

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/324038264>

Peramalan Suku Bunga Acuan (BI Rate) Menggunakan Metode Fuzzy Time Series dengan Percentage Change Sebagai Universe of Discourse

Article · November 2017

CITATIONS

0

READS

260



Dian Eka Ratnawati
Brawijaya University

45 PUBLICATIONS 11 CITATIONS

SEE PROFILE



Candra Dewi
Brawijaya University

40 PUBLICATIONS 21 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Identifying Quality of Patchouli Leaves through Its Leave Image Using Learning Vector Quantization [View project](#)



Prediksi Jumlah Pengangguran Terbuka di Indonesia menggunakan Metode Genetic-Based Backpropagation [View project](#)

Peramalan Suku Bunga Acuan (BI Rate) Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* dengan *Percentage Change* Sebagai *Universe of Discourse*

Wiratama Paramasatya¹, Dian Eka Ratnawati², Candra Dewi³

^{1,2,3}Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

Email: ¹wiratamaparamasatya@gmail.com, ²dian_ilkom@ub.ac.id, ³dewi_candra@ub.ac.id

Abstrak

BI rate merupakan suku bunga kebijakan yang mencerminkan *stance* kebijakan moneter yang ditetapkan oleh Bank Indonesia dan diumumkan kepada publik. BI rate sangat memengaruhi sektor perdagangan, industri, harga saham, dan khususnya bidang perbankan. Apabila suku bunga kebijakan yang ditetapkan oleh Dewan Gubernur tidak sesuai dengan tren kondisi ekonomi di waktu tertentu maka akan berdampak negatif kepada kondisi ekonomi Indonesia. Hal inilah yang menyebabkan pentingnya peramalan BI rate dengan harapan para pelaku bisnis dapat mengantisipasi dampak jangka panjang dari penetapan BI rate. Penelitian ini mengimplementasikan *fuzzy time series* dengan *percentage change* sebagai *universe of discourse* untuk meramalkan BI rate pada periode tertentu. Metode *fuzzy time series* dengan *percentage change* sebagai *universe of discourse* berfokus pada pembentukan *universe of discourse* dan pengembangan dari langkah-langkah pembentukan *interval* yang sudah ada. Berdasarkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan, dengan menggunakan nilai-nilai variabel terbaik yaitu panjang *interval* awal 12, nilai *n-topFrequency* 2, dan panjang *sub interval* 10 menghasilkan MAPE sebesar 0.09005%. Hasil akhir yang didapatkan berupa hasil peramalan BI rate sesuai periode yang ingin diramalkan oleh pengguna.

Kata kunci: peramalan, *fuzzy time series*, *percentage change*, *bi rate*

Abstract

BI rate is the interest rate policy that reflects the monetary stance policy which set by the Central Bank of Indonesia and announced to the public. BI rate greatly affects the trade, industry, stock prices, and especially banking. If the policy rate set by the Board of Governors is not in accordance with the trend of economic conditions at a certain time it will have a negative impact on the economic condition of Indonesia. This is what causes the importance of BI rate forecasting in the hope that business players can anticipate the long-term impact of BI rate determination. This research implements *fuzzy time series* using *percentage change* as the *universe of discourse* to predict BI rate in certain period. This method focuses on forming the *universe of discourse* and the development of steps to form an *interval*. Based on the results of the tests that have been done, using the best variable values are 12 as the initial interval length, 2 as the value of *n-topFrequency* 2, and 10 as the length of *sub-interval* produce MAPE of 0.09005%. The final result obtained is the result of BI rate forecasting according to the period that the user wants to forecast.

Keywords: forecasting, *fuzzy time series*, *percentage change*, *bi rate*

1. PENDAHULUAN

Nilai jual produk sangat dipengaruhi oleh kebijakan moneter yang ditetapkan oleh Bank Indonesia. Bank Indonesia memiliki tujuan untuk mencapai dan memelihara kestabilan nilai rupiah, tujuan ini tercantum dalam UU No. 3 Tahun 2004 Pasal 7 tentang Bank Indonesia. Hal yang dimaksud dengan kestabilan nilai rupiah

antara lain adalah kestabilan terhadap harga-harga barang dan jasa yang tercermin pada inflasi. Secara operasional, *stance* kebijakan moneter dicerminkan oleh penetapan suku bunga kebijakan yang selanjutnya disebut BI rate. BI rate mampu memengaruhi suku bunga pasar uang, suku bunga deposito, suku bunga kredit perbankan, sektor perdagangan dan bisnis, perusahaan sekuritas, serta pasar modal. BI rate dapat mempengaruhi banyak sektor ekonomi,

pada akhirnya BI rate dapat mempengaruhi tingkat atau laju inflasi.

Dalam implementasinya, BI rate sangat mempengaruhi sektor perdagangan, industri, harga saham, dan khususnya bidang perbankan. Para pelaku ekonomi sangat memperhatikan BI rate yang ditetapkan oleh dewan gubernur. Apabila suku bunga kebijakan yang ditetapkan oleh Dewan Gubernur tidak sesuai dengan tren kondisi ekonomi di waktu tertentu maka akan berdampak negatif kepada kondisi ekonomi Indonesia. Hal inilah yang menyebabkan pentingnya peramalan BI rate dengan harapan para pelaku bisnis dapat mengantisipasi dampak jangka panjang dari penetapan BI rate.

Untuk melakukan peramalan terhadap BI rate, banyak metode yang bisa digunakan dalam membangun sistem. Salah satunya adalah metode *fuzzy time series* dengan *percentage change* sebagai *universe of discourse*, cukup banyak penelitian yang menggunakan model *fuzzy time series* ini. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Seng Hansun yang bertujuan untuk melakukan peramalan terhadap *Jakarta Stock Exchange* (JKSE), dan hasil penelitian menunjukkan pengujian *Mean Square Error* (MSE) sebesar 65.469. Angka ini merupakan pengkuadratan dari selisih antara data aktual dengan data hasil peramalan lalu dibagi dengan jumlah data. MSE dengan nilai 65.469 menunjukkan rata-rata perbedaan antara data aktual dengan data hasil peramalan pada angka 8.091, hal ini menunjukkan *error* hasil peramalan tidak terlalu menyimpang dari data aktual. Selain pengujian MSE dilakukan pengujian *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 0.1174%. Angka MAPE tersebut menunjukkan *error rate* antara data hasil peramalan dengan data aktual, dapat disimpulkan dari nilai MAPE simpangan yang didapatkan tidak terlalu besar. Penelitian dengan model *percentage change* sebagai *universe of discourse* ini adalah pengembangan dari *fuzzy time series* dengan model *Fuzzy Metric Approach for Fuzzy Time Series Forecasting based on Frequency Density Based Partitioning* (Jilani, et al., 2010).

Penelitian kedua, dengan metode serupa untuk meramalkan Indeks Harga Saham Gabungan di Indonesia (Puspitasari, et al., 2012) menunjukkan MAPE yang cukup kecil yaitu 0,075% dan nilai *error* data $t+1$ adalah 0.642%. Dua angka tersebut menunjukkan simpangan yang sangat kecil antara data aktual dengan data hasil peramalan.

Penelitian ketiga membahas tentang perbandingan metode antara *fuzzy time series* dengan *percentage change* sebagai *universe of discourse* dengan *fuzzy time series Markov-chain model* untuk meramalkan nilai tukar mata uang Iran terhadap Dolar Amerika (Hasantabar Darzi, et al., 2015). Hasil penelitian menunjukkan MAPE pada model *percentage change* cukup kecil yaitu 0.27% dan MSE sebesar 30592.08. MAPE menunjukkan penyimpangan yang sangat kecil sehingga bisa menjadi bahan pertimbangan dalam pemilihan metode peramalan. Hasil model *percentage change* lebih baik jika dibandingkan dengan hasil dari model *Markov-chain*.

Penelitian sebelumnya menunjukkan performa yang sangat baik dalam pengujian MAPE, sehingga penulis menggunakan metode *Fuzzy Time Series* untuk meramalkan BI rate yang ditetapkan oleh Dewan Gubernur Bank Indonesia sesuai dengan tren ekonomi pada periode tertentu.

2. SUKU BUNGA ACUAN (BI RATE)

Bank Indonesia menjelaskan bahwa BI rate merupakan suku bunga kebijakan yang mencerminkan kebijakan moneter yang ditetapkan oleh Bank Indonesia dan diumumkan secara terbuka. Melalui rapat dewan gubernur yang diadakan setiap bulan, Dewan Gubernur Bank Indonesia secara rutin tiap bulan mengumumkan BI rate dan diimplementasikan pada operasi moneter yang dilakukan melalui likuiditas pasar uang untuk mencapai sasaran operasional kebijakan moneter.

Dalam penetapan BI rate, Bank Indonesia mempertimbangkan faktor-faktor dalam perekonomian. Pada umumnya BI rate akan dinaikkan apabila inflasi ke depan diperkirakan melampaui sasaran yang telah ditetapkan, sebaliknya BI rate akan diturunkan apabila inflasi ke depan diperkirakan di bawah sasaran yang telah ditetapkan.

BI rate berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan rapat Dewan Gubernur berikutnya. Penetapan BI rate ini dilakukan dengan memperhatikan efek tunda kebijakan moneter dalam mempengaruhi inflasi. Apabila terjadi perkembangan di luar perkiraan semula, penetapan respon kebijakan moneter dapat dilakukan sebelum rapat Dewan Gubernur bulanan melalui rapat dewan gubernur mingguan.

Respon kebijakan moneter dinyatakan dalam perubahan BI rate (konsisten dan bertahap dalam kelipatan 25 basis poin(bps)). Perubahan BI rate dapat dilakukan lebih dari 25 bps dalam kelipatan 25 bps dengan memperhatikan sasaran inflasi pada periode tertentu (Bank Indonesia, 2017).

3. DATA TIME SERIES

3.1. Pengertian data time series

Data *time series* diartikan sebagai kumpulan data hasil dari observasi yang didapatkan melalui pengukuran ulang dari periode ke periode tertentu, contohnya dalam periode satu tahun dapat diukur tingkat pengangguran setiap bulannya. Data yang diukur secara baik dan dilakukan dengan konsisten pada *sub interval* yang sama maka data tersebut dapat digolongkan dalam data time series. Sebaliknya, data yang bersifat tidak beraturan atau hanya ada pada satu waktu bukan merupakan data *time series* (Australian Bureau of Statistics, 2013).

3.2. Peramalan data times series

Peramalan merupakan sebuah aktivitas untuk memberikan gambaran mengenai objek tertentu di masa yang akan datang dengan menggunakan data-data di masa lampau atau pada periode tertentu dengan menggunakan beberapa pertimbangan. Dalam melakukan prediksi, terdapat dua teknik yang mendukung yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Secara substansi, teknik kualitatif merupakan peramalan yang diperoleh secara subyektif satu pihak dan data yang dihasilkan tidak dapat direpresentasikan menjadi nilai/angka. Sebaliknya, teknik kuantitatif didapatkan dari data-data masa lampau (data historis) dan untuk mempermudah dalam pemrosesan data, data dibuat dalam bentuk angka/nilai yang biasa disebut data *time series* (Jumingan, 2009).

4. FUZZY TIME SERIES DENGAN PERCENTAGE CHANGE SEBAGAI UNIVERSE OF DISCOURSE

Konsep *Fuzzy Time Series* pertama kali dikenalkan pada tahun 1991 oleh Song dan Chissom. Perbedaan *fuzzy time series* dengan *time series* konvensional terletak kepada data yang digunakan untuk melakukan peramalan. Pada *fuzzy time series*, nilai yang digunakan sebagai bahan peramalan merupakan himpunan

fuzzy dari bilangan riil atas himpunan semesta (*Universe of Discourse*) yang telah ditentukan. Jadi *fuzzy time series* merupakan suatu metode penggunaan data berupa himpunan *fuzzy* yang berasal dari bilangan riil atas *Universe of Discourse* pada data aktual (Song & Chissom, 1991).

Hansun pada tahun 2013 menggunakan metode dari pengembangan yang diperkenalkan oleh Jilani dengan pengembangan pada distribusi frekuensi kepadatannya. Penelitian menggunakan metode tersebut dilakukan untuk meramalkan *Jakarta Stock Exchange* (JKSE) berdasarkan *percentage change* dalam periode tertentu (Hansun, 2013).

5. SIKLUS PENYELESAIAN MASALAH MENGGUNAKAN FUZZY TIME SERIES DENGAN PERCENTAGE CHANGE SEBAGAI UNIVERSE OF DISCOURSE

Secara umum, diagram alir dari metode *fuzzy time series* dengan *percentage change* sebagai *universe of discourse* ditunjukkan seperti pada Gambar 1.

Langkah pertama: mengubah BI rate aktual menjadi bentuk *percentage change* data historis. Pada kasus ini, diambil 20 data BI rate bulanan dari Desember 2014 hingga Juli 2016. Dengan menggunakan Persamaan 1, dapat ditentukan *percentage change* dari data BI rate bulanan.

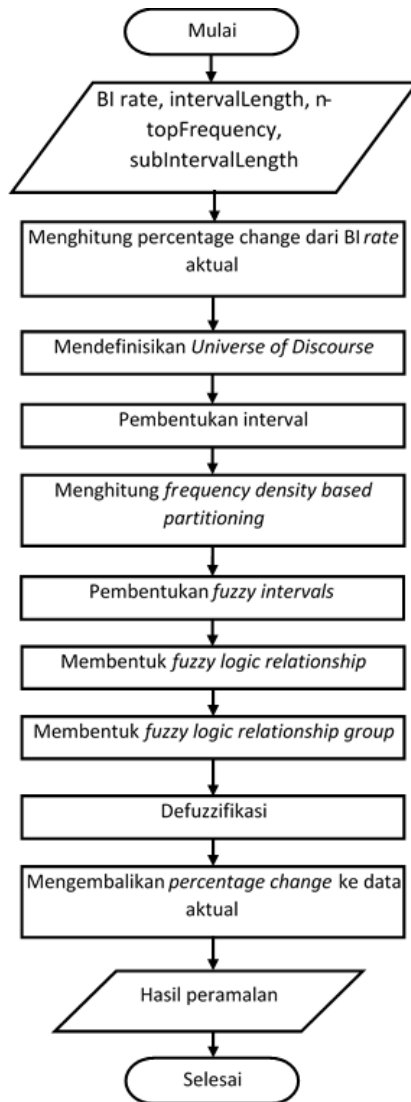
$$percChange_i = \left(\frac{data_i - data_{i-1}}{data_{i-1}} \right) \times 100 \quad (1)$$

Dengan demikian, *percentage change* untuk tiap-tiap periode menggunakan Persamaan 1 ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel hasil perhitungan *percentage change*

Tahun	Bulan	Data aktual	Percentage change (dalam %)
2014	Desember	7.75 %	-
	Januari	7.75 %	0.000
	Februari	7.50 %	-3.226
	Maret	7.50 %	0.000
	April	7.50 %	0.000
	Mei	7.50 %	0.000
	Juni	7.50 %	0.000
2015	Juli	7.50 %	0.000
	Agustus	7.50 %	0.000
	September	7.50 %	0.000
	Oktober	7.50 %	0.000
	Nopember	7.50 %	0.000
2016	Desember	7.50 %	0.000
	Januari	7.25 %	-3.333
	Februari	7.00 %	-3.448

Tahun	Bulan	Data aktual	Percentage change (dalam %)
	Maret	6.75 %	-3.571
	April	6.75 %	0.000
	Mei	6.75 %	0.000
	Juni	6.50 %	-3.704
	Juli	6.50 %	0.000



Gambar 1. Diagram alir peramalan

Langkah kedua: Untuk mendefinisikan U , perlu ditentukan D_{min} dan D_{max} dari hasil *percentage change* yang sudah dibentuk. Mengacu pada Tabel 1, maka dapat ditentukan D_{min} bernilai -3.704, dan D_{max} bernilai 0. Dengan demikian, U dapat ditentukan menggunakan Persamaan 2

$$U = [D_{min} - D_1, D_{max} + D_2] \quad (2)$$

Dengan nilai D_1 dan D_2 merupakan bilangan bulat positif yang membantu dalam mendefinisikan U . Dengan menggunakan Persamaan 2 dapat didefinisikan $U = [-4, 1]$.

Langkah ketiga: Setelah didapatkan U , maka dapat dibentuk interval awal sesuai masukan dari pengguna. Diasumsikan jumlah interval awal yang dimasukkan adalah 5. Dengan demikian, hasil dari pembentukan *interval* awal secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 2. Panjang tiap-tiap *interval* dapat ditentukan menggunakan Persamaan 3, dan nilai tengah dapat dihitung menggunakan Persamaan 4.

$$intervalSize = \frac{(U[1]-U[0])}{intervalLength} \quad (3)$$

$$mid = \frac{(batas\ atas + batas\ bawah)}{2} \quad (4)$$

Tabel 2. Interval awal

No	Interval	Nilai tengah
1	[-4.000, -3.000]	-3.5
2	[-3.000, -2.000]	-2.5
3	[-2.000, -1.000]	-1.5
4	[-1.000, 0.000]	-0.5
5	[0.000, 1.000]	0.5

Langkah keempat: Pembentukan *interval* awal akan dibagi lagi pada proses pembentukan *fuzzy intervals*. Namun, harus dihitung dulu frekuensi data yang masuk pada masing-masing interval. Setelah itu, nilai frekuensi data bisa menjadi acuan dalam pembentukan *fuzzy intervals*. Dengan demikian, frekuensi data yang masuk pada masing-masing *interval* ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan frekuensi data pada masing-masing interval

No	Interval	Frekuensi data
1	[-4.000, -3.000]	5
2	[-3.000, -2.000]	0
3	[-2.000, -1.000]	0
4	[-1.000, 0.000]	0
5	[0.000, 1.000]	14

Langkah kelima: Untuk membentuk *fuzzy intervals* diperlukan nilai frekuensi data pada masing-masing interval yang didapat pada proses perhitungan *frequency density based partitioning*. Selain itu, $n-topFrequency$ dan $subIntervalLength$ merupakan masukan dari pengguna. Pada kasus diambil nilai $n-topFrequency$ adalah 2, dan nilai $subIntervalLength$ adalah 5. Dengan $n-topFrequency$ merepresentasikan 2 interval dengan frekuensi terbanyak, dan $subIntervalLength$ menunjukkan dari 2 frekuensi terbanyak akan dibagi lagi menjadi 5 interval, dan frekuensi terbanyak ke-2 akan dibagi menjadi 4 interval.

Dilihat dari Tabel 3, frekuensi terbanyak pertama adalah interval no 5 dengan frekuensi data sebanyak 14. Diikuti dengan interval no 1

dengan frekuensi data sebanyak 5. Dengan demikian, frekuensi terbanyak pertama akan dibagi menjadi 5 interval dan frekuensi terbanyak kedua akan dibagi menjadi 4 interval. Hasil pembagian interval kedua dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pembagian interval kedua

No	Interval	Frekuensi data
1	[0.000, 0.200]	14
2	[0.200, 0.400]	0
3	[0.400, 0.600]	0
4	[0.600, 0.800]	0
5	[0.800, 1.000]	0
6	[-4.000, -3.750]	0
7	[-3.750, -3.500]	2
8	[-3.500, -3.250]	2
9	[-3.250, -3.000]	1

Mengacu pada Tabel 4 dapat langsung dibentuk fuzzy intervals yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Fuzzy intervals

Linguistik	Interval	Nilai tengah
X ₁	[-4.000, -3.750]	-3.875
X ₂	[-3.750, -3.500]	-3.625
X ₃	[-3.500, -3.250]	-3.375
X ₄	[-3.250, -3.000]	-3.125
X ₅	[-3.000, -2.000]	-2.5
X ₆	[-2.000, -1.000]	-1.5
X ₇	[-1.000, 0.000]	-0.5
X ₈	[0.000, 0.200]	0.1
X ₉	[0.200, 0.400]	0.3
X ₁₀	[0.400, 0.600]	0.5
X ₁₁	[0.600, 0.800]	0.7
X ₁₂	[0.800, 1.000]	0.9

Langkah keenam: Setelah didapat fuzzy intervals, data historis BI rate dapat difuzzifikasi sesuai dengan fuzzy interval-nya. Untuk hasil keseluruhan fuzzifikasi data historis dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil fuzzifikasi data historis BI rate

Tahun	Bulan	Data aktual (%)	Percentage change (%)	Hasil fuzzifikasi
2014	Des	7.75	-	-
	Jan	7.75	0.000	X ₈
	Feb	7.50	-3.226	X ₄
	Mar	7.50	0.000	X ₈
	Apr	7.50	0.000	X ₈
2015	Mei	7.50	0.000	X ₈
	Jun	7.50	0.000	X ₈
	Jul	7.50	0.000	X ₈
	Agu	7.50	0.000	X ₈
	Sep	7.50	0.000	X ₈
2016	Okt	7.50	0.000	X ₈
	Nop	7.50	0.000	X ₈
	Des	7.50	0.000	X ₈
	Jan	7.25	-3.333	X ₃
	Feb	7.00	-3.448	X ₃
Mar	6.75	-3.571	X ₂	

Tahun	Bulan	Data aktual (%)	Percentage change (%)	Hasil fuzzifikasi
	Apr	6.75	0.000	X ₈
	Mei	6.75	0.000	X ₈
	Jun	6.50	-3.704	X ₂
	Jul	6.50	0.000	X ₈

Langkah keenam: Dari pembagian fuzzy intervals yang ditunjukkan pada Tabel 6, dapat didefinisikan fuzzy set sebagai berikut:

$$X_1 = \{1/u_1 + 0.5/u_2 + 0/u_3 + \dots + 0/u_{12}\} \tag{5}$$

$$X_2 = \{0.5/u_1 + 1/u_2 + 0.5/u_3 + 0/u_4 + \dots + 0/u_{12}\} \tag{6}$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$X_{12} = \{0/u_1 + \dots + 1/u_{11} + 0.5/u_{12}\} \tag{7}$$

Dari fuzzy set yang dibentuk dapat dibuat matriks tiap-tiap fuzzy set X_i sebanyak fuzzy intervals yang telah dibentuk.

Langkah ketujuh: Sebelum mengidentifikasi fuzzy logic relationship group (FLRG), perlu dicari fuzzy logic relationship (FLR) terlebih dahulu. FLR didapatkan berdasarkan hasil dari fuzzifikasi data BI rate historis. Jika F_(t-1) difuzzifikasikan sebagai X_{i-1} dan F_(t) difuzzifikasikan sebagai X_i, maka X_{i-1} memiliki relasi ke X_i. Hal tersebut dapat dinotasikan dengan X_{i-1} → X_i. Ruas kiri pada notasi relationship disebut sebagai previous state, sedangkan ruas kanan disebut sebagai next state. Jika terjadi perulangan relationship maka FLR hanya akan dihitung satu kali saja. Untuk keseluruhan FLR data historis BI rate ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. FLR berdasarkan data historis

Fuzzy logic relationship
X ₂ → X ₈
X ₃ → X ₃
X ₃ → X ₂
X ₄ → X ₈
X ₈ → X ₄
X ₈ → X ₈
X ₈ → X ₃
X ₈ → X ₂

Untuk keseluruhan FLRG yang terbentuk dari FLR ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. FLRG dari FLR yang dibentuk

Fuzzy logic relationship group
X ₂ → X ₈
X ₃ → X ₃ , X ₂
X ₄ → X ₈
X ₈ → X ₄ , X ₈ , X ₃ , X ₂

Setelah didapatkan FLRG, selanjutnya adalah menghitung *logic relationship* yang dinotasikan R_i . Yang mana $i = 1, 2, \dots, n$. Jika mengacu pada Tabel 8, terdapat empat relasi, yaitu X_2, X_3, X_4 , dan X_8 . Dengan demikian, *logic relationship* yang terbentuk adalah:

$$R_2 = X_2^T \times X_8 \tag{8}$$

$$R_3 = (X_3^T \times X_3) \cup (X_3^T \times X_2) \tag{9}$$

$$R_4 = X_4^T \times X_8 \tag{10}$$

$$R_8 = (X_8^T \times X_4) \cup (X_8^T \times X_8) \cup (X_8^T \times X_3) \cup (X_8^T \times X_2) \tag{11}$$

Yang mana nilai-nilai X_n didapat dari pembentukan matriks *fuzzy set* sesuai Persamaan 5 hingga Persamaan 7. \cup (*union*) merepresentasikan operator gabungan, sehingga diperoleh definisi komposisi: $X_j \circ R_j$

Dengan demikian, didapat salah satu *fuzzy output* relasinya dimisalkan adalah:

$$X_3 \circ R_3 = [0 \ 0.5 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$$

Langkah kedelapan: Setelah didapat hasil $X_3 \circ R_3$, maka dilakukan defuzzifikasi dengan ketentuan apabila nilai akhir menghasilkan nilai 0 atau nilai pembilang dan penyebutnya 0, maka peramalan *percentage change* nya 0. Jika terdapat nilai keanggotaan dari hasil komposisi memiliki satu atau lebih nilai maksimum, maka Persamaan 12 akan diberlakukan. Dengan demikian, $t_{(jan\ 2016)} = -3.3657$.

$$t(t) = \frac{\sum_{i=0}^{X_3 \circ R_3} X_3 \circ R_3}{\sum_{i=0}^{n} \text{nilai tengah } X_n} \tag{12}$$

Langkah kesembilan: Dari hasil defuzzifikasi, maka bisa didapatkan hasil peramalan *percentage change* dari $F_{(jan\ 2016)}$ ke $F_{(feb\ 2016)}$ adalah sebesar -3.3657. Dengan menggunakan Persamaan 13, data *percentage change* akan diubah ke bentuk data aktual. dengan demikian didapatkan $BI\ rate_{(feb\ 2016)} = 7.006\ \%$.

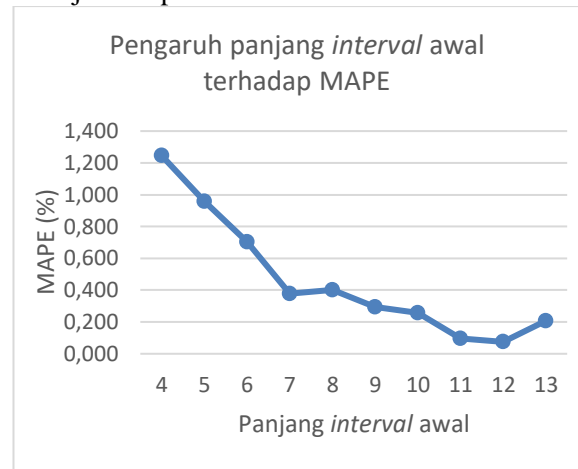
$$BI\ rate_{(t)} = F_{(t-1)} + \left(\frac{t(t)}{100} \times F_{(t-1)}\right) \tag{13}$$

6. HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1. Pengujian pengaruh panjang interval awal terhadap MAPE

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari panjang *interval* awal terhadap nilai MAPE. Panjang *interval* awal ini ditentukan setelah didapat *universe of discourse* dari data latih. Dari masing-masing percobaan dihitung nilai MAPE untuk mengetahui tingkat rata-rata *error rate* dari *interval* yang digunakan. Dengan demikian, *interval* akan menjadi variabel manipulasi dan nilai *n-topFrequency* =

3, serta panjang *sub interval* = 3. Dilakukan 10 percobaan terhadap panjang *interval* awal yang ditunjukkan pada Tabel 9.



Gambar 2. Grafik pengaruh panjang interval awal terhadap MAPE

Gambar 2 menunjukkan dari 10 percobaan dengan panjang *interval* awal 4 hingga 13 mendapatkan nilai MAPE yang cenderung semakin kecil. Dengan demikian, dapat diketahui semakin besar panjang *interval* semakin cenderung mengecil pula tingkat kesalahannya. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya *interval* maka ukuran *interval* pada satu *interval* semakin rapat, sehingga mengakibatkan nilai tengah dari suatu *interval* semakin kecil karena pembagi dari nilai minimum dan maksimum *interval* semakin kecil.

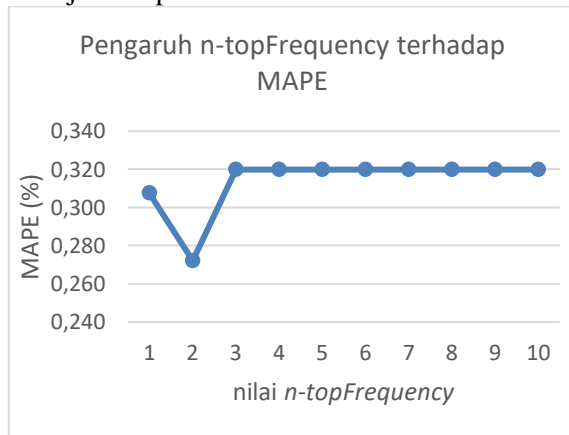
Tabel 9. Percobaan pengaruh panjang interval awal terhadap MAPE

Percobaan ke-	Interval	MAPE (%)
1	4	1.245455076
2	5	0.957923164
3	6	0.704529648
4	7	0.376930692
5	8	0.401603165
6	9	0.294802684
7	10	0.257239318
8	11	0.097279359
9	12	0.074789725
10	13	0.206812723

6.2. Pengujian pengaruh n-topFrequency terhadap MAPE

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh nilai *n-topFrequency* terhadap nilai MAPE. Nilai *n-topFrequency* digunakan pada saat akan membagi *interval* awal menjadi pembagian *interval* kedua (*sub interval*) setelah

dilakukan perhitungan frekuensi data yang masuk di tiap-tiap *interval* awal. Dari masing-masing percobaan dihitung nilai MAPE untuk mengetahui tingkat rata-rata *error rate* dari nilai *n-topFrequency* yang digunakan. Dengan demikian, nilai *n-topFrequency* akan menjadi variabel manipulasi dan panjang *interval* awal = 10, serta panjang *sub interval* = 10. Dilakukan 10 percobaan terhadap *n-topFrequency* yang ditunjukkan pada Tabel 10.



Gambar 3. Grafik pengaruh *n-topFrequency* terhadap MAPE

Gambar 3 menunjukkan grafik pengaruh *n-topFrequency* terhadap MAPE dari 10 percobaan. Gambar 6 menunjukkan nilai MAPE tidak berubah jika nilai *n-topFrequency* diatas 2. Apabila panjang *interval* awal atau *sub interval* ditambah maka hasil fuzzifikasi pada masing-masing *interval* akan lebih bervariasi, sehingga menyebabkan nilai MAPE dapat berubah sesuai dengan perubahan nilai *n-topFrequency*, panjang *interval* awal, dan *sub interval*.

Tabel 10. Percobaan pengaruh *n-topFrequency* terhadap MAPE

Percobaan ke-	<i>n-topFrequency</i>	MAPE (%)
1	1	0.307443635
2	2	0.272118876
3	3	0.319891149
4	4	0.319891149
5	5	0.319891149
6	6	0.319891149
7	7	0.319891149
8	8	0.319891149
9	9	0.319891149
10	10	0.319891149

6.3. Pengujian pengaruh panjang *sub interval* terhadap MAPE

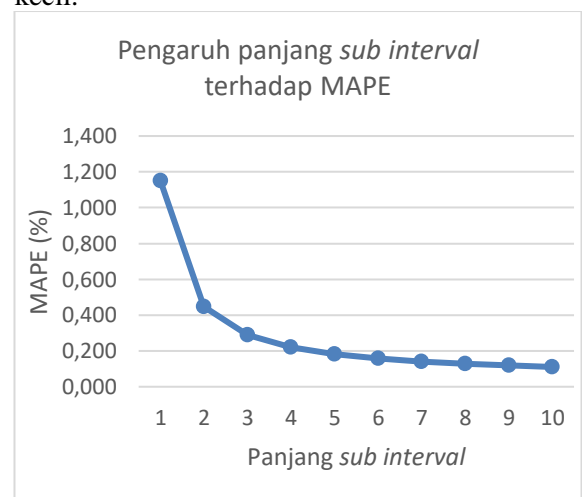
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh panjang *sub interval* terhadap nilai MAPE. *Sub interval* dibentuk setelah didapatkan

nilai *n-topFrequency*. Dari masing-masing percobaan dihitung nilai MAPE untuk mengetahui tingkat rata-rata *error rate* dari panjang *sub interval* yang digunakan. Dengan demikian, panjang *sub interval* akan menjadi variabel manipulasi dan panjang *interval* awal = 23, serta *n-topFrequency* = 1. Dilakukan 10 percobaan terhadap panjang *sub interval* yang ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Percobaan pengaruh panjang *sub interval* terhadap MAPE

Percobaan ke-	<i>Sub interval</i>	MAPE (%)
1	1	1.149641461
2	2	0.446292178
3	3	0.289992338
4	4	0.221220408
5	5	0.182536197
6	6	0.157738627
7	7	0.140488143
8	8	0.12779439
9	9	0.118062513
10	10	0.110364163

Gambar 4 menunjukkan dari 10 percobaan dengan panjang *sub interval* 1 hingga 10 mendapatkan nilai MAPE yang semakin kecil. Dengan demikian, dapat diketahui semakin besar panjang *sub interval* semakin kecil pula tingkat kesalahannya. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya *sub interval* maka ukuran *interval* pada satu *interval* semakin rapat, sehingga mengakibatkan nilai tengah dari suatu *interval* semakin kecil karena pembagi dari nilai minimum dan maksimum *interval* semakin kecil.



Gambar 4. Grafik pengaruh panjang *sub interval* terhadap MAPE

6.3. Pengujian pengaruh jumlah data latih terhadap MAPE

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh jumlah data latih terhadap nilai MAPE. Skenario pengujian yang dilakukan adalah dengan menggunakan data latih mulai dari tahun 2005-2013 (skenario 1), 2005-2014 (skenario 2), dan 2005-2015 (skenario 3), yang mana nilai-nilai dari variabel terbaik digunakan untuk menguji pengaruh jumlah data latih ini. Data uji yang digunakan adalah data 1 tahun setelahnya. Khusus untuk pengujian dengan data latih 2005-2015 menggunakan data uji 7 bulan setelahnya.

Tabel 12. Pengaruh skenario perubahan data latih terhadap MAPE

Skenario ke-	MAPE (%)
1	0.16665 %
2	0.09682 %
3	0.07843 %

Tabel 12 menunjukkan percobaan dari pengaruh jumlah data latih terhadap nilai MAPE. Pada skenario pertama dengan 102 data latih didapatkan nilai MAPE sebesar 0.16665 %. Pada skenario kedua dengan 114 data latih didapatkan nilai MAPE sebesar 0.09682 %. Pada skenario ketiga dengan 126 data latih didapatkan nilai MAPE sebesar 0.07843 %. Hal tersebut membuktikan bahwa semakin banyak data latih, semakin baik hasil peramalannya.

6.4. Hasil implementasi program

Implementasi program terdiri dari 2 bagian, yakni tahap masukan terhadap data yang akan diramal dan hasil peramalan. Hasil implementasi form peramalan ditunjukkan pada Gambar 2, hasil peramalan ditunjukkan pada Gambar 3, dan hasil perhitungan MAPE dan *error rate* ditunjukkan pada Gambar 4.

Pada *form peramalan* yang ditunjukkan pada Gambar 5. Pengguna memasukkan *range data* yang akan diramal, *interval awal*, *n-topFrequency*, dan panjang *sub interval* yang diinginkan oleh pengguna. keseluruhan informasi yang dimasukkan oleh pengguna akan digunakan pada perhitungan *fuzzy time series* dengan *percentage change* sebagai *universe of discourse*.

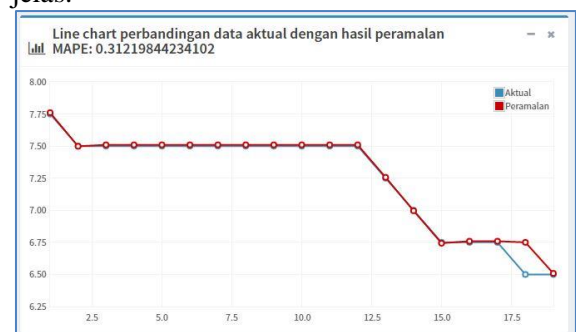
Gambar 5. Antarmuka form peramalan

Pada antarmuka hasil defuzzifikasi dan hasil peramalan yang ditunjukkan pada Gambar 6, pengguna diberikan informasi berupa tabel yang terdiri dari kolom tahun, bulan, BI *rate* aktual, *percentage change*, prediksi *percentage change*, hasil peramalan BI *rate*, dan *error rate*.

Tahun	Bulan	BI rate aktual	Percentage change aktual(%)	Prediksi percentage change(%)	Hasil peramalan BI rate	Error rate
2015	1	7.75	0	0.1304347826087	7.7601086956522	0.0013043478260869
2015	2	7.5	-3.2258	-3.245720869928	7.4984566326531	0.00020578231292515
2015	3	7.5	0	0.1304347826087	7.5097826086957	0.0013043478260869
2015	4	7.5	0	0.1304347826087	7.5097826086957	0.0013043478260869
2015	5	7.5	0	0.1304347826087	7.5097826086957	0.0013043478260869
2015	6	7.5	0	0.1304347826087	7.5097826086957	0.0013043478260869
2015	7	7.5	0	0.1304347826087	7.5097826086957	0.0013043478260869

Gambar 6. Antarmuka hasil defuzzifikasi dan hasil peramalan

Pada antarmuka grafik hasil peramalan yang ditunjukkan pada Gambar 7, pengguna diberikan informasi berupa grafik perbandingan antara data aktual (data sebenarnya) dengan hasil peramalannya. Dengan demikian, pengguna dapat mengetahui MAPE dan *error rate* secara jelas.



Gambar 7. Antarmuka grafik hasil peramalan

6.5. Hasil peramalan

Mengacu pada hasil pengujian yang telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh panjang *interval awal*, *n-topFrequency*, dan panjang *sub interval* terhadap nilai MAPE, digunakan nilai

variabel dengan tingkat kesalahan paling kecil dari masing-masing percobaan untuk mengetahui hasil dari peramalan suku bunga acuan (BI rate) menggunakan metode *fuzzy time series* dengan *percentage change* sebagai *universe of discourse*. Menggunakan panjang *interval* awal = 12, *n-topFrequency* = 2, panjang *sub interval* = 10, 114 data latih, dan 19 data uji dihasilkan MAPE sebesar 0.09005%. Hasil MAPE yang lebih kecil dari 10 % menunjukkan bahwa metode *fuzzy time series* dengan *percentage change* sebagai *universe of discourse* digolongkan *highly accurate forecasting* untuk melakukan peramalan suku bunga acuan (BI rate) (Lewis, 1982 disitasi dalam Montano Moreno, et.al, 2013).

7. PENUTUP

Berdasarkan perancangan yang sudah dibuat untuk dilakukan implementasi dan pengujian terhadap metode *fuzzy time series* dengan *percentage change* sebagai *universe of discourse* untuk peramalan suku bunga acuan (BI rate). Dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Dalam mengimplementasikan metode *fuzzy time series* dengan *percentage change* sebagai *universe of discourse* dapat dilakukan dengan menghitung *percentage change*, menentukan *universe of discourse* dari *percentage change* yang sudah dibentuk, membentuk *interval* awal, melakukan *frequency density based partitioning*, membentuk *fuzzy intervals*, memfuzzifikasikan data historis, membentuk *fuzzy logic relationship* (FLR) yang kemudian dibentuk *fuzzy logic relationship group* (FLRG), membentuk *fuzzy set*, menghitung *fuzzy output* sehingga dapat dihitung hasil defuzzifikasinya. Hasil defuzzifikasi diubah kembali dari model *percentage change* ke data sebenarnya sehingga menghasilkan hasil peramalan suku bunga acuan (BI rate).
2. Berdasarkan hasil pengujian, dapat diketahui bahwa:
 - a) Semakin besar panjang *interval* awal, hasil peramalannya cenderung membaik.
 - b) nilai *n-topFrequency* berpengaruh terhadap hasil peramalan dengan syarat terdapat perubahan pada panjang *interval* awal atau *sub interval*. Bukan hanya memperbesar nilai *n-topFrequency*.

- c) Semakin besar panjang *sub interval*, semakin baik hasil peramalannya.
- d) Semakin banyak jumlah data latih, semakin baik hasil peramalannya.
- e) Metode *fuzzy time series* dengan *percentage change* sebagai *universe of discourse* memiliki kelemahan pada saat ingin meramalkan data dengan *previous state* FLRG yang tidak pernah ada pada data latih. Hal tersebut menyebabkan data yang ingin diramal tidak dapat dihitung *fuzzy output*, defuzzifikasi, dan hasil peramalannya.

3. Tingkat kesalahan dari implementasi metode *fuzzy time series* dengan *percentage change* sebagai *universe of discourse* untuk peramalan suku bunga acuan (BI rate) dihitung dengan *mean absolute percentage error* (MAPE). MAPE menunjukkan nilai sebesar 0.09005 % dan digolongkan sebagai *highly accurate forecasting*.

Meskipun implementasi metode *fuzzy time series* dengan *percentage change* sebagai *universe of discourse* menunjukkan nilai MAPE yang sangat baik, saran yang penulis berikan untuk pengembangan metode, objek bahan penelitian, maupun aplikasi yang dibangun antara lain:

1. Diharapkan bisa digunakan untuk meramalkan objek yang berbeda dengan variasi data yang lebih banyak, dan dengan ukuran *interval* yang lebih rapat, mengingat nilai *n-topFrequency* tidak berpengaruh apabila *interval* yang digunakan tidak berubah.
2. Mengingat metode *fuzzy time series* dengan *percentage change* sebagai *universe of discourse* memiliki kelemahan pada FLRG. Disarankan untuk diperbaiki pada bagian FLRG menggunakan metode *high order fuzzy time series*. Yang mana metode *high order fuzzy time series* berfokus pada fuzzifikasi, pembentukan *fuzzy logic relationship* dan defuzzifikasi.

8. DAFTAR PUSTAKA

- Australian Bureau of Statistics, 2013. *Australian Bureau of Statistics*. [Online] Available at: <http://www.abs.gov.au/websitedbs/a3121120.nsf/home/statistical+language+-+time+series+data> [Diakses 3 March 2017].

- Bank Indonesia, 2017. *Bank Indonesia Official Web Site - Bank Sentral Republik Indonesia*. [Online] Available at: <http://www.bi.go.id/id/moneter/inflasi/penge-nalan/Contents/Default.aspx> [Diakses 1 March 2017].
- Hansun, S., 2013. *Jakarta Stock Exchange (JKSE) Forecasting using Fuzzy Time Series*. Yogyakarta, International Conference on Robotics, Biometrics, Intelligent Computational System (ROBIONETICS).
- Hasantabar Darzi, F., Khoshnazar, N. & Eslami, M., 2015. Fuzzy time series forecasting Comparing Markov-Chain and Percentage Change models. *4th Iranian Joint Congress on Fuzzy and Intelligent Systems (CFIS)*, pp. 1-4.
- Jilani, A., Aqil Burney, M. & Ardil, C., 2010. Fuzzy Metric Approach for Fuzzy Time Series Forecasting based on Frequency Density Based Partitioning. *International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering*, Volume 4, pp. 1194-1199.
- Jumingan, 2009. *Studi Kelayakan Bisnis: Teori dan Pembuatan Proposal Kelayakan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Montano Moreno, J. J., Palmer Pol, A., Sese Abad, A. & Cajal Blasco, B., 2013. Using The R-MAPE index as a resistant measure of forecast accuracy. *Psicothema*, Volume 25, pp. 500-506.
- Puspitasari, E., Linawati, L. & Arini Parhusip, H., 2012. Peralamalan Presentase Perubahan Data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan Fuzzy Time Series. *The Human and Nature Sustainability Empowerment through Science, Mathematic and Education*, Volume 3, pp. 223-229.
- Republik Indonesia. 2004. Undang-undang No. 3 Tahun 2004 tentang Perubahan atas Undang-undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1999 tentang Bank Indonesia. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Song, Q. & Chissom, B. S., 1991. *Forecasting Enrollments with Fuzzy Time Series Part I*. Lexington, The Educational Resources Information Center.