

**PERAMALAN INFLASI DI INDONESIA DENGAN
METODE *FUZZY TIME SERIES* CHENG YANG
DIMODIFIKASI**

SKRIPSI



INDI RIA AL-KADRY

H011171011

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
FEBRUARI 2022**

**PERAMALAN INFLASI DI INDONESIA DENGAN
METODE *FUZZY TIME SERIES* CHENG YANG
DIMODIFIKASI**

SKRIPSI

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

INDI RIA AL-KADRY

H011171011

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

MAKASSAR

FEBRUARI 2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Indi Ria Al-Kadry
NIM : H011171011
Program Studi : Matematika
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**Peramalan Inflasi di Indonesia dengan Metode *Fuzzy Time Series* Cheng
yang Dimodifikasi**

adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 10 Februari 2022

Yang menyatakan,



Indi Ria Al-Kadry
NIM. H011171011

LEMBAR PENGESAHAN

**PERAMALAN INFLASI DI INDONESIA DENGAN METODE
FUZZY TIME SERIES YANG DIMODIFIKASI**

Disusun dan diajukan oleh

INDI RIA AL-KADRY

H011171011

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Matematika Fakultas Matematika
dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

pada tanggal, 10 Februari 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pertama,


Jusmawati Massalessa, S.Si., M.Si.
NIP. 19680601 199512 1 001


Dr. Mgh. Nur, S.Si., M.Si.
NIP. 19850529 200812 1 002

Ketua Program Studi,


Prof. Dr. Nurdin, S.Si., M.Si.
NIP. 1970088072000031002



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil'Alamin. Segala puja dan puji syukur kepada Allah SWT. yang telah memberikan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Peramalan Inflasi di Indonesia dengan Metode *Fuzzy Time Series* Cheng yang Dimodifikasi”** sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar **Sarjana Sains (S.Si)** pada Program Studi Matematika Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan, dukungan, bimbingan, motivasi serta nasihat dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini terkhusus untuk Ayahanda **Yusuf Basri** dan Ibunda **Wahidawati S.Pd.**, yang dengan sabar telah membesarkan dan mendidik penulis, serta senantiasa mendoakan dan mendukung atas setiap langkah perjalanan penulis. Terima kasih kepada adik-adik **Adhib Rezky Al-Kadry** dan **Puspa Indah Indriani** serta seluruh keluarga yang telah memberi doa dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini. Disamping itu, izinkan penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu **Prof. Dr. Dwia Aries Pulubuhu, M.A.** selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya, serta Bapak **Dr. Eng. Amiruddin** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam beserta seluruh jajarannya.
2. Bapak **Prof. Dr. Nurdin, S.Si., M.Si.** selaku Ketua Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin beserta Bapak dan Ibu **Dosen Departemen Matematika** yang telah memberikan begitu banyak ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Program Studi Matematika, serta para **Staf Departemen Matematika** yang telah membantu dan memudahkan penulis dalam berbagai hal mengenai persuratan.

3. Ibu **Jusmawati Massalesse, S.Si., M.Si.** selaku Pembimbing Utama dan Bapak **Dr. Muh. Nur, S.Si., M.Si.** selaku Pembimbing Pertama yang dengan sabar, tulus dan ikhlas meluangkan banyak waktu ditengah berbagai kesibukan dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak **Prof. Dr. Budi Nurwahyu, MS.** selaku Pembimbing Akademik sekaligus Penguji yang telah banyak memberi nasihat, saran dan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak **Prof. Dr. Syamsuddin Toaha, M.Si.** selaku Penguji yang telah banyak memberikan saran dan masukan yang membangun dalam penyempurnaan penulisan skripsi ini.
6. Teman-teman **Matematika 2017** terkhusus kepada **Alfian, Wulan, Mamat, Nisa, Kayis, Farah, Rista** dan **Ifah** yang telah memberi warna-warni masa perkuliahan serta senantiasa membantu dan memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Terima kasih kepada **Himatika FMIPA Unhas**, terkhusus untuk **17ISKRIT** yang telah memberi warna-warni dalam menjalankan roda organisasi pada masa perkuliahan dan juga atas kebersamaannya selama ini. **Salam Satukan, Eratkan, Kuatkan.**
8. Saudara-saudari penulis **“24/7 Lucknut”**, **Teka, Dilla, Upi, Esty, Akin, Leci, Sela, Faathir, Kaye, Cahyu, Riswan, Heru, Denis, Enal** dan **Syawal** yang senantiasa menemani, membantu, menghibur, memberi semangat, membagi ilmu serta cerita selama masa perkuliahan. Semoga kita semua senantiasa dimudahkan dan dilancarkan dalam menyelesaikan segala urusan terkait dengan tugas akhir, Aamiin.
9. Saudari-saudari penulis **“Geng-bel”**, **Itha, Acca, Kade, Khandy, Cici, Firda, Eka** dan **Dhila** yang senantiasa menemani, membantu, menyemangati penulis baik dalam perkuliahan maupun organisasi.
10. Sahabat-sahabat penulis **Innu, Saras, Eca, Yani, Rio, Kiki** dan **Riyadi** yang senantiasa memberikan dukungan, serta menjadi teman-teman terbaik yang penulis punya.

11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang juga telah memberikan doa, dukungan dan motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
12. *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all these hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for always being a giver and try to give more than I receive, I wanna thank me for trying to do more right than wrong and I wanna thank me for just being me all the time.*

Akhir kata, semoga segala bentuk kebaikan yang telah diberikan bernilai ibadah dan mendapat balasan dari Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Makassar, 10 Februari 2022

Indi Ria Al-Kadry

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

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

Nama : Indi Ria Al-Kadry

NIM : H011171011

Program Studi : Matematika

Departemen : Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Jenis Karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Hasanuddin **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Peramalan Inflasi di Indonesia dengan Metode *Fuzzy Time Series* Cheng
yang Dimodifikasi**

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya,

Dibuat di Makassar pada tanggal 10 Februari 2022

Yang menyatakan,



1000
SERBUH LEBIH RUPIAH
TEL. 20
METERAI
TEMPEL
B71C7AJX695730458

Indi Ria Al-Kadry

ABSTRAK

Inflasi merupakan salah satu indikator penting yang digunakan dalam menganalisa perekonomian di suatu negara. Oleh karena itu, perlu dilakukan peramalan terhadap tingkat inflasi. Peramalan dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya *Fuzzy Time Series* Cheng. Pada penelitian ini dilakukan beberapa modifikasi pada metode yang digunakan. Tujuan penelitian ini adalah melakukan peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Cheng yang Dimodifikasi dan menentukan akurasi dari hasil peramalan yang diperoleh. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Time Series* Cheng Dimodifikasi dapat digunakan dalam melakukan peramalan, baik dengan penentuan interval berbasis rata-rata maupun menggunakan persamaan Sturges. Berdasarkan hasil perhitungan keakuratan peramalan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) diperoleh akurasi untuk *Fuzzy Time Series* Cheng Dimodifikasi dengan penentuan interval berbasis rata-rata untuk peramalan berdasarkan *current state* dan *next state* masing-masing sebesar 11,58% dan 5,78%. Selanjutnya, *Fuzzy Time Series* Cheng Dimodifikasi dengan penentuan interval menggunakan persamaan Sturges menghasilkan nilai MAPE sebesar 9,61% dan *Fuzzy Time Series* Cheng sebesar 7,54%. Nilai MAPE dari masing-masing metode kurang dari 10% yang berarti bahwa metode tersebut mempunyai kinerja yang sangat baik, kecuali *Fuzzy Time Series* Cheng Dimodifikasi dengan penentuan interval berbasis rata-rata untuk peramalan berdasarkan *current state* mempunyai kinerja yang baik dengan nilai MAPE berada antara 10% dan 20%.

Kata Kunci: *Inflasi, Peramalan, Fuzzy Time Series Cheng, Fuzzy Time Series Cheng Dimodifikasi dan MAPE.*

ABSTRACT

Inflation is one of the important indicators used in analyzing the economy of a country. Therefore, it is necessary to forecast the inflation rate. Forecasting can be done by various methods, one of which is Fuzzy Time Series Cheng. In this study, several modifications were made to the method used. The purpose of this study is to forecast using the Modified Fuzzy Time Series Cheng method and determine the accuracy of the forecasting results obtained. The results of this study indicate that the Modified Fuzzy Time Series Cheng method can be used in forecasting, either by determining the interval average-based or using the Sturges equation. Based on the results of the calculation of forecasting accuracy using Mean Absolute Percentage Error (MAPE), the accuracy for Modified Fuzzy Time Series Cheng by determining the average-based interval for forecasting based on the current state and next state is 11.58% and 5.78%, respectively. Furthermore, the Modified Fuzzy Time Series Cheng by determining the interval using the Sturges equation resulted in a MAPE value of 9.61% and a Fuzzy Time Series Cheng of 7.54%. The MAPE value of each method is less than 10%, which means that the method has a very good performance, except for Modified Fuzzy Time Series Cheng by determining the average-based interval for forecasting based on current state has good performance with MAPE values between 10 % and 20%.

Keywords: *Inflation, Forecasting, Fuzzy Time Series Cheng, Modified Fuzzy Time Series Cheng dan MAPE.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMBANG	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>State Of the Art</i>	4
2.2 Peramalan	5
2.3 Inflasi.....	5
2.4 <i>Time Series</i>	5
2.5 Himpunan <i>Fuzzy</i> dan Logika <i>Fuzzy</i>	6
2.5.1 Himpunan <i>Fuzzy</i>	6
2.5.2 Logika <i>Fuzzy</i>	7
2.6 <i>Fuzzy Time Series</i>	8
2.7 <i>Fuzzy Time Series</i> Cheng.....	12
2.8 Pengukuran Keakuratan Hasil Peramalan	15

BAB 3.....	17
METODE PENELITIAN	17
3.1 Jenis Penelitian	17
3.2 Jenis dan Sumber Data	17
3.2.1 Jenis Data	17
3.2.2 Sumber Data.....	17
3.3 Metode Pengumpulan Data	17
3.4 Teknik Analisis Data	18
3.5 Alur Kerja.....	19
BAB 4.....	20
HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 <i>Fuzzy Time Series</i> Cheng Dimodifikasi	20
4.2 Implementasi Metode	24
4.2.1 Analisis Deskriptif	24
4.2.2 <i>Fuzzy Time Series</i> Cheng	25
4.2.3 <i>Fuzzy Time Series</i> Cheng Dimodifikasi	35
4.2.4 Perhitungan Keakuratan Peramalan	55
4.2.5 Peramalan Inflasi Periode Selanjutnya.....	58
BAB 5.....	60
KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Peramalan Berdasarkan Nilai MAPE	16
Tabel 4.1 Tabel Pemetaan Dasar.....	21
Tabel 4.2 Data Inflasi di Indonesia Bulan Januari 2011 - Mei 2021	24
Tabel 4.3 Frekuensi Kepadatan Data	26
Tabel 4.4 Interval <i>Fuzzy</i> dengan Kepadatan Frekuensi	28
Tabel 4.5 Fuzzifikasi Data Aktual	29
Tabel 4.6 Hasil <i>Fuzzy Logical Relationship</i> (FLR)	30
Tabel 4.7 Hasil <i>Fuzzy Logical Relationship Group</i> (FLRG).....	31
Tabel 4.8 Matriks Pembobotan	32
Tabel 4.9 Matriks Pembobotan Terstandarisasi	33
Tabel 4.10 Defuzzifikasi Nilai Peramalan	34
Tabel 4.11 Hasil Peramalan Inflasi di Indonesia	35
Tabel 4.12 Urutan Data Terkecil Hingga Terbesar.....	35
Tabel 4.13 Selisih Absolut Setiap Dua Data Berurutan.....	36
Tabel 4.14 Kuadrat dari Selisih Setiap Selisih Dua Data Berurutan dan Jarak Rata-rata.....	37
Tabel 4.15 Selisih Absolut Data Aktual.....	38
Tabel 4.16 Interval <i>Fuzzy</i> Berdasarkan Basis Rata-rata.....	40
Tabel 4.17 Fuzzifikasi Data Aktual	40
Tabel 4.18 Hasil <i>Fuzzy Logical Relationship</i> (FLR)	41
Tabel 4.19 Pembobotan <i>Fuzzy Logical Relationship Group</i> (FLRG).....	42
Tabel 4.20 Matriks Pembobotan	42
Tabel 4.21 Matriks Pembobotan Terstandarisasi	44
Tabel 4.22 Defuzzifikasi Nilai Hasil Peramalan.....	45
Tabel 4.23 Hasil Peramalan Inflasi di Indonesia Berdasarkan <i>Current State</i>	46
Tabel 4.24 Hasil Peramalan Inflasi di Indonesia Berdasarkan <i>Next State</i>	46
Tabel 4.25 Frekuensi Kepadatan dengan Persamaan Sturges	48
Tabel 4.26 Interval <i>Fuzzy</i> dengan Persamaan Sturges	49
Tabel 4.27 Fuzzifikasi Data Aktual	50
Tabel 4.28 Hasil <i>Fuzzy Logical Relationship</i> (FLR)	51
Tabel 4.29 Hasil <i>Fuzzy Logical Relationship Group</i> (FLRG).....	51

Tabel 4.30 Matriks Pembobotan	52
Tabel 4.31 Matriks Pembobotan Terstandarisasi	53
Tabel 4.32 Defuzzifikasi Nilai Peramalan	54
Tabel 4.33 Hasil Peramalan Inflasi di Indonesia	55
Tabel 4.34 Akurasi Hasil Peramalan Inflasi	55
Tabel 4.35 Akurasi Hasil Peramalan Inflasi	56
Tabel 4.36 Akurasi Hasil Peramalan Inflasi	57
Tabel 4.37 Akurasi Hasil Peramalan Inflasi	58
Tabel 4.38 Hasil Peramalan Periode Selanjutnya	59

DAFTAR LAMBANG

$\mu_A(x)$: Fungsi keanggotaan dari x dalam A
U	: Himpunan semesta
A	: Himpunan <i>fuzzy</i>
A_i	: <i>Current state</i>
A_j	: <i>Next state</i>
i, j	: Kejadian
u_i	: Elemen dari himpunan <i>fuzzy</i> dari A_i
$f_{A_i}(u_n)$: Derajat keanggotaan dari u_n ke A_i
$X(t)$: Data aktual pada saat t
$F(t)$: <i>Fuzzy time series</i> pada $X(t)$
$F(t - 1)$: <i>Fuzzy time series</i> pada $X(t - 1)$
$R(t, t - 1)$: Relasi <i>fuzzy</i> $F(t)$ dan $F(t - 1)$
t	: Waktu dalam periode bulanan
D_{min}	: Data aktual minimum
D_{max}	: Data aktual maksimum
D_1	: Konstanta
D_2	: Konstanta
R	: <i>Range</i> data
K	: Banyaknya interval kelas
I	: Lebar interval kelas
m_i	: Nilai tengah tiap interval
h	: Banyaknya frekuensi yang berbeda
a_{ij}	: Derajat keanggotaan dari u_j
W	: Matriks pemobobot
w_{ij}	: Bobot matriks pada baris ke- i dan kolom ke- j
W^*	: Matriks pembobot terstandarisasi

w_{ij}^*	: Bobot matriks dinormalisasi pada baris ke- i dan kolom ke- j
n	: Banyaknya data aktual
AD	: Jarak rata-rata
σ	: Standar deviasi
S_i	: Selisih absolut ke- i

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Inflasi di Indonesia Bulan Januari 2011 Hingga Juli 2021	64
Lampiran 2. Himpunan <i>Fuzzy</i> FTS-Cheng	65
Lampiran 3. Fuzzifikasi Data Aktual FTS-Cheng	67
Lampiran 4. <i>Fuzzy Logical Relationship</i> (FLR) FTS-Cheng.....	68
Lampiran 5. Matriks Pembobotan FTS-Cheng	69
Lampiran 6. Matriks Pembobotan Terstandarisasi FTS-Cheng.....	70
Lampiran 7. Defuzzifikasi Peramalan FTS-Cheng	71
Lampiran 8. Hasil Peramalan Inflasi dengan FTS-Cheng	72
Lampiran 9. Urutan Data Inflasi Terkecil Hingga Terbesar	73
Lampiran 10. Selisih Absolut Setiap Dua Data Berurutan	74
Lampiran 11. Kuadrat dari Selisih Setiap Selisih Dua Data Berurutan dan Jarak Rata-Rata.....	75
Lampiran 12. Selisih Absolut Data Aktual	76
Lampiran 13. Interval <i>Fuzzy</i> Berdasarkan Basis Rata-Rata.....	77
Lampiran 14. Fuzzifikasi Data Aktual FTS-Cheng Dimodifikasi	78
Lampiran 15. Hasil FLR FTS-Cheng Dimodifikasi.....	79
Lampiran 16. Pembobotan FLRG FTS-Cheng Dimodifikasi	80
Lampiran 17. Matriks Pembobotan FTS-Cheng Dimodifikasi	81
Lampiran 18. Matriks Pembobotan Terstandarisasi FTS-Cheng Dimodifikasi....	82
Lampiran 19. Defuzzifikasi Nilai Peramalan FTS-Cheng Dimodifikasi	83
Lampiran 20. Hasil Peramalan FTS-Cheng Dimodifikasi dengan <i>Current State</i> .	84
Lampiran 21. Hasil Peramalan FTS-Cheng Dimodifikasi dengan <i>Next State</i>	85
Lampiran 22. Fuzzifikasi Data Aktual FTS-Cheng Dimodifikasi	86
Lampiran 23. Hasil FLR FTS-Cheng Dimodifikasi.....	87
Lampiran 24. Pembobotan FLRG FTS-Cheng Dimodifikasi	88
Lampiran 25. Matriks Pembobotan FTS-Cheng Dimodifikasi	89
Lampiran 26. Matriks Pembobotan Terstandarisasi FTS-Cheng Dimodifikasi....	90
Lampiran 27. Defuzzifikasi Nilai Peramalan FTS-Cheng Dimodifikasi	91
Lampiran 28. Hasil Peramalan Inflasi dengan FTS-Cheng Dimodifikasi	92
Lampiran 29. Nilai MAPE FTS-Cheng	93
Lampiran 30. Nilai MAPE FTS-Cheng Dimodifikasi dengan <i>Current State</i>	95

Lampiran 31. Nilai MAPE FTS-Cheng Dimodifikasi dengan <i>Next State</i>	97
Lampiran 32. Nilai MAPE FTS-Cheng Dimodifikasi	99
Lampiran 33. <i>Script</i> Matlab <i>Fuzzy Time Series</i> Cheng.....	101

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Inflasi adalah kecenderungan naiknya harga barang dan jasa yang pada umumnya berlangsung secara terus menerus. Jika harga barang di dalam negeri meningkat, maka terjadi kenaikan inflasi. Harga barang dan jasa yang meningkat menyebabkan nilai uang menurun. Oleh karena itu, inflasi dapat diartikan sebagai penurunan nilai uang terhadap nilai barang dan jasa (Badan Pusat Statistik, 2021).

Inflasi juga dapat diartikan sebagai kenaikan tingkat harga konsumen dan atau penurunan nilai uang karena jumlah uang yang beredar di masyarakat sangat banyak. Inflasi yang tinggi dapat membahayakan perekonomian, kehidupan dan stabilitas ekonomi suatu Negara, termasuk Indonesia (Wismarini & Untung, 2020).

Inflasi merupakan salah satu indikator yang dapat menunjukkan gejala perubahan ekonomi mengenai harga di suatu wilayah. Tersedianya data inflasi akan menguntungkan banyak pihak, tidak hanya dari sisi pengendalian ekonomi makro namun secara mikro pun dapat dipergunakan. Mengingat bahwa besarnya pengaruh yang ditimbulkan inflasi terhadap perekonomian negara, maka perlu dilakukan peramalan terhadap tingkat inflasi pada masa yang akan datang guna menetapkan langkah-langkah yang harus disiapkan dalam menghadapi tantangan yang lebih berat di masa depan. Peramalan terhadap tingkat inflasi juga dapat dimanfaatkan dalam merancang susunan anggaran pemerintah, dijadikan acuan dalam rencana investasi dan juga dapat digunakan dalam mempersiapkan barang substitusi ketika terjadi kenaikan harga akibat inflasi.

Peramalan dapat dilakukan dengan berbagai macam metode, salah satunya *Fuzzy Time Series* (FTS). FTS merupakan suatu konsep yang dapat digunakan untuk meramalkan masalah dengan data historis dibentuk dalam nilai-nilai linguistik. Dengan kata lain data-data terdahulu dalam FTS berupa data linguistik, sedangkan data terkini sebagai hasilnya berupa angka-angka atau numeris (Fauziah dkk, 2016).

Penelitian mengenai metode FTS dan pengembangannya dalam meramalkan suatu masalah telah dilakukan sebelumnya oleh beberapa peneliti, seperti Ariyanto, dkk. (2017) dan Arnita, dkk. (2020). Ariyanto, dkk. (2020) melakukan peramalan terhadap penjualan eceran dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Cheng, dengan panjang interval 7, 50 dan 125. Pada penelitian tersebut diperoleh bahwa 50 interval yang paling mendekati nilai aktual. Selanjutnya, penelitian Arnita, dkk. (2020) menggunakan *Fuzzy Time Series* Cheng dan dua metode FTS lainnya untuk peramalan terhadap curah hujan. Dalam penelitian tersebut diperoleh bahwa nilai MAPE untuk FTS-Cheng yaitu sebesar 34,5%. Hal ini menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Time Series* Cheng dapat digunakan dalam peramalan.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan melakukan modifikasi terhadap metode FTS-Cheng dan menuangkannya dalam tulisan skripsi dengan judul **“Peramalan Inflasi di Indonesia dengan Metode *Fuzzy Time Series* Cheng yang Dimodifikasi”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Cheng yang dimodifikasi dalam melakukan peramalan.
2. Bagaimana menentukan tingkat akurasi dari hasil peramalan *Fuzzy Time Series* Cheng yang dimodifikasi.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan adalah data inflasi (bulanan) di Indonesia pada Januari 2011 sampai dengan Juli 2021 yang diperoleh dari situs **<https://www.bps.go.id>**.
2. Akurasi hasil peramalan dihitung menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mendapatkan peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Cheng yang dimodifikasi.
2. Menentukan akurasi dari hasil peramalan *Fuzzy Time Series* Cheng yang dimodifikasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut:

1. Bagi penulis, yaitu untuk menambah pengetahuan dan wawasan dalam penyelesaian masalah menggunakan metode stokastik khususnya metode *Fuzzy Time Series* Cheng.
2. Bagi pembaca, yaitu sebagai salah satu referensi untuk penelitian selanjutnya dengan topik yang berkenaan dengan penelitian ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State Of the Art*

Penelitian terkait metode yang digunakan pada penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

Cheng, dkk. (2008) dengan judul penelitian “*Fuzzy Time Series Based on Adaptive Expectation Model for TAIEX Forecasting*”. Pada penelitian ini, Cheng, dkk. melakukan modifikasi pada metode FTS-Chen dengan menambahkan beberapa parameter dalam penentuan interval pada data observasi. Hasil modifikasi tersebut merupakan FTS-Cheng. Selanjutnya Cheng, dkk. melakukan peramalan terhadap TAIEX menggunakan metode FTS-Chen dan FTS-Cheng. Dari peramalan yang dilakukan diperoleh hasil bahwa rata-rata kesalahan peramalan metode FTS-Cheng lebih kecil dari FTS-Chen.

Ariyanto, dkk. (2020) dengan judul penelitian “*Forecasting Retail Sales Based on Cheng Fuzzy Time Series and Particle Swarm Optimization Clustering Algorithm*”. Pada penelitian ini, Ariyanto, dkk. menggunakan metode FTS-Cheng dalam meramalkan penjualan eceran dengan panjang interval yang digunakan untuk menentukan himpunan *fuzzy* ada tiga yaitu 7, 50 dan 125. Adapun hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa himpunan *fuzzy* dengan 50 interval lebih mendekati nilai aktual dibandingkan dengan yang lainnya.

Arnita, dkk. (2020) dengan judul penelitian “*A Comparison of The Fuzzy Time Series Methods of Chen, Cheng and Markov Chain in Predicting Rainfall in Medan*”. Pada penelitian ini, Arnita, dkk. menggunakan metode FTS-Cheng dan dua FTS lainnya dalam meramalkan curah hujan di Medan. Adapun hasil peramalan dari metode Cheng pada penelitian ini mempunyai tingkat akurasi dengan nilai MAPE sebesar 34,5% yang berarti bahwa peramalan mempunyai kinerja yang cukup.

Sumartini, dkk. (2017) telah melakukan penelitian menggunakan metode FTS-Cheng dengan judul “*Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Cheng (Studi Kasus: Indeks Harga Saham Gabungan)*”. Pada penelitian ini diperoleh akurasi hasil peramalan dengan menggunakan nilai MAPE sebesar 2,56%. Hal ini

menyatakan bahwa metode FTS-Cheng mempunyai kinerja yang sangat baik karena nilai MAPE dibawah 10%.

Selanjutnya Rahmawati, dkk. (2019) yang melakukan penelitian dengan judul “Metode *Fuzzy Time Series* Cheng dalam Memprediksi Jumlah Wisatawan di Provinsi Sumatera Barat”. Pada penelitian ini digunakan data jumlah wisatawan pada tahun-tahun sebelumnya untuk meramalkan jumlah wisatawan pada tahun berikutnya. Hasil peramalan yang dilakukan memperoleh tingkat akurasi dengan nilai MAPE berada antara 10% sampai 20% yang berarti bahwa metode FTS-Cheng mempunyai kinerja yang baik.

2.2 Peramalan

Peramalan (*forecasting*) merupakan proses untuk memperkirakan beberapa kebutuhan dimasa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang dan jasa (Marlina dkk, 2018).

2.3 Inflasi

Inflasi menurut Murni (2006) dalam (Ardiansyah, 2017) adalah suatu kejadian yang menunjukkan kenaikan tingkat harga secara umum dan terjadi terus menerus. Berdasarkan definisi tersebut terdapat tiga kriteria yang perlu diamati untuk melihat telah terjadinya inflasi yaitu kenaikan harga, bersifat umum dan berlangsung secara terus menerus dalam rentang waktu tertentu. Apabila terjadi kenaikan harga satu barang yang tidak mempengaruhi harga barang lain, sehingga tidak naik secara umum, maka kejadian tersebut bukanlah inflasi. Kecuali bila yang mengalami kenaikan harga seperti BBM, maka berpengaruh terhadap harga-harga lain sehingga secara umum hampir semua produk mengalami kenaikan harga. Jika kenaikan harga tersebut hanya terjadi sesaat kemudian turun lagi, maka belum bisa dikatakan inflasi, karena dalam konteks inflasi kenaikan harga yang diperhitungkan mempunyai rentang waktu minimal sebulan.

2.4 Time Series

Time series merupakan kumpulan data yang disusun berdasarkan periode waktu tertentu atau data yang disusun secara kronologis. Urutan kronologis dapat disusun berdasarkan hari, minggu, bulan, tahun dan seterusnya. Data *time series*

dapat dilihat dari contoh data harga saham, data ekspor, data nilai tukar rupiah (kurs), data produksi dan lain sebagainya.

2.5 Himpunan *Fuzzy* dan Logika *Fuzzy*

2.5.1 Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* pada dasarnya merupakan perluasan dari himpunan klasik (*crisp*). Pada himpunan *crisp* A suatu elemen akan memiliki dua kemungkinan yaitu anggota A dinotasikan dengan $\mu_A(x)$. Terdapat dua nilai keanggotaan pada himpunan *crisp* yaitu $\mu_A(x) = 1$ apabila x merupakan anggota A dan $\mu_A(x) = 0$ apabila x bukan anggota A (Kusumadewi & Hari, 2004).

Himpunan *fuzzy* dapat diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan yang samar. Jika X adalah himpunan semesta dan elemen-elemennya dinotasikan dengan x , maka sebuah himpunan *fuzzy* A dalam X didefinisikan dengan:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\} \quad (2.1)$$

dengan $\mu_A(x)$ adalah fungsi keanggotaan dari x dalam A , dimana fungsi keanggotaan memetakan tiap elemen dari x menjadi derajat keanggotaan antara 0 dan 1 (Naba, 2009). Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut penting yaitu:

1. Variabel linguistik, merupakan suatu nama kelompok yang mewakili suatu keadaan dengan menggunakan bahasa alami, seperti muda, parobaya dan tua.
2. Variabel numerik, merupakan suatu nilai atau angka yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, seperti 25, 40 dan 75.

Sebagai contoh, diberikan sebuah himpunan klasik $S = \{1,2,3,4,5\}$ sebagai semesta pembicaraan, dengan $A = \{1,2,3\}$ dan $B = \{3,4,5\}$ merupakan himpunan bagian dari S . Maka dapat dikatakan bahwa:

- Nilai keanggotaan 2 pada himpunan A , $\mu_A(2) = 1$, karena $2 \in A$.
- Nilai keanggotaan 3 pada himpunan A , $\mu_A(3) = 1$, karena $3 \in A$.
- Nilai keanggotaan 4 pada himpunan A , $\mu_A(4) = 0$, karena $4 \notin A$.
- Nilai keanggotaan 2 pada himpunan B , $\mu_B(2) = 0$, karena $2 \notin B$.
- Nilai keanggotaan 3 pada himpunan B , $\mu_B(3) = 1$, karena $3 \in B$.

Contoh lain dengan menggunakan himpunan *fuzzy*, misalkan industri kendaraan ingin merancang dan memproduksi sebuah mobil yang nyaman digunakan

keluarga. Terdapat lima kemungkinan model yang telah dirancang yang ditunjukkan dalam variabel $X = \{a, b, c, d, e\}$, dengan a merupakan desain mobil pertama, b merupakan desain mobil kedua dan seterusnya. Himpunan *fuzzy* A yang merupakan himpunan “mobil yang nyaman untuk keluarga” dapat ditulis sebagai:

$$A = \{(a; 0,6), (b; 0,3), (c; 0,8), (d; 0,2), (e; 0,5)\}$$

yang berarti bahwa:

- Mobil pertama mempunyai tingkat kenyamanan sebesar 0,6 dari skala 0 sampai 1.
- Mobil kedua mempunyai tingkat kenyamanan sebesar 0,3 dari skala 0 sampai 1.
- Mobil ketiga mempunyai tingkat kenyamanan sebesar 0,8 dari skala 0 sampai 1.
- Mobil keempat mempunyai tingkat kenyamanan sebesar 0,2 dari skala 0 sampai 1.
- Mobil kelima mempunyai tingkat kenyamanan sebesar 0,5 dari skala 0 sampai 1.

2.5.2 Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* umumnya diterapkan pada masalah-masalah yang mengandung unsur ketidakpastian (*uncertainty*). Adapun beberapa definisi logika *fuzzy*, diantaranya:

1. Logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan antara hitam dan putih, dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan” dan “sangat”.
2. Logika *fuzzy* merupakan cabang teori himpunan *fuzzy* yang digunakan untuk menjelaskan keambiguan.
3. Logika *fuzzy* menyediakan suatu cara untuk merubah pernyataan linguistik menjadi suatu numerik.

Logika *fuzzy* adalah sebuah metodologi berhitung dengan variabel kata-kata (*linguistic variable*) sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Penggunaan

kata-kata dalam logika *fuzzy* mungkin tidak seteliti dengan penggunaan bilangan, namun kata-kata lebih dekat dengan intuisi manusia (Agus, 2009).

2.6 Fuzzy Time Series

Fuzzy Time Series (FTS) pertama kali diusulkan oleh Song dan Chissom (1993). FTS merupakan konsep yang dapat digunakan untuk meramalkan masalah atau kasus dengan data historisnya merupakan data linguistik, sedangkan data aktual sebagai hasilnya merupakan bilangan real (Arnita dkk, 2020).

Pada umumnya, himpunan *fuzzy* merupakan suatu himpunan dengan batasan yang samar. Jika U adalah himpunan semesta sedemikian sehingga $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ dengan $u_j, j = 1, 2, \dots, n$ merupakan kemungkinan nilai linguistik dari U . Maka suatu himpunan *fuzzy* dari variabel linguistik A_i dari U didefinisikan sebagai:

$$A_i = \frac{f_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{f_{A_i}(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{f_{A_i}(u_n)}{u_n}, \quad (2.2)$$

dengan $f_{A_i}: U \rightarrow [0,1]$ merupakan fungsi keanggotaan dari himpunan *fuzzy* A_i . Jika u_j adalah anggota dari himpunan *fuzzy* A_i , maka $f_{A_i}(u_j)$ merupakan derajat keanggotaan dari u_j ke A_i , dengan $f_{A_i}(u_i) \in [0,1]$, $i = 1, 2, \dots, n$ dan n adalah banyaknya interval linguistik (Alyousifi dkk, 2020), dengan pendefinisian derajat keanggotaan:

$$f_{A_i}(u_j) = \begin{cases} 1, & j = i \\ 0,5, & j = i - 1 \text{ atau } j = i + 1 \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (2.3)$$

(Guo et al, 2018). Pendefinisian tersebut dapat digambarkan dalam aturan sebagai berikut:

Aturan 1 : Jika data aktual X_t adalah u_1 , maka derajat keanggotaan u_1 adalah 1, dan u_2 adalah 0,5 dan lainnya nol.

Aturan 2 : Jika data aktual X_t adalah u_j ; $1 \leq j \leq n$, maka derajat keanggotaan u_i adalah 1, u_{i+1} dan u_{i-1} adalah 0,5 dan lainnya nol.

Aturan 3 : Jika data aktual X_t adalah u_n , maka derajat keanggotaan u_n adalah 1, u_{n-1} adalah 0,5 dan lainnya nol.

Beberapa definisi (Song dan Chissom, 1993) terkait *Fuzzy Time Series* sebagai berikut:

Definisi 2.6.1. Misalkan himpunan semesta $U(t), t = \dots, 0, 1, 2, \dots, n, \dots$, adalah himpunan bagian dari R yang didefinisikan oleh himpunan fuzzy $A_i(t)$. Jika $F(t)$ terdiri dari $A_i(t), i = 1, 2, \dots, n$, maka $F(t)$ didefinisikan sebagai fuzzy time series pada $U(t)$.

Berdasarkan definisi diatas, dapat dipahami bahwa $F(t)$ dapat dianggap sebagai variabel linguistik dan $A_i(t), i = 1, 2, \dots, n$ sebagai kemungkinan nilai linguistik dari $F(t)$, dengan $A_i(t)$ direpresentasikan oleh suatu himpunan fuzzy. Selain itu $F(t)$ juga merupakan suatu fungsi waktu dari t sehingga nilainya bergantung pada himpunan semesta yang bisa berbeda pada setiap waktu.

Menurut Song dan Chissom (1994) dalam (Brata, 2016), langkah-langkah dalam mendefinisikan FTS dapat digambarkan sebagai berikut:

Langkah 1: Pembentukan himpunan semesta U .

Himpunan semesta U dibentuk melalui aturan

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

dengan D_1 dan D_2 merupakan suatu konstanta, D_{min} merupakan data aktual terkecil dan D_{max} merupakan data aktual terbesar.

Langkah 2: Pembentukan interval.

Interval dibentuk dengan membagi himpunan semesta U menjadi beberapa interval sama panjang. Banyaknya interval (K) ditentukan dengan menggunakan persamaan Sturges sebagai berikut:

$$K = 1 + 3,322 \log(n)$$

dengan n merupakan banyaknya data aktual.

Berdasarkan banyaknya interval maka diperoleh sejumlah nilai linguistik untuk mempresentasikan himpunan fuzzy pada interval-interval yang terbentuk dari himpunan semesta U .

$$U = [u_1, u_2, \dots, u_n]$$

dengan u_j merupakan interval pada $U, j = 1, 2, \dots, n$.

Langkah 3: Pembentukan himpunan fuzzy pada U .

Setiap himpunan fuzzy A_i pada U dengan $1 \leq i \leq n$, didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_2} + \dots + \frac{0}{u_n} \\
 A_2 &= \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_n} \\
 &\vdots \\
 A_n &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \dots + \frac{0,5}{u_{n-1}} + \frac{1}{u_n}
 \end{aligned}$$

Sebagai contoh, misalkan diberikan suatu data *time series* yaitu 3289, 3373, 4144, 3492, 4598, 3730, 4589, 4199, 4292, 3956, 4811 dan 5302 sebagai semesta pembicaraan. Berdasarkan data tersebut diperoleh D_{min} sebesar 3289 dan D_{max} sebesar 5320, selanjutnya dipilih $D_1 = 9$ dan $D_2 = 8$. Sehingga diperoleh himpunan semesta U sebagai berikut:

$$U = [3289 - 9, 5302 + 8] = [3280, 5310]$$

dengan $U \in \mathbb{R}$.

Selanjutnya, banyaknya interval ditentukan dengan menggunakan persamaan Sturges diperoleh,

$$K = 1 + 3,322 \log(12) = 4,5850 \approx 5.$$

Sehingga diperoleh interval $U = [u_1, u_2, u_3, u_4, u_5]$, dengan

$$\begin{aligned}
 u_1 &= [3280, 3686], u_2 = [3686, 4092], u_3 = [4092, 4498], \\
 u_4 &= [4498, 4904], u_5 = [4904, 5310].
 \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya, mendefinisikan himpunan *fuzzy* $A_i, 1 \leq i \leq 5$. Adapun pendefinisiannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} \\
 A_2 &= \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} \\
 A_3 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{0}{u_5} \\
 A_4 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{1}{u_4} + \frac{0,5}{u_5} \\
 A_5 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{1}{u_5}
 \end{aligned}$$

Definisi 2.6.2. Misalkan I dan J merupakan masing-masing indeks dari $F(t - 1)$ dan $F(t)$. Jika untuk setiap $A_j(t) \in F(t)$ dan $A_i(t - 1) \in F(t - 1)$ terdapat

sebuah relasi fuzzy $R_{ij}(t, t - 1)$ sedemikian sehingga $A_j(t) = A_i(t - 1) \circ R_{ij}(t, t - 1)$, dengan ' \circ ' adalah operator komposisi maks-min, maka $F(t)$ hanya “disebabkan” oleh $F(t - 1)$ yang dinotasikan sebagai

$$A_i(t - 1) \rightarrow A_j(t)$$

atau ekuivalen dengan

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

Definisi 2.6.3. Jika untuk setiap $A_j(t) \in F(t)$ dimana $j \in J$ terdapat $A_i(t - 1) \in F(t - 1)$ dimana $i \in I$ dan sebuah relasi fuzzy $R_{ij}(t, t - 1)$ sedemikian sehingga $f_j(t) = A_i(t - 1) \circ R_{ij}(t, t - 1)$, misalkan $R(t, t - 1) = \cup_{i,j} R_{ij}(t, t - 1)$ dimana ' \cup ' adalah operator gabung. Maka $R(t, t - 1)$ dapat dinyatakan sebagai relasi fuzzy antara $F(t)$ dan $F(t - 1)$ yang didefinisikan oleh persamaan berikut:

$$F(t) = F(t - 1) \circ R(t, t - 1).$$

Definisi 2.6.4. Jika $F(t)$ disebabkan oleh $F(t - 1)$ dinotasikan dengan $F(t - 1) \rightarrow F(t)$ maka relasinya dinyatakan sebagai $F(t) = F(t - 1) \circ R(t, t - 1)$ dengan $R(t, t - 1)$ merupakan model orde pertama dari $F(t)$.

Definisi 2.6.5. Misalkan $F(t) = A_j$ dan $F(t - 1) = A_i$, hubungan antara dua data berurut disebut Fuzzy Logical Relationship (FLR) yang didefinisikan sebagai:

$$A_i \rightarrow A_j \quad i, j = 1, 2, \dots, p$$

dengan A_i disebut left-hand side (LHS) dan A_j disebut right-hand side (RHS). (Tsaour, 2012).

Sebagai contoh, misalkan suatu data *time series* pada waktu $t = 1$ mempunyai himpunan fuzzy A_2 atau dapat ditulis dengan $F(1) = A_2$ dan pada waktu $t = 2$ mempunyai himpunan fuzzy A_1 atau $F(2) = A_1$, maka diperoleh FLR yang terbentuk adalah $A_2 \rightarrow A_1$, dimana A_2 disebut dengan LHS dan A_1 adalah RHS.

Definisi 2.6.6. Misalkan $A_i \rightarrow A_j, A_i \rightarrow A_k, \dots, A_i \rightarrow A_p$ merupakan FLR dengan LHS yang sama, maka FLR dapat dikelompokkan menjadi Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG) yang dituliskan sebagai berikut:

$$A_i \rightarrow A_j, A_k, \dots, A_p \quad i, j, k, \dots, p = 1, 2, \dots, p$$

(Singh, 2018).

Sebagai contoh, misalkan diketahui suatu data dengan FLR $A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_3$ maka FLRG yang terbentuk adalah $A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3$.

2.7 Fuzzy Time Series Cheng

Metode Cheng mempunyai cara yang sedikit berbeda pada pembentukan himpunan *fuzzy* dan terdapat bobot pada setiap kelompok relasi *fuzzy* (Cheng, et al, 2008). Adapun tahapan-tahapan peramalan pada data *time series* dengan menggunakan FTS Cheng yaitu sebagai berikut:

Langkah 1: Menentukan himpunan semesta (U) data aktual. Jika D_{max} dan D_{min} merupakan nilai terbesar dan terkecil dari data *time series* dengan $D_{max} = \max\{y_i | y_i \in D\}$ dan $D_{min} = \min\{y_i | y_i \in D\}$ maka himpunan semesta (U) didefinisikan sebagai:

$$U = [D_{min}, D_{max}] \quad (2.4)$$

dengan D merupakan data aktual (Iqbal dkk, 2020).

Langkah 2: Menentukan lebar interval. Lebar interval ditentukan menggunakan distribusi frekuensi, dengan langkah-langkah:

- a. Menentukan rentang (*range*) data R , dengan

$$R = D_{max} - D_{min} \quad (2.5)$$

- b. Menentukan banyaknya interval kelas k dengan menggunakan Persamaan Sturges, yaitu

$$K = 1 + 3,322 \times \log(n) \quad (2.6)$$

dengan n merupakan jumlah data.

- c. Menentukan panjang interval I , dengan

$$I = \frac{\text{Range data } (R)}{\text{Banyaknya interval kelas } (K)} \quad (2.7)$$

- d. Menentukan nilai tengah m_i menggunakan rumus

$$m_i = \frac{(\text{batas bawah} + \text{batas atas})}{2}, \quad (2.8)$$

dengan i menyatakan banyaknya himpunan *fuzzy*.

Langkah 3: Membentuk himpunan *fuzzy* dengan melihat banyaknya frekuensi yang berbeda. Frekuensi terbanyak pertama dibagi menjadi h interval yang sama. Selanjutnya, frekuensi terbanyak kedua dibagi menjadi $h - 1$ interval yang sama,

frekuensi terbanyak ketiga dibagi menjadi $h - 2$ interval yang sama sampai pada interval yang tidak dapat dibagi lagi.

Langkah 4: Mendefinisikan himpunan *fuzzy* A_i dan menfuzzifikasikan data aktual yang diamati. Misalkan A_1, A_2, \dots, A_p adalah himpunan *fuzzy* yang mempunyai nilai linguistik dari suatu variabel linguistik, dengan pendefinisian himpunan *fuzzy* A_1, A_2, \dots, A_p pada U adalah sebagai berikut:

$$A_i = \sum_{j=1}^p \frac{a_{ij}}{u_j} \quad (2.9)$$

atau

$$\begin{aligned} A_1 &= a_{11}/u_1 + a_{12}/u_2 + a_{13}/u_3 + \dots + a_{1p}/u_p \\ A_2 &= a_{21}/u_1 + a_{22}/u_2 + a_{23}/u_3 + \dots + a_{2p}/u_p \\ A_3 &= a_{31}/u_1 + a_{32}/u_2 + a_{33}/u_3 + \dots + a_{3p}/u_p \\ &\vdots \\ A_p &= a_{p1}/u_1 + a_{p2}/u_2 + a_{p3}/u_3 + \dots + a_{pp}/u_p \end{aligned}$$

dengan $u_j, j = 1, 2, \dots, n$ adalah elemen dari himpunan semesta U dan a_{ij} adalah derajat keanggotaan dari u_j terhadap A_i ($i = 1, 2, \dots, p$), yang nilainya adalah 0, 0,5 atau 1.

Langkah 5: Membuat tabel FLR berdasarkan data aktual. FLR dapat ditulis sebagai $A_i \rightarrow A_j$, dengan A_i disebut *state* saat ini (*current state*) dan A_j disebut *state* selanjutnya (*next state*).

Langkah 6: Menentukan bobot relasi FLR dengan memasukkan semua hubungan berdasarkan pada urutan dan perulangan yang sama menjadi *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG). FLR yang mempunyai *current state* (A_i) yang sama digabungkan menjadi satu grup ke dalam bentuk matriks pembobotan.

Misalkan terdapat urutan FLR yang sama.

($t = 1$) $A_1 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 1

($t = 2$) $A_2 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 1

($t = 3$) $A_3 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 1

($t = 4$) $A_1 \rightarrow A_1$, karena terdapat FLR $A_1 \rightarrow A_1$ pada waktu $t = 1$, kemudian berulang pada waktu $t = 4$, maka diberikan bobot 2.

Bobot yang diperoleh pada relasi FLR $A_i \rightarrow A_j$ selanjutnya dituliskan ke dalam matriks pembobot $\mathbf{W} = (w_{ij})$, dengan w_{ij} merupakan bobot matriks pada baris ke i dan kolom ke j yang masing-masing bersesuaian dengan *current state* A_i dan *next state* A_j . Jadi, matriks pembobot \mathbf{W} mempunyai bentuk sebagai berikut:

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1p} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2p} \\ \vdots & \vdots & w_{ij} & \vdots \\ w_{p1} & w_{p2} & \dots & w_{pp} \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

dengan $i, j = 1, 2, \dots, p$.

Sebagai contoh, misalkan diperoleh FLRG sebagai berikut:

$$A_1 \rightarrow 2A_1, A_2$$

$$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3$$

$$A_3 \rightarrow A_2, A_3$$

maka bobot matriks adalah:

$$w_{11} = 2, w_{12} = 1, w_{13} = 0,$$

$$w_{21} = 1, w_{22} = 1, w_{23} = 1,$$

$$w_{31} = 0, w_{32} = 1, w_{33} = 1.$$

Berdasarkan bobot tersebut, maka diperoleh matriks pembobot \mathbf{W} sebagai berikut:

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & w_{13} \\ w_{21} & w_{22} & w_{23} \\ w_{31} & w_{32} & w_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Langkah 7: Melakukan standarisasi pada matriks pembobot \mathbf{W} untuk mendapatkan $\mathbf{W}^* = (w_{ij}^*)$, $i, j = 1, 2, \dots, p$, dengan

$$w_{ij}^*(t) = \frac{w_{ij}}{\sum_{i=1}^p w_{ij}}. \quad (2.11)$$

Untuk selanjutnya,

$$\mathbf{W}^* = \begin{bmatrix} w_{11}^* & w_{12}^* & \dots & w_{1p}^* \\ w_{21}^* & w_{22}^* & \dots & w_{2p}^* \\ \vdots & \vdots & w_{ij}^* & \vdots \\ w_{p1}^* & w_{p2}^* & \dots & w_{pp}^* \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

dengan \mathbf{W}^* disebut matriks pembobot terstandarisasi (Ariyanto dkk, 2020).

Sebagai contoh, misalkan diperoleh bobot matriks

$$w_{11} = 2, w_{12} = 1, w_{13} = 0,$$

$$w_{21} = 1, w_{22} = 1, w_{23} = 1,$$

$$w_{31} = 0, w_{32} = 1, w_{33} = 1,$$

maka bobot matriks terstandarisasi adalah:

$$w_{11}^* = \frac{w_{11}}{\sum_{i=1}^3 w_{1j}} = \frac{w_{11}}{w_{11} + w_{12} + w_{13}} = \frac{2}{2 + 1 + 0} = \frac{2}{3}$$

$$w_{12}^* = \frac{w_{12}}{\sum_{i=1}^3 w_{1j}} = \frac{w_{12}}{w_{11} + w_{12} + w_{13}} = \frac{1}{2 + 1 + 0} = \frac{1}{3}$$

$$w_{13}^* = \frac{w_{13}}{\sum_{i=1}^3 w_{1j}} = \frac{w_{13}}{w_{11} + w_{12} + w_{13}} = \frac{0}{2 + 1 + 0} = 0.$$

Dengan cara yang sama, diperoleh

$$w_{21}^* = \frac{1}{3}, w_{22}^* = \frac{1}{3}, w_{23}^* = \frac{1}{3}$$

$$w_{31}^* = 0, w_{32}^* = \frac{1}{2}, w_{33}^* = \frac{1}{2}$$

sehingga matriks pembobot terstandarisasi untuk W adalah

$$W^* = \begin{bmatrix} w_{11}^* & w_{12}^* & w_{13}^* \\ w_{21}^* & w_{22}^* & w_{23}^* \\ w_{31}^* & w_{32}^* & w_{33}^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & \frac{1}{3} & 0 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix}$$

Langkah 8: Menentukan defuzzifikasi nilai peramalan. Untuk memperoleh nilai peramalan, matriks pembobot terstandarisasi W^* dikalikan dengan nilai tengah m_i pada persamaan (2.7), sehingga perhitungan peramalannya menjadi:

$$F_i = w_{i1}^*(m_1) + w_{i2}^*(m_2) + \dots + w_{ip}^*(m_p) \tag{2.13}$$

dengan F_i adalah hasil peramalan.

Apabila hasil fuzzifikasi pada waktu ke- i adalah A_i , dimana A_i tidak mempunyai FLR pada FLRG dengan kondisi $A_i \rightarrow \emptyset$, dan nilai maksimum derajat keanggotaannya berada pada u_i , maka nilai peramalan (F_i) adalah nilai tengah dari u_i , atau dinotasikan dengan m_i (Sumartini dkk, 2017).

2.8 Pengukuran Keakuratan Hasil Peramalan

Pada dasarnya, keakuratan data hasil peramalan dihitung dengan membandingkan data hasil peramalan dengan data aktualnya untuk melihat tingkat kesalahan (*error*) yang terjadi. Semakin rendah tingkat kesalahan pada data peramalan, maka akan semakin layak data peramalan tersebut digunakan.

Keakuratan hasil peramalan dapat dihitung dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan rumus:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \times 100\%}{n}, \quad (2.14)$$

dengan X_t adalah data aktual pada periode ke- t , F_t adalah nilai hasil peramalan pada periode ke- t dan n adalah banyak data (Rahmawati dkk, 2019).

Berikut merupakan kriteria peramalan berdasarkan nilai MAPE:

Tabel 2.1 Kriteria Peramalan Berdasarkan Nilai MAPE

Nilai MAPE	Kriteria Peramalan
< 10%	Peramalan sangat baik
10% – 20%	Peramalan baik
20% – 50%	Peramalan cukup
> 50%	Peramalan tidak akurat

Sumber: Montano, dkk. (2013)

Dengan demikian keakuratan hasil peramalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Keakuratan\ Peramalan = 100\% - MAPE \quad (2.15)$$