

PERAMALAN INDEKS HARGA KONSUMEN (IHK) DENGAN MENGGUNAKAN METODE *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* DAN *FUZZY TIME SERIES*

Alfiah Izat¹, Maria Titah Jatipaningrum^{2*}

Institut Sains & Teknologi AKPRIND

Email: izataalfiah@gmail.com¹, titahjp@akprind.ac.id²

Abstract. *Inflation / Deflation is measured by changing in Consumer Price Index (CPI). Changing in the consumer price index over time indicate the price movement of the package of goods and services consumed by the public. The consumer price index is very important to monitor regularly to produce valid economic statistics.*

Forecasting method is one technique that can be used to know the estimated data in the next year period, so that becomes the basis for decision making for an agency. Forecasting techniques developed rapidly from simple methods such as Exponential Smoothing to Fuzzy Time Series based on the concept of artificial intelligence.

The development of data forecasting method using time series is quite rapid resulting in many choices of methods that can be used to predict the data so it needs to compare one method with other methods to get the forecast results with high accuracy.

This research was conducted to see the characteristics of Stock Price Index data and forecasting results from the Double Exponential Smoothing Method and the Fuzzy Time Series Method then compare the two methods by looking at the smallest MSE and MAPE values. In predicting the Consumer Price Index (CPI), the Double Exponential Smoothing method with two parameters from Holt produces better precision values with MSE values of 0.16 and MAPE of 0.3062 than the Double Exponential method with the parameters of Brown and Fuzzy Time Series .

Keywords : *IHK, Double Exponential Smoothing, Fuzzy Time Series, MSE and MAPE.*

Abstrak. Inflasi/Deflasi diukur dengan perubahan Indeks Harga konsumen (IHK). Perubahan indeks harga konsumen dari waktu ke waktu menunjukkan pergerakan harga dari paket barang dan jasa yang dikonsumsi masyarakat. Indeks harga konsumen sangat penting untuk dipantau secara rutin guna menghasilkan data statistik ekonomi yang valid.

Metode peramalan (*forecasting*) merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan untuk mengetahui perkiraan data pada periode tahun selanjutnya, sehingga menjadi dasar pengambilan keputusan bagi suatu instansi. Teknik peramalan berkembang pesat mulai dari metode sederhana seperti Pemulusan Eksponensial (*Exponential Smoothing*) hingga *Fuzzy Time Series* yang berdasar pada konsep kecerdasan buatan.

Perkembangan metode peramalan data dengan menggunakan *Time Series* yang cukup pesat mengakibatkan terdapat banyak pilihan metode yang dapat digunakan untuk meramalkan data sehingga perlu membandingkan metode yang satu dengan metode yang lain untuk mendapatkan hasil ramalan dengan akurasi yang tinggi.

Penelitian ini dilakukan untuk melihat karakteristik data Indeks Harga Saham dan hasil peramalan dari Metode *Double Exponential Smoothing* dan Metode *Fuzzy Time Series* kemudian membandingkan kedua metode tersebut dengan melihat nilai *MSE* dan *MAPE* yang terkecil. Dalam meramalkan Indeks Harga Konsumen (IHK), metode *Double Eksponensial Smoothing* dengan dua parameter dari Holt menghasilkan nilai ketepatan yang lebih baik dengan nilai *MSE* sebesar 0,16 dan *MAPE* sebesar 0,3062 dari pada metode *Double Eksponensial* dengan parameter dari Brown dan *Fuzzy Time Series*.

Kata Kunci : *IHK, Double Exponential Smoothing, Fuzzy Time Series, MSE dan MAPE.*

1. Pendahuluan

Indeks Harga Konsumen (IHK) secara luas telah diterima sebagai suatu indikator umum dari inflasi, karena dapat membantu para pembuat kebijakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber inflasi. Pemerintah sebagai pembuat kebijakan wajib mewujudkan pertumbuhan ekonomi yang berkesinambungan sehingga kondisi sosial ekonomi masyarakat menjadi lebih stabil dan meningkat. Sejak Juli 2008, pemantauan paket barang dan jasa dalam keranjang Indeks Harga Konsumen telah dilakukan atas dasar Survei Biaya Hidup (SBH) tahun 2007 yang dilaksanakan oleh Badan Pusat Statistik (BPS), kemudian BPS akan memonitor perkembangan harga dari barang dan jasa tersebut

*Corresponding author's email: titahjp@akprind.ac.id

secara bulanan di beberapa kota, di pasar tradisional dan modern terhadap beberapa jenis barang/jasa di setiap kota.

Faktor penting yang harus dilakukan untuk memantau atau memprediksi perkembangan Indeks Harga Konsumen (IHK) sehingga menghasilkan data yang valid, yaitu dengan melakukan metode peramalan. Untuk menentukan metode peramalan yang sesuai pada data maka dapat dilihat terlebih dahulu melalui grafik pola data deret waktu yang disajikan. Ada terdapat berbagai jenis pola data antara lain; pola horizontal, pola *trend*, pola musiman, pola siklis, dan pola yang tidak beraturan. Pada data Indeks Harga konsumen (IHK) pilihan pola data yang tepat digunakan adalah pola *trend* karena memiliki kecenderungan data terus meningkat dari setiap periode dan metode yang tepat digunakan untuk data pola *trend* adalah *Double Exponential Smoothing*.

Penelitian sebelumnya terkait dengan penggunaan metode peramalan yang digunakan sebagai referensi penelitian ini adalah penelitian Inayah, 2010 membahas perbandingan metode Holt dan Brown pada *Double Exponential Smoothing* yang diaplikasikan untuk meramalkan jumlah kejadian tuberkulosis di Propinsi Jawa Timur, penelitian Arleen 2013 yang membahas tentang prediksi banyaknya gempa bumi di masa mendatang dengan menggunakan pemulusan *exponential* ganda satu parameter dari Holt dan pemulusan *exponential* ganda dua parameter dari Holt. Sedangkan referensi yang terkait dengan *fuzzy time series* yaitu penelitian Fahmi, 2013 yang membahas tentang perbandingan peramalan dengan menggunakan ukuran akurasi dalam bentuk MAPE, MAE, dan MSE yang dibandingkan dengan pemulusan *exponential* tunggal, penelitian dari Vaoziah, 2016 yang membahas tentang proses pembentukan model *Fuzzy Time Series* Ruey Chyn Tsaor untuk menghitung nilai peramalan indeks saham JII untuk 1 bulan kedepan. Penelitian selanjutnya Jatipaningrum, 2016 membahas tentang peramalan data produk domestik bruto dengan *fuzzy time series markov chain*.

Adapun rumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik dan pola data dari IHK Indonesia pada bulan Januari 2014 sampai dengan Oktober 2017 ?
2. Bagaimana hasil ramalan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dan metode *Fuzzy Time Series* pada data IHK Indonesia pada bulan Januari 2014 sampai dengan Oktober 2017?
3. Bagaimana hasil perbandingan dari metode *Double Exponential Smoothing* dan *Fuzzy Time Series* pada data IHK di Indonesia bulan Januari 2014 sampai dengan Oktober 2017?

Berdasarkan deskripsi latar belakang diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk melihat karakteristik dan pola data IHK Indonesia bulan Januari 2014 sampai dengan Oktober 2017.
2. Untuk meramalkan Indeks Harga Konsumen di Indonesia dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dan metode *Fuzzy Time Series*.
3. Untuk membandingkan hasil dari kedua metode tersebut dengan melihat tingkat ketepatan peramalan melalui nilai *MSE* dan *MAPE* terkecil.

2. Landasan Teori dan Metode

2.1 Indeks Harga Saham (IHK)

Indeks harga dapat diartikan sebagai suatu ukuran yang menunjukkan mengenai berbagai perubahan yang terjadi pada harga dari waktu ke waktu sedangkan Indeks Harga Konsumen (IHK) adalah angka indeks yang menggambarkan perubahan harga barang dan jasa yang dikonsumsi oleh masyarakat secara umum pada suatu periode waktu tertentu dengan periode waktu yang telah ditetapkan. Dengan *IHK*, pembuat kebijakan dapat mengelola data-data yang ada sehingga dapat mengetahui perkembangan usaha atau kegiatan yang dilakukan, seperti untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kemajuan

ekonomi atau sebagai alat bagi pemerintah untuk menetapkan kebijakan harga (menaikkan/menurunkan harga).

Perhitungan *IHK* dilakukan untuk mengetahui perubahan harga dari sekelompok tetap barang/jasa yang dikonsumsi masyarakat. Perubahan *IHK* dari waktu ke waktu menggambarkan tingkat kenaikan (*inflasi*) atau tingkat penurunan (*deflasi*) dari barang/jasa kebutuhan rumah tangga sehari-hari.

Mulai Januari 2014, *IHK* disajikan dengan menggunakan tahun dasar 2012 = 100 dan mencakup 82 Kota yang terdiri dari 33 Ibu Kota Propinsi dan 49 kota-kota besar di seluruh Indonesia. *IHK* sebelumnya menggunakan tahun dasar 2007 = 100 dan hanya mencakup 66 kota.

2.2 Metode peramalan

Metode peramalan merupakan cara memprediksi yang akan terjadi pada masa depan secara sistematis dan pragmatis atas dasar data yang relevan pada masa lalu, sehingga dengan metode peramalan diharapkan dapat memberikan objektivitas yang lebih besar. Untuk mengetahui metode peramalan yang tepat digunakan, maka yang harus diperhatikan adalah pemilihan jenis peramalan. Berdasarkan sifatnya, peramalan dibedakan atas dua macam yaitu, Peramalan Kualitatif dan Peramalan Kuantitatif. Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu (Makridakis dkk, 1999): Pola Horizontal, Pola *Trend*, Pola Musiman, Pola *Siklis*.

2.3 Metode *Double Exponential Smoothing* dari Brown

Metode pemulusan *Double Exponential Smoothing* satu parameter dari Brown digunakan untuk data runtun waktu yang memiliki komponen *trend* dan tidak memperhitungkan komponen musiman serta membutuhkan lebih sedikit data karena hanya satu parameter yang digunakan. Makridakis et al. (1995) menyatakan bahwa persamaan yang dipakai dalam implementasi pemulusan *exponential* ganda satu parameter dari Brown adalah sebagai berikut: Menentukan besar *forecasting*:

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad (2.2)$$

Untuk menentukan besar *forecast*, maka dilakukan tahap-tahap sebagai berikut:

1. Menentukan *Smoothing* pertama S'_t

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) S'_{t-1} \quad (2.3)$$

2. Menentukan *Smoothing* kedua S''_t

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha) S''_{t-1} \quad (2.4)$$

3. Menentukan besarnya nilai a_t (konstanta)

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t \quad (2.5)$$

4. Menentukan besarnya nilai b_t (*slope*)

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t) \quad (2.6)$$

2.4 Metode *Double Exponential Smoothing* dari Holt

Peramalan dari pemulusan *exponential* ganda dua parameter dari Holt didapat dengan menggunakan dua parameter pemulusan dan tiga persamaan, dengan menentukan besar *forecasting*:

$$F_{t+m} = S_t + T_t m \quad (2.7)$$

Untuk dapat menentukan besar *forecasting* maka dilakukan tahap-tahap peramalan sebagai berikut:

1. Menentukan *smoothing* pertama S_t

$$S_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2.8)$$

2. Menentukan nilai *trend* periode ke- t

$$T_t = \gamma(S_t - S_{t-1})(1 - \gamma)T_{t-1} \quad (2.9)$$

2.5 Fuzzy Time Series

Fuzzy Time Series adalah metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasar. Sistem peramalan dengan *Fuzzy Time Series* menangkap pola data masa lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data masa yang akan datang (Anawary, 2011).

Langkah-langkah peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series* dengan model *time invariant* yang dirumuskan Song dan Chissom adalah sebagai berikut (Tsaur, 2012):

1. Mendefinisikan himpunan semesta dengan menentukan nilai maksimum dan minimum dari data untuk mendefinisikan *Universe of Discourse* dengan rumus:

$$U = [D_{min}, D_{max}] \quad (2.12)$$

2. Menentukan *interval efektif* dengan menggunakan metode berbasis rata-rata (*Avarage Based Length*). (Duru dan Yoshida, 2009) dengan langkah-langkah berikut:

- a. Hitung selisih dengan D_i , D_{i-1} , kemudian hitung rata-rata dengan menggunakan rumus :

$$av = \frac{\sum_{i=1}^n |D_i - D_{i-1}|}{n-1} \quad (2.13)$$

- b. Bagi dua nilai rata-rata

$$B = \frac{av}{2} \quad (2.14)$$

Dengan, B adalah nilai basis

Besar *interval I* adalah pembulatan nilai B kemudian basis ditentukan berdasarkan Tabel 1

Tabel 1 Pemetaan Basis

Jangkauan	Pembulatan Basis
0,1 – 1,0	0,1
1,0 – 10	1
11 – 100	10
101 – 1000	100
1001 – 10000	1000

Sumber: Duru dan Yoshida S, 2009

- c. Menentukan jumlah *interval fuzzy* diketahui dengan rumus berikut:

$$m = \frac{D_{max} - D_{min}}{I} \quad (2.15)$$

3. Menentukan *Universe of Discourse U* dengan beberapa selang seri data dan nilai linguistik.
4. Menentukan nilai *fuzzifikasi*
5. Menentukan *Fuzzy Logical Relationship (FLR)*
6. Menentukan *Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)*.
7. Menentukan nilai peramalan dan *defuzzifikasi* berdasarkan FLRG, dengan menggunakan beberapa prinsip berikut:

1. Jika hasil *fuzzifikasi* pada tahun i adalah A_j dan hanya ada satu *fuzzy logical relationship* pada *fuzzy logical relationship group* yaitu dengan posisi *current state* adalah A_j sebagaimana rumusan berikut:

$$A_j \rightarrow A_k$$

Dimana A_j dan A_k adalah himpunan *fuzzy* dan nilai maksimum keanggotaan *fuzzy*-nya terdapat pada interval u_k dan *midpoint* (nilai tengah) dari u_k adalah m_k maka hasil peramalan untuk tahun $i+1$ adalah m_k .

2. Jika hasil *fuzzifikasi* pada tahun i adalah A_j dan terdapat beberapa *fuzzy logical relationship* dengan *current state* adalah A_j yang ditunjukkan juga pada *fuzzy logical relationship group* yang telah terbentuk sebelumnya, sebagaimana rumusan berikut:

$$A_j \rightarrow A_{k1}, A_{k2}, \dots, A_{kp}$$

Dimana $A_j, A_{k1}, A_{k2}, \dots, A_{kp}$ terjadi pada interval u_1, u_2, \dots, u_p dan nilai tengah dari u_1, u_2, \dots, u_p adalah m_1, m_2, \dots, m_p maka nilai hasil peramalan untuk tahun $i+1$ dirumuskan $(m_1+m_2+\dots+m_p) / p$.

3. Jika hasil *fuzzifikasi* pada tahun i adalah A_j dan tidak ada sama sekali *fuzzy logical relationship* dengan *current state* berupa A_j dimana nilai keanggotaan maksimum dari himpunan *fuzzy* A_j terjadi pada interval u_j dan nilai tengah u_j adalah m_j maka nilai hasil peramalan untuk tahun $i+1$ adalah m_j

2.6 Sumber Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik pengumpulan data sekunder. Data dalam penelitian ini diambil secara *online* (<http://www.bps.go.id/>) di situs Badan Pusat Statistik pada publikasi Indeks Harga Konsumen dan Inflasi Indonesia yang diakses pada tanggal 4 Oktober 2017.

2.7 Variabel

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah data bulanan Indeks Harga Konsumen (IHK) Indonesia yaitu pada bulan Januari 2014 sampai dengan Oktober 2017.

2.8 Tahapan Analisis

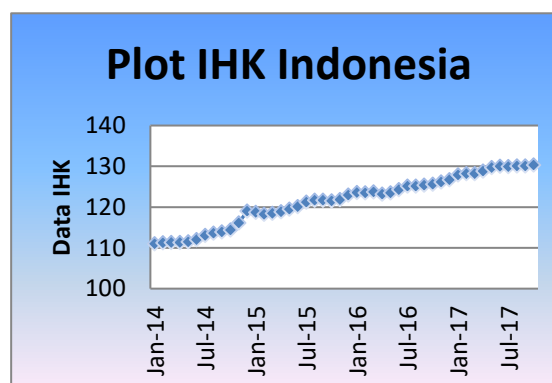
Adapun langkah-langkah analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data
2. Melakukan peramalan untuk data *IHK* di Indonesia menggunakan dengan metode *Double Exponential Smoothing* dan *Fuzzy Time Series*
3. Menghitung nilai ketepatan peramalan dengan menggunakan *MSE* dan *MAPE* pada masing-masing metode.
4. Menentukan metode peramalan terbaik dengan melihat *MSE* dan *MAPE* terkecil.
5. Interpretasi dan kesimpulan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Deskriptif Karakteristik dan Pola Data Indeks Harga Konsumen (IHK) Indonesia

Berikut hasil plot data *IHK* Indonesia untuk bulan Januari 2014 sampai dengan Oktober 2017 sebagai data yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1 Plot data bulanan IHK di Indonesia Januari 2014 – Oktober 2017

Gambar 1 Grafik pada plot data bulanan *IHK* di Indonesia untuk bulan Januari 2014 sampai dengan Oktober 2017 menunjukkan gerakan naik dalam jangka panjang dan pola data yang

sesuai untuk digunakan adalah pola *trend*. Adapun metode yang sesuai dengan pola *trend* adalah metode *Double Exponential Smoothing* dan metode *Eksponential Smoothing* terbagi menjadi dua yaitu metode *Double Exponential Smoothing* satu parameter dari Brown dan *Double Exponential Smoothing* dua parameter dari Holt.

3.2 *Double Exponential Smoothing* Satu Parameter dari Brown

Peramalan dengan metode *Double Exponential Smoothing* dari Brown hanya memerlukan satu parameter dan digunakan untuk data yang mengandung *trend linier*. Persamaan yang dipakai dalam metode *Double Exponential Smoothing* dengan metode Brown.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Nilai MSE dan MAPE untuk setiap α

α	MSE	MAPE
0,1	2,32	0,74
0,2	3,41	1,36
.	.	.
0,8	0,81	0,59
0,9	0,48	0,42

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa terdapat kesamaan nilai konstanta pemulusan α yang diperoleh pada $\alpha = 0,9$ dengan nilai $MSE = 0,48$ dan $MAPE = 0,42$ yang memberikan *error* terkecil sehingga α yang digunakan dalam penelitian ini adalah $\alpha = 0,9$.

Selanjutnya peramalan jumlah IHK Indonesia untuk Bulan November 2017 dan Bulan Desember 2017 dihitung melalui persamaan (2.2), sebagai berikut:

$$F_{t+m} = a_t + b_t m$$

1. Untuk ramalan bulan November 2017 dari bulan Oktober 2017 dengan $\alpha = 0,9$ adalah:

$$F_{46+1} = 130,28 + 0,22(1)$$

$$F_{47} = 130,50$$

2. Untuk ramalan bulan Desember 2017 dari bulan Oktober 2017 dengan $\alpha = 0,9$ adalah:

$$F_{46+1} = 130,28 + 0,22(2)$$

$$F_{47} = 130,73$$

Maka dapat disimpulkan hasil ramalan dengan menggunakan nilai $\alpha = 0,9$ disajikan dalam Tabel 2

Tabel 3 Nilai Ramalan dengan $\alpha = 0,9$ dengan metode Brown

Periode	$\alpha = 0,9$
November 2017	130,50
Desember 2017	130,73

3.3 Metode *Double Exponential Smoothing* Dua Paramater dari Holt

Pada metode *Double Exponential Smoothing* untuk memuluskan nilai *trend* menggunakan dua parameter konstanta pemulusan yaitu α dan γ yang bernilai antara 0 dan 1 dengan prediksi ramalan menggunakan tiga persamaan:

1. Menentukan Nilai *Smoothing* Pertama S_t dengan menggunakan Rumus 2.8

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1})$$

Untuk $t = 1$

Karena pada saat $t=1$ nilai S_1 belum tersedia maka untuk nilai S_1 sama dengan nilai data periode pertama ($X_1 = S_1$) yaitu 110,99 dan untuk nilai *trend* pertama T_1 didapat dari data kedua dikurangi data pertama yaitu $111,28 - 110,99 = 0,29$

Untuk $t = 2$, dan $\alpha = 0,1$, maka didapat:

$$S_2 = \alpha X_2 + (1 - \alpha)(S_{2-1} + T_{2-1})$$

$$S_2 = (0,1 * 111,28) + (1 - 0,1)(110,99 + 0,29) = 111,28$$

2. Menentukan nilai *trend* pada periode ke t dengan menggunakan Rumus 2.9.

$$T_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)T_{t-1}$$

Untuk $t = 2$

$$T_2 = (0,1) * (111,28 - 110,99) + (1 - 0,1) * (0,29) = 0,29$$

3. Menghitung hasil ramalan tahun ke $t + m$ dengan $m = 1$

$$F_{t+m} = S_t + T_t m$$

$$F_{2+1} = 111,55 + 0,29 = 111,84$$

Nilai konstanta pemulusan α dan γ yang terbaik berdasarkan MAPE dan MSE yang diperoleh menggunakan *Excel* yakni pada $\alpha = 0,09$ dan $\gamma = 0,1$ ditunjukkan pada Tabel 4.

α	γ	MSE	MAPE
0,9	0,1	0,19	0,35
	0,2	0,22	0,36
	0,3	0,24	0,36
	0,4	0,26	0,36
	0,5	0,29	0,36
	0,6	0,32	0,36
	0,7	0,36	0,37
	0,8	0,39	0,38
	0,9	0,43	0,39

Berdasarkan Tabel 4 didapat bahwa nilai parameter untuk ukuran kesalahan peramalan terkecil, yaitu pada $\alpha = 0,9$ dan $\gamma = 0,1$, dengan nilai $MSE = 0,19$ dan $MAPE = 0,35$.

Ramalan dengan metode *Double Exponential Smoothing* dari Holt masih menggunakan data bulanan IHK Indonesia bulan Januari 2014 sampai dengan bulan Oktober 2017. Peramalan untuk bulan November dan Desember 2107 dihitung melalui persamaan 2.7, sebagai berikut:

$$F_{t+m} = S_t + T_t m$$

Maka didapat hasil ramalan dengan menggunakan dua konstanta pemulusan α dan γ disajikan pada Tabel 4

Tabel 5 Nilai Ramalan dengan metode *Double Exponential Smoothing* dari Holt dengan $\alpha = 0,9$ dan $\gamma = 0,1$

Periode	$\alpha = 0,9$ dan $\gamma = 0,1$
November 2017	130,70
Desember 2017	131,02

Tabel 5 menunjukkan bahwa dengan nilai $\alpha = 0,9$ dan $\gamma = 0,1$ diperoleh untuk bulan November sebesar 130,70 dan untuk bulan Desember 131,02, dengan nilai ramalan mengalami peningkatan setiap bulan.

3.4 Metode *Fuzzy Time Series*

Melakukan peramalan dengan metode *fuzzy time series* dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

1. Mendefinisikan *Universe of Discourse* (U)

Universe of Course (U) didefinisikan sebagai $U = [D_{min}, D_{max}]$. Dari data aktual diperoleh nilai $D_{min} = 110,99$ dan $D_{max} = 130,35$. Berdasarkan nilai perbedaan tersebut, maka *Universe of discourse* dapat didefinisikan $U = [110,99, 130,35]$.

2. Menghitung Interval efektif dengan menggunakan metode berbasis rata-rata

Dalam menghitung interval I dari 46 data pada Lampiran 1 yakni menggunakan metode *avarage based length*, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung rata-rata selisih D_i, D_{i-1} dengan rumus:

$$av = \frac{\sum_{i=1}^n |D_i - D_{i-1}|}{n-1} = \frac{22,76}{45} = 0,505778$$

2. Untuk memperoleh besar basis, dengan menggunakan Rumus 2.14 yakni:

$$B = \frac{av}{2} = \frac{0,505778}{2} = 0,252889, \text{ sehingga diperoleh nilai rata-rata sebesar } 0,252889$$

3. Berdasarkan Tabel basis Interval nilai 0,252889 berada pada jangkauan 0,1 – 1,0 yang berarti masuk dalam basis 0,1

Selanjutnya nilai 0,252889 dibulatkan berdasarkan basis sehingga diperoleh nilai 0,1 sebagai panjang interval.

4. Menentukan jumlah interval yaitu dengan menggunakan Rumus 2.15.

$$m = \frac{D_{max} - D_{min}}{I} = \frac{130,35 - 110,99}{0,1} = 193,6$$

Maka didapat jumlah interval adalah 193,6, karena jumlah interval harus bilangan ganjil maka 193,6 dibulatkan kebilangan ganjil terdekat yaitu 193 sehingga terbentuklah 193 interval.

3. Menentukan Nilai Linguistik dari *Universe of Discourse U* dengan beberapa selang seri data

Untuk menghitung *Universe of Discourse* yaitu dengan membagi himpunan semesta U kedalam 193 interval yang sama besar dengan cara:

$$U = \frac{D_{max} - D_{min}}{\text{jumlah interval}} = \frac{130,35 - 110,99}{193} = 0,100310881$$

Sehingga diperoleh selang seri untuk $u_1, u_2, u_3, \dots, u_{193}$ dengan cara menambahkan nilai 0,100310881. Misalkan untuk u_1 dengan batas bawah adalah nilai D_{min} yaitu 110,99 maka untuk memperoleh nilai batas atas dengan cara menambahkan nilai 0,100310881 pada batas bawahnya, seperti berikut:

$$U_1 = [110,99, (110,99 + 0,100310881)] = [110,99 \quad 111,0903]$$

$$U_2 = [111,0903, (111,090311 + 0,100310881)] = [111,0903 \quad 111,1906]$$

$$U_{193} = [130,2496, (130,249689 + 0,100310881)] = [130,2497 \quad 130,35]$$

4. Mendefinisikan Himpunan *Fuzzy A_i* dari *Universe of Discourse*

Menentukan himpunan *fuzzy* berdasarkan *Universe of Discourse U* dengan A_1, A_2, \dots, A_k merupakan suatu himpunan-himpunan *fuzzy* yang variabel linguistiknya sesuai dengan keadaan semesta, dengan k adalah jumlah interval yang didapat dari langkah pertama kemudian didefinisikan himpunan-himpunan *fuzzy* menurut fungsi keanggotaan *fuzzy* berikut.

$$A_k = \begin{cases} \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2}, & k = 1 \\ \frac{0,5}{u_{k-1}} + \frac{1}{u_k} + \frac{0,5}{u_{k+1}}, & 2 \leq k \leq n-1 \\ \frac{0,5}{u_{n-1}} + \frac{1}{u_n}, & k = n \end{cases}$$

5. Menentukan Nilai *Fuzzifikasi Data*

Dari hasil perhitungan *fuzzy set* maka dapat ditentukan nilai *fuzzifikasi* data seperti yang ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Fuzzifikasi Data IHK Indonesia

No	Data Aktual	Interval	Fuzzifikasi
1	110,99	[110,99 111,0903]	A_1
2	111,28	[111,1906 111,2909]	A_3
.	.	.	.
46	130,35	[130,2497 130,35]	A_{193}

6. Menentukan Fuzzy Logic Relationship (FLR)

Berikut adalah *FLR* berdasarkan Tabel 6

Tabel 6 Fuzzy Logical Relationship (FLR)

Time Series	FLR
Jan 14 - Feb 14	$A_1 \rightarrow A_3$
Feb 14 - Mar 14	$A_3 \rightarrow A_4$
.	.
Sept 17 - Okt 17	$A_{191} \rightarrow A_{193}$
Okt 17 - #	$A_{193} \rightarrow \#$

7. Menentukan Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)

Berdasarkan Tabel *FLR* maka selanjutnya dibentuk *FLRG* dengan cara mengeliminasi *FLR* yang identik atau sama dan berulang kemudian *FLR* yang memiliki *current state* yang sama digabungkan menjadi satu *group*, sebagaimana pada Tabel 7

Tabel 7 Nilai Current State dan Next State

Current State	Next State
$A_1 \rightarrow$	A_3
$A_3 \rightarrow$	A_4
.	.
$A_{122} \rightarrow$	A_{125}
$A_{193} \rightarrow$	$\#$

8. Melakukan Proses Peramalan dan Defuzzifikasi berdasarkan FLRG

Hasil perhitungan Peramalan berdasarkan Defuzzifikasi:

Tabel 8 Aplikasi metode Fuzzy Time Series pada Peramalan IHK

Bulan/Tahun	Data IHK	FLR	Hasil Ramalan
Jan.14	110,99	$A_1 \rightarrow A_3$	111,2408
Feb.14	111,28	$A_3 \rightarrow A_4$	111,2407
.	.	.	.
Sept.17	130,09	$A_{191} \rightarrow A_{193}$	130,1996
Oktober17	130,35	$A_{193} \rightarrow \#$	130,2999

Peramalan untuk periode bulan/tahun selanjutnya dapat dilakukan dengan cara memperhatikan *fuzzifikasi* pola data pada tiga (3) nilai terakhir (M. Syauqi Haris). Berdasarkan Tabel 8 didapat hasil peramalan *fuzzy time series* untuk setiap periode dan untuk mencari nilai peramalan bulan November dan Desember 2017 yaitu dengan cara memperhatikan *fuzzifikasi* pola data pada tiga nilai terakhir.

Dari proses perhitungan hasil ramalan maka ditentukan untuk bulan November dan Desember 2017 dapat disajikan dalam Tabel 4.15

Tabel 9 Hasil Ramalan dengan *Fuzzy Time Series*

Periode	Hasil Ramalan
November 2017	130,099
Desember 2017	130,199

3.5 Hasil Perbandingan Peramalan Metode *Double Exponential* dan *Fuzzy Time Series*

Setelah mendapatkan hasil peramalan dari masing-masing metode yaitu metode *Double Exponential Smoothing* dan *Fuzzy Time Series* pada peramalan Indeks Harga Konsumen (IHK) Indonesia Bulan Januari 2014 sampai bulan Oktober 2017. Maka selanjutnya melihat perbandingan hasil peramalan *IHK* untuk masing-masing metode.

Tabel 10 Hasil Perbandingan Peramalan *IHK* Indonesia

No	Bulan / Tahun	Data <i>IHK</i>	Metode Brown	Metode Holt	Metode <i>FTS</i>
1	Jan-14	110,99	-	-	-
2	Feb-14	111,28	-	-	111,24075
3	Mar-14	111,37	111,51	111,66	111,4414
44	Agust-17	130,08	129,82	130,49	130,1996
45	Sep-17	130,09	130,14	130,47	130,1996
46	Okt-17	130,35	130,06	130,70	130,2999
	MSE		0,48	0,19	0,4538
	MAPE		0,42	0,35	0,3867

Berdasarkan Tabel 10 diperoleh nilai *MSE* dengan *Double Exponential Smoothing* metode Brown satu parameter sebesar 0,48 dan nilai *MAPE* sebesar 0,42. Pada metode Holt dua parameter nilai *MSE* yang diperoleh 0,19 dan nilai *MAPE* sebesar 0,35 dan Metode *Fuzzy Time Series* nilai *MSE* yang didapat sebesar 0,4538 dengan nilai *MAPE* sebesar 0,3867. Jelas terlihat bahwa *Double Exponential Smoothing* dengan metode Holt dua parameter lebih baik dibandingkan *Double Exponential Smoothing* metode Brown dan metode *Fuzzy Time Series* dengan kesalahan peramalan terkecil menurut *MSE* dan *MAPE*. Dengan demikian *Double Exponential Smoothing* metode Holt dua parameter lebih akurat untuk meramalkan *IHK* Indonesia

3.5 Metode terbaik antara Metode *Double Exponential Smoothing* dari Brown dan Holt

Pemilihan metode *Double Exponential Smoothing* terbaik antara metode Brown dan Holt dan *Fuzzy Time Series* berdasarkan perhitungan nilai ukuran kesalahan peramalan (*MSE* dan *MAPE*) seperti pada Tabel 11

Tabel 11 Perbandingan Nilai Ukuran Kesalahan Peramalan Metode *Double Exponential Smoothing* dan *Fuzzy Time Series*

Metode	α	<i>MSE</i>	<i>MAPE</i> (%)
Brown	0,9	0,48	0,42
Holt $\gamma = 0, 1$	0,9	0,19	0,35
<i>Fuzzy Time Series</i>	-	0,4538	0,3867

Tabel 11 memperlihatkan bahwa secara keseluruhan, metode *Double Exponential Smoothing* dari Holt menunjukkan nilai ukuran kesalahan peramalan yang lebih kecil dibandingkan metode *Double Exponential* dari Brown. Nilai *MSE* dan *MAPE* terkecil yakni *MSE* = **0,19** dan *MAPE* = **0,35**. Sedangkan nilai *MSE* dan *MAPE* untuk metode *Double Exponential* dari Brown menunjukkan kesalahan yang lebih besar sama halnya pada metode *Fuzzy Time Series*. Dengan demikian metode

Double Exponential Smoothing dua parameter dari Holt lebih baik untuk meramalkan data *IHK* Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Arlen, I. R. 2013. *Perbandingan Metode Pemulusan Brown dan Holt pada Peramalan Gempa Bumi se-Jawa Barat-Banten*, Skripsi, Departemen Matematika, Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Buffa S, Elwood, Rakesh , and K. Sarin, 1996. *Modern Production and Operation Management*, Eight Edition, John Willey and Sons Inc, London.
- Chen, S. M. dan C. C. Hsu. 2004. *A New Method to Forecast Enrollments Using Fuzzy Time Series*. *International Journal of Applied Science and Engineering*.
- Duru, O and Yoshida S. 2009. *Comparative Analysis of Fuzzy Time Series and Forecasting: an Empirical Study of Forecasting Dry Bulk Shipping Index*.
- Fahmi, T. 2013. *Perbandingan Metode Pemulusan Eksponensial Tunggal dan Fuzzy Time Series untuk Memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan*. Skripsi Jurusan Statistika UNDIP. (Online), tersedia : [http:// eprints.undip.ac.id/42337/1/Taufan_Fahmi.pdf](http://eprints.undip.ac.id/42337/1/Taufan_Fahmi.pdf), diunduh 12 September 2017.
- Handoko, T. Hani. 1984. *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta: BPFE UGM Yogyakarta.
- Haris M Syauqi. 2010. *Implementasi Metode Fuzzy Time Series dengan Penentuan Interval Berbasis Rata-Rata untuk Peramalan Data Penjualan Bulanan*, Skripsi, Jurusan Mtematika, Universitas Brawijaya, Malang.
- Inayah, Zufra. 2010. *Perbandingan Metode Brown dan Holt pada Double Exponential Smooting*, *Tesis*, Jurusan Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Surabaya.
- Jatipaningrum, M. T. (2016). *Peramalan Data Produk Domestik Bruto Dengan Fuzzy Time Series Markov Chain*. *Jurnal Teknologi*, 9(1), 31-38.
- Poulsen, J.S. 2009. *Fuzzy Time Serie Forecasting - Developing a new forecasting model based on high order fuzzy time series*. (Online), tersedia [http:// projekter.aau.dk/ projekter/files/18603950/FTS_rapport_pdf.pdf](http://projekter.aau.dk/projekter/files/18603950/FTS_rapport_pdf.pdf), diunduh 12 September 2017
- Raharja, A., Anggraeni, W. & Vinarti, R.A. 2014. *Penerapan Metode Exponential Smoothing untuk Peramalan Penggunaan Waktu Telepon di PT Telkomsel Divre3 Surabaya*. *Jurnal SISFO*, (Online), tersedia : [http://ebookbrowse.net/sip1-2-itsundergraduate- 14344-paperpdf-pdf662595187](http://ebookbrowse.net/sip1-2-itsundergraduate-14344-paperpdf-pdf662595187), diunduh 13 September 2017
- Subagyo, P. 1986. *Forecasting Konsep dan Aplikasi Edisi 2*. Yogyakarta : BPFE
- Song Q, Chissom B, 1993. *Forecasting Enrollments with Fuzzy Time Series part 1. Fuzzy Sets and System 54: 1-9*.
- Syafik, M.L. 2014. *Perbandingan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Metode Linier Satu Parameter Dari Brown dan Metode Dua Parameter Dari Holt Menggunakan Sistem Pemantauan (Tracking Signal) dari Trigg*. *Jurnal mahasiswa statistik*,(Online), tersedia:<http://statistik.studentjournal.ub.ac.id/index.php/statistik/article/download/>,diunduh 6 September 2017
- Synaptic, 2006. *Fuzzy Math, Part I, The Theory*. [http://www. scholaspedia. org/article /Fuzzy logic](http://www.scholaspedia.org/article/Fuzzy%20logic). September 2017
- Tsaur, R. 2012. *A Fuzzy Time Series-Markov Chain Model With an Application to Forecast The Exchange Rate Between The Taiwan and US Dollar*. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, (Online) diakses 13 September 2017
- Vouziah Siti. 2016. *Peramalan Indeks Saham Syariah dengan Metode Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur*, *Skripsi*, Jurusan Matematika, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Yogyakarta.
- Vrusias B. L, 2005. *Fuzzy*. <http://www.2dix.com/ppt/fuzzy.php>. September 2017.
- Zadeh L. A, 1965. *Fuzzy set. Information and Control* 8 338-353.
- _____ (2014), *Statistik Indonesia / Statistical Yearbook of Indonesia*, diakses Tanggal 4 Oktober 2017 pada situs <http://www.bps.go.id/>
- _____ (2017), *Indeks Harga Konsumen dan Inflasi di Indonesia*, diakses Tanggal 4 Oktober 2017 pada situs <http://www.bps.go.id/>