



**PREDIKSI HARGA EMAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
AVERAGE-BASED FUZZY TIME SERIES**

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Muhammad Riduan Indra Hariwijaya  
NIM. 165150201111052



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG

2020

## PENGESAHAN

PREDIKSI HARGA EMAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE *AVERAGE-BASED FUZZY TIME SERIES*

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :  
Muhammad Riduan Indra Hariwijaya  
NIM: 165150201111052

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
10 Juni 2020

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Muhammad Tanzil Furgon, S.Kom., M.CompSc  
NIP: 19820930 200801 1 004

Dosen Pembimbing 2

Candra Dewi, S.Kom., M.Sc  
NIP: 19771114 200312 2 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Tri Astoto Kurniawan, S.T., M.T., Ph.D  
NIP: 19710518 200312 1 001



## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar referensi.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 10 Juni 2020



Muhammad Riduan Indra Hariwijaya

NIM: 165150201111052







## PRAKATA

Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat, taufik, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian dengan judul "Prediksi Harga Emas Dengan Menggunakan Metode *Average-Based Fuzzy Time Series*". Pada kesempatan ini penulis bertujuan untuk menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membimbing dan membantu penulis untuk menyusun penelitian ini, antara lain:

1. Bapak Muhammad Tanzil Furqon, S.Kom., M.CompSc selaku Dosen Pembimbing I yang sangat baik hati, sabar, dan memberikan solusi terbaik dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.
2. Ibu Candra Dewi, S.Kom, M.Sc selaku Dosen Pembimbing II yang sangat baik hati, bersedia meluangkan waktunya untuk bimbingan, bersedia menjawab pertanyaan penulis seputar topik penelitian, dan membantu penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.
3. Bapak Agus Wahyu Widodo, S.T, M.Cs, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
4. Bapak Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
5. Bapak Imam Cholissodin, S.Si, M.Kom, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan saran-saran terbaik selama penulis menempuh perkuliahan.
6. Keluarga penulis, yakni kedua orang tua, adik, nenek yang telah memberikan ridho, do'a, kasih sayang, kesabaran, dan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.
7. Teman-teman kos MC yang selalu memberikan saran, motivasi, dan kasih sayang seperti saudara dalam masa perkuliahan dan penelitian ini.
8. Sahabat perkuliahan (Insan Nurzaman B.A.P, Nehru P., Panji G., Amrizal I.J., Krisna D.A) yang selalu membantu penulis selama masa perkuliahan dalam hal tugas kuliah, belajar, ilmu kehidupan, berbagi pikiran, dan menyelesaikan penelitian ini.
9. Seluruh pihak yang namanya belum tercantum yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penulis sadar bahwa masih memiliki banyak kekurangan dan kesalahan, oleh karena itu penulis sangat berharap kritik dan saran yang membangun. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat dan membantu penelitian selanjutnya.

Malang, 10 Juni 2020

Penulis

[muhammadruiduanindra@gmail.com](mailto:muhammadruiduanindra@gmail.com)





## ABSTRAK

**Muhammad Riduan Indra Hariwijaya, Prediksi Harga Emas Dengan Menggunakan Metode *Average-Based Fuzzy Time Series***

**Pembimbing: Muhammad Tanzil Furqon, S.Kom., M.CompSc dan Candra Dewi, S.Kom, M.Sc**

Emas merupakan salah satu jenis logam mulia yang mempunyai nilai ekonomi dan seringkali digunakan sebagai alat untuk investasi. Permintaan emas meningkat dari tahun ke tahun, dikarenakan banyak orang telah mengetahui bahwa emas dapat dijadikan sebagai *safe haven*. *Safe haven* adalah kepemilikan berupa aset investasi yang memiliki tingkat resiko rendah, sehingga menjadi pelindung harta kekayaan. Dibalik menguntungkannya emas, banyak investor mengurungkan niatnya untuk berinvestasi karena takut ditipu dan tidak dapat memprediksi kenaikan atau penurunan harga emas. Oleh sebab itu dibutuhkan prediksi harga emas bagi investor agar terhindar dari kerugian ketika ingin investasi emas. Harga emas dapat diprediksi dengan menggunakan salah satu metode prediksi yakni *Average-Based Fuzzy Time Series*. Metode *Average-Based Fuzzy Time Series* memiliki kelebihan dalam penentuan interval yang efektif, interval yang dibentuk menggunakan *Average-based length* sehingga dapat meningkatkan ketepatan hasil prediksi. Metode *Average-Based Fuzzy Time Series* menggunakan prinsip-prinsip logika fuzzy dalam proses melakukan prediksi, seperti himpunan fuzzy, derajat keanggotaan, fuzzifikasi, dan defuzzifikasi. Data yang digunakan merupakan harga emas harian yang diambil dari situs resmi Logam Mulia sejumlah 2700 data dengan rentang waktu awal bulan Januari 2010 hingga akhir Desember 2019. Berdasarkan hasil penelitian, nilai error (MAPE) terbaik yang diperoleh sebesar 0,34216% dan masuk ke dalam kriteria sangat baik karena dibawah 10%. Dapat disimpulkan bahwa metode *Average-Based Fuzzy Time Series* baik untuk melakukan prediksi harga emas.

Kata kunci: prediksi, harga emas, *Average-Based Fuzzy Time Series*, *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*





## ABSTRACT

**Muhammad Riduan Indra Hariwijaya, Prediction Of Gold Price Using Average-Based Fuzzy Time Series Method.**

**Supervisors: Muhammad Tanzil Furqon, S.Kom., M.CompSc and Candra Dewi, S.Kom, M.Sc**

Gold is a type of precious metal that has economic value and is often used as a tool for investment. Demand for gold increases from year to year, because many people already know that gold can be used as a safe haven. Safe haven is ownership in the form of investment assets that have a low level of risk, thus becoming a protector of assets. Behind the benefits of gold, many investors discourage their investment because they are afraid of being deceived and cannot predict the increase or decrease in gold prices. Therefore we need a prediction of gold prices for investors to avoid losses when they want to invest in gold. The price of gold can be predicted using one of the prediction methods, the Average-Based Fuzzy Time Series. The Average-Based Fuzzy Time Series method has the advantage of determining effective intervals, intervals formed using Average-based length so as to increase the accuracy of prediction results. The Average-Based Fuzzy Time Series method uses the principles of fuzzy logic in the process of making predictions, such as fuzzy set, degree of membership, fuzzification, and defuzzification. The data used are daily gold prices taken from the official website of Logam Mulia with 2700 data with a time span from the beginning of January 2010 to the end of December 2019. Based on the research results, the best Mean Absolute Percentage Error (MAPE) error value obtained was 0.34216%, and MAPE score belongs to very good criteria because it is under 10%. It can be concluded that the Average-Based Fuzzy Time Series method is good for predicting gold prices.

**Keyword: prediction, gold price, Average-Based Fuzzy Time Series, Mean Absolute Percentage Error (MAPE)**





## DAFTAR ISI

PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Pembahasan.....	4
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN.....	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Emas.....	8
2.3 Prediksi.....	8
2.4 <i>Time Series</i> (Data Runtun Waktu).....	9
2.5 Logika Fuzzy.....	9
2.5.1 Fungsi Keanggotaan.....	10
2.6 <i>Average-Based Fuzzy Time Series</i> .....	11
2.7 <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE).....	15
BAB 3 METODOLOGI.....	16
3.1 Tipe Penelitian.....	16
3.2 Strategi Penelitian.....	16
3.2.1 Lokasi Penelitian.....	16
3.2.2 Pengumpulan Data.....	16
3.2.3 Peralatan Pendukung.....	17













## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Pustaka .....	6
Tabel 2.2 Base Mapping Table .....	12
Tabel 2.3 Fuzzy Logical Relationship (FLR) .....	14
Tabel 2.4 Fuzzy Logical Relationship Groups (FLRG) .....	14
Tabel 2.5 Kriteria Hasil MAPE .....	15
Tabel 3.1 Harga Emas Bulan Januari 2019 .....	16
Tabel 4.1 Hasil Selisih .....	36
Tabel 4.2 Sub-himpunan dan <i>Midpoint</i> .....	38
Tabel 4.3 Fuzzy Set .....	39
Tabel 4.4 Derajat Keanggotaan Fuzzy .....	40
Tabel 4.5 Fuzzifikasi .....	40
Tabel 4.6 Fuzzy Logic Relationship (FLR) .....	41
Tabel 4.7 Fuzzy Logic Relationship Groups (FLRG) .....	42
Tabel 4.8 Defuzzifikasi .....	43
Tabel 4.9 Hasil Prediksi .....	44
Tabel 4.10 Hasil MAPE .....	45
Tabel 4.11 Pengaruh Jumlah Data Latih Terhadap Hasil Prediksi dan Nilai MAPE .....	46
Tabel 4.12 Nilai MAPE berdasarkan Jumlah Data .....	46
Tabel 6.1 Nilai MAPE dari Pengujian 250 Data Latih .....	59
Tabel 6.2 Nilai MAPE dari Pengujian 500 Data Latih .....	61
Tabel 6.3 Nilai MAPE dari Pengujian 750 Data Latih .....	63
Tabel 6.4 Nilai MAPE dari Pengujian 1000 Data Latih .....	65
Tabel 6.5 Nilai MAPE dari Pengujian 1250 Data Latih .....	67
Tabel 6.6 Nilai MAPE dari Pengujian 1500 Data Latih .....	69
Tabel 6.7 Nilai MAPE dari Pengujian 1750 Data Latih .....	71
Tabel 6.8 Nilai MAPE dari Pengujian 2000 Data Latih .....	73
Tabel 6.9 Nilai MAPE dari Pengujian 2250 Data Latih .....	75
Tabel 6.10 Nilai MAPE dari Pengujian 2500 Data Latih .....	77
Tabel 6.11 Nilai error MAPE Pengujian .....	79





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik fungsi Keanggotaan Segitiga.....	10
Gambar 3.1 Deskripsi umum sistem .....	19
Gambar 4.1 <i>Flowchart</i> Prediksi dengan Metode <i>Average-Based Fuzzy Time Series</i> .....	22
Gambar 4.2 <i>Flowchart</i> Himpunan Semesta dan Sub Himpunan .....	23
Gambar 4.3 <i>Flowchart</i> Rata-rata Selisih .....	24
Gambar 4.4 <i>Flowchart</i> Panjang Interval .....	26
Gambar 4.5 <i>FlowChart</i> Jumlah Sub Himpunan.....	27
Gambar 4.6 <i>Flowchart</i> Sub Himpunan dan <i>Midpoint</i> .....	28
Gambar 4.7 <i>Flowchart</i> <i>Fuzzy Set</i> .....	29
Gambar 4.8 <i>Flowchart</i> Fuzzifikasi .....	30
Gambar 4.9 <i>Flowchart</i> menentukan FLR dan FLRG .....	32
Gambar 4.10 <i>Flowchart</i> defuzzifikasi .....	33
Gambar 4.11 <i>Flowchart</i> prediksi.....	34
Gambar 4.12 <i>Flowchart Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i> .....	35
Gambar 6.1 Grafik Hasil Pengujian 250 Data Latih .....	60
Gambar 6.2 Grafik Hasil Pengujian 500 Data Latih .....	62
Gambar 6.3 Grafik Hasil Pengujian 750 Data Latih .....	64
Gambar 6.4 Grafik Hasil Pengujian 1000 Data Latih.....	66
Gambar 6.5 Grafik Hasil Pengujian 1250 Data Latih.....	68
Gambar 6.6 Grafik Hasil Pengujian 1500 Data Latih.....	70
Gambar 6.7 Grafik Hasil Pengujian 1750 Data Latih.....	72
Gambar 6.8 Grafik Hasil Pengujian 2000 Data Latih.....	74
Gambar 6.9 Grafik Hasil Pengujian 2250 Data Latih.....	76
Gambar 6.10 Grafik Hasil Pengujian 2500 Data Latih.....	78
Gambar 6.11 Grafik Hasil Pengujian Nilai error MAPE .....	79





Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Dataset Harga Emas.....	84
Lampiran B Derajat Keanggotaan.....	86

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya





## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Emas adalah salah satu jenis logam mulia yang mempunyai nilai ekonomi dan menguntungkan karena dapat dijadikan alat investasi. Emas bernilai karena mempunyai kemampuan terhadap daya beli terkini (Dipraja, 2011). Daya beli menurut kamus besar bahasa Indonesia (KBBI) merupakan kemampuan untuk mendapatkan barang yang diperlukan atau dikehendaki dengan membayar barang tersebut. Menurut tanuwidjaja pada tahun 2009 emas merupakan alat investasi yang mampu menjadi pelindung *protector of value and wealth* (nilai dan kekayaan). Emas juga tahan terhadap inflasi yang terjadi. Ketika tingkat inflasi terus meningkat, umumnya kenaikan harga emas juga semakin bagus. Namun perlu diingat apabila laju inflasi rendah, harga emas cenderung akan konstan (Tanuwidjaja, 2009).

Permintaan emas saat ini meningkat dari tahun ke tahun, dikarenakan banyak orang yang telah mengetahui bahwa emas sendiri dapat dijadikan sebagai *safe haven*. *Safe haven* dalam istilah investasi merupakan kepemilikan berupa aset investasi yang memiliki resiko dengan tingkat yang rendah, saat terjadi ketidakstabilan ekonomi dan geopolitik, serta emas juga banyak diminati dan (Martin, 2014). Disisi lain, jumlah emas di dunia ini tentunya tersedia dalam jumlah terbatas, sedangkan permintaan emas yang ada terus meningkat dari tahun ke tahun. Kondisi tersebut menjadi faktor bahwa emas di waktu kedepan harganya akan terus naik (Suharto, 2013).

Pengetahuan berinvestasi dibutuhkan ketika calon investor ingin investasi ke suatu bisnis atau komoditas. Pengetahuan berinvestasi menjadi landasan agar investasi yang dilakukan dapat menguntungkan dan menjadi aset di masa mendatang. Banyak calon investor mengurungkan niatnya untuk berinvestasi karena mereka takut ditipu dalam investasi komoditas emas dan juga tidak dapat memprediksi kapan harga emas naik dan turun. Perubahan harga emas tersebut mengakibatkan para investor emas harus mengambil langkah cepat untuk membeli atau menjual saham dalam komoditas emas. Untuk memperkecil faktor tersebut teknologi informasi khususnya bidang data mining dimanfaatkan dalam melakukan prediksi harga emas (Mahena, et al., 2015). Salah satu metode dari *data mining* yang dapat diimplemenatsikan dalam melakukan prediksi dengan kasus emas yaitu *Average-Based Fuzzy Time Series*.

*Average-Based Fuzzy Time Series Method* sudah banyak diimplementasikan ke dalam permasalahan prediksi. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Steven tahun 2013 dengan membandingkan antara metode *Average-Based Fuzzy Time Series* dengan *Holt Double Exponential Smoothing* untuk meramalkan jumlah mahasiswa baru Institut Pertanian Bogor. Pada penelitian tersebut menggunakan





pengukuran ketepatan hasil peramalan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil peramalan dengan menggunakan *Average-Based Fuzzy Time Series* menghasilkan tingkat ketepatan peramalan yang lebih baik dengan nilai MAPE sebesar 6,41%, sedangkan tingkat ketepatan peramalan menggunakan metode *Holt Double Exponential Smoothing* menghasilkan nilai MAPE sebesar 7,75% (Steven, 2013).

Penelitian selanjutnya terkait penerapan metode *Average-Based Fuzzy Time Series* dilakukan pada tahun 2008 pernah diuji coba oleh Sun Xihao dan Li Yimin. Penelitian tersebut melakukan prediksi terhadap Shanghai compound index dengan mengimplementasikan metode *Average-Based Fuzzy Time Series*. *Average-Based Fuzzy Time Series* memiliki perbedaan dengan *Fuzzy Time Series* yakni dalam menentukan panjang interval yang dibentuk. Pada *Average-Based Fuzzy Time Series*, panjang interval ditentukan dengan menggunakan *Average-Based Length* sebagai penentu panjang interval yang digunakan. Dalam penelitian tersebut dilakukan perbandingan antara metode *Average-Based dengan weighted Fuzzy Time Series*. Dalam penelitian tersebut untuk menilai atau evaluasi hasil prediksi menggunakan *Mean Squared Error* (MSE), dan nilai MSE yang dihasilkan dari metode *Average-Based Fuzzy Time Series* lebih rendah dibandingkan *weighted Fuzzy Time Series* dengan masing-masing nilai 292.3224 dan 436.227 (Xihao & Yimin, 2008).

Penelitian lainnya terkait implementasi metode *Average-Based Fuzzy Time Series*, yakni diimplementasikan oleh Yulian Ekananta tahun 2018 melakukan prediksi terhadap Konsumsi Energi Listrik Indonesia dengan data yang direkam mulai tahun 1971 hingga 2013. Pada penelitian tersebut menguji apakah jumlah data memengaruhi nilai *Average forecasting error rate* (AFER), dan nilai AFER terbaik yakni 9.24 sehingga metode tersebut memiliki tingkat error rata-rata yang relatif kecil. Pengujian juga dilakukan dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk menentukan kriteria hasil prediksi apakah sangat baik, baik, cukup baik, dan buruk. Berdasarkan pengujian MAPE yang dilakukan diperoleh hasil sebesar 14.27%, dan termasuk kriteria baik MAPE (10% - 20%) (Ekananta, 2018).

Berlandaskan penjelasan latar belakang diatas, maka *Average-Based Fuzzy Time Series* menghasilkan nilai kesalahan relatif rendah dan dapat dijadikan acuan bahwa metode tersebut baik untuk digunakan dalam kasus prediksi. Dalam penelitian ini, *Average-Based Fuzzy Time Series* akan diterapkan untuk memprediksi harga emas. Kemudian pada penelitan ini akan dilihat hasil *error* prediksi yang dihasilkan oleh metode *Average-Based Fuzzy Time Series*. Berdasarkan penjelasan diatas maka penulis mengajukan sebuah penelitian dengan judul "Prediksi harga emas dengan menggunakan metode *Average-Based Fuzzy Time Series*".





## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang, berikut permasalahan yang akan dibahas.

1. Bagaimana mengimplementasikan metode *Average-Based Fuzzy Time Series* dalam memprediksi harga emas?
2. Bagaimana pengaruh jumlah data latih yang digunakan dalam memprediksi harga emas menggunakan metode *Average-Based Fuzzy Time Series*?
3. Bagaimana nilai *error* yang dihasilkan dengan mengimplementasikan metode *Average-Based Fuzzy Time Series* dalam prediksi harga emas?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari dilaksanakan penelitian ini yakni sebagai berikut.

1. Mengimplementasikan metode *Average-Based Fuzzy Time Series* dalam memprediksi harga emas.
2. Mengetahui pengaruh jumlah data yang digunakan dalam memprediksi memprediksi harga emas dengan metode *Average-Based Fuzzy Time Series*.
3. Mengetahui nilai *error* yang dihasilkan dengan mengimplementasikan metode *Average-Based Fuzzy Time Series* dalam memprediksi harga emas.

## 1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari dilaksanakan penelitian ini adalah dapat memprediksi harga emas sehingga Investor emas dapat mengetahui harga emas diwaktu mendatang dan dapat mengambil langkah tepat untuk melakukan investasi di komoditas emas.

## 1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian ini agar implementasi dalam penelitian ini berjalan sesuai topik yang akan dibahas, maka diperlukan suatu batasan masalah. Batasan masalah dalam penelitain ini sebagai berikut:

1. Data yang digunakan merupakan harga emas yang didapatkan dari *website* logam mulia <https://www.logammulia.com/id/purchase/gold>.
2. Data yang digunakan adalah data harian harga emas *website* logam mulia dimulai dari bulan Januari 2010 – Desember 2019.
3. Penelitian ditujukan untuk mengimplementasikan dan menguji metode *Average-Based Fuzzy Time Series* untuk memprediksi harga emas serta tidak dibandingkan dengan metode prediksi lainnya.





## 1.6 Sistematika Pembahasan

### BAB I PENDAHULUAN

Bab I menguraikan sebuah latar belakang permasalahan yang diangkat, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

### BAB II LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab II menguraikan literatur yang menjadi bahan kajian, konsep dasar, teori yang memiliki kaitan dengan penelitian ini. Literatur berguna sebagai landasan dan memperkuat argumen peneliti untuk mendukung penelitian ini diantaranya teori tentang Emas, Logika Fuzzy, *Time Series*, *Average-Based Fuzzy Time Series*, *MAPE*.

### BAB III METODOLOGI

Bab III menjelaskan metodologi atau alur penelitian untuk menyelesaikan penelitian dengan permasalahan prediksi harga emas.

### BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN

Bab IV membahas formulasi permasalahan yang diangkat serta membuat *flowchart* atau diagram alir penyelesaian permasalahan dengan menggunakan metode yang digunakan, serta menggambarkan rancangan sistem yang akan dibangun sebelum diimplementasikan.

### BAB V IMPLEMENTASI

Bab V membahas implementasi sistem yang telah dirancang, serta melampirkan beberapa bagian kode program dari perangkat lunak yang dibuat.

### BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab VI menjelaskan pengujian sistem yang telah dibuat, serta melakukan analisis terhadap hasil dari pengujian.

### BAB VII PENUTUP

Bab VII memuat kesimpulan dari hasil pengujian dan analisis sebelumnya, dan memberikan saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.





## BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab dua menjelaskan dasar teori terkait dengan Emas, Prediksi, *Time Series*, Logika *Fuzzy*, Metode *Average-Based Fuzzy Time Series*, dan perhitungan kesalahan (*error*) dengan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Dan terdapat kajian pustaka yang memuat penelitian-penelitian sebelumnya dan memiliki keterkaitan dalam penelitian yang akan dilakukan.

### 2.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka merujuk pada 5 penelitian yang pernah dilakukan. Tiga penelitian yang dijadikan sumber kajian merupakan penelitian internasional, dan dua penelitian merupakan penelitian nasional. Penelitian pertama yang dijadikan rujukan merupakan penelitian yang dilakukan oleh Shyi-Ming Chen tahun 1996. Penelitian tersebut melakukan prediksi terhadap data pendaftaran historis dari Universitas Alabama dengan mengimplementasikan metode *Fuzzy Time Series*. Dalam penelitian tersebut peneliti mengajukan alur pembentuk *Fuzzy Logic Relationship Groups* (FLRG) yang lebih sederhana dengan menggunakan nilai tengah dari tiap sub himpunan semesta. Metode yang diusulkan penulis tidak hanya menghasilkan hasil prediksi yang baik, namun juga dapat memprediksi dengan baik ketika data historis yang digunakan tidak akurat. Dari penelitian tersebut menghasilkan nilai *error* prediksi dengan *range* 0,10% - 9,07%, dan nilai kesalahan atau *error* rata-rata sejumlah 3,23% (Chen, 1996).

Penelitian sebelumnya pada tahun 2008 pernah diuji coba oleh Sun Xihao dan Li Yimin. Penelitian tersebut melakukan prediksi terhadap Shanghai compound index dengan mengimplementasikan metode *Average-Based Fuzzy Time Series*. *Average-Based Fuzzy Time Series* memiliki perbedaan dengan *Fuzzy Time Series* yakni dalam menentukan panjang interval yang dibentuk. Pada *Average-Based Fuzzy Time Series*, panjang interval ditentukan dengan menggunakan *Average-Based Length* sebagai penentu panjang interval yang digunakan. Dalam penelitian tersebut dilakukan perbandingan antara metode *Average-Based* dengan *weighted Fuzzy Time Series*. Dalam penelitian tersebut untuk menilai atau evaluasi hasil prediksi menggunakan *Mean Squared Error* (MSE), dan nilai MSE yang dihasilkan dari metode *Average-Based Fuzzy Time Series* lebih rendah dibandingkan *weighted Fuzzy Time Series* dengan masing-masing nilai 292.3224 dan 436.227 (Xihao & Yimin, 2008). Pengujian dari hasil prediksi yang dihasilkan oleh *Average-Based Fuzzy Time Series* dapat dilakukan dengan menggunakan pengujian MAPE.

Beberapa penelitian yang menggunakan pengujian MAPE yakni dilakukan oleh Abdul Aziz, Khoirun Nissa Isti Khomah, Sarngadi Palgunadi Yohanes tahun 2018 yang memprediksi harga bahan makanan nasional dengan metode *Average-Based Fuzzy Time Series*. Dari penelitian tersebut pengukuran tingkat *error* dari





prediksi yang dilakukan menggunakan MAPE. Nilai MAPE yang dihasilkan kurang dari 10% dan nilai terbaik sebesar 0,07%, membuktikan bahwa *Average-Based Fuzzy Time Series* menggunakan Markov Chain lebih baik daripada pendekatan Song – Chissom untuk memprediksi harga bahan makanan nasional (Aziz, et al., 2019).

Penelitian lainnya terkait metode *Average-Based Fuzzy Time Series* pernah dilakukan oleh Fajar Pangestu pada 2018 untuk memprediksi jumlah kendaraan bermotor di Indonesia. Data penelitian yang digunakan didapatkan dari BPS (Badan Pusat Statistik) kota DKI Jakarta sejumlah 45 data yang merupakan jumlah sepeda motor dan mobil. Peneliti menganalisis pengaruh interval tahun yang digunakan untuk data *training*, dan apakah berpengaruh terhadap hasil prediksi. Untuk menguji hasil prediksi dengan data aktual maka peneliti menerapkan perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil kesalahan (*error*) MAPE yang dihasilkan sebesar 12.67% dan termasuk ke dalam kategori baik, karena nilai yang dihasilkan dibawah 20% (Pangestu, 2018).

Penelitian terkait implementasi metode *Average-Based Fuzzy Time Series*, dilakukan oleh Yulian Ekananta tahun 2018 melakukan prediksi terhadap Konsumsi Energi Listrik Indonesia dengan data yang direkam mulai tahun 1971 hingga 2013. Pada penelitian tersebut menguji apakah jumlah data memengaruhi nilai *Average forecasting error rate* (AFER), dan nilai AFER terbaik yang didapatkan yaitu 9.24, sehingga metode tersebut memiliki tingkat *error* rata-rata yang relatif kecil. Pengujian lainnya menggunakan perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan tujuan menentukan kriteria hasil prediksi. Hasil dari pengujian MAPE sebesar 14.27%, dan termasuk kriteria MAPE yang baik (10% - 20%) (Ekananta, 2018). Berlandaskan penelitian-penelitian sebelumnya dan disampaikan diatas, metode *Average-Based Fuzzy Time Series* diuji dengan berbagai metode evaluasi diantaranya MSE, MAPE, AFER dan menghasilkan nilai *error* yang dikategorikan baik sehingga dapat diimplementasikan untuk melakukan prediksi. Beberapa penelitian sebelumnya dirangkum pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

Judul	Objek	Peneliti dan Tahun	Metode	Hasil Penelitian
<i>Forecasting enrollments based on fuzzy time series</i>	<i>The data of historical enrollments of the University of Alabama</i>	Shyi-Ming Chen (1996)	<i>Fuzzy Time Series</i>	Nilai <i>error</i> prediksi pada range 0,10% - 9,07%, dan nilai <i>error</i> rata-rata sebesar 3,23%.





Judul	Objek	Peneliti dan Tahun	Metode	Hasil Penelitian
<i>Average-based fuzzy time series models for forecasting Shanghai compound index</i>	<i>Shanghai compound index</i>	Sun Xihao, Li Yimin (2008)	<i>Average-based fuzzy time series models</i>	Nilai MSE dari <i>Average-Based Fuzzy Time Series</i> lebih rendah dibandingkan <i>weighted Fuzzy Time Series</i> dengan masing-masing nilai 292.3224 dan 436.227.
<i>Prediction The Price of National Groceries Using Average-Based Fuzzy Time Series With Song – Chissom and Markov Chain Approach</i>	Prediksi harga bahan makanan nasional	Abdul Aziz, Khoirun Nissa Isti Khomah, Sarngadi Palgunadi Yohanes (2018).	<i>Average-Based Fuzzy Time Series</i> dengan pendekatan Song-Choissom dan Markov Chain.	Memberikan hasil pengujian MAPE dengan nilai kurang dari 10% dan nilai terbaik sebesar 0,07%. Membuktikan bahwa <i>Average-Based Fuzzy Time Series</i> menggunakan pendekatan Markov Chain lebih baik daripada pendekatan Song-Chissom untuk prediksi harga bahan makanan nasional.
prediksi jumlah kendaraan bermotor di Indonesia menggunakan	Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia	Fajar Pangestu (2018)	<i>Average-Based Fuzzy Time Series models</i>	Memberikan hasil error MAPE sebesar 12.67% dan masuk kategori





Judul	Objek	Peneliti dan Tahun	Metode	Hasil Penelitian
metode <i>Average-Based Fuzzy Time Series Models</i>				Baik (dibawah 20%).
Penerapan Metode <i>Average-Based Fuzzy Time Series</i> Untuk Prediksi Konsumsi Energi Listrik Indonesia	Jumlah Konsumsi Listrik di Indonesia	Yulian Ekananta (2018)	<i>Average-Based Fuzzy Time Series</i>	-Nilai error AFER sebesar 9.24 (relatif kecil) -Nilai MAPE yang dihasilkan sebesar 14.27% dan masuk kriteria baik (dibawah 20%).

## 2.2 Emas

Emas adalah salah satu aset berharga yang dapat dibuat menjadi perhiasan dan juga dapat disimpan menjadi koleksi, selain itu emas juga dapat digunakan aset untuk investasi dalam jangka panjang (Simanjuntak, 2015). emas merupakan alat investasi yang mampu menjadi pelindung *protector of value and wealth* (nilai dan kekayaan). Emas juga tahan terhadap inflasi yang terjadi. Ketika tingkat inflasi terus meningkat, umumnya kenaikan harga emas juga semakin bagus. Namun perlu diingat apabila laju inflasi rendah, harga emas cenderung akan konstan (Tanuwidjaja, 2009). Di pasar dunia harga emas dinyatakan dengan menggunakan satuan *troy ounce*, satuan tersebut digunakan untuk menyatakan satuan berat murni emas murni dan setara dengan 31,103 gram per *troy ounce* (Salim, 2011).

## 2.3 Prediksi

Prediksi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) memiliki arti aktivitas atau tindakan yang dilakukan dengan tujuan menduga hal yang akan terjadi. Prediksi merupakan sebuah proses memperkirakan secara sistematis mengenai sesuatu yang paling memungkinkan terjadi dimasa mendatang bersumber pada informasi masa lalu dan saat ini yang dimiliki, agar tingkat kesalahan (selisih antara sesuatu yang terjadi dengan hasil perkiraan) dapat diminimalisir. Prediksi tidak mengharuskan memberikan jawaban secara pasti terkait kejadian yang akan terjadi, melainkan mengusahakan mencari jawaban sedekat mungkin terkait kejadian yang akan terjadi (Herdianto, 2013).





## 2.4 Time Series (Data Runtun Waktu)

Data *time series* merupakan data historis atau data masa lalu yang dikumpulkan dalam kurun waktu tertentu dan berurutan. Periode Waktu dalam mengumpulkan *data time series* dapat berbentuk jam, hari, minggu, bulan, kuartal, semester, dan tahun. *Time series* perlu dilakukan analisis agar dapat digunakan untuk memperkirakan nilai di yang ada di masa depan dengan menemukan pola variasi di masa lalu, sehingga dapat memudahkan manajemen operasi dan melakukan perencanaan. Analisis *time series* dilakukan dengan membagi data masa lalu atau historis ke dalam beberapa komponen dan diproyeksikan ke waktu yang akan datang. analisis dan pengamatan terhadap data *time series* dapat dilihat dari empat komponen yang berpengaruh pada pola data dimasa lalu dan saat ini, dan memungkinkan untuk terulang dimasa depan. Untuk komponen pola data *time series* yang dimaksud antara lain (Subekti, 2010):

### 1. Trend

*Trend* merupakan komponen dengan jangka waktu yang panjang dan mendasari kenaikan atau penurunan suatu data *time series* secara perlahan.

### 2. Siklikal

*Siklikal* merupakan salah satu pola data yang ada pada kurun waktu beberapa tahun. Pola dari data *time series* ini terjadi fluktuasi atau siklus diakibatkan dari kondisi ekonomi.

### 3. Seasonal (Musiman)

*Seasonal (Musiman)* merupakan salah satu komponen dari pola data *time series* yang terjadi dalam periode waktu tertentu dan berulang. Pola data ini mengalami fluktuasi pada data bulanan, kuartal, atau mingguan.

### 4. Random (Tidak Beraturan)

*Random (Tidak Beraturan)* merupakan pola data yang acak diakibatkan keadaan atau kondisi yang tidak beraturan atau tidak dapat diprediksi.

## 2.5 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan pada tahun 1965 oleh Prof. Lotfi A. Zadeh melalui papernya. Prinsip Logika *fuzzy* dibangun dengan menggunakan dasar teori himpunan *fuzzy* atau *fuzzy set*. Logika *fuzzy* memiliki kemampuan untuk mengekspresikan ambiguitas pemikiran manusia dan menerjemahkan pengetahuan para ahli menjadi data numerik yang dapat dihitung (Mirbagheri & Tagiev, 2011). Pada Logika *fuzzy* juga dikenal derajat keanggotaan yang mempunyai peranan penting untuk menentukan keberadaan suatu elemen di dalam sebuah himpunan. Derajat keanggotaan atau *membership function* adalah karakteristik dasar untuk penalaran dalam logika *fuzzy* (Zadeh, 1965). Himpunan *Fuzzy* terdiri dari 2 atribut, sebagai berikut (Perangin-Angin, 2015):





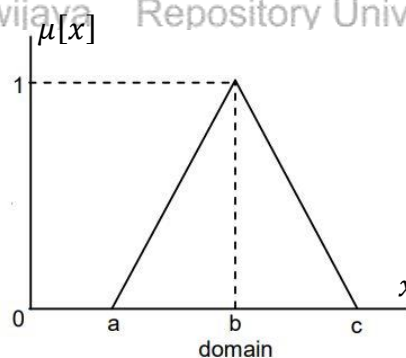
1. Linguistik merupakan suatu kumpulan atau kelompok yang berguna untuk menunjukkan keadaan tertentu. Nilai linguistik dapat digunakan dengan nilai berupa kata, dan bukan angka. Contoh penggunaan atribut Linguistik seperti DINGIN, SEJUK, PANAS mewakili variabel Temperatur.
2. Numeris merupakan suatu nilai yang berupa angka, dan berfungsi untuk menyatakan ukuran sebuah variabel. Misalnya 10, 20, 30.

### 2.5.1 Fungsi Keanggotaan

Fungsi Keanggotaan atau *membership function* adalah kurva yang digambarkan dengan tujuan untuk memperlihatkan pemetaan input data ke dalam derajat keanggotaan dengan rentang antara 0 sampai 1 (Kusumadewi & Purnomo, 2013). Dalam penelitian Sun Xihao dan Yi Limin tahun 2008, Afif Ridhwan tahun 2017, dan Yulian Ekananta tahun 2018 fungsi keanggotaan *fuzzy* dalam implementasi *Average-Based Fuzzy Time Series* menggunakan fungsi keanggotaan *fuzzy* segitiga, berdasarkan penelitian sebelumnya tersebut maka penelitian ini mengimplementasikan fungsi keanggotaan *fuzzy* berbentuk segitiga.

#### Fungsi keanggotaan Segitiga

Fungsi keanggotaan segitiga direpresentasikan dengan kurva berbentuk segitiga. Fungsi ini memiliki tiga domain untuk menentukan derajat keanggotaan variabel atau data  $x$ , diantaranya domain  $a$ ,  $b$ , dan  $c$ . Jika variabel  $x$  memiliki nilai yang masuk rentang  $a \leq x \leq b$ , maka derajat keanggotaannya antara 0-1. Jika variabel  $x$  memiliki nilai yang masuk ke dalam rentang  $b \leq x \leq c$ , maka derajat keanggotaannya antara 1-0. Dan jika variabel  $x$  memiliki nilai  $x < a$  atau  $x > c$ , maka derajat keanggotaan variabel tersebut 0. Representasi kurva fungsi keanggotaan segitiga ditunjukkan pada Gambar 2.1 dan representasi fungsi keanggotaan dapat dilihat pada persamaan 2.1.



Gambar 2.1 Grafik fungsi Keanggotaan Segitiga

Sumber: (Ridhwan, 2017)

#### Keterangan Gambar 2.1:

$\mu[x]$  = derajat keanggotaan  $x$

$x$  = variabel yang di konversi ke dalam bentuk *fuzzy*.





$a, c$  = nilai derajat keanggotaan dengan nilai 0

$b$  = nilai derajat keanggotaan dengan nilai 1

**Fungsi Keanggotaan :**

persamaan 2.1 merupakan gambaran fungsi keanggotaan segitiga.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & x > c \end{cases} \quad (2.1)$$

**2.6 Average-Based Fuzzy Time Series**

*Fuzzy time series* adalah metode yang dapat diimplementasikan untuk menganalisis data *time series*. Metode *Fuzzy time series* memiliki tujuan utama yakni memprediksi data *time series* yang dapat digunakan secara luas pada data sembarang data *real time*, salah satunya pasar modal (Hansun, 2013). Pada *Average-Based Fuzzy Time Series* menerapkan *Average-Based Length* sebagai penentu panjang interval dalam memprediksi. Untuk tahapan memprediksi dengan *Average-Based Fuzzy Time Series*, sebagai berikut (Xihao & Yimin, 2008).

1. Menentukan himpunan semesta ( $U$ ), dimana  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$  dengan persamaan 2.2:

$$U = [D_{min} - D_1, D_{max} - D_2] \quad (2.2)$$

**Keterangan:**

$U$  = Himpunan Semesta

$D_{min}$  = Nilai minimal data historis

$D_{max}$  = Nilai maksimal data historis.

2. Memecah himpunan semesta ( $U$ ) ke dalam sub-himpunan berdasarkan panjang interval. Banyaknya sub-himpunan yang dibentuk dijelaskan pada persamaan 2.3. Penentuan panjang interval dalam prediksi dengan *fuzzy time series* sangat penting, dikarenakan jumlah *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) yang dibentuk berpengaruh pada panjang interval yang ditentukan. FLR yang dibentuk mempengaruhi hasil prediksi. Panjang interval yang akan digunakan harus ditentukan dengan tepat. Jumlah interval tidak boleh terlalu kecil maupun besar. Ketika penentuan panjang interval tidak tetap maka dikhawatirkan *Fuzzy time Series* menghasilkan prediksi yang tidak maksimal dan tidak pasti. *Average-Based length* merupakan salah satu teknik dalam





menentukan panjang interval, dijelaskan sebagai berikut (Xihao & Yimin, 2008):

- a. Menghitung selisih absolut antara data  $A_{i+1}$  dengan data  $A_i$  dengan indeks  $i = 1, \dots, n-1$ , kemudian dilakukan rata-rata.
- b. Membagi dua atau setengah dari rata-rata yang dihasilkan dari langkah (a).
- c. Sesuai dengan hasil dari tahap (b), tentukan basis dari hasil tersebut dengan memasukkan ke dalam *range* berdasarkan Tabel 2.2 yang nantinya akan dijadikan sebagai panjang interval.
- d. Membulatkan hasil dari tahap (c) sesuai dengan basis yang telah ditentukan.

**Tabel 2.2 Base Mapping Table**

Range	Base
0,1 – 1,0	0,1
1,1 – 10	1
11 – 100	10
101 – 1000	100
1001 – 10000	1000
10001 – 100000	10000
100001 – 1000000	100000

Sumber: (Xihao & Yimin, 2008)

$$\text{Jumlah sub-himpunan} = (D_{max} - D_{min}) / \text{panjang interval} \quad (2.3)$$

Setelah didapatkan jumlah sub-himpunan ( $u_i$ ), maka menentukan tiap ( $u_i$ ) dengan menggunakan persamaan 2.4.

$$u_i = [(D_{min} + ((i - 1) * interval), (D_{min} + (i * interval)))] \quad (2.4)$$

3. Membentuk *fuzzy sets* (himpunan *fuzzy*) dari himpunan semesta. Himpunan *fuzzy* yang dibentuk dapat menggunakan variabel  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, \dots, A_k$ . Rentang *fuzzy set* ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.5. Dan *Fuzzy set* dinyatakan sebagai berikut pada persamaan 2.6.

$$\text{rentang fuzzy sets} = \frac{(D_{max} - D_{min})}{(\text{jumlah interval} - 1)} \quad (2.5)$$

$$A_1 = \frac{a_{11}}{u_1} + \frac{a_{21}}{u_2} + \dots + \frac{a_{1m}}{u_m}$$





$$\begin{aligned}
 A_2 &= \frac{a_{21}}{u_1} + \frac{a_{22}}{u_2} + \dots + \frac{a_{2m}}{u_m} \\
 &\dots = \dots + \dots + \dots + \dots \\
 A_k &= \frac{a_{k1}}{u_1} + \frac{a_{k2}}{u_2} + \dots + \frac{a_{km}}{u_m}
 \end{aligned}
 \tag{2.6}$$

Dimana,  $a_{ij} \in [0,1]$ ,  $1 \leq i \leq k$  dan  $1 \leq j \leq m$ . variabel  $a_{ij}$  mendefinisikan nilai derajat keanggotaan dari interval  $u_i$  dalam himpunan fuzzy  $A_i$ . Kemudian menentukan masing-masing nilai linguistik dari variabel linguistik dari tiap fuzzy set yang terbentuk ( $A_1, A_2, \dots, A_k$ ) (Purwanto, 2013). Untuk menjadikan  $U$  sebagai fuzzy set (himpunan fuzzy) dengan masing-masing nilai linguistik, dapat menggunakan cara seperti berikut (Haris, 2010):

1. Nilai Minimum ( $D_{min}$ ) mempunyai nilai puncak pada himpunan fuzzy pertama (keanggotaan penuh dengan nilai 1), dan nilai Maksimum ( $D_{max}$ ) mempunyai nilai puncak pada himpunan fuzzy terakhir (keanggotaan penuh dengan nilai 1).
2. Range antara  $D_{min}$  dengan  $D_{max}$  menggunakan persamaan 2.7.

$$A_i = D_{min} + (i * \text{rentang fuzzy set}) \tag{2.7}$$

**Keterangan:**

$i = 0,1,2,\dots$ , jumlah sub himpunan.

4. Fuzzifikasi data historis atau data runtun waktu. Tahap ini adalah proses mengidentifikasi data aktual ke dalam fuzzy set. Dimisalkan, jika data  $F(t-1)$  memiliki nilai yang memenuhi syarat dalam himpunan fuzzy  $A_k$ , maka data pada  $F(t-1)$  masuk ke dalam himpunan  $A_k$ . Dalam proses fuzzifikasi penelitian ini menggunakan fungsi keanggotaan fuzzy segitiga.
5. Melakukan proses identifikasi *Fuzzy Logic Relationship* (FLR). Apabila data  $F(t-1)$  difuzzifikasi ke dalam himpunan fuzzy  $A_i$ , kemudian data  $F(t)$  difuzzifikasi ke dalam himpunan fuzzy  $A_j$ . Maka,  $A_i$  merupakan *current state* (sisi kiri) dan  $A_j$  merupakan *next state* (sisi kanan). Apabila terdapat relasi fuzzy  $R(t-1, t)$  seperti  $F(t) = F(t-1) \times R(t-1, t)$  yang mana  $\times$  merepresentasikan sebuah operator, dan  $F(t)$  disebabkan oleh  $F(t-1)$ , maka relasi *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) yang terbentuk dinotasikan dalam persamaan 2.8 (Xihao & Yimin, 2008).

$$A_i \rightarrow A_j \tag{2.8}$$

Untuk contoh hasil dari pembentukan FLR dapat dilihat dalam Tabel 2.3.





**Tabel 2.3 Fuzzy Logical Relationship (FLR)**

$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_3$	$A_3 \rightarrow A_3$
$A_3 \rightarrow A_4$	$A_4 \rightarrow A_4$	$A_4 \rightarrow A_3$	$A_4 \rightarrow A_6$
$A_6 \rightarrow A_6$	$A_6 \rightarrow A_7$	$A_7 \rightarrow A_7$	$A_7 \rightarrow A_6$

Sumber: (Chen, 1996)

6. Membentuk *Fuzzy Logic Relationship Groups* (FLRG). Pembentukan dilakukan dengan mengumpulkan sisi kanan (*next state*) dari tahap identifikasi FLR sebelumnya ke sisi kiri (*current state*) yang sama. Pengelompokan dilakukan berdasarkan *current state*, dan akan menjadi relasi, dapat dilihat pada persamaan 2.10 (Xihao & Yimin, 2008).

$$A_i \rightarrow A_{j_1}, A_{j_2}, A_{j_3}, \dots, A_{j_n} \quad (2.9)$$

Contoh hasil pembentukan FLRG dapat dilihat dalam Tabel 2.4.

**Tabel 2.4 Fuzzy Logical Relationship Groups (FLRG)**

Group 1	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_2$	
Group 2	$A_2 \rightarrow A_3$		
Group 3	$A_3 \rightarrow A_3$	$A_3 \rightarrow A_4$	
Group 4	$A_4 \rightarrow A_3$	$A_4 \rightarrow A_4$	$A_4 \rightarrow A_6$
Group 5	$A_6 \rightarrow A_6$	$A_6 \rightarrow A_7$	
Group 6	$A_7 \rightarrow A_6$	$A_7 \rightarrow A_7$	

Sumber: (Chen, 1996)

7. Defuzzifikasi, dimana nilai prediksi dikategorikan dengan menggunakan *rule* (Chen, 1996):

1. Jika hasil fuzzifikasi sebuah data ke-*i* termasuk dalam himpunan *fuzzy*  $A_j$  dan hanya mempunyai satu FLRG dimana ( $A_j \rightarrow A_k$ ), sehingga defuzzifikasi data ke-*i* bernilai dari *midpoint* dari  $A_k$  ( $m_k$ ).
2. Apabila hasil fuzzifikasi sebuah data ke-*i* termasuk dalam himpunan *fuzzy*  $A_j$  dan  $A_k$ , dan mempunyai FLRG lebih dari satu dimana ( $A_j \rightarrow A_{k_1}, A_{k_2}, A_{k_3}, \dots, A_{k_n}$ ), sehingga defuzzifikasi data ke-*i* bernilai dari rata-rata dari *midpoint*  $A_{k_1}, A_{k_2}, A_{k_3}, \dots, A_{k_n}$  dimana  $(m_{k_1} + m_{k_2} + \dots + m_{k_n})/n$ .
3. Jika hasil fuzzifikasi sebuah data ke-*i* termasuk dalam himpunan *fuzzy*  $A_j$  dan tidak mempunyai FLRG, sehingga defuzzifikasi data ke-*i* bernilai dari *midpoint* dari  $A_j$  ( $m_i$ ).





## 2.7 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE adalah salah satu metode yang dapat diterapkan untuk mengukur kesalahan atau *error* yang dihasilkan dari penerapan suatu metode. MAPE memiliki kriteria untuk mengukur apakah metode tersebut baik atau tidak. Perhitungan kesalahan MAPE dilakukan dengan menghitung ukuran presentase kesalahan antara data hasil peramalan dengan data aktualnya. Angka yang didapatkan dengan menghitung kesalahan absolute untuk tiap periode waktu, dengan membagi kesalahan absolute dengan data aktual yang sesuai, kemudian hasil yang didapatkan dikalikan dengan 100%. Dan menjumlahkan hasilnya dan membaginya dengan jumlah data yang digunakan (Uliana, 2017). Secara matematis MAPE dapat dilihat dalam persamaan 2.11.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \frac{|Y(t) - f(t)|}{Y(t)} \times 100 \quad (2.10)$$

### Keterangan :

$Y(t)$  = nilai aktual pada tanggal  $t$

$f(t)$  = nilai hasil peramalan tanggal  $t$

$n$  = banyak data peramalan tanggal  $t$

Dalam menentukan Kriteria yang dihasil dari pengujian MAPE menggunakan pengelompokkan kriteria dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Kriteria Hasil MAPE

MAPE	KRITERIA
< 10%	Sangat Baik
10% - 20%	Baik
20% - 50%	Cukup
> 50%	Buruk

Sumber: (Hsu & Wang, 2007)





## BAB 3 METODOLOGI

Bab tiga berisi tahapan untuk melakukan penelitian secara urut agar tujuan penelitian yang dihasilkan sesuai perencanaan. Tahapan yang akan dibahas pada bab tiga mencakup tipe penelitian, strategi penelitian, pengumpulan data, peralatan pendukung, perancangan algoritme, deskripsi umum sistem, implementasi, perancangan pengujian, dan kesimpulan dan saran.

### 3.1 Tipe Penelitian

Tipe penelitian yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah non-implimentatif menggunakan pendekatan analitik. Hasil utama dari jenis pendekatan penelitian ini yaitu hasil analisis yang didapatkan dari melakukan analisis dari penerapan *Average-Based Fuzzy Time Series* untuk memprediksi harga emas.

### 3.2 Strategi Penelitian

#### 3.2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang digunakan untuk mendukung penelitian ini antara lain Ruang Baca Gedung H1.10 Fakultas Ilmu Komputer (FILKOM), Perpustakaan Universitas Brawijaya, serta Kamar Kos.

#### 3.2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahap memperoleh data yang akan digunakan dalam melakukan penelitian. Data dalam penelitian ini menggunakan data sekunder dan berupa data *time series* yang didapatkan dari *website* resmi Logam Mulia (<https://www.logammulia.com/id/purchase/gold>). Data yang diambil dari *website* tersebut adalah data harga emas harian dimulai dari awal bulan Januari 2010 hingga akhir Desember 2019. Data sampel harga emas pada bulan Januari tahun 2019 terdapat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Harga Emas Bulan Januari 2019

No	Tanggal (bulan/hari/Tahun)	Harga Emas
1	1/2/2019	Rp665.000,00
2	1/3/2019	Rp667.000,00
3	1/4/2019	Rp672.000,00
4	1/5/2019	Rp664.000,00
5	1/7/2019	Rp664.000,00
6	1/8/2019	Rp660.000,00
7	1/9/2019	Rp657.000,00



Tabel 3.1 Harga Emas Tahun 2019 (Lanjutan)

No	Tanggal (bulan/hari/Tahun)	Harga Emas
8	1/10/2019	Rp662.000,00
9	1/11/2019	Rp660.000,0
10	1/12/2019	Rp660.000,00
11	1/13/2019	Rp660.000,00
12	1/14/2019	Rp660.000,00
13	1/15/2019	Rp660.000,00
14	1/16/2019	Rp661.000,00
15	1/17/2019	Rp663.000,00
16	1/18/2019	Rp663.000,00
17	1/21/2019	Rp661.000,00
18	1/22/2019	Rp660.000,00
19	1/23/2019	Rp662.000,00
20	1/24/2019	Rp660.000,00
21	1/25/2019	Rp658.000,00
22	1/26/2019	Rp668.000,00
23	1/28/2019	Rp666.000,00
24	1/29/2019	Rp663.000,00
25	1/30/2019	Rp667.000,00
26	1/31/2019	Rp671.000,00

### 3.2.3 Peralatan Pendukung

Peralatan pendukung yang digunakan untuk mendukung penelitian ini berupa perangkat keras dan perangkat lunak yang nantinya akan digunakan untuk melakukan implementasi. Spesifikasi Peralatan keras dan lunak yang dibutuhkan sebagai berikut:

1. Spesifikasi perangkat keras:

- Processor Intel® Core™ i5-6200U CPU @2.30GHz 2.40GHz.
- RAM (*Random Access Memory*) sebesar 8192MB.
- Kapasitas Penyimpanan *Harddisk* sebesar 1TB.





## 2. Spesifikasi perangkat lunak:

- Operating System (OS) berupa Windows 10 Home Single Language 64 bit.
- Google Chrome versi 81.0.4044.92 64 bit.
- Jupyter Notebook versi 5.7.4.
- Python versi 3.7.0.
- Microsoft Office professional plus 2016.

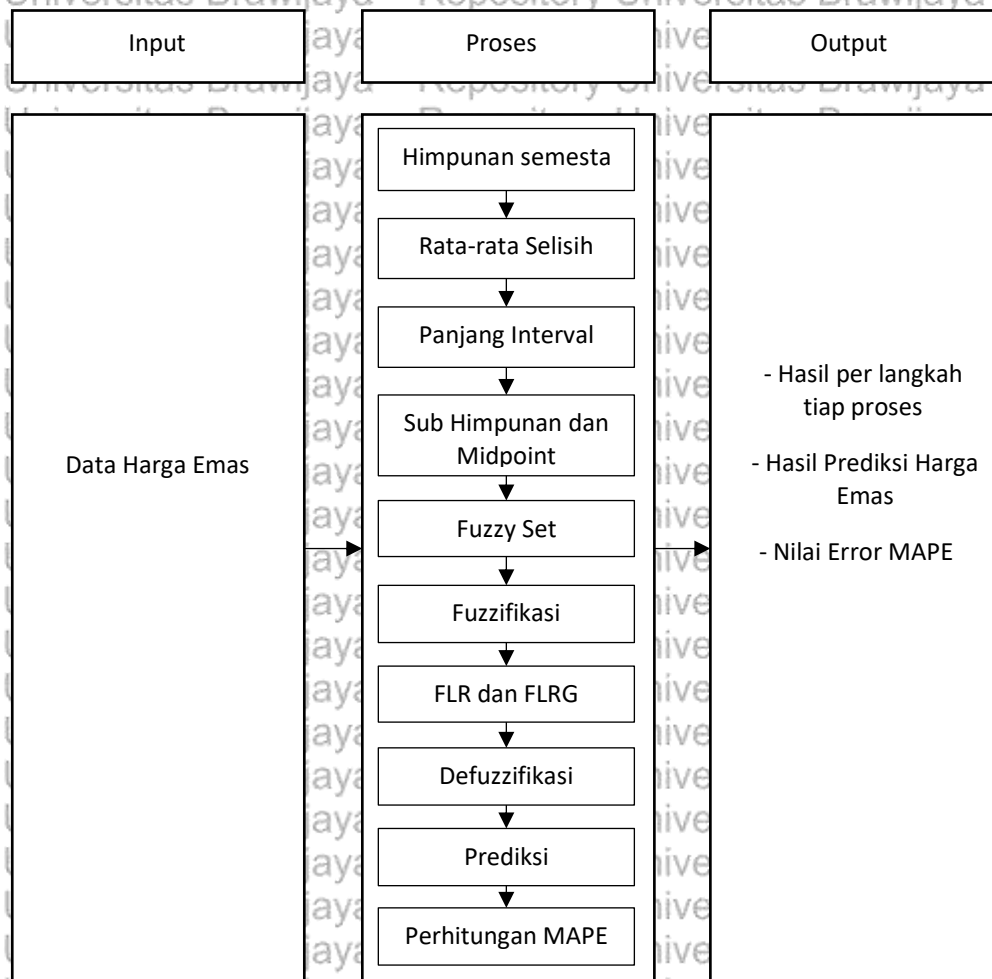
### 3.2.4 Perancangan Algoritme

Penelitian ini menggunakan metode *Average-Based Fuzzy Time Series*. Dalam penelitian ini data yang digunakan sebagai bahan input merupakan harga emas yang diambil dari website resmi logam mulia dimulai dari awal agustus 2010 hingga agustus 2019. Implementasi metode diawali dengan menentukan semesta pembicaraan atau himpunan semesta, menentukan sub-himpunan semesta dan nilai tengah (midpoint), menentukan sub-himpunan semesta, menentukan himpunan fuzzy, melakukan proses fuzzyfikasi, menentukan FLR, membentuk FLRG, melakukan proses defuzzifikasi, dan didapatkan hasil. Untuk pengukuran tingkat akurasi yang dihasilkan sistem maka menggunakan MAPE dengan cara menghitung selisih antara data aktual dengan hasil prediksi dibagi dengan banyaknya data time series, kemudian dibagi dengan data aktual dan dikalikan 100%.

### 3.2.5 Deskripsi Umum Sistem

Deskripsi umum sistem menggambarkan bagaimana alur sistem yang akan dibuat. Sistem yang akan diimplementasikan menggunakan rancangan dengan tiga tahapan, pertama yaitu input. Input merupakan tahapan untuk memasukkan data-data yang berguna untuk diproses oleh sistem. Input pada sistem berupa data harga emas harian dari *website* resmi logam mulia dimulai dari awal januari 2010 hingga desember 2019. Kedua yaitu proses, tahapan ini merupakan pengolahan data yang telah diinputkan dan juga menjelaskan metode implementasi serta pengujiannya. Tahapan proses berupa implementasi data harga emas dengan mengimplementasikan metode yang akan digunakan yaitu *Average-Based Fuzzy Time Series* dan juga pengukuran nilai kesalahan (*error*) yang dihasilkan dari penerapan metode dengan pengujian *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Ketiga yaitu output, tahapan ini menghasilkan keluaran dari tahapan proses sistem. Output dari sistem berupa hasil per langkah dari tiap langkah dalam metode *Average-Based Fuzzy Time Series*, hasil prediksi harga emas, serta nilai pengujian MAPE. Untuk Gambar Deskripsi umum sistem dijelaskan pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1 Deskripsi umum sistem

### 3.2.6 Implementasi

Implementasi merupakan tahap dilakukan dengan membuat diagram alir metode *Average-Based Fuzzy Time Series*, melakukan perhitungan manual dengan *Average-Based Fuzzy Time Series* dan perhitungan nilai error menggunakan MAPE, implementasi kode program, dan pengujian nilai error yang dihasilkan dari implementasi kode program.

### 3.2.7 Pengujian dan Analisis

Pengujian dari implementasi berupa pengukuran tingkat keberhasilan dari tahap implementasi sistem untuk mendapat hasil terbaik. Dalam penelitian ini menggunakan pengujian apakah jumlah data yang digunakan berpengaruh pada hasil prediksi dan nilai MAPE, dengan tujuan untuk melihat hasil yang diberikan oleh sistem dapat diterima atau valid berlandaskan hasil prediksi yang telah dianalisis.





### 3.2.8 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan adalah langkah terakhir sebuah penelitian dengan tujuan untuk menjawab rumusan masalah yang diangkat. Kesimpulan dapat didapatkan dari melakukan tahap perancangan sistem, menganalisis hasil dari sistem, dan juga menguji sistem. Jika dalam penelitian terdapat kekurangan maka peneliti menyampaikan kekurangan tersebut dengan menuliskan saran yang nantinya diharapkan dapat menjadi pengembangan di penelitian selanjutnya.





## BAB 4 PERANCANGAN

Bab empat menjelaskan langkah-langkah kerja pada perancangan dari penyelesaian permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya. Dalam bab ini menjelaskan beberapa subbab yakni formulasi permasalahan, alur algoritme *Average-Based Fuzzy Time Series*, perhitungan manual, dan perancangan pengujian. Bab empat bertujuan untuk mempermudah peneliti dalam melakukan implementasi.

### 4.1 Formulasi Permasalahan

Penelitian ini berfokus pada melakukan implementasi *Average-Based Fuzzy Time Series* untuk memprediksi harga emas. Berlandaskan penelitian sebelumnya yang terdapat dalam bab dua subbab kajian pustaka, metode *Average-Based Fuzzy Time Series* terbukti efektif untuk memprediksi. Proses prediksi dengan metode tersebut menggunakan data masa lalu atau historis kemudian menghasilkan nilai di masa depan. Dalam melakukan penelitian ini data yang digunakan yakni data harga emas pada bulan agustus 2010 – agustus 2019 sejumlah 2700 data.

Pengujian merupakan sebuah cara untuk mengukur seberapa efektif dan nilai kesalahan (*error*) yang dihasilkan dengan menggunakan metode tersebut dalam menyelesaikan permasalahan prediksi. Jenis pengujian yang akan dilakukan dalam penelitian ini merupakan pengujian nilai MAPE. Jenis pengujian MAPE bertujuan untuk melihat seberapa besar persentase error yang didapatkan dari prediksi menggunakan metode *Average-Based Fuzzy Time Series* terhadap data aktual. Oleh karena itu, untuk penelitian ini metode *Average-Based Fuzzy Time Series* diharapkan dapat melakukan prediksi harga emas dan memberi hasil persentase error prediksi yang kecil.

### 4.2 Alur Algoritme *Average-Based Fuzzy Time Series*

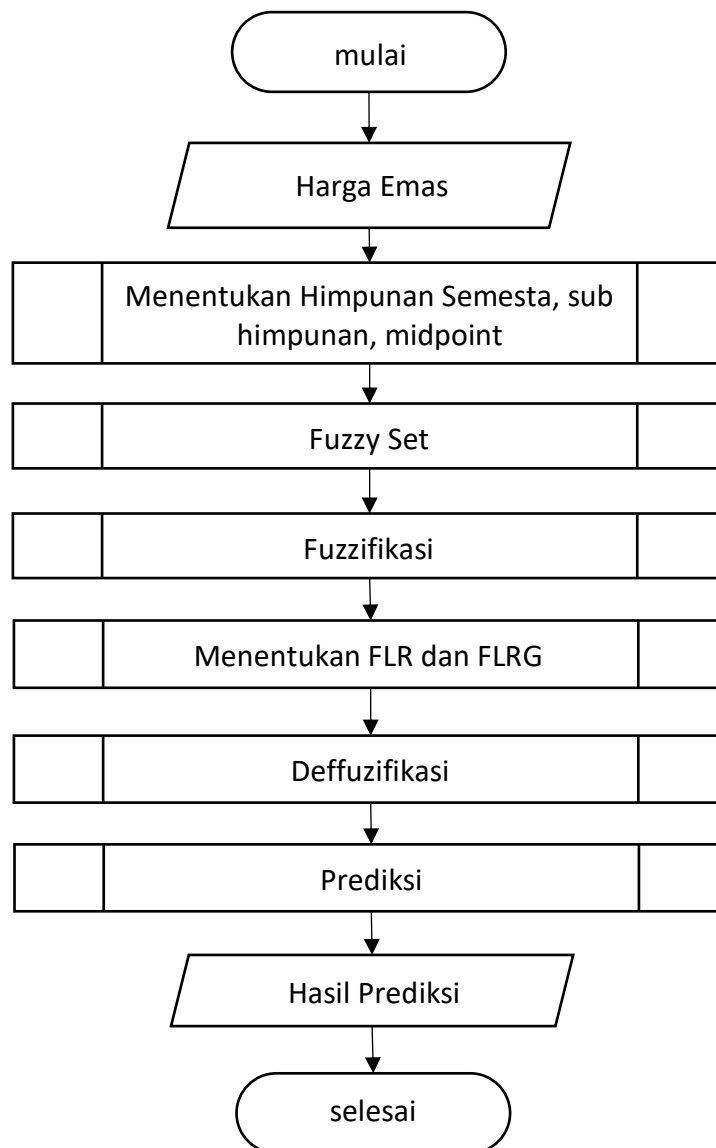
Pada subbab ini menjelaskan alur dari metode yang akan diimplementasikan untuk menyelesaikan masalah yang dipilih, yaitu *Average-Based Fuzzy Time Series* yang akan digunakan untuk memprediksi harga emas. Berikut langkah-langkah dari metode *Average-Based Fuzzy Time Series*:

1. Melakukan *input* data yang nantinya digunakan untuk prediksi, yaitu data harga emas
2. Membentuk himpunan semesta.
3. Menghitung rata-rata dari selisih antara data, lalu membagi 2 hasil rata-rata dari selisih tersebut.
4. Menentukan panjang interval berdasarkan range dan basis yang sesuai.
5. Menentukan jumlah sub himpunan yang akan dibentuk berdasarkan panjang interval yang didapatkan.
6. Menentukan masing-masing sub himpunan.
7. Menentukan nilai midpoint tiap sub himpunan.





8. Membentuk *fuzzy sets*.
  9. Melakukan fuzzifikasi seluruh data berdasarkan *fuzzy sets* yang telah dibentuk.
  10. Membentuk *fuzzy logic relationship* (FLR) berdasarkan hasil fuzzifikasi.
  11. Membentuk *fuzzy logic relationship groups* (FLRG) berdasarkan hasil FLR.
  12. Melakukan defuzzifikasi dari data dengan menghitung nilai midpoint berdasarkan FLRG.
  13. Melakukan prediksi berdasarkan hasil defuzzifikasi.
  14. Melakukan pengujian tingkat error prediksi dengan menggunakan MAPE.
- Flowchart* algoritme *Average-Based Fuzzy Time Series* dapat dijelaskan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 *Flowchart* Prediksi dengan Metode *Average-Based Fuzzy Time Series*



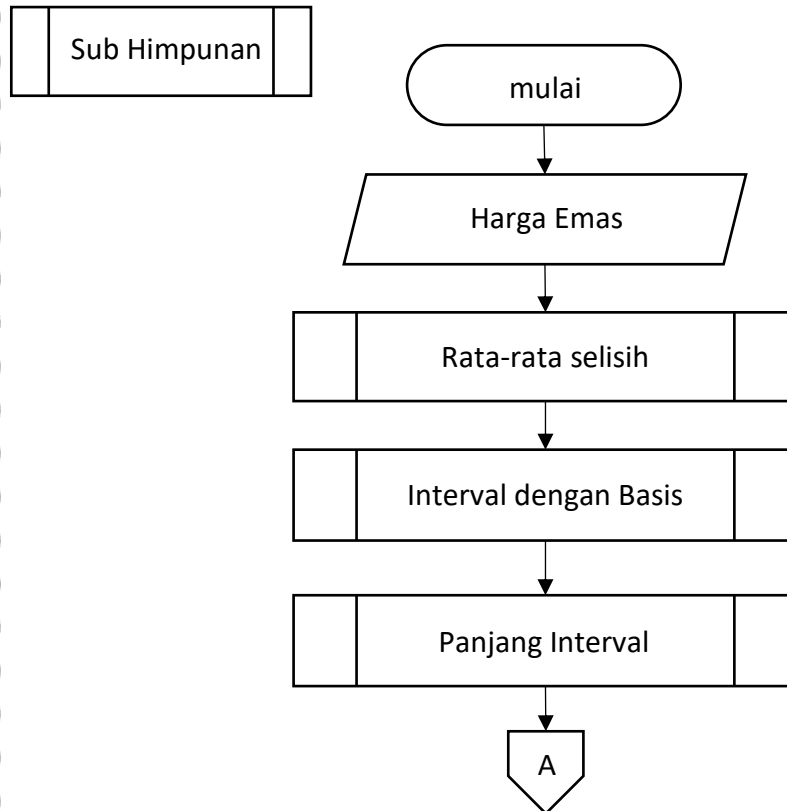


#### 4.2.2 Himpunan Semesta dan Sub Himpunan

Langkah pertama yaitu membentuk himpunan semesta dan sub himpunan. Himpunan semesta terdiri dari nilai minimum dan nilai maksimum data harga emas. Nilai tersebut digunakan sebagai nilai batasan dalam implementasi metode. Sub himpunan merupakan himpunan yang dibentuk berdasarkan panjang interval yang dibentuk. Untuk langkah-langkah membentuk himpunan semesta sebagai berikut:

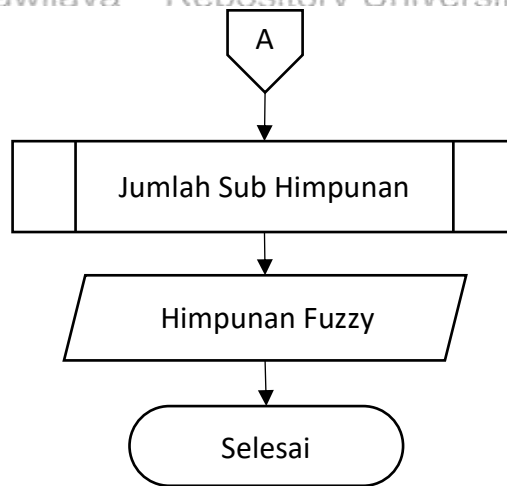
1. Memasukkan data harga emas.
2. Menghitung jumlah data harga emas yang digunakan dalam melakukan proses prediksi.
3. Mencari nilai minimum harga dan nilai maksimum yang ada pada data harga emas yang digunakan.
4. Menghitung rata-rata selisih absolute data.
5. Menghitung setengah rata-rata selisih absolute.
6. Menghitung panjang interval dengan menggunakan nilai setengah rata-rata selisih *absolute* data yang dibulatkan berdasarkan basis pada tabel 2.2.
7. Menghitung jumlah sub himpunan yang akan dibentuk.
8. Hasil akhir dari tahapan berupa sub himpunan.

*Flowchart* yang digunakan untuk penentuan himpunan semesta dan sub himpunan terdapat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 *Flowchart* Himpunan Semesta dan Sub Himpunan





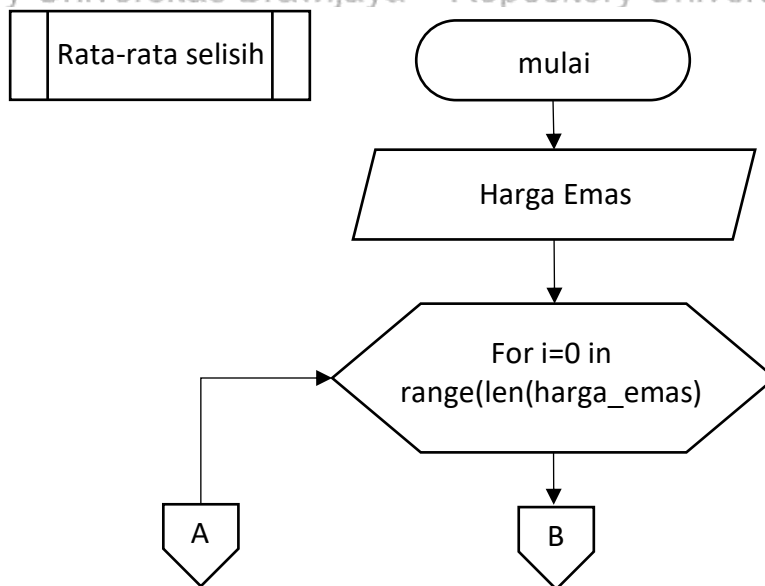
Gambar 4.2 Flowchart Himpunan Semesta dan Sub Himpunan (lanjutan)

### 4.2.3 Rata-rata Selisih

Langkah berikutnya menghitung rata-rata selisih data harga emas yang digunakan untuk melakukan prediksi. Tahapan menghitung rata-rata selisih antara lain:

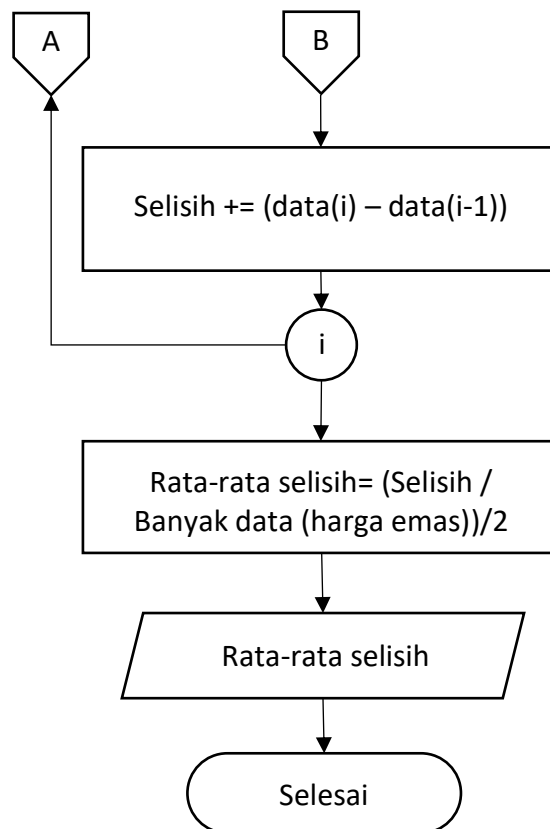
1. Menghitung jumlah data harga emas yang digunakan selama proses prediksi.
2. Menghitung selisih absolute data(d+1) dengan data(d) untuk tiap data.
3. Menghitung total dari rata-rata selisih absolute dengan menjumlahkan selisih absolute tiap data.
4. Hasil akhir dari tahapan ini merupakan rata-rata dari selisih antar data.

Flowchart yang digunakan untuk melakukan perhitungan rata-rata selisih terdapat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Flowchart Rata-rata Selisih





Gambar 4.3 Flowchart Rata-rata Selisih (lanjutan)

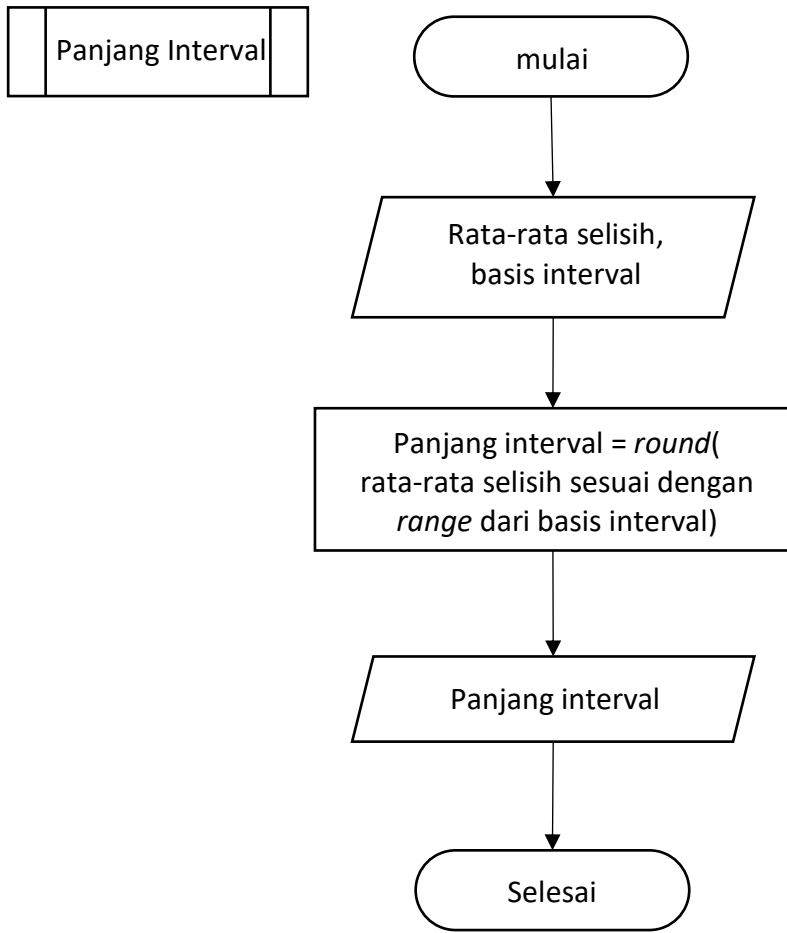
#### 4.2.4 Panjang Interval

Langkah selanjutnya yaitu menghitung panjang interval yang akan digunakan. Tahapan menghitung panjang sebagai berikut:

1. Menghitung setengah rata-rata selisih data dengan cara membagi total rata-rata selisih absolute dengan bilangan dua.
2. Membulatkan hasil setengah rata-rata selisih data sesuai basis nilai yang ada di Tabel 2.2.
3. Panjang interval merupakan hasil dari pembulatan.
4. Hasil akhir dari tahapan ini berupa panjang interval.

Flowchart yang digunakan untuk melakukan perhitungan panjang interval terdapat pada Gambar 4.4.





**Gambar 4.4 Flowchart Panjang Interval**

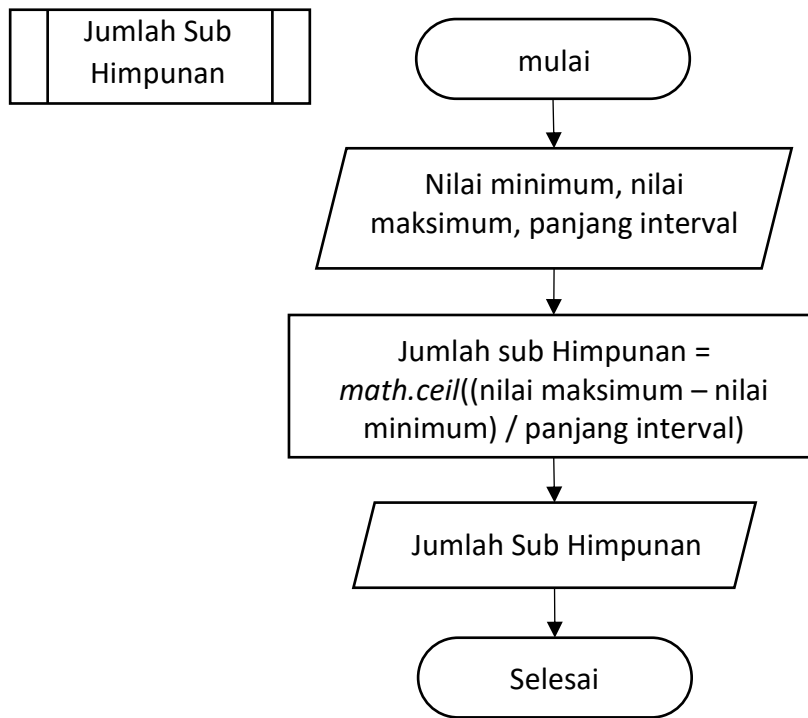
### 4.2.5 Jumlah Sub Himpunan

Langkah selanjutnya melakukan perhitungan jumlah sub himpunan yang akan digunakan. Tahapan menghitung jumlah sub himpunan antara lain:

1. Siapkan nilai berupa nilai minimum, nilai maksimum, dan panjang interval.
2. Menghitung jumlah sub himpunan dengan mengurangi nilai maksimum dengan nilai minimum kemudian dibagi dengan panjang interval.
3. Hasil akhir dari tahapan ini merupakan panjang dari sub himpunan.

Flowchart yang digunakan untuk melakukan perhitungan jumlah Sub Himpunan terdapat pada Gambar 4.5.





Gambar 4.5 FlowChart Jumlah Sub Himpunan

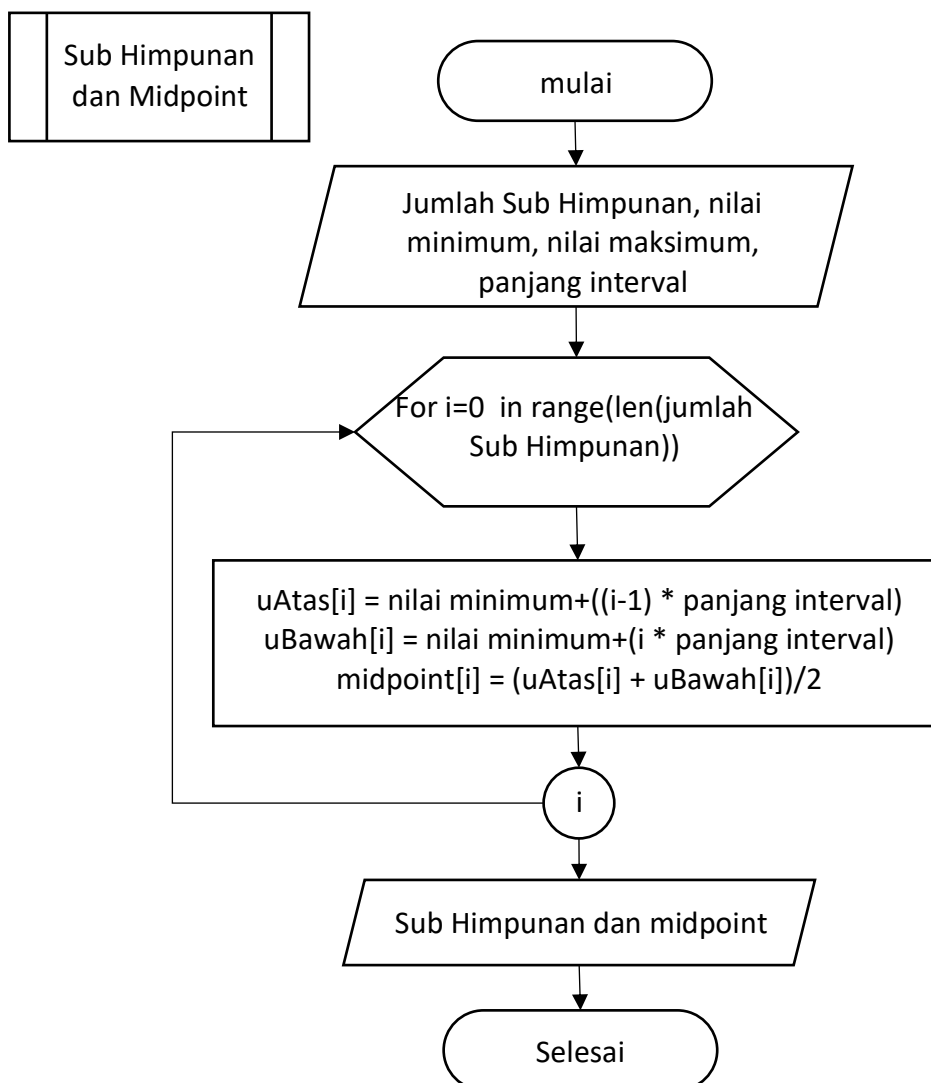
#### 4.2.6 Sub Himpunan dan Midpoint

Langkah selanjutnya menghitung sub himpunan dan midpoint dari tiap sub himpunan sesuai jumlah sub himpunan yang telah didapatkan. Tahapan menghitung sub himpunan dan *midpoint* antara lain:

1. Menyiapkan nilai berupa nilai minimum dan panjang interval.
2. Menghitung batas bawah dari sub himpunan menggunakan nilai minimum ditambahkan dengan perkalian antara (nilai indeks sub himpunan (i) dikurangi 1) dengan panjang interval.
3. Menghitung batas atas dari sub himpunan dengan menggunakan nilai minimum ditambahkan dengan perkalian antara nilai indeks sub himpunan (i) dengan panjang interval.
4. Menghitung nilai *midpoint* dengan cara (batas bawah ditambah batas atas) kemudian dibagi dua.
5. Hasil akhir tahapan ini merupakan nilai sub himpunan dan nilai *midpoint*.

*Flowchart* yang digunakan untuk membentuk Sub Himpunan dan nilai *midpoint* dapat dilihat pada Gambar 4.6.





Gambar 4.6 Flowchart Sub Himpunan dan Midpoint

#### 4.2.7 Fuzzy Set

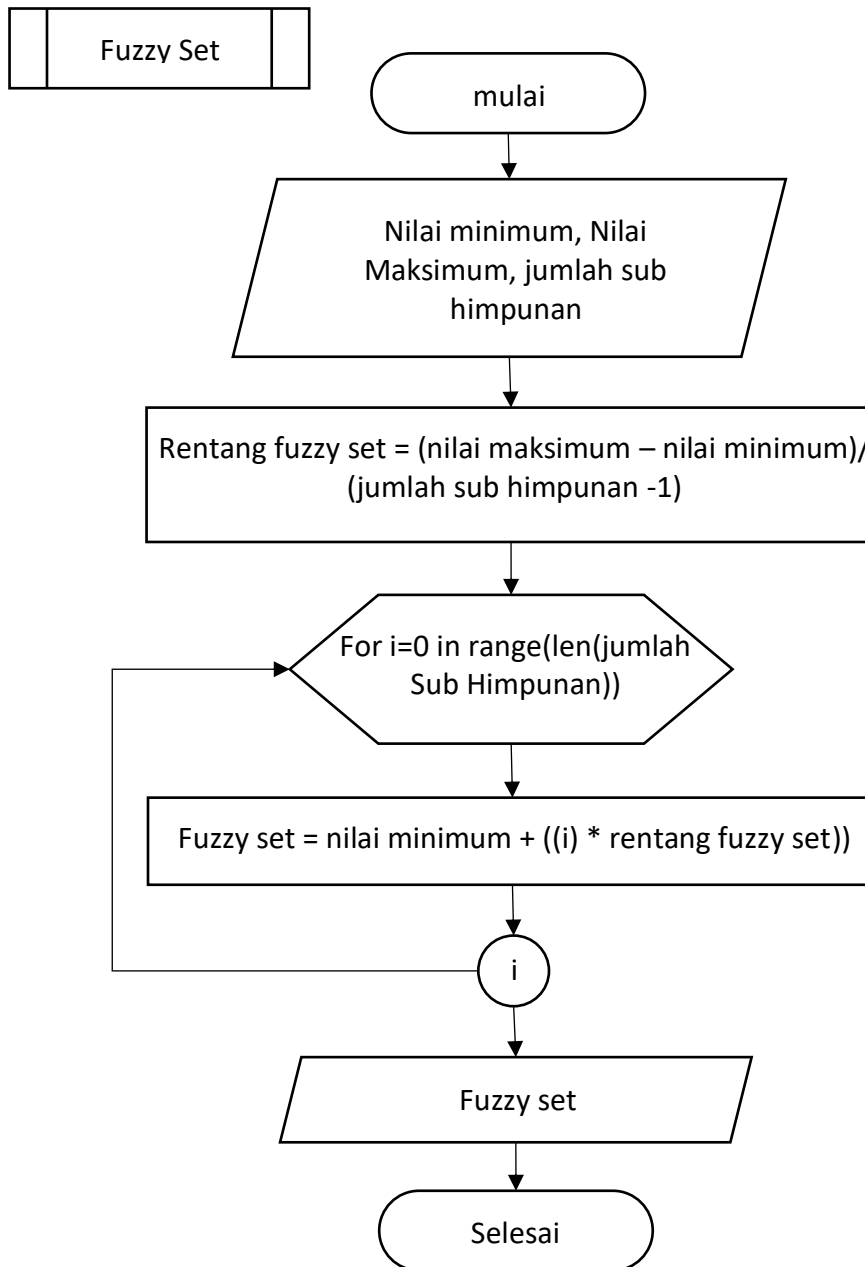
Langkah selanjutnya membentuk *fuzzy set* atau himpunan fuzzy. Tahapan membentuk *fuzzy set* sebagai berikut:

1. Menyiapkan nilai yang akan digunakan yaitu nilai minimum, nilai maksimum, jumlah sub himpunan.
2. Menghitung rentang *fuzzy set* dengan nilai mengurangi maksimum dengan nilai minimum, kemudian dibagi jumlah sub himpunan yang dikurang 1.
3. Menghitung nilai tiap *fuzzy set*, nilai *fuzzy set* yang pertama adalah nilai minimum nilai *fuzzy set* kedua hingga akhir merupakan nilai minimum ditambah dengan perkalian indeks nilai *fuzzy set* dengan nilai rentang *fuzzy set*.
4. Hasil akhir tahapan ini yaitu terbentuknya *fuzzy set*.





Flowchart yang digunakan untuk menentukan nilai fuzzy set terdapat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Flowchart Fuzzy Set

#### 4.2.8 Fuzzifikasi

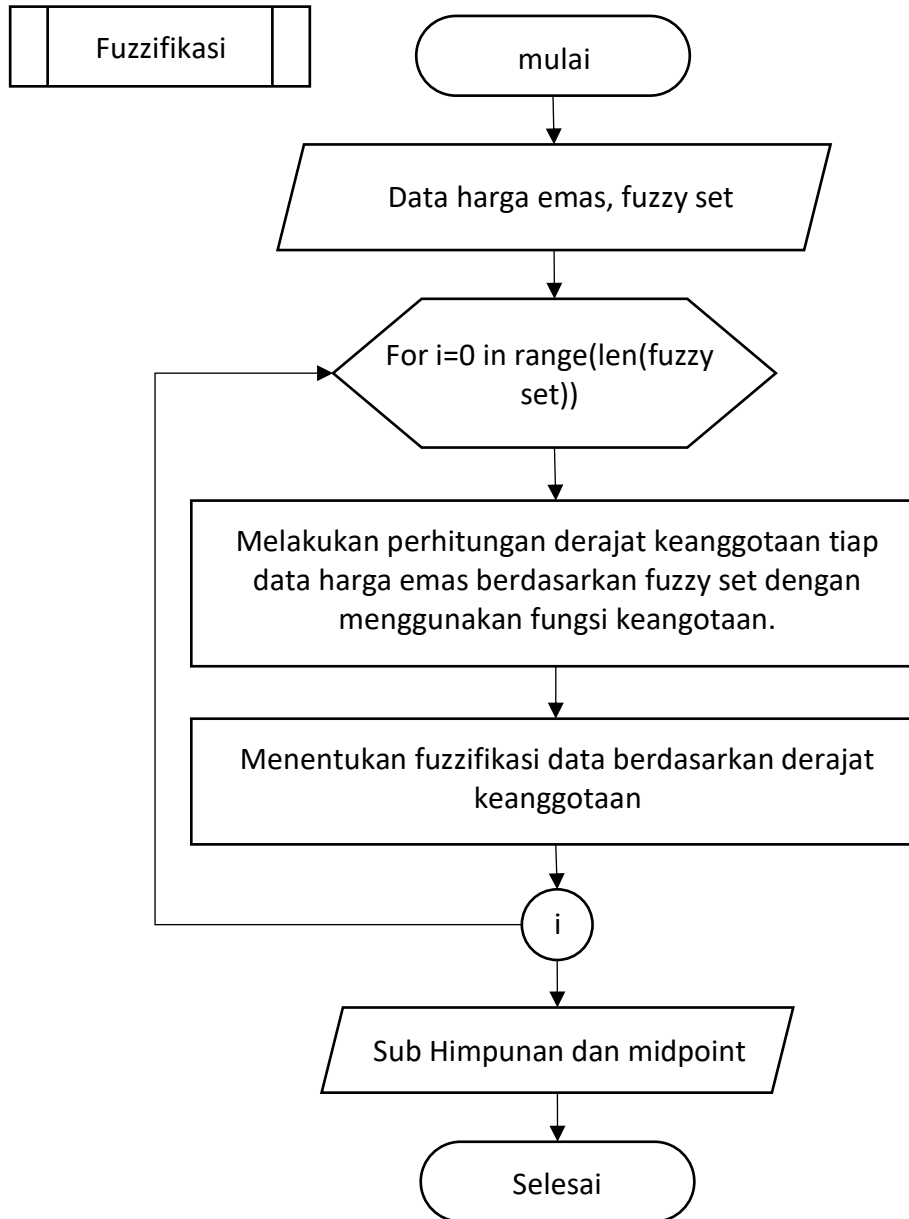
Langkah selanjutnya melakukan fuzzifikasi berdasarkan fuzzy set yang telah dibentuk sebelumnya. Tahapan fuzzifikasi antara lain:

1. Menyiapkan data berupa data harga emas, fuzzy set.
2. Menentukan derajat keanggotaan tiap data dengan menggunakan fungsi keanggotaan segitiga berdasarkan fuzzy set yang sudah terbentuk.





3. Menentukan nilai maksimum dari derajat keanggotaan yang dihasilkan tiap data.
  4. Menentukan hasil fuzzifikasi berdasarkan indeks *fuzzy set* dari nilai maksimum dari derajat keanggotaan.
  5. Tahapan memberi hasil berupa data yang telah difuzzifikasi.
- Flowchart* yang digunakan untuk melakukan fuzzifikasi terdapat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 *Flowchart* Fuzzifikasi





#### 4.2.9 Menentukan FLR dan FLRG

Langkah berikutnya melakukan pembentukan *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logic Relationship Groups* (FLRG) berdasarkan hasil fuzzifikasi sebelumnya.

Tahapan membentuk FLR dan FLRG antara lain:

1. Menyiapkan data berupa hasil fuzzifikasi.
2. Menentukan *current state* berupa data (ke-i) serta *next state* berupa data (ke-i+1) tiap data hasil fuzzifikasi.
3. Membentuk FLR sesuai *current state* serta *next state* yang telah ditentukan.
4. Membentuk FLRG dengan mengumpulkan nilai *next state* yang teridentifikasi dengan kesamaan *current state*.
5. tahapan ini menghasilkan FLR dan FLRG.

*Flowchart* yang digunakan untuk menentukan FLR dan FLRG dijelaskan pada Gambar 4.9.

#### 4.2.10 Defuzzifikasi

Langkah selanjutnya melakukan defuzzifikasi dari data hasil fuzzifikasi yang telah dibentuk sebelumnya. Tahapan defuzzifikasi antara lain:

1. Menyiapkan data yakni hasil FLRG, *midpoint*.
2. Menentukan nilai defuzzifikasi *next state* pada tiap FLRG sesuai dengan nilai *midpoint* fuzzy set yang sesuai *next state*. Jika *next state* memiliki nilai lebih dari satu, sehingga nilai defuzzifikasi yang ditentukan sesuai dengan rata-rata nilai *midpoint* pada *next state*. Jika FLRG tidak memiliki *next state*, maka nilai defuzzifikasi berdasarkan nilai *midpoint* pada *current state*.
3. Hasil akhir dari tahapan ini berupa data yang telah didefuzzifikasi.

*Flowchart* yang digunakan untuk melakukan defuzzifikasi terdapat pada Gambar 4.10.

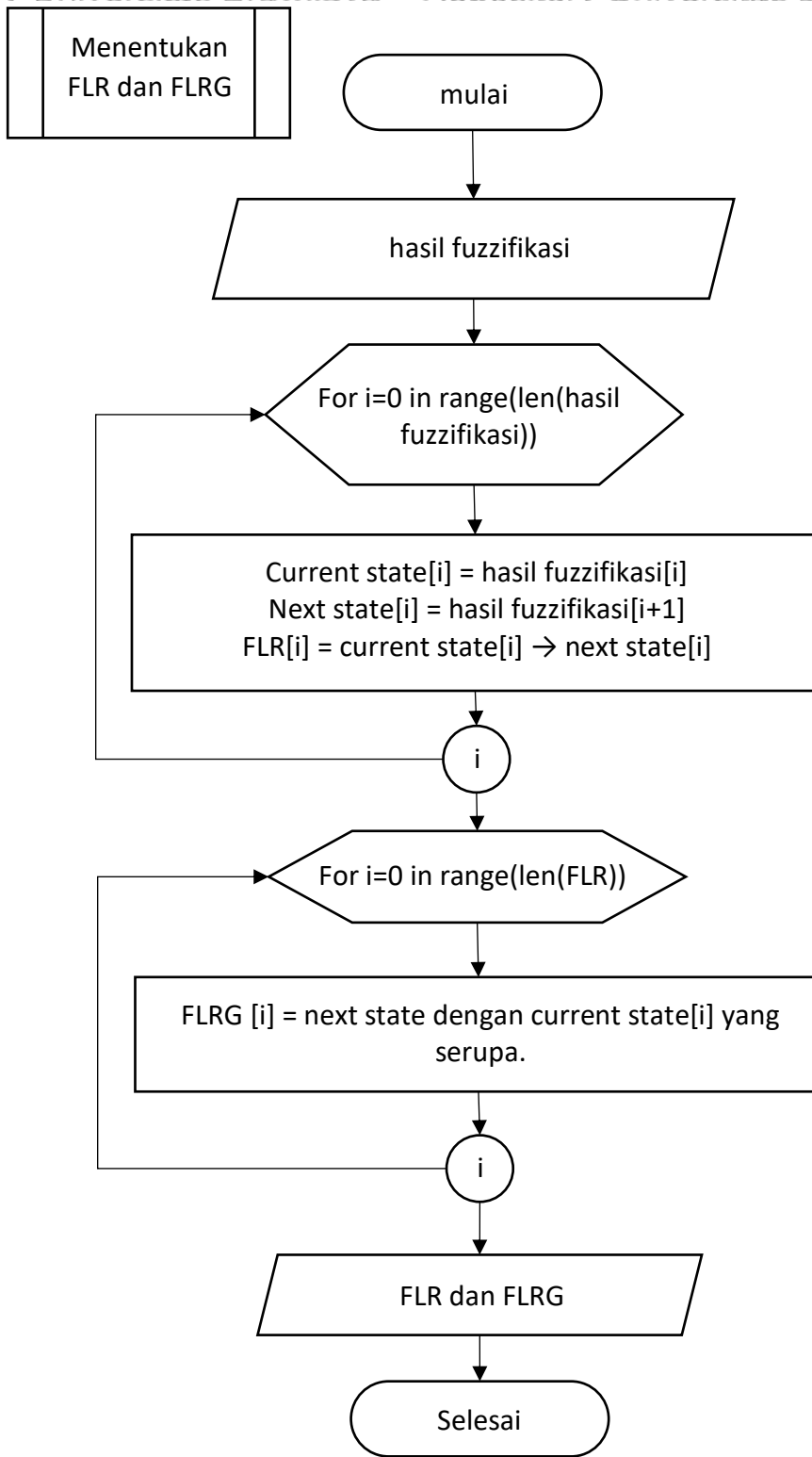
#### 4.2.11 Prediksi

Tahap berikutnya melakukan prediksi data, tahapan dalam melakukan prediksi antara lain:

1. Menyiapkan data berupa hasil fuzzifikasi, data hasil defuzzifikasi.
2. Menentukan prediksi data ke-i berdasarkan nilai *current state* dari data i-1.
3. Tahapan ini memberi hasil berupa data yang telah dilakukan prediksi.

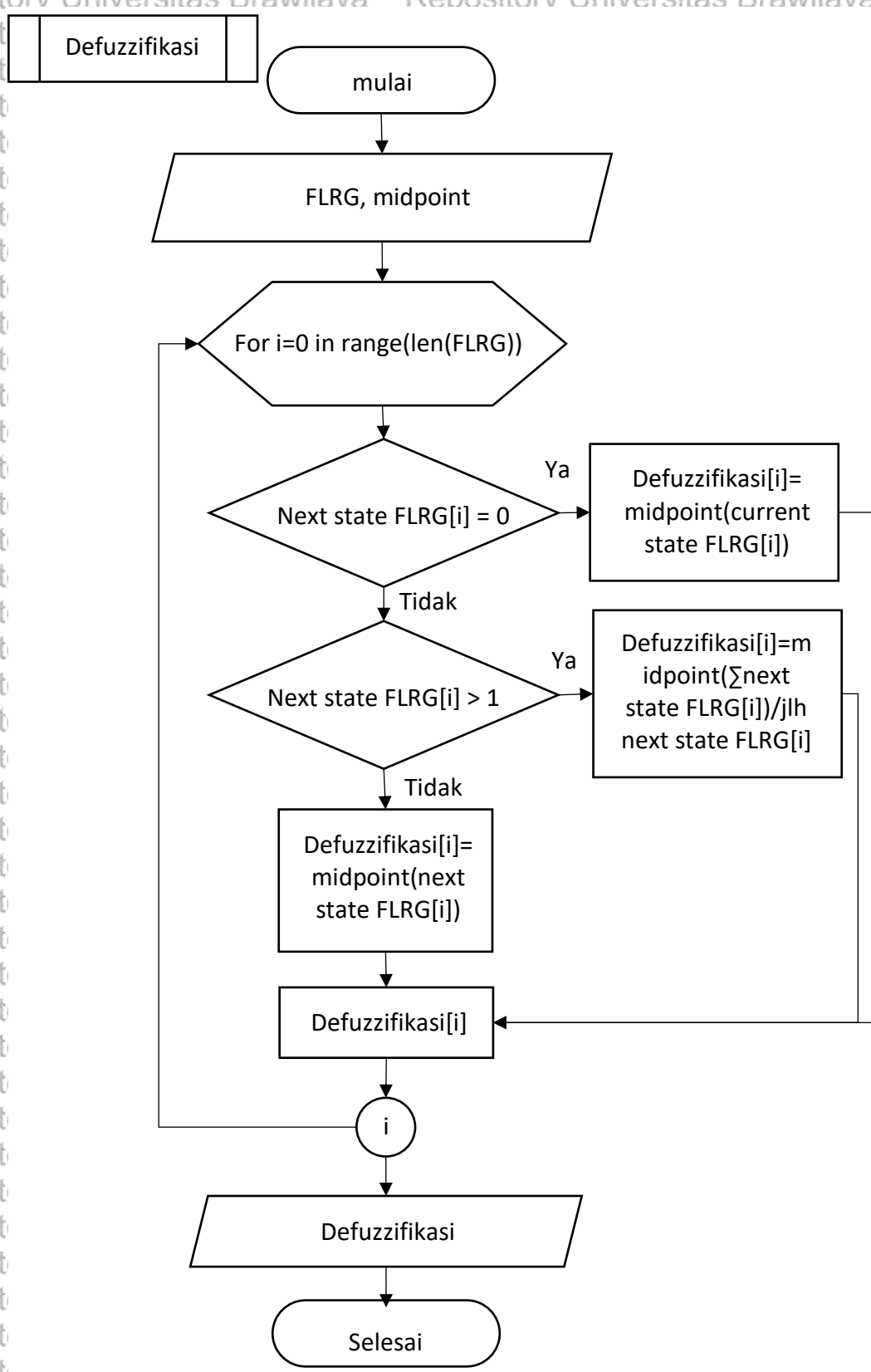
*Flowchart* yang digunakan untuk melakukan prediksi terdapat pada Gambar 4.11.





Gambar 4.9 Flowchart menentukan FLR dan FLRG





Gambar 4.10 Flowchart defuzzifikasi







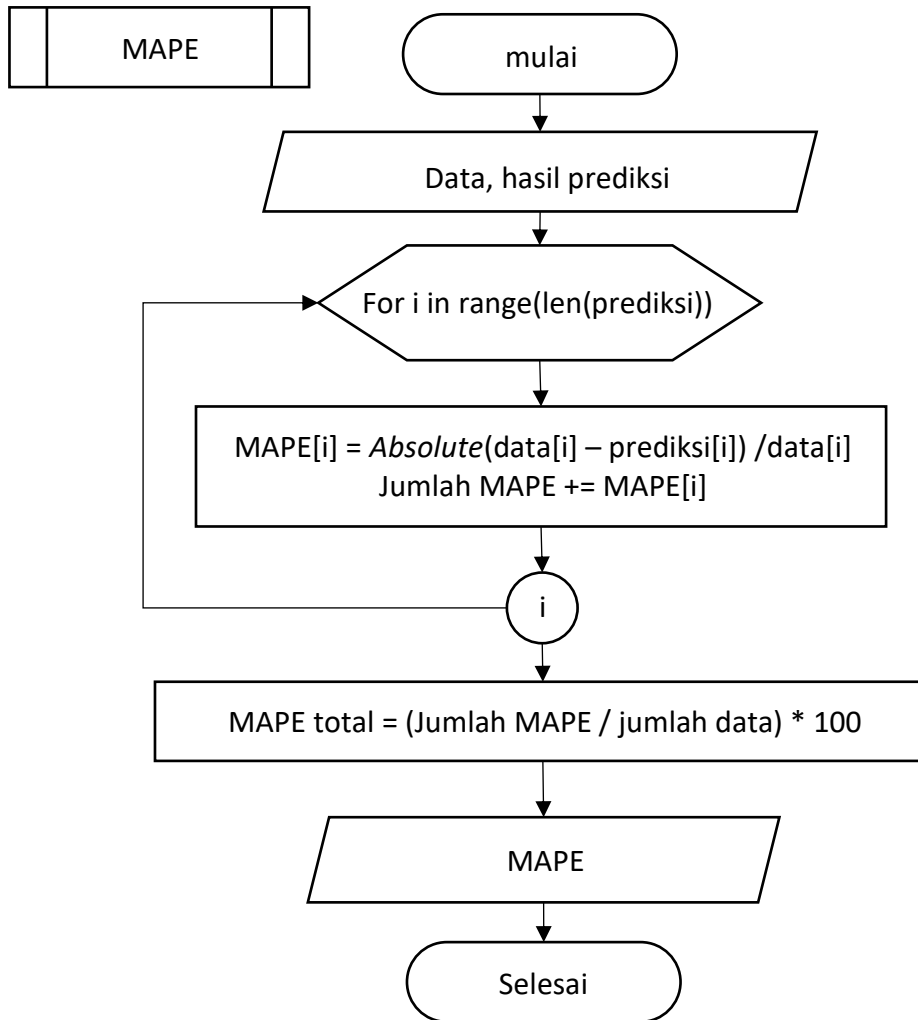


**4.2.12 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)**

Langkah terakhir melakukan pengujian MAPE dari data aktual dengan data prediksi, tahapan dalam melakukan pengujian MAPE antara lain:

1. Menyiapkan data berupa data aktual serta data hasil prediksi.
2. Menghitung selisih absolut tiap data aktual dengan data hasil prediksi kemudian dibagi dengan data aktual, lalu menjumlahkan nilai selisih absolut semua data, dibagi dengan jumlah data dikali 100%.
3. Tahapan ini memberi hasil berupa presentase error dari prediksi yang dihasilkan.

Flowchart yang digunakan untuk melakukan pengujian MAPE terdapat pada Gambar 4.12.



**Gambar 4.12 Flowchart Mean Absolute Percentage Error (MAPE)**





### 4.3 Perhitungan Manual

Perhitungan manual menggunakan sampel data harga emas pada bulan Januari tahun 2019. Prediksi harga emas dilakukan satu hari setelah akhir bulan Januari 2019, yakni tanggal 1/2/2019 dilakukan dengan langkah awal yaitu menentukan *universe of discourse* atau himpunan semesta ( $U$ ), lalu menentukan jumlah sub-himpunan yang akan dibentuk.

Penentuan *universe of discourse* menggunakan persamaan 2.2 yang mana memerlukan nilai  $D_{min}$ ,  $D_{max}$ ,  $D_1$ ,  $D_2$  sebagai penentu batasnya.  $D_{min}$  merupakan harga emas terendah, dan  $D_{max}$  merupakan harga emas tertinggi yang akan digunakan, nilai  $D_1$ ,  $D_2$  merupakan bilangan acak positif. Dalam mencari nilai tersebut tertera pada Tabel 4.1, didapatkan harga emas terendah Rp657.000,00 yang terletak pada tanggal 1/9/2019, dan harga emas tertinggi Rp672.000,00 terletak pada tanggal 1/4/2019. Nilai  $D_1$ ,  $D_2$  yang digunakan adalah 2000 dan 3000. Sehingga *Universe of discourse* yang terbentuk adalah:

$$U = [657000-2000, 672000+3000].$$

$$U = [655000, 675000]$$

Tabel 4.1 Hasil Selisih

No	Tanggal (bulan/hari/Tahun)	Harga Emas (Rp)	Selisih Absolut
1	1/2/2019	665000	0
2	1/3/2019	667000	2000
3	1/4/2019	672000	5000
4	1/5/2019	664000	8000
5	1/7/2019	664000	0
6	1/8/2019	660000	4000
7	1/9/2019	657000	3000
8	1/10/2019	662000	5000
9	1/11/2019	660000	2000
10	1/12/2019	660000	0
11	1/13/2019	660000	0
12	1/14/2019	660000	0
13	1/15/2019	660000	0
14	1/16/2019	661000	1000
15	1/17/2019	663000	2000
16	1/18/2019	663000	0



Tabel 4.1 Hasil Selisih (Lanjutan)

No	Tanggal (bulan/hari/Tahun)	Harga Emas (Rp)	Selisih Absolut
17	1/21/2019	661000	2000
18	1/22/2019	660000	1000
19	1/23/2019	662000	2000
20	1/24/2019	660000	2000
21	1/25/2019	658000	2000
22	1/26/2019	668000	10000
23	1/28/2019	666000	2000
24	1/29/2019	663000	3000
25	1/30/2019	667000	4000
26	1/31/2019	671000	4000
Total selisih Absolut			64000
Rata-rata Selisih Absolut			2461,538
$\frac{1}{2}$ Rata-rata Selisih Absolut			1230,769

Setelah menentukan *universe of discourse*, langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah sub-himpunan yang akan dibentuk. Dalam menentukan jumlah sub-himpunan menerapkan metode *Average-Based Length*. Berdasarkan Tabel 4.1 diperoleh hasil perhitungan  $\frac{1}{2}$  Rata-rata Selisih Absolut yakni 1230,769. Jika dilihat pada Tabel 2.2, maka nilai tersebut masuk pada range 1001-10000, dan basis 1000. Kemudian bulatkan sesuai dengan basis, sehingga didapatkan sebesar 1000. Nilai yang telah dibulatkan tersebut merupakan nilai interval.

Selanjutnya mencari jumlah sub-himpunan yang akan digunakan dengan menerapkan persamaan 2.3,

$$\begin{aligned} \text{jumlah sub himpunan} &= (675000-655000)/1000 \\ &= 20 \end{aligned}$$

Jumlah sub-himpunan diperoleh sebanyak 20. *Universe of discourse* yang ada dapat dibagi menjadi sejumlah 20 sub-himpunan ( $u_i$ ) dengan nilai ( $i = 1, 2, \dots, 20$ ). Untuk menetapkan nilai tiap ( $u_i$ ), menggunakan persamaan 2.4, nilai sebelah kiri merupakan batas bawah dan nilai sebelah kanan merupakan batas atas.

Dimisalkan untuk mencari  $u_1$ , nilai  $D_{\min}$  diketahui sebesar 655000, dan nilai interval sebesar 1000.

$$u_1 = [655000 + ((1-1) * 1000), 655000 + (1 * 1000)]$$





$$u_1 = [655000, 656000]$$

Setelah menghitung semua sub-himpunan, maka menentukan nilai midpoint dengan menggunakan persamaan 4.1

$$m_i = (\text{batas atas} + \text{batas bawah}) / 2 \tag{4.1}$$

Dimisalkan untuk mencari midpoint pada  $m_1$  dengan batas bawah 655000, dan batas atas 656000.

$$m_1 = (656000 + 655000) / 2 = 655500$$

Hasil perhitungan lengkap sub-himpunan dan nilai *midpoint* dapat dilihat di Tabel 4.2,

**Tabel 4.2 Sub-himpunan dan *Midpoint***

No	U	Batas Bawah	Batas Atas	<i>Midpoint</i>	Nilai <i>Midpoint</i>
1	$u_1$	655000	656000	$m_1$	655500
2	$u_2$	656000	657000	$m_2$	656500
3	$u_3$	657000	658000	$m_3$	657500
4	$u_4$	658000	659000	$m_4$	668500
5	$u_5$	659000	660000	$m_5$	669500
6	$u_6$	660000	661000	$m_6$	660500
7	$u_7$	661000	662000	$m_7$	661500
8	$u_8$	662000	663000	$m_8$	662500
9	$u_9$	663000	664000	$m_9$	663500
10	$u_{10}$	664000	665000	$m_{10}$	664500
11	$u_{11}$	665000	666000	$m_{11}$	665500
12	$u_{12}$	666000	667000	$m_{12}$	666500
13	$u_{13}$	667000	668000	$m_{13}$	667500
14	$u_{14}$	668000	669000	$m_{14}$	668500
15	$u_{15}$	669000	670000	$m_{15}$	669500
16	$u_{16}$	670000	671000	$m_{16}$	670500
17	$u_{17}$	671000	672000	$m_{17}$	671500
18	$u_{18}$	672000	673000	$m_{18}$	672500
19	$u_{19}$	673000	674000	$m_{19}$	673500
20	$u_{20}$	674000	675000	$m_{20}$	674500

Setelah menghitung sub-himpunan dan nilai *midpoint*, selanjutnya mencari rentang *fuzzy set* dan penentuan nilai dari variabel linguistik dari sejumlah *fuzzy set* yang terbentuk. Nilai dari variabel linguistik pada *fuzzy set* memiliki jumlah sama dengan sub-himpunan yang terbentuk. Untuk menghitung rentang *fuzzy set* dengan menggunakan persamaan 2.5.





$$\text{rentang fuzzy set} = \frac{(675000 - 655000)}{(20 - 1)}$$

$$= 1052.631578$$

Didapatkan nilai rentang *fuzzy set* sebesar 1052.631578. Nilai tersebut digunakan untuk menentukan nilai dari variabel linguistik pada *fuzzy set*. Nilai dari variabel linguistik  $A_1$  menggunakan nilai minimum (655000), dan nilai linguistik terakhir ( $A_{15}$ ) menggunakan nilai maksimum (675000). Sedangkan nilai  $A_2 - A_{14}$  menggunakan persamaan 2.7. Misal untuk nilai variabel linguistik  $A_2$  adalah  $655000 + (2 * 1052.631578)$  menghasilkan nilai 657105.263156. Hasil perhitungan lengkap nilai linguistik dari *fuzzy set* terdapat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3 Fuzzy Set**

No	A	Nilai
1	$A_1$	655000
2	$A_2$	656052.631579
3	$A_3$	657105.263158
4	$A_4$	658157.894737
5	$A_5$	659210.526316
6	$A_6$	660263.157895
7	$A_7$	661315.789474
8	$A_8$	662368.421053
9	$A_9$	663421.052632
10	$A_{10}$	664473.684211
11	$A_{11}$	665526.315789
12	$A_{12}$	666578.947368
13	$A_{13}$	667631.578947
14	$A_{14}$	668684.210526
15	$A_{15}$	669736.842105
16	$A_{16}$	670789.473684
17	$A_{17}$	671842.105263
18	$A_{18}$	672894.736842
19	$A_{19}$	673947.368421
20	$A_{20}$	675000

Setelah *fuzzy set* terbentuk, langkah selanjutnya yaitu melakukan fuzzifikasi dataset dengan menggunakan *fuzzy set* yang telah dibentuk. Fuzzifikasi dilakukan dengan menggunakan fungsi keanggotaan segitiga. Hasil perhitungan derajat keanggotaan tiap data dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan lebih lengkapnya terdapat pada Lampiran B derajat keanggotaan. Untuk menentukan suatu data masuk ke dalam keanggotaan fuzzy set tertentu dapat dilihat dari derajat keanggotaan yang dihasilkan. Misal data tanggal 1/2/2019 (665000) didapatkan derajat keanggotaan pada  $A_8$  sebesar 0.533333, dan  $A_9$  0.466667. Dapat dilihat bahwa nilai derajat keanggotaan  $A_8 > A_9$ , sehingga data tersebut masuk ke dalam keanggotaan  $A_8$ . Hasil selengkapnya dilampirkan di Tabel 4.4.





**Tabel 4.4 Derajat Keanggotaan Fuzzy**

Tanggal	1/2/2019	1/3/2019	1/4/2019	...	1/30/2019	1/31/2019
Harga Emas	665000	667000	672000	...	667000	671000
A <sub>1</sub>	0	0	0	...	0	0
A <sub>2</sub>	0	0	0	...	0	0
A <sub>3</sub>	0	0	0	...	0	0
A <sub>4</sub>	0	0	0	...	0	0
A <sub>5</sub>	0	0	0	...	0	0
A <sub>6</sub>	0	0	0	...	0	0
A <sub>7</sub>	0	0	0	...	0	0
A <sub>8</sub>	0	0	0	...	0	0
A <sub>9</sub>	0	0	0	...	0	0
A <sub>10</sub>	0,5	0,6	0	...	0,6	0
A <sub>11</sub>	0,5	0,4	0	...	0,4	0
A <sub>12</sub>	0	0	0	...	0	0
A <sub>13</sub>	0	0	0	...	0	0
A <sub>14</sub>	0	0	0	...	0	0
A <sub>15</sub>	0	0	0	...	0	0
A <sub>16</sub>	0	0	0	...	0	0,8
A <sub>17</sub>	0	0	0,85	...	0	0,2
A <sub>18</sub>	0	0	0,15	...	0	0
A <sub>19</sub>	0	0	0	...	0	0
A <sub>20</sub>	0	0	0	...	0	0

Berdasarkan hasil derajat keanggotaan yang didapatkan pada Tabel 4.4 terkait derajat keanggotaan fuzzy tiap data, maka hasil fuzzifikasi dapat dilihat pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5 Fuzzifikasi**

No	Tanggal (bulan/hari/Tahun)	Harga Emas (Rp)	Hasil Fuzzifikasi
1	1/2/2019	665000	A <sub>10</sub>
2	1/3/2019	667000	A <sub>12</sub>
3	1/4/2019	672000	A <sub>17</sub>
4	1/5/2019	664000	A <sub>10</sub>
5	1/7/2019	664000	A <sub>10</sub>
6	1/8/2019	660000	A <sub>6</sub>
7	1/9/2019	657000	A <sub>3</sub>
8	1/10/2019	662000	A <sub>8</sub>
9	1/11/2019	660000	A <sub>6</sub>
10	1/12/2019	660000	A <sub>6</sub>
11	1/13/2019	660000	A <sub>6</sub>
12	1/14/2019	660000	A <sub>6</sub>



Tabel 4.5 Fuzzifikasi (Lanjutan)

No	Tanggal (bulan/hari/Tahun)	Harga Emas (Rp)	Hasil Fuzzifikasi
13	1/15/2019	660000	A <sub>6</sub>
14	1/16/2019	661000	A <sub>7</sub>
15	1/17/2019	663000	A <sub>9</sub>
16	1/18/2019	663000	A <sub>9</sub>
17	1/21/2019	661000	A <sub>7</sub>
18	1/22/2019	660000	A <sub>6</sub>
19	1/23/2019	662000	A <sub>8</sub>
20	1/24/2019	660000	A <sub>6</sub>
21	1/25/2019	658000	A <sub>4</sub>
22	1/26/2019	668000	A <sub>13</sub>
23	1/28/2019	666000	A <sub>11</sub>
24	1/29/2019	663000	A <sub>9</sub>
25	1/30/2019	667000	A <sub>12</sub>
26	1/31/2019	671000	A <sub>16</sub>

Langkah selanjutnya menentukan FLR dari proses fuzzifikasi. FLR ditentukan dengan memasangkan antara fuzzifikasi data pada bulan sebelumnya (t-1) dengan bulan ke-(t) dan terdapat pada persamaan 2.8. Misal data tanggal 1/2/2019 difuzzifikasi sebagai A<sub>10</sub> dan tanggal 1/3/2019 difuzzifikasi sebagai A<sub>12</sub>. Maka FLR yang dibentuk sebagai berikut:

$$1/2/2019 - 1/3/2019 : A_{10} \rightarrow A_{12}$$

Hasil lengkap *fuzzy logic relationship* yang dibentuk dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.6 Fuzzy Logic Relationship (FLR)

No	Tanggal	Fuzzy Logic Relationship
1	1/2/2019 → 1/3/2019	A <sub>10</sub> → A <sub>12</sub>
2	1/3/2019 → 1/4/2019	A <sub>12</sub> → A <sub>17</sub>
3	1/4/2019 → 1/5/2019	A <sub>17</sub> → A <sub>10</sub>
4	1/5/2019 → 1/7/2019	A <sub>10</sub> → A <sub>10</sub>
5	1/7/2019 → 1/8/2019	A <sub>10</sub> → A <sub>6</sub>
6	1/8/2019 → 1/9/2019	A <sub>6</sub> → A <sub>3</sub>
7	1/9/2019 → 1/10/2019	A <sub>3</sub> → A <sub>8</sub>
8	1/10/2019 → 1/11/2019	A <sub>8</sub> → A <sub>6</sub>
9	1/11/2019 → 1/12/2019	A <sub>6</sub> → A <sub>6</sub>
10	1/12/2019 → 1/13/2019	A <sub>6</sub> → A <sub>6</sub>
11	1/13/2019 → 1/14/2019	A <sub>6</sub> → A <sub>6</sub>
12	1/14/2019 → 1/15/2019	A <sub>6</sub> → A <sub>6</sub>
13	1/15/2019 → 1/16/2019	A <sub>6</sub> → A <sub>7</sub>
14	1/16/2019 → 1/17/2019	A <sub>7</sub> → A <sub>9</sub>





**Tabel 4.6 Fuzzy Logic Relationship (FLR) (Lanjutan)**

No	Tanggal	Fuzzy Logic Relationship
15	1/17/2019 → 1/18/2019	$A_9 \rightarrow A_9$
16	1/18/2019 → 1/21/2019	$A_9 \rightarrow A_7$
17	1/21/2019 → 1/22/2019	$A_7 \rightarrow A_6$
18	1/22/2019 → 1/23/2019	$A_6 \rightarrow A_8$
19	1/23/2019 → 1/24/2019	$A_8 \rightarrow A_6$
20	1/24/2019 → 1/25/2019	$A_6 \rightarrow A_4$
21	1/25/2019 → 1/26/2019	$A_4 \rightarrow A_{13}$
22	1/26/2019 → 1/28/2019	$A_{13} \rightarrow A_{11}$
23	1/28/2019 → 1/29/2019	$A_{11} \rightarrow A_9$
24	1/29/2019 → 1/30/2019	$A_9 \rightarrow A_{12}$
25	1/30/2019 → 1/31/2019	$A_{12} \rightarrow A_{16}$

Langkah selanjutnya yaitu menentukan *Fuzzy Logic Relationship Groups* (FLRG). FLRG dibentuk berdasarkan persamaan 2.9. Melalui persamaan tersebut FLRG dibentuk melalui pengelompokan nilai *next state* yang mempunyai kesamaan *current state* (sisi kiri). Jika sebuah FLR memiliki *next state* (sisi kanan) lebih dari satu, maka dihubungkan menggunakan tanda koma. Hasil selengkapnya dari FLRG yang terbentuk dapat dilihat pada tabel 4.6.

**Tabel 4.7 Fuzzy Logic Relationship Groups (FLRG)**

No	<i>Current State</i> (sisi kiri)	<i>Next State</i> (sisi kanan)
1	$A_1$	-
2	$A_2$	-
3	$A_3$	$A_8$
4	$A_4$	$A_{13}$
5	$A_5$	-
6	$A_6$	$A_3, A_4, A_6, A_7, A_8$
7	$A_7$	$A_6, A_9$
8	$A_8$	$A_6$
9	$A_9$	$A_7, A_9, A_{12}$
10	$A_{10}$	$A_6, A_{10}, A_{12}$
11	$A_{11}$	$A_9$
12	$A_{12}$	$A_{16}, A_{17}$
13	$A_{13}$	$A_{11}$
14	$A_{14}$	-
15	$A_{15}$	-
16	$A_{16}$	-
17	$A_{17}$	$A_{10}$
18	$A_{18}$	-
19	$A_{19}$	-
20	$A_{20}$	-





Setelah membentuk FLRG, selanjutnya melakukan defuzzifikasi. Defuzzifikasi didapatkan dengan menggunakan hasil FLRG sebelumnya. Hasil defuzzifikasi didapatkan dengan mengubah nilai linguistik next state dengan menggunakan nilai midpoint dari tiap nilai linguistik. Dalam proses defuzzifikasi terdapat beberapa rule antara lain:

1. Jika terdiri dari hanya satu *next state* (sisi kanan) yang memiliki nilai  $A_j$  maka hasil defuzzifikasi merupakan nilai *midpoint*  $m_j$ . Misal pada  $A_3$  memiliki nilai *next state* (sisi kanan)  $A_8$ , maka hasil defuzzifikasi didapatkan dari nilai *midpoint* 6 ( $m_8$ ) sebesar 662500.
2. Jika terdiri lebih dari satu *next state* (sisi kanan), maka hasil defuzzifikasi merupakan rerata dari beberapa nilai *midpoint next state* (sisi kanan) tersebut. Misal pada  $A_{12}$  memiliki *next state* (sisi kanan)  $A_{16}$ ,  $A_{17}$ , maka hasil defuzzifikasi didapatkan dari nilai *midpoint* 16 ( $m_{16}$ ) ditambah *midpoint* 17 ( $m_{17}$ ) kemudian dibagi jumlah *next state* (sisi kanan) yaitu 2. Sehingga hasil defuzzifikasi  $A_{10}$  adalah  $(670500 + 671500)/2 = 671000$ .
3. Jika sebuah *current state* (sisi kiri) tidak mempunyai *next state* (sisi kanan) maka defuzzifikasi merupakan nilai *midpoint* dari *current state* (sisi kiri) itu sendiri. Misal  $A_1$  tidak memiliki nilai *next state* (sisi kanan), sehingga hasil defuzzifikasi didapatkan dari nilai *midpoint*  $m_3$  sebesar 655500. Hasil selengkapnya terkait defuzzifikasi dilampirkan pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8 Deffuzifikasi**

No	Current State (sisi kiri)	Next State (sisi kanan)	Prediksi	Hasil Deffuzifikasi
1	$A_1$	-	$m_1$	655500
2	$A_2$	-	$m_2$	656500
3	$A_3$	$A_8$	$m_8$	662500
4	$A_4$	$A_{13}$	$m_{13}$	667500
5	$A_5$	-	$m_5$	659500
6	$A_6$	$A_3, A_4, A_6, A_7, A_8$	$(m_3+m_4+m_6+m_7+m_8)/5$	660100
7	$A_7$	$A_6, A_9$	$(m_6+ m_9)/2$	662000
8	$A_8$	$A_6$	$m_6$	660500
9	$A_9$	$A_7, A_9, A_{12}$	$(m_7+m_9+m_{12})/3$	663833,3333
10	$A_{10}$	$A_6, A_{10}, A_{12}$	$(m_6+m_{10}+m_{12})/3$	663833,3333
11	$A_{11}$	$A_9$	$m_9$	663500
12	$A_{12}$	$A_{16}, A_{17}$	$(m_{16}+ m_{17})/2$	671000
13	$A_{13}$	$A_{11}$	$m_{11}$	665500
14	$A_{14}$	-	$m_{14}$	668500
15	$A_{15}$	-	$m_{15}$	669500
16	$A_{16}$	-	$m_{16}$	670500
17	$A_{17}$	$A_{10}$	$m_{10}$	664500
18	$A_{18}$	-	$m_{18}$	672500
19	$A_{19}$	-	$m_{19}$	673500
20	$A_{20}$	-	$m_{20}$	674500





Langkah terakhir yaitu melakukan prediksi dari data yang telah dilakukan fuzzifikasi. Prediksi pada data (t) dilakukan dengan melihat nilai *current state* (sisi kiri) atau data fuzzifikasi sebelumnya (t-1). Misal akan melakukan prediksi pada tanggal 1/3/2019, maka prediksi dilakukan dengan melihat hasil defuzzifikasi dari nilai fuzzifikasi (t-1) sebelumnya yaitu tanggal 1/2/2019 dengan nilai fuzzifikasi  $A_{10}$ . Sehingga hasil prediksi pada tanggal 1/3/2019 didapatkan dari defuzzifikasi  $A_{12}$  dengan nilai sebesar 663833,3333. Contoh lain jika ingin melakukan prediksi pada tanggal 2/1/2019, diperlukan hasil defuzzifikasi dari bulan sebelumnya yaitu tanggal 1/31/2019. Data tanggal 1/31/2019 memiliki nilai fuzzifikasi sebesar  $A_{16}$ , sehingga hasil prediksi pada tanggal 2/1/2019 merupakan defuzzifikasi dari  $A_{16}$  sebesar 670500. Hasil selengkapnya dilampirkan pada Tabel 4.9.

**Tabel 4.9 Hasil Prediksi**

No	Tanggal (bulan/hari/Tahun)	Harga Emas (Rp)	Hasil Fuzzifikasi	Hasil Prediksi
1	1/2/2019	665000	$A_{10}$	0
2	1/3/2019	667000	$A_{12}$	663833,3333
3	1/4/2019	672000	$A_{17}$	671000
4	1/5/2019	664000	$A_{10}$	664500
5	1/7/2019	664000	$A_{10}$	663833,3333
6	1/8/2019	660000	$A_6$	663833,3333
7	1/9/2019	657000	$A_3$	660100
8	1/10/2019	662000	$A_8$	662500
9	1/11/2019	660000	$A_6$	660500
10	1/12/2019	660000	$A_6$	660100
11	1/13/2019	660000	$A_6$	660100
12	1/14/2019	660000	$A_6$	660100
13	1/15/2019	660000	$A_6$	660100
14	1/16/2019	661000	$A_7$	660100
15	1/17/2019	663000	$A_9$	662000
16	1/18/2019	663000	$A_9$	663833,3333
17	1/21/2019	661000	$A_7$	663833,3333
18	1/22/2019	660000	$A_6$	662000
19	1/23/2019	662000	$A_8$	660100
20	1/24/2019	660000	$A_6$	660500
21	1/25/2019	658000	$A_4$	660100
22	1/26/2019	668000	$A_{13}$	667500
23	1/28/2019	666000	$A_{11}$	665500
24	1/29/2019	663000	$A_9$	663500
25	1/30/2019	667000	$A_{12}$	663833,3333
26	1/31/2019	671000	$A_{16}$	671000





Setelah melakukan prediksi maka diperlukan melakukan pengujian seberapa besar presentase error yang dihasilkan dari prediksi dengan menggunakan metode *Average-Based Fuzzy Time Series*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Pengujian MAPE dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.10. Nilai MAPE didapatkan dengan menghitung rerata total selisih absolute antara data aktual harga emas dengan hasil prediksi, kemudian dikali dengan 100%. Hasil perhitungan Error MAPE dapat dilihat pada Tabel 4.10.

**Tabel 4.10 Hasil MAPE**

No	Tanggal (bulan/hari/Tahun)	Harga Emas (Rp)	Hasil Prediksi	Error
1	1/2/2019	665000	0	
2	1/3/2019	667000	663833,3333	0,004747626
3	1/4/2019	672000	671000	0,001488095
4	1/5/2019	664000	664500	0,000753012
5	1/7/2019	664000	663833,3333	0,000251004
6	1/8/2019	660000	663833,3333	0,005808081
7	1/9/2019	657000	660100	0,004718417
8	1/10/2019	662000	662500	0,000755287
9	1/11/2019	660000	660500	0,000757576
10	1/12/2019	660000	660100	0,000151515
11	1/13/2019	660000	660100	0,000151515
12	1/14/2019	660000	660100	0,000151515
13	1/15/2019	660000	660100	0,000151515
14	1/16/2019	661000	660100	0,001361573
15	1/17/2019	663000	662000	0,001508296
16	1/18/2019	663000	663833,3333	0,001256913
17	1/21/2019	661000	663833,3333	0,004286435
18	1/22/2019	660000	662000	0,003030303
19	1/23/2019	662000	660100	0,002870091
20	1/24/2019	660000	660500	0,000757576
21	1/25/2019	658000	660100	0,003191489
22	1/26/2019	668000	667500	0,000748503
23	1/28/2019	666000	665500	0,000750751
24	1/29/2019	663000	663500	0,000754148
25	1/30/2019	667000	663833,3333	0,004747626
26	1/31/2019	671000	671000	0
Total				0,045148862
MAPE (%)				0,180595448

Hasil MAPE yang didapatkan dari data yang digunakan sebesar 0.180595448%. Hasil tersebut menurut Tabel 2.5 kriteria hasil MAPE masuk dalam kategori sangat baik (kurang dari 10%).





#### 4.4 Perancangan Pengujian

Perancangan pengujian yang akan dilakukan bertujuan untuk menguji hasil dari implementasi. Pada penelitian ini menggunakan beberapa skenario. Skenario pertama yang digunakan untuk melakukan pengujian pengaruh jumlah data yang digunakan untuk melakukan prediksi, dan nilai MAPE yang dihasilkan. Pengujian skenario pertama dilampirkan pada Tabel 4.10.

**Tabel 4.11 Pengaruh Jumlah Data Latih Terhadap Hasil Prediksi dan Nilai MAPE**

Pengujian ke-	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data aktual	Hasil prediksi	Nilai MAPE

Skenario pengujian kedua adalah pengujian dengan mengukur nilai MAPE yang dihasilkan dari berbagai jumlah data latih pada skenario pertama. Pengujian kedua bertujuan untuk melihat dan mengetahui apakah jumlah data latih dapat memengaruhi nilai MAPE.

**Tabel 4.12 Nilai MAPE berdasarkan Jumlah Data**

Jumlah Data Latih	MAPE





## BAB 5 IMPLEMENTASI

Bab lima berisi implementasi yang akan dilakukan sesuai dengan perancangan dalam bab empat. Dalam bab lima menjelaskan Implementasi Sistem ke dalam kode program menggunakan bahasa pemrograman.

### 5.1 Implementasi Kode Program

Implementasi dilakukan sesuai *flowchart* yang sudah dirancang sebelumnya dalam bab empat. Terdapat beberapa implementasi dalam penelitian ini, antara lain: implementasi Input data, implementasi himpunan semesta, rata-rata selisih, panjang interval, jumlah sub himpunan, *fuzzy set*, fuzzifikasi, FLR (*Fuzzy Logic Relationship*) dan FLRG (*Fuzzy Logic Relationship Groups*), defuzzifikasi, prediksi, serta perhitungan nilai *error* MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

#### 5.1.1 Implementasi Import Data

Import data adalah tahap pertama yang dilakukan dengan memanggil *dataset* yang akan digunakan sebagai data latih selama proses prediksi. Implementasi dilakukan dengan memanggil data harga emas dengan format *.csv*. Untuk implementasi input data ke dalam kode program dapat dilampirkan pada Kode Program 5.1.

Input Data	
1	<code>import pandas as pd</code>
2	<code>readData = pd.read_csv('harga_emas.csv')</code>

#### Kode Program 5.1 Input Data

Penjelasan kode program 5.1.

Baris 1 : Melakukan *import library* pandas sebagai pd.

Baris 2 : Inisialisasi variabel *readData* dengan membaca data harga emas dengan tipe *file* *csv*.

#### 5.1.2 Implementasi Himpunan Semesta

Himpunan Semesta merupakan batasan yang akan digunakan sebagai penentu nilai batas minimum dan maksimum selama proses prediksi. Dalam melakukan implementasi himpunan semesta dilakukan dengan mencari nilai minimum serta maksimum sesuai data harga emas. Untuk implementasi himpunan semesta menjadi kode program dilampirkan pada Kode Program 5.2.





#### Himpunan Semesta

```

1 def himpunanSemesta(harga):
2     d1 = input("Pilih angka d1 : ")
3     d2 = input("Pilih angka d2 : ")
4     U={'Dmin':min(harga)-int(d1), 'Dmax': max(harga)+int(d2)}
5     return U

```

#### Kode Program 5.2 Himpunan Semesta

##### Penjelasan kode program 5.2.

Baris 1 : Membuat fungsi `himpunanSemesta` dengan parameter `harga`. Variabel `harga` bertipe `pandas series`.

Baris 2 : Inisialisasi variabel `d1` berupa *input user* untuk menentukan angka `d1` yang akan dikurangkan dengan `Dmin`.

Baris 3 : Inisialisasi variabel `d2` berupa *input user* untuk menentukan angka `d2` yang akan ditambahkan dengan `Dmax`.

Baris 2 : Inisialisasi variabel `U` bertipe *dict* dengan *key* berupa `Dmin` dan `Dmax` dengan *value* berupa nilai minimum harga - `d1` dan maksimum harga - `d2`.

Baris 3 : Mengembalikan *dict* `U` dari fungsi `himpunanSemesta`.

#### 5.1.3 Implementasi Rata-rata Selisih

Rata-rata dari selisih merupakan langkah untuk mencari nilai selisih antar data yang digunakan untuk proses prediksi. Dalam proses implementasi, rata-rata selisih dilakukan dengan menghitung selisih dari tiap data harga emas. Kemudian dijumlahkan, dicari rerata, dan setengah dari rerata tersebut. Untuk implementasi rata-rata selisih ke dalam kode program dilampirkan pada Kode Program 5.3.

#### Rata-rata Selisih

```

1 def averageBL(harga):
2     selisih=[]
3     for i in range(len(harga)):
4         if (i+1<len(harga)):
5             selisih.append(abs(harga[i+1]-harga[i]))
6     return (sum(selisih)/harga.size)/2

```

#### Kode Program 5.3 Rata-rata Selisih

##### Penjelasan kode program 5.3.

Baris 1 : Membuat fungsi `averageBL` menggunakan parameter `harga`. Variabel `harga` bertipe `pandas series`.

Baris 2 : Inisialisasi variabel `selisih` bertipe `list`.

Baris 3 : Perulangan `i` sebanyak `length` dari variabel `harga`.

Baris 4 : Persyaratan jika nilai `i+1` kurang dari `length` dari variabel `harga`, maka memroses baris 5.





Baris 5 : Menambahkan item dari belakang ke variabel selisih dengan nilai selisih *absolute* dari harga indeks ke-(i+1) dengan harga indeks ke-i.

Baris 6 : Mengembalikan nilai berupa total dari variabel selisih dibagi dengan jumlah data dari harga kemudian dibagi 2.

#### 5.1.4 Implementasi Panjang Interval

Panjang interval merupakan jarak antar sub himpunan yang akan dibentuk. Dalam melakukan implementasi panjang interval menggunakan hasil dari rata-rata selisih yang kemudian dibulatkan berdasarkan *baseMap* yang sesuai. Untuk implementasi panjang interval ke dalam kode program dilampirkan pada Kode Program 5.4.

Panjang Interval	
1	<code>import pandas as pd</code>
2	<code>baseMap=pd.DataFrame([[0.1,1,0.1],[1.1,10,1],[11,100,10],[101,100</code>
3	<code>0,100],[1001,10000,1000],[10001,100000,10000]],columns=['Range</code>
4	<code>min','Range max','Base'])</code>
5	<code>def getInterval(baseMap,val):</code>
6	<code>for i in range(len(baseMap['Range min'])):</code>
7	<code>if(val&gt;=baseMap['Range min'][i] and</code>
8	<code>val&lt;=baseMap['Range max'][i]):</code>
9	<code>return round(val*(10**-(i-1))*baseMap['Base'][i]</code>

#### Kode Program 5.4 Panjang Interval

Penjelasan kode program 5.4:

Baris 1 : Melakukan *import library* pandas sebagai pd.

Baris 2-4 : Inisialisasi variabel baseMap bertipe *dataframe* dengan kolom berupa 'Range min', 'Range max', dan 'Base'.

Baris 5 : Membuat fungsi getInterval dengan parameter val yang bertipe *float*.

Baris 6 : Perulangan i sebanyak length dari variabel baseMap dengan kolom 'Range min'.

Baris 7-8 : Persyaratan jika nilai val masuk dalam *range min* dan *range max* pada perulangan ke-i.

Baris 9 : Mengembalikan hasil pembulatan menggunakan *round* yang merupakan hasil perkalian antara val dengan 10 pangkat bilangan negasi (i-1), kemudian dikalikan dengan *base* ke-i.

#### 5.1.5 Implementasi Jumlah Sub Himpunan

Jumlah Sub Himpunan merupakan penentu seberapa banyak sub himpunan yang akan dibentuk. Dalam implementasinya jumlah sub himpunan didapatkan dengan menggunakan *Dmin*, *Dmax*, dan panjang interval yang telah didapatkan. Untuk implementasi jumlah sub himpunan menjadi kode program dilampirkan pada Kode Program 5.5.





Jumlah Sub Himpunan	
1	Import math
2	def getJlhSubHimp(Dmin, Dmax, interval):
3	return math.ceil((Dmax-Dmin)/interval)

### Kode Program 5.5 Jumlah Sub himpunan

Penjelasan kode program 5.5:

Baris 1 : Melakukan *import library math*.

Baris 2 : Membuat fungsi *getJlhSubHimp* dengan parameter *Dmin*, *Dmax*, dan *interval*.

Baris 2 : Mengembalikan hasil pembulatan ke atas dengan menggunakan *library math* dengan fungsi *ceil* dari selisih antara *Dmax* dan *Dmin*, yang dibagi dengan *interval*.

### 5.1.6 Implementasi Sub Himpunan dan Midpoint

Sub Himpunan dibentuk dengan menggunakan nilai *Dmin*, *Dmax*, serta jumlah sub himpunan. Dalam sub Himpunan terdiri dari batas bawah, batas atas, *midpoint*, dan nilai *midpoint*. Implementasi sub himpunan menjadi kode program dilampirkan pada Kode Program 5.6.

Sub Himpunan dan Midpoint	
1	def sHimpMidpoint(Dmin, jlhSubHimpunan):
2	u, batasBawah, batasAtas, midpoint, midpointVal=[], [], [], [], []
3	for i in range(jlhSubHimpunan):
4	u.append('u'+str(i+1))
5	bb=Dmin+((i)*interval)
6	ba=Dmin+((i+1)*interval)
7	batasBawah.append(bb)
8	batasAtas.append(ba)
9	midpoint.append("m"+str(i+1))
10	midpointVal.append((bb+ba)/2)
11	return pd.DataFrame([u, batasBawah, batasAtas, midpoint,
12	midpointVal], ["U", "Batas Bawah", "Batas Atas",
13	"MidPoint", "Nilai Midpoint"]).transpose()

### Kode Program 5.6 Sub Himpunan dan Midpoint

Penjelasan kode program 5.6:

Baris 1 : Membuat fungsi *sHimpMidpoint* menggunakan parameter *Dmin*, *Dmax*, dan jumlah Sub Himpunan.

Baris 2 : Inisialisasi variabel *u*, *batasBawah*, *batasAtas*, *midpoint*, nilai *midpointVal* bertipe list.

Baris 3 : Perulangan *i* sebanyak *length* dari variabel *jlhSubHimpunan*.

Baris 4 : Menambahkan item dari belakang pada *list* *u* dengan nilai indeks *i + 1*.





Baris 5 : Inisialisasi variabel *bb* untuk menentukan nilai batas bawah menggunakan nilai dari operasi *Dmin* ditambah dengan indeks *i* dikalikan dengan panjang interval.

Baris 6 : Inisialisasi variabel *ba* untuk menentukan nilai batas atas dengan nilai dari operasi *Dmin* ditambah indeks *i+1* dikalikan dengan panjang interval.

Baris 7 : Menambahkan item dari belakang pada variabel *batasBawah* dari nilai *bb*.

Baris 8 : Menambahkan item dari belakang pada variabel *batasAtas* dari nilai *ba*.

Baris 9 : Menambahkan item dari belakang pada variabel *midpoint* dari nilai *u*.

Baris 10 : Menambahkan item dari belakang pada variabel *midpointVal* dengan nilai rata-rata dari *bb* dan *ba*.

Baris 11 : Inisialisasi variabel *df1*.

Baris 14 : Mengembalikan *dataframe* yang terdiri dari nilai *u*, *batas bawah*, *batas atas*, *midpoint*, dan *midpointVal* dari fungsi *sHimpMidpoint*.

### 5.1.7 Implementasi Fuzzy Set

*Fuzzy Set* atau himpunan *fuzzy* dapat dibentuk ketika telah mendapatkan rentang *fuzzy set*. Rentang *fuzzy set* didapatkan dengan menggunakan nilai *Dmin*, *Dmax*, serta jumlah sub-himpunan yang telah didapatkan. Jumlah *fuzzy set* yang dibentuk mengikuti jumlah sub-himpunan sebelumnya. Pembentukan *Fuzzy set* menggunakan nilai *Dmin*, jumlah sub himpunan, dan rentang *fuzzy set*. Dalam sub Himpunan terdiri dari nilai linguistik dan numerik. Untuk implementasi *fuzzy set* menjadi kode program dilampirkan pada Kode Program 5.7.

```

Fuzzy Set
1 def getRentangFS(Dmin, Dmax, jlhSubHimpunan):
2     return (Dmax-Dmin)/(jlhSubHimpunan-1)
3 def fuzzySet(Dmin, jlhSubHimpunan, rentangFS):
4     linguistik, numeris = [], []
5     for i in range(jlhSubHimpunan):
6         linguistik.append("A"+str(i+1))
7         numeris.append((i)*rentangFS+Dmin)
8     return pd.DataFrame([linguistik, numeris], ["A", "Nilai"]).
9     transpose()

```

#### Kode Program 5.7 Fuzzy Set

Penjelasan kode program 5.7.

Baris 1 : Membuat fungsi *getRentangFS* dengan parameter *Dmin*, *Dmax*, serta jumlah Sub Himpunan.

Baris 2 : Mengembalikan nilai rentang *fuzzy set* dengan mencari selisih dari *Dmax*, *Dmin* kemudian dibagi dengan nilai variabel *jlhSubHimpunan* - 1 dari fungsi *getRentangFS*.





Baris 3 : Membuat fungsi fuzzySet dengan parameter *Dmin*, jumlah Sub Himpunan, dan rentang *fuzzy set*.

Baris 4 : Inisialisasi variabel linguistik dan numeris bertipe list.

Baris 5 : Perulangan *i* sebanyak *length* dari variabel *JlhSubHimpunan*.

Baris 6 : Menambahkan item dari belakang pada variabel linguistik dengan menggunakan alias "A".

Baris 7 : Menambahkan item dari belakang pada variabel numeris dari operasi perkalian nilai *i* dengan rentang *fuzzy set*, kemudian dijumlahkan dengan *Dmin*.

Baris 8 : Mengembalikan *dataframe fuzzy set* dari fungsi *fuzzySet* yang terdiri dari nilai Linguistik "A" dan nilai numeris.

### 5.1.8 Implementasi Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan proses atau langkah untuk mengubah harga emas ke dalam bilangan *fuzzy* berdasarkan *Fuzzy Set* atau himpunan *fuzzy*. Fuzzifikasi dilakukan dengan fungsi keanggotaan *fuzzy* segitiga, dan menggunakan nilai numerik, linguistik pada *fuzzy set*, dan harga emas. Untuk implementasi fuzzifikasi menjadi kode program dilampirkan pada Kode Program 5.8.

```
fuzzifikasi
1 def fuzzification(nilaiifs, linguistikfs, harga):
2     nilai=pd.to_numeric(nilaiifs)
3     newv1={}
4     ling,hrq=[], []
5     for idx in range(len(harga)):
6         for i in range(len(nilai)):
7             if(i+2<=nilai.idxmax()):
8                 if(harga[idx]>=nilai(nilai.idxmin()) and
9                    harga[idx]<=nilai(nilai.idxmin()+1)):
10                    newv1.update({nilai.idxmin():
11                                ((nilai(nilai.idxmin()+1)-
12                                 harga[idx])/(nilai(nilai.idxmin()+1)-
13                                  nilai(nilai.idxmin()))))
14                elif(harga[idx]>=nilai(nilai.idxmax()-1) and
15                     harga[idx]<=nilai(nilai.idxmax())):
16                    newv1.update({nilai.idxmax():((harga[idx]-
17                                                    nilai(nilai.idxmax()))/(
18                                                     nilai(nilai.idxmax()-1)-
19                                                      nilai(nilai.idxmax()-1)))})
```

Kode Program 5.8 Fuzzifikasi





```

fuzzifikasi
20     if (harga[idx]>nilai[i] and harga[idx]<nilai[i+2]):
21         if (harga[idx]>nilai[i] and
22             harga[idx]<nilai[i+1]):
23             newvl.update({i+1:((harga[idx]-nilai[i])/
24                 (nilai[i+1]-nilai[i]))})
25         else:
26             newvl.update({i+1:((nilai[i+2]-harga[idx])/
27                 (nilai[i+2]-nilai[i+1]))})
28     else:
29         newvl.update({i+1:0})
30     ling.append(linguistikfs[max(newvl.items(),
31         key=operator.itemgetter(1))[0]])
32     hrg.append(harga[idx])
33     newvl.clear()
34     return list(zip(hrg, ling))

```

#### Kode Program 5.8 Fuzzifikasi (Lanjutan)

Penjelasan kode program 5.8.

Baris 1 : Membuat fungsi fuzzifikasi dengan parameter nilai numeris *fuzzy set*, nilai linguistik *fuzzy set*, dan harga emas.

Baris 2 : Inisialisasi variabel nilai yang merupakan variabel numeris dari *data-frame fuzzy set*.

Baris 3 : Inisialisasi variabel *newvl* bertipe dictionary untuk menyimpan sementara hasil fuzzifikasi tiap data.

Baris 4 : Inisialisasi variabel *ling* dan *hrg* bertipe list.

Baris 5 : Perulangan *idx* sebanyak *length* dari variabel harga.

Baris 6 : Perulangan *i* sebanyak *length* dari variabel nilai.

Baris 7 : Persyaratan jika indeks +2 ≤ indeks terakhir dari variabel nilai.

Baris 8-9 : Persyaratan jika harga pada perulangan ke-*idx* masuk dalam *range* dari nilai pada indeks minimal (indeks ke-0) dan indeks minimal+1 (indeks ke-1).

Baris 10-13: Melakukan *update* pada dictionary *newvl* dengan *key* berupa indeks minimal dari nilai dan *value* berupa hasil pembagian dari nilai indeks minimal+1 dikurang harga indeks ke-*idx* dengan nilai indeks minimal+1 dikurang nilai indeks minimal.

Baris 14-15: Persyaratan jika harga pada perulangan ke-*idx* masuk dalam *range* dari nilai pada indeks maksimal (indeks terakhir) dan indeks maksimal-1 (indeks terakhir -1).

Baris 16-19: Melakukan *update* pada dictionary *newvl* dengan *key* berupa indeks terakhir dan *value* berupa hasil pembagian dari harga indeks ke-*idx* dikurang nilai indeks terakhir dengan nilai indeks terakhir dikurang nilai indeks terakhir-1.





Baris 20 : Persyaratan jika harga pada perulangan ke-idx masuk dalam *range* dari nilai pada indeks  $i$  dan indeks  $i+2$ .

Baris 21-22: Persyaratan jika harga pada perulangan ke-idx masuk dalam *range* dari nilai pada indeks  $i$  dan indeks  $i+1$ .

Baris 23-24: Melakukan *update* pada *dictionary newvl* dengan *key* berupa indeks ke- $(i+1)$  dan *value* berupa hasil pembagian dari harga indeks ke-idx dikurang nilai indeks  $i$  dengan nilai indeks  $i+1$  dikurang nilai indeks  $i$ .

Baris 25 : Jika tidak memenuhi persyaratan pada baris 23-24 maka akan melaksanakan perintah baris 26-27.

Baris 26-27: Melakukan *update* pada *dictionary newvl* dengan *key* berupa indeks ke- $(i+1)$  dan *value* berupa hasil pembagian dari nilai indeks  $i+2$  dikurang harga indeks ke-idx dengan nilai indeks  $i+2$  dikurang nilai indeks  $i+1$ .

Baris 28 : Jika tidak memenuhi persyaratan pada baris 11 maka akan melaksanakan perintah baris 29.

Baris 29 : Melakukan *update* pada *dictionary newvl* dengan *key* berupa indeks ke- $i+1$  dan *value* berupa 0.

Baris 30-31: Menambahkan item dari belakang pada variabel *ling* yang merupakan nilai linguistik *fuzzy set* pada indeks yang mempunyai nilai maksimal dari *newvl*.

Baris 32 : Menambahkan item dari belakang pada variabel *hrg* yang merupakan harga pada indeks *idx*.

Baris 33 : Mengosongkan kembali *dictionary newvl* pada tiap proses perulangan harga emas.

Baris 34 : Mengembalikan hasil fuzzifikasi berupa list dengan gabungan dari list *hrg* dan *ling*.

### 5.1.9 Implementasi FLR dan FLRG

FLR dibentuk menggunakan hasil fuzzifikasi pada tiap data harga emas yang telah difuzzifikasi sebelumnya. FLR menggunakan hubungan antar nilai linguistik hasil fuzzifikasi pada indeks ke- $i$  dengan ideks ke- $(i+1)$ . FLRG adalah pengelompokan *next state* dengan *current state* yang sama dalam FLR. Dalam melakukan implementasi FLR menggunakan hasil fuzzifikasi, dan FLRG menggunakan hasil FLR. Untuk implementasi FLR dan FLRG menjadi kode program dilampirkan pada Kode Program 5.9.





## FLR dan FLRG

```

1 import collections
2 def flr(fuzzifikasi):
3     idx, val=[], []
4     for i in range(len(fuzzifikasi)-1):
5         idx.append(fuzzifikasi[i][1])
6         val.append(fuzzifikasi[i+1][1])
7     return list(zip(idx, val))
8 def flrg(fuzzifikasi):
9     flrz = list(set(fuzzifikasi))
10    d={}
11    for k,v in flrz:
12        d.setdefault(k, list(set([]))).append(v)
13    flrg = dict(collections.OrderedDict(sorted(d.items(), key =
14        lambda t: t[0])))
15    return flrg

```

## Kode Program 5.9 FLR dan FLRG

## Penjelasan kode program 5.9.

- Baris 1 : Melakukan *import library* collections.
- Baris 2 : Membuat fungsi flr dengan parameter hasil fuzzifikasi sebelumnya.
- Baris 3 : Inisialisasi variabel idx dan val bertipe list.
- Baris 4 : Perulangan idx sebanyak length dari variabel fuzzifikasi -1.
- Baris 5 : Menambahkan item dari belakang pada variabel idx dengan nilai pada variabel fuzzifikasi indeks ke i+1 kolom pertama.
- Baris 6 : Menambahkan item dari belakang pada variabel val dengan nilai pada variabel fuzzifikasi indeks ke i kolom pertama.
- Baris 7 : Mengembalikan list dari gabungan list idx dan val.
- Baris 8 : Membuat fungsi flrg dengan parameter hasil fuzzifikasi sebelumnya.
- Baris 9 : Inisialisasi variabel flrz yang merupakan item unik dari variabel fuzzifikasi.
- Baris 10 : Inisialisasi variabel d bertipe *dictionary*.
- Baris 11 : Perulangan key dan value sebanyak length dari variabel flrz.
- Baris 12 : Memasukkan item dari key dan value yang di *looping* dengan format *key* dan *value*. Jika *value* atau *key* tertentu tidak ada dalam *dictionary* maka akan dimasukkan ke dalam *dictionary*, jika *value* ada pada *key* tertentu maka akan ditambahkan pada *key* tersebut.
- Baris 13 : Inisialisasi variabel flrg berupa dictionary yang telah diurutkan berdasarkan *key dictionary* d menggunakan *library collections*.
- Baris 15 : Mengembalikan variabel flrg.





### 5.1.10 Implementasi Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan proses atau langkah untuk mengubah harga emas yang telah dikonversi dalam bilangan *fuzzy* berdasarkan *Fuzzy Set* atau himpunan *fuzzy* ke dalam bilangan real. Defuzzifikasi menggunakan *midpoint* dari sub himpunan yang telah dibentuk sebelumnya, *fuzzy set*, dan FLRG. Untuk implementasi defuzzifikasi ke dalam kode program dilampirkan pada Kode Program 5.10.

```
defuzzifikasi
1 def defuzzification(fs, flrg):
2     defuzzifikasi={}
3     for i in range(len(fs.values)):
4         if(fs.A[i] in flrg):
5             val=0
6             for j in range(len(flrg[fs.A[i]])):
7                 val+=subHimpunan['Nilai Midpoint'][int(flrg
8                     [fs.A[i]][j][1:j+1]SubHimpunan))-1]
9             val=val/len(flrg[fs.A[i]])
10            defuzzifikasi.update({fs.A[i]:
11                float(format(val, '.2f'))})
12        else:
13            val=subHimpunan['Nilai Midpoint'][i]
14            defuzzifikasi.update({fs.A[i]: val})
15    return defuzzifikasi
```

#### Kode Program 5.10 Defuzzifikasi

Penjelasan kode program 5.10.

Baris 1 : Membuat fungsi defuzzifikasi dengan parameter nilai numeris *fuzzy set*, dan FLRG.

Baris 2 : Inisialisasi sebuah variabel defuzzifikasi bertipe *dictionary*.

Baris 3 : Perulangan i sebanyak length dari variabel *fuzzy set*.

Baris 4 : Persyaratan jika nilai linguistik pada *fuzzy set* terdapat dalam key FLRG.

Baris 5 : Inisialisasi variabel val bernilai 0.

Baris 6 : Perulangan j sebanyak length dari *dictionary value* FLRG dengan nilai linguistik pada *fuzzy set* ke-i.

Baris 7 : Menjumlahkan nilai val dengan nilai *midpoint* pada sub himpunan yang sesuai.

Baris 9 : Menghitung nilai rata-rata dari variabel val dengan jumlah *next state* pada FLRG.

Baris 10 : Melakukan *update* dictionary defuzzifikasi dengan key berupa nilai *midpoint* dari sub himpunan sesuai FLRG dan *value* berupa nilai variabel val.





Baris 12 : Jika tidak memenuhi persyaratan pada baris 4 maka akan melaksanakan perintah baris 13-14.

Baris 13 : Menginisialisasi nilai variabel *val* dengan nilai *midpoint* yang tidak ada dalam FLRG.

Baris 14 : Melakukan *update* pada dictionary defuzzifikasi dengan *key* berupa nilai *midpoint* dari sub himpunan yang tidak ada dalam FLRG dan *value* berupa nilai variabel *val*.

Baris 15 : Mengembalikan *dictionary* defuzzifikasi.

### 5.1.11 Implementasi Prediksi

Prediksi merupakan proses atau langkah untuk melakukan prediksi harga emas dengan menggunakan hasil defuzzifikasi sebelumnya. Untuk implementasi prediksi menjadi kode program dilampirkan pada Kode Program 5.11.

```

prediksi
1 def prediction(fuzzifikasi, defuzzifikasi):
2     tgl=[x for x in data[data.columns[0]]]
3     predict=[0 for x in range(len(fuzzifikasi))]
4     actualData, fuzzf=[], []
5     for i in range(len(fuzzifikasi)):
6         actualData.append(fuzzifikasi[i][0])
7         fuzzf.append(fuzzifikasi[i][1])
8         if(i+1<len(fuzzifikasi) and fuzzifikasi[i][1] in
9             defuzzifikasi):
10            predict[i+1]=(defuzzifikasi[fuzzifikasi[i][1]])
11    return pd.DataFrame([tgl, actualData, fuzzf, predict],
12                        ['tanggal', 'Data Aktual', 'Hasil Fuzzifikasi',
13                         'Prediksi']).transpose()
14    def nextDayPred(defuzzifikasi, prediction):
15        return defuzzifikasi[prediction['Hasil Fuzzifikasi']]
16        [len(prediction)-1]

```

#### Kode Program 5.11 Prediksi

Penjelasan kode program 5.11.

Baris 1 : Membuat fungsi prediksi dengan parameter *list* fuzzifikasi dan *dictionary* defuzzifikasi.

Baris 2 : Inisialisasi variabel *predict* bertipe *list* bernilai 0 sebanyak *length* dari *list* fuzzifikasi.

Baris 3 : Inisialisasi variabel *actualData* dan *fuzzf* bertipe *list*.

Baris 4 : Perulangan *i* sebanyak *length* dari *list* fuzzifikasi.

Baris 5 : Menambahkan item dari belakang pada *list actualData* dengan harga emas dari *list* fuzzifikasi.





Baris 6 : Menambahkan item dari belakang pada *list* fuzzf dengan hasil linguistik pada *list* fuzzifikasi.

Baris 7 : Persyaratan jika indeks  $1+1 < \text{length}$  dari *list* fuzzifikasi dan nilai linguistik dari hasil fuzzifikasi terdapat dalam key defuzzifikasi.

Baris 9 : Melakukan prediksi dari variabel *predict* pada  $i+1$  dengan menggunakan nilai dari defuzzifikasi dengan indeks ke- $i$ .

Baris 10 : Mengembalikan *dataframe* dari hasil prediksi.

Baris 12 : Membuat fungsi *nextMonthPred* dengan parameter *dictionary* defuzzifikasi dan *dataframe* prediction.

Baris 13 : Mengembalikan hasil prediksi satu bulan selanjutnya.

### 5.1.12 Implementasi Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Implementasi pengujian menggunakan pengujian *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Pengujian MAPE dilakukan dengan menggunakan perbandingan dari data aktual harga emas dengan hasil prediksi dalam *dataframe prediction*. Untuk implementasi *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) menjadi kode program dilampirkan pada Kode Program 5.12.

```

prediksi
1 def error(self,actual,prediction):
2     return abs(actual-prediction)/actual
3 def mape(prediction):
4     mape=[]
5     for i in range(len(prediction)):
6         if(i+1 < len(prediction)):
7             mape.append(abs(prediction['Data Aktual'][(i+1)]-
8                 prediction['Prediksi'][(i+1)])/
9                 prediction['Data Aktual'][(i)])
10            return sum(mape)/(len(prediction)-1)*100
  
```

#### Kode Program 5.12 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Penjelasan kode program 5.12.

Baris 1 : *create* fungsi *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan parameter *dataframe prediction*.

Baris 2 : Inisialisasi variabel *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) bertipe *list*.

Baris 3 : Perulangan  $i$  sebanyak  $\text{length}$  dari *dataframe prediction*.

Baris 4 : Persyaratan jika indeks  $1+1 < \text{length}$  dari *dataframe prediction*.

Baris 5 : Menambahkan item dari belakang pada *list* mape dengan selisih antara data aktual ke- $i$  dan hasil prediksi ke- $i$  harga emas dalam *dataframe prediction*. Kemudian dibagi dengan data aktual ke- $i$ .

Baris 8 : Mengembalikan hasil rata-rata *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dikalikan 100.





## BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab Enam berisi pembahasan pengujian untuk menguji implementasi yang telah dibuat sebelumnya serta menganalisis hasil dari pengujian terhadap prediksi harga emas dengan menggunakan *Average-Based Fuzzy Time Series*. Skenario pengujian yang digunakan adalah hasil dari perancangan sebelumnya. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian pengaruh jumlah data latih terhadap hasil prediksi dan nilai MAPE yang dihasilkan, dan pengujian nilai MAPE yang dihasilkan dari semua data latih yang digunakan.

### 6.1 Pengujian Pengaruh Jumlah Data Latih terhadap Hasil Prediksi dan Nilai MAPE

Pengujian dilakukan dengan menggunakan data latih sebanyak 250, 750, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2250, dan 2500. Data uji yang digunakan merupakan 10 hari pertama pada bulan Desember tahun 2019. Pada tiap pengujian dilihat perbandingan harga emas aktual dengan hasil prediksi, kemudian dari keseluruhan pengujian dilakukan perhitungan nilai *error* MAPE.

- **Pengujian menggunakan 250 Data Latih**

Pengujian dilakukan menggunakan data latih sejumlah 250 data. Data yang dilakukan pengujian yakni data satu hari berikutnya setelah data latih terakhir. Hasil pengujian yang dilakukan dilampirkan pada Tabel 6.1.

**Tabel 6.1 Nilai MAPE dari Pengujian 250 Data Latih**

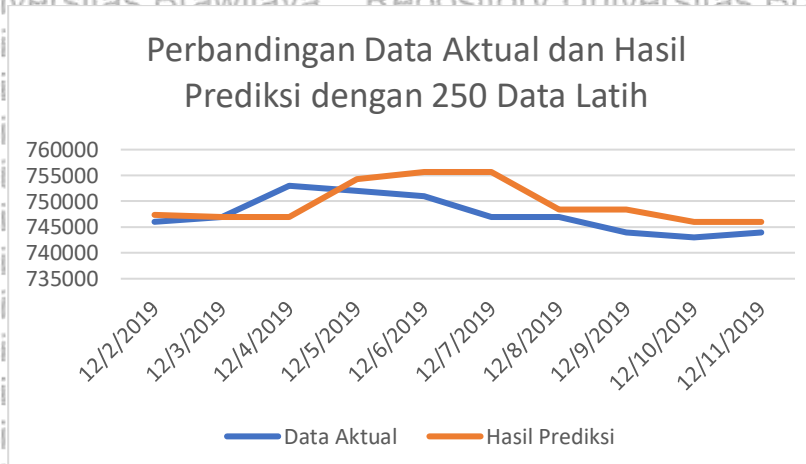
Pengujian ke	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y(t)$ )	Hasil Prediksi ( $f(t)$ )	Error Prediksi ( $\frac{ Y(t)-f(t) }{Y(t)}$ )
1	250	02/13/2019 - 11/30/2019	12/02/2019	746000	747333.33	0,001787
2	250	02/14/2019 - 12/02/2019	12/03/2019	747000	747000	0,000000
3	250	02/15/2019 - 12/03/2019	12/04/2019	753000	747000	0,007968
4	250	02/16/2019 - 12/04/2019	12/05/2019	752000	754333,33	0,003103





Pengujian ke -	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y_{(t)}$ )	Hasil Prediksi ( $f_{(t)}$ )	Error Prediksi ( $\frac{ Y_{(t)} - f_{(t)} }{Y_{(t)}}$ )
5	250	02/18/2019 - 12/05/2019	12/06/2019	751000	755666,67	0,006214
6	250	02/19/2019 - 12/06/2019	12/07/2019	747000	755666,67	0,011602
7	250	02/20/2019 - 12/07/2019	12/08/2019	747000	748400	0,001874
8	250	02/21/2019 - 12/08/2019	12/09/2019	744000	748400	0,005914
9	250	02/22/2019 - 12/09/2019	12/10/2019	743000	746000	0,004038
10	250	02/23/2019 - 12/10/2019	12/11/2019	744000	746000	0,002688
MAPE (%)						0,45188

Untuk perbandingan data aktual dengan hasil prediksi berdasarkan pengujian menggunakan 250 data latih dilampirkan pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1 Grafik Hasil Pengujian 250 Data Latih





Melalui Tabel 6.1 dan Gambar 6.1 dapat dilihat pada pengujian ke-2 dengan data uji 12/03/2019 hasil prediksi memiliki kesamaan dengan data aktual sebesar Rp747.000,00 sehingga menghasilkan nilai *error* prediksi sebesar 0. Pada pengujian ke-6 dengan data uji 12/07/2019 menghasilkan hasil prediksi sebesar Rp755.666,67 dari data aktual sebesar Rp747.000,00 dan nilai *error* prediksi yang dihasilkan sebesar 0,011602 dan menjadi nilai *error* terbesar. Dari keseluruhan pengujian dengan menggunakan data latih sebanyak 250 memberi hasil nilai *error* MAPE sebesar 0,45188%.

• **Pengujian menggunakan 500 Data Latih**

Pengujian dilakukan menggunakan data latih sejumlah 500 data. Data yang akan dilakukan pengujian yakni data satu hari berikutnya setelah data latih terakhir. Hasil pengujian yang dilakukan dapat dilihat dalam Tabel 6.2.

**Tabel 6.2 Nilai MAPE dari Pengujian 500 Data Latih**

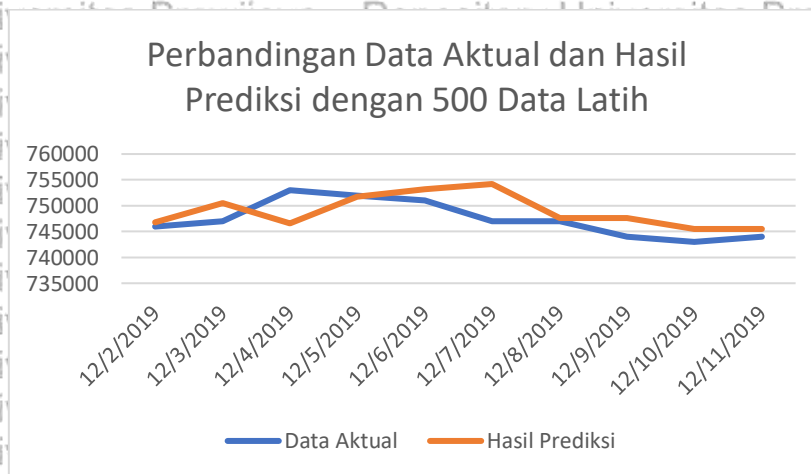
Pengujian ke	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y_{(t)}$ )	Hasil Prediksi ( $f_{(t)}$ )	<i>Error</i> Prediksi $(\frac{ Y_{(t)} - f_{(t)} }{Y_{(t)}})$
1	500	03/31/2018 - 11/30/2019	12/02/2019	746000	747333,33	0,001787
2	500	04/02/2018 - 12/02/2019	12/03/2019	744000	750500	0,004685
3	500	04/03/2018 - 12/03/2019	12/04/2019	747000	746600	0,008499
4	500	04/04/2018 - 12/04/2019	12/05/2019	753000	751750	0,000332
5	500	04/05/2018 - 12/05/2019	12/06/2019	752000	753166,67	0,002885
6	500	04/06/2018 - 12/06/2019	12/07/2019	751000	754200	0,009639
7	500	04/07/2018 - 12/07/2019	12/08/2019	747000	747666,67	0,000892





Pengujian ke -	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y_{(t)}$ )	Hasil Prediksi ( $f_{(t)}$ )	Error Prediksi ( $\frac{ Y_{(t)} - f_{(t)} }{Y_{(t)}}$ )
8	500	04/09/2018 - 12/08/2019	12/09/2019	747000	747666,67	0,004928
9	500	04/10/2018 - 12/09/2019	12/10/2019	743000	745500	0,003365
10	500	04/11/2018 - 12/10/2019	12/11/2019	744000	745500	0,002016
MAPE (%)						0,38248

Untuk perbandingan data aktual dengan hasil prediksi berdasarkan pengujian menggunakan 500 data latih dilampirkan pada Gambar 6.2.



**Gambar 6.2 Grafik Hasil Pengujian 500 Data Latih**

Berdasarkan Tabel 6.2 serta Gambar 6.2 dapat dilihat bahwa pada pengujian ke-4 dengan data uji 12/03/2019 menghasilkan hasil prediksi sebesar Rp751.750,00 dan data aktual sebesar Rp753.000,00 sehingga menghasilkan nilai error prediksi terkecil sebesar 0,000332. Pada pengujian ke-6 dengan data uji 12/07/2019 menghasilkan hasil prediksi sebesar Rp754.200,00 dari data aktual sebesar Rp747.000,00 dan nilai error prediksi yang dihasilkan sebesar 0,009639 dan menjadi nilai error terbesar. Dari keseluruhan pengujian dengan menggunakan data latih sebanyak 500 memberikan nilai error MAPE sebesar 0,38248%.





- Hasil Pengujian menggunakan 750 Data Latih

Pengujian menggunakan data latih sejumlah 750 data. Data yang akan dilakukan pengujian yakni data satu hari berikutnya setelah data latih terakhir. Hasil pengujian yang dilakukan dilampirkan pada Tabel 6.3.

**Tabel 6.3 Nilai MAPE dari Pengujian 750 Data Latih**

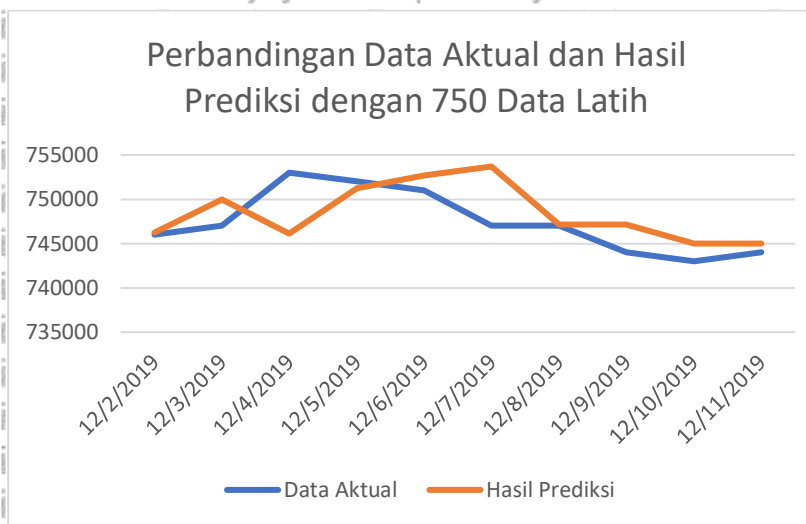
Pengujian ke -	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y(t)$ )	Hasil Prediksi ( $f(t)$ )	Error Prediksi ( $\frac{ Y(t)-f(t) }{Y(t)}$ )
1	750	05/23/2017 - 11/30/2019	12/02/2019	746000	746250	0,000335
2	750	05/24/2017 - 12/02/2019	12/03/2019	747000	750000	0,004016
3	750	05/25/2017 - 12/03/2019	12/04/2019	753000	746100	0,009163
4	750	05/26/2017 - 12/04/2019	12/05/2019	752000	751250	0,000997
5	750	05/27/2017 - 12/05/2019	12/06/2019	751000	752666,67	0,002219
6	750	05/29/2017 - 12/06/2019	12/07/2019	747000	753700	0,008969
7	750	05/29/2017 - 12/07/2019	12/08/2019	747000	747166,67	0,000223
8	750	05/31/2017 - 12/08/2019	12/09/2019	744000	747166,67	0,004256
9	750	06/02/2017 - 12/09/2019	12/10/2019	743000	745000	0,002692





Pengujian ke -	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y_{(t)}$ )	Hasil Prediksi ( $f_{(t)}$ )	Error Prediksi ( $\frac{ Y_{(t)} - f_{(t)} }{Y_{(t)}}$ )
10	750	06/03/2017 - 12/10/2019	12/11/2019	744000	745000	0,001344
MAPE (%)						0,34216

Untuk perbandingan data aktual dengan hasil prediksi berdasarkan pengujian menggunakan 750 data latih dilampirkan pada Gambar 6.3.



Gambar 6.3 Grafik Hasil Pengujian 750 Data Latih

Melalui Tabel 6.3 dan Gambar 6.3 dapat dilihat bahwa pada pengujian ke-7 dengan data uji 12/08/2019 menghasilkan hasil prediksi sebesar Rp747.166,67 dan data aktual sebesar Rp747.000,00 sehingga menghasilkan nilai *error* prediksi terkecil sebesar 0,000223. Pada pengujian ke-3 dengan data uji 12/04/2019 menghasilkan hasil prediksi sebesar Rp746.100,00 dari data aktual sebesar Rp753.000,00 dan nilai *error* prediksi yang dihasilkan sebesar 0,009163 dan menjadi nilai *error* terbesar. Dari keseluruhan pengujian dengan menggunakan data latih sebanyak 750 memberikan nilai *error* MAPE sebesar 0,34216%.





- **Pengujian menggunakan 1000 Data Latih**

Pengujian menggunakan data latih sejumlah 1000 data. Data yang akan dilakukan pengujian yakni data satu hari berikutnya setelah data latih terakhir. Hasil pengujian yang dilakukan dilampirkan pada Tabel 6.4.

**Tabel 6.4 Nilai MAPE dari Pengujian 1000 Data Latih**

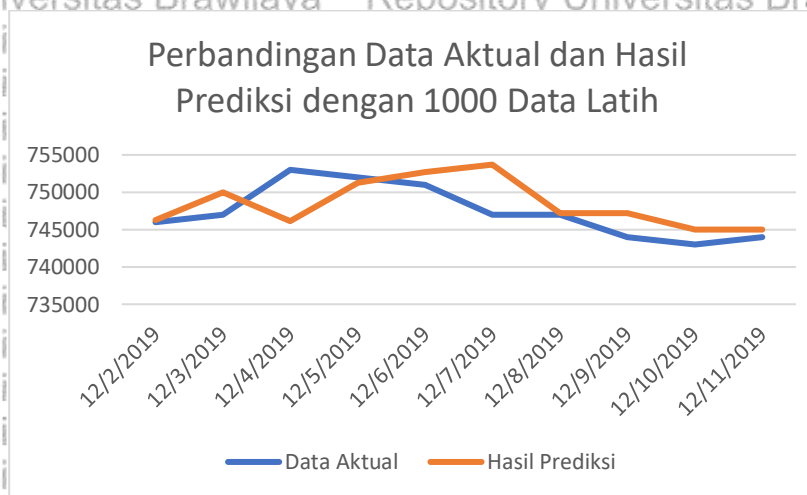
Pengujian ke	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y_{(t)}$ )	Hasil Prediksi ( $f_{(t)}$ )	Error Prediksi ( $\frac{ Y_{(t)} - f_{(t)} }{Y_{(t)}}$ )
1	1000	07/21/2016 - 11/30/2019	12/02/2019	746000	746250	0,000335
2	1000	07/22/2016 - 12/02/2019	12/03/2019	747000	750000	0,004016
3	1000	07/23/2016 - 12/03/2019	12/04/2019	753000	746100	0,009163
4	1000	07/25/2016 - 12/04/2019	12/05/2019	752000	751250	0,000997
5	1000	07/26/2016 - 12/05/2019	12/06/2019	751000	752666,67	0,002219
6	1000	07/27/2016 - 12/06/2019	12/07/2019	747000	753700	0,008969
7	1000	07/28/2016 - 12/07/2019	12/08/2019	747000	747166,67	0,000223
8	1000	07/29/2016 - 12/08/2019	12/09/2019	744000	747166,67	0,004256
9	1000	07/30/2016 - 12/09/2019	12/10/2019	743000	745000	0,002692





Pengujian ke -	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y_{(t)}$ )	Hasil Prediksi ( $f_{(t)}$ )	Error Prediksi ( $\frac{ Y_{(t)} - f_{(t)} }{Y_{(t)}}$ )
10	1000	08/01/2016 - 12/10/2019	12/11/2019	744000	745000	0,001344
MAPE (%)						0,34216

Untuk perbandingan data aktual dengan hasil prediksi berdasarkan pengujian menggunakan 1000 data latih dilampirkan pada Gambar 6.4.



Gambar 6.4 Grafik Hasil Pengujian 1000 Data Latih

Melalui Tabel 6.4 dan Gambar 6.4 dapat dilihat bahwa pada pengujian ke-7 dengan data uji 12/08/2019 menghasilkan hasil prediksi sebesar Rp747.166,67 dan data aktual sebesar Rp747.000,00 sehingga menghasilkan nilai *error* prediksi terkecil sebesar 0,000223. Pada pengujian ke-3 dengan data uji 12/04/2019 menghasilkan hasil prediksi sebesar Rp746.100,00 dari data aktual sebesar Rp753.000,00 dan nilai *error* prediksi yang dihasilkan sebesar 0,009163 dan menjadi nilai *error* terbesar. Dari keseluruhan pengujian dengan menggunakan data latih sebanyak 1000 memberikan nilai *error* MAPE sebesar 0,34216%.





- Hasil Pengujian menggunakan 1250 Data Latih

Pengujian dilakukan menggunakan data latih sejumlah 1250 data. Data yang dilakukan pengujian yakni data satu hari berikutnya setelah data latih terakhir. Hasil pengujian yang dilakukan dilampirkan pada Tabel 6.5.

**Tabel 6.5 Nilai MAPE dari Pengujian 1250 Data Latih**

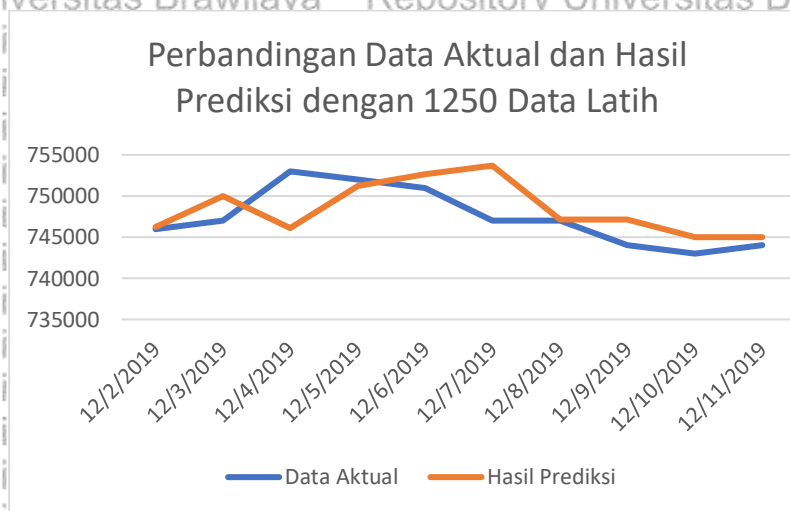
Pengujian ke	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y_{(t)}$ )	Hasil Prediksi ( $f_{(t)}$ )	Error Prediksi ( $\frac{ Y_{(t)} - f_{(t)} }{Y_{(t)}}$ )
1	1250	09/10/2015 - 11/30/2019	12/02/2019	746000	746250	0,000335
2	1250	09/11/2015 - 12/02/2019	12/03/2019	747000	750000	0,004016
3	1250	09/12/2015 - 12/03/2019	12/04/2019	753000	746100	0,009163
4	1250	09/14/2015 - 12/04/2019	12/05/2019	752000	751250	0,000997
5	1250	09/15/2015 - 12/05/2019	12/06/2019	751000	752666,67	0,002219
6	1250	09/16/2015 - 12/06/2019	12/07/2019	747000	753700	0,008969
7	1250	09/17/2015 - 12/07/2019	12/08/2019	747000	747166,67	0,000223
8	1250	09/18/2015 - 12/08/2019	12/09/2019	744000	747166,67	0,004256
9	1250	09/19/2015 - 12/09/2019	12/10/2019	743000	745000	0,002692





Pengujian ke -	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y_{(t)}$ )	Hasil Prediksi ( $f_{(t)}$ )	Error Prediksi ( $\frac{ Y_{(t)} - f_{(t)} }{Y_{(t)}}$ )
10	1250	09/21/2015 - 12/10/2019	12/11/2019	744000	745000	0,001344
MAPE (%)						0,34216

Untuk perbandingan data aktual dengan hasil prediksi berdasarkan pengujian menggunakan 1250 data latih dilampirkan pada Gambar 6.5.



**Gambar 6.5 Grafik Hasil Pengujian 1250 Data Latih**

Melalui Tabel 6.5 dan Gambar 6.5 dapat dilihat bahwa pada pengujian ke-7 dengan data uji 12/08/2019 menghasilkan hasil prediksi sebesar Rp747.166,67 dan data aktual sebesar Rp747.000,00 sehingga menghasilkan nilai *error* prediksi terkecil sebesar 0,000223. Pada pengujian ke-3 dengan data uji 12/04/2019 menghasilkan hasil prediksi sebesar Rp746.100,00 dari data aktual sebesar Rp753.000,00 dan nilai *error* prediksi yang dihasilkan sebesar 0,009163 dan menjadi nilai *error* terbesar. Dari keseluruhan pengujian dengan menggunakan data latih sebanyak 1250 memberikan nilai *error* MAPE sebesar 0,34216%.





- Hasil Pengujian menggunakan 1500 Data Latih

Pengujian dilakukan menggunakan data latih sejumlah 1500 data. Data yang dilakukan pengujian yakni data satu hari berikutnya setelah data latih terakhir. Hasil pengujian yang dilakukan dilampirkan pada Tabel 6.6.

**Tabel 6.6 Nilai MAPE dari Pengujian 1500 Data Latih**

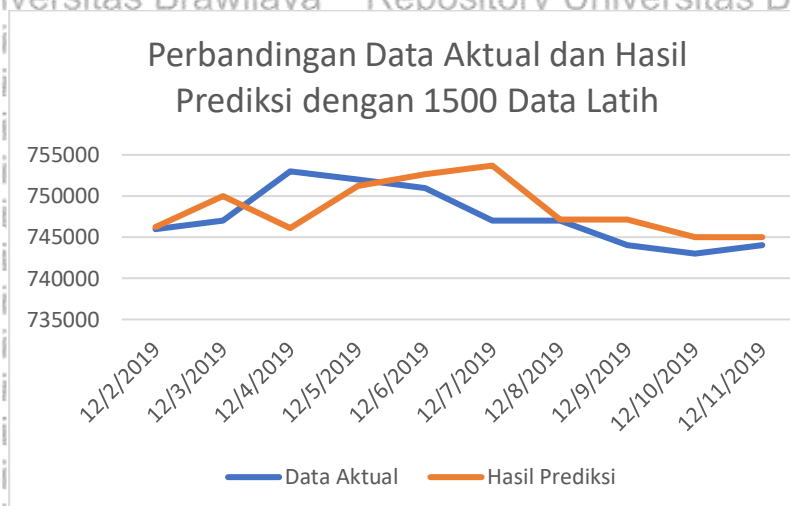
Pengujian ke	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y_{(t)}$ )	Hasil Prediksi ( $f_{(t)}$ )	Error Prediksi ( $\frac{ Y_{(t)} - f_{(t)} }{Y_{(t)}}$ )
1	1500	10/21/2014 - 11/30/2019	12/02/2019	746000	746250	0,000335
2	1500	10/22/2014 - 12/02/2019	12/03/2019	747000	750000	0,004016
3	1500	10/23/2014 - 12/03/2019	12/04/2019	753000	746100	0,009163
4	1500	10/24/2014 - 12/04/2019	12/05/2019	752000	751250	0,000997
5	1500	10/27/2014 - 12/05/2019	12/06/2019	751000	752666,67	0,002219
6	1500	10/28/2014 - 12/06/2019	12/07/2019	747000	753700	0,008969
7	1500	10/29/2014 - 12/07/2019	12/08/2019	747000	747166,67	0,000223
8	1500	10/30/2014 - 12/08/2019	12/09/2019	744000	747166,67	0,004256
9	1500	10/31/2014 - 12/09/2019	12/10/2019	743000	745000	0,002692





Pengujian ke -	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y_{(t)}$ )	Hasil Prediksi ( $f_{(t)}$ )	Error Prediksi ( $\frac{ Y_{(t)} - f_{(t)} }{Y_{(t)}}$ )
10	1500	11/03/2014 - 12/10/2019	12/11/2019	744000	745000	0,001344
MAPE (%)						0,34216

Untuk perbandingan data aktual dengan hasil prediksi berdasarkan pengujian menggunakan 1500 data latih dilampirkan pada Gambar 6.6.



**Gambar 6.6 Grafik Hasil Pengujian 1500 Data Latih**

Melalui Tabel 6.6 dan Gambar 6.6 dapat dilihat bahwa pada pengujian ke-7 dengan data uji 12/08/2019 menghasilkan hasil prediksi sebesar Rp747.166,67 dan data aktual sebesar Rp747.000,00 sehingga menghasilkan nilai *error* prediksi terkecil sebesar 0,000223. Pada pengujian ke-3 dengan data uji 12/04/2019 menghasilkan hasil prediksi sebesar Rp746.100,00 dari data aktual sebesar Rp753.000,00 dan nilai *error* prediksi yang dihasilkan sebesar 0,009163 dan menjadi nilai *error* terbesar. Dari keseluruhan pengujian dengan menggunakan data latih sebanyak 1500 memberikan nilai *error* MAPE yakni 0,34216%.





- Hasil Pengujian menggunakan 1750 Data Latih

Pengujian dilakukan menggunakan data latih sejumlah 1750 data. Data yang dilakukan pengujian yakni data satu hari berikutnya setelah data latih terakhir. Hasil pengujian yang dilakukan dilampirkan pada Tabel 6.7.

**Tabel 6.7 Nilai MAPE dari Pengujian 1750 Data Latih**

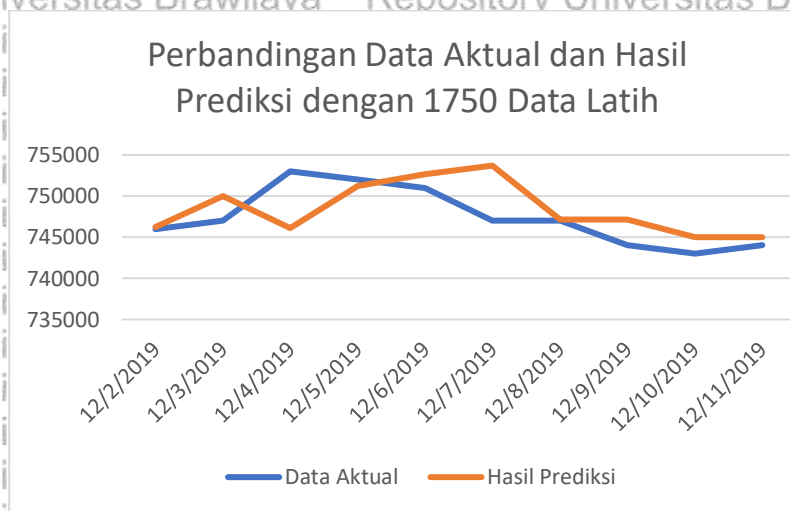
Pengujian ke	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y_{(t)}$ )	Hasil Prediksi ( $f_{(t)}$ )	Error Prediksi ( $\frac{ Y_{(t)} - f_{(t)} }{Y_{(t)}}$ )
1	1750	10/07/2013 - 11/30/2019	12/02/2019	746000	746250	0,000335
2	1750	10/08/2013 - 12/02/2019	12/03/2019	747000	750000	0,004016
3	1750	10/09/2013 - 12/03/2019	12/04/2019	753000	746100	0,009163
4	1750	10/10/2013 - 12/04/2019	12/05/2019	752000	751250	0,000997
5	1750	10/11/2013 - 12/05/2019	12/06/2019	751000	752666,67	0,002219
6	1750	10/16/2013 - 12/06/2019	12/07/2019	747000	753700	0,008969
7	1750	10/17/2013 - 12/07/2019	12/08/2019	747000	747166,67	0,000223
8	1750	10/18/2013 - 12/08/2019	12/09/2019	744000	747166,67	0,004256
9	1750	10/21/2013 - 12/09/2019	12/10/2019	743000	745000	0,002692





Pengujian ke -	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y_{(t)}$ )	Hasil Prediksi ( $f_{(t)}$ )	Error Prediksi ( $\frac{ Y_{(t)} - f_{(t)} }{Y_{(t)}}$ )
10	1750	10/22/2013 - 12/10/2019	12/11/2019	744000	745000	0,001344
MAPE (%)						0,34216

Untuk perbandingan data aktual dengan hasil prediksi berdasarkan pengujian menggunakan 1750 data latih dilampirkan pada Gambar 6.7.



**Gambar 6.7 Grafik Hasil Pengujian 1750 Data Latih**

Melalui Tabel 6.7 dan Gambar 6.7 dapat dilihat bahwa pada pengujian ke-7 dengan data uji 12/08/2019 menghasilkan hasil prediksi sebesar Rp747.166,67 dan data aktual sebesar Rp747.000,00 sehingga menghasilkan nilai *error* prediksi terkecil sebesar 0,000223. Pada pengujian ke-3 dengan data uji 12/04/2019 menghasilkan hasil prediksi sebesar Rp746.100,00 dari data aktual sebesar Rp753.000,00 dan nilai *error* prediksi yang dihasilkan sebesar 0,009163 dan menjadi nilai *error* terbesar. Dari keseluruhan pengujian dengan menggunakan data latih sebanyak 1750 memberikan nilai *error* MAPE yakni 0,34216%.





- Hasil Pengujian menggunakan 2000 Data Latih

Pengujian dilakukan menggunakan data latih sejumlah 2000 data. Data yang dilakukan pengujian yakni data satu hari berikutnya setelah data latih terakhir. Hasil pengujian yang dilakukan dilampirkan pada Tabel 6.8.

**Tabel 6.8 Nilai MAPE dari Pengujian 2000 Data Latih**

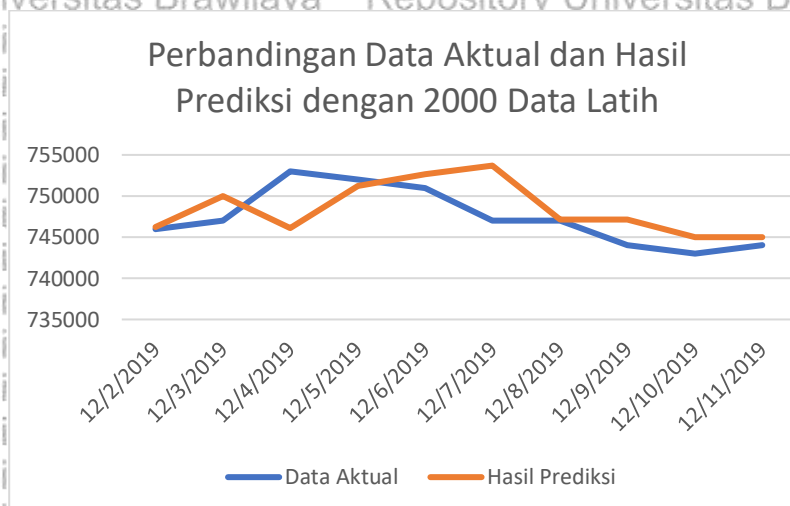
Pengujian ke	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y_{(t)}$ )	Hasil Prediksi ( $f_{(t)}$ )	Error Prediksi ( $\frac{ Y_{(t)} - f_{(t)} }{Y_{(t)}}$ )
1	2000	09/27/2012 - 11/30/2019	12/02/2019	746000	746250	0,000335
2	2000	09/28/2012 - 12/02/2019	12/03/2019	747000	750000	0,004016
3	2000	10/01/2012 - 12/03/2019	12/04/2019	753000	746100	0,009163
4	2000	10/02/2012 - 12/04/2019	12/05/2019	752000	751250	0,000997
5	2000	10/03/2012 - 12/05/2019	12/06/2019	751000	752666,67	0,002219
6	2000	10/04/2012 - 12/06/2019	12/07/2019	747000	753700	0,008969
7	2000	10/05/2012 - 12/07/2019	12/08/2019	747000	747166,67	0,000223
8	2000	10/08/2012 - 12/08/2019	12/09/2019	744000	747166,67	0,004256
9	2000	10/09/2012 - 12/09/2019	12/10/2019	743000	745000	0,002692





Pengujian ke -	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y_{(t)}$ )	Hasil Prediksi ( $f_{(t)}$ )	Error Prediksi ( $\frac{ Y_{(t)} - f_{(t)} }{Y_{(t)}}$ )
10	2000	10/10/2012 - 12/10/2019	12/11/2019	744000	745000	0,001344
MAPE (%)						0,34216

Untuk perbandingan data aktual dengan hasil prediksi berdasarkan pengujian menggunakan 2000 data latih dilampirkan pada Gambar 6.8.



**Gambar 6.8 Grafik Hasil Pengujian 2000 Data Latih**

Melalui Tabel 6.8 dan Gambar 6.8 dapat dilihat bahwa pada pengujian ke-7 dengan data uji 12/08/2019 menghasilkan hasil prediksi sebesar Rp747.166,67 dan data aktual sebesar Rp747.000,00 sehingga menghasilkan nilai *error* prediksi terkecil sebesar 0,000223. Pada pengujian ke-3 dengan data uji 12/04/2019 menghasilkan hasil prediksi sebesar Rp746.100,00 dari data aktual sebesar Rp753.000,00 dan nilai *error* prediksi yang dihasilkan sebesar 0,009163 dan menjadi nilai *error* terbesar. Dari keseluruhan pengujian dengan menggunakan data latih sebanyak 2000 memberikan nilai *error* MAPE yakni 0,34216%.





• Hasil Pengujian menggunakan 2250 Data Latih

Pengujian dilakukan menggunakan data latih sejumlah 2250 data. Data yang dilakukan pengujian yakni data satu hari berikutnya setelah data latih terakhir. Hasil pengujian yang dilakukan dilampirkan pada Tabel 6.9.

**Tabel 6.9 Nilai MAPE dari Pengujian 2250 Data Latih**

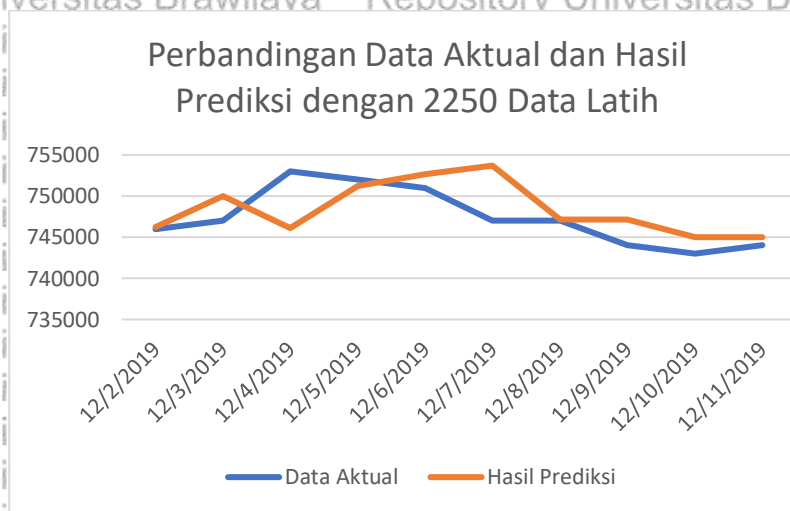
Pengujian ke	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y_{(t)}$ )	Hasil Prediksi ( $f_{(t)}$ )	Error Prediksi ( $\frac{ Y_{(t)} - f_{(t)} }{Y_{(t)}}$ )
1	2250	09/28/2011 - 11/30/2019	12/02/2019	746000	746250	0,000335
2	2250	09/29/2011 - 12/02/2019	12/03/2019	747000	750000	0,004016
3	2250	09/30/2011 - 12/03/2019	12/04/2019	753000	746100	0,009163
4	2250	10/03/2011 - 12/04/2019	12/05/2019	752000	751250	0,000997
5	2250	10/04/2011 - 12/05/2019	12/06/2019	751000	752666,67	0,002219
6	2250	10/05/2011 - 12/06/2019	12/07/2019	747000	753700	0,008969
7	2250	10/06/2011 - 12/07/2019	12/08/2019	747000	747166,67	0,000223
8	2250	10/07/2011 - 12/08/2019	12/09/2019	744000	747166,67	0,004256
9	2250	10/10/2011 - 12/09/2019	12/10/2019	743000	745000	0,002692





Pengujian ke -	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y_{(t)}$ )	Hasil Prediksi ( $f_{(t)}$ )	Error Prediksi ( $\frac{ Y_{(t)} - f_{(t)} }{Y_{(t)}}$ )
10	2250	10/11/2011 - 12/10/2019	12/11/2019	744000	745000	0,001344
MAPE (%)						0,34216

Untuk perbandingan data aktual dengan hasil prediksi berdasarkan pengujian menggunakan 2250 data latih dilampirkan pada Gambar 6.9.



**Gambar 6.9 Grafik Hasil Pengujian 2250 Data Latih**

Melalui Tabel 6.9 dan Gambar 6.9 dapat dilihat bahwa pada pengujian ke-7 dengan data uji 12/08/2019 menghasilkan hasil prediksi sebesar Rp747.166,67 dan data aktual sebesar Rp747.000,00 sehingga menghasilkan nilai *error* prediksi terkecil sebesar 0,000223. Pada pengujian ke-3 dengan data uji 12/04/2019 menghasilkan hasil prediksi sebesar Rp746.100,00 dari data aktual sebesar Rp753.000,00 dan nilai *error* prediksi yang dihasilkan sebesar 0,009163 dan menjadi nilai *error* terbesar. Dari keseluruhan pengujian dengan menggunakan data latih sebanyak 2250 memberikan nilai *error* MAPE sejumlah 0,34216%.





- Hasil Pengujian menggunakan 2500 Data Latih

Pengujian dilakukan menggunakan data latih sejumlah 2500 data. Data yang dilakukan pengujian yakni data satu hari berikutnya setelah data latih terakhir. Hasil pengujian yang dilakukan dilampirkan pada Tabel 6.10.

**Tabel 6.10 Nilai MAPE dari Pengujian 2500 Data Latih**

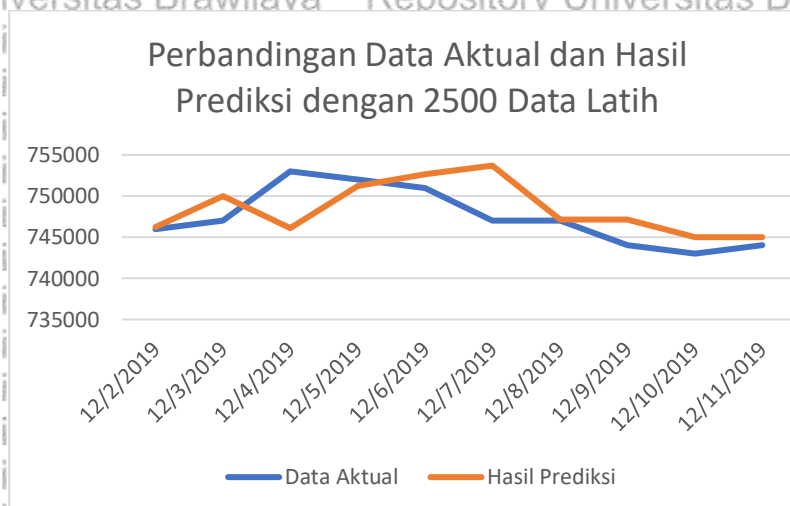
Pengujian ke	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y_{(t)}$ )	Hasil Prediksi ( $f_{(t)}$ )	Error Prediksi $(\frac{ Y_{(t)} - f_{(t)} }{Y_{(t)}})$
1	2500	09/20/2010 - 11/30/2019	12/02/2019	746000	746250	0,000335
2	2500	09/21/2010 - 12/02/2019	12/03/2019	747000	750000	0,004016
3	2500	09/22/2010 - 12/03/2019	12/04/2019	753000	746100	0,009163
4	2500	09/23/2010 - 12/04/2019	12/05/2019	752000	751250	0,000997
5	2500	09/24/2010 - 12/05/2019	12/06/2019	751000	752666,67	0,002219
6	2500	09/27/2010 - 12/06/2019	12/07/2019	747000	753700	0,008969
7	2500	09/28/2010 - 12/07/2019	12/08/2019	747000	747166,67	0,000223
8	2500	09/29/2010 - 12/08/2019	12/09/2019	744000	747166,67	0,004256
9	2500	09/30/2010 - 12/09/2019	12/10/2019	743000	745000	0,002692





Pengujian ke -	Jumlah Data Latih	Rentang Data Latih	Data Uji	Data Aktual ( $Y_{(t)}$ )	Hasil Prediksi ( $f_{(t)}$ )	Error Prediksi ( $\frac{ Y_{(t)} - f_{(t)} }{Y_{(t)}}$ )
10	2500	10/01/2010 12/10/2019	12/11/2019	744000	745000	0,001344
MAPE (%)						0,34216

Untuk perbandingan data aktual dengan hasil prediksi berdasarkan pengujian menggunakan 2500 data latih dilampirkan pada Gambar 6.10.



**Gambar 6.10 Grafik Hasil Pengujian 2500 Data Latih**

Melalui Tabel 6.10 dan Gambar 6.10 dapat dilihat bahwa pada pengujian ke-7 dengan data uji 12/08/2019 menghasilkan hasil prediksi sebesar Rp747.166,67 dan data aktual sebesar Rp747.000,00 sehingga menghasilkan nilai *error* prediksi terkecil sebesar 0,000223. Pada pengujian ke-3 dengan data uji 12/04/2019 menghasilkan hasil prediksi sebesar Rp746.100,00 dari data aktual sebesar Rp753.000,00 dan nilai *error* prediksi yang dihasilkan sebesar 0,009163 dan menjadi nilai *error* terbesar. Dari keseluruhan pengujian dengan menggunakan data latih sebanyak 2500 memberikan nilai *error* MAPE sejumlah 0,34216%.





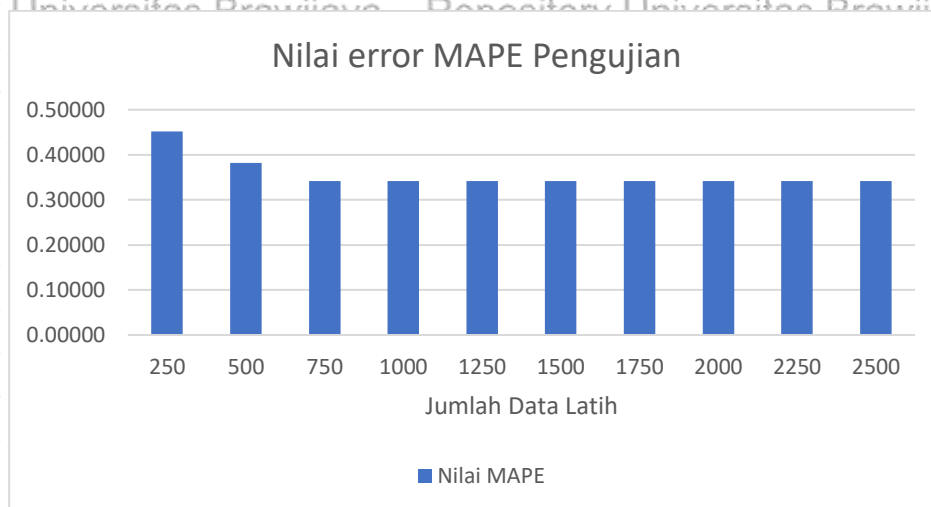
## 6.2 Analisis

Analisis dilakukan berdasarkan hasil pengujian dengan beragam jumlah data latih yang telah dilakukan sebelumnya dengan mengamati nilai *error* MAPE. Analisis nilai *error* MAPE bertujuan untuk mengukur tingkat *error* yang dihasilkan dari setiap pengujian dengan penggunaan variasi data latih. Analisis Nilai MAPE dapat dilihat pada Tabel 6.11.

**Tabel 6.11 Nilai error MAPE Pengujian**

Jumlah Data Latih	MAPE (%)
250	0,45188
500	0,38248
750	0,34216
1000	0,34216
1250	0,34216
1500	0,34216
1750	0,34216
2000	0,34216
2250	0,34216
2500	0,34216

Berdasarkan Tabel 6.11 dapat dilihat dalam bentuk grafik nilai *error* MAPE pengujian pada Gambar 6.11.



**Gambar 6.11 Grafik Hasil Pengujian Nilai error MAPE**

Berdasarkan Tabel 6.11 dan Gambar 6.11 nilai *error* MAPE yang dihasilkan terjadi penurunan. Penurunan terjadi ketika menggunakan data latih 250 hingga





750. Akan tetapi nilai kesalahan (*error*) MAPE mengalami konvergensi sejak menggunakan data latih sebanyak 750 data. Hal ini disebabkan oleh hasil prediksi yang dihasilkan pada pengujian dengan data latih sebanyak 750 data hingga 2500 data sama dan tidak terjadi perubahan, sehingga nilai *error* yang dihasilkan tidak mengalami perubahan. Selain itu, penyebab terjadinya konvergensi nilai *error* adalah hasil defuzzifikasi dan penentuan prediksi yang dihasilkan sama. Ini disebabkan juga karena data harga emas dalam penelitian ini tidak memiliki fluktuatif yang amat mencolok serta cenderung naik atau turun secara perlahan, dan menyebabkan selisih *absolute* tidak berbeda jauh, sehingga menghasilkan panjang interval yang sama dengan pembulatan berdasarkan Tabel 2.2. Panjang interval yang sama menyebabkan interval pada sub himpunan antar pengujian sama, sehingga pada tahap defuzzifikasi menghasilkan hasil yang sama pada prediksi data.

Nilai *error* MAPE terkecil yang dihasilkan dengan penggunaan jumlah data latih yang beragam sebesar 0.34216% pada pengujian menggunakan data latih sebanyak 750 hingga 2500. Nilai *error* MAPE terbesar adalah 0.45188% pada pengujian menggunakan 250 data latih. Berdasarkan keseluruhan pengujian nilai *error* MAPE yang dihasilkan relatif kecil dan masuk ke dalam kategori sangat baik jika dikategorikan menggunakan Tabel 2.5. Hasil pada semua pengujian menunjukkan bahwa nilai kesalahan (*error*) yang dihasilkan tidak melebihi 10%, hal ini juga mengindikasikan bahwa implementasi yang dilakukan untuk melakukan prediksi juga baik. Nilai *error* yang kecil juga menunjukkan penyimpangan hasil prediksi yang dihasilkan oleh sistem tidak terlalu jauh.





## BAB 7 PENUTUP

Bab tujuh membahas terkait kesimpulan dan saran. Kesimpulan harus berisi jawaban dari rumusan masalah yang diangkat sebelumnya. Saran merupakan pendapat penulis yang dapat dikembangkan untuk penelitian berikutnya terkait penggunaan objek atau metode yang dengan penelitian ini.

### 7.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh setelah melakukan penelitian sebagai berikut:

1. Prediksi harga emas menggunakan metode *Average-Based Fuzzy Time Series* dilakukan dengan pembentukan himpunan semesta sebagai *range* nilai pembatas selama proses prediksi. Kemudian membentuk panjang interval menggunakan *Average-Based Length*. Langkah berikutnya menghitung jumlah sub Himpunan yang nantinya akan dibentuk, beserta *midpoint* sebanyak jumlah sub himpunan. Kemudian membentuk *fuzzy set* dan melakukan fuzzifikasi dari data yang digunakan. Langkah berikutnya menentukan FLR dan FLRG dari data yang telah di fuzzifikasikan, dan dilakukan defuzzifikasi. Setelah proses defuzzifikasi maka dapat melakukan proses prediksi untuk data selanjutnya dari data terakhir yang digunakan selama proses prediksi.
2. Jumlah data latih yang digunakan dalam prediksi menggunakan metode *Average-Based Fuzzy Time Series* tidak mempunyai pengaruh cukup signifikan dalam melakukan prediksi. Jumlah data latih yang terlalu banyak kurang efektif untuk melakukan prediksi, dikarenakan hasil prediksi pada penggunaan jumlah data latih 750 hingga 2500 tidak terjadi perubahan.
3. Nilai *error* yang dihasilkan dengan menggunakan skenario berupa jumlah data latih sebanyak 250, 750, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2250, 2500 dan juga pengujian sebanyak 10 kali didapatkan nilai *error* MAPE terbaik sebesar 0.34216% pada penggunaan jumlah data latih 750 hingga 2500 data, dan masuk ke dalam kategori sangat baik. Nilai *error* yang dihasilkan tidak melebihi dari 10%, ini diakibatkan data harga emas yang digunakan tidak memiliki fluktuatif yang amat besar.

### 7.2 Saran

Saran untuk penelitian berikutnya, dan dapat digunakan untuk memperbaiki kekurangan dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. Menerapkan metode *fuzzy time series* yang lain seperti *multivariant fuzzy time series*, *time invariant fuzzy time series* maupun metode *fuzzy* lainnya.
2. Menggunakan metode prediksi lainnya seperti *Support Vector Linier*, *Extreme Learning Machine*, Regresi Linier, *Backpropagation*, dan lainnya.
3. Menggunakan variabel atau kriteria tambahan yang dapat digunakan untuk memprediksi harga emas.





## DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, A., Khomah, K. N. I. & Yohanes, S. P., 2019. Prediction The Price of National Groceries Using Average Based Fuzzy Time Series With Song – Chissom and Markov Chain Approach. *International Conference on Applied Information Technology and Innovation (ICAITI)*, pp. 129-134.
- Chen, S. M., 1996. Forecasting enrollments based on fuzzy time series. *Fuzzy Sets and System*, Volume 81, pp. 311-319.
- Dipraja, S., 2011. *Siapa Bilang Investasi Emas Butuh Modal Gede?*. [online] Jakarta: Tangga Pustaka. Tersedia di: Google Books <<https://books.google.co.id/books?lr=&hl=id&id=DGYk-ii7ScUC&q=investasi+emas#v=snippet&q=investasi%20emas&f=false>> [Diakses 20 September 2019].
- Ekananta, Y., 2018. Penerapan Metode Average-Based Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Konsumsi Energi Listrik Indonesia. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(3), pp. 1283 - 1289.
- Hansun, S., 2013. Peramalan Data IHSG Menggunakan Fuzzy Time Series. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 6(2), pp. 79-88.
- Haris, M. S., 2010. Implementasi Metode Fuzzy Time Series dengan Penentuan Interval Berbasis Rata-Rata untuk Peramalan Data Penjualan Bulanan. S1. Universitas Brawijaya.
- Herdianto, 2013. Prediksi Kerusakan Motor Induksi Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan backpropagation. S2. Universitas Sumatera utara.
- Hsu, L. C. & Wang, C. H., 2007. Forecasting the output of integrated circuit industry using a grey model improved by the Bayesian analysis. *Technological Forecasting & Social Change* 74, p. 843 – 853.
- Kusumadewi, S. & Purnomo, H., 2013. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lee, K. H., 2005. *First Course on Fuzzy Theory and Applications*. Heidelberg: Springer.
- Mahena, Y., Rusli, M. & Winarso, E., 2015. Prediksi Harga Emas Dunia Sebagai Pendukung Keputusan Investasi Saham Emas Menggunakan Teknik Data Mining. *KalbisScientia*, 2(1), pp. 36-51.
- Martin, 2014. Apa Itu Safe Haven?. *SeputarForex*, [online] Tersedia di: <<https://www.seputarforex.com/artikel/apa-itu-safe-haven-179168-31>> [Diakses 15 Oktober 2019].
- Mirbagheri, M. & Tagiev, N., 2011. Analyzing Economic Structure And Comparing The Results. *Technological and economic development OF ECONOMY*, Volume 17(4), p. 101–115.





Pangestu, F., 2018. Prediksi Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia Menggunakan Metode Average-based Fuzzy Time Series Models. S1. Universitas Brawijaya.

Perangin-Angin, M. I., 2015. Analisis Sistem Inferensi Fuzzy Tsukamoto Dalam Menilai Tingkat Kesehatan Perusahaan. S2. Universitas Sumatera Utara.

Purwanto, A. D., 2013. Penerapan Metode Fuzzy Time Series Average-Based Pada Peramalan Data Harian Penampungan Susu Sapi. S1. Universitas Brawijaya.

Ridhwan, A., 2017. Peramalan Produksi Gula Pasir Menggunakan Fuzzy Time Series Dengan Optimasi Algoritma Genetika ( Studi Kasus PG Candi Baru Sidoarjo ). S1. Universitas Brawijaya.

Salim, J., 2011. *Jangan Investasi Emas Sebelum Baca Buku Ini*. [online] Jakarta: Visimedia. Tersedia di: Google Books <[https://books.google.co.id/books?id=JgtBBAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q=emas&f=false](https://books.google.co.id/books?id=JgtBBAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q=emas&f=false)> [Diakses 20 September 2019].

Simanjuntak, R. H., 2015. Prediksi Harga Emas Dengan Metode Genetic Fuzzy System Dan ARIMA. *e-Proceeding of Engineering*, 2 (1), pp. 1816 - 1821

Steven, 2013. Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Dan Holt Double Exponential Smoothing Pada Peramalan Jumlah Mahasiswa Baru Institut Pertanian Bogor. S1. Institut Pertanian Bogor.

Subekti, A., 2010. Pengelolaan Kas Daerah Untuk Mendukung Peningkatan Pendapatan Asli Daerah Pada Pemerintah Kabupaten Pekalongan. S2. Universitas Indonesia.

Suharto, F., 2013. *Harga Emas Naik Atau Turun Kita Tetap Untung*. [online] Jakarta: PT. Elex Media Komputindo. Tersedia di: Google Books <<https://books.google.co.id/books?hl=id&id=YxdQDwAAQBAJ&q=emas#v=snipet&q=emas&f=false>> [Diakses 20 September 2019].

Tanuwidjaja, W., 2009. *Cerdas Investasi Emas*. [online] Yogyakarta: Media Pressindo. Tersedia di: Google Books <[https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=0cOedGI9y10C&oi=fnd&pg=PA7&dq=permintaan+emas&ots=FBF3nPNZZI&sig=xJEp70c8YxixVSISZBxsKzBfBD0&redir\\_esc=y#v=onepage&q=permintaan&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=0cOedGI9y10C&oi=fnd&pg=PA7&dq=permintaan+emas&ots=FBF3nPNZZI&sig=xJEp70c8YxixVSISZBxsKzBfBD0&redir_esc=y#v=onepage&q=permintaan&f=false)> [Diakses 20 September 2019].

Uliana, 2017. Penerapan Metode Average-Based Fuzzy Time Series Pada Pergerakan Data Harga Minyak. S1. Universitas Negeri (UIN) Alauddin Makassar.

Xihao, S. & Yimin, L., 2008. Average-based fuzzy time series models for forecasting Shanghai compound Index. *World Journal of Modelling and Simulation*, Volume 4, pp. 104-111.

Zadeh, L. A., 1965. Fuzzy Sets. *Information and Control*, Volume 8, pp. 338-353.





## LAMPIRAN A DATASET HARGA EMAS

Tanggal	Harga (Rp)	Tanggal	Harga (Rp)	Tanggal	Harga (Rp)
1/4/2010	399000	2/11/2010	392000	3/26/2010	386000
1/5/2010	401000	2/12/2010	394000	3/29/2010	387000
1/6/2010	401000	2/15/2010	393000	3/30/2010	387000
1/7/2010	403000	2/16/2010	394000	3/31/2010	386000
1/8/2010	401000	2/17/2010	397000	4/1/2010	388000
1/11/2010	404000	2/18/2010	392000	4/5/2010	390000
1/12/2010	401000	2/19/2010	392000	4/6/2010	390000
1/13/2010	400000	2/22/2010	399000	4/7/2010	390000
1/14/2010	401000	2/23/2010	393000	4/8/2010	392000
1/15/2010	399000	2/24/2010	392000	4/9/2010	394000
1/18/2010	397000	2/25/2010	391000	4/12/2010	399000
1/19/2010	401000	3/1/2010	395000	4/13/2010	394000
1/20/2010	401000	3/2/2010	392000	4/14/2010	392000
1/21/2010	399000	3/3/2010	396000	4/15/2010	392000
1/22/2010	395000	3/4/2010	397000	4/16/2010	392000
1/25/2010	395000	3/5/2010	394000	4/19/2010	388000
1/26/2010	395000	3/8/2010	395000	4/20/2010	389000
1/27/2010	395000	3/9/2010	391000	4/21/2010	389000
1/28/2010	394000	3/10/2010	390000	4/22/2010	390000
1/29/2010	394000	3/11/2010	389000	4/23/2010	390000
2/1/2010	394000	3/12/2010	389000	4/26/2010	393000
2/2/2010	396000	3/15/2010	388000	4/27/2010	392000
2/3/2010	397000	3/17/2010	391000	4/28/2010	395000
2/4/2010	395000	3/18/2010	389000	4/29/2010	395000
2/5/2010	392000	3/22/2010	387000	4/30/2010	397000
2/8/2010	391000	3/23/2010	386000	5/3/2010	398000
2/9/2010	392000	3/24/2010	386000	5/4/2010	399000
2/10/2010	393000	3/25/2010	385000	5/5/2010	396000





Tanggal	Harga (Rp)	Tanggal	Harga (Rp)	Tanggal	Harga (Rp)
5/6/2010	402000	5/27/2010	420000	6/17/2010	418000
5/7/2010	412333	5/31/2010	419000	6/18/2010	422000
5/10/2010	411000	6/1/2010	416000	6/21/2010	425000
5/11/2010	408000	6/2/2010	418000	6/22/2010	414000
5/12/2010	415000	6/3/2010	417500	6/23/2010	418000
5/14/2010	417000	6/4/2010	412000	6/24/2010	415000
5/17/2010	420000	6/7/2010	418000	6/25/2010	416000
5/18/2010	417000	6/8/2010	425000	6/28/2010	421000
5/19/2010	416000	6/9/2010	424000	6/29/2010	415000
5/20/2010	408000	6/10/2010	421000	6/30/2010	417000
5/21/2010	406000	6/11/2010	418000	7/1/2010	418000
5/24/2010	411000	6/14/2010	419000	7/2/2010	408000
5/25/2010	415000	6/15/2010	415000	7/5/2010	409000
5/26/2010	418000	6/16/2010	419000	7/6/2010	408000
...	...	...	...	...	...
11/11/2019	742000	11/26/2019	743000	12/12/2019	750000
11/12/2019	741000	11/27/2019	745000	12/13/2019	746000
11/13/2019	743000	11/28/2019	744000	12/14/2019	750000
11/14/2019	746000	11/29/2019	744000	12/15/2019	750000
11/15/2019	748000	11/30/2019	747000	12/16/2019	749000
11/16/2019	747000	12/2/2019	746000	12/17/2019	751000
11/17/2019	747000	12/3/2019	747000	12/18/2019	752000
11/18/2019	748000	12/4/2019	753000	12/19/2019	751000
11/19/2019	749000	12/5/2019	752000	12/20/2019	751000
11/20/2019	751000	12/6/2019	751000	12/21/2019	752000
11/21/2019	751000	12/7/2019	747000	12/23/2019	752000
11/22/2019	748000	12/8/2019	747000	12/26/2019	758000
11/23/2019	747000	12/9/2019	744000	12/27/2019	762000
11/24/2019	747000	12/10/2019	743000	12/30/2019	762000
11/25/2019	747000	12/11/2019	744000	12/31/2019	762000



LAMPIRAN B DERAJAT KEANGGOTAAN

Tanggal	Harga Emas	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>13</sub>	A <sub>14</sub>	A <sub>15</sub>	A <sub>16</sub>	A <sub>17</sub>	A <sub>18</sub>	A <sub>19</sub>	A <sub>20</sub>
1/2/2019	665000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/3/2019	667000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.4	0	0	0	0	0	0	0
1/4/2019	672000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.85	0.15	0	0
1/5/2019	664000	0	0	0	0	0	0	0	0	0.45	0.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/7/2019	664000	0	0	0	0	0	0	0	0	0.45	0.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/8/2019	660000	0	0	0	0	0.25	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/9/2019	657000	0	0.1	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/10/2019	662000	0	0	0	0	0	0	0.35	0.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/11/2019	660000	0	0	0	0	0.25	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/12/2019	660000	0	0	0	0	0.25	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/13/2019	660000	0	0	0	0	0.25	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/14/2019	660000	0	0	0	0	0.25	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/15/2019	660000	0	0	0	0	0.25	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/16/2019	661000	0	0	0	0	0	0.3	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0





Tanggal	Harga Eas	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>13</sub>	A <sub>14</sub>	A <sub>15</sub>	A <sub>16</sub>	A <sub>17</sub>	A <sub>18</sub>	A <sub>19</sub>	A <sub>20</sub>
1/17/2019	663000	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/18/2019	663000	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/21/2019	661000	0	0	0	0	0	0.3	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/22/2019	660900	0	0	0	0	0.25	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/23/2019	662000	0	0	0	0	0	0	0.35	0.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/24/2019	660900	0	0	0	0	0.25	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/25/2019	658000	0	0	0.15	0.85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/26/2019	668000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.65	0.35	0	0	0	0	0	0
1/28/2019	666000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.55	0.45	0	0	0	0	0	0	0	0
1/29/2019	663000	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/30/2019	667000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.4	0	0	0	0	0	0	0
1/31/2019	671000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0.2	0	0	0