

Analisis Peramalan Harga Emas Dengan Metode *Automatic Clustering And Fuzzy Logic Relationship*

Sunarsan Sitohang¹⁾, Anggiat Marubah Siringo²⁾

* Corresponding author : ssunarsan@gmail.com

^{1,2)} Fakultas Teknik Universitas Putera Batam

Jalan R. Soeprapto, Muka Kuning, Batam

Abstract-- Gold is an alternative that most people tend to choose to invest for reasons such as safety, profit, easy to melt, low risk, does not require large funds, easy to move, own ownership and management. Difficult to estimate the fall in gold prices make many reluctant to invest, especially gold investment. Forecasting or prediction is the same as the puzzle held by many people out of curiosity with the future Automatic clustering and fuzzy logic relationship (ACFLR) is one method with fuzzy logic concept used for time series data modeling. The ACFLR is applied to find out how accurate it is in predicting gold prices so that it can be used by investors to make investment planning, decision support tools to invest. Based on the results of the discussion, ACFLR method is able to predict the gold price well, where the magnitude of MAPE only 5.3% only. So it can be concluded that this method deserves to be used as a support decision in investing in gold.

Kata Kunci: Forecasting, data time series, price of gold, ACFLR

Abstrak-- Emas merupakan alternatif yang cenderung dipilih kebanyakan orang untuk berinvestasi karena beberapa alasan seperti alasan keamanan, menguntungkan, mudah dicairkan, resiko rendah, tidak memerlukan dana besar, mudah dipindahkan, kepemilikan dan pengelolaan sendiri. Sulitnya memperkirakan turun naiknya harga emas membuat banyak enggan untuk berinvestasi, khususnya investasi emas. Peramalan atau prediksi adalah sama seperti teka-teki yang dipegang oleh banyak orang oleh karena penasaran dengan masa depan Automatic clustering and fuzzy logic relationship (ACFLR) merupakan salah satu metode dengan konsep fuzzy logic yang digunakan untuk pemodelan data time series. ACFLR diterapkan untuk mengetahui bagaimana tingkat keakuratannya dalam meramal harga emas sehingga dapat digunakan oleh investor untuk membuat perencanaan dalam investasi, alat pendukung keputusan untuk melakukan investasi. Berdasarkan hasil pembahasan, metode ACFLR mampu meramalkan harga emas dengan baik, dimana besarnya MAPE hanya 5,3% saja. Sehingga dapat disimpulkan metode ini layak dijadikan sebagai pendukung keputusan dalam berinvestasi emas.

Kata kunci: peramalan, data runtun, harga emas, ACFLR

PENDAHULUAN

Salah satu alternatif bisnis yang terus mengalami perkembangan pada era globalisasi ini adalah investasi. Investasi merupakan penanaman modal untuk satu atau lebih aktiva dalam jangka

waktu yang lama atau singkat dengan harapan akan memperoleh keuntungan dimasa yang akan datang. Beberapa kecendrungan (*trend*) saat ini kebanyakan orang menginvestasikan uangnya pada aset-aset seperti emas (emas batangan), batu

mulia, *real estate*, barang antik, peranko, properti, saham dan lain-lain. Pergerakan turun naik suatu harga aktiva sangat menarik bagi penanam modal untuk memainkan perputaran uang sehingga diharapkan mendapat keuntungan dengan mengambil selisih harga barang disaat dibeli dan disaat dijual.

Emas merupakan alternatif yang cenderung dipilih kebanyakan orang untuk berinvestasi karena beberapa alasan seperti alasan keamanan, menguntungkan (*profitable*), mudah dicairkan (*high liquidity*), resiko rendah (*low risk*), tidak memerlukan dana besar, mudah dipindahkan (*portable*), kepemilikan dan pengelolaan sendiri (*ownership and stewardship*). Ada tiga jenis metode investasi emas yaitu metode investasi langsung, investasi tidak langsung dan investasi campuran (Megits, Reverchuk and Chyzh, 2014).^[1] Peramalan atau prediksi adalah sama seperti teka-teki yang dipegang oleh banyak orang oleh karena penasaran dengan masa depan (Sitohang, Girsang and Suharjito, 2017).^[2] Menurut (Indrawati and Girsang, 2016) peramalan atau perkiraan adalah perkiraan permintaan yang diharapkan untuk produk tertentu, sekelompok produk, atau layanan selama periode atau periode waktu tertentu, sehingga dengan melakukan peramalan akan memberikan dasar bagi para penanam modal (investor) dalam perencanaan dan pengambilan keputusan untuk meningkatkan keuntungan serta mencegah terjadinya kerugian.^[3]

Logika kabur (*fuzzy*) adalah suatu metodologi komputasi yang menggunakan fungsi keanggotaan partial yang berbeda dengan keanggotaan biner fungsional yang digunakan dalam menetapkan teori klasik. Logika *fuzzy* sangat banyak di terapkan pada sistem-sistem kecerdasan buatan, peramalan dan sistem kendali mesin maupun sensorik. Beberapa penelitian yang menerapkan metode *fuzzy* dalam peramalan adalah sebagai berikut: *fuzzy clustering with semantic interpretation* (Liu, Wang and Pedrycz, 2015), *Interpretable interval type-2 fuzzy predicates for data clustering: A new automatic generation method based on self-organizing maps* (Comas et al., 2017), *Fuzzy forecasting based on automatic clustering and axiomatic fuzzy set classification* (Wang and Liu, 2015).^[4]

Automatic clustering and fuzzy logic relationship (ACFLR) merupakan salah satu metode dengan konsep *fuzzy logic* yang digunakan untuk pemodelan data *time series* (Endaryati and

Kurniawan, 2015). Dengan dasar dari defenisi dari metode ACFLR ini sehingga memungkinkan digunakan untuk peramalan harga emas, dimana informasi harga emas dari internet yang akan diolah berupa data *time series*. Data harga emas akan secara otomatis di kluster sebelum dilakukannya peramalan, pengklusteran otomatis inilah yang merupakan keunggulan dari metode *Automatic clustering and fuzzy logic relationship* dimana mesin *inference* secara otomatis melakukan klusterisasi berdasarkan data *time series* yang diolah.^[5]

Pada penelitian peningkatan kapasitas ini pendekatan logika fuzzy yaitu metode *Automatic clustering and fuzzy logic relationship* (ACFLR) diterapkan untuk mengetahui bagaimana tingkat keakuratannya dalam meramal harga emas sehingga dapat digunakan oleh investor untuk membuat perencanaan dalam investasi, alat pendukung keputusan untuk

Data Runtun Waktu (Time Series)

Pengelompokan data terdiri dari beberapa bentuk, pengelompokan data dapat dilihat dari beberapa sudut pandang. Salah satu sudut pandang tersebut yaitu ekonometrika, dilihat dari sudut ekonometrika bahwa data dapat dikelompokkan kedalam tiga kelompok yaitu (Widarjono, 2013)^[6]:

1. Data silang (*cross section*) terdiri dari beberapa objek data pada suatu waktu, misalnya data pada suatu restoran akan terdiri dari data penjualan, data pembelian bahan baku, data jumlah karyawan dan data-data lainnya.
2. Data panel (*pooled data*) adalah data yang menggabungkan antara data runtun waktu (*time series*) dan data silang (*cross section*).
3. Data runtun waktu (*time series*) merupakan data yang terdiri atas objek tetapi meliputi beberapa periode waktu misalnya harian, mingguan, tahunan, dan lain-lain.

Data runtun waktu juga sangat berguna bagi pengambil keputusan untuk memperkirakan kejadian dimasa yang akan mendatang, karena diyakini pola perubahan data runtun waktu beberapa periode masa lampau akan kembali terulang dimasa kini. Jika kita merujuk sesuatu hal yang terjadi didunia ini suatu pola misalnya model bisa saja berulang kembali dimasa yang akan datang. Pola perubahan inilah yang akan dianalisa sehingga dengan mempelajari pola tersebut kita

mendapat sesuatu makna untuk digunakan sebagai pendukung pengambilan keputusan.

Logika Fuzzy

Menurut Sutojo, em, vs (2010: 211) konsep tentang logika *fuzzy* diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada 1962, Logika *fuzzy* adalah metodologi sistem control pemecahan masalah, yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil, *embedded system*, jaringan *PC*, *multi-channel* atau *workstation* berbasis akuisisi *data*, dan sistem *control*. Dalam logika klasik dinyatakan bahwa segala sesuatu bersifat *biner*, yang artinya adalah hanya mempunyai dua kemungkinan, “Ya atau Tidak”, “Benar atau Salah”, “Baik atau Buruk” dan lain-lain. Oleh karena itu, sistem ini dapat mempunyai nilai keanggotaan 0 atau 1. Akan tetapi, dalam logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan berada di antara 0 dan 1. Artinya, bisa saja suatu keadaan mempunyai dua nilai “Ya dan Tidak”, “Benar dan Salah”, “Baik dan Buruk” secara bersamaan, namun besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya.

Fuzzy logic dianggap mampu untuk memetakan suatu *input* kedalam suatu *output* tanpa mengabaikan faktor-faktor yang ada. *Fuzzy logic* diyakini dapat sangat fleksibel dan memiliki toleransi terhadap *data-data* yang ada. *Fuzzy logic*, yang dalam bahasa Indonesia dapat diartikan sebagai Logika Kabur atau Logika Samar, dapat dikatakan sebagai “logika baru yang sudah lama”. Hal ini karena ilmu tentang *Fuzzy logic* secara modern dan metodis ditemukan pada tahun 1965, namun konsep *Fuzzy logic* sudah melekat pada diri manusia, sejak manusia ada. Konsep *Fuzzy logic* dapat dengan mudah kita temukan pada perilaku manusia dalam kesehariannya.

Algoritma Automatic Clustering

Algoritma ini digunakan untuk menentukan interval, menurut *algoritma automatic clustering* disajikan sebagai berikut:

1. Mengurutkan data *numeric* dalam urutan menaik memilik n data numerik yang berbeda. Diasumsikan bahwa data *ascending* urutan tanpa data ganda akan ditampilkan sebagai berikut

$$d_1, d_2, d_3, \dots, d_n.$$

Berdasarkan barisan di atas, dihitung nilai dari “*average_dif*” sebagai berikut:

$$avg_dif = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} d_{i+1} - d_i}{u_1} \quad (1)$$

2. Mengambil data angka pertama (data terkecil dalam barisan data terurut naik) ke dalam pengelompokan sekarang. Berdasarkan nilai dari “*average_dif*”, ditentukan apakah data angka mengikuti data pada pengelompokan sekarang pada barisan data terurut naik dapat diletakkan pada pengelompokan sekarang atau diletakkan pada pengelompokan baru berdasarkan prinsip berikut:

- a. Diasumsikan bahwa saat ini *cluster* adalah *cluster* pertama dan hanya ada satu data d_1 di dalamnya dan menganggap bahwa d_2 adalah data yang berdekatan dengan d_1 , ditampilkan sebagai berikut:

$$\{d_1\}, d_2, d_3, \dots, d_n.$$

Jika $d_2 - d_1 \leq average_dif$, maka d_2 diletakkan ke dalam pengelompokan sekarang yang mana d_2 termasuk. Sebaliknya dibentuk kelompok baru untuk d_2 dan biarkan *cluster* baru yang baru dibangun dimana d_2 termasuk ke dalam *cluster* sekarang.

- b. Diasumsikan bahwa *cluster* yang sekarang bukan yang pertama *cluster* dan hanya ada satu data d_j di *cluster* saat ini. Diasumsikan bahwa d_k adalah data yang berdekatan di sebelah d_j dan menganggap bahwa d_i adalah data terbesar di *cluster* yang merupakan *anteseden cluster cluster* saat ini, akan ditampilkan sebagai berikut:

$$\{d_1, \dots\}, \dots, \dots, \dots, \{\dots, d_i\}, \{d_j\}, d_k, \dots, d_n.$$

Jika $d_k - d_j \leq average_dif$ dan $d_k - d_j < d_j - d_i$, maka taruh d_k ke *cluster* yang saat ini milik d_j . Jika tidak, hasilkan suatu *cluster* baru untuk d_k dan biarkan *cluster* yang baru dihasilkan dengan d_k termasuk menjadi *cluster* saat ini.

- c. Diasumsikan bahwa *cluster* yang sekarang bukan *cluster* yang pertama dan ada lebih dari satu data di *cluster* saat ini. Diasumsikan bahwa d_i adalah data terbesar di *cluster* saat ini dan diasumsikan bahwa d_j adalah data yang berdekatan di sebelah d_j , yang ditampilkan sebagai berikut:

$$\{d_1, \dots\}, \dots, \{\dots\}, \{\dots, d_i\} d_j, \dots, d_n.$$

Jika $d_j - d_i \leq average_dif$ dan $d_j - d_i < cluster_dif$, maka d_j diletakkan dalam *cluster* yang saat ini terdapat d_i . Jika tidak, hasilkan *cluster* baru untuk d_j dan biarkan *cluster* baru yang dihasilkan sehingga d_j termasuk dalam *cluster* saat ini, dimana “*cluster_dif*” menunjukkan perbedaan rata-rata jarak antara setiap pasangan data yang berdekatan dalam *cluster* dan nilai dari *cluster_dif* dihitung sebagai berikut:

$$cluster_dif = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} c_{i+1} - c_i}{(n-1)} \quad (2)$$

Dengan $c_1, 0, c_2, 0, \dots$ dan $c_n, 0$ menggambarkan data dalam *cluster* saat ini.

3. Berdasarkan hasil pengelompokan yang diperoleh pada point 2, sesuaikan isi dari kelompok ini menurut prinsip berikut:
 - a. Jika sebuah kelompok memiliki lebih dari dua data, maka kita menjaga data terkecil, menjaga data terbesar dan menghapus yang lain.
 - b. Jika sebuah *cluster* memiliki tepat dua data, maka kita tinggalkan (tidak berubah).
 - c. Jika sebuah *cluster* hanya memiliki satu data d_q , maka kita meletakkan nilai-nilai dari “ $d_q - average_dif$ ” dan “ $d_q + average_dif$ ” ke dalam *cluster* dan menghapus d_q dari *cluster* ini. Terlebih lagi jika situasi berikut terjadi, *cluster* perlu disesuaikan lagi:
 - 1) Jika situasi terjadi di *cluster* pertama, maka kita menghapus nilai dari “ $d_q - average_dif$ ” sebagai ganti dari d_q dari *cluster* ini.
 - 2) Jika situasi terjadi di *cluster* terakhir, maka kita menghapus nilai dari “ $d_q + average_dif$ ” sebagai ganti dari d_q dari *cluster* ini.
 - 3) Jika nilai dari “ $d_q - average_dif$ ” lebih kecil dari pada nilai terkecil dalam *cluster* yang terdahulu, maka semua tindakan dari Prinsip 3 dibatalkan.
4. Asumsikan bahwa hasil *cluster* yang diperoleh pada Langkah 3 adalah ditampilkan sebagai berikut:

$$\{d_1, d_2\}, \{d_3, d_4\}, \{d_5, d_6\}, \dots \{d_{n-1}, d_n\}$$

Mengubah kelompok ini ke dalam interval yang bersebelahan dengan sub-langkah berikut:

Selanjutnya, mentransformasikan kluster-kluster tersebut kedalam interval yang bersebelahan dengan sub langkah berikut:

- a. Mentransformasikan *cluster* pertama $\{d_1, d_2\}$ dalam interval $[d_1, d_{2aaa}]$
- b. Jika interval yang ada $[d_1, d_{2aaa}]$ dan *cluster* yang ada adalah $\{d_1, d_2\}$, maka:
 - 1) Jika $d_j \geq dk$, maka $\{d_1, d_2\}$ dalam *cluster* yang ada ditransformasi ke dalam interval $[d_1, d_{2aaa}]$ dan *cluster* selanjutnya $\{d_m, d_n\}$ menjadi *cluster* yang ada.
 - 2) Jika $d_j < dk$, maka transformasikan $\{dk, dl\}$ dalam interval $[dk, d_{laaa}]$. Selanjutnya, $[dk, d_{laaa}]$ menjadi interval dan *cluster* berikutnya $\{d_m, d_n\}$ menjadi klusternya. Jika nilai dalam interval adalah $[d_i, d_{jaaa}]$ dan nilai klusternya adalah $\{dk\}$, maka transformasikan interval $[d_i, d_{jaaa}]$ ke dalam $[d_i, d_{kaaa}]$. Kemudian $[d_i, d_{kaaa}]$ menjadi interval dan *cluster* berikutnya menjadi *cluster* yang ada.
- c. Melakukan pemeriksaan berulang terhadap interval yang ada hingga semua *cluster* ditransformasikan menjadi interval
5. Untuk setiap interval yang diperoleh dari langkah 4, kemudian bagi setiap interval tersenut dalam p sub interval dimana $p \geq 1$

Automatic Clustering and Fuzzy Logic Relationship

Dalam bagian ini, disajikan metode untuk peramalan didasarkan pada metode *automatic clustering and fuzzy logic relationship*. Setelah mendapat interval dengan menggunakan automatic clustering technique, selanjutnya nilai peramalan dapat dihitung menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menerapkan metode *automatic clustering* untuk *cluster* data historis ke interval dan untuk menghitung titik tengah tiap interval.
2. Mengasumsikan bahwa terdapat n interval $u_1, u_2, \dots, dan u_n$, kemudian mendefinisikan setiap *fuzzy set* A_i , dimana $1 \leq i \leq n$, sebagai berikut:

$$A_1 = \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_{n-1}} + \frac{0}{u_n}$$

$$A_2 = \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_{n-1}} + \frac{0}{u_n}$$

$$\vdots$$

$$A_n = \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_{n-1}} + \frac{0}{u_n} \quad (3)$$

3. Fuzzifikasi setiap data dalam sejarah data menjadi himpunan fuzzy. Jika milik data u_l , dimana $l \leq i \leq n$, kemudian data difuzzifikasi ke A_i .
4. Membuat relasi logika fuzzy didasarkan pada fuzzifikasi data historis yang diperoleh $t+1$ adalah A_i dan A_k , masing-masing kemudian membangun relasi logika fuzzy " $A_i \rightarrow A_k$ ", dengan A_i dan A_k berturut-turut disebut keadaan saat ini dan keadaan berikutnya dari relasi logika fuzzy. Berdasarkan pada keadaan saat ini pada relasi logika fuzzy, relasi logika fuzzy dibagi ke dalam kelompok relasi logika fuzzy, di mana relasi logika fuzzy yang memiliki keadaan saat ini yang sama dimasukkan ke dalam kelompok relasi logika fuzzy yang sama.
5. Menghitung perkiraan / peramalan dengan prinsip berikut:
 - a. Jika fuzzifikasi nilai dari tahun t adalah A_j dan hanya ada satu relasi logika fuzzy pada kelompok relasi logika fuzzy yang memiliki keadaan saat ini A_j ditunjukkan sebagai berikut:
 $A_i \rightarrow A_k$,
 Kemudian peramalan nilai pada tahun $t+1$ adalah m_k , dimana m_k adalah titik tengah dari interval u_k dan nilai keanggotaan maksimum dari himpunan fuzzy A_k terjadi pada interval u_k .
 - b. Jika fuzzifikasi nilai dari tahun t adalah A_j dan ada relasi logika fuzzy berikut dalam kelompok relasi logika fuzzy yang memiliki keadaan sekarang A_j , ditunjukkan sebagai berikut:
 $A_i \rightarrow A_{k_1}(x_1), A_{k_2}(x_2), \dots, A_{k_p}(x_p)$.
 Kemudian peramalan nilai dari tahun $t+1$ dihitung sebagai berikut:

$$\frac{x_1 m_{k_1} + x_2 m_{k_2} + \dots + x_p m_{k_p}}{x_1 + x_2 + \dots + x_p} \quad (4)$$
 Dimana x_i menggambarkan angka dari relasi logika fuzzy " $A_j \rightarrow A_{k_i}$ " pada kelompok relasi logika fuzzy, $1 \leq i \leq p$; m_{k_1}, m_{k_2}, \dots dan m_{k_p} adalah titik tengah dari interval-interval u_{k_1}, u_{k_2}, \dots dan u_{k_p} berturut-turut, dan nilai keanggotaan maksimum dari himpunan fuzzy A_{k_1}, A_{k_2}, \dots dan A_{k_p} terjadi pada interval u_{k_1}, u_{k_2}, \dots dan u_{k_p} berturut-turut.
 - c. Jika fuzzifikasi nilai dari tahun t adalah A_j dan ada relasi logika fuzzy dalam

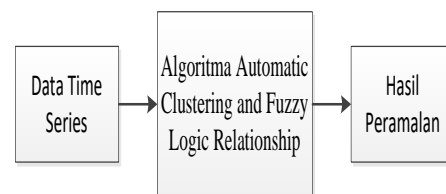
kelompok relasi logika fuzzy yang memiliki keadaan sekarang A_j , yang digambarkan seperti dibawah ini:

$$A_i \rightarrow \neq$$

Dimana simbol " \neq " menunjukkan sebuah nilai yang tidak diketahui, maka perkiraan nilai pada tahun $t+1$ adalah m_j , dimana m_j adalah titik tengah dari Interval u_j dan nilai keanggotaan maksimal dari himpunan fuzzy A_j terjadi pada u_j .

Kerangka Pemikiran

Menurut Sugiyono (2012: 60) Kerangka berfikir adalah model konseptual tentang bagaimana teori hubungan dengan berbagai faktor yang telah didefinisikan sebagai masalah yang penting. Berdasarkan judul penelitian diatas, peneliti membuat kerangka pemikiran yang tertera pada gambar 1 sebagai berikut:

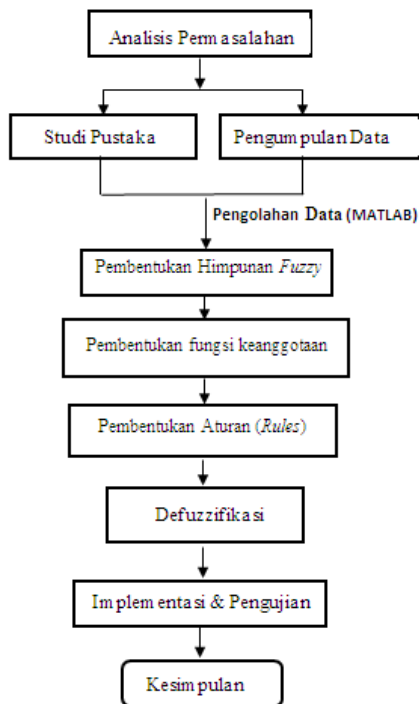


Gambar 1. Kerangka Pemikiran

Berdasarkan kerangka pemikiran diatas dapat dijelaskan bahwa data harga emas perhari akan ditotalkan dan dijadikan sebagai input dan akan diproses dengan algoritma ACFLR. Setelah melalui proses ACFLR maka didapatkanlah hasil prediksi.

METODE PENELITIAN

Desain dari penelitian adalah semua proses yang diperlukan dalam perencanaan dan pelaksanaan penelitian. Dalam pengertian yang lebih sempit, desain penelitian hanya mengenai pengumpulan dan analisis data saja. Dalam merencanakan penelitian, desain dimulai dengan mengadakan penyelidikan dan evaluasi terhadap penelitian yang sudah dikerjakan dan diketahui, dalam memecahkan masalah. Dari penyelidikan ini, akan terjawab bagaimana hipotesis dirumuskan dan diuji dengan data yang diperoleh untuk memecahkan suatu masalah. Dari sini pula dapat dicari beberapa petunjuk tentang desain yang akan dibuat untuk penelitian yang akan dikembangkan.



Gambar 2. Desain Penelitian

Menurut Sambas dan Maman (2007: 52) metode analisis data dapat diartikan sebagai cara melaksanakan analisis terhadap data, dengan tujuan mengolah data tersebut menjadi informasi, sehingga karakteristik atau sifat-sifat datanya dapat dengan mudah dipahami dan bermanfaat untuk menjawab masalah-masalah yang berkaitan dengan kegiatan deskripsi data maupun untuk membuat induksi atau menarik kesimpulan tentang karakteristik populasi berdasarkan data yang diperoleh dari sampel.

Metode penerapan yang digunakan dalam penelitian logika fuzzy ini menggunakan metode sugeno. Logika fuzzy dengan metode sugeno sebenarnya hampir sama dengan penalaran metode mamdani, hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear.

Langkah – langkah penerapan metode sugeno menggunakan tahapan berikut:

1. Fuzzifikasi

Pada tahapan ini variabel input (crisp) dari sistem fuzzy ditransfer ke dalam himpunan fuzzy untuk dapat digunakan dalam perhitungan nilai kebenaran dari premis pada setiap aturan dalam basis pengetahuan. Dengan demikian tahap ini mengambil nilai-nilai crisp dan menentukan derajat di mana nilai-nilai

tersebut menjadi anggota dari setiap himpunan fuzzy yang sesuai.

2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi fuzzy. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah sebagai berikut: IF x is A THEN y is B Dengan x dan y adalah skalar, dan A dan B adalah himpunan fuzzy. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator fuzzy seperti, IF(x1 is A1) o (x2 is A2) o (x3 is A3) o...o (xN is AN) THEN y is B dengan o adalah operator (misal: OR atau AND). Secara umum fungsi implikasi yang dapat digunakan yaitu sebagai berikut:

- a. .Min (minimum) Fungsi ini akan memotong output himpunan fuzzy.
- b. Dot (product) Fungsi ini akan menskala output himpunan fuzzy. Pada metode Sugeno ini, fungsi implikasi yang digunakan adalah fungsi min.

3. Penegasan (defuzzifikasi)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian yang dikumpulkan berupa data harga emas yang diperoleh dari website hargaemas.org yang tertera pada tabel 4.1 dibawah ini. Berdasarkan data yang tertera di website tersebut harga emas terupdate pertiap jamnya, akan tetapi dalam penelitian ini tidak membutuhkan data harga emas perjam, akan tetapi data harga emas perhari.

Tabel 1. Harga Emas

| Tanggal | Harga Emas (Rp) | Tanggal | Harga Emas (Rp) |
|----------|-----------------|-----------|-----------------|
| 1/2/2018 | 568176,0 | 1/26/2018 | 577705,9 |
| 1/3/2018 | 573025,6 | 1/27/2018 | 577871,3 |
| 1/4/2018 | 569199,6 | 1/28/2018 | 577533,7 |
| 1/5/2018 | 572325,8 | 1/29/2018 | 577368,9 |
| 1/6/2018 | 568909,3 | 1/30/2018 | 574388,6 |
| 1/7/2018 | 568735,1 | 1/31/2018 | 576688,0 |
| 1/8/2018 | 568857,2 | 2/1/2018 | 579202,5 |

| | | | |
|-----------|----------|-----------|----------|
| 1/9/2018 | 568080,0 | 2/2/2018 | 580481,3 |
| 1/10/2018 | 566432,9 | 2/3/2018 | 575331,2 |
| 1/11/2018 | 569903,3 | 2/4/2018 | 575517,6 |
| 1/12/2018 | 571238,5 | 2/5/2018 | 575252,1 |
| 1/13/2018 | 574339,6 | 2/6/2018 | 581241,2 |
| 1/14/2018 | 574686,5 | 2/7/2018 | 579237,9 |
| 1/15/2018 | 574932,2 | 2/8/2018 | 572849,0 |
| 1/16/2018 | 574639,0 | 2/9/2018 | 576748,5 |
| 1/17/2018 | 573897,3 | 2/10/2018 | 577183,9 |
| 1/18/2018 | 569704,7 | 2/11/2018 | 577429,2 |
| 1/19/2018 | 570903,7 | 2/12/2018 | 578279,6 |
| 1/20/2018 | 571124,7 | 2/13/2018 | 579118,4 |
| 1/21/2018 | 570734,5 | 2/14/2018 | 583685,4 |
| 1/22/2018 | 570927,0 | 2/15/2018 | 593523,2 |
| 1/23/2018 | 571902,3 | 2/16/2018 | 590670,6 |
| 1/24/2018 | 573901,7 | 2/17/2018 | 588345,2 |
| 1/25/2018 | 581617,0 | | |

Data yang dipergunakan untuk penelitian ini diambil dari tanggal 2 Januari 2018 hingga tanggal 17 Februari 2018. Adapun alasannya pemilihan data harga emas tersebut adalah karena merupakan informasi terbaru untuk data harga emas. Data harga emas yang tertera pada tabel 4.1 adalah hasil olahan rata-rata harga emas perharinya, akumulasi harga perjamnya dan dibagi jumlah jamnya. Dapat dilihat bahwa harga emas perharinya terjadi fluktuatif yaitu naik turun, dan harga tertinggi Rp.593.523,2 pada tanggal 15 Februari 2018 dan harga terendah Rp.566.432,2 pada tanggal 10 Januari 2018.

Metode Algoritma Automatic Clustering and Fuzzy Logic Relationship

Langkah 1: Mengurutkan data numerik dengan urutan menaik sehingga memiliki n data yang berbeda. Diasumsikan bahwa data yang telah terurut tanpa data ganda akan ditampilkan sebagai berikut:

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| 566432.9 | 568080.0 | 568176.0 | 568735.1 |
| 568857.2 | 568909.3 | 569199.6 | 569704.7 |
| 569903.3 | 570734.5 | 570903.7 | 570927.0 |
| 571124.7 | 571238.5 | 571902.3 | 572325.8 |
| 572849.0 | 573025.6 | 573897.3 | 573901.7 |
| 574339.6 | 574388.6 | 574639.0 | 574686.5 |
| 574932.2 | 575252.1 | 575331.2 | 575517.6 |
| 576688.0 | 576748.5 | 577183.9 | 577368.9 |
| 577429.2 | 577533.7 | 577705.9 | 577871.3 |
| 578279.6 | 579118.4 | 579202.5 | 579237.9 |
| 580481.3 | 581241.2 | 581617.0 | 583685.4 |
| 588345.2 | 590670.6 | 593523.2 | |

Berdasarkan data terurut diatas, dimana urutannya bergerak dari baris pertama menuju kearah kanan dan demikian seterusnya hingga kepada harga emas terbesar, maka dihitung nilai *average_diff* dengan persamaan 1:

$$Average\ diff = [(568.080-566.432,9) + (568.176,0-568.080) + \dots + (590.670,6-588.345,2) + (593.523,2)]/46$$

Sehingga hasilnya=588,9

Langkah 2: Mengambil data angka pertama (data terkecil dalam barisan terurut naik) kadalam kluster sekarang. Berdasarkan nilai dari *average_diff* sebelumnya, ditentukan apakah data angka mengikuti data pada pengelompokan sekarang pada barisan data terurut naik dapat diletakkan pada kluster baru berdasarkan pada prinsip 1, prinsip 2 dan prinsip 3, sehingga menghasilkan tabel seperti dibawah ini:

Tabel 2. Kluster dan Anggota

| Kluster | Anggota | Kluster | Anggota | |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| C_1 | 566432,9 | C_4 | 571902,3 | |
| | 568080,0 | | 572325,8 | |
| | 568176,0 | | 572849,0 | |
| C_2 | 568735,1 | | 573025,6 | |
| | 568857,2 | | 573897,3 | |
| | 568909,3 | | 573901,7 | |
| | 569199,6 | | 574339,6 | |
| | 569704,7 | | 574388,6 | |
| C_3 | 569903,3 | | C_5 | 574639,0 |
| | 570734,5 | | | 574686,5 |
| | 570903,7 | | | 574932,2 |
| C_6 | 570927,0 | | C_7 | 575252,1 |
| | 571124,7 | 575331,2 | | |
| | 571238,5 | 575517,6 | | |
| | 576688,0 | 579118,4 | | |
| | 576748,5 | 579202,5 | | |
| C_8 | 577183,9 | C_9 | 579237,9 | |
| | 577368,9 | | 580481,3 | |
| | 577429,2 | | 581241,2 | |
| C_{10} | 577533,7 | C_{11} | 581617,0 | |
| | 577705,9 | | 583685,4 | |
| C_{12} | 577871,3 | C_{13} | 588345,2 | |
| | 578279,6 | | 590670,6 | |
| | 593523,2 | | | |

Berdasarkan tabel 2 diatas tercipta 13 kluster setelah mengikuti prinsip 1 langkah dua dan masing-masing kluster memiliki anggota yang berbeda misalnya C_1 terdiri dari satu anggota, kluster 2 (C_2) terdiri dari 8 anggota sampai dengan kluster 13 (C_{13}) terdiri dari satu anggota. Selanjutnya hasil dari kluster proses prinsip pertama akan disesuaikan dengan prinsip kedua pada langkah kedua sehingga menghasilkan kluster seperti tabel 2 diatas, karena hasil prinsip 2 tidak berbeda dengan prinsip pertama.

Selanjutnya hasil kluster dari prinsip dua akan disesuaikan dengan prinsip 3 langkah 2, dan hasilnya seperti yang tertera pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Kluster Dua

| Kluster | Anggota | Kluster | Anggota |
|----------|----------|----------|----------|
| C_1 | 566432,9 | C_5 | 571902,3 |
| | 568080,0 | | 572325,8 |
| C_2 | 568176,0 | C_6 | 572849,0 |
| | 568735,1 | | 573025,6 |
| | 568857,2 | | 573897,3 |
| C_3 | 568909,3 | C_7 | 573901,7 |
| | 569199,6 | | 574339,6 |
| | 569704,7 | | 574388,6 |
| | 569903,3 | | 574639,0 |
| C_4 | 570734,5 | C_8 | 574686,5 |
| | 570903,7 | | 574932,2 |
| | 570927,0 | | 575252,1 |
| | 571124,7 | | 575331,2 |
| | 571238,5 | | 575517,6 |
| C_9 | 576688,0 | C_{11} | 579118,4 |
| | 576748,5 | | 579202,5 |
| | 577183,9 | | 579237,9 |
| C_{10} | 577368,9 | C_{12} | 580481,3 |
| | 577429,2 | | 581241,2 |
| | 577533,7 | C_{13} | 581617,0 |
| | 577705,9 | | 583685,4 |
| | 577871,3 | | 588345,2 |
| 578279,6 | C_{16} | 590670,6 | |
| | C_{17} | 593523,2 | |

Berdasarkan tabel 3 diatas terdapat perubahan significant dari hasil prinsip 2 langkah 2, dimana terdapat penambahan 4 kluster yaitu kluster 14, 15, 16 dan 17 dimana masing-masing kluster beranggotakan satu anggota. Dan terjadi perubahan jumlah anggota di beberapa kluster misalnya kluster 2 sebelumnya beranggotakan

delapan, setelah melalui penyesuaian prinsip 3 langkah 2 mengakibatkan jumlah kluster 2 hanya dua anggota saja. selain itu pada kluster-kluster yang lainnya juga mengalami perubahan jumlah anggota, lebih jelasnya perhatikan tabel 3 diatas.

Langkah 3: Kluster-kluster yang sudah terbentuk diperiksa kembali dengan prinsip 1, prinsip 2 dan prinsip 3 sesuai dengan prinsip pada langkah 3, sehingga hasilnya:

Tabel 4. Hasil Kluster Setelah Penyesuaian Prinsip 1, 2, 3 Langkah 3

| Kluster | Anggota | Kluster | Anggota |
|---------|----------|----------|----------|
| C_1 | 566432,9 | C_{10} | 577368,9 |
| | 567021,9 | | 578279,6 |
| C_2 | 568080,0 | C_{11} | 579118,4 |
| | 568176,0 | | 579237,9 |
| C_3 | 568735,1 | C_{12} | 579892,4 |
| | 569903,3 | | 581070,2 |
| C_4 | 570734,5 | C_{13} | 581241,2 |
| | 571238,5 | | 581617,0 |
| C_5 | 571902,3 | C_{14} | 583096,5 |
| | 572325,8 | | 584274,3 |
| C_6 | 572849,0 | C_{15} | 587756,3 |
| | 573025,6 | | 591259,5 |
| C_7 | 573897,3 | C_{16} | 590081,7 |
| | 574388,6 | | 591259,5 |
| C_8 | 574639,0 | C_{17} | 592934,2 |
| | 575517,6 | | 593523,2 |
| C_9 | 576688,0 | | |
| | 577183,9 | | |

Berdasarkan tabel 4 diatas masing-masing kluster memiliki jumlah anggota yang sama yaitu dua anggota, hasil tersebut didapat berdasarkan acuan prinsip-prinsip yang ada dalam langkah 3. Selanjutnya hasil kluster dari langkah 3 dengan memperhatikan prinsip 1, prinsip 2 dan prinsip 3 disesuaikan dengan kondisi yang ada pada langkah 3 yaitu kondisi 1, kondisi 2 dan kondisi 3, sehingga hasil klusternya seperti yang tertera pada tabel 5 dibawah ini:

Tabel 5 Hasil Kluster Setelah Penyesuaian Dengan Kondisi-Kondisi Langkah 3

| Kluster | Anggota | Kluster | Anggota |
|---------|----------|----------|----------|
| C_1 | 566432,9 | C_9 | 576688,0 |
| | 567021,9 | | 577183,9 |
| C_2 | 568080,0 | C_{10} | 577368,9 |

| | | | |
|-------|----------|----------|-----------|
| | 568176,0 | | 578279,6 |
| C_3 | 568735,1 | C_{11} | 579118,4 |
| | 569903,3 | | 579237,9 |
| C_4 | 570734,5 | C_{12} | 580481,32 |
| | 571238,5 | | 581241,2 |
| | 571902,3 | C_{13} | 581617,0 |
| C_5 | 572325,8 | C_{14} | 583685,4 |
| | 572849,0 | C_{15} | 588345,17 |
| C_6 | 573025,6 | C_{16} | 590670,57 |
| | 573897,3 | C_{17} | 593523,16 |
| C_7 | 574388,6 | | |
| | 574639,0 | | |
| C_8 | 575517,6 | | |

Langkah 4: Asumsikan bahwa kluster yang diperoleh dari langkah 3 ditampilkan seperti berikut ini:

- $u_1 = \{566432, 567021\}$ $u_2 = \{567021, 568080\}$
- $u_3 = \{568080, 568176\}$ $u_4 = \{568176, 568735\}$
- $u_5 = \{568735, 569903\}$ $u_6 = \{569903, 570734\}$
- $u_7 = \{570734, 571239\}$ $u_8 = \{571239, 571902\}$
- $u_9 = \{571902, 572326\}$ $u_{10} = \{572326, 572849\}$
- $u_{11} = \{572849, 573026\}$ $u_{12} = \{573026, 573897\}$
- $u_{13} = \{573897, 574389\}$ $u_{14} = \{574389, 574639\}$
- $u_{15} = \{574639, 575518\}$ $u_{16} = \{575518, 576688\}$
- $u_{17} = \{576688, 577184\}$ $u_{18} = \{577184, 577369\}$
- $u_{19} = \{577369, 578280\}$ $u_{20} = \{578280, 579118\}$
- $u_{21} = \{579118, 579238\}$ $u_{22} = \{579238, 580481\}$
- $u_{23} = \{580481, 581241\}$ $u_{24} = \{581241, 581617\}$
- $u_{25} = \{581617, 583685\}$ $u_{26} = \{583685, 588345\}$
- $u_{27} = \{588345, 590671\}$ $u_{28} = \{590671, 593523\}$

Dari pengamsumsian diatas menjadi dasar untuk membentuk interval untuk tiap-tiap kluster sehingga menghasilkan kluster seperti tabel dibawah ini.

Tabel 6. Interval Kluster dan Titik Tengah

| Int(u) | 566433, 567022 | | Ttk tng |
|--------|----------------|----------|----------|
| 1 | 566432.9 | 566443.5 | 566438.2 |
| 56 | 567011.3 | 567021.9 | 567016.6 |
| Int(u) | 567022, 568080 | | Ttk tng |
| 57 | 567021.9 | 567040.8 | 567031.3 |
| 112 | 568061.1 | 568080.0 | 568070.6 |
| Int(u) | 568080, 568176 | | Ttk tng |
| 113 | 568080.0 | 568081.7 | 568080.9 |

| 168 | 568174.3 | 568176.0 | 568175.1 |
|---------|----------------|----------|----------|
| Int (u) | 568176, 568735 | | Ttk tng |
| 169 | 568176.0 | 568186.0 | 568181.0 |
| | | ⋮ | |
| 224 | 568725.2 | 568735.1 | 568730.1 |
| Int(u) | 568735, 569903 | | Ttk tng |
| 225 | 568735.1 | 568756.0 | 568745.6 |
| | | ⋮ | |
| 280 | 569882.4 | 569903.3 | 569892.9 |
| Int (u) | 569903, 570734 | | Ttk tng |
| 281 | 569903.3 | 569918.1 | 569910.7 |
| | | ⋮ | |
| 336 | 570719.6 | 570734.5 | 570727.0 |
| Int (u) | 570734, 571239 | | Ttk tng |
| 337 | 570734.5 | 570743.5 | 570739.0 |
| | | ⋮ | |
| 392 | 571229.5 | 571238.5 | 571234.0 |
| Int (u) | 571239, 571902 | | Ttk tng |
| 393 | 571238.5 | 571250.4 | 571244.4 |
| | | ⋮ | |
| 448 | 571890.4 | 571902.3 | 571896.3 |
| Int (u) | 571902, 572326 | | Ttk tng |
| 449 | 571902.3 | 571909.8 | 571906.0 |
| | | ⋮ | |
| 504 | 572318.2 | 572325.8 | 572322.0 |
| Int(u) | 572326, 572849 | | Ttk tng |
| 505 | 572325.8 | 572335.2 | 572330.5 |
| | | ⋮ | |
| 560 | 572839.7 | 572849.0 | 572844.3 |
| Int(u) | 572849, 573026 | | Ttk tng |
| 561 | 572849.0 | 572852.2 | 572850.6 |
| | | ⋮ | |
| 616 | 573022.5 | 573025.6 | 573024.1 |
| Int(u) | 573026, 573897 | | Ttk tng |
| 617 | 573025.6 | 573041.2 | 573033.4 |
| | | ⋮ | |
| 672 | 573881.7 | 573897.3 | 573889.5 |
| Int(u) | 573897, 574389 | | Ttk tng |
| 673 | 573897.3 | 573906.1 | 573901.7 |
| | | ⋮ | |
| 728 | 574379.8 | 574388.6 | 574384.2 |
| Int(u) | 574389, 574639 | | Ttk tng |
| 729 | 574388.6 | 574393.0 | 574390.8 |
| | | ⋮ | |
| 784 | 574634.5 | 574639.0 | 574636.8 |
| Int(u) | 574639, 575518 | | Ttk tng |
| 785 | 574639.0 | 574654.7 | 574646.8 |
| | | ⋮ | |
| 840 | 575501.9 | 575517.6 | 575509.8 |
| Int(u) | 575518, 576688 | | Ttk tng |
| 841 | 575517.6 | 575538.5 | 575528.1 |
| | | ⋮ | |
| 894 | 576625.3 | 576646.2 | 576635.8 |
| Int(u) | 576688, 577184 | | Ttk tng |
| 897 | 576688.0 | 576696.9 | 576692.5 |
| | | ⋮ | |

| | | | |
|--------|----------------|----------|----------|
| 952 | 577175.0 | 577183.9 | 577179.5 |
| Int(u) | 577184, 577369 | | Ttk tng |
| 953 | 577183.9 | 577187.2 | 577185.5 |
| 1008 | 577365.6 | 577368.9 | 577367.3 |
| Int(u) | 577369, 578280 | | Ttk tng |
| 1009 | 577368.9 | 577385.2 | 577377.1 |
| 1064 | 578263.3 | 578279.6 | 578271.4 |
| Int(u) | 578280, 579118 | | Ttk tng |
| 1065 | 578279.6 | 578294.6 | 578287.1 |
| 1120 | 579103.4 | 579118.4 | 579110.9 |
| Int(u) | 579118, 579238 | | Ttk tng |
| 1121 | 579118.4 | 579120.5 | 579119.4 |
| 1176 | 579235.7 | 579237.9 | 579236.8 |
| Int(u) | 579238, 580481 | | Ttk tng |
| 1177 | 579237.9 | 579260.1 | 579249.0 |
| 1232 | 580459.1 | 580481.3 | 580470.2 |
| Int(u) | 580481, 581241 | | Ttk tng |
| 1233 | 580481.3 | 580494.9 | 580488.1 |
| 1288 | 581227.6 | 581241.2 | 581234.4 |
| Int(u) | 581241, 581617 | | Ttk tng |
| 1289 | 581241.2 | 581247.9 | 581244.5 |
| 1344 | 581610.3 | 581617.0 | 581613.6 |
| Int(u) | 581617, 583685 | | Ttk tng |
| 1345 | 581617.0 | 581653.9 | 581635.4 |
| 1400 | 583648.5 | 583685.4 | 583666.9 |
| Int(u) | 583685, 588345 | | Ttk tng |
| 1401 | 583685.4 | 583768.6 | 583727.0 |
| 1456 | 588262.0 | 588345.2 | 588303.6 |
| Int(u) | 588345, 590671 | | Ttk tng |
| 1457 | 588345.2 | 588386.7 | 588365.9 |
| 1512 | 590629.0 | 590670.6 | 590649.8 |
| Int(u) | 590671, 593523 | | Ttk tng |
| 1513 | 590670.6 | 590721.5 | 590696.0 |
| 1568 | 593472.2 | 593523.2 | 593497.7 |

Berdasarkan tabel 6 diatas didapatkan sebanyak 1568 interval, interval-interval tersebut didapat berdasarkan ketentuan pada langkah 4. dan titik tengah dari masing-masing interval yaitu interval 1 hingga interval 1456. Setelah didapatkan nilai tengah untuk masing-masing interval, maka selanjutnya ketahap fuzzyfikasi, caranya dengan mencocokkan harga emas aktual dengan interval yang tersedia. Langkah mencocokkannya adalah mencari nilai interval terdekat dengan aktual. Hasil

langkah fuzzyfikasi ini tertera pada tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7. Hasil Fuzzyfikasi

| Tanggal | Harga Emas (Rp) | Hasil Peramalan (Rp) | Error |
|---------|-----------------|----------------------|-------|
| 1/2/18 | 568176.0 | - | - |
| 1/3/18 | 573025.6 | 573024 | 1.6 |
| 1/4/18 | 569199.6 | 569204 | -4.9 |
| 1/5/18 | 572325.8 | 572322 | 3.8 |
| 1/6/18 | 568909.3 | 568912 | -3.1 |
| 1/7/18 | 568735.1 | 568730 | 5.0 |
| 1/8/18 | 568857.2 | 568850 | 7.3 |
| 1/9/18 | 568080.0 | 568081 | -0.9 |
| 1/10/18 | 566432.9 | 566438 | -5.3 |
| 1/11/18 | 569903.3 | 569911 | -7.4 |
| 1/12/18 | 571238.5 | 571234 | 4.5 |
| 1/13/18 | 574339.6 | 574340 | -0.7 |
| 1/14/18 | 574686.5 | 574694 | -7.4 |
| 1/15/18 | 574932.2 | 574929 | 3.0 |
| 1/16/18 | 574639.0 | 574637 | 2.2 |
| 1/17/18 | 573897.3 | 573890 | 7.8 |
| 1/18/18 | 569704.7 | 569705 | -0.5 |
| 1/19/18 | 570903.7 | 570901 | 2.8 |
| 1/20/18 | 571124.7 | 571126 | -1.3 |
| 1/21/18 | 570734.5 | 570739 | -4.5 |
| 1/22/18 | 570927.0 | 570928 | -1.0 |
| 1/23/18 | 571902.3 | 571906 | -3.8 |
| 1/24/18 | 573901.7 | 573902 | 0.0 |
| 1/25/18 | 581617.0 | 581614 | 3.4 |
| 1/26/18 | 577705.9 | 577702 | 3.6 |
| 1/27/18 | 577871.3 | 577865 | 6.3 |
| 1/28/18 | 577533.7 | 577540 | -5.9 |
| 1/29/18 | 577368.9 | 577367 | 1.7 |
| 1/30/18 | 574388.6 | 574384 | 4.4 |
| 1/31/18 | 576688.0 | 576692 | -4.4 |
| 2/1/18 | 579202.5 | 579201 | 2.0 |
| 2/2/18 | 580481.3 | 580488 | -6.8 |
| 2/3/18 | 575331.2 | 575337 | -5.9 |
| 2/4/18 | 575517.6 | 575510 | 7.8 |
| 2/5/18 | 575252.1 | 575259 | -6.6 |
| 2/6/18 | 581241.2 | 581245 | -3.4 |
| 2/7/18 | 579237.9 | 579237 | 1.1 |
| 2/8/18 | 572849.0 | 572851 | -1.6 |
| 2/9/18 | 576748.5 | 576746 | 2.9 |
| 2/10/18 | 577183.9 | 577186 | -1.7 |

| | | | |
|---------|----------|--------|-------|
| 2/11/18 | 577429.2 | 577426 | 3.3 |
| 2/12/18 | 578279.6 | 578271 | 8.1 |
| 2/13/18 | 579118.4 | 579119 | -1.1 |
| 2/14/18 | 583685.4 | 583667 | 18.5 |
| 2/15/18 | 593523.2 | 593498 | 25.5 |
| 2/16/18 | 590670.6 | 590650 | 20.8 |
| 2/17/18 | 588345.2 | 588366 | -20.8 |

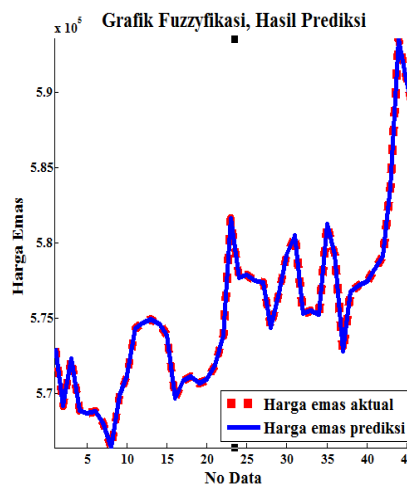
Berdasarkan tabel 7 diatas, dapat dilihat bahwa harga emas pada tanggal 2 Januari 2018 adalah Rp.586.176 yang berada pada interval $u_{168} = (568174, 568176)$ maka harga emas pada tanggal 2 Januari 2018 difuzzifikasi kedalam A_{168} . Harga emas pada tanggal 17 Februari 2018 adalah Rp.588.345 yang berada pada interval $u_{1457} = (588345, 588387)$ maka harga emas pada tanggal 17 Februari 2018 difuzzifikasi kedalam A_{1457} .

Selanjutnya dari tabel diatas dapat ditentukan relasi logika fuzzy, misalnya, hasil fuzzifikasi pada tanggal 23 Januari 2018 adalah A_{449} dan hasil fuzzifikasi harga emas pada tanggal 24 Januari adalah A_{673} . Maka relasi logika fuzzy antara tanggal 23 Januari dan tanggal 24 Januari 2018 adalah $A_{449} \rightarrow A_{673}$. A_{449} adalah keadaan sekarang dan A_{673} adalah keadaan yang akan datang pada relasi logika fuzzy. Maka relasi logika fuzzy setiap harinya harga emas adalah sebagai berikut:

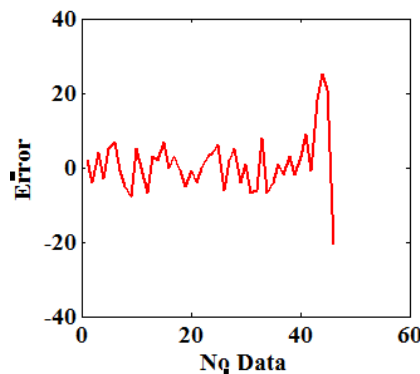
- $A_{168} \rightarrow A_{616}, A_{616} \rightarrow A_{247}, A_{247} \rightarrow A_{504}, A_{504} \rightarrow A_{233},$
- $A_{233} \rightarrow A_{224}, A_{224} \rightarrow A_{230}, A_{230} \rightarrow A_{113}, A_{113} \rightarrow A_1,$
- $A_1 \rightarrow A_{281}, A_{281} \rightarrow A_{392}, A_{392} \rightarrow A_{723}, A_{723} \rightarrow A_{788},$
- $A_{788} \rightarrow A_{803}, A_{803} \rightarrow A_{784}, A_{784} \rightarrow A_{672}, A_{672} \rightarrow A_{271},$
- $A_{271} \rightarrow A_{355}, A_{355} \rightarrow A_{380}, A_{380} \rightarrow A_{337}, A_{337} \rightarrow A_{358},$
- $A_{358} \rightarrow A_{449}, A_{449} \rightarrow A_{673}, A_{673} \rightarrow A_{1344}, A_{1344} \rightarrow A_{1029},$
- $A_{1029} \rightarrow A_{1039}, A_{1039} \rightarrow A_{1019}, A_{1019} \rightarrow A_{1008},$
- $A_{1008} \rightarrow A_{728}, A_{728} \rightarrow A_{897}, A_{897} \rightarrow A_{1159}, A_{1159} \rightarrow A_{1233},$
- $A_{1233} \rightarrow A_{829}, A_{829} \rightarrow A_{840}, A_{840} \rightarrow A_{824}, A_{824} \rightarrow A_{1289},$
- $A_{1289} \rightarrow A_{1176}, A_{1176} \rightarrow A_{561}, A_{561} \rightarrow A_{903}, A_{903} \rightarrow A_{953},$
- $A_{953} \rightarrow A_{1012,6}, A_{1012} \rightarrow A_{1064}, A_{1064} \rightarrow A_{1121},$
- $A_{1121} \rightarrow A_{1400}, A_{1400} \rightarrow A_{1568}, A_{1568} \rightarrow A_{1512},$
- $A_{1512} \rightarrow A_{1457}, A_{1457} \rightarrow \#$

Berdasarkan relasi logika fuzzy diatas tidak terdapat relasi logika fuzzy yang sama, maka tidak perlu dilakukan pengelompokan. Dengan memperhatikan relasi logika fuzzy yang terbentuk, maka dapat dilanjutkan kepada proses prediksi atau peramalan. Hasil prediksi tertera pada gambar 3 dan error prediksinya tertera pada gambar 4 dibawah ini.

Berdasarkan tabel gambar 3 dan 4 dibawah, terdapat beberapa error yang besar diantaranya yaitu pada peramalan pada tanggal 14 Februari 2018, 15 Februari 2018, 16 Februari 2018 dan 17 Februari 2018 secara berurutan yaitu 18,5%, 25,5%, 20,8 % dan -20,8% selebihnya dibawah 10 %. Jika dicari *mean absolute average percentage error* (MAPE) sebesar 5,3%.



Gambar 3. Hasil Prediksi Harga Emas



Gambar 4. Error Prediksi

KESIMPULAN

Hasil peramalan harga emas menghasilkan MAPE sebesar 5,3%, sehingga dapat disimpulkan bahwa metode *Automatic Clustering Fuzzy Logic Relationship* (ACFLR) baik digunakan untuk meramalkan harga emas perhari. Dengan mengacu hasil MAPE ini maka metode ini mampu memberikan informasi pendukung bagi investor untuk mengambil keputusan dalam berinvestasi pada emas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Megits, N., Reverchuk, S. and Chyzh, L. (2014) 'Investment Risks And Insurance', *Journal Of Eastern European And Central Asian Research*, 1(1), pp. 1–8. Available at: www.ieeca.org/journal.
- [2] Sitohang, S., Girsang, A. S. and Suharjito (2017) 'Prediction of the number of airport passengers using fuzzy C-means and adaptive neuro fuzzy inference system', *International Review of Automatic Control*, 10(3), pp. 280–287. doi: 10.15866/ireaco.v10i3.12003.
- [3] Indrawati, A. and Girsang, A. S. (2016) 'Electricity Demand Forecasting Using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System and Particle Swarm Optimization', *International Review of Automatic Control (IREACO)*, 9(6), p. 397. doi: 10.15866/ireaco.v9i6.10810.
- [4] Wang, W. and Liu, X. (2015) 'Fuzzy forecasting based on automatic clustering and axiomatic fuzzy set classification', *Information Sciences*. Elsevier Inc., 294(2), pp. 78–94. doi: 10.1016/j.ins.2014.09.027.
- [5] Endaryati, B. and Kurniawan, R. (2015) 'Komparasi Metode Peramalan Automatic Clustering Technique And Fuzzy Logical Relationships Dengan Single Exponential Smoothing', *Media Statistika*, 8(2), pp. 93–101.
- [6] Widarjono, A. (2013) *Ekonometrika - Pengantar dan Aplikasinya disertai Panduan Eviews -4/E*. Yogyakarta: Upp Stim Ykpn