

**PERBANDINGAN HASIL PERAMALAN METODE
FUZZY TIME SERIES LEE DAN SAXENA-EASO
PADA DATA HARGA EMAS DI INDONESIA**

SKRIPSI



M.H. ADHYAKSA MACHMUD

H051181310

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
JANUARI 2023**

**PERBANDINGAN HASIL PERAMALAN METODE
FUZZY TIME SERIES LEE DAN SAXENA-EASO
PADA DATA HARGA EMAS DI INDONESIA**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada
Program Studi Statistika Departemen Statistika Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin**

M.H. ADHYAKSA MACHMUD

H051181310

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

JANUARI 2023

LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang saya buat dengan judul:

Perbandingan Hasil Peramalan Metode *Fuzzy Time Series* Lee dan Saxena-Easo Pada Data Harga Emas di Indonesia

adalah benar hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat dan belum pernah dipublikasikan dalam bentuk apapun

Makassar, 25 Januari 2023



M.H. ADHYAKSA MACHMUD
NIM H051181310

**PERBANDINGAN HASIL PERAMALAN METODE
FUZZY TIME SERIES LEE DAN SAXENA-EASO
PADA DATA HARGA EMAS DI INDONESIA**

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama


Sitti Sahriman, S.Si., M.Si.
NIP. 19881018 20154 2 002


Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si.
NIP. 19620926198702 2 001

Ketua Program Studi



Dr. Nurfitri Sumusi, S.Si., M.Si.
NIP. 19730117 199703 2 002

Pada 25 Januari 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : M.H. Adhyaksa Machmud
NIM : H051181310
Program Studi : Statistika
Judul Skripsi : Perbandingan Hasil Peramalan Metode *Fuzzy Time Series*
Lee dan Saxena-Easo Pada Data Harga Emas di Indonesia

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

DEWAN PENGUJI

1. Ketua : Sitti Sahriman, S.Si, M.Si. (.....)
2. Sekretaris : Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si. (.....)
3. Anggota : Dr. Nirwan, M.Si. (.....)
4. Anggota : Dr. Nurtiti Sunusi, S.Si, M.Si. (.....)

Ditetapkan di : Makassar

Tanggal : 25 Januari 2023

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji hanya milik Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala* atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada penulis sampai saat ini. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada baginda Rasulullah *Shallallahu 'Alaihi Wa sallam*, kepada para keluarga, tabi'in, tabi'ut tabi'in, serta orang-orang sholeh yang haq hingga kadar Allah berlaku atas diri-diri mereka. *Alhamdulillahirobbil'aalamiin*, berkat rahmat dan kemudahan yang diberikan oleh Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala*, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Perbandingan Hasil Peramalan Metode Fuzzy Time Series Lee dan Saxena-Easo Pada Data Harga Emas di Indonesia**” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Penulis tidak akan sampai pada titik ini, jikalau tanpa dukungan dan bantuan dari pihak yang selalu ada, peduli dan menyayangi penulis. Oleh karena itu, penulis haturkan rasa terima kasih yang setulus-tulusnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya untuk orang tua penulis, Ayahanda **Mahmud** dan Ibunda **Hajrah** yang telah memberikan dukungan penuh, pengorbanan, kesabaran hati, cinta dan kasih sayang, serta dengan ikhlas telah mengiringi setiap langkah penulis dengan doa dan restunya.

Penghargaan yang tulus dan ucapan terima kasih dengan penuh keikhlasan juga penulis ucapkan kepada:

1. **Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin berserta seluruh jajarannya.
2. **Bapak Dr. Eng. Amiruddin**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.
3. **Ibu Dr. Nurtiti Sunusi S.Si., M.Si.**, selaku Ketua Departemen Statistika, segenap Dosen Pengajar dan Staf yang telah membekali ilmu dan kemudahan kepada penulis dalam berbagai hal selama menjadi mahasiswa di Departemen Statistika.
4. **Ibu Sitti Sahrinan, S.Si., M.Si.**, selaku Pembimbing Utama dan **Ibu Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si.**, selaku Pembimbing Pendamping yang

dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu dan pemikirannya di tengah berbagai kesibukan dan prioritasnya untuk senantiasa memberikan arahan, dorongan, dan motivasi kepada penulis mulai dari awal hingga selesainya penulisan tugas akhir ini.

5. **Ibu Dr. Nurtiti Sunusi S.Si., M.Si., dan Bapak Dr. Nirwan, M.Si.,** selaku Tim Penguji yang telah memberikan kritikan yang membangun dalam penyempurnaan penyusunan tugas akhir ini serta waktu yang telah diberikan kepada penulis.
6. **Bapak Dr. Nirwan, M.Si.,** selaku Penasehat Akademik penulis. Terima kasih atas segala bantuan, nasehat serta motivasi yang selalu diberikan kepada penulis selama menjalani pendidikan di Departemen Statistika.
7. Seluruh dosen, staf, dan karyawan **Departemen Statistika** Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah membekali kami pengetahuan, bimbingan serta arahan selama ini.
8. Teman-teman **Statistika 2018**, terima kasih untuk kebersamaan yang telah kita lewati selama 4 tahun. Untuk suka dan duka dalam kerja sama serta dukungan yang telah diberikan kepada penulis saat menghadapi kesulitan atau hambatan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
9. Keluarga besar **KAPMI**, terima kasih telah memberikan banyak pengalaman mengenakan maupun tidak mengenakan dalam 4 tahun terakhir masa perkuliahan ini. Banyak suka dan duka dari awal penulis bergabung di organisasi ini. Sekali lagi terima kasih telah menjadi wadah berkumpul dan berproses penulis, semoga Allah SWT senantiasa memberkati.
10. Teman-teman Alumni Angkatan 18 Pondok Pesantren Modern Al-ikhlah (**MARASA**), terima kasih untuk segala cerita, dukungan dan kebersamaannya. Terima kasih telah membuat hidup ini menjadi lebih menyenangkan.
11. Dan tak lupa juga, terima kasih kepada M.H. Adhyaksa Machmud yang telah berjuang dalam mengerjakan tugas akhir ini. Terima kasih untuk tidak pernah menyerah, berkembang dan melakukan banyak hal untuk impianmu. Terima kasih sudah menyadari bahwa kamu memiliki mimpi yang besar dan selalu berusaha mewujudkannya.

12. Kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, semoga segala dukungan dan partisipasi yang diberikan kepada penulis bernilai ibadah disisi Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala*.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf. Akhir kata, semoga tulisan ini memberikan manfaat untuk pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, 25 Januari 2023



M.H. Adhyaksa Machmud

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai civitas akademik Universitas Hasanuddin, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M.H. Adhyaksa Machmud
NIM : H051181310
Program Studi : Statistika
Departemen : Statistika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Hasanuddin **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*Non-exclusive Royalty- Free Right*) atas tugas akhir saya yang berjudul:

“Perbandingan Hasil Peramalan Metode *Fuzzy Time Series* Lee dan Saxena-Easo Pada Data Harga Emas di Indonesia”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Terkait dengan hal di atas, maka pihak universitas berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Makassar pada tanggal, 25 Januari 2023

Yang menyatakan



(M.H. Adhyaksa Machmud)

ABSTRAK

Fuzzy time series (FTS) merupakan salah satu metode peramalan yang banyak digunakan dalam analisis data runtun waktu. Peramalan pada FTS menggunakan logika *fuzzy* sebagai dasar dalam proses peramalannya. FTS Lee merupakan pengembangan dari metode FTS Chen, perbedaan FTS Lee terletak pada pembentukan *fuzzy logical relationship group* (FLRG) dengan memperhatikan semua *fuzzy logical relationship* (FLR) yang saling berhubungan, sedangkan FTS Saxena-Easo merupakan penyempurnaan dari metode FTS Stevenson Porter, yaitu dengan memodifikasi pada pembentukan sub-interval kelas himpunan *fuzzy* yang didasarkan oleh banyak anggota setiap interval kelasnya. Data yang digunakan dalam penelitian adalah data harga emas di Indonesia periode Januari 2015 sampai dengan Desember 2021 dengan jumlah observasi sebanyak 84 data. Tujuan dari penelitian ini untuk memperoleh hasil perbandingan tingkat akurasi peramalan metode FTS Lee Dan Saxena-Easo. Untuk mengetahui metode mana yang menghasilkan nilai ramalan yang lebih baik, maka diukur tingkat akurasinya menggunakan nilai *mean absolute percentage error* (MAPE) dan korelasi. Dari hasil peramalan metode FTS Lee diperoleh nilai MAPE sebesar 2,969 % dan korelasi sebesar 0,986, sedangkan pada metode FTS Saxena-Easo diperoleh nilai MAPE sebesar 1,671 % dan korelasi sebesar 0,986. Berdasarkan nilai MAPE dan korelasi tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa hasil peramalan menggunakan metode FTS Saxena-Easo lebih akurat dalam meramalkan dibandingkan dengan menggunakan metode FTS Lee pada data harga emas di indonesia.

Kata Kunci: Emas, *Fuzzy time series* Lee, *Fuzzy time series* Saxena-Easo, *Mean absolute percentage error*, Korelasi

ABSTRACT

Fuzzy time series (FTS) is a forecasting method that is widely used in time series data analysis. Forecasting on FTS uses fuzzy logic as the basis for the forecasting process. FTS Lee is a development of the FTS Chen method, the difference between FTS Lee lies in the formation of fuzzy logical relationship groups (FLRG) by taking into account all interconnected fuzzy logical relationships (FLR), while FTS Saxena-Easo is a refinement of the FTS Stevenson Porter method, namely by modifying the formation of sub-intervals of fuzzy set classes based on the number of members of each class interval. The data used in this research is gold price data in Indonesia for the period January 2015 to December 2021 with a total of 84 observations. The purpose of this research is to obtain the results of a comparison of the level of forecasting accuracy of the FTS Lee and Saxena-Easo methods. To find out which method produces a better forecast value, the level of accuracy is measured using the mean absolute percentage error (MAPE) and correlation. From the forecasting results of the FTS Lee method, a MAPE value of 2.969% and a correlation of 0.986 were obtained, while the FTS Saxena-Easo method obtained a MAPE value of 1.671% and a correlation of 0.986. Based on the MAPE value and the correlation, it can be concluded that forecasting results using the FTS Saxena-Easo method are more accurate in forecasting compared to using the FTS Lee method on gold price data in Indonesia.

Keywords: *Gold, Fuzzy time series Lee, Fuzzy time series Saxena-Easo, Mean absolute percentage error, Correlation*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	ix
ABSTRAK.....	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Time Series</i>	4
2.2 Logika <i>Fuzzy</i>	4
2.3 Himpunan <i>Fuzzy</i>	5
2.4 Metode <i>Fuzzy Time Series</i>	5
2.5 <i>Fuzzy Time Series</i> Lee	5
2.6 <i>Fuzzy Time Series</i> Saxena-Easo	8
2.7 <i>Mean Absolute Percentage Error</i>	10
2.8 Analisis Korelasi	11
2.9 Fluktuasi Harga Emas	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Jenis dan Sumber Data.....	14

3.2	Metode Analisis Data.....	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		17
4.1	Analisis Statistik Deskriptif.....	17
4.2	Analisis <i>Fuzzy Time Series</i> Lee.....	18
4.3	Analisis <i>Fuzzy Time Series</i> Saxena-Easo	25
4.4	Validasi pada Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Lee dengan <i>Fuzzy Time Series</i> Saxena-Easo.....	34
BAB V PENUTUP		36
5.1	Kesimpulan.....	36
5.2	Saran	36
DAFTAR PUSTAKA		37
LAMPIRAN		39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Grafik Data Harga Emas	17
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Data Aktual Harga Emas, Hasil Peramalan FTS Lee, dan Hasil Peramalan FTS Saxena-Easo.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Nilai MAPE	11
Tabel 2.2 Kriteria Nilai Korelasi	12
Tabel 4.1 Statistik Deskriptif Data Harga Emas di Indonesia	18
Tabel 4.2 Interval Dari Himpunan Semesta Pada Metode FTS Lee	20
Tabel 4.3 Fuzzifikasi Data Harga Emas Pada Metode FTS Lee	21
Tabel 4.4 FLR Data Harga Emas Pada Metode FTS Lee	22
Tabel 4.5 FLRG Data Harga Emas Pada Metode FTS Lee	22
Tabel 4.6 Hasil Defuzzifikasi Nilai Peramalan Pada Metode FTS Lee	23
Tabel 4.7 Hasil Peramalan Harga Emas Pada Metode FTS Lee	23
Tabel 4.8 Persentase Perubahan Data Historis Harga Emas.....	25
Tabel 4.9 Interval Dari Himpunan Semesta FTS Saxena-Easo.....	27
Tabel 4.10 Partisi Ulang Himpunan Semesta Pada Metode FTS Saxena-Easo	28
Tabel 4.11 Interval Baru Pada Metode FTS Saxena-Easo.....	28
Tabel 4.12 Fuzzifikasi Data Harga Emas Pada Metode FTS Saxena-Easo.....	30
Tabel 4.13 FLR Data Harga Emas Pada Metode FTS Saxena-Easo.....	30
Tabel 4.14 Nilai <i>Predict Change</i> Harga Emas	31
Tabel 4.15 Hasil Defuzzifikasi Nilai Peramalan Metode FTS Saxena-Easo.....	32
Tabel 4.16 Hasil Peramalan Harga Emas Pada Metode FTS Saxena-Easo.....	33
Tabel 4.17 Perbandingan Nilai Korelasi dan Nilai MAPE Hasil Peramalan Metode FTS Lee dan FTS Saxena-Easo	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Harga Emas Periode Januari 2015-Desember 2021.....	40
Lampiran 2. Fuzzifikasi Data Harga Emas Menggunakan Metode FTS Lee	41
Lampiran 3. FLR Pada Metode FTS Lee Menggunakan Data Harga Emas	42
Lampiran 4. Hasil Nilai Peramalan Pada Data Harga Emas Menggunakan Metode FTS Lee	43
Lampiran 5. Persentase Perubahan Pada Data Harga Emas Periode Januari 2015 Sampai Dengan Desember 2021.....	44
Lampiran 6. Interval Baru Harga Emas Pada Metode FTS Saxena-Easo	45
Lampiran 7. Fuzzifikasi Pada Data Harga Emas Menggunakan Metode FTS Saxena-Easo	46
Lampiran 8. FLR Pada Metode FTS Saxena-Easo Menggunakan Data Harga Emas	47
Lampiran 9. Nilai <i>Predict Change</i> Pada Data Harga Emas.....	48
Lampiran 10. Nilai Defuzzifikasi Pada Data Harga Emas Menggunakan Metode FTS Saxena-Easo	49
Lampiran 11. Hasil Peramalan Pada Data Harga Emas Menggunakan Metode FTS Saxena-Easo	50

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu, orang akan semakin membutuhkan dan menginginkan sesuatu. Saat ini banyak orang ingin mengumpulkan kekayaan agar dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan mereka. Ada banyak cara untuk mengumpulkan harta tersebut, salah satunya dengan berinvestasi. Investasi merupakan penanaman modal untuk satu atau lebih aset dalam jangka waktu yang lama. Investasi dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif bisnis karena selalu mengalami perkembangan setiap waktu, salah satu investasi yang sedang berkembang sekarang adalah investasi emas (Nurmalia dkk., 2016).

Emas merupakan logam berharga yang sering digunakan dalam perdagangan maupun sebagai standar keuangan. Emas sering dijadikan sebagai investasi untuk tujuan jangka panjang. Hal ini dilakukan karena beberapa alasan, diantaranya karena harga emas yang cenderung naik, risikonya relatif rendah dan tidak dikenakan pajak (Riski dkk., 2015). Harga emas selalu mengalami fluktuasi, fluktuasi harga emas dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor dalam perekonomian. Situasi ekonomi ini dapat mencakup permintaan terhadap emas, perubahan nilai tukar dollar, kenaikan harga minyak yang signifikan, politik dunia, serta suku bunga juga bisa menjadi faktor (Nababan dan Alexander, 2020). Dengan harga emas yang cenderung berubah setiap hari maka membutuhkan sistem yang dapat membantu untuk mengetahui ramalan harga emas di periode yang akan datang.

Peramalan merupakan perkiraan mengenai sesuatu yang belum terjadi. Peramalan diperlukan dalam proses pengambilan keputusan. Dalam melakukan peramalan, terdapat beberapa metode yang umum digunakan salah satunya *fuzzy time series*. *Fuzzy time series* (FTS) merupakan salah satu metode yang dikembangkan untuk peramalan terhadap deret waktu. Perbedaan metode FTS dengan metode *time series* yang lain yaitu peramalan dengan menggunakan *fuzzy* tidak membutuhkan pemenuhan uji asumsi seperti uji stasioner dan uji asumsi klasik serta konsep yang digunakan untuk meramalkan adalah menggunakan data aktual yang dibentuk dalam nilai-nilai linguistik (Sumartini dkk., 2017).

Metode FTS menggunakan metode Song dan Chisom diimplementasikan untuk memprediksi jumlah pendaftaran (Song dan Chissom, 1993), kurangnya tingkat keakuratan dengan menggunakan metode tersebut maka disempurnakan oleh Chen (Chen, 2002), dan kemudian pada tahun 2009 ditemukan metode Lee yang dianggap lebih baik dalam hal meramalkan dibanding metode Chen berdasarkan tingkat keakuratan (Lee dkk., 2009). Selain FTS Lee, terdapat juga modifikasi yang dilakukan oleh Saxena dan Easo (2012), yang merupakan pengembangan dari FTS Stevenson Porter (2009). FTS yang dimodifikasi oleh Saxena dan Easo terletak pada penentuan interval *fuzzy* berdasarkan pembagian jumlah frekuensi dari masing-masing interval awal sehingga menjadi beberapa sub-interval yang kemudian dinamakan FTS Saxena-Easo (Udin dan Jatipaningrum, 2020).

Beberapa penelitian terkait peramalan menggunakan FTS Lee maupun FTS Saxena-Easo, diantaranya penelitian Handayani dan Anggraini (2012) yang menerapkan metode FTS Chen dan Lee dalam meramalkan harga emas. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa metode Lee (0,0013%) lebih baik dibandingkan metode Chen (0,010%). Kemudian pada tahun 2020 Alfania dan Maria melakukan penelitian dengan menerapkan metode FTS *Based Avarage* dan Saxena-Easo dalam meramalkan inflasi di Indonesia, yang menunjukkan metode Saxena-Easo (0.0131%) lebih baik dibandingkan metode *Based Avarage* (0.05448%). Selanjutnya penelitian yang dilakukan Halis (2022) yang menerapkan metode FTS Chen orde tinggi dan Saxena-Easo dalam meramalkan inflasi di Indonesia. Penelitian tersebut menunjukkan metode Saxena-Easo (0,1013%) lebih baik dibandingkan metode Chen orde tinggi (0,3999%).

Berdasarkan penelitian yang pernah diteliti sebelumnya, metode FTS Lee memiliki akurasi peramalan yang tinggi untuk menghasilkan nilai ramalan. Selain FTS Lee, terdapat juga metode FTS Saxena-Easo yang juga memiliki akurasi peramalan yang sangat baik. Sehingga, pada penelitian ini membandingkan metode FTS Lee dengan metode FTS Saxena-Easo untuk mengetahui metode FTS yang lebih akurat dalam meramalkan harga emas di Indonesia periode Januari 2015 – Desember 2021.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana hasil perbandingan tingkat akurasi metode *fuzzy time series* Lee Dan Saxena-Easo dalam meramalkan harga emas di Indonesia periode Januari 2015 – Desember 2021.

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penelitian ini tidak meluas, maka dalam penelitian ini diberikan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Data yang digunakan yaitu data harga emas bulanan di Indonesia periode Januari 2015 – Desember 2021.
2. Pengujian tingkat keakuratan menggunakan nilai *mean absolute percentage error* (MAPE) dan korelasi.
3. Nilai derajat keanggotaan yang digunakan pada kedua metode adalah 0; 0,5; dan 1.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang akan diselesaikan, maka tujuan yang ingin dicapai adalah memperoleh hasil perbandingan tingkat akurasi metode *fuzzy time series* Lee Dan Saxena-Easo dalam meramalkan harga emas di Indonesia periode Januari 2015 – Desember 2021.

1.5 Manfaat Penelitian

Tugas akhir ini diharapkan dapat menghasilkan manfaat yaitu memberikan gambaran kepada masyarakat serta investor mengenai perkembangan harga emas di masa yang akan datang, sehingga menjadi dasar pertimbangan untuk membuat strategi ataupun kebijakan dalam berinvestasi emas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Time Series*

Time series merupakan serangkaian data pengamatan yang terjadi berdasarkan indeks waktu secara berurutan dengan interval waktu tetap. *Time series* adalah salah satu prosedur statistika yang diterapkan untuk meramalkan struktur probabilistik keadaan yang akan terjadi di masa yang akan datang dalam rangka pengambilan keputusan (Firmansyah dkk., 2020). Contoh dari data *time series* adalah data curah hujan, data nilai tukar petani, dan data harga saham.

Analisis *time series* merupakan suatu analisis terhadap perbandingan data dengan data periode sebelumnya untuk mendapatkan pola dari data masa lampau dan mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa yang akan datang. Data *time series* sangat berguna bagi pengambilan keputusan untuk memperkirakan atau meramalkan kejadian di masa yang akan datang karena diyakini pola perubahan data *time series* beberapa periode masa lampau akan kembali terulang pada masa kini (Handayani dan Anggriani, 2015).

2.2 *Logika Fuzzy*

Logika *fuzzy* adalah metode yang dasarnya dari sistem kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang dapat menirukan kemampuan manusia dalam berfikir ke dalam bentuk algoritma yang kemudian dijalankan oleh mesin. Logika *fuzzy* menginterpretasikan pernyataan yang samar menjadi sebuah pengertian yang logis (Elfajar dkk., 2017). Menurut Mahadi (2020) logika *fuzzy* dapat didefinisikan sebagai berikut:

1. Logika *fuzzy* memiliki kemungkinan suatu nilai keanggotaan bernilai pada rentang 0 sampai 1.
2. Logika *fuzzy* merupakan suatu logika yang digunakan untuk menjelaskan suatu keambiguan, dan juga logika *fuzzy* merupakan cabang teori dari himpunan *fuzzy*.
3. Logika *fuzzy* dapat menyediakan suatu cara yang digunakan untuk mengubah suatu pernyataan menjadi nilai numerik.

2.3 Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan pengelompokan suatu nilai berdasarkan variabel linguistik yang dinyatakan dengan fungsi keanggotaan dan dinyatakan dalam himpunan semesta (U). Himpunan *fuzzy* dapat diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan yang samar (Tauryawati dan Irawan, 2014).

Dalam suatu himpunan *fuzzy* terdapat nilai keanggotaan yang terletak pada rentang 0 sampai 1. Hal tersebut dapat diartikan bahwa himpunan *fuzzy* dapat menjelaskan setiap nilai berdasarkan pada keputusan yang didapatkan. Pada rentang 0 sampai 1 memiliki arti bahwa terdapat nilai-nilai yang terletak diantara benar dan salah, dikarenakan nilai 0 berarti salah dan nilai 1 berarti benar. Sehingga himpunan *fuzzy* memiliki nilai kebenaran suatu variabel tidak hanya benar atau salah (Berutu dkk., 2011).

2.4 Metode *Fuzzy Time Series*

Metode *fuzzy time series* (FTS) adalah sebuah konsep baru yang diusulkan oleh Song dan Chissom (1993) berdasarkan teori himpunan *fuzzy* dan konsep variabel linguistik dan aplikasinya oleh Zadeh. FTS adalah salah satu metode peramalan dengan mengolah pola dari data masa lalu yang digunakan untuk meramalkan data yang akan datang. FTS digunakan untuk menyelesaikan masalah peramalan dengan data historisnya adalah nilai-nilai linguistik. Nilai linguistik tersebut berasal dari bilangan real atas himpunan semesta pada data aktual. Himpunan *fuzzy* digunakan untuk menggantikan data historis yang akan diramalkan (Fadhillah dkk., 2017). Peramalan metode FTS memiliki perbedaan utama dengan metode peramalan konvensional *time series* lainnya yaitu peramalan dengan menggunakan *fuzzy* tidak membutuhkan pemenuhan uji asumsi dan nilai-nilai yang digunakan untuk meramalkan adalah menggunakan data aktual yang dibentuk dalam nilai-nilai linguistik (Fahmi dkk., 2013).

2.5 *Fuzzy Time Series* Lee

Fuzzy time series Lee merupakan salah satu metode dari *fuzzy time series* yang merupakan perkembangan dari metode Song dan Chissom, Chen, dan Cheng dalam memprediksi atau meramalkan suatu nilai di masa yang akan datang. Metode ini memiliki langkah-langkah untuk peramalan yang hampir sama dengan FTS lainnya. Perbedaan FTS Lee terletak pada pembentukan *fuzzy logical*

relationship group (FLRG). FTS Lee digunakan untuk peramalan yang bersifat jangka pendek dengan pola data stasioner maupun non-stasioner (Qiu dkk., 2011). Langkah-langkah peramalan dengan menggunakan FTS Lee adalah sebagai berikut (Mahadi dkk., 2021):

1. Pembentukan himpunan semesta (U)

Himpunan semesta dapat dibentuk berdasarkan dari data aktual. Dapat diperoleh dengan menggunakan data terbesar dan data terkecil.

$$U = [x_{min} - 0,5 ; x_{max} + 0,5] \quad (2.1)$$

2. Pembentukan interval

Dalam tahap ini terdapat beberapa langkah yang digunakan untuk menentukan panjang interval. Panjang interval dapat dibentuk dari membagi himpunan semesta menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama. Berikut langkah-langkah yang harus dilalui:

- a. Menentukan panjang interval atau R (*range*). Range dapat diperoleh dengan mengurangkan nilai data terbesar dan data terkecil dari data aktual, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$R = x_{max} - x_{min} \quad (2.2)$$

- b. Menghitung banyaknya kelas interval (K) menggunakan persamaan *Struges* sebagai berikut:

$$K = 1 + 3,332 \log(n) \quad (2.3)$$

Dengan K adalah banyaknya interval kelas dan n adalah jumlah data.

- c. Menentukan banyaknya himpunan *fuzzy* (L) dengan rumus sebagai berikut:

$$L = \frac{R}{K} \quad (2.4)$$

Sehingga setelah diperoleh nilai L , maka diperoleh untuk setiap interval yaitu:

$$\begin{aligned} u_1 &= [x_{min} ; x_{min} + L] \\ u_2 &= [x_{min} + L ; x_{min} + 2L] \\ &\vdots \\ u_n &= [x_{min} + (n - 1)L ; x_{min} + nL] \end{aligned} \quad (2.5)$$

- d. Mencari nilai tengah himpunan *fuzzy* (m) dengan persamaan sebagai berikut:

$$m_i = \frac{(\text{Batas Atas } u_i + \text{Batas Bawah } u_i)}{2} \quad (2.6)$$

Dimana m_i adalah nilai tengah himpunan *fuzzy* ke- i , dan u_i adalah himpunan *fuzzy* ke- i .

3. Mendefinisikan fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses untuk mengubah input sistem yang mempunyai nilai tegas (numeris) menjadi variabel linguistik menggunakan nilai keanggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan *fuzzy*. Pendefinisian himpunan *fuzzy* pada A_i melalui nilai keanggotaan. Nilai keanggotaan dari himpunan *fuzzy* u_i disederhanakan dengan nilai 0; 0,5; dan 1 dimana $1 \leq i \leq n$, n adalah banyaknya himpunan *fuzzy*. Pendefinisian derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* terhadap A_i dapat dilihat pada persamaan:

$$\mu_{A_i}(u_j) = \begin{cases} 1; & \text{jika } i = j \\ 0,5; & \text{jika } i = j - 1 \text{ atau } i = j + 1 \\ 0; & \text{jika yang lainnya} \end{cases}$$

Misalkan $A_1, A_2, \dots, A_n$ merupakan himpunan *fuzzy* yang mempunyai nilai linguistik dari suatu variabel linguistik, pendefinisian himpunan *fuzzy* $A_1, A_2, \dots, A_n$ pada himpunan semesta U adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_1 &= \{1/u_1; 0,5/u_2; 0/u_3; 0/u_4; \dots; 0/u_n\} \\ A_2 &= \{0,5/u_1; 1/u_2; 0,5/u_3; 0/u_4; \dots; 0/u_n\} \\ A_3 &= \{0/u_1; 0,5/u_2; 1/u_3; 0,5/u_4; \dots; 0/u_n\} \\ &\vdots \\ A_n &= \{0/u_1; 0/u_2; 0/u_3; \dots; 0,5/u_{n-1}; 1/u_n\} \end{aligned} \quad (2.7)$$

Dimana u_j ($j = 1, 2, \dots, n$) adalah elemen dari himpunan semesta (U) dan bilangan diatas simbol "/" menyatakan nilai derajat keanggotaan $\mu_{A_i}(u_j)$ terhadap A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) yang dimana nilainya adalah 0; 0,5; dan 1.

4. Membuat *fuzzy logical relationship* (FLR) berdasarkan data aktual.
Tahap ini menentukan relasi logika *fuzzy* yaitu $A_i \rightarrow A_j$, A_i merupakan *current state* dan A_j adalah *next state* pada periode ke x_t . Misal A_i merupakan *current state* $x_{(t-1)}$ dan A_j adalah *next state* pada periode ke x_t , maka FLR yang terbentuk yaitu $A_i \rightarrow A_j$ yang merupakan penulisan FLR.
5. Membuat *fuzzy logical relationship group* (FLRG).
Pada FTS Lee, semua FLR dikelompokkan menjadi FLRG yang saling berhubungan. Misal, $A_1: A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_2$ dan $A_1 \rightarrow A_3$. Dari 3 *fuzzy logical relationship* (FLR) dapat dikelompokkan menjadi $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_2$ dan $A_1 \rightarrow A_3$. Menurut Lee $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_2$ dapat mempengaruhi nilai peramalan maka nilai tersebut harus dihitung.
6. Melakukan defuzzifikasi
Defuzzifikasi dilakukan dengan mengubah output *fuzzy* yang diperoleh menjadi nilai tegas menggunakan nilai FLRG yang sesuai dengan saat dilakukan fuzzifikasi. Pada tahap ini, *fuzzy* output akan diubah menjadi nilai tegas (numeris) untuk menghasilkan nilai peramalan.

2.6 Fuzzy Time Series Saxena-Easo

Fuzzy time series (FTS) adalah sebuah konsep yang diperkenalkan pertama kali oleh Song dan Chissom (1993) berdasarkan teori himpunan *fuzzy* dan konsep variabel linguistik serta aplikasinya oleh Zadeh (1965). Pada tahun 2012, Saxena dan Easo menyempurnakan metode FTS yang sebelumnya sudah diperkenalkan oleh Stevenson dan Porter. Saxena dan Easo melakukan modifikasi pada pembentukan sub-interval kelas himpunan *fuzzy*. Sebelum membentuk sub-interval kelas, Saxena dan Easo terlebih dahulu menghitung jumlah frekuensi yang ada pada interval kelas himpunan semesta pembicaraan (U) yang telah dipartisi. Selanjutnya pada pembentukan sub-interval kelas, pembagiannya berdasarkan banyak anggota pada interval kelas tersebut. Dasar peramalan metode FTS Saxena-Easo ada tiga tahap yaitu, mengubah data deret waktu dalam bentuk persentase, menentukan interval *fuzzy* dan defuzzifikasi. Adapun Langkah-langkah peramalan dengan metode *fuzzy time series* Saxena-Easo akan dijelaskan sebagai berikut (Ardella dkk., 2021):

1. Menghitung persentase perubahan data dari periode t berdasarkan periode $t - 1$ dengan perumusan.

$$X_t = \frac{x_t - x_{t-1}}{x_{t-1}} \times 100 \% \quad (2.8)$$

dengan:

x_t : Data pengamatan pada periode yang diamati

x_{t-1} : Data pengamatan pada periode sebelumnya

2. Definisikan himpunan semesta (U) dari persentase perubahan data X_t .
3. Melakukan partisi himpunan semesta (U) menjadi beberapa interval dengan panjang yang sama menjadi $u_1, u_2, \dots, u_n$. Penentuan panjang interval pada metode FTS Saxena-Easo mengikuti metode sebelumnya yang dikemukakan oleh Lee.
4. Membuat tabel frekuensi persentase perubahan berdasarkan keanggotaan himpunan semesta (U) yang telah dipartisi sebelumnya. Selanjutnya, melakukan partisi pada setiap interval himpunan semesta (U) menjadi beberapa sub-interval kelas berdasarkan banyaknya anggota yang diperoleh dari partisi himpunan semesta (U) sebelumnya.
5. Membentuk interval baru pada himpunan *fuzzy* dari masing-masing sub-interval yang telah didapatkan sebelumnya.
6. Melakukan fuzzifikasi dengan cara mendefinisikan himpunan *fuzzy* A_i berdasarkan sub-interval kelas yang sudah dipartisi berdasarkan banyaknya anggota yang diperoleh dari partisi himpunan semesta (U) sebelumnya. Selanjutnya, mendefinisikan fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* terhadap A_i sebagaimana pada pendefinisian metode FTS Lee. Pada proses ini terjadi perubahan nilai numerik menjadi linguistik.
7. Menentukan *fuzzy logical relationship* (FLR) berdasarkan hasil fuzzifikasi.
8. Melakukan defuzzifikasi data *fuzzy* dengan menggunakan dasar dari fungsi keanggotaan segitiga dengan perumusan sebagai berikut:

$$t_j = \begin{cases} \frac{1 + 0,5}{\frac{1}{m_1} + \frac{0,5}{m_2}}, & \text{jika } j = 1 \\ \frac{0,5 + 1 + 0,5}{\frac{0,5}{m_{j-1}} + \frac{1}{m_j} + \frac{0,5}{m_{j+1}}}, & \text{jika } 2 \leq j \leq n-1 \\ \frac{0,5 + 1}{\frac{0,5}{m_{n-1}} + \frac{1}{m_n}}, & \text{jika } j = n \end{cases} \quad (2.9)$$

dengan:

t_j : Prediksi persentase perubahan periode ke t dimana $t = 1, 2, \dots, n$ dan $j = 1, 2, \dots, n$

m_{j-1}, m_j, m_{j+1} : Titik tengah sub-interval A_{j-1}, A_j, A_{j+1}

9. Menghitung peramalan akhir dengan cara melakukan transformasi data hasil defuzzifikasi sebagaimana pada persamaan berikut:

$$\hat{x}_{(t)} = \left(\frac{t_j}{100} \cdot x_{t-1} \right) + x_{t-1} \quad (2.10)$$

dengan:

$\hat{x}_{(t)}$: Nilai peramalan data.

x_{t-1} : Data aktual pada periode ke $t - 1$ dimana $t = 3, 4, \dots, n$

2.7 Mean Absolute Percentage Error

Mean absolute percetage error (MAPE) merupakan metode yang digunakan untuk mengukur tingkat akurasi peramalan. Nilai MAPE memberikan petunjuk mengenai seberapa besar rata-rata kesalahan absolut peramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya. Adapun persamaan menghitung MAPE yaitu:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i - \hat{x}_i}{x_i} \right| \times 100 \% \quad (2.11)$$

dengan:

n : Banyaknya data

x_i : Data aktual pada periode ke- i

$\hat{x}_i$: Data hasil ramalan periode ke- i

Penggunaan MAPE pada evaluasi hasil peramalan untuk mengetahui tingkat akurasi besarnya nilai aktual terhadap nilai peramalan. Kriteria nilai MAPE ditunjukkan pada tabel dibawah ini (Dewi dkk., 2018):

Tabel 2.1 Kriteria Nilai MAPE

Nilai MAPE	Kriteria
< 10%	Sangat Baik
10% - 20%	Baik
21% - 50%	Cukup
> 50%	Buruk

Sumber: Dewi,2018

2.8 Analisis Korelasi

Analisis korelasi merupakan sebuah analisis yang digunakan untuk mengetahui keeratan hubungan suatu variabel dengan variabel lain yang digambarkan dengan ukuran koefisien korelasi. Koefisien korelasi merupakan koefisien yang menggambarkan kedekatan hubungan antara dua atau lebih variabel. Besar kecilnya koefisien korelasi tidak menggambarkan hubungan sebab akibat antara dua variabel atau lebih, namun hanya menggambarkan hubungan linier antar variabelnya. Adapun korelasi yang paling sering digunakan untuk mengukur tingkat hubungan antara variabel yang berhubungan secara linier adalah korelasi pearson.

Korelasi pearson menghasilkan koefesien korelasi yang berfungsi untuk mengukur kekuatan hubungan linier antara dua variabel. Koefisien korelasi adalah ukuran yang dipakai untuk mengetahui derajat hubungan antara variabel-variabel. Nilai koefisien korelasi dilambangkan (r) dengan ketentuan nilai (r) berada diantara ($-1 < 0 < 1$). Apabila $r = -1$ artinya korelasinya negatif sempurna, $r = 0$ artinya tidak ada korelasi, dan $r = 1$ berarti korelasinya sempurna positif (sangat kuat). Adapun persamaan yang digunakan untuk mencari koefisien korelasi pearson yaitu sebagai berikut:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i \hat{x}_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n \hat{x}_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n \hat{x}_i^2 - (\sum_{i=1}^n \hat{x}_i)^2}} \quad (2.12)$$

Sedangkan tingkat hubungan r diinterpretasikan dengan tabel interpretasi nilai r berikut (Anwar,2015):

Tabel 2.2 Kriteria Nilai Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Cukup
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

Sumber: Anwar,2015

2.9 Fluktuasi Harga Emas

Emas merupakan logam mulia yang sering dijadikan sebagai alat tukar dalam perdagangan, maupun sebagai alat tukar standar keuangan berbagai negara. Emas logam mulia adalah salah satu alat tukar dalam perdagangan maupun sebagai standar keuangan diberbagai belahan negara. Emas menjadi instrumen simpanan pokok (investasi) yang paling stabil. Selain itu, emas juga sering disebut sebagai pengukur modal dan dimensi kekayaan yang paling tua dan efektif. Nilai emas dari tahun ke tahun tidak pernah mengalami penyusutan sehingga emas membuat para pelaku investor sering memilih emas sebagai alternatif dalam berinvestasi, itulah sebabnya transaksi jual-beli emas pada umumnya banyak memberikan keuntungan karena harga emas makin hari makin mengalami kenaikan (Soraya dan Kosasi, 2019).

Sebagaimana jenis komoditi lainnya emas merupakan salah satu komoditi berwujud logam mulia, emas tetap memiliki nilai yang fluktuatif. Fluktuasi harga emas adalah perubahan yang terjadi mengenai harga jual dan beli terhadap komoditas emas murni. Dalam pengertian sederhana fluktuasi emas merupakan ketidakstabilan harga emas yang terjadi di pasaran, Hal ini disebabkan oleh banyak faktor, baik faktor internal disuatu negara ataupun faktor eksternal dari kondisi perekonomian dan stabilitas politik dunia. Berikut beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi fluktuasi harga emas yaitu (Suharto, 2013):

1. Kenaikan inflasi melebihi yang diperkirakan
Setiap negara dalam menentukan kebijakan ekonomi biasanya akan melihat dan memprediksi tingkat inflasi. Prediksi berapa persen kira-kira inflasi di negara tersebut akan menjadi acuan dalam penetapan tingkat suku bunga dan lain-lain. Jika prediksi tingkat inflasi itu meleset dan malah melebihi yang diperkirakan maka biasanya harga emas akan melonjak tinggi.
2. Terjadi kepanikan finansial
Saat terjadi kepanikan finansial seperti saat krisis moneter pada tahun 1998 dan juga tahun 2008, maka harga emas akan meroket tidak terkendali. Hal ini terjadi karena masyarakat enggan memegang uang kertas dan lebih memilih menyimpan kekayaannya dalam bentuk emas.
3. Permintaan terhadap emas
Sesuai hukum *supply demand*, naiknya permintaan emas dunia yang tidak diikuti oleh naiknya pasokan emas mengakibatkan harganya naik terus. Demikian jika permintaan menurun sedangkan persediaan melimpah dipasaran maka harga akan turun. Namun kedua hal ini tergantung permintaan pasar dunia.
4. Kondisi politik dunia
Ketegangan politik dunia, misalnya Amerika Serikat dengan Iran, Amerika Serikat dengan Timur Tengah atau ketegangan lain yang membuat suhu politik dunia meninggi dan mengakibatkan ketidakpastian ekonomi membuat harga emas naik. Para pelaku pasar akan menarik investasinya dibursa saham dan lebih memilih investasi yang aman yakni emas. Sehingga permintaan terhadap emas pun naik.
5. Harga minyak naik secara signifikan
Harga emas akan ikut naik jika harga minyak mentah dunia mengalami lonjakan signifikan meski dampaknya sendiri tidak terjadi seketika. Seperti saat terjadi invasi amerika serikat ke irak dimana irak adalah salahsatu produsen minyak terbesar didunia. Akibat invasi itu harga minyak melonjak tajam yang kemudian diikuti oleh naiknya harga emas.