

**ANALISIS PERAMALAN HARGA EMAS DUNIA
MENGUNAKAN *FUZZY TIME SERIES MODEL CHENG***

**(Studi Kasus : Harga Emas Dunia Periode Bulan Januari 2010 – Desember
2019)**

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh:

Muhammad Fauzan

13611212

**PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020**

**ANALISIS PERAMALAN HARGA EMAS DUNIA
MENGUNAKAN *FUZZY TIME SERIES MODEL CHENG*
(Studi Kasus : Harga Emas Dunia Periode Bulan Januari 2010 – Desember
2019)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Jurusan Statistika**



Disusun Oleh:
Muhammad Fauzan
13611212

**PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR

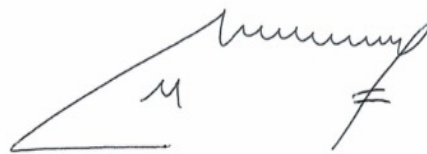
Judul : Analisis Peramalan Harga Emas Dunia Menggunakan Fuzzy
Time Series Cheng (Studi Kasus:
Harga Emas Dunia Periode Januari 2010 - Desember 2019)

Nama Mahasiswa : Muhammad Fauzan

Nomor Mahasiswa : 13611212

TUGAS AKHIR INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI UNTUK
DIUJIKAN
Yogyakarta, 26 Agustus 2020


Pembimbing



(Muhammad Muhajir, S.Si., M.Sc.)

**HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PERAMALAN HARGA EMAS DUNIA
MENGUNAKAN *FUZZY TIME SERIES MODEL CHENG*
(Studi Kasus : Harga Emas Dunia Periode Bulan Januari 2010 – Desember**


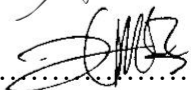
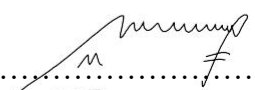
2019)

**Nama Mahasiswa : Muhammad Fauzan
Nomor Mahasiswa : 13611212**

**TUGAS AKHIR INI TELAH DIUJIKAN
26 Agustus 2020**

Nama Penguji

Tanda Tangan

1. Arum Handini Primandari, S.Pd.Si., M.Sc. : 
2. Dina Tri Utari, S.Si., M.Sc. : 
3. Muhammad Muhajir, S.Si., M.Sc. : 

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



(Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D.)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Alhamdulillahahirabbil'aalamiin, Puji Syukur senantiasa saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan nikmatnya yang tak terhingga, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "**Analisis Peramalan Harga Emas Dunia Menggunakan *Fuzzy Time Series Cheng* (Studi Kasus: Harga Emas Dunia Periode Januari 2010 - Desember 2019)**" sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan jenjang strata satu di Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW serta para sahabat dan pengikutnya yang senantiasa menjaga keimanan dan keislamannya hingga akhir hayatnya.

Penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat sehat dan kesempatan sehingga penyusun dapat melaksanakan penelitian hingga menyusun Tugas Akhir dengan baik.
2. Rasulullah Muhammad SAW, atas segala cintanya kepada umat manusia dan merupakan suri tauladan sepanjang zaman, semoga kita mendapatkan syafa'at beliau di akhirat kelak. Aamiin.
3. Kedua orang tua saya yang sangat saya cintai, Mama dan Papa yang selalu memberikan semangat, do'a dan dukungan disetiap langkah saya.
4. Adik-adik saya, Muhammad Nizam dan Nurfatimah, serta Keluarga Besar saya yang selalu mendo'akan, mendukung dan memberikan semangat kepada saya.
5. Bapak Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia beserta seluruh jajarannya

6. Bapak Dr. Edy Widodo, S.Si., M.Si. Selaku Ketua Jurusan Statistika beserta jajarannya.
7. Bapak Muhammad Muhajir S.Si., M.Sc. yang telah membimbing penulis selama menyusun Laporan Tugas Akhir.
8. Dosen-dosen Statistika Universitas Islam Indonesia yang telah mendidik dan memberikan ilmu kepada penulis.
9. Teman-Teman “All Mine” yang selalu setia menemani, memberikan keceriaan dan hiburan. Semoga kebersamaan kita tetap selalu terjaga.
10. Terimakasih kepada Ayun Dismayan yang selalu membantu menyemangati dan mengingatkan untuk menyelesaikan tugas akhir.
11. Keluarga Besar Forum Mahasiswa Sila (FORMASI) Yogyakarta, sebagai salah satu wadah perkumpulan mahasiswa Sila - BIMA NTB yang sedang sama-sama berjuang menempuh studi di tanah rantauan (Yogyakarta). Terimakasih atas kebersamaannya sehingga tanah rantauanpun terasa seperti kampung halaman.
12. Teman-teman “Akal 06” SMAN 1 BOLO : Ahmaddin, Dayat, Gufran, Mulajati dan Uswatun, yang selalu bersama dan saling menyemangati.
13. Teman-teman Statistika UII Angkatan 2013 yang bersama-sama menjadi pejuang gelar S.Stat dan Toga UII, terimakasih semangatnya.
14. Pihak-pihak lain yang mungkin penulis belum sebutkan, yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Demikian Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan ilmu dan pengetahuan yang dimiliki penulis semata. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk menyempurnakan penulisan laporan ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan umumnya bagi semua pihak yang membutuhkan. Akhir kata, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya

kepada kita semua, Amin amin ya robbal ‘alamiin. Wassalamu’alaikum
Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Yogyakarta, 26 Agustus 2020

Penyusun,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Muhammad Fauzan', written in a cursive style.

Muhammad Fauzan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PERNYATAAN.....	xiii
INTISARI	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
BAB III LANDASAN TEORI.....	9
3.1. Pengertian Emas.....	9
3.2. Pengertian <i>Forecasting</i>	9
3.3. Jenis-Jenis Peramalan.....	10
3.4. Jenis-Jenis Pola Data.....	10
3.5. Data Runtun Waktu (Time Series).....	12
3.6. Jenis Data Berdasarkan Waktu	13
3.7. Logika Fuzzy.....	14
3.8. Fuzzifikasi.....	15
3.9. Defuzzifikasi	16
3.10. <i>Fuzzy Time Series</i>	16

3.11. <i>Fuzzy Time Series</i> Menurut <i>Cheng</i>	16
3.12. Nilai Akurasi Peramalan	20
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	22
4.1. Populasi dan Sampel	22
4.2. Jenis dan Sumber Data	22
4.3. Variabel Penelitian	22
4.4. Metode Analisis Data	22
4.5. Langkah Analisis.....	22
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	24
5.1. Analisis Deskriptif	24
5.2. Data Harga Emas.....	25
5.3. Analisis <i>Fuzzy Time Series</i> Model <i>Cheng</i>	27
5.4. Menghitung MSE dan MAPE	39
BAB VI PENUTUP	42
6.1. Keseimpulan	42
6.2. Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1	Langkah Analisis 23
Tabel 5.1	Data Harga Periode Emas Januari 2010-Desember 2019..... 25
Tabel 5.2	Kelas Interval..... 28
Tabel 5.3	Fuzzifikasi 29
Tabel 5.4	Fuzzy Logic Relationship..... 32
Tabel 5.5	Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG) orde satu 34
Tabel 5.6	Pembobotan FLRG..... 35
Tabel 5.7	Defuzzifikasi Harga Emas 36
Tabel 5.8	Hasil Prediksi Harga Emas Dengan Model <i>Cheng</i> 37
Tabel 5.9	Tingkat Kesalahan Peramalan Harga Emas 39

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Pola Data Horizontal	11
Gambar 3.2 Pola Data Musiman	11
Gambar 3.3 Pola Data Siklis	12
Gambar 3.4 Pola Data Trend.....	12
Gambar 5.1 Data Harga Emas Periode Januari 2010-Desember 2019.....	24
Gambar 5.2 Grafik Perbandingan Harga Emas (Aktual dan Permalan)	38


DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	1	Data Harga Eemas Periode Januari 2010-Desember 2019
Lampiran	2	Proses Mencari <i>Interval</i>
Lampiran	3	Kelas <i>Interval</i>
Lampiran	4	<i>Fuzzifikasi</i>
Lampiran	5	<i>Fuzzy Logic Relationship</i>
Lampiran	6	Peramalan <i>Fuzzy Time Series Cheng</i>

PERNYATAAN

Dengan ini penulis menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir tidak terdapat karya yang sebelumnya pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 26 Agustus 2020



Muhammad Fauzan

ANALISIS PERAMALAN HARGA EMAS DUNIA MENGUNAKAN *FUZZY TIME SERIES MODEL CHENG*

Muhammad Fauzan

Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

INTISARI

Emas adalah komoditi yang harganya cenderung stabil, bahkan oleh resesi ekonomi, contohnya ketika terjadi resesi ekonomi tahun 2001 dan 2008-2009 harga emas tercatat menguat masing-masing sebesar 2,68% dan 5%, bahkan pada akhirnya harga emas mencapai rekor tertinggi US\$ 1.920 per *troy once* pada bulan September 2011. Harga emas merupakan salah satu aspek penting untuk para investor untuk melakukan investasi di masa yang akan datang. Oleh karena itu dibutuhkan metode peramalan untuk memprediksi harga emas pada periode selanjutnya. Dalam penelitian ini dilakukan analisis permalan pada harga emas dengan menggunakan *Fuzzy Time Series Cheng*. Peneliti menggunakan metode *Fuzzy Time Series Cheng* dalam penelitian ini, karena FTS *Cheng* tidak memerlukan asumsi stasioner ataupun normalitas pada data. Dari analisis peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Cheng* diperoleh hasil sebesar US\$ 1468,97 per *troy once*. Metode tersebut memiliki tingkat keakuratan peramalan *MAPE* sebesar 2,7284% dan *MSE* sebesar 2232,832927.

Kata Kunci : *Emas, Forecasting, prediksi, Fuzzy Time Teries, Fuzzy Time Teries Cheng*

AN ANALYSIS OF WORLD GOLD PRICES FORECASTING
USING CHENG'S FUZZY TIME SERIES MODEL

Muhammad Fauzan

Statistics Study Program, Faculty of Mathematics and Natural Sciences

Indonesian Islamic University

ABSTRACT

Gold is a commodity whose prices tend to be stable, even by economic recession, for example when the economic recession in 2001 and 2008-2009 the price of gold was recorded to have strengthened by 2.68% and 5% respectively, even in the end the gold price reached a record high of US \$ 1,920 per troy once in September 2011. The price of gold is an important aspect for investors to invest in the future. Therefore, a forecasting method is needed to predict the price of gold in the next period.. This research is intended to analyze the forecast of gold prices using Cheng's Fuzzy Time Series. Researchers used the Fuzzy Time Series Cheng method in this study, because FTS Cheng does not require stationary assumptions or normality in the data. According to this analysis, the results were US \$ 1468.97 per troy once. The method has a MAPE forecasting accuracy of 2.7284% and MSE of 2232.832927.

Keywords: Gold, Forecasting, Prediction, Fuzzy Time Series, Fuzzy Time Series Cheng

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semakin berkembangnya zaman, semakin banyak kebutuhan, keinginan, permintaan, penawaran seseorang akan sesuatu. Saat sekarang ini banyak masyarakat yang ingin mengumpulkan harta mereka untuk masa yang akan datang dan memenuhi apa yang mereka inginkan dan butuhkan. Banyak cara untuk mengumpulkan harta tersebut, salah satunya dengan berinvestasi (Husnan, 2000).

Investasi merupakan penanaman modal untuk satu atau beberapa aktiva yang dimiliki dan biasanya dalam jangka waktu yang lama dengan harapan akan memperoleh keuntungan dimasa yang akan datang, atau dapat dikatakan sebagai tabungan masa depan (Sunariyah, 2003). Umumnya investasi dibedakan menjadi dua, yaitu investasi pada aktiva riil dan investasi pada aktiva finansial. Investasi pada aktiva riil merupakan investasi yang dilakukan seseorang dalam bentuk kasat mata atau dapat dilihat secara fisik, misalnya; investasi emas, properti, tanah dan lain-lain, sedangkan investasi pada aktiva finansial merupakan investasi yang dilakukan seseorang dalam bentuk surat berharga misalnya saham, deposito dan lain sebagainya (Maxmanroe.com, 2020).

Emas merupakan salah satu logam mulia yang bernilai di seluruh dunia yang bersifat lunak, tahan korosi, mudah ditempa. Dan emas juga merupakan salah satu jenis komoditi yang paling banyak diminati untuk tujuan investasi. Para pakar investasi seringkali menganjurkan untuk berinvestasi pada emas karena emas merupakan sarana lindung nilai klasik untuk melawan inflasi dan menambah nilai dalam kondisi ketidakstabilan fluktuasi nilai mata uang (Maya Apriyanti, 2012)

Sebagai salah satu pilihan untuk berinvestasi, emas memiliki beberapa kelebihan dibanding dengan investasi lainnya, misal pada saat lemahnya kurs dollar AS memicu kenaikan harga emas dunia yang menyebabkan harga emas akan menjadi lebih murah dalam mata uang lain sehingga pada umumnya mendorong kenaikan permintaan emas. Selain itu emas juga merupakan satu-satunya investasi

yang terhindari dari pajak karena logam mulia termasuk dalam kategori bahan baku. Keputusan ini didasarkan pada keputusan Dirjen Pajak No. 15/PJ/2011, sehingga berapapun jumlah emas yang dimiliki, tidak akan ada pengenaan pajak. Hal ini tidak akan di temui pada instrumen investasi lainnya. Dan emas sangat mudah di cairkan dan memiliki risiko yang rendah karena saat terjadi peningkatan inflasi harga emas juga akan ikut meningkat sehingga para investor tidak perlu khawatir terhadap risiko inflasi (Finansialku.com, 2020).

Agar tujuan investasi tercapai, maka sebelum memasuki dunia investasi diperlukan pengetahuan keuntungan dan risiko yang didapat ketika terjun di bidang investasi. Harapan keuntungan dalam dunia investasi sering juga disebut sebagai return. Risiko investasi bisa diartikan sebagai kemungkinan terjadinya perbedaan antara return aktual dengan return yang diharapkan. Dua konsep ini, risiko maupun return, bagaikan dua sisi mata uang yang selalu berdampingan, artinya dalam berinvestasi di samping menghitung return yang diharapkan investor juga harus memperhatikan risiko yang ditanggung (Abdul Halim, 2005). Pengetahuan ini penting sebagai pegangan ketika memasuki dunia investasi yang penuh risiko dan ketidakpastian.

Salah satu pengetahuan penting dalam berinvestasi emas adalah peramalan harganya. Peramalan harga emas diperlukan bagi investor untuk mengetahui kecenderungan harga emas di masa datang. Peramalan adalah proses perkiraan (pengukuran) besarnya atau jumlah sesuatu pada waktu yang akan datang berdasarkan data pada masa lampau (time series) yang dianalisis secara ilmiah khususnya menggunakan metode statistika (Sudjana, 1996). Peramalan harga emas bertujuan untuk mengetahui peluang investasi harga emas di masa yang akan datang sehingga dapat digunakan sebagai pertimbangan oleh investor emas untuk mengetahui perubahan harga emas.

Metode peramalan yang sering digunakan untuk memprediksi data diantaranya adalah *Moving Average*, *ARIMA* dan *Exponensial Smoothing*, namun dalam penelitian ini peneliti akan menggunakan metode *Fuzzy Time Series*.

Fuzzy Time Series merupakan proses dinamik dari suatu variabel linguistik yang nilai linguistiknya adalah himpunan *fuzzy*. Keunggulan pemodelan *Fuzzy*

Time Series adalah mampu memformulasikan suatu permasalahan berdasarkan pengetahuan pakar atau data-data empiris (Marinus, 2011) dan keunggulan lain dari metode *Fuzzy Time Series* adalah dapat digunakan secara luas pada sembarang data real *time* (Hansun, 2012). Perbedaan metode Fuzzy time Series dengan metode time series lain adalah tidak membutuhkan uji asumsi. (Sumartini, 2017).

Dalam penelitian ini penulis mencoba untuk memprediksi harga emas dunia dengan studi kasus harga emas dunia periode Januari 2010-Desember 2019 menggunakan metode *Cheng*. Dengan harapan agar dapat diketahui perkiraan harga emas untuk periode yang akan datang. Dan digunakan sebagai wawasan agar peneliti dan masyarakat pada umumnya dapat mengetahui perkembangan harga emas dunia.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan diatas, adapun permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana deskripsi harga emas pada bulan Januari 2010 sampai dengan Desember 2019?
2. Bagaimana meramalkan harga emas dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Cheng*?
3. Bagaimana mengukur ketepatan nilai peramalan harga emas dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Cheng*?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan peneliti agar pembahasan dalam penelitian ini tidak menyimpang dari pokok pembahasan. Maka peneliti memiliki batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan data harga emas dalam skala internasional sejak bulan Januari 2010 – Desember 2019.
2. Alat analisis yang peneliti gunakan adalah analisis Deskriptif Statistik dan *Forecasting* dengan metode *Fuzzy Time Series Cheng* dari data runtun waktu.

3. Data harga emas diperoleh dari website <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=gold&months=120>.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui bagaimana hasil analisis deskriptif dari data harga emas berdasarkan data lampau yang tersedia.
2. Mengetahui bagaimana meramalkan harga emas dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Cheng*
3. Mengetahui ukuran ketepatan nilai peramalan dengan penerapan metode *Fuzzy Time Series Cheng*

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis, penelitian ini bermanfaat sebagai bentuk pengaplikasian analisis statistika dalam dunia kerja.
2. Bagi lembaga-lembaga pengedar emas dan investor, penelitian ini dapat bermanfaat sebagai salah satu dasar pertimbangan untuk membuat strategi ataupun kebijakan tentang harga emas yang akan datang.
3. Dapat mengetahui ukuran ketepatan dan hasil peramalan dari penelitian terhadap data harga emas
4. Dapat dijadikan sebagai informasi dan referensi dalam meprediksi suatu data.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Terdapat beberapa tinjauan pustaka dari penelitian sebelumnya yang peneliti gunakan dan dijadikan sebagai referensi dalam menyelesaikan Tugas Akhir yaitu sebagai berikut.

Fauziah, dkk (2016), melakukan penelitian tentang peramalan menggunakan *Fuzzy Time Series cheng* dengan studi kasus curah hujan Kota Samarinda. Dalam kasus ini peneliti menggunakan data sekunder yang diperoleh dari data rekapitulasi Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geografisika (BMKG) bandara Temindung, Kota Samarinda. Dalam *Fuzzy Time Series*, peneliti menentukan interval pada awal proses dengan menggunakan basis rata-rata (*Average Based*). Di dapatkan panjang interval berbasis sarat rata curah hujan sebesar 40, sehingga diperoleh jumlah interval sebesar 13. Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan Fauziah, dkk (2016) dengan model *cheng* tersebut menghasilkan nilai *error* menggunakan *Root Mean of Squared Error (RMSE)* sebesar 79,96 dan *Mean Absolute Error (MAE)* sebesar 64,7 untuk bulan Januari 2011-Mei 2016 (65 data), *Root Mean of Squared Error (RMSE)* sebesar 84,91 dan *Mean Absolute Error (MAE)* sebesar 64,4 untuk bulan Januari 2013-Mei 2016 (41 data), *Root Mean of Squared Error (RMSE)* sebesar 73,68 dan *Mean Absolute Error (MAE)* sebesar 53,9 untuk bulan Januari 2014-Mei 2016 (29 data). Dan diperoleh hasil peramalan untuk bulan Januari 2011-Mei 2016 sebesar 268 mm, bulan Januari 2013-Mei 2016 diperoleh hasil peramalan sebesar 287,5 kemudian untuk bulan Januari 2014-Mei 2016 diperoleh hasil peramalan sebesar 300mm.

Marzaen (2019), melakukan penelitian mengenai penerapan *Fuzzy Time Series cheng* dalam data harga penutupan saham PT Bank Negara Indonesia (Presero) Tbk. (IDX:BBNI), pada penelitian ini, peneliti menggunakan aturan *Sturgess* untuk menentukan banyaknya kelas dan mendapatkan hasil sebanyak 8 kelas, kemudian pada penentuan panjang interval peroleh hasil sebesar Rp. 148,212. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Marzaen (2019) dengan menggunakan model *cheng* untuk melakukan peramalan harga penutup saham

Bank BNI diperoleh nilai *error* sebesar 1,18% dengan akurasi persentase peramalan sebesar 98,82%. Hasil peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series cheng* pada data penutupan harga saham Bank BNI untuk periode 17 Desember 2018 adalah sebesar Rp. 8504.

Ghaisani (2019), peneliti ini melakukan analisis peramalan tentang jumlah penumpang kereta api utama dengan menggunakan *Fuzzy Time Series cheng*, terdapat 3 variabel yang digunakan yaitu variabel kelas eksekutif, kelas bisnis dan ekonomi, kemudian peneliti melakukan perbandingan orde satu dan orde dua untuk melihat hasil peramalan yang lebih bagus. Pada penelitian ini didapatkan jumlah kelas sebanyak 7 kelas, kemudian pada penentuan panjang interval peroleh hasil sebesar 9990. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Salwa (2019) dengan menggunakan model *cheng* untuk melakukan peramalan jumlah penumpang kereta api utama didapatkan ukuran ketepatan nilai peramalan terpilih dengan akurasi yang kecil yaitu pada orde 2, diperoleh nilai *MAE*, *MSE* dan *MAPE* untuk kelas Eksekutif secara berturut-turut sebesar 58.72, 537057.05 dan 0.11%, nilai *MAE*, *MSE* dan *MAPE* untuk kelas Bisnis secara berturut-turut sebesar 25.40, 90171.70 dan 0.17%, kemudian nilai *MAE*, *MSE* dan *MAPE* untuk kelas Ekonomi secara berturut-turut sebesar 235.65, 6964297.36 dan 0.17%. Hasil peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series cheng* pada data jumlah penumpang kereta api utama terhadap orde 2 adalah 95905 untuk kelas Eksekutif, 12672 untuk kelas Bisnis dan 248045 untuk kelas Ekonomi.

Sumartini, dkk (2017) peneliti ini melakukan analisis mengenai peramalan menggunakan metode *fuzzy time series Cheng* dengan studi kasus data IHSG. Penelitian tersebut menggunakan data IHSG bulan Januari tahun 2011 sampai bulan September 2016. Pada penelitian tersebut menggunakan *Cheng* dengan orde satu. Pada penentuan panjang interval, penelitian tersebut menghasilkan range sebesar 2.109,49. Pada penentuan interval kelas, penelitian tersebut menggunakan rumus Struges yang menghasilkan interval kelas sebanyak tujuh interval kelas. Dari hasil penentuan banyaknya kelas dengan rumus Struges tersebut, peneliti mengembangkan lagi banyaknya kelas dengan menggunakan pembagian frekuensi kepadatan. Oleh karena itu, dihasilkan sebanyak 21 kelas dari himpunan semesta.

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan Sumartini, dkk, model dengan Chen tersebut menghasilkan nilai kesalahan absolut (MAPE) sebesar 2,56% dan nilai ketepatan peramalan sebesar 97,44%. Hasil peramalan menggunakan metode FTS Cheng pada data IHSB untuk bulan Oktober 2016 adalah sebesar 5.367,98 poin.

Pratama (2018), melakukan penelitian tentang peramalan penjualan mobil Toyota di Indonesia menggunakan metode *Fuzzy Time Series cheng* dan peneliti juga melakukan perbandingan orde satu dan orde dua untuk melihat akurasi prediksi yang terbaik. Pada penelitian ini didapatkan jumlah kelas sebanyak 7 kelas, dengan panjang interval sebesar 3895.857. Setelah dilakukan analisis, peneliti mendapatkan model *Fuzzy Time Series cheng* yang terbaik adalah orde 2 yaitu dengan nilai *error MAE* sebesar 3103,61 dan mempunyai ukuran *error MAPE* sebesar 1139%. Hasil peramalan penjualan mobil Toyota Indonesia untuk periode kedepannya dengan menggunakan *Fuzzy Time Series cheng* pada orde dua adalah sebanyak 20.678 unit mobil.

BAB III

LANDASAN TEORI

4.1. Pengertian Emas

Emas merupakan salah satu jenis logam mulia yang memiliki warna kuning gelap bersinar. Emas bisa dibentuk menjadi beragam jenis dan model sehingga dapat memberikan nilai estetika atau keindahan tersendiri. Karena itulah emas menjadi bahan utama dan paling banyak dipakai untuk membentuk cincin, kalung, gelang dan jenis-jenis hiasan lainnya.

Emas juga biasa dikenal dengan jenis logam dengan harga yang mahal. Sifat yang dimiliki oleh emas sendiri tergolong lunak dan mudah untuk dibentuk. Bahkan, benda ini memiliki tingkat kekerasan yang mencapai 2,5-3 skala mohs. Namun, untuk menentukan berat jenis dari emas sendiri dipengaruhi oleh seberapa berat jenis logam lain yang dipadukan dengan emas tersebut.

Emas tidak hanya bermanfaat sebagai perhiasan, namun juga bermanfaat untuk berbagai hal lain. Misalnya kesehatan gigi, perlengkapan untuk pesawat luar angkasa, produksi perangkat elektronik, bahan khusus untuk membuat suatu penghargaan dan sebagainya. Dan manfaat dari emas yang tidak kalah penting adalah untuk kebutuhan investasi. Dan investasi sendiri sangat penting di era saat ini (lunasbos.com).

Emas dunia memiliki satuan *troy ounce* yang merupakan sebuah sistem satuan fisik massa yang biasanya digunakan untuk logam berharga, bubuk hitam, dan batu mulia. Jika di konversikan ke satuan gram maka 1 *troy ounce* sama dengan 31,10 gram.

4.2. Pengertian *Forecasting*

Menurut Sudjana (1989-254) *Forecasting* adalah proses perkiraan (pengukuran) besarnya atau jumlah sesuatu pada waktu yang akan datang berdasarkan data pada masa lampau yang dianalisis secara ilmiah khususnya menggunakan metode statistika.

Forecasting (peramalan) tidak menghasilkan suatu kepastian melainkan suatu kemungkinan yang memiliki galat, sehingga dapat memberikan kontribusi dalam menentukan keputusan yang paling baik.

Sedangkan menurut Heizer dan Render (2001), peramalan merupakan proses memprediksi sesuatu dimasa depan menggunakan data dari masa lalu dan memproyeksikannya ke masa depan dengan menggunakan beberapa bentuk model matematis.

4.3. Jenis-Jenis Peramalan

Peramalan berdasarkan sifatnya dibagi menjadi dua, yaitu sebagai berikut :

1. Peramalan Kualitatif

Merupakan peramalan yang didasarkan atas pendapat suatu pihak dan datanya tidak dapat di presentasikan secara tegas menjadi suatu angka atau nilai. Hasil peramalan yang di buat sangat bergantung pada orang yang menyusunnya. Hal ini penting karena hasil peramalannya di tentukan berdasarkan pemikiran yang intuisi, pendapat dan pengetahuan serta pengalaman penyusunnya.

2. Peramalan Kuantitatif

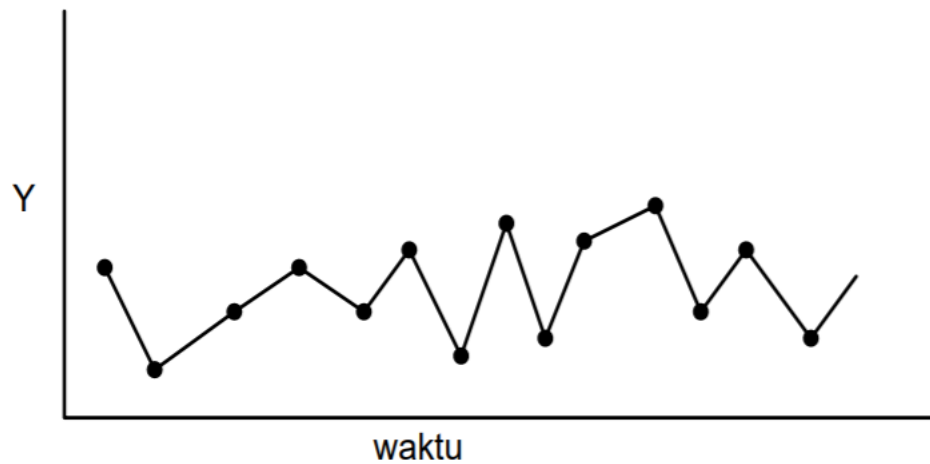
Merupakan peramalan yang di dasarkan atas data kuantitatif masa lalu dan dapat di ubah dalam bentuk angka yang biasa disebut sebagai data *time series* (Jumingan, 2009).

4.4. Jenis – Jenis Pola data

Memperhatikan pola data merupakan salah satu dari dasar pemilihan metode peramalan. Terdapat 4 jenis pola data mendasar dalam suatu data deret berkala (*time series*) yaitu pola data Horizontal, pola data Musiman, pola data Siklis dan pola data Trend. Berikut adalah penjelasannya.

1. Pola Horisontal

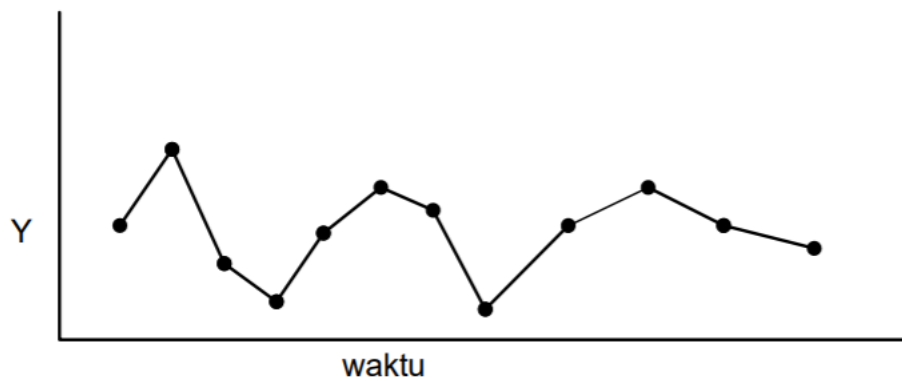
Merupakan pola data yang terjadi saat nilai dari suatu data mengalami fluktuasi (naik turun) di daerah nilai rata-rata stasioner (rata-rata konstan). Pola data Horizontal di tunjukan seperti gambar 3.1.



Gambar 3.1. Pola Data Horizontal

2. Pola Musiman

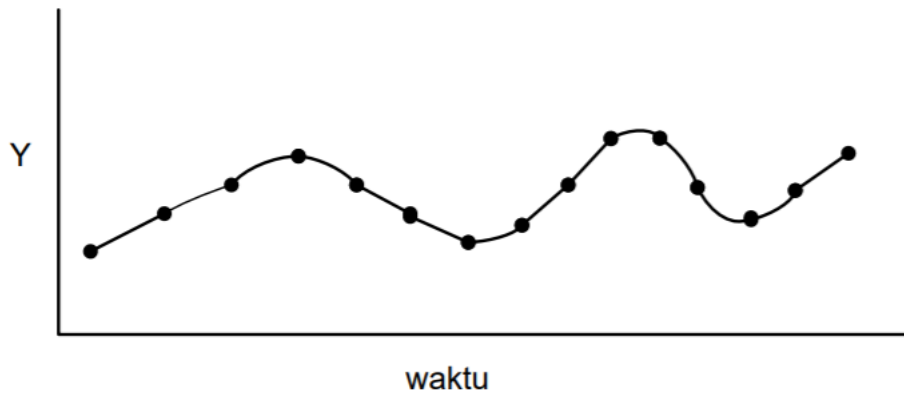
Pola data ini terjadi apabila suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman yang terjadi secara berulang-ulang, (misalnya : pada hari-hari tertentu, minggu, bulan atau kuartal tertentu). Bentuk pola musiman ditunjukkan seperti Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Pola Data Musiman

3. Pola Siklis

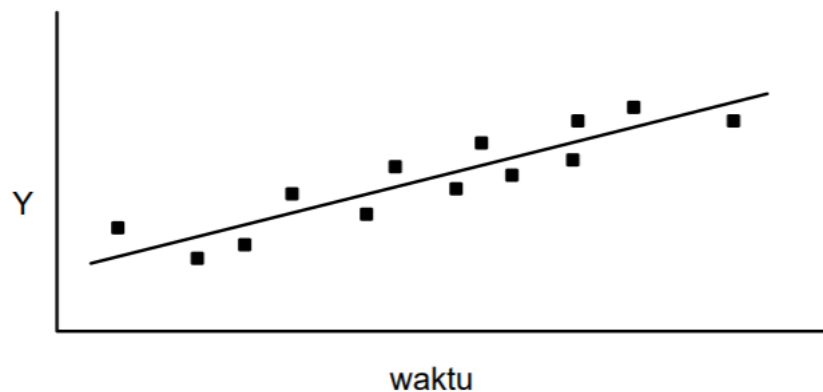
Pola data ini terjadi apabila datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis (misalnya : penjualan mobil dan penjualan baja). Bentuk pola Siklis ditunjukkan seperti Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Pola Data Siklis

4. Pola Trend

Pola ini terjadi apabila terdapat kecenderungan (menaik atau menurun) sekuler jangka panjang dalam data. Bentuk pola trend ditunjukkan seperti Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Pola Data Trend

4.5. Data Runtun Waktu (*Time Series*)

Runtun Waktu (*Time Series*) adalah jenis data yang terdiri dari variabel-variabel yang dikumpulkan menurut urutan waktu dalam suatu rentang waktu tertentu untuk suatu individu atau kategori tertentu (misalnya : harian, mingguan, bulanan, dan tahunan. Jika waktu dipandang bersifat diskrit (waktu dapat dipandang bersifat kontinu), frekuensi pengumpulan akan selalu sama. Data *time series* juga digunakan sebagai pengambil keputusan untuk memprediksi kejadian di masa yang

akan datang. Karena pola perubahan dan runtun waktu beberapa periode masa lampau di yakini akan kembali terulang pada masa kini atau sekarang. Data runtun waktu (*time series*) juga biasanya bergantung kepada lag atau selisih (Artatia, 2016)

4.6. Jenis Data Berdasarkan Waktu

Statistika adalah ilmu yang mempelajari tentang data. Beberapa jenis data menurut waktu dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu sebagai berikut (Robandi, 2006).

1. Data *cross-section*

Data *cross-section* merupakan jenis data yang dikumpulkan untuk jumlah variabel pada suatu titik waktu tertentu. Model yang digunakan untuk memodelkan tipe ini adalah model *regresi*.

2. *Panel/Pooled* data

Panel/Pooled data merupakan tipe data yang dikumpulkan menurut urutan waktu dalam suatu rentang waktu tertentu pada sejumlah individu/kategori. Model yang digunakan untuk pemodelan data tipe ini seperti model data panel, model runtun waktu *multivariat*. Secara ekuivalen, dikenal juga tipe data *Longitudinal*, dengan frekuensi data tidak harus *equidistant*, namun analisa fokusnya berbeda dengan model panel.

3. *Time Series* (Runtun waktu)

Time Series merupakan jenis data yang dikumpulkan menurut urutan waktu dalam suatu rentang waktu tertentu. Jika waktu dipandang bersifat diskrit (waktu dapat dimodelkan bersifat kontinu), frekuensi pengumpulan selalu sama (*equidistant*). Dalam kasus diskrit, frekuensi dapat berupa misalnya detik, menit, jam, hari, minggu, bulan atau tahun. Model yang digunakan adalah model-model *time series*, yang menjadi fokus dari perkuliahan ini.

4.7. Logika *Fuzzy*

Konsep tentang logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh 58 tahun yang lalu atau tepatnya pada tahun 1962. Logika *fuzzy* ialah metodologi sistem control pemecahan masalah, yang dapat digunakan atau di implementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil,

embedded sistem, jaringan PC, multi *chanel* atau *workstation* berbasis akuisisi data dan sistem control. (Sutuji, 2011).

Terdapat beberapa alasan mengapa peneliti menggunakan logika *fuzzy* (Kusumadewi S.,2003), antara lain meliputi :

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti dan konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel dan logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat
3. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi nonlinier yang sangat kompleks.

Logika *fuzzy* pertama kali dikembangkan oleh zadeh pada tahun 1965 melalui tulisannya tentang teori himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* ialah konsep yang mendasari lahirnya logika *fuzzy*. Zadeh memperluas teori tentang himpunan klasik menjadi himpunan *fuzzy*, sehingga himpunan klasik merupakan kejadian khusus dari himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* ialah himpunan yang anggotanya memiliki derajat keanggotaan tertentu yang nilainya berada pada selang tertutup $[0,1]$ Susilo (2006).

Menurut Susilo (2006) terdapat beberapa hal yang perlu untuk diketahui dalam mempelajari dan memahami himpunan *fuzzy*, antara lain yaitu :

1. Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh: permintaan, persediaan, produksi.
2. Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2013), himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut, yaitu Linguistik atau penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami. Contoh: muda, parubaya, tua. Sedangkan yang kedua adalah Numerik, yaitu suatu nilai angka yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel. Contoh: 3, 4, 17.
3. Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Contoh: semesta pembicaraan untuk variabel temperatur: $X = [0,100]$.

4. Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Contoh domain himpunan *fuzzy* untuk semesta $X = [0, 120]$.

Pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1, yang berarti himpunan *fuzzy* dapat mewakili interpretasi tiap nilai berdasarkan pendapat atau keputusan probabilitasnya. Nilai 0 menunjukkan salah dan nilai 1 menunjukkan benar dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah, dengan kata lain kebenaran suatu item tidak hanya benar atau salah (Zadeh, 1965).

4.8. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah tahap pertama dari proses inferensi *fuzzy*. Pada tahap ini data masukan diterima dan sistem menentukan nilai fungsi keanggotaannya serta mengubah variabel numerik (*variabel non fuzzy*) menjadi variabel linguistik (*variabel fuzzy*) (Jang dan Mizutani, 1997). Dengan kata lain, fuzzifikasi merupakan pemetaan *crisp points* (titik–titik numerik) ke gugus *fuzzy* dalam semesta pembicaraan. Sebuah pemagar adalah sebuah operator yang mentransformasikan sebuah kumpulan *fuzzy* ke dalam kumpulan *fuzzy* lainnya yang diintensifkan atau dijarangkan. Fungsi keanggotaan memberi arti atau mendefinisikan ekspresi linguistik menjadi bilangan yang dapat dimanipulasi. Fuzzifikasi memperoleh suatu nilai dan mengkombinasikannya dengan fungsi keanggotaan untuk menghasilkan nilai *fuzzy* (Sibigtroth 1992). Fuzzifikasi merupakan proses penentuan sebuah bilangan input masing–masing gugus *fuzzy* (Viot 1993).

4.9. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah suatu proses yang menggabungkan seluruh *fuzzy* output menjadi sebuah hasil spesifik yang dapat digunakan untuk masing–masing sistem output (Jang dan Mizutani, 1997). Penegasan atau defuzzifikasi merupakan langkah terakhir dalam sebuah sistem kendali logika *fuzzy*, dimana tujuan dari defuzzifikasi adalah untuk menkonversikan setiap hasil dari inference engine yang diekspresikan dalam bentuk *fuzzy* set ke dalam suatu bilangan real. Hasil dari konversi tersebut adalah aksi yang diambil oleh kendali logika *fuzzy*. Oleh karena itu, pemilihan

metode defuzzifikasi yang sesuai juga turut memberikan pengaruh pada sistem kendali logika *fuzzy* dalam menghasilkan respon yang optimum (Sutikno, 2012).

4.10. *Fuzzy Time Series*

Fuzzy Time Series ialah suatu metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* dasar yang dikembangkan oleh L. Zadeh yang kemudian dikembangkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993 untuk memecahkan permasalahan pada prediksi pendaftaran mahasiswa baru dengan data *time series*. Kemudian model dari Song dan Chissom dikembangkan lagi oleh Chen dengan memanfaatkan operasi aritmatika untuk memecahkan masalah dengan kasus yang sama. Peramalan dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang (Berutu, 2013). *Fuzzy Time Series* (FTS) merupakan metode peramalan data yang menggunakan konsep *fuzzy* set sebagai dasar perhitungannya. Sistem peramalan dengan metode ini bekerja dengan menangkap pola dari data historis kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Prosesnya juga tidak membutuhkan suatu sistem pembelajaran dari suatu sistem yang rumit, sebagaimana yang ada pada algoritma genetika dan neural network sehingga mudah untuk digunakan dan dikembangkan (Robandi, 2006).

4.11. *Fuzzy Time Series Menurut Cheng*

Metode *Cheng* merupakan perbaikan dari metode *chen*, dimana sebelumnya metode *chen* terdapat beberapa kekurangan algoritma yaitu tidak mempertimbangkan adanya pengulangan dan tidak adanya pembobotan (*weighted*) yang semakin kecil pada pengamatan yang semakin lama. Beberapa orang kemudian mencoba memperbaiki algoritma *Chen*. Menurut *Cheng, dkk (2008)* terdapat cara yang sedikit berbeda dalam menentukan interval, menggunakan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dengan memasukkan semua hubungan (*all relationship*) dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan *Fuzzy Logical Relationship* yang sama.

Berikut adalah tahapan-tahapan peramalan pada data *time series* dengan menggunakan FTS *Cheng*:

1. Membentuk himpunan semesta atau *universe of discourse* (U)

$$U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2] \quad (3.1)$$

Dengan

D_1 dan D_2 : Bilangan konstanta yang ditentukan oleh peneliti.

D_{min} : Data dengan nilai terkecil

D_{max} : Data dengan nilai terbesar

2. Pembentukan interval

- a. Pada langkah ini, himpunan semesta dapat dibagi menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama. Dalam penentuan jarak interval, salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan rumus *Struges*. Beberapa peneliti juga menggunakan rumus *struges* untuk menentukan jarak interval, seperti Sumartini, dkk (2017). Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menentukan jarak interval:

$$n = 1 + 3,322 \log(N) \quad (3.2)$$

Dengan N merupakan banyaknya data historis yang digunakan. Dari hasil tersebut, nantinya akan terbentuk sejumlah nilai *linguistic* untuk mempresentasikan suatu himpunan *fuzzy* pada interval-interval yang terbentuk dari himpunan semesta (U)

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} \quad (3.3)$$

Dengan ,

U : Himpunan semesta

u_i : banyaknya kelas pada U, untuk $i = 1, 2, \dots, n$.

- b. Menentukan lebar interval

$$l = \frac{[(D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)]}{n} \quad (3.4)$$

- c. Menentukan nilai tengah atau *midpoint*

$$m_i = \frac{\text{batas bawah} + \text{batas atas}}{2} \quad (3.5)$$

Dari hasil tersebut, maka didapatkan partisi dari himpunan semesta sesuai dengan panjang interval.

$$\begin{aligned}
 u_1 &= (D_{min} - D_1 ; D_{min} + D_1 + l) \\
 u_2 &= (D_{min} - D_1 + l ; D_{min} - D_1 + 2l) \\
 u_3 &= (D_{min} - D_1 + 2l ; D_{min} - D_1 + 3l) \\
 &\vdots \\
 u_n &= (D_{min} - D_1 + (k - 1)l ; D_{min} - D_1 + nl)
 \end{aligned} \tag{3.6}$$

3. Mendefinisikan fuzzifikasi

Secara kasar himpunan *fuzzy* dapat diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan samar. Jika *universe of discourse* (U) adalah himpunan semesta $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, maka suatu himpunan *fuzzy* A_1 dari U dengan derajat keanggotaan umumnya dinyatakan sebagai berikut :

$$A_1 = \frac{\mu_{A_1}(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_{A_1}(u_2)}{u_2} + \frac{\mu_{A_1}(u_3)}{u_3} + \dots + \frac{\mu_{A_1}(u_n)}{u_n} \tag{3.7}$$

Dimana, $\mu_{A_i}(u_j)$ adalah derajat keanggotaan dari u_j ke A_i dimana $\mu_{A_i}(u_j) \in [0,1]$ dan $1 \leq j \leq n$. Nilai derajat keanggotaan dari $\mu_{A_i}(u_j)$ didefinisikan sebagai berikut:

$$\mu_{A_i}(u_j) = \begin{cases} 1 & i = j \\ 0,5 & \text{jika } i = j - 1 \text{ atau } j + 1 \\ 0 & \text{yang lainnya} \end{cases} \tag{3.8}$$

Hal tersebut dapat digambarkan dengan aturan sebagai berikut :

Aturan 1 : Hal tersebut dapat digambarkan dengan aturan sebagai berikut ini.

Aturan 1: Jika data aktual X_t termasuk dalam u_j , maka derajat keanggotaan untuk u_j adalah 1, dan u_{j+1} adalah 0,5 dan jika bukan u_j dan u_{j+1} , berarti dinyatakan nol.

Aturan 2: Jika data aktual X_t termasuk dalam u_i , $1 \leq i \leq p$ maka derajat keanggotaan untuk u_j adalah 1, untuk u_{j-1} dan u_{j+1} adalah 0,5 dan jika bukan u_j , u_{i-1} dan u_{i+1} berarti dinyatakan nol.

Aturan 3 : Jika data aktual X_t termasuk dalam u_j , maka derajat keanggotaan untuk u_j adalah 1, dan untuk u_{j-1} adalah 0,5 dan jika bukan u_j dan u_{j-1} berarti dinyatakan nol (Boaisha dan Amaitik, 2010).

4. Membentuk *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG).

Hubungan diidentifikasi berdasarkan hasil dari fuzzifikasi data *time series*. Jika variabel *time series* (t-1) merupakan fuzzifikasi sebagai A_k dan (t) merupakan hasil fuzzifikasi sebagai A_m , maka A_k berhubungan dengan A_m . hubungan yang seperti ini dinotasikan sebagai $A_k \rightarrow A_m$ dimana A_k merupakan data histori saat sekarang dan A_m merupakan data historis selanjutnya dari waktu sekarang (*next state*). Misalkan jika FLR yang terbentuk adalah $A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_3$, maka FLRG yang terbentuk adalah $A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3$

5. Menentukan pembobotan

Menentukan bobot relasi FLR menjadi *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) dengan memasukkan semua hubungan dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan yang sama. FLR yang memiliki *current state* (A_i) yang sama digabungkan menjadi satu grup ke dalam bentuk matriks pembobotan. Kemudian mentransfer bobot tersebut ke dalam matriks pembobot yang persamaannya ditulis berikut:

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} \cdots & w_{1p} \\ w_{21} & w_{22} \cdots & w_{2p} \\ \vdots & \vdots \ddots & \vdots \\ w_{q1} & w_{q2} \cdots & w_{qp} \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

Dimana W merupakan matriks pembobot dan w_{ij} merupakan bobot matriks pada baris ke-i dan kolom ke-j dengan $i = 1, 2, \dots, p$; $j = 1, 2, \dots, p$. Kemudian

selanjutnya mentransfer bobot FLRG ke dalam bentuk matriks pembobot yang telah distandarisasi (W^*) yang mempunyai persamaan seperti berikut:

$$w = \begin{bmatrix} w_{11}^* & w_{12}^* \cdots & w_{1p}^* \\ w_{21}^* & w_{22}^* \cdots & w_{2p}^* \\ \vdots & \vdots & \ddots \\ w_{q1}^* & w_{q2}^* \cdots & w_{qp}^* \end{bmatrix} \quad (3.10)$$

Dimana W^* merupakan matriks pembobot terstandarisasi dengan rumus berikut:

$$w_{ij} = \frac{w_{ij}}{\sum_{j=1}^p w_j} \quad (3.11)$$

6. Defuzzifikasi data peramalan

Untuk menghasilkan nilai peramalan, matriks pembobot terstandarisasi W^* dikalikan dengan m_i (m_i merupakan nilai tengah pada himpunan *fuzzy*). Sehingga perhitungan peramalannya menjadi:

$$F_t = w_{i1}^*(m_1) + w_{i2}^*(m_2) + \cdots + w_{ip}^*(m_p) \quad (3.12)$$

Dimana F_i adalah hasil peramalan, dengan w_{ip}^* merupakan persamaan. Jika hasil dari fuzzifikasi pada periode ke- i adalah A_i , dan A_i tidak mempunyai FLR pada FLRG atau dapat dituliskan dengan kondisi $A_j \rightarrow \emptyset$, dimana nilai maksimum derajat keanggotaan berada pada u_i , maka nilai dari prediksi (F_i) adalah nilai tengah u_i , atau dapat didefinisikan dengan m_i (Fahmi dkk, 2013).

4.12. Nilai Akurasi Peramalan

Tujuan dari analisis *time series* ialah untuk meramalkan nilai masa depan (Wei, 2006).. Dalam semua situasi peramalan mengandung derajat ketidakpastian. Kita mengenali fakta ini dengan memasukkan unsur kesalahan (*error*) dalam perumusan sebuah peramalan deret waktu. Sumber penyimpangan dalam peramalan bukan hanya disebabkan oleh unsur *error*, melainkan ketidakmampuan suatu model peramalan mengenali unsur yang lain dalam deret data juga

mempengaruhi besarnya penyimpangan dalam peramalan. Jadi besarnya penyimpangan hasil peramalan bisa disebabkan oleh besarnya faktor yang tidak diduga (*outliers*) dimana tidak ada metode peramalan yang mampu menghasilkan peramalan yang akurat, atau bisa juga disebabkan metode peramalan yang digunakan tidak dapat memprediksi dengan tepat komponen trend, komponen musiman, atau komponen siklus yang mungkin terdapat dalam deret data, yang berarti metode yang digunakan tidak tepat (Bowerman dan O'Connell, 1987).

Berikut adalah metode yang digunakan yaitu *mean absolute error (MSE)* dan *mean absolute percentage error (MAPE)*:

1. *Mean Absolute Error (MSE)* atau nilai tengah galat absolut

Mean Absolute Error (MSE) atau nilai tengah galat absolut merupakan kuadrat rata-rata kesalahan meramal. Berikut adalah rumusnya :

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (D_i - F_i)^2$$

Dengan

D_i = Data actual periode ke-i

F_j = Data ramalan periode ke-i

n = Jumlah periode

2. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

Merupakan nilai tengah kesalahan persentase absolut dari suatu peramalan.

Berikut adalah rumusnya:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{D_i - F_i}{D_i} \right| \times 100\%$$

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah data harga Emas Per *troy once* atau per 31,10 gram dalam mata uang *US\$*. Sedangkan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga Emas Per *troy once* gram terhitung sejak bulan Januari 2010 sampai dengan bulan Desember 2019.

4.2. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, dimana peneliti tidak terjun langsung kelapangan untuk memperoleh data, melainkan diambil dari *website* yaitu <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=gold&months=120>.

4.3. Variabel Penelitian

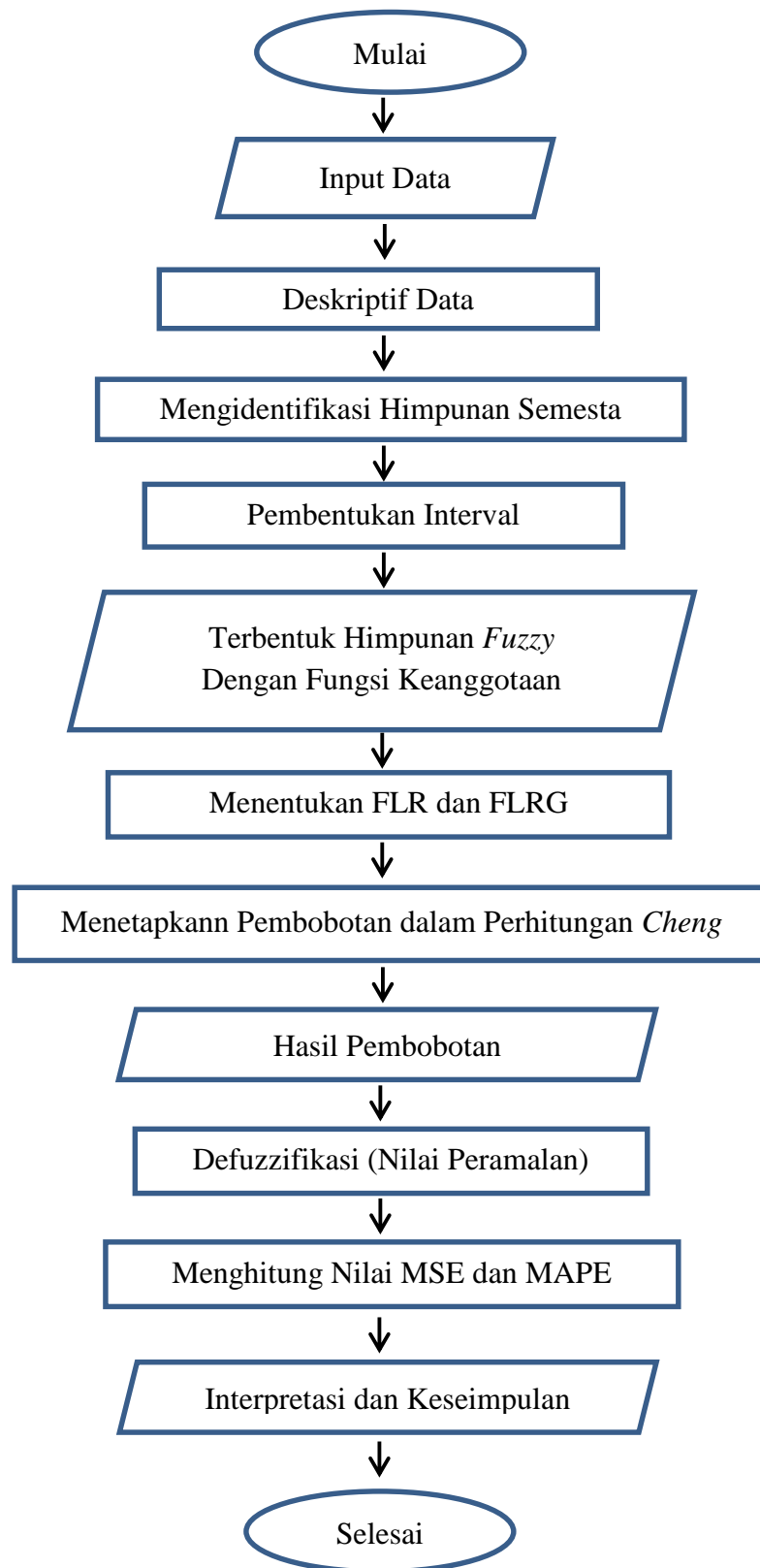
Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah harga emas kemudian objek untuk penelitian ini adalah harga emas pada bulan Januari 2010 sampai dengan Desember 2019.

4.4. Metode Analisis Data

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode dengan teknik *forecast*. Peneliti menggunakan pendekatan *Fuzzy Time Series Cheng*. Dan *Software* yang digunakan dalam penelitian ini ialah *Microsoft Excel 2010*.

4.5. Langkah Analisis

Terdapat beberapa langkah penelitian mengenai *Fuzzy Time Series Cheng*. Berikut ini ialah diagram alir tahap penelitian, dalam mendapatkan hasil prediksi peramalan harga emas menggunakan *Fuzzy Time Series Cheng*.

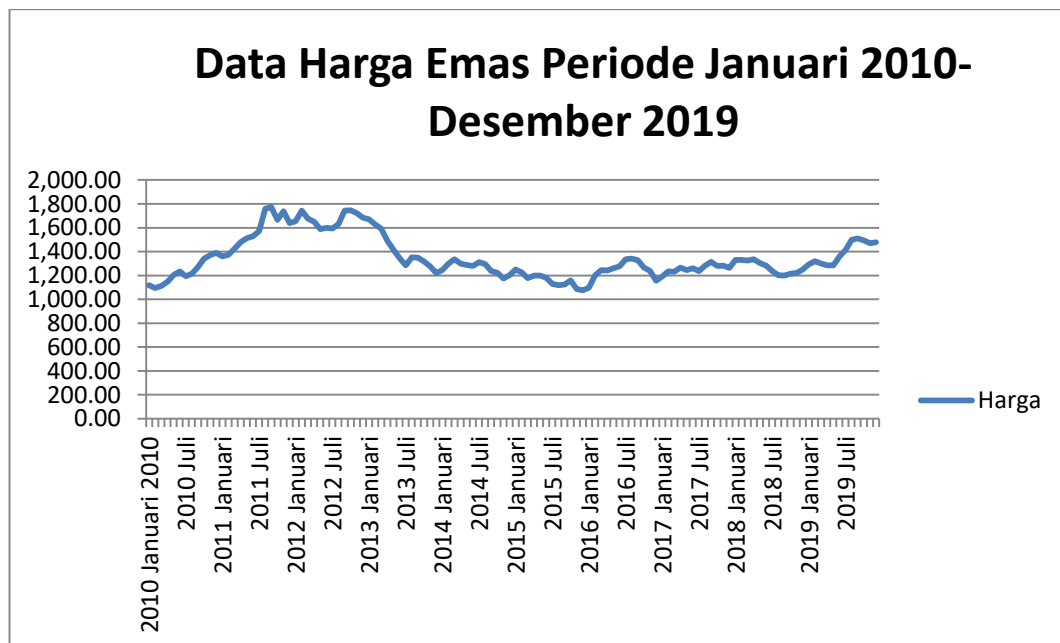
Tabel 4.1 Langkah Analisis

BAB V PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas mengenai analisis deskriptif dan hasil peramalan data harga emas per troy ons (31.10 gram) dengan menggunakan *Fuzzy Time Series (FTS) Cheng*.

5.1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dalam penelitian ini bertujuan untuk melihat gambaran secara umum informasi mengenai harga emas.



Gambar 5.1 Data Harga Emas Per Troy Ons Januari 2010-Desember 2019

Grafik pada gambar 5.1 merupakan grafik harga emas dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2019. Berdasarkan grafik harga emas tersebut, dapat diketahui bahwa dalam kurun waktu 10 tahun, harga emas paling rendah adalah pada tahun 2015 tepatnya pada bulan desember dengan harga sebesar US\$ 1.075,74 per *troy ounce*, kemudian harga emas yang paling tinggi terjadi pada tahun 2011 pada bulan September dengan harga emas mencapai US\$1.772,14 per *troy ounce*.

Berdasarkan grafik tersebut, dapat diketahui bahwa pola harga emas menunjukkan pola yang fluktuatif, dikarenakan kenaikan dan penurunan harga emas tidak menentu tiap tahunnya, dapat dilihat sebagai contoh pada tahun 2010 bulan September ke bulan Oktober harga emas mengalami kenaikan yaitu dari harga US\$ 1.270,98 naik dengan harga US\$1.342,02, dibandingkan dengan harga emas pada bulan September ke Oktober pada tahun 2011 harga emas mengalami penurunan yaitu dari harga US\$ 1.772,14 turun ke US\$1.342,02, kemudian untuk tahun 2012 bulan September ke Oktober harga emas mengalami kenaikan dan untuk tahun 2013 bulan September ke Oktober mengalami penurunan harga.

Menurut *Bisnis.tempo.co*, 2017 terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan terjadinya kenaikan harga emas pada bulan September 2011 yaitu salah satunya disebabkan oleh memburuknya ekonomi Eropa dan Amerika, sehingga para investor berlomba lomba memburu emas untuk melindungi investasinya.

5.2. Analisis Fuzzy Time Series Model Cheng

Metode *time series* yang digunakan dengan menggunakan pembobotan atau yang biasa disebut metode *Cheng*. Terdapat beberapa langkah yang digunakan untuk menyelesaikan analisis *Fuzzy Time Series cheng*, meliputi pembentukan kelas interval, sampai pada proses fuzzifikasi dan defuzzifikasi yang merupakan hasil dari prediksi. Berikut uraian prosesnya:

5.2.1. Pembentukan Himpunan Semesta

Langkah pertama yang dilakukan untuk analisis *Fuzzy Time Series* adalah dengan membentuk himpunan semesta (*Univesre of discourse*) dimana didalamnya akan terdapat beberapa partisi dengan panjang interval yang sama. Himpunan semesta dibentuk dari data historis yang tersedia, dengan mendefinisikan D_{min} (data terendah) dan D_{max} (data tertinggi), berikut adalah cara pendefinisian himpunan semesta.

$$U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2]$$

$$\begin{aligned}
 &= 1,075.74 - 3; 1,772.14 + 5 \\
 &= 1,072.74; 1,777.14
 \end{aligned}$$

Dengan D_1 dan D_2 merupakan konstanta yang ditentukan oleh peneliti. Diambil nilai $D_1 = 3$ dan $D_2 = 5$ untuk memperlebar himpunan semesta. Nilainya ditentukan oleh peneliti.

5.2.2. Pembentukan Panjang Interval

Untuk menentukan banyak jumlah kelas interval, peneliti menggunakan rumus *Struges*, berikut adalah uraian rumusnya:

$$n = 1 + 3.322 \log(N)$$

Dimana n merupakan banyaknya kelas interval yang dipakai dalam *Fuzzy Time Series cheng* dan N merupakan banyaknya data runtun waktu pada penelitian ini, maka banyaknya kelas interval yang dibentuk dari rumus *Struges* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 n &= 1 + 3.322 \log 120 \\
 &= 7.699121975
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil dengan nilai n sebesar 7.699122, maka peneliti membulatkan hasil tersebut menjadi 8. Sehingga banyaknya kelas interval yang peneliti gunakan adalah sebanyak 8 interval. Kemudian, setelah diketahui banyaknya kelas interval, maka peneliti menentukan panjang kelas interval.

Penentuan panjang kelas interval dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$l = \frac{[(D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)]}{n}$$

$$l = \frac{1,777.14 - 1,072.74}{8}$$

$$l = 88.05$$

Setelah nilai jumlah kelas dan lebar kelas, maka peneliti dapat menentukan hasil u_1 sampai u_8 dengan panjang interval sebesar 88.05. Dari hasil tersebut, maka bisa didapatkan partisi dari himpunan semesta sesuai dengan panjang dari interval, berikut adalah rumusnya:

$$u_1 = (D_{min} - D_1 ; D_{min} + D_1 + l)$$

$$\begin{aligned}
u_2 &= (D_{min} - D_1 + l; D_{min} - D_1 + 2l) \\
u_3 &= (D_{min} - D_1 + 2l; D_{min} - D_1 + 3l) \\
&\vdots \\
u_n &= (D_{min} - D_1 + (k - 1)l; D_{min} - D_1 + 8l)
\end{aligned}$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan nilai u_1 sampai u_8 dengan panjang interval 88.05.

Tabel 5.2 Kelas Interval

Interval	Mid Point
$u_1 = [1,072.74 ; 1,160.79]$	$m_1 = 1,116.77$
$u_2 = [1,160.79 ; 1,248.84]$	$m_2 = 1,204.82$
$u_3 = [1,248.84 ; 1,336.89]$	$m_3 = 1,292.87$
$u_4 = [1,336.89 ; 1,424.94]$	$m_4 = 1,380.92$
$u_5 = [1,424.94 ; 1,512.99]$	$m_5 = 1,468.97$
$u_6 = [1,512.99 ; 1,601.04]$	$m_6 = 1,557.02$
$u_7 = [1,601.04 ; 1,689.09]$	$m_7 = 1,645.07$
$u_8 = [1,689.09 ; 1,777.14]$	$m_8 = 1,733.12$

5.2.3. Fuzzifikasi Harga Emas

Proses fuzzifikasi atau mengubah data *numeric* menjadi data *linguistic*. Prosesnya fuzzifikasi dapat dilakukan dengan mengasumsikan A_1, A_2, \dots, A_n atau kumpulan fuzzy nilai-nilai *linguistic* dari variabel linguistik. Jumlah A_n sebanyak jumlah kelas interval yang telah didapatkan, yaitu sebanyak 8 kelas, Dari masing-masing interval tersebut akan didefinisikan fuzzy set , dengan $1 \leq i \leq 8$. Maka akan terbentuk variabel linguistik seperti berikut:

$$\begin{aligned}
A_1 &= \{1/u_1 + 0.5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8\} \\
A_2 &= \{0.5/u_1 + 1/u_2 + 0.5/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8\} \\
A_3 &= \{0/u_1 + 0.5/u_2 + 1/u_3 + 0.5/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8\} \\
A_4 &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0.5/u_3 + 1/u_4 + 0.5/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8\} \\
A_5 &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0.5/u_4 + 1/u_5 + 0.5/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8\}
\end{aligned}$$

$$A_6 = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0.5/u_5 + 1/u_6 + 0.5/u_7 + 0/u_8\}$$

$$A_7 = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0.5/u_6 + 1/u_7 + 0.5/u_8\}$$

$$A_8 = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0.5/u_7 + 1/u_8\}$$

Pada bagian ini akan menjelaskan pembentukan fuzzifikasi berdasarkan interval yang didapatkan, nilai *linguistic* sesuai dengan interval yang terbentuk.

Fuzzifikasi (F) data *actual* dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 5.3 Fuzzifikasi

Tahun	Bulan	Data Aktual	FZ
2010	Januari	1.117,96	A1
	Februari	1.095,41	A1
	Maret	1.113,34	A1
	April	1.148,69	A1
	Mei	1.205,43	A2
	Juni	1.232,92	A2
	Juli	1.192,97	A2
	Agustus	1.215,81	A2
	September	1.270,98	A3
	Oktober	1.342,02	A4
	November	1.369,89	A4
	Desember	1.390,55	A4
2011	Januari	1.360,46	A4
	Februari	1.374,68	A4
	Maret	1.423,26	A4
	April	1.480,89	A5
	Mei	1.512,58	A5
	Juni	1.529,36	A6
	Juli	1.572,75	A6
	Agustus	1.759,01	A8
	September	1.772,14	A8
	Oktober	1.666,43	A7
	November	1.739,00	A8
	Desember	1.639,97	A7
2012	Januari	1.654,05	A7
	Februari	1.744,82	A8
	Maret	1.675,95	A7
	April	1.649,20	A7
2013	Mei	1.589,04	A6
	Juni	1.598,76	A6
	Juli	1.594,29	A6
	Agustus	1.630,31	A7
	September	1.744,81	A8
	Oktober	1.746,58	A8
	November	1.721,64	A8
	Desember	1.684,76	A7
	Januari	1.671,85	A7
	Februari	1.627,57	A7
	Maret	1.593,09	A6
	April	1.487,86	A5
Mei	1.414,03	A4	
Juni	1.343,35	A4	
Juli	1.285,52	A3	
Agustus	1.351,74	A4	
September	1.348,60	A4	
Oktober	1.316,58	A3	
November	1.275,86	A3	
Desember	1.221,51	A2	
2014	Januari	1.244,27	A2
	Februari	1.299,58	A3
	Maret	1.336,08	A3
	April	1.298,45	A3
	Mei	1.288,74	A3
	Juni	1.279,10	A3
	Juli	1.310,59	A3
	Agustus	1.295,13	A3
	September	1.236,55	A2
	Oktober	1.222,49	A2

	November	1.175,33	A2				
	Desember	1.200,62	A2				
2015	Januari	1.250,75	A3				
	Februari	1.227,08	A2				
	Maret	1.178,63	A2				
	April	1.198,93	A2				
	Mei	1.198,63	A2				
	Juni	1.181,50	A2				
	Juli	1.128,31	A1				
	Agustus	1.117,93	A1				
	September	1.124,77	A1				
	Oktober	1.159,25	A1				
	November	1.086,44	A1				
	Desember	1.075,74	A1				
2016	Januari	1.097,91	A1				
	Februari	1.199,50	A2				
	Maret	1.245,14	A2				
	April	1.242,26	A2				
	Mei	1.260,95	A3				
	Juni	1.276,40	A3				
	Juli	1.336,66	A3				
	Agustus	1.340,17	A4				
	September	1.326,61	A3				
	Oktober	1.266,55	A3				
	November	1.238,35	A2				
	Desember	1.157,36	A1				
2017	Januari	1.192,10	A2				
	Februari	1.234,20	A2				
	Maret	1.231,42	A2				
	April	1.266,88	A3				
	Mei	1.246,04	A2				
	Juni	1.260,26	A3				
	Juli	1.236,84	A2				
	Agustus	1.283,04	A3				
	September	1.314,07	A3				
	Oktober	1.279,51	A3				
	November	1.281,90	A3				
	Desember	1.264,45	A3				
2018	Januari	1.331,30	A3				
	Februari	1.330,73	A3				
	Maret	1.324,66	A3				
	April	1.334,76	A3				
	Mei	1.303,45	A3				
	Juni	1.281,57	A3				
	Juli	1.237,71	A2				
	Agustus	1.201,71	A2				
	September	1.198,39	A2				
	Oktober	1.215,39	A2				
	November	1.220,65	A2				
	Desember	1.250,40	A3				
2019	Januari	1.291,75	A3				
	Februari	1.320,07	A3				
	Maret	1.300,90	A3				
	April	1.285,91	A3				
	Mei	1.283,70	A3				
	Juni	1.359,04	A4				
	Juli	1.412,89	A4				
	Agustus	1.500,41	A5				
	September	1.510,58	A5				
	Oktober	1.494,81	A5				
	November	1.470,79	A5				
	Desember	1.479,13	A5				

Penentuan nilai fuzzifikasi dilakukan dengan mendefinisikan data ke dalam interval yang sesuai, sebagai contoh data pertama pada penelitian ini yaitu pada bulan januari 2010 dengan nilai sebesar 1117,96, maka data tersebut masuk kedalam interval kelas u_1 [1,072.74 ; 1,160.79]. Dalam proses fuzzifikasi, data tersebut akan diubah menjadi nilai linguistik A_1 karena dalam proses fuzzifikasi

suatu data akan masuk ke dalam suatu nilai *linguistic* yang memiliki nilai derajat keanggotaan sama dengan 1 yang menunjukkan nilai benar.

Pada table 5.3 memberikan informasi bahwa data pada periode januari 2010 memiliki nilai sebesar US\$ 1.117,96 (per *troy ounce*) dapat didefinisikan ke dalam interval [1,072.74 ; 1,160.79] yang termasuk dalam range pada nilai *linguistic* A_1 . Pada periode mei 2010 memiliki nilai sebesar US\$ 1.205,43 (per *troy ounce*) dapat didefinisikan ke dalam interval [1,160.79 ; 1,248.84] yang termasuk dalam range pada nilai *linguistic* A_2 . Kemudian pada periode September 2010 memiliki nilai sebesar US\$ 1.270,98 (per *troy ounce*) dapat didefinisikan ke dalam interval [1,248.84; 1,336.89] yang termasuk dalam range pada nilai *linguistic* A_3 . Dan begitupun untuk seterusnya.

5.2.4. Fuzzy Logic Relationship dan FLR Group

Kemudian setelah menentuntukan fuzzifikasi dari data harga emas langkah selanjutnya adalah membentuk *fuzzy time logic relationship* (FLR) berdasarkan data historis yang telah didapat dari fuzzifikasi sebelumnya. Jika suatu variabel time series ($t - 1$) atau *current state* mempunyai bentuk fuzzifikasi sebagai A_k dan (t) atau *next state* sebagai A_m , maka A_k mempunyai hubungan dengan A_m atau dapat dikatakan bahwa A_k dapat meramalkan data pada A_m . Hubungan yang seperti ini dapat dituliskan dengan notasi $A_k \rightarrow A_m$, dimana A_k merupakan data harga emas pada waktu sekarang (*current state*) dan A_m merupakan data harga emas pada waktu selanjutnya dari sekarang (*next state*).

Dapat dilihat pada table 5.3 bahwa pada tahun 2010 untuk bulan januari dan februari keduanya mempunyai hasil fuzzifikasi yang sama yaitu A_2 maka keadaan tersebut dapat ditulis dengan notasi $A_1 \rightarrow A_1$, notasi tersebut dapat diartikan bahwa data pada bulan januari 2010 yang mempunyai fuzzifikasi A_1 dapat meramalkan data kedua yang memiliki fuzzifikasi A_1 yaitu bulan februari 2010. Kemudian harga emas pada bulan April dan Mei 2010 keduanya memiliki hasil fuzzifikasi A_1 dan A_2 , maka keadaan tersebut dapat dinotasikan dengan $A_1 \rightarrow A_2$, notasi tersebut dapat diartikan bahwa data pada bulan April 2010 yang mempunyai fuzzifikasi A_1 dapat

meramalkan data bulan selanjutnya yaitu bulan Mei 2010 yang memiliki fuzzifikasi A₂.

Berikut adalah tabel hasil lengkap *fuzzy logic relationship* (FLR) pada penelitian ini.

Tabel 5.4 *Fuzzy Logic Relationship*

Tahun	Bulan	FLR
2010	Januari	
	Februari	A1-A1
	Maret	A1-A1
	April	A1-A1
	Mei	A1-A2
	Juni	A2-A2
	Juli	A2-A2
	Agustus	A2-A2
	September	A2-A3
	Oktober	A3-A4
	November	A4-A4
	Desember	A4-A4
2011	Januari	A4-A4
	Februari	A4-A4
	Maret	A4-A4
	April	A4-A5
	Mei	A5-A5
	Juni	A5-A6
	Juli	A6-A6
	Agustus	A6-A8
	September	A8-A8
	Oktober	A8-A7
	November	A7-A8
	Desember	A8-A7
2012	Januari	A7-A7
	Februari	A7-A8
	Maret	A8-A7
	April	A7-A7
	Mei	A7-A6
	Juni	A6-A6
	Juli	A6-A6
	Agustus	A6-A7
	September	A7-A8
	Oktober	A8-A8
2013	November	A8-A8
	Desember	A8-A7
	Januari	A7-A7
	Februari	A7-A7
	Maret	A7-A6
	April	A6-A5
	Mei	A5-A4
	Juni	A4-A4
	Juli	A4-A3
	Agustus	A3-A4
	September	A4-A4
	Oktober	A4-A3
November	A3-A3	
Desember	A3-A2	
2014	Januari	A2-A2
	Februari	A2-A3
	Maret	A3-A3
	April	A3-A3
	Mei	A3-A3
	Juni	A3-A3
	Juli	A3-A3
	Agustus	A3-A3
	September	A3-A2
	Oktober	A2-A2
	November	A2-A2
	Desember	A2-A2
2015	Januari	A2-A3
	Februari	A3-A2
	Maret	A2-A2
	April	A2-A2
	Mei	A2-A2
	Juni	A2-A2
	Juli	A2-A1
	Agustus	A1-A1
	September	A1-A1

2016	Oktober	A1-A1	2018	Desember	A3-A3	
	November	A1-A1		Januari	A3-A3	
	Desember	A1-A1		Februari	A3-A3	
	Januari	A1-A1		Maret	A3-A3	
	Februari	A1-A2		April	A3-A3	
	Maret	A2-A2		Mei	A3-A3	
	April	A2-A2		Juni	A3-A3	
	Mei	A2-A3		Juli	A3-A2	
	Juni	A3-A3		Agustus	A2-A2	
	Juli	A3-A3		September	A2-A2	
	Agustus	A3-A4		Oktober	A2-A2	
	September	A4-A3		November	A2-A2	
	Oktober	A3-A3		Desember	A2-A3	
	November	A3-A2		2019	Januari	A3-A3
	Desember	A2-A1			Februari	A3-A3
Januari	A1-A2	Maret	A3-A3			
Februari	A2-A2	April	A3-A3			
Maret	A2-A2	Mei	A3-A3			
April	A2-A3	Juni	A3-A4			
Mei	A3-A2	Juli	A4-A4			
Juni	A2-A3	Agustus	A4-A5			
Juli	A3-A2	September	A5-A5			
Agustus	A2-A3	Oktober	A5-A5			
September	A3-A3	November	A5-A5			
Oktober	A3-A3	Desember	A5-A5			
November	A3-A3					

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, FLR terbentuk berdasarkan data historis masa sekarang $F(t - 1)$ dengan data historis setelah dari $F(t - 1)$ yaitu $F(t)$. Jadi, hasil *Fuzzy Logic Relationships* (FLR) tersebut dihasilkan berdasarkan dari hasil fuzzifikasi data sebelumnya. Pada langkah ini, peneliti menggunakan orde pertama untuk membentuk FLR. Oleh karena itu, pada data fuzzifikasi pertama bulan januari 2010 akan bernilai kosong karena digunakan sebagai data fuzzifikasi pertama untuk membentuk *Fuzzy Logic Relationships* (FLR).

Kemudian, setelah terbentuknya *Fuzzy Logic Relationships* (FLR), selanjutnya peneliti akan membentuk *Fuzzy Logic Relationships Group* (FLRG) berdasarkan dari hasil *Fuzzy Logic Relationships* (FLR) sebelumnya. Jika terdapat fuzzy set yang mempunyai hubungan atau dapat meramalkan dengan lebih dari satu

set, maka Right hand side akan digabung. Sebagai contoh pada tabel 5.4, *fuzzy* A_2 dapat meramalkan A_1 , A_2 dan A_3 . Berdasarkan hal tersebut, maka dapat dibentuk *Fuzzy Logic Relationships Group* (FLRG) $A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3$. Berikut adalah hasil lengkap dari FLRG orde satu.

Tabel 5.5 *Fuzzy Logic Relationships Group* (FLRG) orde satu

Curent State		Next State
A_1	\rightarrow	$A_1 \ A_2$
A_2	\rightarrow	$A_1 \ A_2 \ A_3$
A_3	\rightarrow	$A_2 \ A_3 \ A_4$
A_4	\rightarrow	$A_3 \ A_4 \ A_5$
A_5	\rightarrow	$A_4 \ A_5 \ A_6$
A_6	\rightarrow	$A_5 \ A_6 \ A_7 \ A_8$
A_7	\rightarrow	$A_6 \ A_7 \ A_8$
A_8	\rightarrow	$A_7 \ A_8$

5.2.5. Pembobotan

Setelah pembuatan *fuzzy logic relationship group* (FLRG) selesai, maka langkah selanjutnya yang akan dilakukan adalah memberikan pembobotan pada setiap grup dengan melihat banyak relasi yang sama pada FLRG. Dari data yang digunakan didapatkan hasil pembobotan FLRG seperti berikut:

Tabel 5.6 Pembobotan FLRG

Curent State		Next State
A_1	\rightarrow	$9(A_1) \ 3(A_2)$
A_2	\rightarrow	$2(A_1) \ 19(A_2) \ 8(A_3)$
A_3	\rightarrow	$7(A_2) \ 25(A_3) \ 4(A_4)$
A_4	\rightarrow	$3(A_3) \ 8(A_4) \ 2(A_5)$
A_5	\rightarrow	$A_4 \ 5(A_5) \ A_6$
A_6	\rightarrow	$A_5 \ 3(A_6) \ A_7 \ A_8$
A_7	\rightarrow	$2(A_6) \ 4(A_7) \ 3(A_8)$
A_8	\rightarrow	$4(A_7) \ 3(A_8)$

Pada tabel 5.6 misalkan grup 1 terdapat $A_1 \rightarrow 9(A_1), 3(A_2)$ maka dapat diketahui relasi fuzzy yaitu $A_1 \rightarrow A_1$ ada sebanyak 9 kali, sedangkan relasi fuzzy $A_1 \rightarrow A_2$ sebanyak tiga. Dari hasil tersebut didapatkan pembobotan (*weighted*) $W_1 = 9$ (dari A_1) dan $W_2 = 3$ (dari A_2), maka terbentuk matriks pembobotan $W(t) = [W_1, W_2] = [9, 3]$, begitupun untuk grup selanjutnya.

5.2.6. Menghitung Hasil Peramalan

Setelah menghitung pembobotan, maka langkah selanjutnya adalah menghitung hasil peramalan dari perolehan 8 kelompok pembentukan *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG) dari Tabel 5.6. untuk menghitung nilai peramalan masing masing kelompok menggunakan model *Cheng*, terdapat beberapa aturan dalam *defuzzifikasi* yaitu memberikan bobot berdasarkan perulangan yang terbentuk, misalkan terdapat hubungan *one to many* didalam kelompok hubungan dari A_j , contohnya adalah $A_j \rightarrow A_1, A_2, \dots, A_n$, dan tingkat kepemilikan tertinggi terjadi pada set u_1, u_2, \dots, u_n maka hasil *forecasting* dihitung berdasarkan rata-rata dari *midpoint* m_1, m_2, \dots, m_n dari u_1, u_2, \dots, u_n . Persamaan defuzzifikasi dapat dituliskan seperti berikut.

$$\hat{y}_t = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{n}$$

Dikarenakan terdapat pembobotan pada metode *Cheng*, maka perlu untuk memasukkan bobot ke dalam rumus perhitungan defuzzifikasi. Misalkan terdapat relasi $A_{i1}, \dots, A_{i2}, A_{i1} \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, A_{j3}, A_{j3}, A_{j3}$ maka akan menghasilkan defuzzifikasi sebagai berikut.

$$\hat{y}_t = \frac{m_{j1} + m_2 + 3(m_{j3})}{1 + 1 + 3}$$

Dengan m_{jk} merupakan nilai *midpoint* dari tiap interval dan pembilang adalah bobot yang ditetapkan pada FLRG sebelumnya. Berikut adalah hasil perhitungan defuzzifikasi:

Tabel 5.7 Defuzzifikasi Harga Emas

FLRG	F(t)	Peramalan
$A_1 \rightarrow 9(A_1), 3(A_2)$	$\frac{(9)m_1 + (3)m_2}{9 + 3}$	1138.78
$A_2 \rightarrow 2(A_1),$ $19(A_2), 8(A_3)$	$\frac{(2)m_1 + (19)m_2 + (8)m_3}{2 + 19 + 8}$	1223.04
$A_3 \rightarrow 7(A_2),$ $25(A_3), 4(A_4)$	$\frac{(7)m_2 + (25)m_3 + (4)m_4}{7 + 25 + 4}$	1285.53
$A_4 \rightarrow 3(A_3), (8)A_4,$ $2(A_5)$	$\frac{(3)m_3 + (8)m_4 + (2)m_5}{3 + 8 + 2}$	1374.15
$A_5 \rightarrow A_4, 4(A_5),$ A_6	$\frac{(1)m_4 + (4)m_5 + (1)m_6}{1 + 4 + 1}$	1468.97
$A_6 \rightarrow A_5, 3(A_6),$ A_7, A_8	$\frac{(1)m_5 + (3)m_6 + (1)m_7 + (1)m_8}{1 + 3 + 1 + 1}$	1586.37
$A_7 \rightarrow 2(A_6), 4(A_7),$ $3(A_8)$	$\frac{(2)m_6 + (4)m_7 + (3)m_8}{2 + 4 + 3}$	1654.85
$A_8 \rightarrow 4(A_7), 3(A_8)$	$\frac{(4)m_7 + (3)m_8}{4 + 3}$	1682.81

Dari hasil perhitungan defuzzifikasi yang di substitusikan dengan *midpoint*, maka diperoleh nilai peramalan akhir untuk data harga emas bulan Januari 2010 sampai dengan desember 2019 sebagai berikut:

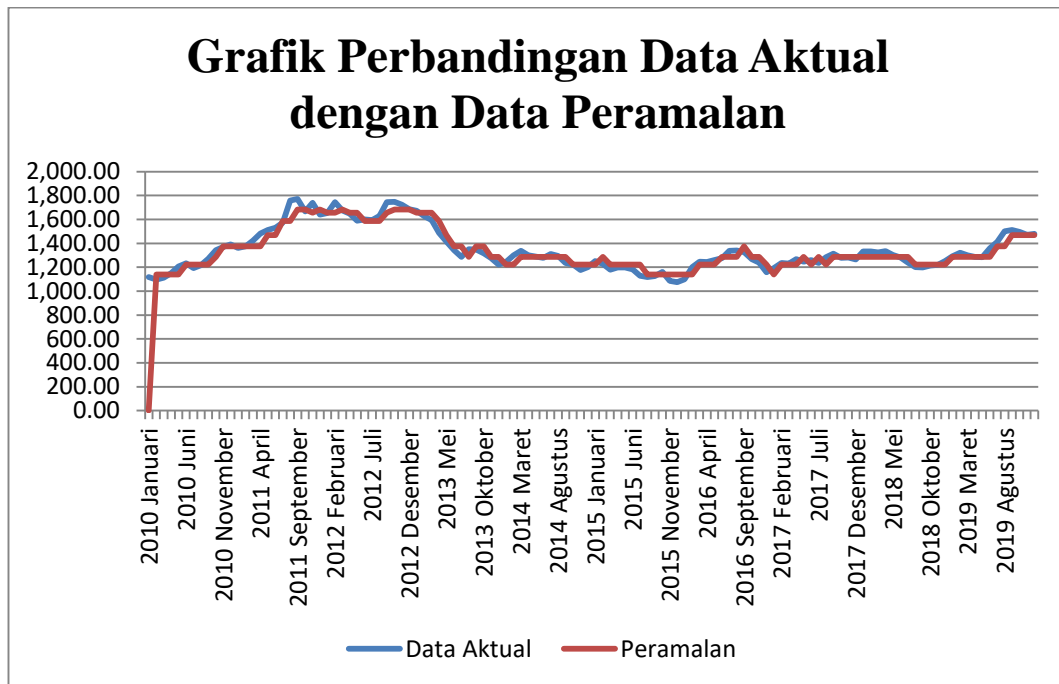
Tabel 5.8 Hasil Prediksi Harga Emas dengan Model *Cheng*

No	Periode	Data Aktual	Data Peramalan
1	2010	Januari	1,117.96
2		Februari	1,095.41
3		Maret	1,113.34
4		April	1,148.69
5		Mei	1,205.43
			1138.78
			1138.78
			1138.78

No	Periode	Data Aktual	Data Peramalan	
6	2010	Juni	1,232.92	1223.04
7		Juli	1,192.97	1223.04
8		Agustus	1,215.81	1223.04
9		September	1,270.98	1223.04
10		Oktober	1,342.02	1285.53
∴		∴	∴	∴
111	2019	Maret	1,300.90	1285.53
112		April	1,285.91	1285.53
113		Mei	1,283.70	1285.53
114		Juni	1,359.04	1285.53
115		Juli	1,412.89	1374.15
116		Agustus	1,500.41	1374.15
117		September	1,510.58	1468.97
118		Oktober	1,494.81	1468.97
119		November	1,470.79	1468.97
220		Desember	1,479.13	1468.97
221	2020	Januari	-	1468.97

Berdasarkan hasil perhitungan peramalan harga emas periode Januari 2010 sampai dengan Desember 2019 pada tabel 5.8. maka didapatkan hasil peramalan untuk periode selanjutnya pada bulan Januari 2020 yaitu sebesar US\$ 1468.97 per *troy once*.

Kemudian dari hasil peramalan menggunakan model *cheng*, maka diperoleh hasil pola perbandingan antara data aktual dan data peramalan. Berikut adalah hasil perbandingan data aktual dan peramalan.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Harga Emas (data Aktual dan Peramalan)

Dapat dilihat pada gambar 5.8, bahwa nilai peramalan dengan nilai aktual hampir sama, dalam artian data mengikuti pola fluktuatif data aktual.

5.3. Menghitung MSE dan MAPE

Selanjutnya adalah mencari tingkat kesalahan atau *error* yang bertujuan untuk melihat kelayakan suatu metode. Tingkat kesalahan atau *error* untuk setiap datanya didapatkan dari selisih data aktual dengan hasil data peramalan. Berikut adalah tingkat kesalahan peramalan harga emas.

Tabel 5.9 Tingkat Kesalahan Permalan Harga Emas

No	Periode	Data Aktual	Data Peramalan	Tingkat Kesalahan
1	Januari	1,117.96		
2	Februari	1,095.41	1138.78	39,595
3	Maret	1,113.34	1138.78	22,852
4	April	1,148.69	1138.78	0,8625
5	Mei	1,205.43	1138.78	55,289
6	Juni	1,232.92	1223.04	0,8016

No	Periode	Data Aktual	Data Peramalan	Tingkat Kesalahan	
7	2010	Juli	1,192.97	1223.04	25,204
8		Agustus	1,215.81	1223.04	0,5944
9		September	1,270.98	1223.04	37,721
10		Oktober	1,342.02	1285.53	42,091
⋮		⋮	⋮	⋮	⋮
111	2019	Maret	1,300.90	1285.53	11,813
112		April	1,285.91	1285.53	0,0294
113		Mei	1,283.70	1285.53	0,1428
114		Juni	1,359.04	1285.53	54,088
115		Juli	1,412.89	1374.15	27,421
116		Agustus	1,500.41	1374.15	84,152
117		September	1,510.58	1468.97	27,546
118		Oktober	1,494.81	1468.97	17,286
119		November	1,470.79	1468.97	0,1237
220		Desember	1,479.13	1468.97	0,6869
221		2020	Januari	-	1468.97

Berikut adalah hasil perhitungan tingkat kesalahan peramalan emas

1. *Mean Squared Error (MSE)*

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (D_i - F_i)^2$$

$$= 2232,832927$$

2. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{D_i - F_i}{D_i} \right| \times 100\%$$

$$= 2,7284\%$$

Dalam peramalan, hasil dari suatu peramalan tidak bisa dipastikan secara pasti bahwa hasil tersebut benar adanya. Akan tetapi dalam metode *forecasting* terdapat ukuran *error* yang menandakan seberapa akurat model tersebut. Salah satu

ukuran *error* yang paling sering digunakan pada penelitian adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Ukuran *Mean Absolute Percentage Error* dapat menggambarkan seberapa besar nilai rata-rata kesalahan antara data hasil prediksi dengan data aktualnya dalam bentuk persentase. Hal ini akan lebih memudahkan dalam menginterpretasikan arti dari nilai *error*nya. Pada penelitian ini didapatkan nilai *Mean Absolute Percentage Error*(MAPE) sebesar 2,7284%, suatu model dikatakan mempunyai kinerja sangat bagus apabila nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) berada di bawah 10%, dan suatu model dikatakan mempunyai kinerja bagus apabila nilai *Mean Absolute Percentage Error*(MAPE) berada diantara 10% sampai 20% (Zainun dan Majid, 2003). Maka dapat disimpulkan bahwa model *Fuzzy Time Series Cheng* memiliki kinerja yang sangat bagus karena memiliki nilai *Mean Absolute Percentage Error*(MAPE) kurang dari 10% yaitu sebesar 2,7284. Dan juga didapatkan nilai MSE sebesar 2232,832927.

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisis dan pembahasan pada penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti memperoleh beberapa kesimpulan yang dapat diambil, yaitu sebagai berikut:

1. Dalam kurun waktu 10 tahun, harga emas paling tinggi terjadi pada bulan September 2011 yaitu sebesar US\$ 1.772,14 per *troy once*, sedangkan harga emas paling rendah terjadi pada bulan Desember 2015 yaitu sebesar US\$ 1075,74 per *troy once*.
2. Berdasarkan hasil peramalan harga emas dengan menggunakan *Fuzzy Time Series* model *Cheng* pada periode Januari 2010 sampai dengan Desember 2019, maka didapatkan hasil untuk periode selanjutnya yaitu Januari 2020 sebesar US\$ 1468,97 per *troy once*
3. Berdasarkan hasil analisis didapatkan ukuran ketepatan nilai peramalan atau *Mean Absolute Percentage Error(MAPE)* sebesar 2,7284%, Maka dapat disimpulkan bawah model *Fuzzy Time Series Cheng* memiliki kinerja yang sangat bagus karena memiliki nilai *Mean Absolute Percentage Error(MAPE)* kurang dari 10% yaitu sebesar 2,7284. Dan juga didapatkan nilai MSE sebesar 2232,832927.

6.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, dapat diberikan beberapa saran, yaitu sebagai berikut:

1. Untuk peneliti selanjutnya, diharapkan agar bisa dijadikan untuk acuan penelitian selanjutnya dan disarankan agar dapat mengembangkan kembali metode FTS *Cheng* dengan menggunakan rumus lain selain dari rumus *Struges*. Harapannya dapat menghasilkan akurasi peramalan yang lebih baik

-
2. Bagi calon investor diharapkan dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan atau meramalkan harga emas untuk periode selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Halim. (2005). Analisis Investasi. Jakarta : Salemba Empat.
- Artatia. 2016. Peramalan Jumlah Kunjunga Wisatawan Menggunakan Metode *Second-Order Fuzzy Time Series*. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Bank Perkreditan Rakyat, 2018. "Pengertian Emas". Diakses dari <https://bpr-bba.com/pengertian-emas/> pada tanggal 16 Januari 2020.
- Berutu, S. S., 2013. Peramalan Penjualan Dengan Metode *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur*. Tesis, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Bisni.tempo.co. 2017. "Harga Emas Cetak Rekor Tertinggi". Diakses dari <https://bisnis.tempo.co/read/354924/harga-emas-cetak-rekor-tertinggi/full&view=ok> pada tanggal 19 Januari 2020
- Bowerman, B. L. dan O'Connell, R.T. 1987. *Time Series Forecasting*. Boston: Duxbury Press.
- Chen. (1996). Forecasting Enrollments Based on Fuzzy Time Series. *Jurnal Fuzzy Sets and System*, Vol. 81: 311-319.
- Cheng. (2008). Fuzzy Time Series Based on Adaptive Expectation Model for TAIEX Forecasting. *Journal of Expert System Application*, 34 (2): 1126-1132.
- Fahmi, T., Sudarno, dan Wulandari, Y. 2013. Perbandingan Metode Eksponensial Tunggal dan *Fuzzy Time Series* untuk Memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan. *Jurnal Gaussian*, 2, 137-146.
- Fauziah, dkk. (2016). Peramalan Menggunakan *Fuzzy Time Series Cheng* (Studi Kasus : Curah Hujan Kota Samarinda).
- Finansialku.com, 2020. "7 Alasan Anda Perlu Menabung Emas dan Berinvestasi Emas". Diakses dari <https://www.finansialku.com/7-alasan-anda-perlu-menabung-emas-dan-berinvestasi-emas/> pada tanggal 16 Januari 2020.
- Ghaisani, Salwa. 2019. Peramalan jumlah penumpang kereta api utama dengan menggunakan *fuzzy time series cheng*.

- Hansun, S. 2012. Peramalan Data IHSG Menggunakan *Fuzzy Time Series*. IJCCS, Vol.6, No.2, July2012, pp. 79~88.
- Heizer, J. dan Barry R. 2001. *Operation Management*, 6th edition. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Husnan, Suad. 2000. Manajemen Keuangan Teori dan Penerapan (Keputusan Jangka Panjang) Buku 1. Yogyakarta: BPFE.
- Jang, S. dan Mizutani. 1997. *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Kusumadewi, S. dan Purnomo H. 2013. Aplikasi Logika *Fuzzy* untuk Pendukung Keputusan Edisi 2. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Jumingan. 2009. Tudi Kelayakan Bisnis, Teori dan Proposal Kelayakan. Bumi Aksara : Jakarta.
- Lamabelawa, Marinus.2011. "METODE FUZZY TIME SERIES UNTUK PERAMALAN DATA RUNTUN WAKTU (studi kasus: Produk Domestik Bruto Indonesia)"
- Lunasbos.com, 2020. “ Emas: Pengertian dan Cara Investasi Emas Menguntungkan”. Diakses dari <https://lunasbos.com/emas-pengertian-dan-cara-investasi-emas-menguntungkan/> pada tanggal 18 Januari 2020.
- Makridakis, S. dan Wheelwright, S. C. 1999. Metode dan Aplikasi Peramalan. Jakarta: Binarupa Aksara
- Marzaen. 2019. Penerapan *Fuzzy Time Series Chen* dalam data harga penutupan saham PT bank Negara indonesia (Persero) Tbk.
- Maxmanroe.com. 2020. Pengertian Investasi: Tujuan, Manfaat, dan Jenis-Jenis Investasi Diakses dari <https://www.maxmanroe.com/vid/finansial/investasi/pengertian-investasi.html> pada tanggal 18 Januari 2020.
- Maya Apriyanti. (2012). Anti Rugi dengan Berinvestasi Emas. Yogyakarta : Pustaka Baru Press.
- Pratama, Bayu. 2018. peramalan penjualan mobil toyota di indonesia menggunakan metode *Fuzzy time series Cheng*.

- Robandi, I. 2006. *Desain Sistem Tenaga Modern Optimasi Logika Fuzzy Algoritma Genetika*. Yogyakarta: Andi.
- Sibigtroth, J.M. 1992. *Implementing Fuzzy Expert Rules in Hardware*. *The Magazine of Artificial Intelligence in Practice* Vol. 7 (4): 25-3.
- Song, Q. dan Chissom, B.S. 1993. *Forecasting enrollments with fuzzy time series - part I*, *Fuzzy Sets and Systems* 54, pp. 1-9.
- Sudjana. (1986). *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sudjana. (1996). *Metode Statistika*. Bandung : PT. Tarsito
- Sumartini, Hayati, M.N., dan Wahyuningsih, S. 2017. “Peramalan Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series Cheng*”. *Jurnal Eksponensial* Volume 8, Nomor 1.
- Sunariyah. 2003. *Pengantar Pengetahuan Pasar Modal*, edisi ketiga. UPP-AMP YKPN, Yogyakarta.
- Susilo, F. 2006. *Himpunan dan Logika Kabur serta Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Sutikno, I.P. 2012. *Perbandingan Metode Defuzzifikasi Sistem Kendali Logika Fuzzy Model Madani*. *Jurnal Masyarakat Informatika*, 2 (3):27-38.
- Viot, G. 1993. *Fuzzy Logic: Concepts to Construct*. *The Magazine of Artificial Intelligence in Practice* 8 (11): 26-33.
- Wei, W S. 2006. *Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Method Second Edition*. New York: Pearson Education.
- Zadeh, L. A. 1965. *Fuzzy Sets*. *Information and Control*, 8 : 338-353.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Harga Eemas Periode Januari 2010-Desember 2019

Tahun	Bulan	Harga			Harga		
2010	Januari	1.117,96			Mei	1.414,03	
	Februari	1.095,41			Juni	1.343,35	
	Maret	1.113,34			Juli	1.285,52	
	April	1.148,69			Agustus	1.351,74	
	Mei	1.205,43			September	1.348,60	
	Juni	1.232,92			Oktober	1.316,58	
	Juli	1.192,97			November	1.275,86	
	Agustus	1.215,81			Desember	1.221,51	
	September	1.270,98			2014	Januari	1.244,27
	Oktober	1.342,02				Februari	1.299,58
	November	1.369,89				Maret	1.336,08
	Desember	1.390,55				April	1.298,45
2011	Januari	1.360,46	Mei	1.288,74			
	Februari	1.374,68	Juni	1.279,10			
	Maret	1.423,26	Juli	1.310,59			
	April	1.480,89	Agustus	1.295,13			
	Mei	1.512,58	September	1.236,55			
	Juni	1.529,36	Oktober	1.222,49			
	Juli	1.572,75	November	1.175,33			
	Agustus	1.759,01	Desember	1.200,62			
	September	1.772,14	2015	Januari	1.250,75		
	Oktober	1.666,43		Februari	1.227,08		
	November	1.739,00		Maret	1.178,63		
	Desember	1.639,97		April	1.198,93		
2012	Januari	1.654,05		Mei	1.198,63		
	Februari	1.744,82		Juni	1.181,50		
	Maret	1.675,95		Juli	1.128,31		
	April	1.649,20		Agustus	1.117,93		
	Mei	1.589,04		September	1.124,77		
	Juni	1.598,76		Oktober	1.159,25		
	Juli	1.594,29		November	1.086,44		
	Agustus	1.630,31		Desember	1.075,74		
	September	1.744,81	2016	Januari	1.097,91		
	Oktober	1.746,58		Februari	1.199,50		
	November	1.721,64		Maret	1.245,14		
	Desember	1.684,76		April	1.242,26		
2013	Januari	1.671,85		Mei	1.260,95		
	Februari	1.627,57		Juni	1.276,40		
	Maret	1.593,09		Juli	1.336,66		
	April	1.487,86		Agustus	1.340,17		
				September	1.326,61		

2017	Oktober	1.266,55	2019	Juni	1.281,57
	November	1.238,35		Juli	1.237,71
	Desember	1.157,36		Agustus	1.201,71
	Januari	1.192,10		September	1.198,39
	Februari	1.234,20		Oktober	1.215,39
	Maret	1.231,42		November	1.220,65
	April	1.266,88		Desember	1.250,40
	Mei	1.246,04		Januari	1.291,75
	Juni	1.260,26		Februari	1.320,07
	Juli	1.236,84		Maret	1.300,90
	Agustus	1.283,04		April	1.285,91
	September	1.314,07		Mei	1.283,70
Oktober	1.279,51	Juni	1.359,04		
November	1.281,90	Juli	1.412,89		
Desember	1.264,45	Agustus	1.500,41		
2018	Januari	1.331,30	September	1.510,58	
	Februari	1.330,73	Oktober	1.494,81	
	Maret	1.324,66	November	1.470,79	
	April	1.334,76	Desember	1.479,13	
	Mei	1.303,45			

Dalam Dolar (\$)

Lampiran 2. Proses Mencari Interval

Nilai Min	1.075,74
Nilai Max	1.772,14
D1	3
D2	5
Batas Bawah (Min-D1)	1.072,74
Batas Atas (Max-D2)	1.777,14
Range (Atas-Bawah)	704,40
Interval	7,699122
Pembulana	8
Lebar Kelas	88,05

Lampiran 3. Kelas Interval

Kelas	Batas Bawah	Bats Atas	Mid Poin
U1	1.072,74	1.160,79	1.116,77
U2	1.160,79	1.248,84	1.204,82
U3	1.248,84	1.336,89	1.292,87
U4	1.336,89	1.424,94	1.380,92
U5	1.424,94	1.512,99	1.468,97

U6	1.512,99	1.601,04	1.557,02
U7	1.601,04	1.689,09	1.645,07
U8	1.689,09	1.777,14	1.733,12

Lampiran 4. Fuzzifikasi

Tahun	Bulan	Data Aktual	FZ
2010	Januari	1.117,96	A1
	Februari	1.095,41	A1
	Maret	1.113,34	A1
	April	1.148,69	A1
	Mei	1.205,43	A2
	Juni	1.232,92	A2
	Juli	1.192,97	A2
	Agustus	1.215,81	A2
	September	1.270,98	A3
	Oktober	1.342,02	A4
	November	1.369,89	A4
	Desember	1.390,55	A4
2011	Januari	1.360,46	A4
	Februari	1.374,68	A4
	Maret	1.423,26	A4
	April	1.480,89	A5
	Mei	1.512,58	A5
	Juni	1.529,36	A6
	Juli	1.572,75	A6
	Agustus	1.759,01	A8
	September	1.772,14	A8
	Oktober	1.666,43	A7
	November	1.739,00	A8
	Desember	1.639,97	A7
2012	Januari	1.654,05	A7
	Februari	1.744,82	A8
	Maret	1.675,95	A7
	April	1.649,20	A7
	Mei	1.589,04	A6
	Juni	1.598,76	A6
	Juli	1.594,29	A6
	Agustus	1.630,31	A7
	September	1.744,81	A8
	Oktober	1.746,58	A8
	November	1.721,64	A8
2013	Desember	1.684,76	A7
	Januari	1.671,85	A7
	Februari	1.627,57	A7
	Maret	1.593,09	A6
	April	1.487,86	A5
	Mei	1.414,03	A4
	Juni	1.343,35	A4
	Juli	1.285,52	A3
	Agustus	1.351,74	A4
	September	1.348,60	A4
	Oktober	1.316,58	A3
	November	1.275,86	A3
2014	Desember	1.221,51	A2
	Januari	1.244,27	A2
	Februari	1.299,58	A3
	Maret	1.336,08	A3
	April	1.298,45	A3
	Mei	1.288,74	A3
	Juni	1.279,10	A3
	Juli	1.310,59	A3
	Agustus	1.295,13	A3
	September	1.236,55	A2
	Oktober	1.222,49	A2
	November	1.175,33	A2
2015	Desember	1.200,62	A2
	Januari	1.250,75	A3
	Februari	1.227,08	A2
	Maret	1.178,63	A2
	April	1.198,93	A2
	Mei	1.198,63	A2
	Juni	1.181,50	A2
	Juli	1.128,31	A1
	Agustus	1.117,93	A1
	September	1.124,77	A1
	Oktober	1.159,25	A1
	November	1.086,44	A1
Desember	1.075,74	A1	

2016	Januari	1.097,91	A1	2018	Januari	1.331,30	A3
	Februari	1.199,50	A2		Februari	1.330,73	A3
	Maret	1.245,14	A2		Maret	1.324,66	A3
	April	1.242,26	A2		April	1.334,76	A3
	Mei	1.260,95	A3		Mei	1.303,45	A3
	Juni	1.276,40	A3		Juni	1.281,57	A3
	Juli	1.336,66	A3		Juli	1.237,71	A2
	Agustus	1.340,17	A4		Agustus	1.201,71	A2
	September	1.326,61	A3		September	1.198,39	A2
	Oktober	1.266,55	A3		Oktober	1.215,39	A2
	November	1.238,35	A2		November	1.220,65	A2
	Desember	1.157,36	A1		Desember	1.250,40	A3
2017	Januari	1.192,10	A2	2019	Januari	1.291,75	A3
	Februari	1.234,20	A2		Februari	1.320,07	A3
	Maret	1.231,42	A2		Maret	1.300,90	A3
	April	1.266,88	A3		April	1.285,91	A3
	Mei	1.246,04	A2		Mei	1.283,70	A3
	Juni	1.260,26	A3		Juni	1.359,04	A4
	Juli	1.236,84	A2		Juli	1.412,89	A4
	Agustus	1.283,04	A3		Agustus	1.500,41	A5
	September	1.314,07	A3		September	1.510,58	A5
	Oktober	1.279,51	A3		Oktober	1.494,81	A5
	November	1.281,90	A3		November	1.470,79	A5
	Desember	1.264,45	A3		Desember	1.479,13	A5

Lampiran 5. Fuzzy Logic Relationship

Tahun	Bulan	FLR
2010	Januari	
	Februari	A1-A1
	Maret	A1-A1
	April	A1-A1
	Mei	A1-A2
	Juni	A2-A2
	Juli	A2-A2
	Agustus	A2-A2
	September	A2-A3
	Oktober	A3-A4
	November	A4-A4
	Desember	A4-A4
2011	Januari	A4-A4
2012	Februari	A4-A4
	Maret	A4-A4
	April	A4-A5
	Mei	A5-A5
	Juni	A5-A6
	Juli	A6-A6
	Agustus	A6-A8
	September	A8-A8
	Oktober	A8-A7
	November	A7-A8
	Desember	A8-A7
	2012	Januari
2012	Februari	A7-A8
2012	Maret	A8-A7

	April	A7-A7		Oktober	A1-A1	
	Mei	A7-A6		November	A1-A1	
	Juni	A6-A6		Desember	A1-A1	
	Juli	A6-A6		2016	Januari	A1-A1
	Agustus	A6-A7			Februari	A1-A2
	September	A7-A8			Maret	A2-A2
	Oktober	A8-A8			April	A2-A2
	November	A8-A8			Mei	A2-A3
	Desember	A8-A7			Juni	A3-A3
	2013	Januari			A7-A7	Juli
Februari		A7-A7	Agustus		A3-A4	
Maret		A7-A6	September		A4-A3	
April		A6-A5	Oktober		A3-A3	
Mei		A5-A4	November	A3-A2		
Juni		A4-A4	Desember	A2-A1		
Juli		A4-A3	2017	Januari	A1-A2	
Agustus		A3-A4		Februari	A2-A2	
September		A4-A4		Maret	A2-A2	
Oktober		A4-A3		April	A2-A3	
November	A3-A3	Mei		A3-A2		
Desember	A3-A2	Juni		A2-A3		
2014	Januari	A2-A2		Juli	A3-A2	
	Februari	A2-A3		Agustus	A2-A3	
	Maret	A3-A3		September	A3-A3	
	April	A3-A3		Oktober	A3-A3	
	Mei	A3-A3	November	A3-A3		
	Juni	A3-A3	Desember	A3-A3		
	Juli	A3-A3	2018	Januari	A3-A3	
	Agustus	A3-A3		Februari	A3-A3	
	September	A3-A2		Maret	A3-A3	
	Oktober	A2-A2		April	A3-A3	
November	A2-A2	Mei		A3-A3		
Desember	A2-A2	Juni		A3-A3		
2015	Januari	A2-A3		Juli	A3-A2	
	Februari	A3-A2		Agustus	A2-A2	
	Maret	A2-A2		September	A2-A2	
	April	A2-A2		Oktober	A2-A2	
	Mei	A2-A2	November	A2-A2		
	Juni	A2-A2	Desember	A2-A3		
	Juli	A2-A1	2019	Januari	A3-A3	
	Agustus	A1-A1		Februari	A3-A3	
	September	A1-A1		Maret	A3-A3	

April	A3-A3	September	A5-A5
Mei	A3-A3	Oktober	A5-A5
Juni	A3-A4	November	A5-A5
Juli	A4-A4	Desember	A5-A5
Agustus	A4-A5		

Lampiran 6. Peramalan *Fuzzy Time Series Cheng*

Tahun	Bulan	Data Aktual	Fuzzifikasi	Error
2010	Januari	1.117,96		
	Februari	1.095,41	1138,78	43,3725
	Maret	1.113,34	1138,78	25,4425
	April	1.148,69	1138,78	9,9075
	Mei	1.205,43	1138,78	66,6475
	Juni	1.232,92	1223,04	9,882759
	Juli	1.192,97	1223,04	30,06724
	Agustus	1.215,81	1223,04	7,227241
	September	1.270,98	1223,04	47,94276
	Oktober	1.342,02	1285,53	56,4875
	November	1.369,89	1374,15	4,256923
	Desember	1.390,55	1374,15	16,40308
2011	Januari	1.360,46	1374,15	13,68692
	Februari	1.374,68	1374,15	0,533077
	Maret	1.423,26	1374,15	49,11308
	April	1.480,89	1374,15	106,7431
	Mei	1.512,58	1468,97	43,61
	Juni	1.529,36	1468,97	60,39
	Juli	1.572,75	1586,37	13,62
	Agustus	1.759,01	1586,37	172,64
	September	1.772,14	1682,81	89,33429
	Oktober	1.666,43	1682,81	16,37571
	November	1.739,00	1654,85	84,14667
	Desember	1.639,97	1682,81	42,83571
2012	Januari	1.654,05	1654,85	0,803333

	Februari	1.744,82	1654,85	89,96667
	Maret	1.675,95	1682,81	6,855714
	April	1.649,20	1654,85	5,653333
	Mei	1.589,04	1654,85	65,81333
	Juni	1.598,76	1586,37	12,39
	Juli	1.594,29	1586,37	7,92
	Agustus	1.630,31	1586,37	43,94
	September	1.744,81	1654,85	89,95667
	Oktober	1.746,58	1682,81	63,77429
	November	1.721,64	1682,81	38,83429
	Desember	1.684,76	1682,81	1,954286
2013	Januari	1.671,85	1654,85	16,99667
	Februari	1.627,57	1654,85	27,28333
	Maret	1.593,09	1654,85	61,76333
	April	1.487,86	1586,37	98,51
	Mei	1.414,03	1468,97	54,94
	Juni	1.343,35	1374,15	30,79692
	Juli	1.285,52	1374,15	88,62692
	Agustus	1.351,74	1285,53	66,2075
	September	1.348,60	1374,15	25,54692
	Oktober	1.316,58	1374,15	57,56692
	November	1.275,86	1285,53	9,6725
	Desember	1.221,51	1285,53	64,0225
2014	Januari	1.244,27	1223,04	21,23276
	Februari	1.299,58	1223,04	76,54276
	Maret	1.336,08	1285,53	50,5475
	April	1.298,45	1285,53	12,9175
	Mei	1.288,74	1285,53	3,2075
	Juni	1.279,10	1285,53	6,4325
	Juli	1.310,59	1285,53	25,0575
	Agustus	1.295,13	1285,53	9,5975
	September	1.236,55	1285,53	48,9825
	Oktober	1.222,49	1223,04	0,547241

	November	1.175,33	1223,04	47,70724
	Desember	1.200,62	1223,04	22,41724
2015	Januari	1.250,75	1223,04	27,71276
	Februari	1.227,08	1285,53	58,4525
	Maret	1.178,63	1223,04	44,40724
	April	1.198,93	1223,04	24,10724
	Mei	1.198,63	1223,04	24,40724
	Juni	1.181,50	1223,04	41,53724
	Juli	1.128,31	1223,04	94,72724
	Agustus	1.117,93	1138,78	20,8525
	September	1.124,77	1138,78	14,0125
	Oktober	1.159,25	1138,78	20,4675
	November	1.086,44	1138,78	52,3425
	Desember	1.075,74	1138,78	63,0425
2016	Januari	1.097,91	1138,78	40,8725
	Februari	1.199,50	1138,78	60,7175
	Maret	1.245,14	1223,04	22,10276
	April	1.242,26	1223,04	19,22276
	Mei	1.260,95	1223,04	37,91276
	Juni	1.276,40	1285,53	9,1325
	Juli	1.336,66	1285,53	51,1275
	Agustus	1.340,17	1285,53	54,6375
	September	1.326,61	1374,15	47,53692
	Oktober	1.266,55	1285,53	18,9825
	November	1.238,35	1285,53	47,1825
	Desember	1.157,36	1223,04	65,67724
2017	Januari	1.192,10	1138,78	53,3175
	Februari	1.234,20	1223,04	11,16276
	Maret	1.231,42	1223,04	8,382759
	April	1.266,88	1223,04	43,84276
	Mei	1.246,04	1285,53	39,4925
	Juni	1.260,26	1223,04	37,22276
	Juli	1.236,84	1285,53	48,6925

	Agustus	1.283,04	1223,04	60,00276
	September	1.314,07	1285,53	28,5375
	Oktober	1.279,51	1285,53	6,0225
	November	1.281,90	1285,53	3,6325
	Desember	1.264,45	1285,53	21,0825
2018	Januari	1.331,30	1285,53	45,7675
	Februari	1.330,73	1285,53	45,1975
	Maret	1.324,66	1285,53	39,1275
	April	1.334,76	1285,53	49,2275
	Mei	1.303,45	1285,53	17,9175
	Juni	1.281,57	1285,53	3,9625
	Juli	1.237,71	1285,53	47,8225
	Agustus	1.201,71	1223,04	21,32724
	September	1.198,39	1223,04	24,64724
	Oktober	1.215,39	1223,04	7,647241
	November	1.220,65	1223,04	2,387241
	Desember	1.250,40	1223,04	27,36276
2019	Januari	1.291,75	1285,53	6,2175
	Februari	1.320,07	1285,53	34,5375
	Maret	1.300,90	1285,53	15,3675
	April	1.285,91	1285,53	0,3775
	Mei	1.283,70	1285,53	1,8325
	Juni	1.359,04	1285,53	73,5075
	Juli	1.412,89	1374,15	38,74308
	Agustus	1.500,41	1374,15	126,2631
	September	1.510,58	1468,97	41,61
	Oktober	1.494,81	1468,97	25,84
	November	1.470,79	1468,97	1,82
	Desember	1.479,13	1468,97	10,16
2020	Januari		1468,97	

