

FUZZY TIME SERIES SEBAGAI METODE PERAMALAN INDEKS HARGA GABUNGAN PASAR MODAL

FUZZY TIME SERIES AS A METHOD OF FORECASTING THE COMBINED PRICE INDEX OF THE CAPITAL MARKET

Andep Saputra¹, I Made Budi Suksmadana², A. Sjamsjiar Rachman³

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mataram, NTB
Email: 1andepsaputra@gmail.com, 2mdbudisuk@unram.ac.id, 3asrachman@unram.ac.id

ABSTRAK

Investasi adalah suatu istilah dengan beberapa pengertian yang berhubungan dengan keuangan dan ekonomi, istilah tersebut berkaitan dengan akumulasi suatu bentuk aktiva dengan suatu harapan mendapatkan keuntungan pada masa depan. Untuk memperoleh keuntungan yang besar, tentu harus dapat meramalkan indeks harga pasar pada hari-hari berikutnya.

Metode *fuzzy time series* sebagai metode untuk meramalkan indeks harga gabungan pasar modal dengan data historis menggunakan data tahun 2016 pada 5 pasar yaitu IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan - Indonesia), DJIA (*Dow Jones Industrial Average* – Amerika Serikat), KLSE (*Kuala Lumpur Stock Exchange* - Malaysia), N225 (Nikkei 225 – Tokyo), dan STI (*Singapore Times Index* – Singapura). Hasil peramalan dengan metode *fuzzy time series* akan dibandingkan dengan hasil peramalan menggunakan metode *moving average* dan menentukan persentase errornya dengan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

Hasil MAPE dengan metode *fuzzy time series* pada pasar IHSG adalah 0,573 %, DJIA = 0,465 %, N225 = 1,060 %, KLSE = 0,364 % dan STI = 0,587 %. Persentase error paling rendah yaitu dipasar KLSE dengan nilai 0,364 %.

Kata kunci : Peramalan, *fuzzy time series*, *moving average*.

ABSTRACT

Investment is a term with several definitions related to finance and economics, the term relates to the accumulation of an asset form with a hope of gaining profit in the future. To make a big profit, certainly should be able to forecast the market price index in the following days.

The fuzzy time series method as a method to forecast the composite index of capital market prices with historical data using data in 2016 on 5 markets namely IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan - Indonesia), DJIA (Dow Jones Industrial Average – Amerika Serikat), KLSE (Kuala Lumpur Stock Exchange - Malaysia), N225 (Nikkei 225 – Tokyo), dan STI (Singapore Times Index – Singapura). The result of forecasting with fuzzy time series method will be compared with forecasting result using moving average method and determine the percentage error with MAPE (Mean Absolute Percentage Error).

MAPE result with fuzzy time series method on IHSG market is 0,573%, DJIA = 0,465%, N225 = 1,060%, KLSE = 0,364% and STI = 0,587%. The lowest error percentage is KLSE market with value 0,364%.

Keywords : forecast, fuzzy time series, moving average

PENDAHULUAN

Investasi adalah suatu istilah dengan beberapa pengertian yang berhubungan dengan keuangan dan ekonomi, istilah tersebut berkaitan dengan akumulasi suatu bentuk aktiva dengan suatu harapan mendapatkan keuntungan pada masa depan. Terkadang investasi dapat disebut juga

sebagai penanaman modal. Adapun bentuk-bentuk investasi tersebut yaitu : investasi tanah yang diharapkan dengan bertambahnya populasi dan penggunaan tanah yang kemudian harga tanah akan meningkat pada masa depan, investasi pendidikan dimana dengan bertambahnya pengetahuan dan keahlian diharapkan pencarian kerja dan

pendapatan akan lebih besar, investasi saham yang diharapkan dengan berinvestasi pada perusahaan akan mendapatkan keuntungan dari hasil kerja dan penelitian perusahaan tempat berinvestasi, dan investasi mata uang asing diharapkan investor akan mendapatkan keuntungan dari menguatnya nilai tukar mata uang asing terhadap mata uang lokal.

Dari beberapa jenis investasi diatas kita dapat berinvestasi diberbagai tempat yang salah satunya adalah pasar modal. Pasar saham Indonesia misalnya kita dapat berinvestasi saham dipasar modal dengan melihat indeks harga saham gabungan (IHSG) sebagai referensi untuk melakukan investasi. Sebagai contoh pada akhir tahun 1994 IHSG masih berada pada level 469,640, meskipun pernah mengalami kenaikan dan penurunan, akan tetapi pada tanggal 9 januari 2008, IHSG mencapai level tertinggi dalam sejarah pasar modal Indonesia yaitu ditutup pada level 2.830,263 atau meningkat 502,65 % dibandingkan penutupan tahun 1994. Dengan melihat referensi untuk melakukan investasi tentu kita dapat membayangkan atau menghitung berapa harga pasar untuk hari-hari berikutnya. Tentu dengan menggunakan berbagai macam metode untuk melakukan peramalan seperti moving average maupun metode-metode lainnya. Dengan adanya banyak metode maka penulis akan mencoba meramalkan indeks pasar modal dengan menggunakan *fuzzy time series*.

Sistem peramalan dengan *fuzzy time series* yaitu membuat pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Nilai-nilai yang digunakan dalam peramalan *fuzzy time series* adalah himpunan *fuzzy* dari bilangan-bilangan *real* atas himpunan semesta yang sudah ditentukan. Himpunan *fuzzy* digunakan untuk mengganti data historis yang akan diramalkan. Dari penjelasan diatas maka penulis akan melakukan penelitian dengan judul : "*fuzzy time series* Sebagai Metode Peramalan Indeks Harga Gabungan Pasar Modal".

Perhitungan Indeks Harga Saham Gabungan

Berikut ini contoh penghitungan indeks harga saham gabungan tanggal 9 januari 2008 yang merupakan level tertinggi yang pernah dicapai IHSG sepanjang sejarah pasar modal indonesia.

Singkatan yang akan digunakan dalam perhitungan berikut ini adalah :

NDS = Nilai Dasar Sebelumnya

NDB = Nilai Dasar Baru

NPS = Nilai Pasar Sebelumnya

NPB = Nilai Pasar Baru

ΔHT = Selisih antara Pembulatan Harga Teoritis dengan Harga Teoritis

NDS tanggal 8 januari 2008 adalah 70.134.696.884.966

NPS tanggal 8 januari 2008 adalah 1.953.689.511.292.170

Nilai Adjustment adalah:

1. HMETD saham CKRA dengan rasio 15 : 71 dan Harga Pelaksana 250. Jumlah saham tercatat sebelumnya adalah 176.400.000. Dengan HMETD 15 : 71, jumlah saham baru menjadi 1.011.360.000 atau ada penambahan sebanyak 834.960.000 saham. Harga pasar (harga cum) adalah 285, sehingga Harga Teoritis karena corporate action ini adalah $((285 \times 15) + (250 \times 71)) / (15 + 71) = 256,105$. Sesuai dengan fraksi harga yang berlaku Pembulatan Harga Teoritis menjadi 260, sehingga Selisih Pembulatan Harga Teoritis adalah 3,895. Karena adanya penambahan jumlah saham dan Pembulatan Harga Teoritis maka nilai adjustment adalah $(834.960.000 \times 250) + (1.011.360.000 \times 3,985) = 212.679.247.200$.
2. HMETD saham RODA dengan rasio 5 : 109 dan Harga Pelaksana 100. Jumlah saham tercatat sebelumnya adalah 591.000.000. Dengan HMETD 5 : 109, jumlah saham baru menjadi 13.474.800.000 atau ada penambahan sebanyak 12.883.800.000 saham. Harga pasar (harga cum) adalah 200, sehingga Harga Teoritis karena corporate action ini adalah $((200 \times 5) + (100 \times 109)) / (5 + 109) = 104,386$. Sesuai dengan fraksi harga yang berlaku, Pembulatan Harga Teoritis menjadi 105, sehingga Selisih Pembulatan Harga Teoritis adalah 0,614. Karena adanya penambahan jumlah saham dan Pembulatan Harga Teoritis maka nilai adjustment adalah: $(12.883.800.000 \times 100) + (13.474.800.000 \times 0,614) = 1.296.653.527.200$.
3. Penambahan pencatatan saham BDMN sebanyak 1.500 lembar saham. Harga pasar tanggal 8 Januari 2008 adalah 7.600, sehingga nilai adjustment adalah $1.500 \times 7.600 = 11.400.000$

4. Penambahan pencatatan saham BNGA sebanyak 85.000 lembar saham. Harga pasar tanggal 8 Januari 2008 adalah 860, sehingga nilai adjustment adalah $85.000 \times 860 = 73.100.000$
5. Penambahan pencatatan saham BNII sebanyak 100.000 lembar saham. Harga pasar tanggal 8 Januari 2008 adalah 320, sehingga nilai adjustment adalah $100.000 \times 320 = 32.000.000$
6. Penambahan pencatatan saham TRUB sebanyak 49.000 lembar saham. Harga pasar tanggal 8 Januari 2008 adalah 1.400, sehingga nilai adjustment adalah $49.000 \times 1.400 = 68.800.000$
7. Penambahan pencatatan saham CPRO sebanyak 275.000 lembar saham. Harga pasar tanggal 8 Januari 2008 adalah 420, sehingga nilai adjustment adalah $275.000 \times 420 = 115.500.000$

Total Nilai adjustment adalah
1.509.633.374.400
Nilai Dasar Baru (NDB)

$$= \frac{(NPS+Adj)}{NPS} \times NDS$$

$$= \frac{(1.953.689.511.292.170+1.509.633.374.400)}{1.953.689.511.292.170} \times 70.134.696.884.966$$

$$= 70.188.890.593.081$$

Nilai Pasar untuk indeks tanggal 9 Januari 2008 adalah 1.986.530.421.942.200, sehingga

$$IHSG = \frac{\text{Nilai Pasar}}{\text{Nilai dasar}} \times 100$$

$$= \frac{1.986.530.421.942.200}{70.188.890.593.081} \times 100$$

$$= 2.830.263$$

Peramalan

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) pengertian peramalan adalah kegiatan untuk menduga hal yang akan terjadi. Beberapa definisi lainnya tentang peramalan yaitu :

1. Pada dasarnya ramalan merupakan suatu dugaan atau perkiraan atas terjadinya kejadian di waktu mendatang. Ramalan bisa bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Ramalan kualitatif tidak berbentuk angka sedangkan ramalan kuantitatif dinyatakan dalam bentuk angka atau bilangan. (Dewi, 2016)
2. Peramalan adalah prediksi, rencana atau estimasi kejadian masa depan yang tidak pasti. Metode peramalan merupakan

cara memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa depan secara sistematis dan pragmatis atas dasar data yang relevan pada masa yang lalu, sehingga dengan demikian metode peramalan diharapkan dapat memberikan objektivitas yang lebih besar. Selain itu metode peramalan dapat memberikan cara pengerjaan yang teratur dan terarah, dengan demikian dapat dimungkinkannya penggunaan teknik penganalisaan yang lebih maju. Dengan penggunaan teknik-teknik tersebut maka diharapkan dapat memberikan tingkat kepercayaan dan keyakinan yang lebih besar karena dapat diuji penyimpangan atau deviasi yang terjadi secara ilmiah.

Berdasarkan sifatnya, peramalan dibedakan atas dua macam yaitu :

1. Peramalan Kualitatif

Peramalan kualitatif adalah peramalan yang didasarkan atas pendapat suatu pihak dan datanya tidak dapat direpresentasikan secara tegas menjadi suatu angka atau nilai. Hasil peramalan yang dibuat sangat bergantung pada orang yang menyusunnya. Hal ini penting karena hasil peramalan tersebut ditentukan berdasarkan pemikiran yang intuisi, pendapat dan pengetahuan serta pengalaman penyusunnya.

2. Peramalan Kuantitatif

Peramalan kuantitatif adalah peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif masa lalu dan dapat dibuat dalam bentuk angka yang biasa disebut sebagai data *time series*. Hasil peramalan yang dibuat sangat bergantung pada metode yang dipergunakan dalam peramalan tersebut. Baik tidaknya metode yang dipergunakan ditentukan oleh perbedaan atau penyimpangan antara hasil ramalan dengan kenyataan yang terjadi. Jika penyimpangan semakin kecil antara hasil ramalan dengan kenyataan maka semakin baik pula metode yang digunakan.

Jangka waktu peramalan dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu :

- a. Peramalan jangka pendek, peramalan untuk jangka waktu kurang dari tiga bulan.

- b. Peramalan jangka menengah, peramalan untuk jangka waktu antara tiga bulan sampai tiga tahun.
- c. Peramalan jangka panjang, peramalan untuk jangka waktu lebih dari tiga tahun.

Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan salah satu pembentuk *soft computing*. Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lofti A. Zadeh pada tahun 1965 di universitas California. Sistem ini diciptakan karena boolean logic tidak memiliki ketelitian yang tinggi, hanya memiliki logika 0 dan 1 saja. Sehingga untuk membuat sistem yang mempunyai ketelitian yang tinggi maka tidak dapat menggunakan *Boolean Logic*. Logika *fuzzy* merupakan suatu cara yang tepat untuk menentukan suatu ruang input. Menurut Kusumadewi, teori himpunan *fuzzy* merupakan perluasan dari himpunan klasik (*crisp*).

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu :

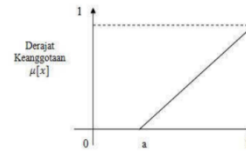
- a. Variabel *fuzzy*
Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh : umur, temperatur, penjualan, permintaan dan sebagainya.
- b. Himpunan *fuzzy*
Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Contoh : Variabel umur terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy* yaitu MUDA, PAROBAYA dan TUA. Variabel temperatur terbagi menjadi 5 himpunan *fuzzy* yaitu DINGIN, SEJUK, NORMAL, HANGAT dan PANAS.
- c. Semesta Pembicaraan
Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan *real* yang senantiasa naik secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif dan negatif.
- d. Domain
Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan *real* yang senantiasa naik secara monoton dari kiri ke kanan.

Nilai domain dapat berupa bilangan positif atau negatif.

Fungsi Keanggotaan Fuzzy

a. Representasi *linear*

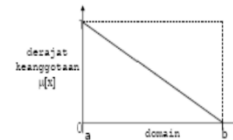
Pada representasi *linear*, pemetaan input kederajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada 2 keadaan himpunan *fuzzy* yang *linear*. Pertama, kenaikan dimulai pada domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih tinggi.



Gambar 1. Representasi *Linear* naik.

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[x,a,b] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (1)$$



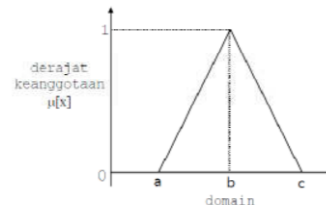
Gambar 2. Representasi *linear* turun.

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[x,a,b] = \begin{cases} (b - x)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2)$$

b. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (*linear*) seperti terlihat pada gambar 3.



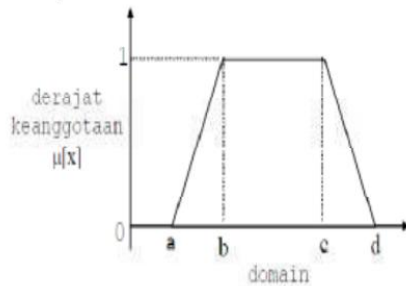
Gambar 3. Representasi kurva segitiga.
Fungsi keanggotaan :

$$\begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu[x,a,b] = \begin{cases} (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b); & b \leq x \leq c \end{cases}$$

c. Representasi kurva trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



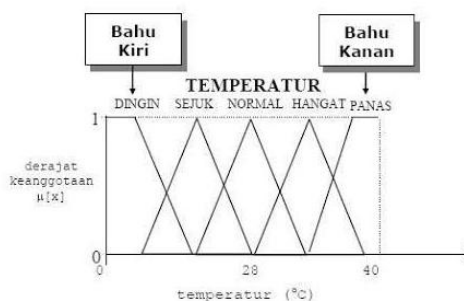
Gambar 4. Representasi kurva trapesium.

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x,a,b] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d-x)/(d-c); & c \leq x \leq d \end{cases} \quad (4)$$

d. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Daerah yang terletak ditengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naikan turun (misalnya dingin bergerak ke sejuk bergerak ke hangat dan bergerak ke panas). Tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan. Sebagai contoh apabila telah mencapai kondisi panas, kenaikan temperatur akan tetap berada pada kondisi panas. Himpunan fuzzy 'bahu' bukan segitiga, digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah fuzzy. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah demikian juga bahu kanan bergerak dari salah ke benar. Gambar 5. menunjukkan variabel temperatur dengan daerah bahunya.



Gambar 5. Representasi kurva bentuk bahu

Fuzzy Time Series

Fuzzy time series adalah sebuah konsep baru yang diusulkan oleh Song dan

Chissom berdasarkan teori *fuzzy set* dan konsep variabel linguistik dan aplikasinya oleh zadeh. *Fuzzy time series* digunakan untuk menyelesaikan masalah peramalan yang mana data historis adalah nilai-nilai linguistik. Misalnya, dalam masalah peramalan, tidak dalam bentuk angka real, namun berupa data linguistik. Dalam hal ini, tidak ada model *time series konvensional* yang dapat diterapkan, akan tetapi model *fuzzy time series* dapat diterapkan dengan lebih tepat.

Perbedaan antara *fuzzy time series* dengan *konvensional time series* yaitu pada nilai yang digunakan dalam peramalan, yang merupakan himpunan fuzzy dari bilangan-bilangan real atas himpunan semesta yang ditentukan. Himpunan fuzzy dapat diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan samar.

Langkah-langkah peramalan dengan menggunakan metode *fuzzy time series* (Dewi, 2016) yaitu :

- Langkah pertama: Membagi himpunan semesta $U = [D_{min}, D_{max}]$ menjadi sejumlah interval ganjil yang sama u_1, u_2, \dots, u_m .
- Langkah kedua : Jadikan A_1, A_2, \dots, A_k menjadi suatu himpunan- himpunan fuzzy yang variabel linguistiknya ditentukan sesuai dengan keadaan semesta.
- Langkah ketiga : Bagi fuzzy logical relationship yang telah diperoleh menjadi beberapa bagian berdasarkan sisi kiri (current state).
- Langkah keempat : hitung hasil keluaran peramalan dengan menggunakan beberapa prinsip.

Dalam perhitungan peramalan dengan menggunakan *fuzzy time series* standar, panjang interval telah ditentukan diawal perhitungan. Sedangkan penentuan panjang interval sangat berpengaruh dalam pembentukan *fuzzy relationship* yang tentunya akan memberikan dampak perbedaan hasil perhitungan paramalan. Oleh karena itu pembentukan *fuzzy relationship* haruslah tepat. Dan hal ini mengharuskan penentuan panjang interval yang sesuai. Kunci utama dalam penentuan panjang interval adalah tidak boleh terlalu besar dan tidak boleh terlalu kecil., karena jika interval itu terlalu besar maka tidak akan terjadi *fluktuasi* dalam proses perhitungan *fuzzy time series*. Demikian juga jika interval tersebut terlalu kecil maka makna dari *fuzzy time series* sendiri akan hilang (karena

himpunan tersebut cenderung ke himpunan tegas/crips).

Salah satu metode untuk penentuan panjang interval yang efektif adalah dengan metode berbasis rata-rata (*average-based*) yang memiliki algoritma sebagai berikut :

- Hitung semua nilai *absolute* selisih antara A_{i+1} dan A_i ($i = 1, 2, \dots, n-1$) sehingga diperoleh rata-rata nilai *absolute* selisih.
- Tentukan setengah dari rata-rata yang diperoleh dari langkah pertama untuk kemudian dijadikan sebagai panjang interval.
- Berdasarkan panjang interval yang diperoleh dari langkah kedua, ditentukan basis dari panjang interval sesuai dengan tabulasi basis berikut.

Tabel 1. Tabel basis interval.

Jangkauan	Basis
0,1-1,0	0,1
1,1-10	1
11-100	10
101-1000	100

- Panjang interval kemudian dibulatkan sesuai dengan tabel basis interval.

Moving Average

Moving Average atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Rata-rata Bergerak adalah salah satu metode peramalan bisnis yang sederhana dan sering digunakan untuk memperkirakan kondisi pada masa yang akan datang dengan menggunakan kumpulan data-data masa lalu (data-data historis). Dalam Manajemen Operasi dan Produksi, kumpulan data disini dapat berupa volume penjualan dari historis perusahaan. Periode waktu kumpulan data tersebut dapat berupa Tahunan, Bulanan, Mingguan bahkan Harian. Metode Peramalan *Moving Average* ini sering digunakan dalam peramalan bisnis seperti peramalan permintaan pasar (*demand forecasting*), analisis teknikal pergerakan saham dan forex serta memperkirakan tren-tren bisnis di masa yang akan datang.

Perhitungan peramalan dengan menggunakan metode moving average ini dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$MA = \sum X / N$$

Dimana :

MA = Moving Average

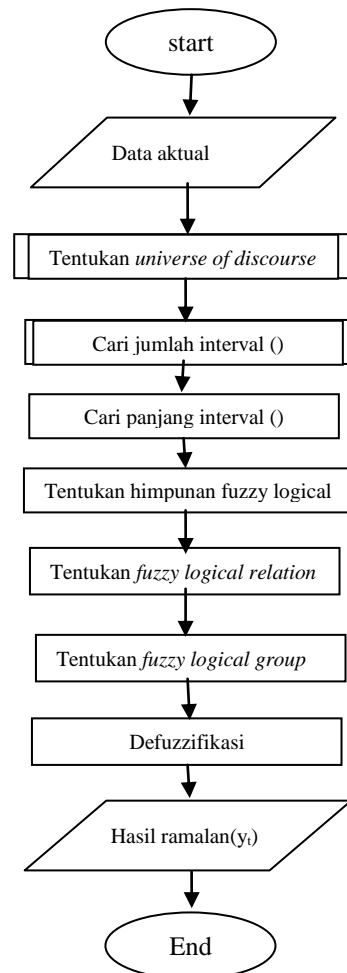
$\sum X$ = penjumlahan seluruh data pada periode yang diperhitungkan

N = jumlah periode yang diperhitungkan

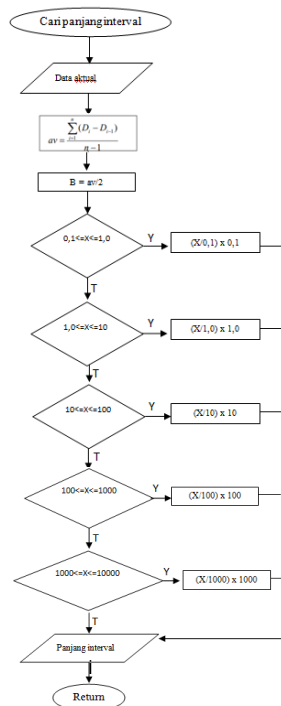
METODE PENELITIAN

Penelitian ini membandingkan hasil peramalan dari data beberapa indeks harga gabungan pasar modal yang terdiri dari IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan - Indonesia), DJIA (*Dow Jones Industrial Average* – Amerika Serikat) , KLSE (Kuala Lumpur *Stock Exchange* - Malaysia), N225 (Nikkei 225 – Tokyo), dan STI (Singapore Times Index – Singapura) dengan menggunakan metode *fuzzy time series* yang kemudian akan dapat menentukan di pasar mana metode *fuzzy time series* ini *efektif* untuk diterapkan.

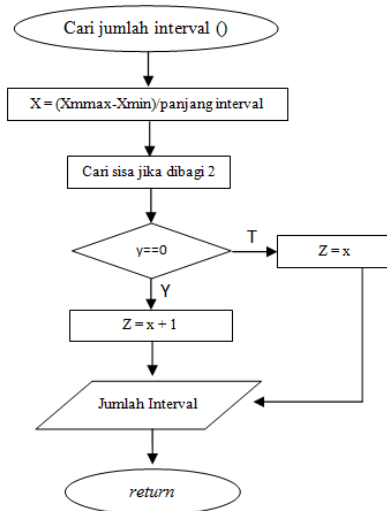
Diagram Alir Penelitian



Gambar 6. flowchart metode *fuzzy time series*



Gambar 7. flowchart menghitung panjang interval



Gambar 7. flowchart menghitung jumlah interval

HASIL DAN PEMBAHASAN Fuzzy Time Series

1. Pembacaan data
Data aktual yang digunakan adalah data IHSG pada bulan Januari-Desember 2016 yang berjumlah 246 data.
2. Mencari universe of discourse
 $U = [4414,126 \ 5472,317]$
3. Mencari interval efektif
Dari 246 (dua ratus empat puluh enam) data pada tabel IHSG tahun 2016

diperoleh rata-rata selisih sebesar 33,0037. Jika nilai 33,0037 dibagi dua maka diperoleh nilai 16,50185 yang jika dirujuk pada tabel 2.2 maka basis interval yang digunakan adalah 10. Kemudian nilai 16,50185 dibulatkan berdasarkan basis sehingga diperoleh nilai 20 sebagai panjang interval efektif. Dan jika 20 digunakan sebagai panjang interval untuk membagi himpunan semesta (U), maka jumlah interval dapat diperoleh dari hasil bagi jangkauan dengan interval, 5472,317 (nilai maksimum) dikurangi 4414,126 (nilai minimum) adalah 1058,19. 1058,19 dibagi 20 diperoleh nilai 52,9095. Dikarenakan jumlah interval haruslah bilangan ganjil, maka dibulatkan ke bilangan ganjil terdekat yaitu 53.

Menentukan Fuzzy Set

Data linguistik yang sudah terbentuk akan dibagi ke 53 fuzzy set berikut.

A1 = 4414,126	A2 = 4434,475	A3 = 4454,825
A4 = 4475,175	A5 = 4495,525	A6 = 4515,875
A7 = 4536,224	A8 = 4556,574	A9 = 4576,924
A10 = 4597,274	A11 = 4617,624	A12 = 4637,974
A13 = 4658,324	A14 = 4678,674	A15 = 4699,024
A16 = 4719,373	A17 = 4739,723	A18 = 4760,073
A19 = 4780,423	A20 = 4800,773	A21 = 4821,123
A22 = 4841,472	A23 = 4861,822	A24 = 4882,172
A25 = 4902,522	A26 = 4922,872	A27 = 4943,222
A28 = 4963,571	A29 = 4983,921	A30 = 5004,271
A31 = 5024,621	A32 = 5044,971	A33 = 5065,320
A34 = 5085,670	A35 = 5106,020	A36 = 5126,370
A37 = 5146,720	A38 = 5167,070	A39 = 5187,419
A40 = 5207,769	A41 = 5228,119	A42 = 5248,469
A43 = 5268,819	A44 = 5289,169	A45 = 5309,518
A46 = 5329,868	A47 = 5350,218	A48 = 5370,568
A49 = 5390,918	A50 = 5411,268	A51 = 5431,617
A52 = 5451,967	A53 = 5472,317	

Gambar 8. Fuzzy Set

Fuzzifikasi Data Historis

Untuk fuzzifikasi data kita lakukan dengan mengacu kepada aturan : "jika nilai aktual dari data tersebut adalah p dan nilai p terletak dalam interval uj maka p dapat diterjemahkan sebagai A_j ".

Tabel 2. Hasil Fuzzifikasi

No.	Data Aktual	Fuzzi-fikasi	No.	Data Aktual	Fuzzi-fikasi
1	4525,919	A6	11	4481,276	A4
2	4557,822	A8	12	4491,737	A5
3	4608,982	A11	13	4427,985	A2
4	4530,448	A7	14	4414,126	A1
5	4546,288	A7	15	4456,744	A3
6	4465,483	A4	16	4505,788	A6
7	4512,527	A6	17	4510,468	A6
8	4537,179	A7	18	4583,628	A9
9	4513,181	A6	19	4602,829	A10
10	4523,976	A6	20	4615,163	A11

Fuzzy Logic Relationship (FLR)

Setelah fuzzifikasi selesai, maka hasil fuzzifikasi akan memiliki relasi sebagai berikut:

Tabel 3. Fuzzy Logic Relationship (FLR)

time series	FLR	time series	FLR
1	A6 => A8	11	A4 => A5
2	A8 => A11	12	A5 => A2
3	A11 => A7	13	A2 => A1
4	A7 => A7	14	A1 => A3
5	A7 => A4	15	A3 => A6
6	A4 => A6	16	A6 => A6
7	A6 => A7	17	A6 => A9
8	A7 => A6	18	A9 => A10
9	A6 => A6	19	A10 => A11
10	A6 => A4	20	A11 => A11

Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)

FLR yang memiliki LHS (Left hand side) atau Curren State yang sama, akan digabungkan kedalam satu group seperti tabel berikut :

Tabel 4. Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)

Curren State	Next State	Curren State	Next State
A1	A3	A28	A33
A2	A1	A29	A31
A3	A6	A31	A28,A35
A4	A5,A6	A32	A31
A5	A2	A33	A35
A6	A4,A6,A7,A8,A9	A34	A35,A39
A7	A4,A6,A7	A35	A32,A34,A36,A37,A40
A8	A11	A36	A34,A35,A38
A9	A10	A37	A37,A40,A43
A10	A10,A11,A13	A38	A35,A37,A42
A11	A7,A10,A11	A39	A38,A39,A41
A13	A13,A17,A20	A40	A35,A37,A39,A40,A42,A45,A48
A15	A13,A15,A16	A41	A35,A39,A41,A43
A16	A17,A19	A42	A40,A41,A43
A17	A15,A16,A17,A18,A19	A43	A42,A43,A44,A45,A46
A18	A17,A19,A20	A44	A40,A43
A19	A15,A16,A19,A21,A22	A45	A44,A45,A47
A20	A18,A20,A21,A22	A46	A45,A47,A48
A21	A17,A19,A20,A21,A22,A23,A24	A47	A47,A48,A49,A50
A22	A19,A20,A21,A22,A23,A24	A48	A44,A46,A47,A48,A49,A50
A23	A21,A22,A23,A24,A25	A49	A46,A47,A48,A49,A50
A24	A21,A22,A23,A24,A26,A29	A50	A46,A48,A49,A50,A51
A25	A24,A26,A27	A51	A48,A50,A51
A26	A24	A52	A41,A50,A51
A27	A26	A53	A50

Fuzzifikasi dan Hasil Peramalan

Sebagai contoh perhitungan untuk group dengan current state A6 dengan next state A4,A6,A7,A8 dan A9 sehingga hasil

defuzzifikasi peramalannya adalah (A4 + A6 + A7 + A8 + A9)/5 = (4475,175 + 4515,875 + 4536,225 + 4556,575 + 4576,925)/5 = 4532,155. Untuk hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. Hasil Peramalan

No.	Data Aktual	FTS
1	4525,919	NaN
2	4557,822	4532,155
3	4608,982	4617,6243
4	4530,448	4583,7079
5	4546,288	4509,0919
6	4465,483	4509,0919
7	4512,527	4505,7002
8	4537,179	4532,155
9	4513,181	4509,0919
10	4523,976	4532,155
11	4481,276	4532,155
12	4491,737	4505,7002
13	4427,985	4434,4758
14	4414,126	4414,126
15	4456,744	4454,8257
16	4505,788	4515,8751
17	4510,468	4532,155
18	4583,628	4532,155
19	4602,829	4597,2744
20	4615,163	4624,4075
....
244	5209,445	5122,3
245	5302,566	5225,212
246	5296,711	5316,3017
hasil peramalan		5238,294

Metode Moving Average 5 dan 20 Point

Perhitungan peramalan dengan menggunakan metode moving average ini dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$MA_{n+1} = \sum X / n$$

Persamaan diatas akan digunakan untuk menghitung nilai peramalan untuk data aktual. Sebagai contoh peramalan, akan menggunakan data IHSG pada perhitungan dengan metode fuzzy time series. Berikut adalah contoh perhitungan dengan 5 point:

$$MA_6 = (4525,919 + 4557,822 + 4608,982 + 4530,448 + 4546,288) / 5 = 4553,892$$

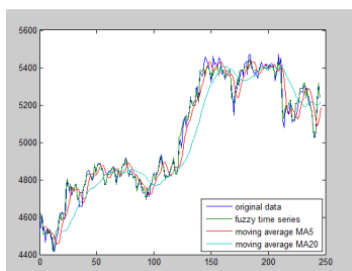
Untuk hasil peramalan MA20 dengan perhitungan yang sama maka akan menghasilkan $MA_{20} = 4520,577$. Berikut hasil peramalan menggunakan metode *moving average 5 dan 20 point* :

Tabel 6. Hasil Peramalan dengan metode *moving average 5 dan 20 point*

No.	Data Aktual	Moving Average	
		MA5	MA20
1	4525,919	NaN	NaN
2	4557,822	NaN	NaN
3	4608,982	NaN	NaN
4	4530,448	NaN	NaN
5	4546,288	NaN	NaN
6	4465,483	4553,892	NaN
7	4512,527	4541,805	NaN
8	4537,179	4532,746	NaN
9	4513,181	4518,385	NaN
10	4523,976	4514,932	NaN
11	4481,276	4510,469	NaN
12	4491,737	4513,628	NaN
13	4427,985	4509,470	NaN
14	4414,126	4487,631	NaN
15	4456,744	4467,820	NaN
16	4505,788	4454,374	NaN
17	4510,468	4459,276	NaN
18	4583,628	4463,022	NaN
19	4602,829	4494,151	NaN
20	4615,163	4531,891	NaN
21	4624,635	4563,575	4520,577
22	4587,435	4587,345	4525,513
...
244	5209,445	5089,479	5197,256
245	5302,566	5098,873	5202,000
246	5296,711	5137,108	5210,295
Hasil peramalan		5187,876	5217,685

Grafik Hasil Peramalan

Berikut grafik hasil peramalan menggunakan metode *fuzzy time series* dan *moving average 5* serta *20 point*.



Gambar 9. Grafik hasil peramalan dan data aktual.

Menghitung Error Hasil peramalan dengan terhadap data aktual dengan MAPE

untuk menghitung persentase error hasil peramalan akan digunakan rumus berikut :

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right|}{n} \times 100\%$$

Dimana :

MAPE = Mean Absolut Percentage Error

X_t = nilai data aktual ke t

F_t = nilai hasil peramalan ke t

N = jumlah data

Sebagai sampel untuk menghitung MAPE FTS (Fuzzy Time Series) akan digunakan data IHSG pada tabel 5. yaitu sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right|}{n} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} &= \left(\left| \frac{4525,919 - \text{NaN}}{4525,919} \right| + \left| \frac{4557,822 - 4532,155}{4557,822} \right| + \left| \frac{4608,982 - 4617,624}{4608,982} \right| + \dots + \left| \frac{5296,711 - 5316,302}{5296,711} \right| \right) / 245 \times 100\% \\ &= (1,404 / 245) \times 100\% \\ &= 0,00573 \times 100\% \\ &= 0,573\% \end{aligned}$$

Jadi hasil MAPE untuk peramalan menggunakan Fuzzy Time Series untuk data IHSG adalah 0,573 %. Dengan menggunakan perhitungan MAPE yang sama akan dihitung hasil peramalan menggunakan metode *moving average 5 point* dengan data actual dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 7. Hasil MAPE Metode *fuzzy time series* dan *moving average*

	MAPE Metode Peramalan (%)		
	Fuzzy Time Series	Moving Average (MA5)	Moving Average (MA20)
Indeks harga pasar modal			
IHSG	0,573	0,986	1,630
DJIA	0,465	0,817	1,499
N225	1,060	1,704	2,582
KLSE	0,364	0,571	0,951
STI	0,587	1,092	1,773
Rata-rata	0,610	1,034	1,687

Dari tabel hasil MAPE diatas dapat dilihat persentase MAPE yang paling rendah adalah pada indeks pasar KLSE yaitu 0,364 % untuk

FTS, 0,571 % untuk MA5 dan 0,951 % untuk MA20.

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan tentang *fuzzy time series* sebagai metode peramalan indeks harga pasar modal pada bab iv maka dapat disimpulkan :

1. Dari hasil pembahasan dengan metode *Moving Average 5 point* menghasilkan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) pada pasar IHSG 0,986 %, pada pasar DJIA 0,817 %, pada pasar N225 1,704 %, pada pasar KLSE 0,571 % dan pada pasar STI 1,092 %. Untuk semua data yang digunakan sebagai data peramalan dengan metode *Moving Average 5 point* menghasilkan persentase MAPE terendah yaitu pada pasar KLSE dengan nilai 0,571 %
2. Dari hasil pembahasan dengan metode *Moving Average 20 point* menghasilkan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) pada pasar IHSG 1,630 %, pada pasar DJIA 1,499 %, pada pasar N225 2,582 %, pada pasar KLSE 0,951 % dan pada pasar STI 1,773 %. Untuk semua data yang digunakan sebagai data peramalan dengan metode *Moving Average 20 point* menghasilkan persentase MAPE terendah yaitu pada pasar KLSE dengan nilai 0,874 %
3. Dari hasil pembahasan dengan metode *fuzzy time series* menghasilkan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) pada pasar IHSG 0,573 %, pada pasar DJIA 0,465 %, pada pasar N225 0,060 %, pada pasar KLSE 0,364 % dan pada pasar STI 0,587 %. Untuk semua data yang digunakan sebagai data peramalan dengan metode *fuzzy time series* menghasilkan persentase MAPE terendah yaitu pada pasar KLSE dengan nilai 0,364 %
4. Dari hasil rata-rata MAPE untuk masing-masing metode pada 5 pasar yang diuji yaitu metode *fuzzy time series* sebesar 0,610 %, *moving average 5 point* sebesar 1,034 % dan *moving average 20 point* sebesar 1,687 %, maka metode yang paling rendah persentase MAPEnya adalah metode *fuzzy time series*.

Saran

Agar penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut, maka disarankan :

1. Dapat melakukan pengambilan data secara otomatis sehingga tidak menyulitkan untuk penggunaan metode ini.
2. Dapat melihat hasil peramalan untuk data berikutnya.
3. Dikemas dalam sebuah aplikasi yang akan memiliki tampilan yang menarik dan langsung dapat menampilkan hasil peramalan dengan menggunakan metode *fuzzy time series* dan *moving average*.

DAFTAR PUSTAKA

- Away, G.A.,2010, *The Shortcut of Matlab Programing*, Informatika Bandung, Bandung.
- Dekan Fakultas Teknik, 2014, *Pedoman Pelaksanaan Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Mataram*, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Mataram
- Indonesia Stock Exchange, 2008, *Buku Panduan Indeks Harga Saham Bursa Efek Indonesia*, Indonesia Stock Exchange Building, Jakarta.
- Kusumadewi, S., 2002, *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab*, Graha Ilmu, Jakarta
- Sivanandam, S.N., Deepa, S.N., Sumathi, S., 2007, *Introduction to Fuzzy Logic Using Matlab*, Springer, Berlin.
- Smith S.W., 2003, *Digital Signal Processing*, Newnes, Amerika