Masing  $h$

Derajat $h$	$a_1$	$a_2$	$c_1$	$c_2$
0	0,8562	0,1442	0	0,0106
0,2	0,8562	0,1442	0	0,0133
0,4	0,8562	0,1442	0	0,0177
0,6	0,8562	0,1442	0	0,0265
0,8	0,8562	0,1442	0	0,0531

Sehingga dapat dituliskan model batas atas dan batas bawah Fuzzy Autoregressive untuk setiap derajat  $h$  yang dirangkum pada Tabel 3 berikut:



Tabel 3. Model Batas Atas dan Model Batas Bawah Fuzzy Autoregressive

Derajat $h$	Model Batas Atas	Model Batas Bawah
0	$\tilde{W}_t = 0,6842 W_{t-1} + 0,3264 W_{t-2}$	$\tilde{W}_t = 0,6842 W_{t-1} + 0,3052 W_{t-2}$
0,2	$\tilde{W}_t = 0,6842 W_{t-1} + 0,3291 W_{t-2}$	$\tilde{W}_t = 0,6842 W_{t-1} + 0,3025 W_{t-2}$
0,4	$\tilde{W}_t = 0,6842 W_{t-1} + 0,3335 W_{t-2}$	$\tilde{W}_t = 0,6842 W_{t-1} + 0,2981 W_{t-2}$
0,6	$\tilde{W}_t = 0,6842 W_{t-1} + 0,3423 W_{t-2}$	$\tilde{W}_t = 0,6842 W_{t-1} + 0,2893 W_{t-2}$
0,8	$\tilde{W}_t = 0,6842 W_{t-1} + 0,3689 W_{t-2}$	$\tilde{W}_t = 0,6842 W_{t-1} + 0,2627 W_{t-2}$

Langkah selanjutnya adalah memilih model Fuzzy Autoregressive yang terbaik. Untuk menentukan model terbaik, ada dua dasar penilaian yang digunakan, yaitu dengan menggunakan grafik dan MSE dari batas-batas nilai saham hasil peramalannya. Grafik hasil peramalan Fuzzy Autoregressive untuk setiap  $h$  terlihat pada Gambar 1.

Tabel 4. Rangkuman MSE Model Fuzzy Autoregressive Setiap  $h$

Derajat $h$	MSE	
	Batas Atas	Batas Bawah
0	1257,63	1188,34
0,2	2062,08	1912,16
0,4	3944,34	3663,01
0,6	9833,07	9288,93
0,8	44852,93	43514,36

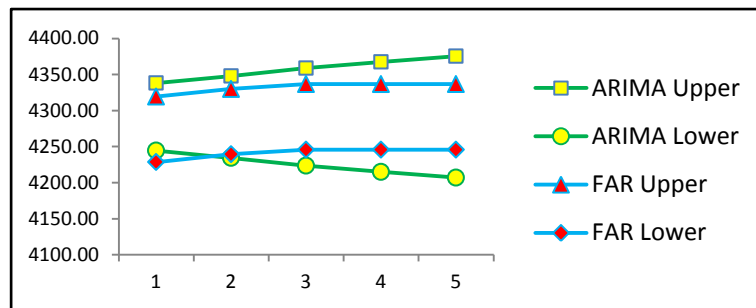
Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa semakin besar nilai derajat  $h$ , maka semakin lebar pula interval yang terbentuk. Untuk model terbaiknya, dipilih model Fuzzy Autoregressive dengan  $h = 0$  karena memiliki interval yang paling sempit serta nilai MSE terkecil. Selanjutnya, untuk mengetahui ketepatan kedua metode ini dalam meramalkan, dilakukan perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) antara interval dari Fuzzy Autoregressive dan ARIMA 95% terhadap interval data aktualnya. Berikut perbandingan hasil peramalan interval dan MAPE kedua metode:

Tabel 5. Perbandingan Hasil Ramalan dan MAPE Fuzzy AR dan ARIMA 95%,

High Actual	Low Actual	FAR Upper	FAR Lower	ARIMA 95% Upper	ARIMA 95% Lower
4318,38	4280,23	4319,42	4228,63	4338,25	4244,49
4325,55	4290,29	4329,92	4239,39	4347,99	4234,39
4340,26	4311,50	4336,74	4245,76	4358,9	4223,59
4335,92	4299,72	4336,72	4245,74	4367,53	4214,93
4321,37	4283,24	4336,72	4245,75	4375,49	4206,98
<b>MAPE</b>		<b>0,1160%</b>	<b>1,2095%</b>	<b>0,6780%</b>	<b>1,5859%</b>

Dari Tabel 5 terlihat bahwa Fuzzy Autoregressive mempunyai nilai MAPE yang lebih kecil dibandingkan dengan ARIMA 95%, dimana untuk batas atas Fuzzy Autoregressive memiliki nilai MAPE sebesar 0,1160% % sedangkan ARIMA 95% sebesar 0,6780 % dan untuk batas bawah Fuzzy Autoregressive memiliki nilai MAPE

sebesar 1,2095% sedangkan ARIMA 95% adalah sebesar 1,5859%. Dengan menggunakan grafik dapat dilihat perbandingannya sebagai berikut



Gambar 2. Grafik Perbandingan Interval Fuzzy Autoregressive dengan ARIMA 95%

Terlihat pada Gambar 2 interval yang dihasilkan oleh Fuzzy Autoregressive lebih sempit dibandingkan dengan ARIMA 95%. Interval yang dibentuk dengan Fuzzy Autoregressive dapat mendekati interval pada data aktual, sehingga dapat mempresentasikan pergerakan interval data saham *Jakarta Composite Index* dengan lebih baik dibandingkan dengan ARIMA 95%.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut

1. Model peramalan ARIMA terbaiknya adalah  $\hat{Z}_t = 0,6842 Z_{t-1} + 0,3158 Z_{t-2}$ .
2. Peramalan interval harga penutupan saham *Jakarta Composite Index* dengan menggunakan Fuzzy Autoregressive menghasilkan dua buah model, yaitu untuk model peramalan batas atasnya (peramalan harga saham tertinggi) adalah  $\tilde{W}_t = 0,6842 W_{t-1} + 0,3264 W_{t-2}$  dan model peramalan batas bawahnya (peramalan harga saham terendah) adalah  $\tilde{W}_t = 0,6842 W_{t-1} + 0,3052 W_{t-2}$ .
3. Peramalan interval yang dilakukan dengan Fuzzy Autoregressive ( $h = 0$ ) ternyata memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan peramalan interval dengan ARIMA 95%. Ini dapat dilihat dari nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) kedua metode terhadap harga tertinggi dan harga terendah aktual (batas atas dan bawah dari data *out sample*) dimana untuk batas atas: Fuzzy Autoregressive memiliki nilai MAPE sebesar 0,1160% % sedangkan ARIMA 95% sebesar 0,6780 % dan untuk batas bawah: Fuzzy Autoregressive memiliki nilai MAPE sebesar 1,2095% sedangkan ARIMA 95% adalah sebesar 1,5859%.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Box, G.E.P. and Jenkins, G.M., 1976, *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, Holden-day Inc., San Francisco, CA.
- [2] Dubois, D. and Prade, H., 1980, *Theory and Application, Fuzzy Sets and Systems*, Academic Press, New York.
- [3] Kamaruddin, A., 2004, *Dasar-Dasar Manajemen Investasi Portofolio*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [4] Kusumadewi, S., 2003, *Logika Kabur dan Aplikasinya*, Badan Penerbit UGM, Yogyakarta.
- [5] Makridakis S., Wheelwright S.C., McGee, V.E., 1999, *Forecasting: Methods and Applications*, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc, New York.

- [6] Purwareta, 2012, *Model Peramalan Pasokan Energi Primer dengan Pendekatan Metode Fuzzy Linear Regression (FLR)*, Jurnal Sains dan Seni ITS, Vol.1, No. 1, ISSN: 2301-928X, ITS, Surabaya.
- [7] Rozak, A. dan Irhamah, 2011, *Metode Autoregressive Fuzzy Time Series Untuk Peramalan*, Prosiding Seminar Nasional Statistika Universitas Diponegoro 2011, No. A-18, Hal. 244-260, ISBN : 978-979-097-142-4, UNDIP, Semarang.
- [8] Soejoeti, Z., 1987, *Analisis Runtun Waktu*, Universitas Terbuka, Karunika, Jakarta.
- [9] Tseng, F.M., et al., 2001, *Fuzzy ARIMA Model for Forecasting the Foreign Exchange Market*, *Fuzzy Sets and System*, Vol. 118, Page. 9-19. New York.
- [10] Watada, J., 2003, *Recent Development of Fuzzy Regression Model*, *Journal of Graduate School of Information & System*, Waseda University, Japan.
- [11] Wei, W.W.S., 1990, *Time Series Analysis*, Addison-Wesley Publishing Company, Inc, California