PERAMALAN HARGA EMAS MENGGUNAKAN *FUZZY TIME SERIES* DENGAN MODEL CHEN

(Skripsi)

Oleh

Jason Joshua

1717031086

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2022

ABSTRACT

Forecasting Gold Price Using Fuzzy Time Series with Chen Model

By

JASON JOSHUA

Gold investment is one that is in demand by public and investors, and is considered the safest. Gold is a major investment. The small risk of gold is the main attraction because general the indonesian population are not familiar with capital marketplace investments such as stocks and mutual funds. The gold price always fulctuates, the gold trend is determined every day. The study aims forecasting the gold price by using the fuzzy time series with model chen, and find the best number of samples to generate a gold price forcast. The period that is used in this study comes from January 2017 – October 2021 to forecast gold prices in November 2021. Forcasting the price gold using the fuzzy time series with model chen the result ro evaluate an error value for 58 Samples MAE = 25,58719, MAPE = 3.795%, for 46 Samples MAE= 23,280, MAPE = 3,696%, for 34 Samples MAE = 9,128, MAPE sebesar 1.584%, the best

Keywords: fuzzy time series, chen model, gold price, forcasting

ABSTRAK

PERAMALAN HARGA EMAS MENGGUNAKAN FUZZY TIME SERIES DENGAN MODEL CHEN

Oleh:

JASON JOSHUA

Investasi emas adalah salah satu yang diminati oleh masyarakat dan investor, dipercaya aman. Emas merupakan investasi primer. Resiko investasi emas yang kecil menjadi daya tarik utama karena secara umum masyarakat Indonesia belum familiar dengan investasi pasar modal seperti saham dan reksadana. Harga emas selalu mengalami fluktuatif trend harga emas ditentukan setiap hari. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan peramalan harga emas dengan menggunakan *Fuzzy time series* dengan model chen dan mengetahui jumlah sampel terbaik untuk menghasilkan peramalan harga emas. Data yang digunakankan dalam penelitian ini berasal dari data histori januari 2017 – oktober 2021 untuk meramalkan november 2021. Peramalan harga emas menggunakan *Fuzzy time series* dengan model chen menghasilkan. sampel 58 MAE = 25.146, MAPE = 3.7%, sampel 46 MAE= 22,775, MAPE = 3,7%, sampel 34 MAE = 8,86, MAPE sebesar 1.6%

Kata kunci : fuzzy time series, chen model, harga emas, peramalan

PERAMALAN HARGA EMAS MENGGUNAKAN *FUZZY TIME SERIES* DENGAN MODEL CHEN

Oleh

Jason Joshua

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk MencapaiGelar
SARJANA MATEMATIKA

Pada

Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022

Judul Skripsi : **PERAMALAN HARGA EMAS MENGGUNAKAN *FUZZY TIME SERIES* DENGAN MODEL CHEN**

Nama Mahasiswa : *Jason Joshua*

Nomor Pokok Mahasiswa : **1717031086**

Jurusan : **Matematika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Drs. Nusyirwan, M.Si.	**Subian Saidi S.Si. M.Si.**
NIP 19661010 199205 1 001	NIP 19800821 200812 1 001

2. Ketua Jurusan Matematika

Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.
NIP 19740316 200501 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Drs. Nusyirwan, M.Si.** .....

Sekretaris : **Subian Saidi S.Si. M.Si** .....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Drs. Eri Setiawan, M.Si.** .....

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dr. Eng. Suripto Dwi Yuwono, M.T.
NIP 19740705 200003 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **26 April 2022**

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: **Jason Joshua**
Nomor Pokok Mahasiswa	: **1717031086**
Jurusan	: **Matematika**
Judul Skripsi	: **PERAMALAN HARGA EMAS MENGGUNAKAN FUZZY TIME SERIES DENGAN MODEL CHEN**

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri, bukan hasil orang lain, dan semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas lampung. Apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung,
Penulis,

Jason Joshua
NPM. 17170031086

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Jason Joshua yang dilahirkan di Jakarta pada tanggal 09 mei 1998, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara, oleh pasangan Bapak Frangky dan Ibu Heidy.

Penulis menempuh Pendidikan di Sekolah Dasar Notre Dome pada tahun 2004-2007 lalu berpindah sekolah ke Sekolah Dasar Negeri (SDN) bendungan hilir 05 pada tahun 2007-2011, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Budi Luhur pada tahun 2011-2014 dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Budi Luhur pada tahun 2014-2017.

Pada tahun 2017 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi S1 Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung melalui jalur masuk SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam organisasi kampus diantaranya Anggota Bidang Kaderisasi dan Kepemimpinan Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika (HIMATIKA) tahun 2018, Kepala Bidang Kaderisasi dan Kepemimpinan Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika (HIMATIKA) tahun 2019.

Pada bulan Agustus sampai September 2020 penulis melaksanakan Kerja Praktik di Asuransi Cakrawala Proteksi sebagai Admin *Finance*. Pada bulan Agustus sampai September 2021 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Gebang Raya, Kecamatan Priuk, Kota Tangerang, Banten sebagai bentuk pengabdian mahasiswa dan menjalani Tri Dharma Perguruan Tinggi.

KATA INSPIRASI

"Segala sesuatu yang negatif , tekanan,dan tantangan adalah kesempatan bagiku untuk bangkit."

(Kobe Bryant)

"Kita harus menerima bahwa kita tidak akan selalu membuat keputusan yang tepat, bahwa kita kadang-kadang akan mengacaukannya. Memahami bahwa kegagalan bukanlah lawan dari kesuksesan, itu adalah bagian dari kesuksesan."

(Arianna Huffingston)

"Kebahagiaan adalah disaat apa yang ada pikirkan, apa yang anda katakan, dan apa yang anda lakukan berada dalam satu keharmonian."

(Mahatma Gandhi)

PERSEMBAHAN

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dengan rahmat-Nya yang telah memberikan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi ini. Dengan segala kerendahan hati, ku persembahkan karya sederhana ini kepada:

Ibu Heidy

Yang tak pernah lelah merawat, menyayangi dan mendidikku hingga saat ini. Terima kasih telah memberikan kasih sayang yang tulus, tetes keringat pengorbanan, semangat dan motivasi yang tiada henti, doa yang tak pernah terputus, dan sabar yang tak pernah habis untuk menanti keberhasilanku. Atas doa dan ridho kalian, Tuhan beri kemudahan dalam menjalakan kehidupan ini.

Kakak, adik dan keluarga

Yang telah memberi semangat, bantuan serta doa yang tulus untuk selalu berusaha dan bersabar. Terima kasih untuk doa dan semangatnya selama ini.

Dosen Pembimbing dan Pembahas

Yang senantiasa membimbing, mengarahkan dan memberi motivasi sejak awal hingga terselesaikannya skripsi ini.

Almamater tercinta, Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT. karena berkat ridho dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Perbandingan Metode Peramalan *Fuzzy Time Series Chen* Orde Tinggi dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Feedforward Backpropagation* pada Peramalan Nilai Impor Provinsi Lampung". Selesainya penulisan skripsi ini adalah berkat bimbingan serta motivasi dari berbagai pihak dan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Nusyirwan, M.Si. selaku pembimbing pertama yang telah memberikan arahan, bimbingan, kritik, saran dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Subian Saidi S.Si. M.Si. selaku pembimbing kedua atas kesediannya yang telah memberikan arahan, bimbingan, saran dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Eri Setiawan, M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Ibu Dr. Notiragayu S.Si, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama kuliah.

5. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Eng. Suripto Dwi Yuwono, M.T. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Seluruh Dosen, Staf dan Karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
8. Mama, Kakak dan Adik yang selalu memberikan semangat, dukungan dan doa yang tidak pernah berhenti kepada penulis.
9. Johanna Christanty Pratiwi yang selalu menemani, memberikan perasaan bahagia, perasaan semangat dan mengajarkan rasa pantang menyerah pada penulis.
10. Orang perdalaman; Horas, Dani, Poltak, Ichsan, Umam, Nandang yang selalu saling membantu selama perkuliahan
11. Teman-teman kelas C Angkatan 2017
12. Teman-teman Mahasiswa Jurusan Matematika Angkatan 2017
13. Kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam skripsi ini, akan tetapi besar harapan penulis bahwa skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Bandar Lampung,
Penulis

Jason Joshua

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL iv

DAFTAR GAMBAR vi

I. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang dan Masalah 1
1.2 Tujuan Penelitian 3
1.3 Manfaat Penelitian 3

II. TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Analisis Data Deret Waktu 4
2.2 Statistika Deskriptif 4
2.3 Peramalan 5
2.4 Bilangan Fuzzy 5
2.5 Logika Fuzzy 5
2.6 Himpunan *Fuzzy* 6
2.7 *Fuzzy Time Series* 8
2.8 *Fuzzy Time Series* Model Chen 9
2.9 Ukuran Ketepatan Peramalan 12
2.7.1 *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) 12
2.7.2 *Mean Absolute Error* (MAE) 13

III. METODOLOGI PENELITIAN 14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 14
3.2 Data Penelitian 14
3.4 Metode Penelitian 16

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 18
4.1 Analisis Statistika Deskriptif 18
4.2 Penggunaan Model Chen pada *Fuzzy Time Series* 21
4.2.1 Menentukan *Universe if discourse* (semesta pembicaraan atau U) 21
4.2.2 Menentukan Banyaknya Interval 22
4.2.3 Menentukan Himpunan *Fuzzy* dan Fuzzyfikasi Data 23
4.2.4 Menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) 27
4.2.5 Menentukan *Fuzzy logic Relationship Group(*FLRG)..... 28
4.2.6 Melakukan Defuzzifikasi Data 29

4.2.7 Menghitung Ketepatan Hasil Peramalan..... 33
4.2.8 Hasil Peramalan..... 34

4.3 Perbandingan nilai galat MAPE (Mean Absolute Percentage Error) Fuzzy Time Series dengan MAPE (Mean Absolute Percentage Error) Data Harga Emas 37

V. KESIMPULAN 39

DAFTAR PUSTAKA 40

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1 Nilai MAPE untuk Evaluasi Peramalan 13

2 Harga Emas 15

3. Analisis Statistika Deskriptif dari Harga Emas 18

4. Semesta Pembicaraan atau *U*..... 21

5. Menentukan jumlah interval dan panjang kelas dengan Formula Strurges 22

6. Interval Linguistik Sampel 58 Data 22

7. Interval Linguistik Sampel 46 Data 23

8. Interval Linguistik Sampel 34 Data 23

9. Fuzzyfikasi dari sampel 58 Data 24

10 Fuzzyfikasi dari sampel 46 Data 25

11. Fuzzyfikasi dari sampel 34 Data 27

12. FLR dari Sampel 58 Data 27

13. FLR dari Sampel 46 Data 28

14. FLR dari Sampel 36 Data 28

15. FLRG Dari Sampel 58 Data 28

16. FLRG Dari Sampel 46 Data 29

17. FLRG Dari Sampel 34 Data 29

18. Defuzzyfikasi FLRG 58 Data 30

19. Defuzzyfikasi Harga Emas 58 Data 30

20. Peramalan Harga Emas 58 Data 30

21. Defuzzyfikasi FLRG 46 Data 31

22. Defuzzyfikasi Harga Emas 46 Data 31

23. Peramalan Harga Emas 46 Data 32

24. Defuzzyfikasi FLRG 34 Data 32

25. Defuzzyfikasi Harga Emas 34 Data 32

26. Peramalan Harga Emas 34 Data 33

27. Hasil Peramalan dari Sampel 58 Data..... 34

28. Hasil Peramalan dari Sampel 46 Data 35

29. Hasil Peramalan dari Sampel 34 Data..... 36

30. Hasil Perbandingan MAPE Model dengan MAPE Data..... 37

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1 Plot Harga Emas dari 58 Sampel 19

2 Plot Harga Emas dari 46 Sampel 19

3 Plot Harga Emas dari 34 Sampel 20

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Data deret waktu adalah serangkaian data pengamatan yang dikumpulkan menurut deret waktu selama periode tertentu. Data *time series* tersebut dapat digunakan sebagai *forecast* data untuk periode selanjutnya berguna untuk perencanaan (Fauziah dkk, 2016). Para ahli memproses sekumpulan data deret waktu dengan melakukan analisis data deret waktu yang dilakukan bertujuan adalah menemukan pola yang dapat digunakan untuk memprediksi yang akan digunakan pada masa depan.

Peramalan adalah adalah seni dan ilmu untuk memprediksi peristiwa masa depan dengan memperoleh data historis dan memproyeksikannya, di masa mendatang dengan model pendekatan sistematis (Jay Heizer & Barry Render,2011). Proses peramalan cukup penting untuk data deret waktu karena pengambilan keputusan diperlukan. Pengembangan metode untuk memprediksi data deret waktu sangat cepat,sehingga tersedia banyak pilihan metode yang dapat digunakan untuk memprediksi data deret waktu sesuai kebutuhan. Metode *Fuzzy Time Series* adalah salah satu metode peramalan yang biasa digunakan pada saat ini. Song dan Chirssom (1994) adalah orang pertama yang memperkenalkan *Fuzzy Time Series* lalu dikembangkan oleh Chen (1996).

Metode ini menggunakan himpunan *fuzzy*. Pada *Fuzzy Times Series*, proses prediksi membagi data ke dalam interval-interval. Metode yang digunakan untuk menentukan jumlah interval tersebut menggunakan formula *Struges.* Penerapan metode *fuzzy time series* di implementasikan oleh Seng Hansun tahun pada 2012 tentang peramalan Data IHGS menggunakan *Fuzzy Time Series*, Normalita, dkk, pada tahun 2016 tentang Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Chen (studi kasus: Curah Hujan Kota Samarinda), Redi pada tahun 2018 tentang Perbandingan Metode Sturges dan Average-Based Pada Analisis Fuzzy Time Series Chen untuk Peramalan Data Deret Waktu, Darwin P.S dkk pada tahun 2020 tentang prediksi harga emas Menggunakan metode f*uzzy time series* model algoritma Chen.

Darwin,dkk telah melakukan penelitian harga emas menggunakan data tahun 2015 sampai dengan tahun 2017, tetapi harga emas mengalami kenaikan drastic pada tahun 2020, yang mengakibatkan hasil penelitiannya belum dapat digunakan. Investasi emas adalah salah satu yang populer oleh orang-orang pada umumnya dan pendukung keuangan, dan dianggap sebagai paling aman. Emas adalah usaha yang signifikan. Resiko emas yang sangat kecil adalah daya Tarik utama karena pada orang biasa pada umumnya di indoneisa belum mengenal investasi pasar modal seperti saham dan penawaran aset Bersama. Biaya emas umumnya terombang-ambing atau fluktiatif, dan biaya emas tidak konsisten atau sering berubah-ubah

Oleh karena itu, dalam rangka meramalkan harga emas di Indonesia, maka penulis akan menggunakan *Fuzzy Time Series* model Chen dengan penentuan intervalnya menggunakan formula *Sturges*. Kemudian dengan menggunakan MAE (*Mean Absolute Error)* dan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) untuk mengukur ketepatan hasil peramalan dengan data yang digunakan.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan yaitu sebagai berikut:

1. Membuat Peralaman Harga Emas dengan menggunakan *Fuzzy Time Series* dengan Model Chen.

2. mengetahui jumlah sampel terbaik untuk menghasilkan peramalan Harga Emas.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah untuk menambah pengetahuan tentang logika *fuzzy* untuk prediksi data deret waktu dan memberikan informasi kepada pembaca apabila ingin melakukan penelitian mengenai *Fuzzy Time Series* dengan menggunakan model Chen

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Deret Waktu

Deret waktu merupakan serangkaian pengamatan terhadap suatu variabel yang diambil dari waktu ke waktu dan dicatat secara berurutan menurut urutan waktu kejadiannya dengan interval waktu yang tetap. Analisis Deret Berkala (Time Series Analysis) adalah suatu metode kuantitatif untuk menentukan pola data masa lampau yang telah dikumpulkan secara teratur. Apabila kita telah menemukan pola data masa lampau, maka kita dapat menggunakannya untuk mengadakan peramalan di masa yang akan datang. (Boedijoewono, 2001).

2.2 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum (Sugiyono, 2004). Analisis ini dilakukan dengan melihat ukuran pemusatan, ukuran penyebaran serta melihat secara visual dalam bentuk plot deret waktu.

2.3 Peramalan

Peramalan adalah suatu teknik untuk membuat suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun data masa ini. Peramalan merupakan salah satu unsur yang sangat penting dari kegiatan pengambilan keputusan. Metode peramalan kuantitatif dibagi menjadi dua jenis model, yaitu model regresi dan model time series (Aswi dan sukarna, 2006).

2.4 Bilangan Fuzzy

Bilangan fuzzy merupakan suatu bilangan yang tidak persis (imprecise) dalam garis rill $\mathbb{R}$, misalnya ”kira-kira 10”, ”sekitar 20”, dan sebagainya (Abdy Muhammad, 2018).

2.5 Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A Zedah dari Universitas California, Berkeley pada tahun 1965. Logika *fuzzy* merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing. Fuzzy logic* diperkenalkan sebagai metode perhitungan dengan menggunakan kata dalam rangka untuk menyelesaikan ketidakpastian (*uncertainty*) (Chryshafiadi & Virvou, 2012). Sebuah algoritma yang didasarkan pada *fuzzy decision making* membantu untuk memilih model yang paling optimum dengan mempertimbangkan set kriteria dan spesifikasi model (Shakouri & Menhaj, 2008).

Logika *fuzzy* adalah metode yang dasarnya dari sistesongm kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang dapat menirukan kemampuan manusia dalam berfikir ke dalam bentuk algoritma yang kemudian dijalankan oleh mesin. Algoritma ini digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan data yang tidak dapat direpresentasikan dalam bentuk biner. Logika *fuzzy* menginterpretasikan pernyataan yang samar menjadi sebuah pengertian yang logis (Elfajar, Setaiawan dan Dewi, 2017).

2.6 Himpunan *Fuzzy*

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2013), himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi tertentu dalam satu variabel *fuzzy*. Misalnya variabel umur terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu: muda, parobaya dan tua. Pada himpunan klasik (*crisp*), nilai keanggotaan hanya memiliki dua kemungkinan yaitu 0 atau 1, sedangkan pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1, yang berarti himpunan *fuzzy* dapat mewakili interpretasi tiap nilai berdasarkan pendapat atau keputusan. Nilai 0 menunjukan salah dan nilai 1 menunjukan benar dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah.

Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut, yaitu:

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: muda, parobaya dan tua.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu

Variabel, seperti: 40, 25, 50, dsb.

Pada himpunan *fuzzy* terdapat semesta pembicaraan yang merupakan keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy* dan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Contoh semesta pembicaraan untuk variabel temperature [0, 40]. Dalam semesta pembicaraan terdapat domain himpunan *fuzzy* yang merupakan keseluruhan nilai yang diperbolehkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy* serta merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Contoh domain himpunan *fuzzy* untuk variabel temperatur adalah:

a. Dingin : [0, 20].

b. Normal : [20, 30].

c. Panas : [30,40].

2.7 Fuzzy Time Series

Fuzzy Time Series merupakan metode prediksi data yang menggunakan konsep *Fuzzy* sebagai dasar perhitungannya. Sistem prediksi dengan metode ini bekerja dengan menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Prosesnya juga tidak membutuhkan suatu sistem pembelajaran dari sistem yang rumit sebagaimana yang ada pada algoritma genetika dan jaringan syaraf sehingga mudah untuk digunakan dan dikembangkan (Robandi, 2006).

Menurut Redi (2018), telah mengembangkan konsep-konsep dasar dalam metode peramalan *fuzzy time series*. Adapun langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut:

Definisi 1. Misal (t) $(t = \cdots, 0, 1, 2, \cdots)$, adalah himpunan bagian dari $\mathbb{R}$, menjadi semesta pembicaraan yang mana himpunan *fuzzy* $f_i\ (t)$ $(i = 1, 2, \cdots)$ yang telah didefinisikan dan $F(t)$ adalah kumpulan dari $f_i\ (t)$ $(i = 1, 2, \cdots)$. Maka $F(t)$ disebut *fuzzy time series* pada $(t)(t = \cdots, 0, 1, 2, \cdots)$.

Definisi 2. Jika untuk semua $f_j\ (t) \in F(t)$ dimana $j \in J$, ada $f_i\ (t-1) \in F(t-1)$ dimana $i \in I$ sedemikian sehingga ada *fuzzy relation* $R_{ij}\ (t, t-1)$ dan $f_j\ (t) = f_i\ (t-1) \circ R_{ij}\ (t, t-1)$ dimana '$\circ$' adalah komposisi *max-min*, maka $F(t)$ hanya disebabkan oleh $F(t-1)$. Dinotasikan sebagai berikut:

$$f_i\ (t-1)\ \rightarrow\ f_i\ (t) \tag{2.1}$$

atau ekuivalen dengan,

$$F(t-1)\ \rightarrow\ F(t)$$

Definisi 3. Jika untuk semua $f_j\ (t) \in F(t)$ dimana $j \in J$ ada $f_i\ (t-1) \in F(t-1)$ dimana $i \in I$ dan *fuzzy relation* $R_{ij}\ (t, t-1)$ sedemikian sehingga $f_j\ (t) = f_i\ (t-1) \circ R_{ij}\ (t, t-1)$, misal $R(t, t-1) = \mathrm{U}_{i,j}\ R_{ij}(t, t-1)$ dimana 'U' adalah operator gabungan. Maka $R(t, t-1)$ disebut *fuzzy relation* antara $F(t)$ dan $F(t-1)$ dan ini didefinisikan dengan persamaan *fuzzy relational* sebagai berikut:

$$F(t)\ =\ F(t-1) \circ R_{ij}\ (t, t-1) \tag{2.2}$$

Definisi 4. Andaikan $F(t)$ adalah *fuzzy time series* $(t = \cdots, 0, 1, 2, \cdots)$ dan $t_1 \neq t_2$. Jika untuk semua $f_i(t_1) \in F(t_1)$ ada $f_j\ (t_2) \in F(t_2)$ sedemikian sehingga $f_i(t_1) = f_j\ (t_2)$ dan sebaliknya, maka didefinisikan $F(t_1) = F(t_2)$.

Definisi 5. Andaikan $R_1(t, t-1) = \mathrm{U}_{i,j}\ R_{ij}(t, t-1)$ dan $R_2(t, t-1) = \mathrm{U}_{ij}\ R_{ij}^2\ (t, t-1)$ adalah dua *fuzzy relation* antara $F(t)$ dan $F(t-1)$. Jika untuk semua $f_j(t) \in F(t)$ dimana $j \in J$ ada $f_i(t-1) \in F(t-1)$ dimana $i \in I$ dan *fuzzy relations* $R_{ij}\ (t, t-1)$ dan $R_{ij}^2\ (t, t-1)$ sedemikian sehingga $f_j(t) = f_i(t-1) \circ R_{ij}\ (t, t-1)$ dan $f_j(t) = f_i(t-1) \circ R_{ij}^2\ (t, t-1)$, maka didefinisikan $R_1(t, t-1) = R_2(t, t-1)$.

2.8 *Fuzzy Time Series* Model Chen

Deret waktu fuzzy yang dikembangkan berdasarkan Song & Chissom (1994) menggunakan operasi sederhana, termasuk operasi matriks yang kompleks dan pembobotnya besar. Prosedurnya adalah Berikut prediksi menggunakan model time series Chen:

Langkah 1. Menentukan semesta pembicaraan atau U

$$U = [D_{min} - D_1, D_{max} + D_2] \tag{2.3}$$

dengan,

D_{min} = data minimum

D_{max} = data maksimum

D_1 dan D_2 adalah nilai konstanta

Langkah 2. Pembentukkan interval pada data observasi. Untuk mengetahui banyaknya interval dapat digunakan rumus *sturges* sebagai berikut :

$$jumlah\ interval = 1 + 3{,}322 \log(n) \qquad (2.4)$$

Setelah memiliki jumlah interval,gunakan rumus berikut untuk menentukan Panjang interval:

$$panjang\ interval = \frac{D_a - D_b}{jumlah\ interval} \qquad (2.5)$$

Dengan rumus tersebut kita dapat membentuk sejumlah nilai linguistik untuk mewakili suatu himpunan *fuzzy* pada interval yang terbentuk dari himpunan semesta (U)

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_j\} \qquad (2.6)$$

dengan,

$D_a = D_{max} + D_2$

$D_b = D_{min} - D_1$

U = himpunan semesta

u_j = besarnya jarak pada U, untuk j = 1, 2, ..., n

Langkah 3. Melakukan fuzzifikasi dengan menentukan *fuzzy* A_i pada data. Misalnya, $A_1, A_{2,} \dots A_k$ disebut himpunan *fuzzy* dengan nilai linguistik dari variabel linguistik. Penjelasan tentang rumus himpunan *fuzzy* $A_1, A_{2,} \dots A_k$ pada semesta pembicaraan U sebagai berikut:

$$A_1 = {}^{1}/_{u_1} + {}^{0,5}/_{u_2} + {}^{0}/_{u_3} + {}^{0}/_{u_4} + \dots + {}^{0}/_{u_p}$$

$$A_2 = {}^{0,5}/_{u_1} + {}^{1}/_{u_2} + {}^{0,5}/_{u_3} + {}^{0}/_{u_4} + \dots + {}^{0}/_{u_p}$$

$$A_3 = {}^{0}/_{u_1} + {}^{0,5}/_{u_2} + {}^{1}/_{u_3} + {}^{0,5}/_{u_4} + \dots + {}^{0}/_{u_p}$$

.
.
$A_p = {}^{0}/_{u_1} + {}^{0}/_{u_2} + {}^{0}/_{u_3} + \cdots + {}^{0,5}/_{u_{p-1}} + {}^{1}/_{u_p}$

dimana u_i(i = 1, 2, . . , p) Merupakan elemen dari himpunan semesta (U) dan bilangan dengan simbol "/" adalah derajat keanggotaan μ_{A_i} (u_i) hingga A_i (i = 1, 2, . . . , p) yang mana nilainya adalah 0, 0.5 atau 1.

Langkah 4. Membuat tabel *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) berdasarkan data. Diketahui $A_i \rightarrow A_j$ berdasarkan nilai A_i yang telah tetapkan sebelumnya, dimana $A_i$adalah *n* tahun dan A_j adalah *n*+1 tahun.

Langkah 5. Mengklasifikasikan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) yang telah diperoleh pada langkah ke-4 ke dalam kelompok–kelompok untuk membentuk *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG). Misalnya jika FLR berbentuk $A_2 \rightarrow A_2$, $A_2 \rightarrow A_1, A_2 \rightarrow A_3$, $A_2 \rightarrow A_1$., maka mendapatkan FLRG yang terbaik adalah $A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3$.

Langkah 6. Menghitung nilai prediksi atau *defuzzyfikasi*. Jika $F(t-1) = A_i$, nilai peramalan memiliki beberapa aturan yang sesuai yaitu sebagai berikut :

I. Jika FLR dari A_i tidak ada $(A_i \rightarrow \#)$, maka $F(t) = A_i$

II. Jika hanya terdapat satu FLR $A_i \rightarrow A_j$, maka $F(t) = A_j$

III. Jika $(A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \ldots, A_{jk})$ maka $F(t) = A_{j1}, A_{j2}, \ldots, A_{jk}$.

Misalkan $F(t) = A_1, A_2, \ldots, A_n$,untuk mencari peramalan akhir dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\hat{y}(t) = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_i}{k} \tag{2.7}$$

dengan,

$\hat{y}(t)$ = defuzzifikasi / peramalan

m_i = nilai tengah dari A_i

2.9 ketepatan ukuran hasil peramalan

Metode prediksi bertujuan untuk membuat prediksi terbaik. Tingkat kesalahannya tinggi. Jika tingkat kesalahan yang dihasilkan meningkat Jika kecil, hasil prediksi akan mendekati nilai sebenarnya. Standard umum Ukuran kesalahan prediksi yang digunakan adalah Mean Absolute Error (MAE) akurasi dan persentase absolut rata-rata (MAPE) Persentase akurasi (Brooks, 2014).

2.9.1 *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah Kesalahan pengukurannya Hitung ukuran persentase deviasi antara data aktual cuaca. Rumus yang digunakan untuk menghitung mean absolut Persentase kesalahannya adalah:

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \times 100\% \qquad (2.9.1)$$

dimana,

A_t = nilai aktual pada waktu ke-t

F_t = nilai peramalan pada waktu ke-t

n = banyak data

Nilai MAPE digunakan untuk mencari ketepatan dalam proses peramalan seperti pada table berikut:

Tabel 1. Evaluasi Peramalan dengan Nilai MAPE

Nilai MAPE	**Akurasi Peramalan**
≤ 10 %	Akurat
10% sampai 20 %	Baik
20% sampai 50 %	cukup
≥ 50 %	Tidak akurat

2.9.2 Mean Absolute Error(MAE)

Mean Absolute Error (MAE) adalah hasil nilai absolut dari selisih antara nilai peramalan dan data sebenarnya tanpa menghiraukan tanda positif maupun negatif. Rumus yang digunakan dalam menghitung nilai *Mean Absolute Error* (MAE) adalah sebagai berikut :

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} \left| A_t - F_t \right| \qquad (2.9.2)$$

dimana,

A_t = nilai aktual pada waktu ke-t

F_t = nilai peramalan pada waktu ke-t

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun akademik 2021/2022 di Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga emas dan merupakan data sekunder yang di peroleh dari website www.harga-emas.com data harga emas yang digunakan untuk penilitian ini adalah data Harga Emas dari Januari 2017 sampai dengan Oktober 2021. Data harga emas dibagi menjadi tiga sampel, yang pertama meliputi data dari Januari 2017 sampai dengan Oktober 2021 sejumlah 58 data, yang kedua meliputi dari data bulan Januari 2017 sampai dengan Oktober 2020 sejumlah 46 data, dan ketiga meliputi data bulan Januari 2017 sampai dengan September 2019 sebanyak 34 data. Data harga emas dilampirkan sebagai berikut:

Tabel 2. Harga Emas (Ribu Rupiah)

No.	Bulan/Tahun	Harga Emas (Ribu Rupiah)
1.	Jan-2017	516,19
2.	Feb-2017	530,61
3.	Mar-2017	534,81
4.	Apr-2017	530,04
5.	Mei-2017	538,74
6.	Jun-2017	551,55
7.	Jul-2017	523,99
8.	Agu-2017	553,63
9.	Sep-2017	553,74
10.	Okt-2017	559,64
11.	Nov-2017	557,69
12.	Des-2017	565,59
13.	Jan-2018	569,66
14.	Feb-2018	572,75
15.	Mar-2018	585,71
16.	Apr-2018	598,7
17.	Mei-2018	589,79
18.	Jun-2018	572,65
19.	Jul-2018	566,16
20.	Agu-2018	575,63
21.	Sep-2018	582,56
22.	Okt-2018	582,29
23.	Nov-2018	571,12
24.	Des-2018	583,2
25.	Jan-2019	584,48

No.	Bulan/Tahun	Harga Emas (Ribu Rupiah)
26.	Feb-2019	596,61
27.	Mar-2019	588,04
28.	Apr-2019	595,84
29.	Mei-2019	589,24
30.	Jun-2019	611,21
31.	Jul-2019	638,21
32.	Agu-2019	688,62
33.	Sep-2019	685,64
34.	Okt-2019	674,66
35.	Nov-2019	667,47
36.	Des-2019	671,28
37.	Jan-2020	693,58
38.	Feb-2020	689,69
39.	Mar-2020	741,24
40.	Apr-2020	858,67
41.	Jun-2020	812,88
42.	Juli-2020	816,53
43.	Agu-2020	949,75
44.	Sept-2020	927,09
45.	Okt-2020	928,61
46.	Nov-2020	900,72
47.	Des-2020	852,71
48.	Jan-2021	859,38
49.	Feb-2021	838,59
50.	Mar-2021	789,61

No.	Bulan/Tahun	Harga Emas (Ribu Rupiah)
51.	Apr-2021	804,38
52.	Mei-2021	814,22
53.	Jun-2021	838,86
54.	Jul-2021	852,23
55.	Agu-2021	840,1
56.	Sep-2021	829,82
57.	Okt-2021	794,34

3.3 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan Rstudio untuk membantu perhitungannya. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian harga emas adalah sebagai berikut:

1. melakukan analisis statistika deskriptif.
2. menggunakan Model Chen pada *Fuzzy Time Series* untuk melakukan peramalan dengan mencari interval dengan rumus formula *Sturges*.

Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian data emas adalah sebagai berikut:

1. Menentukan *Universe of discourse* (semesta pembicaraan atau U)
2. Membentuk interval dengan menentukan jumlah interval dan Panjang interval menggunakan formula Sturges
3. menentukan himpunan *fuzzy* A_i dan melakukan fuzzifikasi data yang di amati.

4. membuat tabel *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) menggunakan data yang digunakan.
5. Mengelompokan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) yang diperoleh dari langkah ke 4 ke dalam kelompok-kelompok untuk membentuk *Fuzzy Logical Relationship Group*(FLRG).
6. Menghitung nilai peramalan harga emas atau defuzzifikasi.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dalam penelitian ini maka dapat diperoleh kesimpulanya adalah sebagai berikut:

1. Plot *time series* harga emas dari bulan Januari 2017 hingga Oktober 2021 menunjukkan bahwa jumlah tertinggi pada bulan Juli 2020 yaitu sebesar 949,75 (seribu rupiah). Setelah itu, data terendah terjadi pada bulan Januari 2017 yaitu sebesar 516,19 (seribu rupiah). Plot data yang terbentuk pada data harga emas adalah membentuk pola data *trend*.

2. Peramalan dengan menggunakan model Chen pada *Fuzzy Time Series* untuk bulan selanjutnya yaitu bulan November 2021 adalah sebagai berikut untuk 58 data didapat Harga Emas sebesar 858,1 (seribu rupiah). Untuk sampel 46 data didapat Harga Emas sebesar 925,1 (seribu rupiah). Sedangkan untuk sampel 34 data didapat Harga Emas sebesar 683,8 (seribu rupiah).

3. Berdasarkan penelitian ini, jumlah data yang tepat digunakan untuk menentukan peramalan jumlah harga emas adalah Sebanyak 34 data yaitu data bulan Januari 2017 hingga Oktober 2019 karena menghasilkan nilai error terkecil.

4. Hasil Perbandingan antara MAPE Fuzzy Time Series model Chen dengan MAPE data diperoleh bahwa MAPE data lebih akurat Daripada MAPE model Dengan nilai rata-rata MAPE data adalah 0,047% dan nilai rata-rata MAPE *fuzzy time series* model chen adalah 3,4522%.

Daftar Pustaka

Abdy, Muhammad. 2018 Penggunaan Bilangan Fuzzy Segitiga pada Perbandingan Kemampuan Proses. Makassar. Universitas Negeri Makasar

Boedijoewono. Noegroho. 2001, Pengantar Statistik Ekonomi dan Bisnis Jilid 1 Edisi Keempat. Yogyakarta: AMP YKPN.

Chen, S.M. 1996. *Forecasting enrollments based on fuzzy time series. Journal of fuzzy sets and system*. **81** (3): 311-319.

Chryshafiadi, K., & Virvou, M. 2012. Evaluating The Integration of Fuzzy Logic Into The Student Model of A Web-Based Learning Environment. *International Expert System with Application*. **39**(1): 13127-13134.

Fauziah, N., Wahyuningsih, S., dan Nasution, Y.N. 2016. Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Chen Studi Kasus: Curah Hujan Kota Samarinda, Statistika Vol.4.

Hansun, S. 2012. Peramalan Data IHSG Menggunakan Fuzzy Time Series. Tangerang Selatan. Universitas Multimedia Nusantara.

Kusumadewi, S. dan Purnomo, H. 2013. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Ed. Ke-2. Graha Ilmu, Yogyakarta.

Nabanan, D dan Alexander, E. 2020. Implementasi Metode *Fuzzy Time Series* dengan Model Algoritma *Chen* untuk memprediksi Harga Emas. Medan: Universitas Pelita Harapan.

Redi. 2018. Perbandingan Metode Sturges Dan Average-Based Pada Analisis Fuzzy Time Series Cheng Untuk Peramalan Data Deret Waktu. (Skripsi). Bandar Lampung. Universitas Lampung.

Shakouri, H. G., & Menhaj, M. 2008. A Systematic Fuzzy Decision-Making Process to Choose The Best Model Among A Set of CompetingModels. IEEE Transactions on Systems. *Man and Cybernetics, Part A: System and Humans*. **38**(5): 1118-1128.

Sugiyono. 2004. *Statistika Untuk Penelitian: Cetakan Keenam*. Bandung: Alaska.

Tauryawati, M.L., dan Irawan, M.I. 2014. Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Cheng Dan Metode Box-Jenkins Untuk Memprediksi IHSG. **ISSN.3** : 2337 – 3539.

Wei, W.W.S. 2006. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*. Second Edition. Pearson Education Inc., Canada.