

**PENERAPAN MODEL *FUZZY TIME SERIES-MARKOV CHAIN*  
UNTUK PERAMALAN INFLASI**

**SKRIPSI**

**OLEH  
RIFKY AISYATUL FAROH  
NIM. 12610089**



**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2016**

**PENERAPAN MODEL *FUZZY TIME SERIES-MARKOV CHAIN*  
UNTUK PERAMALAN INFLASI**

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh  
Rifky Aisyatul Faroh  
NIM. 12610089**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2016**

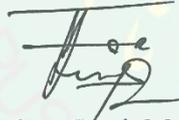
**PENERAPAN MODEL *FUZZY TIME SERIES-MARKOV CHAIN*  
UNTUK PERAMALAN INFLASI**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Rifky Aisyatul Faroh**  
**NIM. 12610089**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal 19 Agustus 2016

Pembimbing I,



Fachrur Rozi, M.Si  
NIP. 19800527 200801 1 012

Pembimbing II,



H. Wahyu H. Irawan, M.Pd  
NIP. 19710420 200003 1 003

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Abdussakir, M.Pd  
NIP. 19751006 200312 1 001

**PENERAPAN MODEL FUZZY TIME SERIES-MARKOV CHAIN  
UNTUK PERAMALAN INFLASI**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Rifky Aisyatul Faroh**  
**NIM. 12610089**

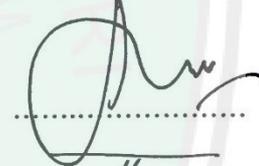
Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal 16 September 2016

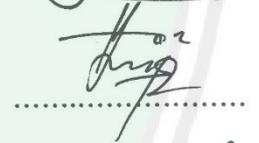
Penguji Utama : Abdul Aziz, M.Si



Ketua Penguji : Dr. H. Imam Sujarwo, M.Pd



Sekretaris Penguji : Fachrur Rozi, M.Si



Anggota Penguji : H. Wahyu H. Irawan, M.Pd



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Aboussakir, M.Pd

NIP. 19751006 200312 1 001

**PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rifky Aisyatul Faroh

NIM : 12610089

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Penerapan Model *Fuzzy Time Series-Markov Chain* untuk  
Peramalan Inflasi

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 19 Agustus 2016  
Yang membuat pernyataan,



Rifky Aisyatul Faroh  
NIM. 12610089

## MOTO

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا اسْتَعِينُوا بِالصَّبْرِ وَالصَّلَاةِ إِنَّ اللَّهَ مَعَ الصَّابِرِينَ ١٥٣

*“Hai orang-orang yang beriman, minta tolonglah kamu sekalian (kepada Allah) dengan sabar dan shalat, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”  
(QS. al-Baqarah/2:153).*



## PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Ayahanda H. Muntahad dan ibunda Hj. Sri Mujayatin yang senantiasa dengan ikhlas mendoakan, memberi dukungan, motivasi, dan restu kepada penulis dalam menuntut ilmu serta selalu memberikan teladan yang baik bagi penulis.

Untuk kakak-kakak tersayang Sarita Nur Kholilah, Indra Chasugih Rahmat dan Dhina Safitri Wardayani yang selalu memberi doa, motivasi, dan saran. Untuk keponakan-keponakan Muhammad Bayhaqi Dewantoro dan Ahmad Junaidi Ghoni yang selalu memberi keceriaan kepada penulis.



## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Alhamdulillah, segala puji syukur bagi Allah Swt. atas limpahan rahmat, taufik, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan baik penyusunan skripsi yang berjudul “Penerapan Model *Fuzzy Time Series-Markov Chain* untuk Peramalan Inflasi”.

Shalawat serta salam semoga tetap terlimpahkan kepada nabi besar Muhammad Saw., yang telah menuntun umatnya dari zaman yang gelap ke zaman yang terang benderang yakni *ad-Diin al-Islam*.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang matematika di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Dalam proses penyusunannya tidak mungkin dapat diselesaikan dengan baik tanpa bantuan, bimbingan, serta arahan dari berbagai pihak. Untuk itu ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Abdussakir, M.Pd, selaku ketua Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Fachrur Rozi, M.Si, selaku dosen pembimbing I yang senantiasa memberikan doa, arahan, nasihat, motivasi dalam melakukan penelitian, serta pengalaman yang berharga kepada penulis.

5. H. Wahyu H. Irawan, M.Pd, selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan doa, saran, nasihat, dan motivasi dalam melakukan penelitian.
6. Segenap sivitas akademika Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama seluruh dosen, terima kasih atas segala ilmu dan bimbingannya.
7. Ayah dan Bunda yang selalu memberikan doa, semangat, nasihat, serta motivasi kepada penulis.
8. Seluruh teman-teman di Jurusan Matematika angkatan 2012, terima kasih atas kenangan-kenangan indah yang dirajut bersama dalam menggapai cita-cita.
9. Semua pihak yang secara langsung atau tidak langsung telah ikut memberikan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhirnya penulis hanya dapat berharap, dibalik skripsi ini dapat ditemukan sesuatu yang dapat memberikan manfaat dan wawasan yang lebih luas atau bahkan hikmah bagi penulis, pembaca, dan bagi seluruh mahasiswa.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Malang, Agustus 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PENGAJUAN</b>	
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b>	
<b>HALAMAN MOTO</b>	
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>ABSTRAK</b> .....	xv
<b>ABSTRACT</b> .....	xvi
<b>ملخص</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.5 Batasan Masalah .....	7
1.6 Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1 Peramalan .....	9
2.2 <i>Time Series</i> .....	11
2.3 <i>Fuzzy Set</i> .....	12
2.4 <i>Fuzzy Time Series</i> .....	13
2.5 Rantai Markov ( <i>Markov Chain</i> ) .....	17
2.6 Model <i>Fuzzy Time Series-Markov Chain</i> .....	19
2.7 Penghitungan <i>Error</i> .....	22
2.8 Kajian Peramalan dalam Al-Quran .....	23

**BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Pendekatan Penelitian .....	27
3.2 Jenis dan Sumber Data .....	27
3.3 Metode Pengumpulan Data .....	27
3.4 Teknik Analisis Data .....	28
3.5 <i>Flowchart</i> Analisis Data .....	29

**BAB IV PEMBAHASAN**

4.1 Analisis Deskriptif Data .....	32
4.2 Pemodelan <i>Fuzzy Time Series-Markov Chain</i> dan <i>Fuzzy Time Series</i> Klasik .....	34
4.2.1 Pemodelan <i>Fuzzy Time Series-Markov Chain</i> .....	34
4.2.2 Pemodelan <i>Fuzzy Time Series</i> Klasik .....	45
4.3 Tingkat Keakuratan .....	47
4.4 Peramalan Model <i>Fuzzy Time Series-Markov Chain</i> .....	49
4.5 Kajian Peramalan dalam Al-Quran .....	50

**BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	55
5.2 Saran .....	56

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	57
-----------------------------	----

**LAMPIRAN-LAMPIRAN****RIWAYAT HIDUP**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kriteria Keakuratan MAPE .....	23
Tabel 4.1	Data Inflasi Provinsi Jawa Timur Tahun 2010-2014 (dalam persentase) .....	32
Tabel 4.2	Data Terfuzzifikasi .....	37
Tabel 4.3	<i>Fuzzy Logical Relationship</i> (FLR) .....	38
Tabel 4.4	<i>Fuzzy Logical Relationship Group</i> (FLRG) .....	39
Tabel 4.5	Matriks Probabilitas Perpindahan <i>State</i> $A_i$ ke $A_j$ .....	40
Tabel 4.6	Hasil Peramalan Sebelum Disesuaikan .....	41
Tabel 4.7	Nilai Penyesuaian Kecenderungan Hasil Peramalan <i>State</i> $A_i$ ke $A_j$ .....	43
Tabel 4.8	Hasil Peramalan Setelah Disesuaikan .....	44
Tabel 4.9	Hasil Pemodelan FTS Klasik .....	46
Tabel 4.10	Perhitungan Tingkat Akurasi .....	48

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 4.1 Plot <i>Time Series</i> Data Inflasi .....	33
Gambar 4.2 Proses Transisi Peramalan Berdasarkan FLRG .....	39
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Peramalan FTS-MC .....	45
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Peramalan FTS Klasik .....	47
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Data Aktual, Peramalan FTS-MC, dan FTS Klasik .....	48
Gambar 4.6 Grafik Peramalan Model <i>Fuzzy Time Series-Markov Chain</i> .....	50

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Elemen Matriks Probabilitas .....	59
Lampiran 2 Nilai Penyesuaian Kecenderungan Hasil Peramalan <i>State</i> $A_i$ ke $A_j$ .....	61
Lampiran 3 Perhitungan Elemen Matriks Probabilitas .....	62



## ABSTRAK

Faroh, Rifky Aisyatul. 2016. **Penerapan Model *Fuzzy Time Series-Markov Chain* untuk Peramalan Inflasi**. Skripsi. Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Fachrur Rozi, M.Si. (II) H. Wahyu H. Irawan, M.Pd.

**Kata Kunci:** Peramalan, *Fuzzy Time Series* (FTS), *Markov Chain*, dan Inflasi.

Salah satu metode peramalan yang paling banyak dikembangkan saat ini adalah *time series*, yakni menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data masa lampau yang dijadikan acuan untuk peramalan masa depan. Proses peramalan sangat penting pada data *time series* karena diperlukan dalam proses pengambilan keputusan. Pada bidang perekonomian peramalan dapat digunakan untuk memantau pergerakan inflasi yang akan datang. Perkembangan metode peramalan data *time series* yang cukup pesat mengakibatkan terdapat banyak pilihan metode yang dapat digunakan untuk meramalkan data sehingga perlu membandingkan metode yang satu dengan metode yang lainnya untuk mendapatkan hasil ramalan dengan akurasi yang tinggi.

Pada penelitian ini menjelaskan masalah pemodelan pada peramalan inflasi menggunakan *Fuzzy Time Series* (FTS) yang dikembangkan dengan kombinasi *Markov Chain*. Pengembangan metode dilakukan dengan cara menginduksi metode *Markov Chain* dengan kaidah matematis dan diterapkan pada tahapan proses peramalan data inflasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model peramalan *Fuzzy Time Series-Markov Chain* (FTS-MC) memiliki nilai akurasi peramalan lebih baik daripada metode FTS klasik, dengan persentase peningkatan akurasi 1,50% jika dihitung menggunakan MAPE dan sebesar 0,13 jika dihitung dengan menggunakan MSE.

## ABSTRACT

Faroh, Rifky Aisyatul. 2016. **Application of Fuzzy Time Series-Markov Chain Model to Forecast Inflation**. Thesis. Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Fachrur Rozi, M.Si. (II) H. Wahyu H. Irawan, M.Pd.

**Keyword:** Forecasting, Fuzzy Time Series, Markov Chain, and Inflation

Today the most developed forecasting method is time series, which is a quantitative approach method uses past data as a reference for future forecasting. Forecasting process is very important in time series data because it is required in the process of decision making. In economic field, forecasting helps to monitor the next inflation movement. The fast development of forecasting methods cause many methods that can be used to predict the data so that we require to compare one method with another to get the high accuracy value of forecasting results.

This research describes the model on inflation forecasting using Fuzzy Time Series (FTS) which is developed by combining with Markov Chain. Method development is performed by inducing Markov Chain method with mathematical rules and applied on stages of inflation data forecasting process. The test results show that the combining of Fuzzy Time Series-Markov Chain (FTS-MC) forecasting model has a higher forecasting accuracy value than classical FTS method which is 1.50% using MAPE and only 0.13 using MSE.

## ملخص

الفراح، رقيقي عائشة. 2016. تطبيق نموذج Fuzzy Time Series–Markov Chain لتنبؤ التضخم. البحث الجامعي. قسم الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف: (1) فخر الرازي، الماجستير العلمية (2) الحج الوحي هينك إروان ، الماجستير التربوية.

الكلمات الرئيسية: التنبؤ، (Fuzzy Time Series (FTS) ، Markov Chain ، والتضخم.

طريقة واحدة التنبؤ الأكثر تقدماً هي السلاسل الزمنية، والذي يستخدم النهج الكمي للبيانات من الماضي الذي يستخدم كمرجع للتنبؤ في المستقبل. عملية التنبؤ مهمة جداً في بيانات السلاسل الزمنية كما هو مطلوب في عملية صنع القرار. في مجال التنبؤ الاقتصادي يمكن استخدامها لرصد حركة التضخم في المستقبل. تطوير أساليب بيانات السلاسل الزمنية والتنبؤ يؤدي بسرعة كبيرة وهناك العديد من طرق اختيار والتي يمكن استخدامها للتنبؤ البيانات التي تحتاج لمقارنة أسلوب واحد لطريقة أخرى للحصول على النتائج من التنبؤ بدقة عالية.

هذه الدراسة تصف المشاكل النمذجة في التضخم التنبؤ باستخدام السلاسل الزمنية غامض (FTS) الذي تم تطويره مع مزيج من ماركوف سلسلة. تطوير طريقة أداء عن طريق حفز طريقة سلسلة ماركوف مع قواعد حسابية وتطبيقها على مراحل عملية التنبؤ بيانات التضخم. أظهرت نتائج الاختبار أن نموذج التنبؤ غامض السلاسل الزمنية-ماركوف سلسلة (FTS-MC) يحتوي على قيمة التنبؤ بدقة أفضل من طريقة FTS الكلاسيكية، مع نسبة الزيادة في دقة 1.50% إذا تم حسابها باستخدام مايب و 0.13 عند حسابها باستخدام MSE .

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Fuzzy Time Series* (FTS) merupakan sebuah konsep yang diusulkan oleh Song dan Chissom untuk menyelesaikan masalah peramalan apabila data historisnya berupa nilai-nilai linguistik (Handoko, 2010). Berdasarkan kegunaannya tersebut, FTS merupakan salah satu metode dari peramalan. Subagyo (1986) mengatakan bahwa peramalan adalah memperkirakan sesuatu yang akan terjadi. Sedangkan menurut Heizer dan Render (2009) dalam Hasan (2011), peramalan adalah suatu teknik analisa untuk memperkirakan keadaan di masa mendatang dengan menggunakan data di masa lalu. Peramalan juga dapat didefinisikan sebagai seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa depan. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data di masa lalu dan menempatkannya ke masa yang akan datang dengan suatu model matematis.

Menurut Jumingan (2009), teknik peramalan terbagi menjadi dua kelompok yaitu teknik kualitatif dan teknik kuantitatif. Teknik kualitatif merupakan peramalan berdasarkan pendapat suatu pihak, dan datanya tidak dapat direpresentasikan secara tegas menjadi suatu angka/nilai. Teknik peramalan tersebut misalnya adalah peramalan pendapat. Sebaliknya, teknik peramalan kuantitatif merupakan teknik peramalan yang mendasarkan pada data masa lalu (data historis) dan dapat dibuat dalam bentuk angka yang biasa disebut sebagai data *time series*.

*Time series* merupakan kumpulan data yang terdiri atas satu objek dengan meliputi beberapa periode waktu. *Time series* sangat berguna dalam pengambilan keputusan pada waktu yang akan datang. Seperti pada surat al-Hasyr/59:18, yaitu:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا اتَّقُوا اللَّهَ وَلْتَنْظُرْ نَفْسٌ مَّا قَدَّمَتْ لِغَدٍ وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ  
 اللَّهَ خَبِيرٌ بِمَا تَعْمَلُونَ<sup>١٨</sup>

“Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah dan hendaklah setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat); dan bertakwalah kepada Allah, sesungguhnya Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan” (QS. al-Hasyr/59:18).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah Swt. memerintahkan kepada orang-orang yang beriman agar selalu bertakwa kepada-Nya. Takwa merupakan sikap memelihara hubungan dengan Allah Swt. dengan cara ikhlas, berserah diri, ridha, syukur, dan sabar dalam setiap menerima ketentuan-Nya. Sedangkan kunci dari takwa adalah dengan memperteguh ibadah kepada Allah Swt. seperti shalat, zakat, dan puasa. Selain itu, menurut penulis seseorang harus memperhatikan apa yang telah diperbuatnya, karena setiap perbuatan yang dilakukannya akan berdampak pada masa yang akan datang.

Menurut Salvatore (2001), pemilihan metode peramalan tergantung pada (1) biaya mempersiapkan peramalan dan keuntungan yang dihasilkan dari penggunaannya, (2) jangka waktu dalam pembuatan keputusan, (3) periode waktu peramalan, (4) tingkat akurasi yang dikehendaki, (5) kualitas dan ketersediaan data, dan (6) tingkat kerumitan hubungan-hubungan yang akan diramalkan.

Inflasi merupakan kenaikan harga barang dan jasa secara umum di mana barang dan jasa tersebut merupakan kebutuhan pokok masyarakat atau turunnya daya jual mata uang suatu negara. Masalah inflasi sangat berpengaruh terhadap kesejahteraan masyarakat. Apabila nilai inflasi tinggi, maka daya beli masyarakat



persamaan relasi *fuzzy*. Di dalam pemodelan ini pencarian relasi *fuzzy* memerlukan banyak perhitungan sehingga tidak efisien (Handoko, 2010).

Model *Markov Chain* dikembangkan oleh seorang ahli Rusia A. A. Markov pada tahun 1906. *Markov Chain* adalah sebuah teknik penghitungan yang umumnya digunakan untuk melakukan pemodelan bermacam-macam kondisi. Analisis *Markov Chain* adalah suatu metode yang mempelajari sifat-sifat suatu variabel pada masa sekarang yang didasarkan pada sifat-sifat di masa lalu dalam usaha menaksir sifat-sifat tersebut di masa yang akan datang (Budiharto dan Suhartono, 2014). Untuk mempelajari lebih lanjut manfaat dari hubungan proses *Markov* dengan model FTS yaitu dengan mengikuti aturan dari model *Markov* FTS.

Metode FTS pertama kali diajukan oleh Tsaur (2012) dalam penelitiannya yang berjudul “*A Fuzzy Time Series-Markov Chain Model With an Application to Forecast the Exchange Rate Between the Taiwan and US Dollar*” untuk memprediksi nilai mata uang Taiwan terhadap USD dengan hasil peramalan yang memiliki akurasi yang cukup baik.

Penelitian terbaru dilakukan oleh Junaidi, dkk (2015) dengan judul penelitian “*Average Based Fuzzy Time Series Markov Chain* untuk Peramalan Penggunaan Bandwidth Jaringan Komputer” yang menyatakan bahwa tingkat akurasi peramalan dengan model *average based Fuzzy Time Series-Markov Chain* (FTS-MC) lebih baik dibandingkan dengan menggunakan *average based* FTS. Hasil peramalan yang lebih akurat yang diperoleh dari model *average based* FTS-MC, disebabkan oleh adanya penerapan perhitungan probabilitas pada setiap perpindahan *current state* ke *next state*-nya pada *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG), serta penyesuaian kecenderungan nilai peramalan.

Dengan mempelajari ide dan pengembangan hasil penelitian sebelumnya, penulis tertarik untuk menerapkan model FTS-MC pada data inflasi, kemudian dilanjutkan menghitung tingkat keakuratan dari model tersebut dan menghitung nilai peramalannya. Dari uraian di atas, maka penulis membahas permasalahan tersebut dalam skripsi ini dengan judul “Penerapan Model *Fuzzy Time Series-Markov Chain* untuk Peramalan Inflasi”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pemodelan *Fuzzy Time Series-Markov Chain* dan *Fuzzy Time Series* Klasik?
2. Bagaimana tingkat keakuratan model menggunakan model *Fuzzy Time Series-Markov Chain* dan *Fuzzy Time Series* Klasik?
3. Bagaimana peramalan inflasi menggunakan model *Fuzzy Time Series-Markov Chain*?
4. Bagaimana kajian peramalan dalam al-Quran?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui pemodelan menggunakan model *Fuzzy Time Series-Markov Chain* dan *Fuzzy Time Series* Klasik.
2. Mengetahui besarnya tingkat keakuratan pemodelan menggunakan model *Fuzzy Time Series-Markov Chain* dan *Fuzzy Time Series* Klasik.
3. Mengetahui hasil peramalan inflasi menggunakan model *Fuzzy Time Series-Markov Chain*.
4. Mengetahui kajian peramalan dalam al-Quran.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi Peneliti
  - a. Mengetahui model yang sesuai pada peramalan tingkat inflasi menggunakan model *Fuzzy Time Series-Markov Chain* (FTS-MC).
  - b. Mengetahui pemantauan kesalahan pada peramalan tersebut.
2. Bagi Pembaca
  - a. Sebagai tambahan wawasan dan memperdalam pengetahuan terutama dalam bidang peramalan, khususnya peramalan model FTS-MC.
  - b. Sebagai bahan studi kasus, terutama bagi yang ingin melakukan penelitian sejenis.
  - c. Menambah khasanah perpustakaan yang akan berguna bagi pembaca.
  - d. Dapat digunakan sebagai bahan analisis dalam pertimbangan mengambil keputusan.

### 1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian, pembatasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Pengukuran keakuratan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Mean Square Error* (MSE).
2. Hasil pengukuran keakuratan dibandingkan dengan metode *Fuzzy Time Series* (FTS) klasik.
3. Data yang digunakan yaitu data inflasi Provinsi Jawa Timur pada tahun 2010-2014.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Agar pembaca dapat membaca hasil penelitian ini dengan mudah, maka dalam penyajiannya ditulis berdasarkan suatu sistematika yang secara garis besar dibagi menjadi lima bab, yaitu:

#### Bab I Pendahuluan

Bab ini meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

#### Bab II Kajian Pustaka

Bab ini memaparkan teori-teori yang mendukung dalam skripsi ini yaitu teori tentang peramalan, *time series*, *fuzzy set*, *fuzzy time series*, *Markov chain*, model *fuzzy time series-Markov chain*, perhitungan *error*, dan kajian peramalan dalam al-Quran.

### Bab III Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan beberapa tahapan yang dilakukan peneliti dalam menjalankan penelitian yang meliputi pendekatan penelitian, jenis dan sumber data, metode pengumpulan data, teknik analisis data, dan *flowchart* analisis data.

### Bab IV Pembahasan

Bab ini menganalisis dan membahas bagaimana pemodelan *Fuzzy Time Series-Markov Chain* dan *Fuzzy Time Series* Klasik. Selanjutnya membahas tentang tingkat keakuratan pemodelan menggunakan kedua model tersebut dan membahas bagaimana hasil peramalan inflasi menggunakan model *Fuzzy Time Series-Markov Chain*. Selain itu, membahas tentang kajian peramalan dalam al-Quran.

### Bab V Penutup

Bab ini memaparkan kesimpulan dan saran dari hasil yang diperoleh.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Peramalan**

Menurut Subagyo (1986), peramalan merupakan perkiraan mengenai sesuatu yang belum terjadi. Peramalan juga didefinisikan sebagai seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa depan. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data di masa lalu dan menempatkannya ke masa yang akan datang dengan suatu model matematis.

Menurut Heizer dan Render (2006) dalam Hasan (2011), peramalan biasanya diklasifikasikan berdasarkan horizon waktu masa depan yang dicakupnya, dan waktu terbagi atas 3 kategori, antara lain:

1. Peramalan jangka pendek di mana peramalan ini mencakup jangka waktu kurang dari 3 bulan atau paling lama satu tahun. Peramalan jangka pendek ini digunakan antara lain: untuk merencanakan tingkat produksi, pembelian, penjadwalan kerja, dan jumlah tenaga kerja.
2. Peramalan jangka menengah yang pada umumnya mencakup hitungan lebih dari tiga bulan hingga 3 tahun. Peramalan jangka menengah ini biasa digunakan untuk perencanaan penjualan, perencanaan dan anggaran produksi, anggaran kas, dan menganalisis bermacam-macam rencana operasi.
3. Peramalan jangka panjang yang umumnya untuk perencanaan masa 3 tahun atau lebih. Peramalan jangka panjang biasanya digunakan untuk merencanakan produk baru, pembelanjaan modal, lokasi atau pengembangan fasilitas, serta penelitian dan pengembangan (litbang).

Peramalan merupakan kegiatan mengestimasi apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Adanya perbedaan kesenjangan waktu antara kesadaran akan dibutuhkannya suatu kebijakan baru dengan waktu pelaksanaan kebijakan tersebut maka diperlukan peramalan. Jika perbedaan waktu tersebut panjang, maka peran peramalan begitu penting dan sangat dibutuhkan, terutama dalam penentuan kapan terjadi suatu kejadian sehingga dapat dipersiapkan tindakan yang perlu dilakukan.

Menurut Jumingan (2009), teknik peramalan terbagi menjadi dua kelompok yaitu teknik kualitatif dan teknik kuantitatif. Teknik kualitatif merupakan peramalan berdasarkan pendapat suatu pihak, dan datanya tidak dapat direpresentasikan secara tegas menjadi suatu angka/nilai. Teknik peramalan tersebut misalnya adalah peramalan pendapat. Sebaliknya, teknik peramalan kuantitatif merupakan teknik peramalan yang mendasarkan pada data masa lalu (data historis) dan dapat dibuat dalam bentuk angka yang biasa disebut sebagai *data time series*.

Makridarkis (1992) dalam Purwanto, dkk (2013) menjelaskan bahwa pada umumnya peramalan kuantitatif dapat diterapkan bila terdapat tiga kondisi berikut:

1. Tersedia informasi tentang masa lalu (data historis).
2. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk numerik.
3. Dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut di masa mendatang.

## 2.2 Time Series

*Time series* merupakan jenis data yang dikumpulkan menurut urutan waktu dalam suatu rentang waktu tertentu. Waktu yang digunakan biasanya berupa hari, bulan, tahun, dan sebagainya. Analisis data berkala adalah salah satu prosedur statistika yang diterapkan untuk meramalkan struktur probabilitas keadaan yang akan datang dalam rangka pengambilan keputusan (Tauryawati dan Irawan, 2014).

*Time series* berhubungan dengan nilai-nilai suatu variabel yang diatur secara kronologis menurut perhitungan hari, minggu, bulan, atau tahun. Dalam analisis deret waktu langkah awal yang biasanya dilakukan adalah menggambarkan nilai-nilai variabel terdahulu yang hendak diramalkan pada sumbu vertikal dan waktu pada sumbu horisontal yang digunakan untuk menyelidiki secara visual gerakan deret waktu pada suatu jangka waktu tertentu. Selain hal itu, analisis deret waktu mencoba meramalkan nilai-nilai masa depan dari deret waktu dengan mengkaji beberapa observasi data yang telah lalu (Salvatore, 2001).

Menurut Purwanto, dkk (2013), *time series* merupakan data yang terdiri dari satu objek dan meliputi beberapa periode waktu. Contoh data *time series* yaitu data harga saham, data ekspor, data nilai tukar (*kurs*), data inflasi, dan data produksi. Jika diamati masing-masing data tersebut berhubungan dengan waktu (*time*) dan terjadi secara berurutan. Peramalan data *time series* dilakukan untuk memprediksi apa yang akan terjadi berdasarkan data historis masa lalu. *Time series* adalah kumpulan dari pengamatan yang teratur pada sebuah variabel selama periode waktu yang sama dan suksesif. Dengan mempelajari bagaimana sebuah variabel berubah setiap waktu, sebuah relasi di antara kebutuhan dan waktu dapat diformulasikan dan digunakan untuk memprediksi tingkat kebutuhan yang akan datang.

Peramalan menggunakan metode deret waktu didasarkan pada pendugaan masa depan yang dilakukan berdasarkan nilai pada masa lalu dari suatu variabel dan/atau kesalahan peramalan di masa lalu. Tujuan metode peramalan deret waktu tersebut adalah menemukan pola dalam deret data historis dan mengekstrapolasikan pola dalam deret data tersebut ke masa depan (Hasan, 2011).

### 2.3 Fuzzy Set

Menurut Susilo (2006), teori himpunan kabur diperkenalkan oleh Lotfi Asker Zadeh pada tahun 1965. Zadeh memperluas teori mengenai himpunan klasik menjadi himpunan kabur (*fuzzy set*) sehingga himpunan klasik (*crisp set*) merupakan kejadian khusus dari himpunan kabur. Kemudian Zadeh mendefinisikan himpunan kabur dengan menggunakan fungsi keanggotaan (*membership function*) yang nilainya berada pada selang tertutup  $[0, 1]$ . Sehingga keanggotaan dalam himpunan kabur bukan sesuatu yang tegas lagi, melainkan sesuatu yang berderajat atau bergradasi secara kontinu.

Secara matematis suatu himpunan kabur  $\tilde{A}$  dalam semesta wacana  $X$  dapat dinyatakan sebagai himpunan pasangan terurut

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

dengan  $\mu_{\tilde{A}}$  adalah fungsi keanggotaan dari himpunan kabur  $\tilde{A}$ , yang merupakan suatu pemetaan dari himpunan semesta  $X$  ke selang tertutup  $[0, 1]$ . Jika semesta  $X$  adalah himpunan yang kontinu, maka himpunan kabur  $\tilde{A}$  dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\tilde{A} = \int_{x \in X} \mu_{\tilde{A}}(x) / x \quad (2.2)$$

dengan lambang  $\int$  di sini bukan lambang integral seperti yang dikenal dalam kalkulus, tetapi melambangkan keseluruhan unsur-unsur  $x \in X$  bersama dengan derajat keanggotaannya dalam himpunan kabur  $\tilde{A}$ . Jika semesta  $X$  adalah himpunan yang diskrit, maka himpunan kabur  $\tilde{A}$  dinyatakan dengan

$$\tilde{A} = \sum_{x \in X} \mu_{\tilde{A}}(x)/x \quad (2.3)$$

dengan lambang  $\Sigma$  di sini tidak melambangkan operasi jumlah seperti yang dikenal dalam aritmetika, tetapi melambangkan keseluruhan unsur-unsur  $x \in X$  bersama dengan derajat keanggotaannya dalam himpunan kabur  $\tilde{A}$  (Susilo, 2006).

#### 2.4 Fuzzy Time Series

*Fuzzy Time Series* (FTS) pertama kali diperkenalkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993. Jika  $U$  adalah himpunan semesta, di mana  $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$ , maka suatu himpunan kabur  $A$  dari  $U$  dapat didefinisikan sebagai:

$$A_i = f_{A_i}(u_1)/u_1 + f_{A_i}(u_2)/u_2 + \dots + f_{A_i}(u_n)/u_n \quad (2.4)$$

dengan  $f_{A_i}$  merupakan fungsi keanggotaan dari himpunan kabur  $A_i$ ,  $u_k$  adalah elemen dari himpunan kabur  $A_i$  dan  $f_{A_i}(u_k)$  adalah derajat keanggotaan dari  $u_k$  pada  $A_i$ ,  $k = 1, 2, 3, \dots, n$ .

**Definisi 2.4.1.** Misalkan himpunan semesta  $Y(t)$  ( $t = \dots, 0, 1, 2, \dots, n, \dots$ ), adalah subset dari  $R$  yang didefinisikan dengan himpunan kabur  $A_i$ . Jika  $F(t)$  terdiri dari  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ),  $F(t)$  didefinisikan sebagai FTS pada  $Y(t)$  ( $t = \dots, 0, 1, 2, \dots, n, \dots$ ).

**Definisi 2.4.2.** Andaikan bahwa  $F(t)$  disebabkan oleh  $F(t - 1)$ , maka relasi dari orde pertama dari  $F(t)$  dapat ditulis sebagai  $F(t) = F(t - 1) \circ R(t, t - 1)$ , di mana  $R(t, t - 1)$  adalah matriks relasi untuk menggambarkan hubungan kabur antara  $F(t - 1)$  dan  $F(t)$ , dan ' $\circ$ ' merupakan operator komposisi maksimum-minimum.

**Definisi 2.4.3.** Andaikan  $F(t) = A_i$  disebabkan oleh  $F(t - 1) = A_j$ , maka *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) didefinisikan sebagai  $A_i \rightarrow A_j$  (Tsaur, 2012).

**Definisi 2.4.4.** Menurut Song dan Chissom (1993) dalam Tsaur (2012), jika terdapat FLR yang diperoleh dari *state*  $A_2$ , maka transisi dibuat ke *state* yang lain  $A_j, j = 1, 2, \dots, n$ , seperti  $A_2 \rightarrow A_3, A_2 \rightarrow A_2, A_2 \rightarrow A_1$ . Oleh karena itu FLR dikelompokkan menjadi *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) seperti berikut:

$$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3 \quad (2.5)$$

Walaupun, berbagai model yang dimaksud untuk menentukan FLR, menurut Chen (1996) dalam Tsaur (2012) FLRG dapat dikatakan mudah untuk dikerjakan dan dapat digunakan pada model yang dimaksud. Oleh karena itu, Song dan Chissom (1993) dalam Tsaur (2012) mengemukakan langkah-langkah untuk menyelesaikan model FTS, yaitu:

**Step 1.** Menentukan himpunan semesta  $U$ , dengan  $U$  adalah data historis. Ketika mendefinisikan himpunan semesta, data minimum dan data maksimum dari data historis yang diberikan didapatkan  $D_{min}$  dan  $D_{max}$ . Pada dasarnya dari  $D_{min}$  dan  $D_{max}$ , didefinisikan himpunan semesta  $U$  seperti  $[D_{min} - D_1; D_{max} + D_2]$  di mana  $D_1$  dan  $D_2$  adalah bilangan positif yang sesuai.

**Step 2.** Membagi (partisi) himpunan semesta  $U$  menjadi beberapa bagian dengan interval ( $n$ ) yang sama dengan menggunakan rumus *Sturges* berikut:

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

dengan  $N$  adalah banyaknya data historis.

Perbedaan antara dua interval berturut-turut dapat didefinisikan dengan  $l$  sebagai berikut:

$$l = \frac{[(D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)]}{n} \quad (2.7)$$

Maka setiap interval diperoleh yaitu:

$$\begin{aligned} u_1 &= [D_{min} - D_1; D_{min} - D_1 + l] \\ u_2 &= [D_{min} - D_1 + l; D_{min} - D_1 + 2l] \\ &\vdots \\ u_n &= [D_{min} - D_1 + (n - 1)l; D_{min} - D_1 + nl] \end{aligned} \quad (2.8)$$

**Step 3.** Menentukan himpunan kabur untuk seluruh himpunan semesta  $U$ . Tidak ada batasan untuk menentukan banyaknya variabel linguistik yang dapat menjadi himpunan kabur. Untuk mempermudah, setiap himpunan kabur  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) didefinisikan dalam jumlah  $n$  interval, yaitu  $u_1 = [d_1; d_2], u_2 = [d_2; d_3], u_3 = [d_3; d_4], u_4 = [d_4; d_5], \dots, u_n = [d_n; d_{n+1}]$ .

Menurut Boaisa dan Amaitik (2010), seluruh himpunan kabur dapat ditentukan berdasarkan persamaan (2.4) di mana  $A_1, A_2, \dots, A_n$  didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_1 &= \{1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + \dots + 0/u_n\} \\ A_2 &= \{0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + \dots + 0/u_n\} \\ &\vdots \\ A_n &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + \dots + 0,5/u_{n-1} + 1/u_n\} \end{aligned} \quad (2.9)$$

Aturan untuk menentukan derajat keanggotaan  $u_i$  adalah sebagai berikut:

$$A_i = \sum_{j=1}^n \mu_{ij}/u_{ij} \quad (2.10)$$

dengan  $\mu_{ij}$  adalah derajat keanggotaan  $u_{ij}$  milik  $A_i$  yang ditentukan sebagai berikut:

$$\mu_{ij} = \begin{cases} 1 & ; i = j \\ 0,5 & ; j = i - 1 \text{ atau } i = j - 1 \\ 0 & ; \text{lainnya} \end{cases} \quad (2.11)$$

Berikut adalah beberapa aturan:

**Aturan 1.** Jika data historis ( $Y_t$ ) adalah  $u_i$ , maka derajat keanggotaan  $u_i$  adalah 1.

$u_{i+1}$  adalah 0,5 dan lainnya adalah 0.

**Aturan 2.** Jika data historis ( $Y_t$ ) adalah  $u_i$ ,  $1 < i < n$ , maka derajat keanggotaan  $u_i$

adalah 1.  $u_{i+1}$  adalah 0,5 dan lainnya adalah 0.

**Aturan 3.** Jika data historis ( $Y_t$ ) adalah  $u_n$ , maka derajat keanggotaan  $u_n$  adalah 1.

$u_{n-1}$  adalah 0,5 dan lainnya adalah 0.

**Step 4.** Melakukan fuzzifikasi terhadap data historis. Pada langkah ini bertujuan untuk menemukan himpunan kabur yang sesuai untuk setiap data.

**Step 5a.** Menentukan FLR.

**Step 5b.** Menentukan FLRG. Menurut Definisi 2.4.4, FLRG dapat diperoleh secara mudah.

**Step 6.** Menghitung *output* yang akan diramalkan. Jika  $F(t - 1) = A_j$ , peramalan dari  $F(t)$  yaitu berlaku peraturan dasar berikut:

- i. Jika FLRG dari  $A_j$  adalah kosong ( $A_j \rightarrow \emptyset$ ), maka peramalan dari  $F(t)$  adalah  $m_j$ , yaitu titik tengah dari interval  $u_j$ :

$$F(t) = m_j. \quad (2.12)$$

- ii. Jika FLRG dari  $A_j$  adalah satu ke satu ( $A_j \rightarrow A_k, j, k = 1, 2, \dots, n$ ), maka peramalan dari  $F(t)$  adalah  $m_k$ , yaitu titik tengah dari interval  $u_k$ :

$$F(t) = m_k. \quad (2.13)$$

- iii. Jika FLRG dari  $A_j$  adalah satu ke banyak  $A_j \rightarrow A_1, A_3, A_5, j = 1, 2, \dots, n$ , maka peramalan dari  $F(t)$  adalah sama untuk penghitungan rata-rata dari  $m_1, m_3, m_5$ , titik tengah dari interval  $u_1, u_3, u_5$ :

$$F(t) = \frac{(m_1 + m_2 + \dots + m_n)}{n}. \quad (2.14)$$

## 2.5 Rantai Markov (Markov Chain)

Rantai *Markov* (*Markov Chain*) pertama kali dikembangkan oleh ahli Rusia yang bernama A. A. Markov pada tahun 1906. Secara konseptual rantai *Markov* dapat diilustrasikan dengan menganggap  $\{X_n, n = 0, 1, 2, \dots\}$  sebagai suatu proses stokastik berhingga atau nilai peluangnya yang dapat dihitung. Himpunan nilai peluang dari proses ini dinotasikan dengan himpunan integer positif  $\{0, 1, 2, \dots\}$  (Junaidi, dkk, 2015).

Roos (2007) dalam Haryono, dkk (2013) mengatakan jika  $X_n = i$ , maka proses ini terjadi di  $i$  pada saat  $n$ . Dengan menganggap bahwa kapan pun proses ini terjadi di *state*  $i$ , terdapat sebuah titik peluang  $P_{ij}$  yang akan berpindah ke *state*  $j$ . Dengan demikian dapat dituliskan:

$$P\{X_{n+1} = j | X_n = i, X_{n-1} = i_{n-1}, \dots, X_1 = i_1, X_0 = i_0\} = P_{ij} \quad (2.15)$$

untuk semua *state*  $i_0, i_1, \dots, i_{n-1}, I, j, n \geq 0$ . Proses yang seperti itu disebut rantai *Markov*.

Persamaan tersebut diinterpretasikan dalam rantai *Markov* sebagai distribusi bersyarat dari *state* yang akan datang  $X_{n+1}$ , yang diperoleh dari *state* sebelumnya  $X_0, X_1, \dots, X_{n-1}$  dan *state* yang sekarang  $X_n$ , dan tidak bergantung pada *state* sebelumnya tapi bergantung pada *state* yang sekarang.

Jika *state*  $A_i$  membuat transisi dengan *state*  $A_j$  dan melewati *state* lainnya  $A_k$ ,  $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$  maka dapat diperoleh FLRG. Penentuan FLRG yang merupakan pengelompokan dari setiap perpindahan *state*, yaitu *state* saat ini (*current state*) dan *state* selanjutnya (*next state*). Pada setiap FLRG terdapat hubungan antara dua *state* yang disebut dengan *current state* dan *next state*. *Current state* merupakan nilai yang akan dihitung sebagai nilai peramalan. Sedangkan *next state* merupakan data yang digunakan sebagai syarat untuk memperoleh nilai pada *current state*.

Probabilitas transisional untuk *state* tersebut dapat ditulis sebagai berikut:

$$P_{ij} = \frac{M_{ij}}{M_i}, i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.16)$$

dengan,

$P_{ij}$  adalah probabilitas transisional dari *state*  $A_i$  ke  $A_j$  dengan satu langkah.

$M_{ij}$  adalah waktu transisional dari *state*  $A_i$  ke  $A_j$  dengan satu langkah.

$M_i$  adalah jumlah data dari *state*  $A_i$ .

Sehingga matriks probabilitas transisional  $\mathbf{R}$  dapat ditulis sebagai berikut:

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \cdots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{n1} & P_{n2} & \cdots & P_{nn} \end{bmatrix} \quad (2.17)$$

Dari matriks  $\mathbf{R}$ , berikut beberapa definisi yang dapat dikembangkan.

Definisi 1. Jika  $P_{ij} \geq 0$ , maka *state*  $A_j$  dapat diakses dari *state*  $A_i$ .

Definisi 2. Jika *state*  $A_i$  dan  $A_j$  saling dapat diakses, maka  $A_i$  berkomunikasi dengan  $A_j$  (Ross, 2003 dalam Tsaur, 2012).

## 2.6 Model *Fuzzy Time Series–Markov Chain*

Menurut Tsaur (2012) langkah-langkah peramalan dari Step 1 sampai Step 5 pada model *Fuzzy Time Series-Markov Chain* (FTS-MC) adalah sama dengan model FTS klasik. Sedangkan yang membedakan model FTS-MC dengan FTS klasik yaitu pada Step 6 sampai Step 8 berikut.

**Step 6.** Menghitung hasil peramalan awal. Untuk data *time series*, digunakan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG), yang informasinya dapat digunakan untuk mendapatkan probabilitas *state* selanjutnya. Sehingga didapatkan matriks transisi *Markov*; *state*  $n$  didefinisikan untuk setiap langkah waktu himpunan kabur  $n$  sehingga dimensi dari matriks transisi adalah  $n \times n$ .

Dari matriks probabilitas yang didapat pada tahap sebelumnya, nilai peramalan awal dapat dihitung dengan aturan sebagai berikut:

Aturan 1. Jika FLRG  $A_i$  adalah kosong ( $A_i \rightarrow \emptyset$ ) maka hasil peramalan  $F(t)$  adalah  $m_i$ , yaitu nilai tengah dari  $u_i$  dengan persamaan:

$$F(t) = m_i \quad (2.18)$$

Aturan 2. Jika FLRG  $A_i$  adalah satu ke satu ( $A_i \rightarrow A_k$  dengan  $P_{ij} = 0$  dan  $P_{ik} = 1$ ,  $j \neq k$ ), maka hasil peramalan  $F(t)$  adalah  $m_k$  yaitu nilai tengah dari  $u_k$  dengan persamaan:

$$F(t) = m_k P_{ik} = m_k \quad (2.19)$$

Aturan 3. Jika FLRG  $A_j$  adalah satu ke banyak ( $A_j \rightarrow A_1, A_2, \dots, A_n, j = 1, 2, \dots, n$ ), jika kumpulan data  $Y(t - 1)$  pada saat  $t - 1$  yang berada pada *state*  $A_j$ , maka hasil peramalan  $F(t)$  adalah sebagai berikut:

$$F(t) = m_1 P_{j1} + m_2 P_{j2} + \dots + m_{j-1} P_{j(j-1)} + Y(t - 1) P_j + m_{j+1} P_{j(j+1)} + \dots + m_n P_{jn} \quad (2.20)$$

dengan  $m_1, m_2, \dots, m_{j-1}, m_{j+1}, \dots, m_n$  merupakan titik tengah dari  $u_1, u_2, \dots, u_{j-1}, u_{j+1}, \dots, u_n$  dan  $m_j$  disubstitusikan ke  $Y(t - 1)$  agar diperoleh informasi dari *state*  $A_j$  saat  $t - 1$ .

**Step 7.** Menyelesaikan kecenderungan nilai peramalan. Untuk percobaan *time series*, sampel berukuran besar selalu dibutuhkan. Oleh karena itu, ukuran sampel yang kecil ketika memodelkan model FTS-MC diperoleh matriks *Markov Chain* yang selalu bias, dan beberapa penyesuaian untuk meramalkan nilai disarankan untuk meninjau kembali kesalahan peramalan. Aturan penyesuaian untuk nilai peramalan dijelaskan sebagai berikut:

Aturan 1. Jika *state*  $A_i$  berkomunikasi dengan  $A_i$ , dimulai dari *state*  $A_i$  pada saat  $t - 1$  sebagaimana  $F(t - 1) = A_i$  dan terjadi perpindahan transisi naik ke *state*  $A_j$  pada saat  $t$ , ( $i < j$ ), maka nilai penyesuaian  $D_t$  ditentukan sebagai:

$$D_{t1} = \left( \frac{l}{2} \right) \quad (2.21)$$

Aturan 2. Jika *state*  $A_i$  berkomunikasi dengan  $A_i$ , dimulai dari *state*  $A_i$  pada saat  $t - 1$  sebagaimana  $F(t - 1) = A_i$  dan terjadi perpindahan transisi turun ke *state*  $A_j$  pada saat  $t$ , ( $i > j$ ), maka nilai penyesuaian  $D_t$  ditentukan sebagai:

$$D_{t1} = -\left(\frac{l}{2}\right) \quad (2.22)$$

**Aturan 3.** Jika *state*  $A_i$  pada saat  $t - 1$  sebagaimana  $F(t - 1) = A_i$  dan terjadi perpindahan transisi maju ke *state*  $A_{i+s}$  pada saat  $t$ ,  $1 \leq s \leq n - i$ , maka nilai penyesuaian  $D_t$  ditentukan sebagai:

$$D_{t2} = \left(\frac{l}{2}\right)s, \quad (i \leq s \leq n - 1) \quad (2.23)$$

dengan  $s$  adalah banyak perpindahan transisi maju.

**Aturan 4.** Jika *state*  $A_i$  pada saat  $t - 1$  sebagaimana  $F(t - 1) = A_i$  dan terjadi perpindahan transisi mundur ke *state*  $A_{i-v}$  pada saat  $t$ ,  $1 \leq v \leq i$ , maka nilai penyesuaian  $D_t$  ditentukan sebagai:

$$D_{t2} = -\left(\frac{l}{2}\right)v, \quad (1 \leq v \leq i) \quad (2.24)$$

dengan  $v$  adalah banyaknya perpindahan transisi mundur.

**Step 8.** Menentukan hasil peramalan akhir. Jika FLRG dari  $A_i$  adalah satu ke banyak, dan *state*  $A_{i+1}$  dapat diperoleh dari *state*  $A_i$  di mana *state*  $A_i$  berkomunikasi dengan  $A_i$ , maka penyesuaian hasil peramalan  $F'(t)$  dapat diperoleh sebagai  $F'(t) = F(t) + D_{t1} + D_{t2} = F(t) + \frac{l}{2} + \frac{l}{2}$ . Jika FLRG dari  $A_i$  adalah satu ke banyak, dan *state*  $A_{i+1}$  dapat diperoleh dari *state*  $A_i$  tetapi *state*  $A_i$  tidak berkomunikasi dengan  $A_i$ , maka penyesuaian hasil peramalan  $F'(t)$  dapat diperoleh sebagai  $F'(t) = F(t) + \frac{l}{2}$ . Jika FLRG dari  $A_i$  adalah satu ke banyak, dan *state*  $A_{i-2}$  dapat diperoleh dari *state*  $A_i$  tetapi *state*  $A_i$  tidak berkomunikasi dengan  $A_i$ , maka penyesuaian hasil peramalan  $F'(t)$  dapat diperoleh sebagai  $F'(t) = F(t) - D_{t2} = F(t) - \left(\frac{l}{2}\right) \times 2 = F(t) - l$  dan diperoleh bentuk umum untuk hasil peramalan  $F'(t)$ , yaitu:

$$F'(t) = F(t) \pm D_{t1} \pm D_{t2} = F(t) \pm \frac{l}{2} \pm \left(\frac{l}{2}\right) v \quad (2.25)$$

dengan  $l$  adalah rata-rata dari selisih interval yang berurutan dan  $v$  adalah perpindahan transisi.

## 2.7 Penghitungan Error

Pada dasarnya, pengawasan peramalan dilakukan dengan membandingkan hasil peramalan dengan kenyataan yang terjadi. Penggunaan teknik peramalan yang menghasilkan penyimpangan/kesalahan terkecil adalah teknik peramalan yang paling baik untuk digunakan. Tsaur (2012) menggunakan metode MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) untuk mengetahui besarnya penyimpangan yang terjadi pada data hasil peramalan terhadap data aktual. MAPE merupakan rata-rata dari keseluruhan persentase kesalahan (selisih) antara data aktual dengan data hasil peramalan. Ukuran akurasi dicocokkan dengan data *time series*, dan ditunjukkan dalam persentase. MAPE yang digunakan untuk ukuran keakuratan adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y(t) - F'(t)|}{Y(t)} * 100\% \quad (2.26)$$

Selain itu terdapat metode lain yaitu metode MSE (*Mean Square Error*).

Berikut adalah rumus untuk MSE:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y(t) - F'(t))^2 \quad (2.27)$$

Kriteria keakuratan MAPE menurut Chang, Wang dan Liu (2007) dalam Halimi, dkk (2013) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Kriteria Keakuratan MAPE

Peramalan sangat baik	MAPE < 10%
-----------------------	------------

Peramalan baik	MAPE 10%-20%
Peramalan cukup	MAPE 20%-50%
Peramalan tidak akurat	MAPE > 50%

Sedangkan kriteria keakuratan MSE dianggap baik jika memiliki nilai yang semakin kecil dari tingkat kesalahannya.

## 2.8 Kajian Peramalan dalam Al-Quran

Peramalan merupakan suatu ilmu yang digunakan untuk memperkirakan kejadian di masa yang akan datang dengan metode-metode tertentu, namun tidak secara pasti. Peramalan banyak digunakan pada bidang ilmiah, contohnya peramalan cuaca, peramalan perekonomian, peramalan hasil pertanian, dan sebagainya yang bersifat secara ilmiah. Namun, peramalan tidak digunakan pada bidang ilmiah saja.

Dalam al-Quran banyak dijelaskan tentang peramalan, contohnya pada masalah perekonomian yang terdapat pada surat Yusuf/12:47-48, sebagai berikut:

قَالَ تَزْرَعُونَ سَبْعَ سِنِينَ دَأَبًا فَمَا حَصَدْتُمْ فَذَرُوهُ فِي سُنْبُلِهِ إِلَّا قَلِيلًا مِّمَّا  
تَأْكُلُونَ ٤٧ ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ سَبْعٌ شِدَادٌ يَأْكُلْنَ مَا قَدَّمْتُمْ لَهُنَّ إِلَّا  
قَلِيلًا مِّمَّا تُحْصِنُونَ ٤٨

“Yusuf berkata ‘Supaya kamu bertanam tujuh tahun (lamanya) sebagaimana biasa; maka apa yang kamu tuai hendaklah kamu biarkan dibulirnya kecuali sedikit untuk kamu makan. Kemudian sesudah itu akan datang tujuh tahun yang amat sulit, yang menghabiskan apa yang kamu simpan untuk menghadapinya (tahun sulit), kecuali sedikit dari (bibit gandum) yang kamu simpan’” (QS. Yusuf/12:47-48).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Yusuf berkata kepada delegasi raja dan para pembesar kerajaan, dan menerangkan kepada mereka, apa yang wajib mereka lakukan untuk menghadapi bahaya yang akan menimpa negara dan penduduknya, sebagaimana ditunjukkan dalam mimpi itu sebelum ta’wil mimpi itu benar-benar

terjadi. Yaitu, agar menanam gandum selama tujuh tahun berturut-turut tanpa terputus, kemudian hasil panen itu disimpan pada tangkainya dengan cara menjaga agar tidak terkena ulat sebagai akibat dari kelembaban. Sehingga, nantinya gandum tersebut dapat dijadikan makanan umat manusia atau ternak pada saat diperlukan. Dikatakan bahwa hanya sedikit saja yang dapat diambil dari hasil panen itu untuk dimakan pada setiap tahun dengan cara hemat, sekedar untuk memenuhi kebutuhan, dan secukupnya saja untuk menghilangkan lapar. Dan tujuh tahun inilah penta'wilan mimpi dari tujuh ekor lembu yang gemuk-gemuk. Adapun tangkai-tangkai yang hijau, maka pada hakikatnya setiap tangkai adalah merupakan *ta'wil* dari penanaman dari satu tahun. Kemudian, sesudah itu datang tujuh tahun yang semuanya merupakan masa kering dan kekurangan. Penduduk waktu itu memakan apa yang disimpan selama tujuh tahun sebelumnya, untuk menghadapi tujuh tahun berikutnya itu. Kecuali, sedikit saja yang dimakan, dan disimpan untuk dijadikan benih (Al-Maraghi, 1988).

Namun, peramalan dalam agama Islam seperti peramalan nasib atau perdukunan merupakan sesuatu yang diharamkan. Hal tersebut dijelaskan dengan tegas dalam al-Quran pada surat ash-Shu'ara/26:221-223, yaitu:

هَلْ أُنَبِّئُكُمْ عَلَىٰ مَن تَنَزَّلُ الشَّيَاطِينُ ﴿٢٢١﴾ تَنَزَّلُ عَلَىٰ كُلِّ أَفَّاكٍ أَثِيمٍ ﴿٢٢٢﴾  
يُلْقُونَ السَّمْعَ وَأَكْثُرُهُمْ كَاذِبُونَ ﴿٢٢٣﴾

*“Apakah akan Aku beritakan kepadamu, kepada siapa syaitan-syaitan itu turun. Mereka turun kepada tiap-tiap pendusta lagi yang banyak dosa. Mereka menghadirkan pendengaran (kepada syaitan) itu, dan kebanyakan mereka adalah orang-orang pendusta” (QS. ash-Shu'ara/26:221-223).*

Ayat tersebut menjelaskan bahwa setan-setan terhalang untuk menurunkan al-Quran, dan menetapkan bahwa penurunannya adalah dari Tuhan alam semesta, selanjutnya Allah Swt. menjelaskan bahwa mustahil setan turun kepada Rasulullah

saw., setan hanya turun kepada setiap pendusta dan pendurhaka, sedang Rasulullah Saw. seorang yang jujur dan terpercaya. Kemudian, Allah Swt. menerangkan bahwa para pendusta mencurahkan pendengarannya kepada setan-setan, lalu menerima wahyunya, yaitu tahayul-tahayul yang tidak cocok dengan kebenaran dan kenyataan (Al-Maraghi, 1989).

Di sisi lain peramalan diperbolehkan dalam agama Islam, seperti peramalan perekonomian, peramalan barang atau suatu produksi maupun peramalan tentang hasil pertanian. Apabila dipersiapkan sesuatu dengan baik maka hasil yang didapatkan juga akan baik, namun jika tidak dipersiapkannya dengan baik maka hasilnya tidak baik pula. Oleh karena itu, seseorang harus mempersiapkan segala sesuatu dengan baik dan berusaha untuk mendapatkan apa yang diinginkan. Al-Quran telah menjelaskan pada surat al-An'am/6:160, yaitu:

مَنْ جَاءَ بِالْحَسَنَةِ فَلَهُ عَشْرُ أَمْثَالِهَا وَمَنْ جَاءَ بِالسَّيِّئَةِ فَلَا يُجْزَىٰ إِلَّا مِثْلَهَا  
وَهُمْ لَا يُظْلَمُونَ ١٦٠

*“Barangsiapa membawa amal yang baik, maka baginya (pahala) sepuluh kali lipat amalnya; dan barangsiapa yang membawa perbuatan jahat maka dia tidak diberi pembalasan melainkan seimbang dengan kejahatannya, sedang mereka sedikitpun tidak dianiaya (dirugikan)” (QS. al-An'am/6:160).*

Di dalam surat ini Allah Swt. telah menerangkan prinsip-prinsip iman dan menegakkan bukti-bukti atas kebenarannya. Juga membantah *syubhat-syubhat* yang dikeluarkan oleh orang-orang kafir. Kemudian pada sepuluh wasiat tersebut, Allah Swt. menyebutkan pula tentang prinsip-prinsip keutamaan dan tata kesopanan yang diperintahkan oleh Islam. Juga disebutkan kekejian-kekejian dan sifat-sifat rendah yang menjadi lawannya, yang dilarang oleh Islam. Untuk itu Allah Swt. menerangkan pula tentang pembalasan umum di akhirat kelak atas kebaikan-kebaikan, yaitu, iman dan amal-amal sholeh serta pembalasan atas keburukan-

keburukan, yaitu, kekafiran dan segala perbuatan yang keji, baik yang tampak maupun yang tidak tampak (Al-Maraghi, 1986).



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Pendekatan Penelitian**

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif deskriptif. Pendekatan kuantitatif deskriptif yaitu pendekatan penelitian yang disajikan dalam bentuk angka atau bersifat numerik dan interpretasi hasil tersebut dilakukan dalam bentuk deskripsi. Pendekatan dilakukan dengan menganalisis data dan menyusun data yang sudah ada sesuai dengan kebutuhan penulis.

#### **3.2 Jenis dan Sumber Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder merupakan sumber data penelitian dengan cara diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Data diambil secara *online* di situs <http://jatim.bps.go.id> yang berasal dari Badan Pusat Statistik mulai tahun 2010 hingga 2014 dan diakses pada tanggal 17 Juni 2016.

#### **3.3 Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil data sekunder, yaitu dengan mencari data-data inflasi Provinsi Jawa Timur secara *online* yang telah dikumpulkan oleh pihak Badan Pusat Statistik.

### 3.4 Teknik Analisis Data

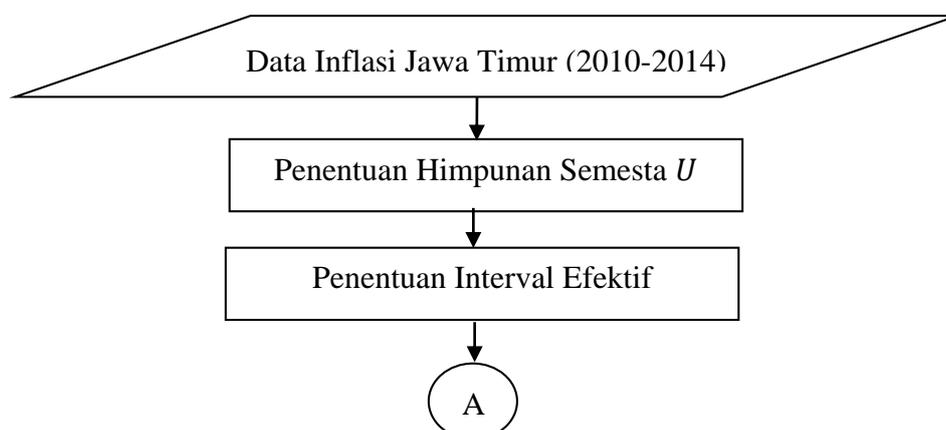
Untuk memudahkan proses analisis data maka peneliti menggunakan bantuan *software* Microsoft Excel dan Minitab. Adapun rancangan analisis yang dilakukan adalah:

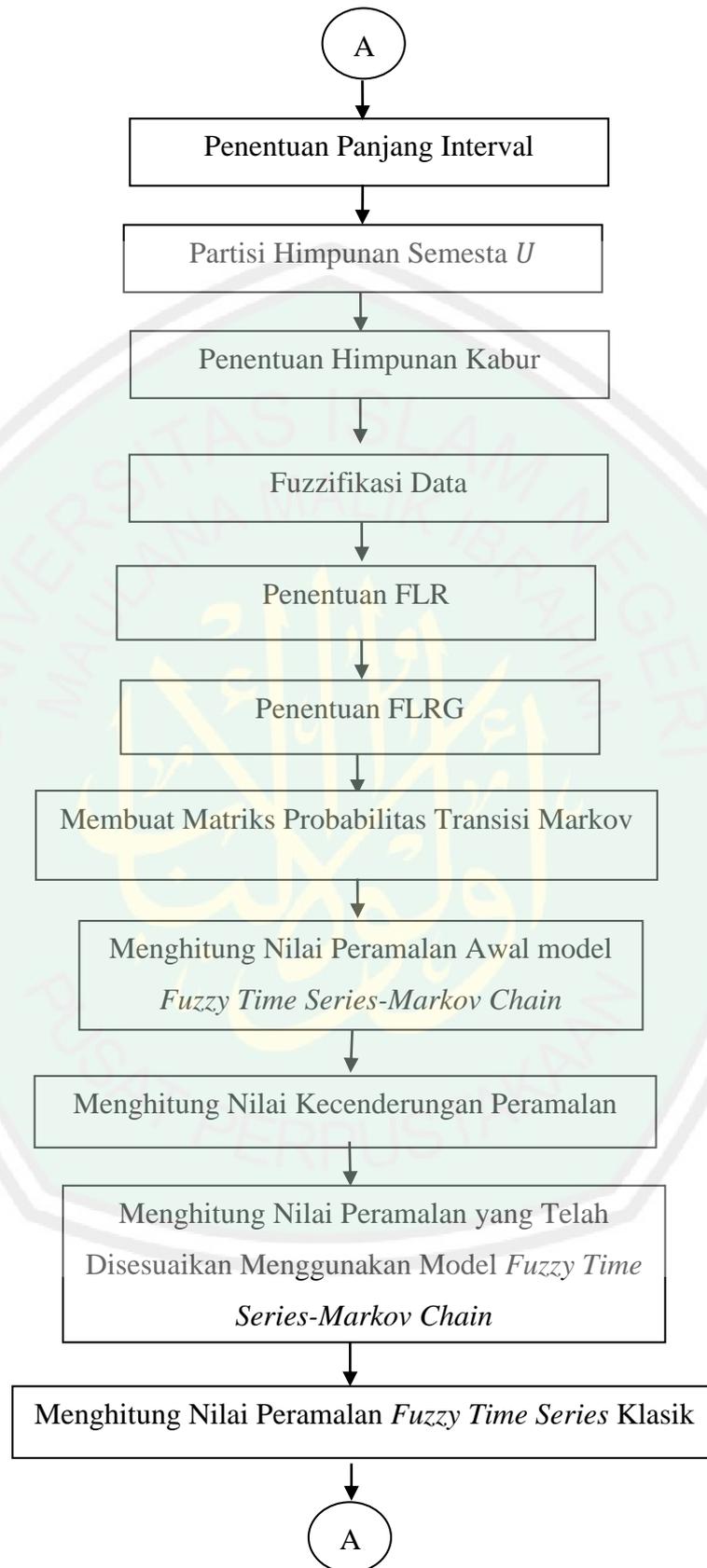
1. Menganalisis deskriptif data
  - a. Mengumpulkan data inflasi yang diambil secara *online* di situs <http://jatim.bps.go.id>.
  - b. Membuat plot *time series* dari data.
  - c. Menginterpretasi hasil plot *time series* dari data.
2. Memodelkan *fuzzy time series-Markov chain* dan *fuzzy time series* klasik.
  - a. Menentukan himpunan semesta pembicaraan  $U$ , dengan  $U$  adalah data historis. Kemudian menentukan data minimum ( $D_{min}$ ) dan data maksimum ( $D_{maks}$ ). Sehingga semesta pembicaraan  $U$  dapat didefinisikan dengan  $[D_{min} - D_1; D_{maks} + D_2]$ , dimana  $D_1$  dan  $D_2$  adalah bilangan positif yang sesuai.
  - b. Menentukan jumlah interval ( $n$ ) efektif dengan menggunakan rumus *Sturges* pada persamaan (2.6).
  - c. Menentukan nilai perbedaan antara dua interval dengan menggunakan rumus  $l$  pada persamaan (2.7).
  - d. Membagi seluruh semesta pembicaraan  $U$  ke dalam  $n$  interval yang sudah didapatkan.
  - e. Menentukan himpunan kabur untuk seluruh semesta pembicaraan  $U$ .
  - f. Melakukan fuzzifikasi data historis.
  - g. Menentukan *fuzzy logical relationship* (FLR).

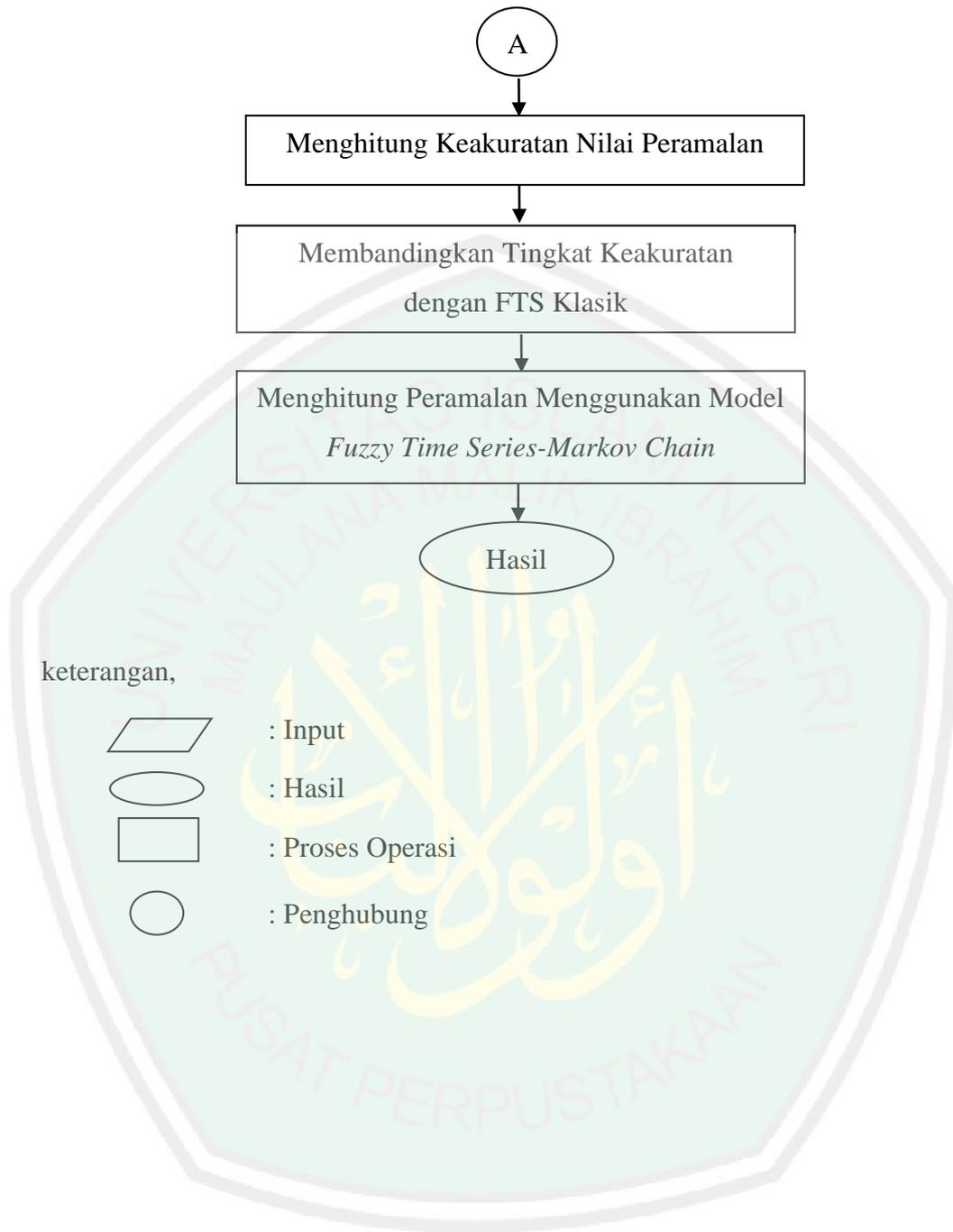
- h. Menentukan *fuzzy logical relationship group* (FLRG).
  - i. Membuat matriks probabilitas transisi *Markov*.
  - j. Menghitung nilai peramalan awal model *fuzzy time series-Markov chain*.
  - k. Menghitung nilai kecenderungan peramalan.
  - l. Menghitung nilai peramalan yang disesuaikan dari model *fuzzy time series-Markov chain*.
  - m. Menghitung nilai peramalan model *fuzzy time series* klasik.
3. Menganalisis tingkat keakuratan dari hasil pemodelan.
    - a. Menghitung keakuratan nilai pemodelan dengan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Mean Square Error* (MSE).
    - b. Membandingkan tingkat keakuratan antara model *fuzzy time series-Markov chain* dengan *fuzzy time series* klasik.
    - c. Menarik kesimpulan.
  4. Melakukan peramalan inflasi menggunakan model *fuzzy time series-Markov chain*
  5. Mengkaji peramalan dalam al-Quran.

### 3.5 Flowchart Analisis Data

Berikut diagram alir (*flowchart*) dalam penelitian ini.







**BAB IV**  
**PEMBAHASAN**

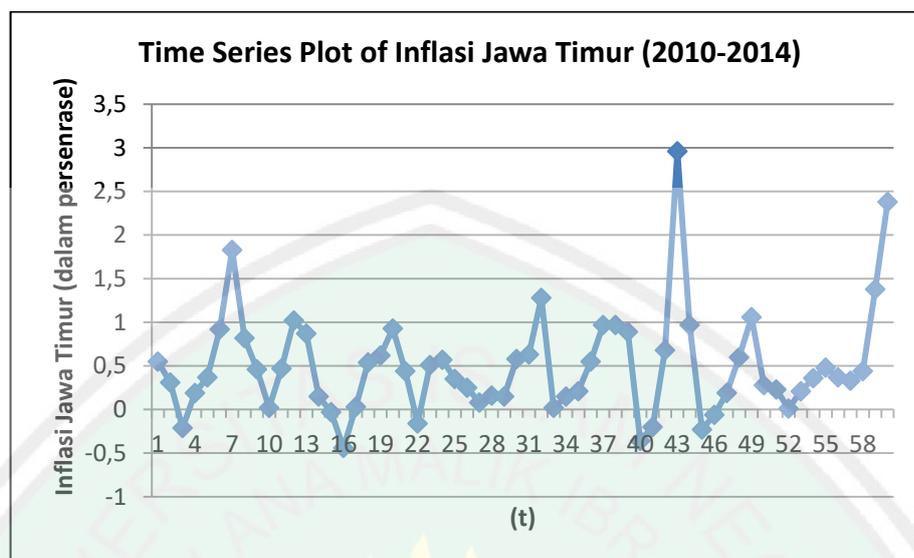
**4.1 Analisis Deskriptif Data**

Pada penelitian ini model *Fuzzy Time Series-Markov Chain* (FTS-MC) diterapkan pada data inflasi provinsi Jawa Timur tahun 2010-2014 yang diambil secara *online* di situs <http://jatim.bps.go.id>. Data disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4.2 Data Inflasi Provinsi Jawa Timur Tahun 2010-2014 (dalam persentase)

<b>t</b>	<b>Bulan/Tahun</b>	<b>Data</b>	<b>t</b>	<b>Bulan/Tahun</b>	<b>Data</b>
1	Januari/2010	0,55	31	Juli/2012	0,63
2	Februari/2010	0,31	32	Agustus/2012	1,28
3	Maret/2010	-0,21	33	September/2012	0,02
4	April/2010	0,19	34	Oktober/2012	0,15
5	Mei/2010	0,37	35	November/2012	0,21
6	Juni/2010	0,92	36	Desember/2012	0,55
7	Juli/2010	1,83	37	Januari/2013	0,97
8	Agustus/2010	0,82	38	Februari/2013	0,97
9	September/2010	0,46	39	Maret/2013	0,89
10	Oktober/2010	0,02	40	April/2013	-0,36
11	November/2010	0,47	41	Mei/2013	-0,20
12	Desember/2010	1,02	42	Juni/2013	0,68
13	Januari/2011	0,87	43	Juli/2013	2,96
14	Februari/2011	0,15	44	Agustus/2013	0,97
15	Maret/2011	-0,03	45	September/2013	-0,23
16	April/2011	-0,44	46	Oktober/2013	-0,06
17	Mei/2011	0,03	47	November/2013	0,19
18	Juni/2011	0,54	48	Desember/2013	0,60
19	Juli/2011	0,62	49	Januari/2014	1,06
20	Agustus/2011	0,93	50	Februari/2014	0,28
21	September/2011	0,44	51	Maret/2014	0,23
22	Oktober/2011	-0,16	52	April/2014	0,01
23	November/2011	0,51	53	Mei/2014	0,21
24	Desember/2011	0,57	54	Juni/2014	0,36
25	Januari/2012	0,35	55	Juli/2014	0,48
26	Februari/2012	0,25	56	Agustus/2014	0,37
27	Maret/2012	0,08	57	September/2014	0,33
28	April/2012	0,16	58	Oktober/2014	0,44
29	Mei/2012	0,15	59	November/2014	1,38
30	Juni/2012	0,58	60	Desember/2014	2,38

Dari Tabel 4.1, dapat digambarkan melalui plot *time series* seperti berikut.



Gambar 4.1 Plot *Time Series* Data Inflasi

Dari Gambar 4.1 di atas diketahui bahwa dari tahun 2010 hingga 2014 tingkat inflasi di Jawa Timur mengalami perubahan setiap bulannya. Dimulai dari bulan Januari sampai Desember tahun 2010 sebesar 0,55%, 0,31%, -0,21%, 0,19%, 0,37%, 0,92%, 1,83%, 0,82%, 0,46%, 0,02%, 0,47%, dan 1,02%. Kemudian untuk tahun 2011 dari bulan Januari sampai Desember yaitu 0,87%, 0,15%, -0,03%, -0,44%, 0,03%, 0,54%, 0,62%, 0,93%, 0,44%, -0,16%, 0,51%, dan 0,57%. Selanjutnya pada tahun 2012 dari bulan Januari sampai Desember yaitu 0,35%, 0,25%, 0,08%, 0,16%, 0,15%, 0,58%, 0,63%, 1,28%, 0,02%, 0,15%, 0,21%, dan 0,55%. Untuk tahun 2013 dari bulan Januari sampai Desember yaitu 0,97%, 0,97%, 0,89%, -0,36%, -0,20%, 0,68%, 2,96%, 0,97%, -0,23%, -0,06%, 0,19%, dan 0,06%. Sedangkan tahun 2014 bulan Januari sampai Desember adalah 1,06%, 0,28%, 0,23%, 0,01%, 0,21%, 0,36%, 0,48%, 0,37%, 0,33%, 0,44%, 1,38%, dan 2,38%.

Gambar 4.1 juga menjelaskan bahwa nilai inflasi tahun 2010 mengalami penurunan pada bulan Maret sebesar -0,21%. Pada tahun tersebut, nilai inflasi mengalami kenaikan terbesar pada bulan Juli sebesar 1,83%. Tahun 2011, nilai

inflasi terendah terdapat pada bulan April sebesar -0,44% dan tertinggi pada bulan Agustus sebesar 0,93%. Nilai inflasi tahun 2012 mengalami penurunan sebesar 0,02% pada bulan September. Sedangkan nilai inflasi terlihat naik ketika pada bulan Agustus sebesar 1,28%. Pada tahun 2013 nilai inflasi mengalami penurunan pada bulan April sebesar -0,36% dan pada bulan Juli mengalami kenaikan sebesar 2,96%. Tahun selanjutnya yaitu tahun 2014, nilai inflasi terendah terdapat pada bulan April sebesar 0,01% dan tertinggi sebesar 2,38% pada bulan Desember.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa nilai inflasi provinsi Jawa Timur selama tahun 2010 sampai 2014 mengalami penurunan dan kenaikan setiap bulannya. Nilai inflasi juga mempunyai nilai terendah maupun tertinggi pada setiap tahunnya. Jadi, selama tahun 2010 sampai 2014 nilai inflasi terendah terdapat pada bulan April tahun 2011 sebesar -0,44%. Sedangkan nilai inflasi tertinggi terdapat pada bulan Juli tahun 2013 sebesar 2,96%.

## 4.2 Pemodelan *Fuzzy Time Series-Markov Chain* dan *Fuzzy Time Series* Klasik

### 4.2.1 Pemodelan *Fuzzy Time Series-Markov Chain*

Menurut Tsaur (2012) langkah-langkah peramalan dari Step 1 sampai Step 5 pada model *Fuzzy Time Series-Markov Chain* (FTS-MC) adalah sama dengan model *Fuzzy Time Series* (FTS) klasik. Sedangkan yang membedakan model FTS-MC dengan FTS klasik yaitu pada Step 6 sampai Step 8. Sehingga peramalan model FTS-MC adalah sebagai berikut:

**Step 1.** Menentukan himpunan semesta  $U$ , dengan  $U$  adalah data historis. Dari data inflasi tahun 2010 sampai 2014 yang telah disajikan dalam Tabel 4.1, didapatkan data nilai minimum ( $D_{min}$ ) pada bulan April tahun 2011 sebagai  $D_{min} = -0,44$

dan nilai maksimum ( $D_{maks}$ ) terdapat pada bulan Juli tahun 2013 sebagai  $D_{maks} = 2,96$ . Berdasarkan nilai  $D_{min}$  dan  $D_{maks}$  maka dapat ditentukan nilai  $D_1$  dan  $D_2$  yang merupakan bilangan positif yang sesuai, nilai yang digunakan adalah  $D_1 = 0,06$  dan  $D_2 = 0,04$ . Sehingga dapat didefinisikan semesta pembicaraan  $U$  sebagai berikut:

$$\begin{aligned} U &= [D_{min} - D_1; D_{maks} + D_2] \\ &= [-0,44 - 0,06; 2,96 + 0,04] \\ &= [-0,50; 3,00] \end{aligned}$$

**Step 2.** Membagi (partisi) himpunan semesta  $U$  menjadi beberapa bagian dengan interval ( $n$ ) yang sama dengan menggunakan rumus *Sturges* pada persamaan (2.6) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} n &= 1 + 3,322 \log N \\ &= 1 + 3,322 \log 60 \\ &= 1 + 3,322 (1,778) \\ &= 1 + 5,907 \\ &= 6,907 \approx 7 \end{aligned}$$

Sehingga banyaknya interval ( $n$ ) yaitu 7 interval. Kemudian himpunan semesta  $U$  yang sudah ditentukan sebelumnya, dibagi ke dalam 7 interval yang sama panjang untuk menentukan nilai linguistik dan data terfuzzifikasi. Dengan menggunakan persamaan (2.7) diperoleh nilai  $l$  sebagai berikut:

$$\begin{aligned} l &= \frac{[(D_{maks} + D_2) - (D_{min} - D_1)]}{n} \\ &= \frac{[(2,96 + 0,04) - (-0,44 - 0,06)]}{7} \\ &= \frac{[3,00 - (-0,50)]}{7} \\ &= \frac{3,50}{7} \\ &= 0,50 \end{aligned}$$

Adapun 7 interval yang sama dalam semesta pembicaraan  $U$  yaitu  $u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6$ , dan  $u_7$  secara berturut-turut nilai untuk setiap interval

diperoleh berdasarkan persamaan (2.8) adalah  $u_1 = [-0,50; 0,00]$ ,  $u_2 = [0,00; 0,50]$ ,  $u_3 = [0,50; 1,00]$ ,  $u_4 = [1,00; 1,50]$ ,  $u_5 = [1,50; 2,00]$ ,  $u_6 = [2,00; 2,50]$ , dan  $u_7 = [2,50; 3,00]$ . Dengan nilai tengah  $m$  dari masing-masing semesta pembicaraan  $U$  adalah  $m_1 = [-0,25]$ ,  $m_2 = [0,25]$ ,  $m_3 = [0,75]$ ,  $m_4 = [1,25]$ ,  $m_5 = [1,75]$ ,  $m_6 = [2,25]$ , dan  $m_7 = [2,75]$ .

**Step 3.** Menentukan himpunan kabur untuk seluruh himpunan semesta  $U$ .

Terdapat 7 himpunan kabur yang dapat dibentuk berdasarkan jumlah interval  $u$ . Berdasarkan persamaan (2.9) dan aturan penentuan derajat keanggotaan pada persamaan (2.10) dan (2.11) himpunan kabur yang terbentuk sebagai berikut:

$$A_1 = \{1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7\}$$

$$A_2 = \{0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7\}$$

$$A_3 = \{0/u_1 + 0,5/u_2 + 1/u_3 + 0,5/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7\}$$

$$A_4 = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7\}$$

$$A_5 = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0,5/u_4 + 1/u_5 + 0,5/u_6 + 0/u_7\}$$

$$A_6 = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0,5/u_5 + 1/u_6 + 0,5/u_7\}$$

$$A_7 = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0,5/u_6 + 1/u_7\}$$

**Step 4.** Melakukan fuzzifikasi terhadap data historis. Berdasarkan himpunan kabur yang sudah dibentuk, maka dapat ditentukan himpunan kabur untuk setiap data nilai inflasi, dimana data dalam bentuk nilai inflasi diubah ke dalam bentuk nilai linguistik yang merupakan bentuk interval. Sebagai contoh, untuk data bulan Januari 2010 ( $t = 1$ ) sebesar 0,55 masuk dalam interval  $u_3 = [0,50; 1,00]$ . Kemudian dari himpunan kabur yang terbentuk,  $u_3$  memiliki derajat keanggotaan 1 ketika berada pada himpunan  $A_3$ , sehingga untuk data bulan Januari 2010 data

terfuzzifikasi yang didapat yaitu pada  $A_3$ . Jadi, hasil fuzzifikasi data inflasi yang dinotasikan ke dalam bilangan linguistik dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Data Terfuzzifikasi

t	Data Aktual	Data Fuzzy	t	Data Aktual	Data Fuzzy	t	Data Aktual	Data Fuzzy
1	0,55	$A_3$	21	0,44	$A_2$	41	-0,20	$A_1$
2	0,31	$A_2$	22	-0,16	$A_1$	42	0,68	$A_3$
3	-0,21	$A_1$	23	0,51	$A_3$	43	2,96	$A_7$
4	0,19	$A_2$	24	0,57	$A_3$	44	0,97	$A_3$
5	0,37	$A_2$	25	0,35	$A_2$	45	-0,23	$A_1$
6	0,92	$A_3$	26	0,25	$A_2$	46	-0,06	$A_1$
7	1,83	$A_5$	27	0,08	$A_2$	47	0,19	$A_2$
8	0,82	$A_3$	28	0,16	$A_2$	48	0,60	$A_3$
9	0,46	$A_2$	29	0,15	$A_2$	49	1,06	$A_4$
10	0,02	$A_2$	30	0,58	$A_3$	50	0,28	$A_2$
11	0,47	$A_2$	31	0,63	$A_3$	51	0,23	$A_2$
12	1,02	$A_4$	32	1,28	$A_4$	52	0,01	$A_2$
13	0,87	$A_3$	33	0,02	$A_2$	53	0,21	$A_2$
14	0,15	$A_2$	34	0,15	$A_2$	54	0,36	$A_2$
15	-0,03	$A_1$	35	0,21	$A_2$	55	0,48	$A_2$
16	-0,44	$A_1$	36	0,55	$A_3$	56	0,37	$A_2$
17	0,03	$A_2$	37	0,97	$A_3$	57	0,33	$A_2$
18	0,54	$A_3$	38	0,97	$A_3$	58	0,44	$A_2$
19	0,62	$A_3$	39	0,89	$A_3$	59	1,38	$A_4$
20	0,93	$A_3$	40	-0,36	$A_1$	60	2,38	$A_6$

**Step 5c.** Menentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR). Berdasarkan pada Tabel 4.2, maka dapat ditentukan FLR yang merupakan hubungan antara setiap urutan data terhadap data berikutnya dalam bentuk himpunan kabur. Sebagai contoh, untuk data ke-1 yaitu  $A_3$  dan data ke-2 yaitu  $A_2$ , maka FLR yang diperoleh yaitu  $A_3 \rightarrow A_2$ . FLR untuk seluruh data inflasi disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4.3 *Fuzzy Logical Relationship (FLR)*

Urutan Data	FLR	Urutan Data	FLR	Urutan Data	FLR
1-2	$A_3 \rightarrow A_2$	21-22	$A_2 \rightarrow A_1$	41-42	$A_1 \rightarrow A_3$
2-3	$A_2 \rightarrow A_1$	22-23	$A_1 \rightarrow A_3$	42-43	$A_3 \rightarrow A_7$
3-4	$A_1 \rightarrow A_2$	23-24	$A_3 \rightarrow A_3$	43-44	$A_7 \rightarrow A_3$
4-5	$A_2 \rightarrow A_2$	24-25	$A_3 \rightarrow A_2$	44-45	$A_3 \rightarrow A_1$
5-6	$A_2 \rightarrow A_3$	25-26	$A_2 \rightarrow A_2$	45-46	$A_1 \rightarrow A_1$
6-7	$A_3 \rightarrow A_5$	26-27	$A_2 \rightarrow A_2$	46-47	$A_1 \rightarrow A_2$
7-8	$A_5 \rightarrow A_3$	27-28	$A_2 \rightarrow A_2$	47-48	$A_2 \rightarrow A_3$
8-9	$A_3 \rightarrow A_2$	28-29	$A_2 \rightarrow A_2$	48-49	$A_3 \rightarrow A_4$
9-10	$A_2 \rightarrow A_2$	29-30	$A_2 \rightarrow A_3$	49-50	$A_4 \rightarrow A_2$
10-11	$A_2 \rightarrow A_2$	30-31	$A_3 \rightarrow A_3$	50-51	$A_2 \rightarrow A_2$
11-12	$A_2 \rightarrow A_4$	31-32	$A_3 \rightarrow A_4$	51-52	$A_2 \rightarrow A_2$
12-13	$A_4 \rightarrow A_3$	32-33	$A_4 \rightarrow A_2$	52-53	$A_2 \rightarrow A_2$
13-14	$A_3 \rightarrow A_2$	33-34	$A_2 \rightarrow A_2$	53-54	$A_2 \rightarrow A_2$
14-15	$A_2 \rightarrow A_1$	34-35	$A_2 \rightarrow A_2$	54-55	$A_2 \rightarrow A_2$
15-16	$A_1 \rightarrow A_1$	35-36	$A_2 \rightarrow A_3$	55-56	$A_2 \rightarrow A_2$
16-17	$A_1 \rightarrow A_2$	36-37	$A_3 \rightarrow A_3$	56-57	$A_2 \rightarrow A_2$
17-18	$A_2 \rightarrow A_3$	37-38	$A_3 \rightarrow A_3$	57-58	$A_2 \rightarrow A_2$
18-19	$A_3 \rightarrow A_3$	38-39	$A_3 \rightarrow A_3$	58-59	$A_2 \rightarrow A_4$
19-20	$A_3 \rightarrow A_3$	39-40	$A_3 \rightarrow A_1$	59-60	$A_4 \rightarrow A_6$
20-21	$A_3 \rightarrow A_2$	40-41	$A_1 \rightarrow A_1$		

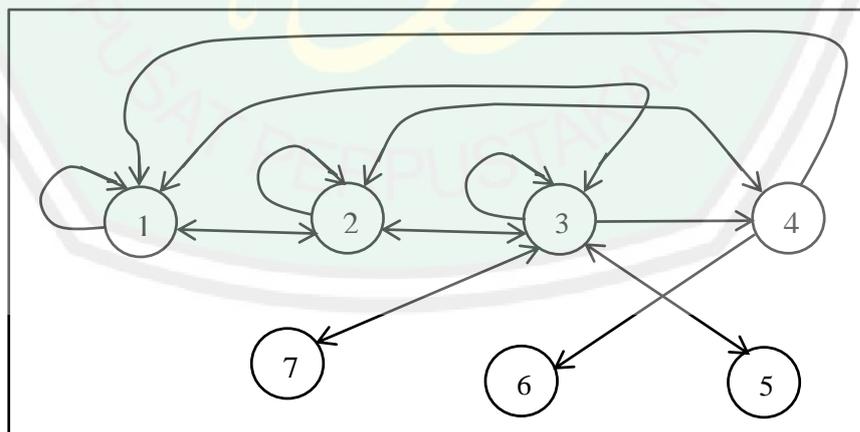
**Step 5d.** Menentukan *Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)*. Berdasarkan Tabel 4.3 setelah memperoleh FLR selanjutnya dapat ditentukan FLRG yang merupakan pengelompokan dari setiap perpindahan *state*, yaitu *state* saat ini (*current state*) dan *state* selanjutnya (*next state*). Pada setiap FLRG terdapat hubungan antara dua *state* yang disebut dengan *current state* dan *next state*. *Current state* merupakan nilai yang akan dihitung sebagai nilai peramalan. Sedangkan *next state* merupakan data yang digunakan sebagai syarat untuk memperoleh nilai pada *current state*.

FLRG dibentuk untuk mempermudah perhitungan dari FLR yang sudah ada. Hubungan yang terdapat dalam FLRG antara *current state* dan *next state* ini sejalan dengan prinsip dasar rantai *markov*. FLRG yang ada untuk seluruh data dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.4 Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)

<i>Current State</i>	<i>Next State</i>
$A_1$	$\rightarrow 3(A_1), 3(A_2), 2(A_3)$
$A_2$	$\rightarrow 3(A_1), 17(A_2), 5(A_3), 2(A_4)$
$A_3$	$\rightarrow 2(A_1), 5(A_2), 7(A_3), 2(A_4), A_5, A_7$
$A_4$	$\rightarrow 2(A_2), A_3, A_6$
$A_5$	$\rightarrow A_3$
$A_7$	$\rightarrow A_3$

FLRG yang sudah dikelompokkan pada Tabel 4.4, selanjutnya digunakan untuk membentuk proses transisi peramalan yang menggambarkan hubungan antara setiap *state* dengan *state* lainnya. Proses transisi peramalan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.2 Proses Transisi Peramalan berdasarkan FLRG

Berdasarkan Gambar 4.2 pada proses transisi menunjukkan hubungan antara *state-state* dimana tanda panah satu arah menunjukkan bahwa *state* bertransisi dari satu *state* ke *state* berikutnya tapi tidak berlaku sebaliknya, *state-state* tersebut

adalah  $A_3$ , dan  $A_4$ . Sedangkan, tanda panah dua arah menunjukkan bahwa *state* bertransisi dari satu *state* ke *state* berikutnya dan berlaku hubungan sebaliknya antar *state* tersebut, *state-state* tersebut adalah  $A_1$  dan  $A_2$ ,  $A_1$  dan  $A_3$ ,  $A_2$  dan  $A_3$ ,  $A_2$  dan  $A_4$ ,  $A_3$  dan  $A_5$ , serta  $A_3$  dan  $A_7$ . Tanda panah yang menunjukkan ke arah dirinya sendiri berarti bahwa *state* tersebut bertransisi terhadap dirinya, *state-state* tersebut adalah  $A_1$ ,  $A_2$ , dan  $A_3$ .

**Step 6.** Menghitung hasil peramalan awal. Penentuan hasil peramalan awal pada FTS-MC menggunakan data historis sebelumnya, maka digunakan FLRG pada Tabel 4.4 yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya untuk membentuk matriks probabilitas transisi *Markov*. Pada penelitian ini dibentuk matriks probabilitas transisi *Markov* berorde  $7 \times 7$  yang setiap elemennya merupakan nilai probabilitas yang diperoleh dari persamaan (2.16). Perhitungan setiap elemen dari matriks probabilitas transisi dapat di lihat pada Lampiran 1. Nilai probabilitas untuk setiap perpindahan *state* tersedia pada tabel berikut:

Tabel 4.5 Matriks Probabilitas Perpindahan *State*  $A_i$  ke  $A_j$

$P_{ij}$		$j$						
		1	2	3	4	5	6	7
$i$	1	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{2}{8}$	-	-	-	-
	2	$\frac{3}{27}$	$\frac{17}{27}$	$\frac{5}{27}$	$\frac{2}{27}$	-	-	-
	3	$\frac{2}{18}$	$\frac{5}{18}$	$\frac{7}{18}$	$\frac{2}{18}$	$\frac{1}{18}$	-	$\frac{1}{18}$
	4	-	$\frac{2}{4}$	$\frac{1}{4}$	-	-	$\frac{1}{4}$	-
	5	-	-	1	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	1	-	-	-	-

Sehingga matriks probabilitas transisi *state* berorde  $7 \times 7$  dengan elemennya

adalah  $P_{ij} = \frac{M_{ij}}{M_i}$  dapat disajikan sebagai berikut:

$$R = \begin{bmatrix} 3/8 & 3/8 & 2/8 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3/27 & 17/27 & 5/27 & 2/27 & 0 & 0 & 0 \\ 2/18 & 5/18 & 7/18 & 2/18 & 1/18 & 0 & 1/18 \\ 0 & 2/4 & 1/4 & 0 & 0 & 1/4 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan nilai probabilitas yang sudah didapatkan pada Tabel 4.5, maka dapat dihitung nilai peramalan awal. Perhitungan peramalan awal berdasarkan aturan yang terdapat pada persamaan (2.18), (2.19), dan (2.20). Perhitungan peramalan memberikan data historis sebelumnya, maka peramalan dimulai dari bulan Februari 2010 yaitu data ke-2. Sebagai contoh untuk bulan Februari 2010 ( $t = 2$ ) data yang dilihat adalah data bulan sebelumnya yaitu bulan Januari 2010 ( $t = 1$ ) dimana *state* bertransisi dari  $A_3$  ke  $A_2$ , maka perhitungan peramalannya adalah.

$$\begin{aligned} F_2 &= m_1 P_{31} + m_2 P_{32} + Y_1 P_{33} + m_4 P_{34} + m_5 P_{35} + m_7 P_{37} \\ &= (-0,25) \left( \frac{2}{18} \right) + 0,25 \left( \frac{5}{18} \right) + 0,55 \left( \frac{7}{18} \right) + 1,25 \left( \frac{2}{18} \right) \\ &\quad + 1,75 \left( \frac{1}{18} \right) + 2,75 \left( \frac{1}{18} \right) \\ &= 0,644 \end{aligned}$$

Menggunakan cara yang sama, maka hasil nilai peramalan awal seluruhnya tersedia pada tabel berikut:

Tabel 4.6 Hasil Peramalan Sebelum Disesuaikan

Bulan/Tahun	Data Aktual	Peramalan Awal $F(t)$	Bulan/Tahun	Data Aktual	Peramalan Awal $F(t)$
Januari/2010	0,55	0	Juli/2012	0,63	0,66
Februari/2010	0,31	0,64	Agustus/2012	1,28	0,68
Maret/2010	-0,21	0,40	September/2012	0,02	0,88
April/2010	0,19	0,20	Oktober/2012	0,15	0,22
Mei/2010	0,37	0,32	November/2012	0,21	0,30

Lanjutan Tabel 4.6

Bulan/Tahun	Data Aktual	Peramalan Awal $F(t)$	Bulan/Tahun	Data Aktual	Peramalan Awal $F(t)$

Juni/2010	0,92	0,44	Desember/2012	0,55	0,34
Juli/2010	1,83	0,79	Januari/2013	0,97	0,64
Agustus/2010	0,82	1,75	Februari/2013	0,97	0,81
September/2010	0,46	0,75	Maret/2013	0,89	0,81
Oktober/2010	0,02	0,49	April/2013	-0,36	0,78
November/2010	0,47	0,21	Mei/2013	-0,20	0,15
Desember/2010	1,02	0,50	Juni/2013	0,68	0,21
Januari/2011	0,87	0,88	Juli/2013	2,96	0,70
Februari/2011	0,15	0,77	Agustus/2013	0,97	2,75
Maret/2011	-0,03	0,30	September/2013	-0,23	0,81
April/2011	-0,44	0,27	Oktober/2013	-0,06	0,20
Mei/2011	0,03	0,12	November/2013	0,19	0,26
Juni/2011	0,54	0,22	Desember/2013	0,60	0,32
Juli/2011	0,62	0,64	Januari/2014	1,06	0,66
Agustus/2011	0,93	0,67	Februari/2014	0,28	0,88
September/2011	0,44	0,79	Maret/2014	0,23	0,38
Oktober/2011	-0,16	0,48	April/2014	0,01	0,35
November/2011	0,51	0,22	Mei/2014	0,21	0,21
Desember/2011	0,57	0,63	Juni/2014	0,36	0,34
Januari/2012	0,35	0,65	Juli/2014	0,48	0,43
Februari/2012	0,25	0,42	Agustus/2014	0,37	0,51
Maret/2012	0,08	0,36	September/2014	0,33	0,44
April/2012	0,16	0,25	Oktober/2014	0,44	0,41
Mei/2012	0,15	0,30	November/2014	1,38	0,48
Juni/2012	0,58	0,30	Desember/2014	2,38	0,88

Step 7. Menyelesaikan kecenderungan nilai peramalan. Metode FTS-MC mempunyai langkah penyesuaian kecenderungan nilai peramalan sebagai tahapan untuk mengurangi besarnya penyimpangan hasil peramalan. Penyesuaian kecenderungan nilai peramalan dilakukan pada setiap hubungan antar *current state* dan *next state* dari FLR. Sebagai contoh perhitungan nilai penyesuaian untuk bulan Februari 2010, pada Tabel 4.3 *next state* adalah  $A_2$  dan *current state* adalah  $A_3$

maka perhitungan untuk nilai penyesuaian menggunakan Aturan 2 dengan persamaan (2.22):

$$\begin{aligned} D_{t1} &= -\left(\frac{l}{2}\right) \\ &= -\frac{0,5}{2} \\ &= -0,25 \end{aligned}$$

Seluruh perhitungan nilai penyesuaian untuk setiap *current state* terhadap *next state* dihitung berdasarkan *rule* yang ada pada persamaan (2.21), (2.22), (2.23), dan (2.24). Hasil dari perhitungan nilai penyesuaian tersedia pada tabel dan selengkapnya pada Lampiran 2.

Tabel 4.7 Nilai Penyesuaian Kecenderungan Hasil Peramalan *State*  $A_i$  ke  $A_j$

Current State	Next State	Nilai Penyesuaian
$A_3 \rightarrow$	$A_2$	-0.25
$A_2 \rightarrow$	$A_1$	-0.25
$A_1 \rightarrow$	$A_2$	0.25
$A_2 \rightarrow$	$A_2$	0
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$A_2 \rightarrow$	$A_2$	0
$A_2 \rightarrow$	$A_4$	2
$A_4 \rightarrow$	$A_6$	1

Step 8. Menentukan hasil peramalan akhir. Setelah memperoleh nilai penyesuaian, selanjutnya ditentukan hasil peramalan akhir. Hasil peramalan akhir merupakan hasil peramalan yang telah disesuaikan yaitu hasil peramalan awal yang telah dijumlahkan dengan nilai penyesuaian yang ada. Untuk perhitungan nilai penyesuaian yang disesuaikan mengikuti aturan yang sudah ada pada persamaan (2.25).

Sebagai contoh perhitungan untuk nilai peramalan yang telah disesuaikan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F'_2 &= F_2 \pm D_{t1} \\
 &= 0,64 + (-0,25) \\
 &= 0,39
 \end{aligned}$$

Menggunakan cara yang sama, hasil peramalan akhir untuk seluruh data inflasi yang didapat berdasarkan hasil perhitungan dan aturan yang ada tersedia dalam tabel berikut:

Tabel 4.8 Nilai Peramalan Setelah Disesuaikan

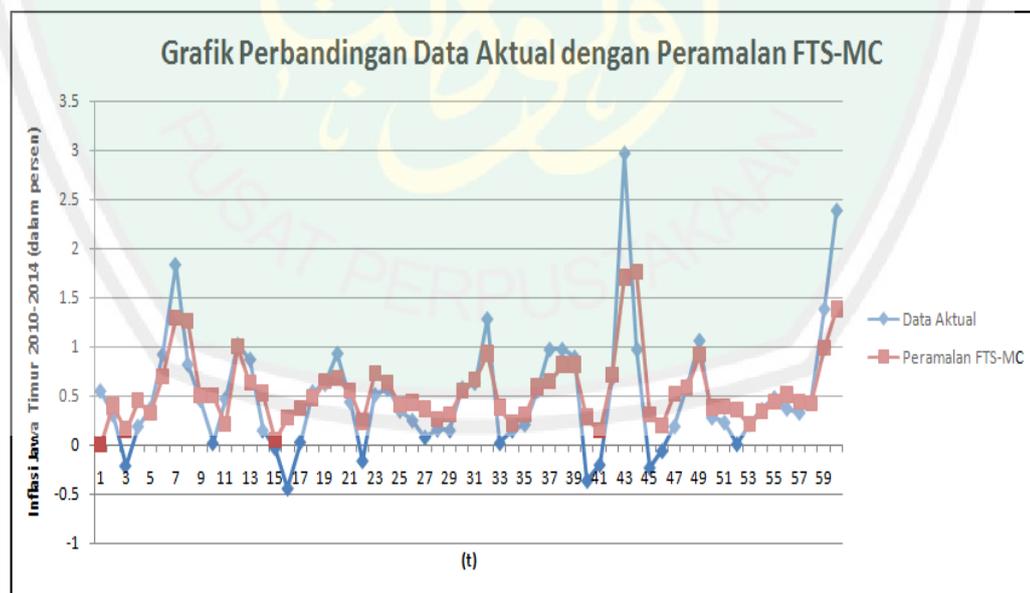
Bulan/Tahun	Peramalan Awal	Nilai Penyesuaian	Peramalan Akhir
Januari 2010	-	-	-
Februari 2010	0,644444444	-0,25	0,394444444
Maret 2010	0,398888889	-0,25	0,148888889
April 2010	0,2025	0,25	0,4525
Mei 2010	0,323333333	0	0,323333333
Juni 2010	0,436666667	0,25	0,686666667
Juli 2010	0,788333333	0,5	1,288333333
Agustus 2010	1,75	-0,5	1,25
September 2010	0,749444444	-0,25	0,499444444
Oktober 2010	0,493333333	0	0,493333333
November 2010	0,207407407	0	0,207407407
Desember 2010	0,50	0,5	1,00
Januari 2011	0,875	-0,25	0,63
Februari 2011	0,768888889	-0,25	0,518888889
Maret 2011	0,30	-0,25	0,05
April 2011	0,27	0	0,27
Mei 2011	0,12	0,25	0,37
Juni 2011	0,22	0,25	0,47
Juli 2011	0,64	0	0,64
Agustus 2011	0,67	0	0,67
September 2011	0,79	-0,25	0,54
Oktober 2011	0,48	-0,25	0,23
November 2011	0,22	0,50	0,72
Desember 2011	0,63	0	0,63
Januari 2012	0,65	-0,25	0,40
Februari 2012	0,42	0	0,42
Maret 2012	0,36	0	0,36
April 2012	0,25	0	0,25
Mei 2012	0,30	0	0,30
Juni 2012	0,30	0,25	0,55
Juli 2012	0,66	0	0,66
Agustus 2012	0,68	0,25	0,93
September 2012	0,88	-0,50	0,38

Oktober 2012	0,22	0	0,22
November 2012	0,30	0	0,30
Desember 2012	0,34	0,25	0,59
Januari 2013	0,64	0	0,64
Februari 2013	0,81	0	0,81

Lanjutan Tabel 4.8

Bulan/Tahun	Peramalan Awal	Nilai Penyesuaian	Peramalan Akhir
Februari 2014	0,88	-0,50	0,38
Maret 2014	0,38	0	0,38
April 2014	0,35	0	0,35
Mei 2014	0,21	0	0,21
Juni 2014	0,34	0	0,34
Juli 2014	0,43	0	0,43
Agustus 2014	0,51	0	0,51
September 2014	0,44	0	0,44
Oktober 2014	0,41	0	0,41
November 2014	0,48	0,50	0,98
Desember 2014	0,88	0,50	1,38

Visualisasi grafik perbandingan antara data aktual dengan nilai peramalan menggunakan FTS-MC dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Peramalan FTS-MC

#### 4.2.2 Pemodelan *Fuzzy Time Series* Klasik

Peramalan menggunakan *Fuzzy Time Series* (FTS) klasik dilakukan untuk mendapatkan model pembandingan yang sesuai. Perbedaan antara *Fuzzy Time Series-Markov Chain* (FTS-MC) dengan FTS klasik yaitu pada langkah perhitungan peramalannya. Perhitungan peramalan menggunakan FTS klasik menggunakan persamaan (2.12), (2.13), dan (2.14). Sebagai contoh, untuk peramalan bulan Februari tahun 2010 ( $t = 2$ ) data yang dilihat adalah data bulan sebelumnya yaitu bulan Januari 2010 ( $t = 1$ ) dimana *state* bertransisi dari  $A_3$  ke  $A_2$ , maka perhitungan peramalannya menggunakan persamaan (2.14) karena *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) dari  $A_3$  adalah satu ke banyak, yaitu:

$$\begin{aligned} F(2) &= \frac{m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_7}{6} \\ &= \frac{(-0,25) + 0,25 + 0,75 + 1,25 + 1,75 + 2,75}{6} \\ &= 1,08 \end{aligned}$$

Hasil dari peramalan menggunakan FTS klasik dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.9 Hasil Peramalan FTS Klasik

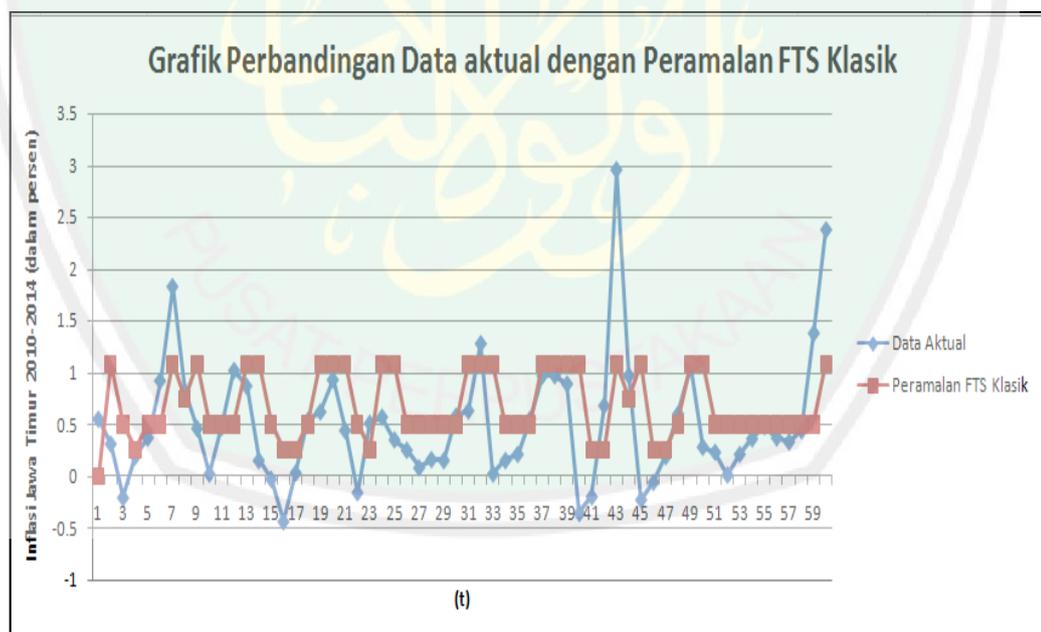
Bulan/Tahun	Data Aktual	FTS Klasik $F(t)$	Bulan/Tahun	Data Aktual	FTS Klasik $F(t)$
Januari/2010	0,55	0	Juli/2012	0,63	1,08
Februari/2010	0,31	1,08	Agustus/2012	1,28	1,08
Maret/2010	-0,21	0,5	September/2012	0,02	1,08
April/2010	0,19	0,25	Oktober/2012	0,15	0,5
Mei/2010	0,37	0,5	November/2012	0,21	0,5
Juni/2010	0,92	0,5	Desember/2012	0,55	0,5
Juli/2010	1,83	1,08	Januari/2013	0,97	1,08
Agustus/2010	0,82	0,75	Februari/2013	0,97	1,08
September/2010	0,46	1,08	Maret/2013	0,89	1,08
Oktober/2010	0,02	0,5	April/2013	-0,36	1,08
November/2010	0,47	0,5	Mei/2013	-0,20	0,25
Desember/2010	1,02	0,5	Juni/2013	0,68	0,25
Januari/2011	0,87	1,08	Juli/2013	2,96	1,08
Februari/2011	0,15	1,08	Agustus/2013	0,97	0,75
Maret/2011	-0,03	0,5	September/2013	-0,23	1,08
April/2011	-0,44	0,25	Oktober/2013	-0,06	0,25

Mei/2011	0,03	0,25	November/2013	0,19	0,25
Juni/2011	0,54	0,5	Desember/2013	0,60	0,5
Juli/2011	0,62	1,08	Januari/2014	1,06	1,08
Agustus/2011	0,93	1,08	Februari/2014	0,28	1,08
September/2011	0,44	1,08	Maret/2014	0,23	0,5
Oktober/2011	-0,16	0,5	April/2014	0,01	0,5
November/2011	0,51	0,25	Mei/2014	0,21	0,5

Lanjutan Tabel 4.9

Bulan/Tahun	Data Aktual	FTS Klasik $F(t)$	Bulan/Tahun	Data Aktual	FTS Klasik $F(t)$
Desember/2011	0,57	1,08	Juni/2014	0,36	0,5
Januari/2012	0,35	1,08	Juli/2014	0,48	0,5
Februari/2012	0,25	0,5	Agustus/2014	0,37	0,5
Maret/2012	0,08	0,5	September/2014	0,33	0,5
April/2012	0,16	0,5	Oktober/2014	0,44	0,5
Mei/2012	0,15	0,5	November/2014	1,38	0,5
Juni/2012	0,58	0,5	Desember/2014	2,38	1,08

Visualisasi grafik perbandingan data aktual dengan hasil peramalan menggunakan metode FTS klasik dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Peramalan FTS Klasik

### 4.3 Tingkat Keakuratan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi model *Fuzzy Time Series-Markov Chain* (FTS-MC). Sebagai model pembandingan, maka digunakan

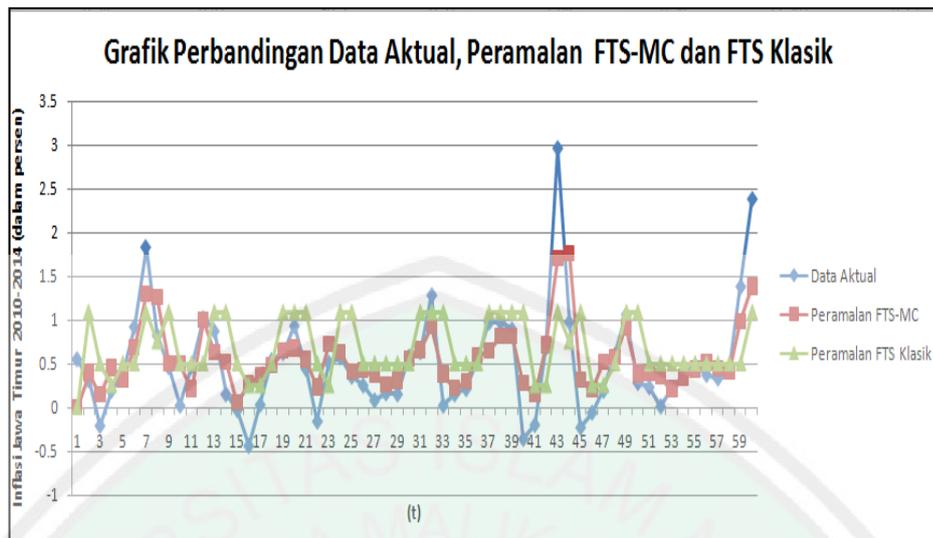
model *Fuzzy Time Series* (FTS) klasik. Pengujian tingkat akurasi menggunakan kriteria perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada persamaan (2.26) dan *Mean Square Error* (MSE) yang terdapat pada persamaan (2.27). Adapun hasil perhitungan tingkat akurasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.10 Perhitungan Tingkat Akurasi

<i>Fuzzy Time Series-Markov Chain</i>		<i>Fuzzy Time Series Klasik</i>	
MAPE	MSE	MAPE	MSE
1,50%	0,13	2,25%	0,34

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa metode FTS-MC memperoleh nilai MAPE sebesar 1,50% dan MSE sebesar 0,13 yang berarti terjadi penyimpangan sebesar 1,50% atau tingkat akurasi mencapai 98,5% dari data aktual. Sedangkan metode FTS klasik memperoleh nilai MAPE sebesar 2,25% dan MSE sebesar 0,34 yang berarti tingkat akurasinya mencapai 97,75% dan terjadi penyimpangan sebesar 2,25%. Berdasarkan Tabel 2.1 kriteria keakuratan MAPE, maka peramalan menggunakan metode FTS-MC dan FTS klasik memenuhi kriteria hasil peramalan yang sangat baik karena nilai MAPE < 10% dan untuk nilai MSE dari kedua metode tergolong sangat kecil.

Visualisasi grafik perbandingan antara data aktual dengan nilai akhir dari peramalan menggunakan FTS-MC dan FTS klasik dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Data Aktual, Peramalan FTS-MC, dan FTS Klasik

Pada Gambar 4.5 peramalan menggunakan FTS Klasik yang ditunjukkan dengan grafik berwarna hijau menjelaskan bahwa pola dari nilai inflasi yang dihasilkan cenderung berbeda dengan pola nilai inflasi yang sesungguhnya. Berbeda dengan grafik yang berwarna merah yaitu grafik nilai peramalan menggunakan metode FTS-MC yang menunjukkan bahwa pola nilai inflasi hampir sama dengan pola nilai inflasi yang sesungguhnya. Meskipun besar nilai yang dihasilkan tidak sama dengan nilai data aktual, tetapi pola nilai peramalan dari metode FTS-MC mengikuti pola dari data aktual. Merujuk pada bab sebelumnya, terdapat perbedaan pada proses perhitungan peramalan antara FTS Klasik dengan FTS-MC. Sehingga perbedaan tersebut berdampak pada nilai peramalan yang dihasilkan. Perbandingan antara data aktual dengan nilai yang dihasilkan dari model FTS-MC dan FTS Klasik dapat dilihat pada Lampiran 3.

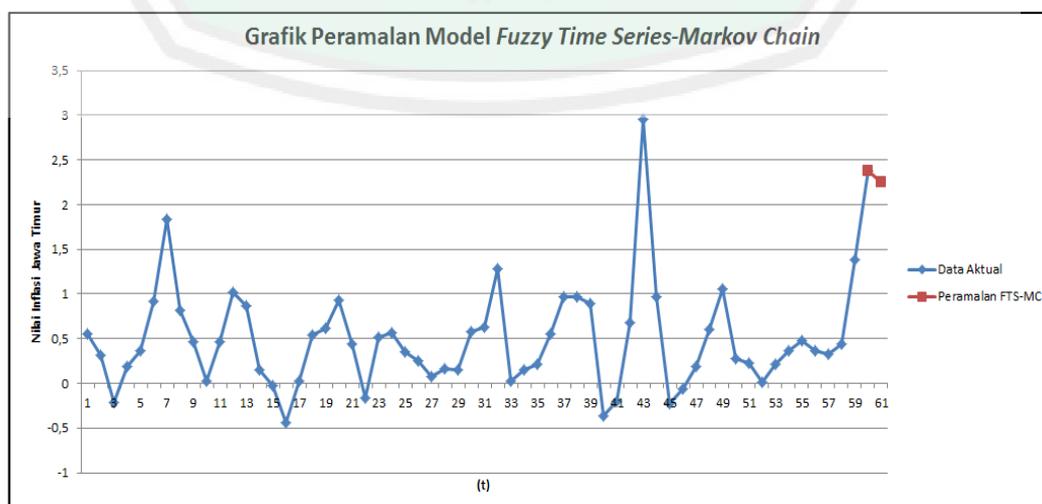
Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa hasil peramalan menggunakan FTS-MC lebih mendekati nilai aktual dibandingkan dengan FTS klasik. Hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan pada proses perhitungan peramalan dari masing-masing model. Pola pada *plot* FTS-MC mengikuti sebaran data yang

hampir sesuai dengan nilai aktual, sedangkan pada *plot* FTS klasik sangat jauh dari pola data aktual. Jadi, berdasarkan Tabel 4.10 dan Gambar 4.5, peramalan menggunakan FTS-MC lebih baik dibandingkan dengan FTS klasik.

#### 4.4 Peramalan Model *Fuzzy Time Series-Markov Chain*

Dari pemodelan yang telah dilakukan pada subbab 4.2 dan perhitungan tingkat keakuratan pada subbab 4.3, diketahui pemodelan *Fuzzy Time Series-Markov Chain* (FTS-MC) lebih baik dibandingkan dengan pemodelan *Fuzzy Time Series* Klasik. Sehingga untuk peramalan data inflasi dilakukan dengan menggunakan model FTS-MC. Langkah selanjutnya adalah meramalkan data menggunakan model FTS-MC. Untuk hasil peramalan bulan berikutnya, yaitu bulan Januari 2015 dengan jumlah data aktual sebanyak 60,  $l = 0,50$ , *current state* adalah  $A_6$  dan *next state* adalah himpunan kosong ( $A - 6 \rightarrow \emptyset$ ) maka berdasarkan Aturan 1 pada persamaan (2.18) hasil peramalan adalah nilai tengah dari himpunan *fuzzy*  $A_6$  yaitu  $m_6$  adalah sebesar 2,25%.

Visualisasi grafik peramalan dengan menggunakan FTS-MC dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.6 Grafik Peramalan Model *Fuzzy Time Series-Markov Chain*

#### 4.5 Kajian Peramalan dalam Al-Quran

Pada pembahasan bab sebelumnya telah dijelaskan bahwa peramalan merupakan suatu ilmu yang digunakan untuk memperkirakan kejadian di masa yang akan datang dengan metode-metode tertentu, namun tidak secara pasti. Namun, peramalan dalam agama Islam seperti peramalan nasib atau perdukungan merupakan sesuatu yang diharamkan. Peramalan diperbolehkan dalam agama Islam, seperti peramalan perekonomian.

Pada surat Yusuf/12:47-48 dijelaskan tentang peramalan pada masalah perekonomian, yaitu:

قَالَ تَزْرَعُونَ سَبْعَ سِنِينَ دَأَبًا فَمَا حَصَدْتُمْ فَذَرُوهُ فِي سُنْبُلِهِ إِلَّا قَلِيلًا مِّمَّا تَأْكُلُونَ ۗ ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ سَبْعُ شِدَادٍ يَأْكُلْنَ مَا قَدَّمْتُمْ لَهُنَّ إِلَّا قَلِيلًا مِّمَّا تَحْصِنُونَ ۙ

“Yusuf berkata ‘Supaya kamu bertanam tujuh tahun (lamanya) sebagaimana biasa; maka apa yang kamu tuai hendaklah kamu biarkan dibulirnya kecuali sedikit untuk kamu makan. Kemudian sesudah itu akan datang tujuh tahun yang amat sulit, yang menghabiskan apa yang kamu simpan untuk menghadapinya (tahun sulit), kecuali sedikit dari (bibit gandum) yang kamu simpan’” (QS. Yusuf/12:47-48).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Yusuf berkata kepada delegasi raja dan para pembesar kerajaan, dan menerangkan kepada mereka, apa yang wajib mereka lakukan untuk menghadapi bahaya yang akan menimpa negara dan penduduknya, sebagaimana ditunjukkan dalam mimpi itu sebelum ta’wil mimpi itu benar-benar terjadi. Yaitu, agar menanam gandum selama tujuh tahun berturut-turut tanpa terputus, kemudian hasil panen itu disimpan pada tangkainya dengan cara menjaga agar tidak terkena ulat sebagai akibat dari kelembaban. Sehingga, nantinya gandum tersebut dapat dijadikan makanan umat manusia atau ternak pada saat diperlukan.

Dikatakan bahwa hanya sedikit saja yang dapat diambil dari hasil panen itu untuk dimakan pada setiap tahun dengan cara hemat, sekedar untuk memenuhi kebutuhan, dan secukupnya saja untuk menghilangkan lapar. Dan tujuh tahun inilah *ta'wil* mimpi dari tujuh ekor lembu yang gemuk-gemuk. Adapun tangkai-tangkai yang hijau, maka pada hakikatnya setiap tangkai adalah merupakan *ta'wil* dari penanaman dari satu tahun. Kemudian, sesudah itu datang tujuh tahun yang semuanya merupakan masa kering dan kekurangan. Penduduk waktu itu memakan apa yang disimpan selama tujuh tahun sebelumnya, untuk menghadapi tujuh tahun berikutnya itu. Kecuali, sedikit saja yang dimakan, dan disimpan untuk dijadikan benih (Al-Maraghi, 1988).

Sehingga anjuran bercocok tanam sangat dianjurkan secara berturut-turut selama tujuh tahun dengan bersungguh-sungguh agar mendapatkan hasil yang banyak dan baik. Dan membiarkan biji dalam tangkainya tetap terjaga dari berbagai gangguan, misalnya hama penyakit. Namun, diperbolehkan untuk mengambil sedikit hasil panen untuk dimakan. Kemudian, ketika datang kesulitan yaitu musim kemarau selama tujuh tahun seseorang dapat memanfaatkan apa yang telah disimpan dari waktu sebelumnya. Sehingga seseorang tidak merasa kekurangan ketika tidak bisa bercocok tanam karena hujan. Jadi, estimasi untuk masa yang akan datang sangatlah penting.

Namun, hal-hal mengenai peramalan yang tidak diperbolehkan dalam Islam juga dijelaskan pada surat ash-Shu'ara/26:221-223:

هَلْ أَنْبِئُكُمْ عَلَىٰ مَنْ تَنْزَلُ الشَّيَاطِينُ ۖ تَنْزَلُ عَلَىٰ كُلِّ آفَّاكٍ أَثِيمٍ ۖ  
يُلْقُونَ السَّمْعَ وَأَكْثُرُهُمْ كَاذِبُونَ ۖ

*“Apakah akan Aku beritakan kepadamu, kepada siapa syaitan-syaitan itu turun. Mereka turun kepada tiap-tiap pendusta lagi yang banyak dosa. Mereka*

*menghadapkan pendengaran (kepada syaitan) itu, dan kebanyakan mereka adalah orang-orang pendusta” (QS. ash-Shu’ara/26:221-223)*

Ayat tersebut menjelaskan bahwa setan-setan terhalang untuk menurunkan al-Quran, dan menetapkan bahwa penurunannya adalah dari Allah Swt., selanjutnya Allah Swt. menjelaskan bahwa mustahil setan turun kepada Rasulullah Saw., setan hanya turun kepada setiap pendusta dan pendurhaka, sedang Rasulullah Saw. seorang yang jujur dan terpercaya. Kemudian, Allah Swt. menerangkan bahwa para pendusta mencurahkan pendengarannya kepada setan-setan, lalu menerima wahyunya, yaitu tahayul-tahayul yang tidak cocok dengan kebenaran dan kenyataan (Al-Maraghi, 1989).

Jadi, dapat dikatakan bahwa setan-setan turun memberi kebohongan kepada dukun untuk disampaikan kepada manusia. Perdukunan tidak lepas dari kemusyrikan, karena perbuatan tersebut merupakan pendekatan diri kepada setan-setan dengan apa yang mereka cintai. Hal-hal yang harus diperhatikan dan diwaspadai adalah bahwa para tukang sihir, dukun dan peramal mempermainkan aqidah umat Islam. Oleh karena itu, mempercayai ilmu peramalan secara non ilmiah tidak diperbolehkan.

Di sisi lain, apabila dipersiapkan sesuatu dengan baik maka hasil yang didapatkan juga akan baik, namun jika tidak dipersiapkannya dengan baik maka hasilnya tidak baik pula. Oleh karena itu, seseorang harus mempersiapkan segala sesuatu dengan baik dan berusaha untuk mendapatkan apa yang diinginkan. Al-Quran telah menjelaskan pada surat al-An’am/6:160, yaitu:

مَنْ جَاءَ بِالْحَسَنَةِ فَلَهُ عَشْرُ أَمْثَالِهَا وَمَنْ جَاءَ بِالسَّيِّئَةِ فَلَا يُجْزَىٰ إِلَّا مِثْلَهَا  
وَهُمْ لَا يُظْلَمُونَ ١٦٠

*“Barang siapa membawa amal yang baik, maka baginya (pahala) sepuluh kali lipat amalnya; dan barangsiapa yang membawa perbuatan jahat maka dia tidak diberi pembalasan melainkan seimbang dengan kejahatannya, sedang mereka sedikitpun tidak dianiaya (dirugikan)” (QS. al-An’am/6:160).*

Di dalam surat ini Allah Swt. telah menerangkan prinsip-prinsip iman dan menegakkan bukti-bukti atas kebenarannya. Juga membantah *syubhat-syubhat* yang dikeluarkan oleh orang-orang kafir. Kemudian pada sepuluh wasiat tersebut, Allah Swt. menyebutkan pula tentang prinsip-prinsip keutamaan dan tata kesopanan yang diperintahkan oleh Islam. Juga disebutkan kekejian-kekejian dan sifat-sifat rendah yang menjadi lawannya, yang dilarang oleh Islam. Untuk itu Allah Swt. menerangkan pula tentang pembalasan umum di akhirat kelak atas kebaikan-kebaikan, yaitu, iman dan amal-amal sholeh serta pembalasan atas keburukan-keburukan, yaitu, kekafiran dan segala perbuatan yang keji, baik yang tampak maupun yang tidak tampak (Al-Maraghi, 1986).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa jika seseorang berbuat baik, maka yang akan didapatkan juga akan baik. Dan kebaikan yang diperoleh menjadi sepuluh kali lipat dari perbuatan baik yang dilakukannya. Sebaliknya, apabila seseorang melakukan perbuatan buruk, niscaya akan dihukum setimpal tanpa diberi tambahan, kecuali Allah Swt. telah mengampuninya sebagai wujud sifat penyabar dan pemaaf-Nya. Karena pada dasarnya, tidak ada kedzaliman berupa pengurangan amal baik dan penambahan amal buruk dari apa yang telah dilakukan.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari uraian yang telah dibahas pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan:

1. Pola data yang diperoleh menggunakan model *Fuzzy Time Series-Markov Chain* (FTS-MC) mengikuti pola dari data aktual. Sedangkan pola data yang diperoleh dari *Fuzzy Time Series* (FTS) Klasik cenderung berbeda dengan pola data yang sesungguhnya. Hal tersebut karena adanya perbedaan pada proses perhitungan nilai peramalan antara FTS-MC dan FTS Klasik.
2. Model FTS-MC memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan model FTS Klasik. Diperoleh nilai MAPE untuk model FTS-MC yaitu 1,50% dan nilai MSE sebesar 0,13. Sedangkan nilai MAPE untuk model FTS klasik yaitu sebesar 2,25% dan nilai MSE sebesar 0,34.
3. Hasil peramalan nilai inflasi Provinsi Jawa Timur pada bulan Januari 2015 dengan menggunakan model FTS-MC adalah sebanyak 2,25%.
4. Dalam konsep agama, peramalan dapat dihubungkan dengan perilaku manusia. Sebagaimana firman Allah Swt. pada surat al-An'am ayat 160 yang menjelaskan bahwa jika seseorang berbuat baik, maka yang akan didapatkan juga akan baik. Sebaliknya, apabila seseorang melakukan perbuatan buruk, niscaya akan dihukum setimpal tanpa diberi tambahan, kecuali Allah Swt. telah mengampuninya sebagai wujud sifat penyabar dan pemaaf-Nya. Jadi,

setiap manusia harus memperhatikan apa yang akan dilakukannya di masa sekarang agar tidak berdampak buruk di masa yang akan datang.

## 5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini ada beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya yang antara lain adalah sebagai berikut:

1. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat menggunakan metode peramalan *fuzzy* lainnya sebagai model pembanding, contohnya model *Average Based Fuzzy Time Series-Markov Chain*.
2. Perlu adanya pembuatan program agar mempermudah memperoleh hasil ramalan secara efektif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Maraghi, A.M. 1986. *Terjemahan Tafsir Al-Maraghi 8*. Semarang: CV. Toha Putra.
- Al-Maraghi, A.M. 1988. *Terjemahan Tafsir Al-Maraghi 12*. Semarang: CV. Toha Putra.
- Al-Maraghi, A.M. 1989. *Terjemahan Tafsir Al-Maraghi 19*. Semarang: CV. Toha Putra.
- Boaisha, S.M., dan Amaitik, S.M. 2010. Forecasting Model Based on Fuzzy Time Series Approach. *Proceedings of the 10th International Arab Conference on Information Technology-ACIT*, (Online), p. 1-6, (<http://itpapers.info/acit10/papers/f654.pdf>), diakses 05 April 2016.
- Budiharto, W. dan Derwin, S. 2014. *Artificial Intelligence: Konsep dan Penerapannya*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Halimi, R., Wiwik, A., dan Raras, T. 2013. Pembuatan Aplikasi Peramalan Jumlah Permintaan Produk dengan Metode Time Series Exponential Smoothing Holts Winter di PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. *Jurnal Teknik Pomits*, (Online), 1 (1): 1-6, (<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-34594-5209100014-Paper.pdf>), diakses 05 April 2016.
- Handoko, B. 2010. Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek pada Sistem Kelistrikan Jawa Timur dan Bali Menggunakan Fuzzy Time Series. *Jurnal*, 2206, 100, 125. (Online), (<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-12683-Paper.pdf>), diakses 05 April 2016.
- Haryono, A., Agus, W., dan Sobri, A. 2013. Kajian Model Automatic Clustering-FTS-Markov Chain dalam Memprediksi Data Historis Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Di Kota Malang. *Jurnal Sains Dasar*, (Online), 2 (1): 63-71, (<http://journal.uny.ac.id/index.php/jsd/article/view/3365>), diakses 05 April 2016.
- Hasan, I. 2011. *Manajemen Operasional Perspektif Integratif*. Malang: UIN Maliki Press.
- Jumingan. 2009. *Studi Kelayakan Bisnis-Teori dan Pembuatan Proposal Kelayakan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Junaidi, N., Wijono, dan Erni, Y. 2015. Model Average Based FTS Markov Chain untuk Peramalan Penggunaan Bandwidth Jaringan Komputer. *Jurnal EECCIS*, (Online), 9 (1): 31-36, (<http://jurnaleeccis.ub.ac.id/index.php/eccis/article/download/271/240>), diakses 05 April 2016.

- Purwanto, A.D., Candra, D., dan Nanang, Y.S. 2013. Penerapan Metode Fuzzy Time Series Average-Based pada Peramalan Data Harian Penampungan Susu Sapi. *Repository Jurnal Mahasiswa PTIK UB*, (Online), 1 (5): 1-8, (<http://filkom.ub.ac.id/doro/archives/detail/DR00045201306>), diakses 26 Januari 2016.
- Salvatore, D. 2001. *Managerial Economics dalam Perekonomian Global Edisi Ke Empat Jilid Satu*. Terjemahan dari Managerial Economics 4<sup>th</sup> Ed, oleh M. Th. Anitawati dan Natalia Santoso. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Subagyo, P. 1986. *Forecasting Konsep dan Aplikasi Edisi 2*. Yogyakarta : BPFE.
- Susilo, F. 2006. *Himpunan dan Logika Kabur Serta Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Tauryawati, M.L. dan Irawan M.I. 2014. Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Cheng dan Metode Box-Jenkins untuk Memprediksi IHSG. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, (Online), 3 (2): 34-39, ([http://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains\\_seni/article/view/7985](http://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/7985)), diakses 22 Mei 2016.
- Tsaur, R. 2012. A Fuzzy Time Series-Markov Chain Model With an Application to Forecast The Exchange Rate Between The Taiwan and US Dollar. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, (Online), 8 (7): 4931-4942, (<http://www.ijicic.org/ijicic-11-04029.pdf>), diakses 17 Januari 2016.

### Lampiran 1 Perhitungan Elemen Matriks Probabilitas

- Untuk  $A_i \rightarrow A_j$  dengan  $i = 1$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, n$

Karena *state*  $A_1$  bertransisi ke *state* lainnya sebanyak 8 kali yaitu ke *state*  $A_1$  sebanyak 3 kali, *state*  $A_2$  sebanyak 3 kali dan *state*  $A_3$  sebanyak 2 kali, maka:

$$\begin{aligned} P_{11} &= \frac{3}{8} \\ P_{12} &= \frac{3}{8} \\ P_{13} &= \frac{2}{8} \end{aligned}$$

- Untuk  $A_i \rightarrow A_j$  dengan  $i = 2$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, n$

Karena *state*  $A_2$  bertransisi ke *state* lainnya sebanyak 27 kali yaitu ke *state*  $A_1$  sebanyak 3 kali, *state*  $A_2$  sebanyak 17 kali, *state*  $A_3$  sebanyak 5 kali, dan *state*  $A_4$  sebanyak 2 kali, maka:

$$\begin{aligned} P_{21} &= \frac{3}{27} \\ P_{22} &= \frac{17}{27} \\ P_{23} &= \frac{5}{27} \\ P_{24} &= \frac{2}{27} \end{aligned}$$

- Untuk  $A_i \rightarrow A_j$  dengan  $i = 3$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, n$

Karena *state*  $A_3$  bertransisi ke *state* lainnya sebanyak 18 kali yaitu ke *state*  $A_1$  sebanyak 2 kali, *state*  $A_2$  sebanyak 5 kali, *state*  $A_3$  sebanyak 7 kali, *state*  $A_4$  sebanyak 2 kali, *state*  $A_5$  sebanyak 1 kali dan *state*  $A_7$  sebanyak 1 kali, maka:

$$\begin{aligned}
 P_{31} &= \frac{2}{18} \\
 P_{32} &= \frac{5}{18} \\
 P_{33} &= \frac{7}{18} \\
 P_{34} &= \frac{2}{18} \\
 P_{35} &= \frac{1}{18} \\
 P_{37} &= \frac{1}{18}
 \end{aligned}$$

- Untuk  $A_i \rightarrow A_j$  dengan  $i = 4$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, n$

Karena *state*  $A_4$  bertransisi ke *state* lainnya sebanyak 4 kali yaitu ke *state*  $A_2$  sebanyak 2 kali, *state*  $A_3$  sebanyak 1 kali, dan *state*  $A_6$  sebanyak 1 kali, maka:

$$\begin{aligned}
 P_{42} &= \frac{2}{4} \\
 P_{43} &= \frac{1}{4} \\
 P_{46} &= \frac{1}{4}
 \end{aligned}$$

- Untuk  $A_i \rightarrow A_j$  dengan  $i = 5$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, n$

Karena *state*  $A_5$  hanya bertransisi ke *state*  $A_3$  sebanyak 1 kali, maka:

$$P_{53} = 1$$

- Untuk  $A_i \rightarrow A_j$  dengan  $i = 6$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, n$

*State*  $A_6$  tidak bertransisi ke *state* lainnya.

- Untuk  $A_i \rightarrow A_j$  dengan  $i = 7$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, n$

Karena *state*  $A_7$  hanya bertransisi ke *state*  $A_3$  sebanyak 1 kali, maka:

$$P_{73} = 1$$

Lampiran 2 Nilai Penyesuaian Kecenderungan Hasil Peramalan  $A_i$  ke $A_j$ Tabel 4.7 Nilai Penyesuaian Kecenderungan Hasil Peramalan  $A_i$  ke  $A_j$ 

Current State	Next State	Nilai Penyesuaian	Current State	Next State	Nilai Penyesuaian
$A_3 \rightarrow$	$A_2$	-0,25	$A_3 \rightarrow$	$A_4$	0,25
$A_2 \rightarrow$	$A_1$	-0,25	$A_4 \rightarrow$	$A_2$	-0,50
$A_1 \rightarrow$	$A_2$	0,25	$A_2 \rightarrow$	$A_2$	0
$A_2 \rightarrow$	$A_2$	0	$A_2 \rightarrow$	$A_2$	0
$A_2 \rightarrow$	$A_3$	0,25	$A_2 \rightarrow$	$A_3$	0,25
$A_3 \rightarrow$	$A_5$	0,5	$A_3 \rightarrow$	$A_3$	0
$A_5 \rightarrow$	$A_3$	-0,5	$A_3 \rightarrow$	$A_3$	0
$A_3 \rightarrow$	$A_2$	-0,25	$A_3 \rightarrow$	$A_3$	0
$A_2 \rightarrow$	$A_2$	0	$A_3 \rightarrow$	$A_1$	-0,50
$A_2 \rightarrow$	$A_2$	0	$A_1 \rightarrow$	$A_1$	0
$A_2 \rightarrow$	$A_4$	0,5	$A_1 \rightarrow$	$A_3$	0,50
$A_4 \rightarrow$	$A_3$	-0,25	$A_3 \rightarrow$	$A_7$	1,00
$A_3 \rightarrow$	$A_2$	-0,25	$A_7 \rightarrow$	$A_3$	-1,00
$A_2 \rightarrow$	$A_1$	-0,25	$A_3 \rightarrow$	$A_1$	-0,5
$A_1 \rightarrow$	$A_1$	0	$A_1 \rightarrow$	$A_1$	0
$A_1 \rightarrow$	$A_2$	0,25	$A_1 \rightarrow$	$A_6$	0,25
$A_2 \rightarrow$	$A_3$	0,25	$A_2 \rightarrow$	$A_3$	0,25
$A_3 \rightarrow$	$A_3$	0	$A_3 \rightarrow$	$A_4$	0,25
$A_3 \rightarrow$	$A_3$	0	$A_4 \rightarrow$	$A_2$	-0,50
$A_3 \rightarrow$	$A_2$	-0,25	$A_2 \rightarrow$	$A_2$	0
$A_2 \rightarrow$	$A_1$	-0,25	$A_2 \rightarrow$	$A_2$	0
$A_1 \rightarrow$	$A_3$	0,50	$A_2 \rightarrow$	$A_2$	0
$A_3 \rightarrow$	$A_3$	0	$A_2 \rightarrow$	$A_2$	0
$A_3 \rightarrow$	$A_2$	-0,25	$A_2 \rightarrow$	$A_2$	0
$A_2 \rightarrow$	$A_2$	0	$A_2 \rightarrow$	$A_2$	0
$A_2 \rightarrow$	$A_2$	0	$A_2 \rightarrow$	$A_2$	0
$A_2 \rightarrow$	$A_2$	0	$A_2 \rightarrow$	$A_2$	0
$A_2 \rightarrow$	$A_2$	0	$A_2 \rightarrow$	$A_4$	0,50
$A_2 \rightarrow$	$A_3$	0,25	$A_4 \rightarrow$	$A_6$	0,50
$A_3 \rightarrow$	$A_3$	0			

## Lampiran 3 Tabel Perbandingan Data Aktual, Model FTS-MC, dan FTS

## Klasik

<b>t</b>	<b>Data Aktual</b>	<b>FTS-MC</b>	<b>FTS Klasik</b>
1	0,55	-	-
2	0,31	0,3944444444	1,08
3	-0,21	0,1488888889	0,5
4	0,19	0,4525	0,25
5	0,37	0,3233333333	0,5
6	0,92	0,6866666667	0,5
7	1,83	1,2883333333	1,08
8	0,82	1,25	0,75
9	0,46	0,4994444444	1,08
10	0,02	0,4933333333	0,5
11	0,47	0,207407407	0,5
12	1,02	1,00	0,5
13	0,87	0,63	1,08
14	0,15	0,5188888889	1,08
15	-0,03	0,05	0,5
16	-0,44	0,27	0,25
17	0,03	0,37	0,25
18	0,54	0,47	0,5
19	0,62	0,64	1,08
20	0,93	0,67	1,08
21	0,44	0,54	1,08
22	-0,16	0,23	0,5
23	0,51	0,72	0,25
24	0,57	0,63	1,08
25	0,35	0,40	1,08
26	0,25	0,42	0,5
27	0,08	0,36	0,5
28	0,16	0,25	0,5
29	0,15	0,30	0,5
30	0,58	0,55	0,5
31	0,63	0,66	1,08
32	1,28	0,93	1,08
33	0,02	0,38	1,08
34	0,15	0,22	0,5
35	0,21	0,30	0,5
36	0,55	0,59	0,5
37	0,97	0,64	1,08
38	0,97	0,81	1,08
39	0,89	0,81	1,08
40	-0,36	0,28	1,08

Lanjutan Tabel Perbandingan Data Aktual, Model FTS-MC, dan FTS Klasik

<b><i>t</i></b>	<b>Data Aktual</b>	<b>FTS-MC</b>	<b>FTS Klasik</b>
41	-0,20	0,15	0,25
42	0,68	0,71	0,25
43	2,96	1,70	1,08
44	0,97	1,75	0,75
45	-0,23	0,31	1,08
46	-0,06	0,20	0,25
47	0,19	0,51	0,25
48	0,60	0,57	0,5
49	1,06	0,91	1,08
50	0,28	0,38	1,08
51	0,23	0,38	0,5
52	0,01	0,35	0,5
53	0,21	0,21	0,5
54	0,36	0,34	0,5
55	0,48	0,43	0,5
56	0,37	0,51	0,5
57	0,33	0,44	0,5
58	0,44	0,41	0,5
59	1,38	0,98	0,5
60	2,38	1,38	1,08