

PERBANDINGAN METODE PEMULUSAN EKSPONENSIAL TUNGGAL DAN *FUZZY TIME SERIES* UNTUK MEMPREDIKSI INDEKS HARGA SAHAM GABUNGAN

Taufan Fahmi¹, Sudarno², Yuciana Wilandari³

¹ Mahasiswa Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

^{2,3} Staf Pengajar Jurusan Statistika FSM UNDIP

ABSTRAK

Perkembangan metode peramalan dengan data *time series* yang cukup pesat mengakibatkan terdapat banyak pilihan metode yang dapat digunakan untuk meramalkan data sesuai dengan kebutuhan dan perlu membandingkan metode yang satu dengan metode yang lain sehingga mendapatkan hasil ramalan dengan akurasi yang tinggi. Pada tugas akhir ini akan dilakukan perbandingan peramalan dengan menggunakan ukuran akurasi dalam bentuk MAPE, MAE, dan MSE dari suatu peramalan dalam menghitung nilai Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan menggunakan metode Pemulusan Eksponensial Tunggal yang akan dibandingkan dengan metode peramalan modern yaitu *Fuzzy Time series*. Metode *Fuzzy Time Series* yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Fuzzy Time Series* yang diajukan oleh Chen dan Cheng. Diantara ketiga peramalan tersebut diperoleh metode peramalan yang terbaik adalah Metode *Fuzzy Time Series* Cheng.

Kata Kunci: Metode Peramalan, Pemulusan Ekponensial Tunggal, *Fuzzy Time Series*, Metode Chen dan Cheng, IHSG

ABSTRACT

The development of methods of forecasting with time series data quite rapidly result there are many options that the method can be used to predict the data according to the needs and the need to compare one method to the other methods that get results of prediction with high accuracy. In this thesis, comparison of forecasting will be done using measure forecasting accuracy in the form of MAPE, MAE, and MSE of a forecast in calculating the value of The composite stock price index (CSPI) using Single Exponential Smoothing method that will be compared to modern forecasting methods, namely *Fuzzy Time Series*. *Fuzzy Time Series* methods used in this study is the method of *Fuzzy Time Series* proposed by Chen and Cheng. Between the three forecasting methods obtained the best method is of Cheng's *Fuzzy Time Series*.

Keywords: Method of Forecasting, Single Exponential Smoothing, *Fuzzy Time Series*, Chen's and Cheng's Method, CSPI

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Peramalan sangat penting karena diperlukan dalam proses pengambilan keputusan, khususnya dalam bidang finansial. Peramalan dapat digunakan untuk memantau pergerakan Indeks Harga Saham Gabungan yang akan datang. Dengan dilakukan peramalan akan memberikan dasar yang lebih baik bagi perencanaan dan pengambilan keputusan.

Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) menunjukkan pergerakan harga saham secara umum yang tercatat di bursa efek. Indeks ini sering dipakai sebagai acuan tentang perkembangan kegiatan di pasar modal. Selain itu juga bisa menilai situasi pasar secara umum atau mengukur apakah harga saham mengalami kenaikan atau penurunan. Indeks harga ini melibatkan seluruh harga saham yang tercatat di bursa^[1]. Ketika kondisi ekonomi suatu negara dalam keadaan menurun maka IHSG juga akan mengalami penurunan yang berakibat investor akan keluar dari pasar. Hal ini akan mempengaruhi keputusan investor untuk menjual, menahan atau membeli suatu saham atau beberapa saham tertentu. Oleh karena itu peramalan diperlukan oleh investor agar mempunyai pertimbangan yang lebih kuat dengan adanya prediksi ini.

Dengan adanya berbagai metode peramalan dan perkembangan metode peramalan dengan data *time series* yang cukup pesat sehingga terdapat banyak pilihan metode yang dapat digunakan. Dalam meramalkan data deret waktu sesuai dengan kebutuhan, perlu membandingkan metode yang satu dengan metode yang lain sehingga mendapatkan hasil ramalan dengan akurasi yang tinggi. Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan peramalan dengan menggunakan ukuran akurasi dari suatu peramalan dalam menghitung nilai Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan menggunakan metode Pemulusan Eksponensial Tunggal yang akan dibandingkan dengan metode *Fuzzy Time series*.

1.2. Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Menentukan model peramalan dan nilai peramalan Indeks Harga Saham Gabungan untuk periode berikutnya dengan metode pemulusan eksponensial.
2. Menentukan nilai peramalan Indeks Harga Saham Gabungan untuk periode berikutnya dengan metode *fuzzy time series*.
3. Mengkaji dan membandingkan hasil peramalan dan nilai ketetapan peramalan antara metode pemulusan eksponensial tunggal dan metode *fuzzy time series* dalam memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Peranan Teknik Peramalan

Peramalan (Forecasting) adalah perkiraan mengenai sesuatu yang belum terjadi^[6]. Dalam ilmu pengetahuan sosial segala sesuatu itu serba tidak pasti, sukar diperkirakan secara tepat. Dalam hal ini perlu dilakukan forecast. Peramalan dilakukan berdasarkan data yang terdapat selama masa lampau yang dianalisis dengan menggunakan cara-cara tertentu. Kegunaan peramalan terlihat pada saat pengambilan keputusan. Keputusan yang baik adalah keputusan yang didasarkan atas pertimbangan apa yang akan terjadi pada waktu keputusan dalam berbagai kegiatan perusahaan. Baik tidaknya hasil dari suatu penelitian sangat ditentukan oleh ketepatan ramalan yang dibuat. Walaupun demikian perlu diketahui bahwa ramalan selalu ada unsur kesalahannya, sehingga yang perlu diperhatikan adalah usaha untuk memperkecil kesalahan dari ramalan tersebut.

2.2. Deret *Exponential Smoothing* (Pemulusan Eksponensial)

Metode pemulusan eksponensial terdiri atas tunggal, ganda, dan metode yang lebih rumit. Semuanya mempunyai sifat yang sama, yaitu nilai yang lebih baru diberi bobot yang relatif lebih besar dibanding nilai pengamatan yang lebih lama. Nilai α terletak antara 0 – 1. Nilai pembobotan mendekati 1, maka ramalan yang baru akan mencakup penyesuaian kesalahan yang besar pada ramalan sebelumnya dan nilai α yang besar akan memberikan

pemulusan kecil dalam ramalan. Nilai pembobotan mendekati 0, maka ramalan yang baru akan mencakup penyesuaian kesalahan yang kecil pada ramalan sebelumnya dan nilai α yang kecil akan memberikan pemulusan besar dalam ramalan. Dalam menentukan nilai α dapat juga dilakukan beberapa percobaan, setelah dilakukan perhitungan dari beberapa nilai α , kemudian dipilih nilai α yang menghasilkan MSE, MAPE atau ukuran ketepatan lainnya yang bernilai paling minimum^[5].

Dalam menghitung peramalan dengan eksponensial tunggal, karena nilai F1 tidak diketahui, dapat digunakan nilai observasi pertama (X1) sebagai ramalan pertama (X1=F1) dan kemudian dapat dilanjutkan dengan menggunakan persamaan peramalannya.

Secara matematis besarnya peramalan adalah :

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t \quad (1)$$

Dengan :

- F_{t+1} : Peramalan untuk periode t+1
- X_t : Nilai pengamatan pada periode ke-t
- F_t : Peramalan pada periode ke-t
- α : bobot pemulusan

Metode pemulusan eksponensial tunggal lebih cocok digunakan untuk meramal data-data yang fluktuatif secara random^[6]. Metode pemulusan eksponensial tunggal sangat baik digunakan untuk data yang tidak mengandung trend, pola musiman atau pola-pola lain yang mendasarinya^[4].

2.3. Fuzzy Time Series

2.3.1 Definisi dan Konsep Fuzzy Time Series

Fuzzy Time Series (FTS) pertama kali dikembangkan oleh Song and Chissom pada tahun 1993 untuk meramalkan jumlah pendaftar di suatu universitas. *Fuzzy Time Series* (FTS) adalah metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Sistem peramalan dengan *Fuzzy Time Series* menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Metode ini digunakan oleh para peneliti untuk menyelesaikan masalah peramalan. Hal yang membedakan antara *Fuzzy Time Series* dengan *time series* konvensional adalah nilai-nilai yang digunakan dalam peramalan merupakan himpunan *fuzzy* dari bilangan-bilangan real atas himpunan semesta yang ditentukan. Secara kasar himpunan *fuzzy* dapat diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan samar.

Jika U adalah himpunan semesta, $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, maka suatu himpunan *fuzzy* A dari U didefinisikan sebagai $A = f_A(u_1)/u_1 + f_A(u_2)/u_2 + \dots + f_A(u_n)/u_n$, f_A adalah fungsi keanggotaan dari A , $f_A: U \rightarrow [0,1]$ dan $1 \leq i \leq n$.

Definisi–definisi dari *Fuzzy Time Series* secara umum diantaranya adalah sebagai berikut^[3]:

Definisi 1

Misalkan $Y(t)$, dengan $(t = \dots, 0, 1, 2, \dots)$, merupakan himpunan bagian dari bilangan real, menjadi semesta pembicaraan yang dinyatakan oleh himpunan *fuzzy* $f_i(t)$, dengan $(i=1,2,\dots)$ telah didefinisikan sebelumnya dan dijadikan $F(t)$ menjadi kumpulan dari $f_i(t)$ dengan $(i=1,2,\dots)$ sehingga $F(t)$ dapat didefinisikan sebagai *fuzzy time series* terhadap $Y(t)$, dengan $(t=\dots,0,1,2,\dots)$.

Definisi 2

Jika terdapat sebuah relasi *fuzzy logic* $R(t-1, t)$, seperti pada $F(t) = F(t-1) \circ R(t-1, t)$, dengan “ \circ ” mewakili operator komposisi max-min, $F(t-1)$ dan $F(t)$ adalah himpunan *fuzzy*, dan dikatakan $F(t)$ disebabkan oleh $F(t-1)$. Hubungan logis antara $F(t)$ dan $F(t-1)$ dinyatakan dengan $F(t-1) \rightarrow F(t)$.

Definisi 3

Jika $F(t) = F(t-1)$ untuk setiap waktu t dan $F(t)$ hanya memiliki elemen yang terbatas maka $F(t)$ disebut sebagai *time-invariant fuzzy time series*. Demikian juga jika terjadi hal sebaliknya maka disebut *time-variant fuzzy time series*.

Definisi 4

Jika $F(t-1) = A_i$ dan $F(t) = A_j$. Adanya hubungan antara kedua pengamatan $F(t)$ dan $F(t-1)$ berturut-turut disebut Relasi fuzzy logic atau *Fuzzy Logical Relationship (FLR)*, yang dapat dinotasikan dengan $A_i \rightarrow A_j$, A_i disebut dengan *left hand side (LHS)* dan A_j disebut *right hand side (RHS)* dari *Fuzzy Logical Relationship (FLR)*.

Definisi 5

Misal $F(t)$ didefinisikan sebagai *fuzzy time series* dan $F(t)$ dipengaruhi oleh $F(t-1)$, $F(t-2)$, ..., $F(t-n)$ maka relasi *fuzzy logic (FLR)* dapat ditulis:
 $F(t-n), \dots, F(t-2), F(t-1) \rightarrow F(t)$

2.3.2 Metode Fuzzy Time Series Chen

Tahapan – tahapan peramalan pada data time series menggunakan *fuzzy time series* adalah sebagai berikut ^[2].

1. Menentukan *universe of discourse* (himpunan semesta), $U = [D_{\min} - D_1, D_{\max} + D_2]$ yang akan dijadikan sebagai himpunan semesta data aktual kemudian membaginya menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama. D_{\min} dan D_{\max} adalah data terkecil dan terbesar suatu data, D_1 dan D_2 adalah dua bilangan positif sembarang.
2. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* pada U dan lakukan fuzzifikasi pada data historis yang diamati. Misal A_1, A_2, \dots, A_k adalah himpunan *fuzzy* yang mempunyai nilai linguistik dari suatu variabel linguistik. Pendefinisian himpunan *fuzzy* A_1, A_2, \dots, A_k pada himpunan semesta U adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 A_1 &= a_{11}/u_1 + a_{12}/u_2 + \dots + a_{1m}/u_m, \\
 A_2 &= a_{21}/u_1 + a_{22}/u_2 + \dots + a_{2m}/u_m, \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 A_k &= a_{k1}/u_1 + a_{k2}/u_2 + \dots + a_{km}/u_m,
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

dimana a_{ij} mempunyai range $[0,1]$, $1 \leq i \leq k$ dan $1 \leq j \leq m$. Nilai a_{ij} menandakan derajat keanggotaan dari u_j dalam himpunan *fuzzy* A_i .

3. Melakukan pengelompokan FLR berdasarkan data historis.
4. Mengklasifikasikan FLR yang telah diperoleh dari tahap ke-3 ke dalam kelompok-kelompok dan mengkombinasikan hubungan yang sama, sehingga tanpa adanya pengulangan pada hubungan yang sama.
5. Defuzifikasi nilai ramalan
 Pada proses peramalan ini ada ketentuan yang harus diperhatikan.

Misal $F(t-1) = A_i$

Kasus 1 : Jika hanya terdapat satu relasi *fuzzy logic* pada deretan relasi *fuzzy logic* .

Misal Jika $A_i \rightarrow A_j$, maka $F(t)$ adalah nilai peramalannya, sesuai untuk A_j

Kasus 2 : Jika ada himpunan *fuzzy* yang tidak mempunyai relasi *fuzzy logic*, misal jika $A_i \rightarrow \emptyset$, maka $F(t)$ adalah nilai peramalannya, sesuai untuk A_i

Kasus 3: Misal jika $A_i \rightarrow A_i, A_j, \dots, A_k$, maka $F(t)$ adalah nilai peramalannya, sesuai untuk A_i, A_j, \dots, A_k

Misal peramalan dari F_t yang sesuai adalah A_1, A_2, \dots, A_n dan nilai keanggotaan maksimumnya terjadi pada interval u_1, u_2, \dots, u_n , defuzifikasi peramalannya adalah sama dengan rata-rata nilai tengah dari u_1, u_2, \dots, u_n . Dimana masing-masing nilai tengahnya adalah m_1, m_2, \dots, m_n . Untuk persamaannya dapat ditulis sebagai berikut.

$$F_t = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{n} \quad (3)$$

2.3.2 Metode Peramalan *Fuzzy Time Series* Cheng

Tidak seperti metode Chen, metode Cheng mempunyai cara yang sedikit berbeda dalam penentuan interval, menggunakan FLR dengan memasukan semua hubungan (*all relationship*) dan memberikan bobot yang berdasarkan pada urutan dan perulangan FLR yang sama. Dari FLR yang sama yang terulang, bobot akan terus mengalami peningkatan, dan bobot paling besar akan diberikan pada perulangan yang terakhir^[3].

Contoh penerapan bobotnya adalah sebagai berikut.

Misal terdapat suatu urutan FLR yang sama

($t=1$) $A_1 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 1

($t=2$) $A_2 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 1

($t=3$) $A_1 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 2

($t=4$) $A_1 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 3

($t=5$) $A_1 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 4

dimana t menyatakan waktu.

Selain itu, pada metode ini juga menerapkan peramalan adaptif dalam memodifikasi peramalan.

Berikut ini adalah tahapan – tahapan peramalan pada data time series menggunakan *fuzzy time series* Cheng adalah sebagai berikut^[3].

1. Mendefinisikan *universe of discourse* (semesta pembicaraan) misalnya U kemudian membaginya menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama. Bila ada jumlah data dalam suatu interval lebih besar dari nilai rata-rata dari banyaknya data pada tiap interval, maka pada interval tersebut tersebut dapat dibagi lagi menjadi interval yang lebih kecil dengan membagi dua.
2. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* pada U dan lakukan fuzzifikasi pada data historis yang diamati seperti pada Persamaan (10).
3. Menetapkan Relasi *Fuzzy Logic* (FLR) berdasarkan data historis.
4. Mengklasifikasikan FLR dengan *all relationship* yaitu dengan memasukan semua hubungan yang telah diperoleh dari tahap ke-3 ke dalam kelompok-kelompok LHS yang sama dalam bentuk matrik
5. Menetapkan bobot pada kelompok relasi *fuzzy logic*. Menentukan bobot untuk semua kelompok relasi *fuzzy logic* berdasarkan pada pembobotannya. Kemudian mentranfer bobot tersebut ke dalam matrik pembobotan yang telah dinormalisasi ($W_{n(t)}$), yang ditulis pada persamaan berikut.

$$W_n(t) = [W'_1, W'_2, \dots, W'_k] \\ = \left[\frac{W_1}{\sum_{h=1}^i W_h}, \frac{W_2}{\sum_{h=1}^i W_h}, \dots, \frac{W_k}{\sum_{h=1}^i W_h} \right] \quad (4)$$

6. Menghitung hasil Peramalan

Untuk menghasilkan nilai peramalan, matrik pembobotan ($W(t)$) yang telah dinormalisasi menjadi $W_n(t)$ tersebut kemudian dikalikan dengan matrik defuzifikasi yaitu L_{df} . Matrik defuzifikasi (L_{df}) ditulis dengan persamaan

$L_{df} = [m_1, m_2, \dots, m_k]$, dimana m_k adalah nilai tengah dari tiap interval. Cara untuk menghitung peramalannya adalah

$$F_t = L_{df(t-1)} W_n(t-1)^T \quad (5)$$

7. Memodifikasi peramalan dengan melakukan peramalan adaptif dengan rumus:

$$\text{Peramalan adaptif } (t) = X_{t-1} + h*(F_t - X_{t-1}) \quad (6)$$

Dengan X_{t-1} adalah nilai data aktual pada waktu $t-1$, F_t adalah hasil peramalan dari persamaan (13), peramalan adaptif (t) adalah hasil modifikasi peramalan pada waktu (t) dan h adalah parameter pembobotan dengan berkisar dari nilai 0.001–1.

2.4. Ketepatan Metode Peramalan

Dalam banyak situasi peramalan, ketepatan dipandang sebagai kriteria penolakan untuk memilih suatu metode peramalan, yang pada akhirnya menunjukkan seberapa jauh metode peramalan tersebut mampu mereproduksi data yang telah diketahui.

Jika X_i merupakan data aktual untuk periode i dan F_i merupakan ramalan (atau nilai kecocokan/*fitted value*) untuk periode yang sama, maka kesalahan didefinisikan sebagai :

$$e_i = X_i - F_i \quad (7)$$

Jika terdapat nilai pengamatan dan ramalan untuk n periode waktu, maka akan terdapat n buah galat dan beberapa kriteria yang digunakan untuk menguji ketepatan ramalan diantaranya adalah sebagai berikut^[5].

1. Nilai Tengah Galat Absolut (*Mean Absolute Error*)

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \quad (8)$$

2. Nilai Tengah Galat Kuadrat (*Mean Squared Error*)

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n} \quad (9)$$

3. Galat Persentase (*Percentage Error*)

$$PE_i = \left(\frac{X_i - F_i}{X_i} \right) \cdot (100) \quad (10)$$

4. Nilai Tengah Galat Persentase (*Mean Percentage Error*)

$$MPE = \frac{\sum_{i=1}^n PE_i}{n} \quad (11)$$

5. Nilai Tengah Galat Persentase Absolut (*Mean Absolute Percentage Error*)

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{i=1}^n |PE_i|}{n} \quad (12)$$

3. Metodologi Penelitian

3.1 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data harian pergerakan Indeks Harga Saham Gabungan. Periode 1 Maret 2012 hingga 23 Agustus 2012 sebanyak 118 data, dengan pembagian 105 data pelatihan (*data training*), yaitu data dari tanggal 1 Maret 2012 hingga 31 Juli 2012 dan 13 data pengujian (*data testing*), yaitu data dari tanggal 1 Agustus 2012 hingga 23 Agustus 2012.

3.2 Jenis dan Sumber Data

Data yang akan digunakan adalah data sekunder. Data ini merupakan data harian pergerakan Indeks Harga Saham Gabungan yang bersumber dari Bursa Efek Indonesia (BEI)

3.3 Langkah Analisis

Langkah analisis data dalam tugas akhir ini adalah :

1. Melakukan pemodelan peramalan dengan metode pemulusan eksponensial tunggal (*single exponential smoothing*), kemudian melakukan peramalan pada data pelatihan dan data pengujian.
2. Melakukan peramalan pada data pelatihan dan data pengujian dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen.
3. Melakukan peramalan pada data pelatihan dan data pengujian dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Cheng.
4. Menghitung nilai ketepatan peramalan MAPE, MAE dan MSE pada masing-masing metode peramalan.
5. Membandingkan hasil dan ketepatan peramalan dari ketiga metode tersebut.
6. Interpretasi dan kesimpulan

4. Hasil dan Pembahasan

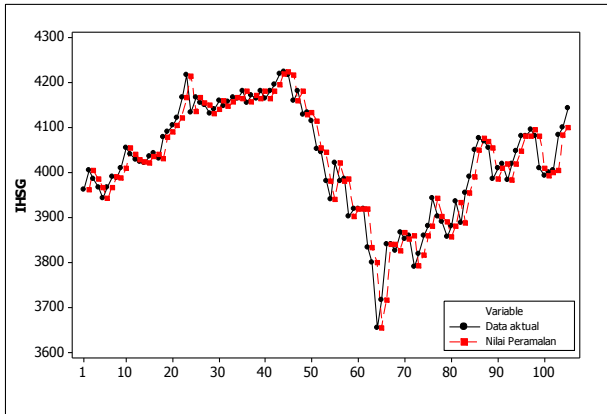
4.1 Metode Pemulusan Eksponensial Tunggal

Pada model pemulusan eksponensial tunggal ini akan menggunakan 105 data runtun waktu IHSG dan menggunakan satu parameter yaitu α . Nilai α terletak antara 0 – 1. Nilai α dapat diperoleh dengan dua cara. Pertama yaitu α yang ditentukan sendiri oleh program Minitab 14 atau biasa disebut dengan optimal ARIMA dan cara yang kedua yaitu dengan *trial and error* atau dengan cara mencoba-coba.

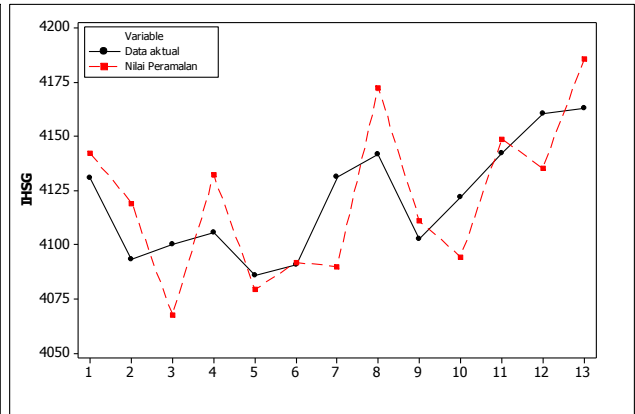
Dari beberapa percobaan dengan nilai α yang berbeda, menunjukkan MAPE, MAE dan MSE dengan menggunakan $\alpha = 0.9991995$ (Optimal ARIMA) memiliki nilai error terkecil, dengan masing-masing nilainya adalah 0.74, 29.31, dan 1564.33. Sehingga metode pemulusan tunggal dengan $\alpha = 0.9991995$ dipilih digunakan untuk meramalkan data IHSG. Sehingga bentuk persamaan peramalan yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= 0.991995X_t + (1 - 0.991995)F_t \\ &= 0.991995X_t + 0.008005F_t \end{aligned} \quad (13)$$

Setelah metode pemulusan eksponensial tunggal ini diterapkan pada data pengujian menghasilkan ketepatan peramalan $MAPE = 0.50$, $MAE = 20.52$ dan $MSE = 1564.33$. Untuk gambar grafik peramalan pada data pelatihan dan pengujianya dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



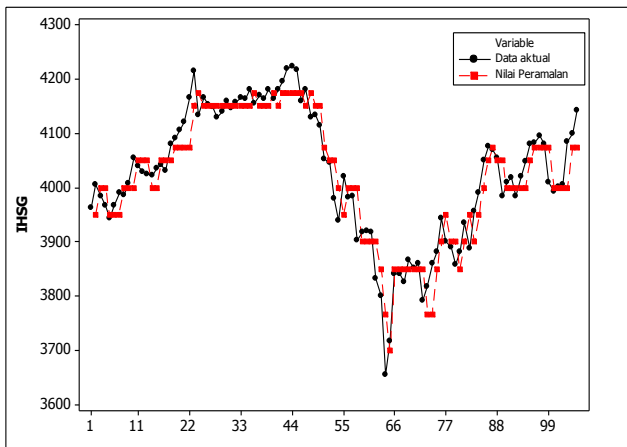
Gambar 1. Grafik Data Aktual dan Nilai Peramalan dengan Pemulusan Eksponensial Tunggal pada Data Pelatihan



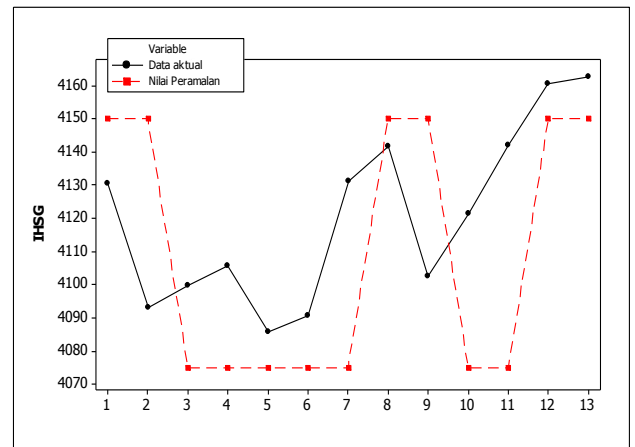
Gambar 2. Grafik Data Aktual dan Nilai Peramalan dengan Pemulusan Eksponensial Tunggal pada Data Pengujian

4.2 Metode *Fuzzy Time Series*

Setelah dilakukan peramalan dengan *fuzzy time series* Chen yang diterapkan pada data pelatihan diperoleh nilai $MAPE = 0.76$, $MAE = 30.34$ dan $MSE = 1485.70$, sedangkan pada proses pengujian didapatkan nilai $MAPE = 0.76$, $MSE = 31.29$ dan $MSE = 1379.03$. Untuk grafik data aktual dan nilai Peramalan dari data pelatihan dan pengujian dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



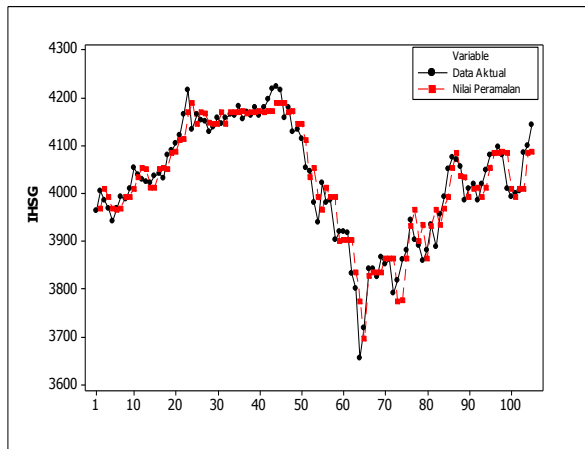
Gambar 3. Grafik Data Aktual dan Nilai Peramalan dengan Metode *Fuzzy Time Series* Chen pada Data Pelatihan



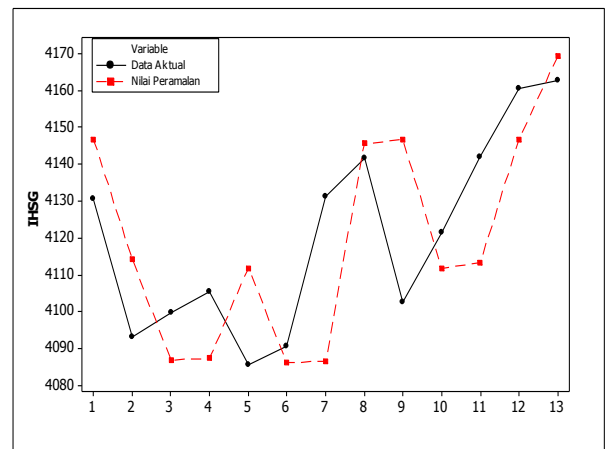
Gambar 4. Grafik Data Aktual dan Nilai Peramalan dengan Metode *Fuzzy Time Series* Chen pada Data Pengujian

Pada metode peramalan *fuzzy time series* Cheng yang telah diterapkan pada data pelatihan didapatkan nilai $MAPE = 0.68$, $MAE = 27.19$ dan $MSE = 1280.07$, sedangkan pada data pengujian diperoleh nilai $MAPE = 0.47$, $MSE = 19.32$ dan $MSE = 539.90$. Untuk grafik data

aktual dan nilai Peramalan dari data pelatihan dan pengujian dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5 .Grafik Data Aktual dan Nilai Peramalan dengan Metode *Fuzzy Time Series* Cheng pada Data Pelatihan



Gambar 6 .Grafik Data Aktual dan Nilai Peramalan dengan Metode *Fuzzy Time Series* Cheng pada Data Pengujian

4.3 Perbandingan Ukuran Ketepatan Peramalan Pemulusan Eksponensial Tunggal dan *Fuzzy Time Series*

Dari hasil estimasi peramalan metode pemulusan eksponensial tunggal dan *fuzzy time series* (metode Chen dan metode Cheng) akan dibandingkan nilai ukuran kesalahan peramalannya dengan menghitung nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), *Mean Absolute Error* (MAE) dan *Mean Square Error* (MSE).

Tabel 1. Perbandingan Ketepatan Peramalan dari Metode Pemulusan Eksponensial Tunggal dan *Fuzzy Time Series*

Proses	Metode	MAPE	MAE	MSE
Pelatihan (<i>training</i>)	Pemulusan Eksponensial Tunggal	0.74	29.31	1564.33
	<i>Fuzzy time series</i> Chen	0.76	30.34	1485.70
	<i>Fuzzy time series</i> Cheng	0.68	27.19	1280.07
Pengujian (<i>testing</i>)	Pemulusan Eksponensial Tunggal	0.50	20.52	561.64
	<i>Fuzzy time series</i> Chen	0.76	31.29	1379.03
	<i>Fuzzy time series</i> Cheng	0.47	19.32	539.90

Berdasarkan Tabel 1 ukuran kesalahan peramalan, menunjukkan bahwa baik peramalan pada data pelatihan maupun data pengujian, metode *fuzzy time series* Cheng mempunyai nilai MAPE, MAE dan MSE terkecil dibandingkan *fuzzy time series* Chen dan Pemulusan eksponensial tunggal. Maka Metode *fuzzy time series* Cheng adalah metode yang paling baik untuk meramalkan data IHSG dibandingkan *fuzzy time series* Chen dan Pemulusan eksponensial tunggal.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

1. Pada peramalan dengan metode pemulusan eksponensial tunggal dipilih $\alpha = 0.9991995$ (optimal ARIMA) karena menghasilkan nilai MAPE, MAE dan MSE terkecil setelah melakukan beberapa percobaan dengan nilai α yang berbeda.

2. Metode *fuzzy time series* Cheng menghasilkan ukuran kesalahan peramalan terkecil daripada metode lainnya. Maka metode *fuzzy time series* Cheng adalah metode yang lebih baik untuk meramalkan data IHSG dibandingkan *fuzzy time series* Chen dan Pemulusan eksponensial tunggal.
3. Dari peramalan data harian Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) periode tanggal 1-23 Agustus 2012, pada metode *fuzzy time series* Cheng menghasilkan MAPE, MAE dan MSE terkecil yaitu 0.47, 19.32 dan 539.90.

5.2. Saran

1. Untuk mengetahui konsistensi hasil ramalan metode pemulusan eksponensial, *fuzzy time series* Chen dan *fuzzy time series* Cheng dapat dilakukan penelitian lain dengan menggunakan data harian Indeks Saham yang berbeda atau menggunakan data deret keuangan yang lain.
2. Untuk penelitian lebih lanjut dapat mencoba menerapkan metode *fuzzy time series* yang lain seperti *fuzzy time series* yang diajukan Lee dan Suhartono.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anoraga, P dan Pakarti, P., *Pengantar Pasar Modal*, PT. Rineka Cipta, Jakarta, 2001.
- [2] Chen, S.M., Forecasting Enrollments Based on Fuzzy Time Series, *Fuzzy Sets and Systems*, 1996, 81: 311-319.
- [3] Cheng *et al.*, Fuzzy Time-Series Based on Adaptive Expectation Model for TAIEX forecasting, *Expert System Applications.*, 2008, 34: 1126-1132.
- [4] Hyndman *et al.*, *Forecasting with Exponential Smoothing*, Springer, Berlin, 2008.
- [5] Makridakis, S., Wheelwright, S.C dan McGee, V.E., *Metode dan Aplikasi Peramalan*, (Terjemahan Ir. Hari Suminto), Binarupa Aksara, Jakarta, 1999.
- [6] Subagyo, P., *Forecasting Konsep dan Aplikasi*, BPFE UGM, Yogyakarta, 1986.