

**PERAMALAN HARGA SAHAM PADA INDEKS SAHAM  
SYARIAH INDONESIA (ISSI) MENGGUNAKAN *FUZZY TIME*  
*SERIES MARKOV CHAIN***

**TUGAS AKHIR**



**Disusun Oleh:**

**Pridharma Jadmiko**

**14 611 130**

**PROGRAM STUDI STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2018**

**PERAMALAN HARGA SAHAM PADA INDEKS SAHAM  
SYARIAH INDONESIA (ISSI) MENGGUNAKAN *FUZZY TIME*  
*SERIES MARKOV CHAIN***

**TUGAS AKHIR**

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



**Disusun Oleh:**

**Pridharma Jadmiko**

**14 611 130**

**PROGRAM STUDI STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2018**

**HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING  
TUGAS AKHIR**

Judul : Peramalan Harga Saham Pada Indeks Saham Syariah  
Indonesia (ISSI) Menggunakan *Fuzzy Time Series Markov  
Chain*

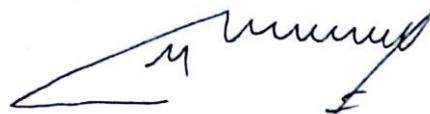
Nama Mahasiswa : Pridharma Jadmiko

Nomor Mahasiswa: 14 611 130

**TUGAS AKHIR INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI UNTUK  
DIUJIKAN**

Yogyakarta, 16 April 2018

**Pembimbing**



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

**HALAMAN PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**PERAMALAN HARGA SAHAM PADA INDEKS SAHAM  
SYARIAH INDONESIA (ISSI) MENGGUNAKAN *FUZZY TIME SERIES*  
*MARKOV CHAIN***

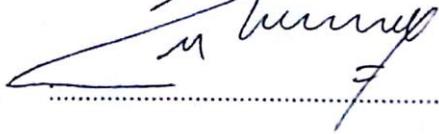
**Nama Mahasiswa** : Pridharma Jadmiko

**Nomor Mahasiswa** : 14 611 130

**TUGAS AKHIR INI TELAH DIUJIKAN  
PADA TANGGAL 23 MEI 2018**

**Nama Penguji**

**Tanda Tangan**

1. Dr. Kartiko, M.Si : 
2. Muhammad Hasan Sidiq Kurniawan, M.Sc : 
3. Muhammad Muhajir, S.Si., M.Sc. : 

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



  
Drs. Allwar, M.Sc., Ph.D

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr.Wb.*

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya berupa keimanan, kekuatan, kesabaran, kelancaran serta keselamatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Peramalan Harga Saham Pada Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) Menggunakan *Fuzzy Time Series Markov Chain*”. Shalawat serta salam tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para pengikut-pengikutnya.

Penulisan skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia. Selama penyusunan skripsi ini, penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penyusun bermaksud menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Nandang Sutrisno, SH., M.Hum., LL.M., Ph.D, selaku Rektor Universitas Islam Indonesia beserta seluruh jajarannya.
2. Bapak Drs. Allwar, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam beserta seluruh jajarannya.
3. Bapak Dr. RB. Fajriya Hakim, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Statistika beserta seluruh jajarannya.
4. Bapak Muhammad Muhajir, S.Si., M.Sc. yang sangat berjasa dalam penyelesaian skripsi ini dan selalu memberi bimbingan selama penulisan skripsi ini.
5. Dosen-dosen Statistika Universitas Islam Indonesia yang selalu berbagi ilmu baik dalam bidang akademik maupun non akademik.
6. Dewan Penguji yang telah memberikan saran dalam penulisan skripsi ini.
7. Bapak, Ibu, dan Keluarga Besar yang selalu mendoakan yang terbaik

8. Teman-teman satu bimbingan tugas akhir (bimbingan bapak Muhajir) Bana, Feri, Fandi, Cynthia, Ulfa, Arif, Virga, Aldira dan Naya yang selalu berbagi ilmu dan berbagi cerita serta pengalaman.
9. Teman-teman penulis : Fachry, Yadin, Fandi, Feri, Bana, Shodiq, Cholis, Odon, Mas Sahdar yang sudah banyak memberikan semangat dan bantuan dalam memulai dan mengakhiri skripsi ini.
10. Teman-teman KKN unit 408 Kecamatan Karangdowo, Dusun Babadan, Fajar, Khalifa, Teguh, Sofin, Desinta, Eka, Lia dan Rahma, suka dan duka yang telah dilalui bersama tidak akan pernah terlupakan.
11. Teman-teman Statistika 2014 yang sudah banyak memberikan semangat dan dukungan selama penulisan skripsi ini.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu segala kritik dan saran yang sifatnya membangun selalu penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi semua yang membutuhkan umumnya. Akhir kata, semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua, Amin amin ya robbal ‘alamiin

***Wassalamu’alaikum, Wr.Wb .***

Yogyakarta, 16 April 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL.....                                       | i    |
| HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING .....                     | ii   |
| HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....                      | iii  |
| KATA PENGANTAR .....                                     | iv   |
| DAFTAR ISI.....  | vi   |
| DAFTAR TABEL.....  | viii |
| DAFTAR GAMBAR .....                                      | ix   |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                     | x    |
| PERNYATAAN.....  | xi   |
| INTISARI.....  | xii  |
| <i>ABSTRACT</i> .....                                    | xiii |
| <b>BAB I. PENDAHULUAN</b>                                |      |
| 1.1. Latar Belakang .....                                | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                               | 5    |
| 1.3. Batasan Masalah.....                                | 5    |
| 1.4. Jenis Penelitian dan Metode Analisis.....           | 5    |
| 1.5. Tujuan Penelitian .....                             | 5    |
| 1.6. Manfaat Penelitian .....                            | 5    |
| <b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>                          |      |
| 2.1. Penelitian Peramalan Secara Umum FTSMC .....        | 7    |
| 2.2. Penelitian Peramalan Indeks Harga Saham FTSMC ..... | 8    |
| 2.3. Penelitian Peramalan Indeks Harga Saham .....       | 9    |
| <b>BAB III. LANDASAN TEORI</b>                           |      |
| 3.1. Saham.....  | 10   |
| 3.2. Harga Saham .....                                   | 12   |
| 3.3. Saham Syari'ah .....                                | 13   |
| 3.4. Data Runtun Waktu (Time Series).....                | 16   |
| 3.5. Pola Data Peramalan .....                           | 16   |
| 3.6. Peramalan ( <i>Forecasting</i> ).....               | 19   |

|  |    |
|--|----|
| 3.7. Logika Fuzzy.....                                     | 19 |
| 3.8. Himpunan Fuzzy .....                                  | 20 |
| 3.9. Fungsi Keanggotaan.....                               | 21 |
| 3.10. Proses Stokastik .....                               | 24 |
| 3.11. Rantai Markov .....                                  | 25 |
| 3.12. Fuzzy Time Series .....                              | 25 |
| 3.13. Model Fuzzy Time Series Markov Chain (FTSMC) .....   | 27 |
| <b>BAB IV. METODE PENELITIAN</b>                           |    |
| 4.1. Populasi Penelitian .....                             | 34 |
| 4.2. Variabel Penelitian .....                             | 34 |
| 4.3. Alat dan Cara Organisir Data .....                    | 34 |
| <b>BAB V. PEMBAHASAN</b>                                   |    |
| 5.1. Deskriptif Data .....                                 | 36 |
| 5.2. Peramalan Fuzzy Time Series Markov Chain (FTSMC)..... | 36 |
| 5.3. Validasi Metode .....                                 | 45 |
| <b>BAB VI. PENUTUP</b>                                     |    |
| 6.1. Kesimpulan.....                                       | 46 |
| 6.2. Saran.....  | 46 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>                                      |    |
| <b>LAMPIRAN</b>  |    |

## DAFTAR TABEL

| <b>Nomor</b> | <b>Judul</b>                               | <b>Halaman</b> |
|--------------|--|----------------|
| 5.1          | Pembagian Semesta Pembicaraan              | 37             |
| 5.2          | Data Fuzzyfikasi                           | 39             |
| 5.3          | <i>Fuzzy Logical Relation (FLR)</i>        | 40             |
| 5.4          | <i>Fuzzy Logical Relation Group (FLRG)</i> | 41             |
| 5.5          | Perbandingan Ukuran Ketepatan Model        | 45             |

## DAFTAR GAMBAR

| <b>Nomor</b> | <b>Judul</b>   | <b>Halaman</b> |
|--------------|--|----------------|
| 1.1          | Perkembangan Indeks IHSG Dan JII Di Bursa Efek Indonesia | 2              |
| 3.1          | Contoh Pola Horizontal                                   | 17             |
| 3.2          | Contoh Pola <i>Trend</i>                                 | 17             |
| 3.3          | Contoh Gerakan Siklis                                    | 18             |
| 3.4          | Contoh Pola Gerakan Musiman                              | 18             |
| 3.5          | Linear Naik  | 22             |
| 3.6          | Linear Turun   | 22             |
| 3.7          | Kurva Segitiga   | 23             |
| 3.8          | Kurva Trapesium  | 24             |
| 4.1          | Tahapan Penelitian                                       | 35             |
| 5.1          | Harga Penutupan Saham ISSI                               | 36             |
| 5.2          | Proses Transisi Peramalan                                | 41             |
| 5.3          | Hasil Peramalan Sebelum Disesuaikan                      | 43             |
| 5.4          | Hasil Peramalan Setelah Disesuaikan                      | 44             |
| 5.5          | Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Peramalan         | 44             |

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data ISSI periode Januari 2012 - Maret 2018
- Lampiran 2 *Syntax* Program R

## PERNYATAAN

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

Yogyakarta, 16 April 2018.



# PERAMALAN HARGA SAHAM PADA INDEKS SAHAM SYARIAH INDONESIA (ISSI) MENGGUNAKAN *FUZZY TIME SERIES MARKOV CHAIN*

Pridharma Jadmiko

Program Studi Statistika Fakultas MIPA

Universitas Islam Indonesia

## INTISARI

Indonesia sebagai negara muslim terbesar di dunia merupakan pasar yang sangat besar untuk pengembangan industri keuangan syariah. Indeks Islam atau Indeks Syariah telah mengambil tempat dalam proses Islamisasi pasar modal dan menjadi awal dari pengembangan pasar modal syariah. Sejak terbentuknya Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) pada 12 Mei 2011, para investor telah dimudahkan untuk menginvestasikan modalnya pada saham syariah di Indonesia karena sudah sesuai dengan prinsip-prinsip syariah dan mencakup seluruh saham syariah yang ada di Bursa Efek Indonesia (BEI). Data indeks yang dikeluarkan ISSI merupakan data aktivitas perdagangan saham yang mempunyai sifat berkala dan tidak menutup kemungkinan terjadi fluktuasi. Fluktuasi ini akan menyulitkan para investor untuk melihat bagaimana prospek investasi saham ke depan. Alat yang diperlukan dalam mengatasi hal tersebut ialah teknik peramalan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghitung peramalan adalah metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* (FTSMC). Metode ini merupakan penerapan matematika *fuzzy time series* dengan menggunakan rantai *markov*. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga penutupan saham di ISSI dari Januari 2012 sampai Maret 2018. Hasil penelitian yang diperoleh yaitu dengan menggunakan 7 himpunan *fuzzy*, harga penutupan saham pada ISSI untuk bulan April 2018 adalah 187.4375 dengan tingkat penyimpangan pada model sebesar 1.858236 %.

**Kata Kunci :** Islamisasi Pasar Modal, Indeks Saham Syariah, Peramalan, *Fuzzy Time Series Markov Chain*

**STOCK PRICE FORECASTING OF INDONESIA SHARIA  
STOCK INDEX (ISSI) USING FUZZY TIME SERIES  
MARKOV CHAIN**

Pridharma Jadmiko

*Statistics Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences*

*Islamic University of Indonesia*

**ABSTRACT**

*Indonesia as the largest Muslim country in the world is a huge market for the development of sharia financial industry. The Islamic Index or Sharia Index has taken its place in the process of Islamization of the capital market and became the beginning of the development of the sharia capital market. Since the establishment of Indonesia Sharia Stock Index (ISSI) on May 12, 2011, investors have been eager to invest their capital in sharia stock in Indonesia because it is in accordance with the principles of sharia and covers all Sharia Stock in Indonesia Stock Exchange (IDX). ISSI index data is data of periodic trading activity of stock and does not close possibility of fluctuation. This fluctuation will make it difficult for investors to see how the prospects of future investment in stocks. The tools needed to overcome this is the technique of forecasting. One method that can be used to calculate forecasting is the Fuzzy Time Series Markov Chain (FTSMC) method. This method is the application of math fuzzy time series by using markov chain. The data used in this research is the closing stock price data at ISSI from January 2012 to March 2018. The result of this research is using 7 fuzzy set, the closing price of stock in ISSI for April 2018 is 187.4375 with the deviation rate on the model of 1.858236 %.*

**Keywords** : *Islamization of the capital market, Sharia Stock Index, Forecasting, Fuzzy Time Series Markov Chain*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Saham merupakan instrument pasar modal yang memberikan tingkat keuntungan paling menarik sehingga banyak diminati investor (Fahmi, 2012). Seorang atau pihak (badan usaha) tertentu yang membeli saham berarti otomatis orang/pihak tersebut membeli sebagian kepemilikan atas perusahaan yang dibeli. Seorang atau pihak (badan usaha) tersebut juga memiliki klaim atas pendapatan perusahaan, klaim atas aset perusahaan, dan bahkan berhak hadir dalam rapat umum pemegang saham (RUPS) (Danareksaonline, 2014).

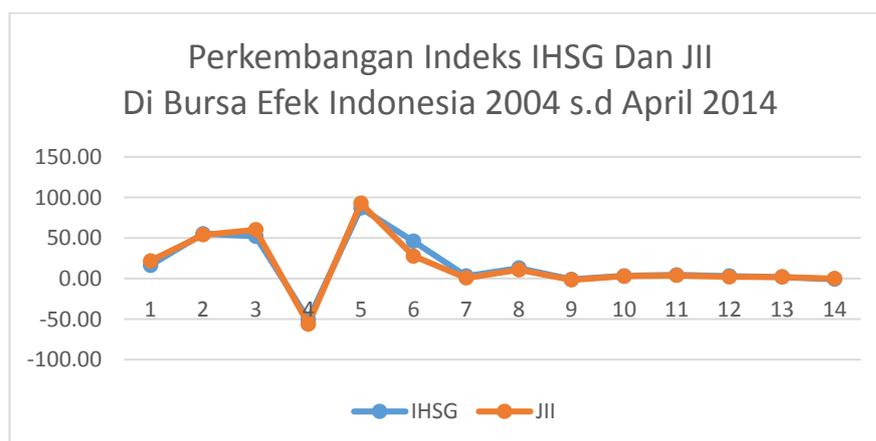
Terdapat salah satu wahana yang berfungsi untuk mempertemukan pihak-pihak yang memerlukan dana (perusahaan) jangka panjang dengan pihak yang memiliki dana (investor). Wahana yang dimaksud adalah pasar modal. Berdasarkan UU No. 8 tahun 1995 Pasal 1, pasar modal merupakan kegiatan yang bersangkutan dengan penawaran umum dan perdagangan efek, perusahaan publik yang berkaitan dengan efek yang diterbitkannya, serta lembaga dan profesi yang berkaitan dengan efek. Dengan kata lain, pasar modal adalah pasar yang memperdagangkan kredit jangka panjang, dalam bentuk surat berharga (efek) seperti saham dan obligasi (UU RI No.8 1995).

Bursa Efek Indonesia (BEI) merupakan salah satu lembaga pasar modal yang dibentuk pada akhir November tahun 2007 di Jakarta. Banyak saham *go public* (perusahaan terbuka) di Indonesia yang sudah tercatat di lembaga pasar modal ini. BEI terbentuk melalui penggabungan (*merger*) antara Bursa Efek Jakarta dikelola oleh Badan pengawas pasar modal (BAPEPAM) milik pemerintah dan Bursa Efek Surabaya yang beroperasi dikelola oleh PT Bursa Efek Surabaya milik swasta. Bursa efek bertujuan untuk menyediakan sistem dan atau sarana perdagangan efek dan yang dapat melakukan perdagangan Efek di Bursa Efek hanya Perusahaan Efek yang melakukan kegiatan sebagai Perantara Perdagangan Efek, pemegang saham

Bursa Efek dibatasi hanya pada Perusahaan Efek yang telah memperoleh izin usaha dari BAPEPAM sebagai perantara Perdagangan Efek (UU RI No.8 1995 Pasal 8).

Islamisasi pasar modal telah memainkan beberapa peran penting yang mengubah sistem dari sektor keuangan. Indeks Islam atau Indeks Syariah telah mengambil tempat pada proses Islamisasi pasar modal dan menjadi awal dari pengembangan pasar modal syariah. Indonesia sebagai negara muslim terbesar di dunia merupakan pasar yang sangat besar untuk pengembangan industri keuangan syariah. Investasi Syariah di pasar modal yang merupakan bagian dari industri keuangan Syariah, mempunyai peranan yang cukup penting untuk dapat meningkatkan pangsa pasar industri keuangan Syariah di Indonesia (Azis, Mintarti dan Nadir, 2015).

Salah satu pedoman bagi investor yang ingin melakukan investasi di pasar modal, khususnya saham adalah indeks harga saham. Indeks harga saham merupakan indikator atau cerminan pergerakan harga saham (Martalena dan Malinda, 2011). Investasi syariah di pasar modal Indonesia identik dengan Jakarta Islamic Index (JII) yang dimana anggotanya hanya 30 saham syariah terlikuid di BEI (Rachman, 2011). Berikut ini adalah grafik perkembangan Indeks IHSG dan JII dari tahun 2004 sampai dengan April 2014.



**Gambar 1.1** Perkembangan Indeks IHSG Dan JII Di Bursa Efek Indonesia  
(Sumber: Otoritas Jasa Keuangan)

Perkembangan pasar modal syariah menunjukkan kemajuan seiring dengan meningkatnya indeks yang ditunjukkan dalam Jakarta Islamic Index (JII). Peningkatan indeks pada JII secara persentase hampir sama dengan indeks IHSG. Hal ini dikarenakan ada konsep halal, berkah dan bertambah pada pasar modal syariah yang memperdagangkan saham syariah. Pasar modal syariah menggunakan prinsip, prosedur, asumsi, instrumentasi, dan aplikasi bersumber dari nilai epistemologi Islam (Nazwar, 2008).

Sejak November 2007, Badan Pengawas Pasar Modal (BAPEPAM) dan Lembaga Keuangan (LK) telah mengeluarkan Daftar Efek Syariah (DES) yang berisi daftar saham Syariah yang ada di Indonesia. Keberadaan DES ditindaklanjuti oleh BEI dengan meluncurkan Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) pada tanggal 12 Mei 2011. ISSI merupakan indeks saham syariah yang beranggotakan seluruh saham syariah yang dahulunya terdaftar di IHSG bergabung dengan saham non syariah lainnya. Pada tanggal 8 Maret 2011, diterbitkan Fatwa No. 80 tentang Penerapan Prinsip Syariah dalam Mekanisme Perdagangan Efek Bersifat Ekuitas di Bursa Efek oleh DSN-MUI. Fatwa ini diharapkan dapat meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap ISSI sehingga mempermudah masyarakat untuk menginvestasikan modalnya pada saham syariah di Indonesia karena investasi Syariah di pasar modal Indonesia sudah sesuai dengan prinsip-prinsip Syariah.

Data indeks yang dikeluarkan oleh ISSI merupakan data aktivitas perdagangan saham yang mempunyai sifat berkala, yaitu data yang disajikan dalam kurun waktu tertentu. Data indeks tersebut tidak menutup kemungkinan terjadi fluktuasi berupa kenaikan dan penurunan harga. Ini disebabkan karena adanya permintaan dan penawaran atas saham di pasar modal. Fluktuasi harga saham ini dapat menyulitkan pelaku pasar/investor untuk melihat bagaimana prospek investasi saham sebuah perusahaan dimasa yang akan datang sehingga dapat mengurangi resiko bagi investor dalam berinvestasi agar keuntungan yang diharapkan diperoleh tidak berubah menjadi kerugian atau jauh lebih kecil daripada yang diharapkan. Salah satu alat yang diperlukan dalam mengatasi hal tersebut ialah

teknik peramalan. Teknik peramalan merupakan suatu teknik yang digunakan untuk menaksir keadaan yang akan datang (Herjanto, 2009).

Peramalan terhadap harga saham sangat bermanfaat untuk melihat prospek investasi saham suatu perusahaan pada masa yang akan datang. Peramalan ini juga diharapkan bisa mengurangi resiko bagi investor dalam berinvestasi pada suatu perusahaan agar terhindar dari kerugian (Riyanto, 2017). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghitung peramalan adalah metode *Fuzzy Time Series* (FTS).

*Fuzzy Time Series* (FTS) merupakan penerapan matematika *fuzzy* dibidang *time series*. Apabila data tidak lengkap dan mengandung *noise*, menggunakan FTS dapat membantu mendapatkan hasil yang lebih baik (Cai, 2013). FTS pertama kali diusulkan oleh Song dan Chissom tahun 1993. Penelitian ini digunakan untuk memodelkan peramalan jumlah pendaftar di suatu Universitas melalui penerapan konsep logika *fuzzy* menggunakan *time invariant* dan model *time variant*. Dalam beberapa tahun terakhir, FTS secara bertahap telah diterapkan untuk memprediksi pasar saham. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan Yu (2004) memprediksi indeks Taiwan dengan metode *weighted fuzzy time-series* dan Cheng (2008), memprediksi indeks Taiwan dengan metode *fuzzy time-series based on adaptive expectation model*.

*Fuzzy time series markov chain* (FTSMC) merupakan konsep baru yang pertama kali diusulkan oleh Rue-Chyn Tsaur tahun 2012. Dalam penelitiannya, metode FTSMC digunakan untuk menganalisis keakuratan prediksi nilai tukar mata uang Taiwan dengan dolar US. Penggabungan antara *Fuzzy time series* dengan *markov chain* bertujuan untuk memperoleh probabilitas terbesar menggunakan matriks probabilitas transisi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode *fuzzy time series markov chain* memberikan akurasi yang cukup baik dibandingkan dengan metode *fuzzy time series* lainnya.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis akan membahas permasalahan tersebut dalam skripsi ini dengan judul “Peramalan Harga Saham pada Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) Menggunakan *Fuzzy Time Series Markov Chain*”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang akan dikaji pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil peramalan harga saham pada Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*.
2. Bagaimana ukuran ketepatan model *Fuzzy Time Series Markov Chain* dalam peramalan harga saham pada Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI).

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini terfokus hanya pada data harga penutupan Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) periode Januari 2012 sampai Maret 2018.
2. Metode yang digunakan *Fuzzy Time Series Markov Chain*.

## **1.4 Jenis Penelitian dan Metode Analisis**

Jenis penelitian ini adalah penelitian kategori aplikasi metode yang menggunakan analisis deskriptif dan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*.

## **1.5 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui hasil peramalan harga saham pada Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*.
2. Mengetahui ukuran ketepatan model *Fuzzy Time Series Markov Chain* dalam peramalan harga saham pada Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI).

## **1.6 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menambah dan memperkaya pengetahuan bagi penulis khususnya dan mahasiswa pada umumnya tentang pengembangan dan aplikasi Metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dalam peramalan harga saham pada Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI).

2. Memberikan informasi yang berguna bagi pemerintah dan para pelaku pasar/investor di pasar modal syariah Indonesia terkait dalam mengantisipasi atau mengambil suatu tindakan bisnis.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Sebagai kajian bagi penulis, penelitian terdahulu sangat penting diketahui oleh penulis agar menghindari terjadinya penjiplakan dan diketahui hubungan antara penelitian sebelumnya dengan saat ini.

#### **2.1 Penelitian yang Membahas Tentang Peramalan Secara Umum menggunakan Metode Fuzzy Time Series**

Satria, Sukarsa dan Jayanegara pada tahun 2015 melakukan penelitian tentang “Peramalan Jumlah Wisatawan Australia Yang Berkunjung Ke Bali Menggunakan *Multivariat Fuzzy Time Series*”. Penelitian ini membahas tentang bagaimana peramalan jumlah turis Australia pada bulan Juli 2014 dengan membandingkan metode *Fuzzy Time Series* (FTS) dengan *Multivariat Fuzzy Time Series* (MFTS). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peramalan jumlah kunjungan wisatawan Australia ke Bali lebih baik menggunakan metode MFTS dari pada metode FTS. Kemudian hasil peramalan menggunakan metode MFTS diperoleh jumlah wisatawan Australia yang akan berkunjung ke Bali pada Juli 2014 sebanyak 91,056 jiwa.

Muhajir pada tahun 2016 melakukan penelitian tentang “Aplikasi Model *Fuzzy Time Series Markov-Chain* Dalam Memprediksi Produksi Premium Dan Solar Di Indonesia”. Penelitian ini membahas tentang bagaimana menerapkan model peramalan produksi Premium and Solar dengan melalui penggabungan konsep model *Fuzzy Time Series* dengan *Markov Chain* serta mengetahui ukuran ketepatan modelnya. Hasil peramalan menggunakan 5 himpunan *Fuzzy* menunjukkan bahwa produksi Premium dan Solar untuk bulan Juli 2014 yaitu 5829387 Barrel dan 10365767 Barrel. Dengan metode ini juga didapatkan ukuran ketepatan yaitu MAPE produksi Premium sebesar 6,012707 dan MAPE produksi Solar sebesar 9,465559.

Elfajar, Setiawan dan Dewi pada tahun 2017 melakukan penelitian tentang “Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode *Time Invariant Fuzzy Time Series*”. Penelitian ini membahas tentang bagaimana mengimplementasikan *fuzzy Time Series* untuk meramalkan pengunjung bulanan di Kota Batu. Hasil dari perhitungan metode peramalan dengan menggunakan data latih sebanyak 12, 24, 36, 48, dan 60 dengan penggunaan *fuzzy set* berbasis rata-rata terlihat bahwa semakin banyak data latih yang digunakan *error AFER* peramalan cenderung lebih rendah dan dalam perhitungan akurasi dengan menggunakan data latih mulai dari bulan Januari 2009 sampai dengan sebulan sebelum data yang akan diramalkan dengan menggunakan fuzzy set berbasis rata – rata didapatkan nilai rata – rata *error AFER* terbaik sebesar 0,0056% dengan menggunakan 60 data latih.

## **2.2 Penelitian yang Membahas Tentang Peramalan Indeks Harga Saham menggunakan Metode Fuzzy Time Series**

Cai, Zhang, Wu dan Leung pada tahun 2013 melakukan penelitian tentang “A Novel Stock Forecasting Model Based On Fuzzy Time Series And Genetic Algorithm (FTSGA)”. Penelitian ini membahas tentang bagaimana menemukan aturan internal dan menetapkan model perkiraan harga saham yang efisien untuk membantu investor meminimalkan risiko dan memaksimalkan keuntungan. Pada penelitian ini TAIEX dipilih sebagai objek penelitian dan diusulkan menggunakan model *hibrida* berbasis *fuzzy time series* dan algoritma genetika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dibandingkan dengan model lainnya metode FTSGA dapat sangat mengurangi *root mean square error* dan meningkatkan akurasi.

Rukhansah, Muslim dan Arifudin pada tahun 2015 melakukan penelitian tentang “*Fuzzy Time Series Markov Chain* Dalam Meramalkan Harga Saham”. Penelitian ini membahas tentang bagaimana hasil peramalan harga penutupan saham Astro Agro Lestari Tbk. (AALIJK) 7 (tujuh) periode berikutnya serta mengetahui keakuratan hasil model peramalannya. Hasil penelitian menunjukkan dalam periode 7 (tujuh) hari berikutnya yaitu tanggal 24 September sampai dengan

02 Oktober 2015 diperoleh harga masing masing sebesar, Rp. 17.988; Rp. 18.019; Rp. 18.035; Rp. 18.043; Rp. 18.047; Rp. 18.049 dan Rp. 18.050 dengan nilai MAE dan AFER masing-masing sebesar Rp. 291 dan 1,3813%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa persentase keakuratan model peramalannya sebesar 98,6187%.

### **2.3 Penelitian yang Membahas Tentang Peramalan Indeks Harga Saham**

Rahmayani, Ispriyanti dan Mukid pada tahun 2015 melakukan penelitian tentang “Peramalan Harga Saham Dengan Metode *Exponential Smooth Transition Autoregressive (ESTAR)*”. Penelitian ini membahas tentang bagaimana hasil peramalan harga saham pada PT United Tractors. Data yang digunakan mulai dari 1 Desember 2008 sampai dengan 29 Desember 2014. Hasil penelitian diperoleh model terbaik yaitu ESTAR (1,1) dengan MAPE sebesar 0.768233%. Model yang terbentuk yaitu  $X_t = (0.933897 + 3.9521 X_{t-1}) [1 - (1 - \exp(-334.151(X_{t-1} - 0.226797)^2))] + (0.005617 - 0.137456 X_{t-1})(1 - \exp(-334.151(X_{t-1} - 0.226797)^2))$ .

Riyanto pada tahun 2017 melakukan penelitian tentang “Peramalan Harga Saham Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Secara *Supervised Learning* Dengan *Algoritma Backpropagation*”. Penelitian ini membahas tentang bagaimana penerapan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dalam memecahkan masalah prediksi harga saham perusahaan Astra Graphia, Astra Internasional, Indofood Sukses Makmur, dan Telekomunikasi Indonesia. Data yang digunakan mulai dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2016. Hasil penelitian menunjukkan uji prediksi harga saham yang menggunakan JST secara *supervised learning* dengan algoritma *backpropagation* memiliki tingkat keakuratan di atas 98% jika dibandingkan dengan aktualnya.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Saham**

##### **3.1.1 Pengertian Saham**

Menurut Darmadji dan Fakhruddin (2012), tanda kepemilikan seseorang atau badan terhadap suatu perusahaan disebut saham (*stock*). Saham memiliki wujud berupa selembar kertas yang berisi informasi bahwa pemilik kertas tersebut merupakan pemilik perusahaan yang menerbitkannya.

Kemudian menurut Fahmi (2012), saham merupakan instrument pasar modal yang memberikan tingkat keuntungan paling menarik sehingga banyak diminati investor. Saham merupakan sebuah kertas yang tercatum nama perusahaan, nilai nominal, dan tercantum hak dan kewajiban bagi pemegangnya.

##### **3.1.2 Jenis-Jenis Saham**

Menurut Darmadji dan Fakhruddin (2012), ada beberapa jenis saham yaitu:

1. Ditinjau dari segi kemampuan dalam hak tagih atau klaim, maka saham terbagi atas:
  - a. Saham yang menempatkan pemiliknya paling akhir terhadap pembagian dividen, dan hak atas harta kekayaan perusahaan apabila perusahaan tersebut dilikuidasi disebut saham biasa (*common stock*).
  - b. Saham yang memiliki karakteristik gabungan antara obligasi dan saham biasa, karena bisa menghasilkan pendapatan tetap (seperti bunga obligasi), tetapi juga bisa tidak menghasilkan bunga tetap disebut saham preferen (*preferred stock*).
2. Dilihat dari cara pemeliharaannya, saham dibedakan menjadi:
  - a. Saham yang tidak tertulis nama pemiliknya, agar mudah dipindahtangankan dari satu investor ke investor lain disebut saham atas unjuk (*bearer stock*).

- b. Saham yang ditulis dengan jelas siapa pemiliknya, dan apabila ingin dipindahtangankan maka harus melalui prosedur tertentu disebut saham atas nama (*registered stock*).
3. Ditinjau dari kinerja perdagangannya, maka saham dapat dikategorikan menjadi:
    - a. Saham biasa dari suatu perusahaan yang memiliki reputasi tinggi serta sehat secara finansial. Saham jenis ini memiliki pendapatan yang stabil dan konsisten dalam membayar dividen, bahkan ketika bisnis berjalan lebih buruk dari biasanya. Jenis saham ini disebut saham unggulan (*blue-chip stock*)
    - b. Saham biasa dari suatu emiten yang memiliki kemampuan membayar dividen secara teratur bahkan lebih tinggi dari rata-rata dividen yang dibayarkan pada tahun sebelumnya disebut saham pendapatan (*income stock*)
    - c. Saham pertumbuhan (*growth stock*), terbagi menjadi dua yaitu *well known* dan *lesser known*. *Well know* adalah saham dari emiten yang merupakan pemimpin dalam industrinya dan memiliki reputasi tinggi serta pertumbuhan pendapatan yang tinggi. Sedangkan *lesser known* adalah saham dari emiten yang umumnya bukan sebagai pemimpin dalam industrinya, namun saham ini memiliki ciri *growth stock*.
    - d. Saham suatu perusahaan yang tidak bisa secara konsisten memperoleh penghasilan yang baik di masa mendatang disebut saham spekulatif (*spekulative stock*).
    - e. Saham yang paling stabil karena tidak terpengaruh oleh kondisi ekonomi makro maupun situasi bisnis secara umum disebut saham siklikal (*counter cyclical stock*).

## **3.2 Harga Saham**

### **3.2.1 Pengertian Harga Saham**

Menurut Sartono (2008), harga saham terbentuk melalui mekanisme permintaan dan penawaran di pasar modal. Harga saham cenderung naik, apabila saham tersebut mengalami kelebihan permintaan. Sebaliknya, harga saham cenderung turun, apabila saham tersebut mengalami kelebihan penawaran.

Kemudian menurut Jogiyanto (2008), harga suatu saham yang terjadi di pasar bursa pada saat tertentu ditentukan oleh pelaku pasar melalui permintaan dan penawaran saham yang bersangkutan di pasar modal.

Berdasarkan pengertian para ahli di atas maka dapat disimpulkan bahwa harga saham adalah harga yang terbentuk di pasar bursa sesuai permintaan dan penawaran saham yang dilakukan oleh pelaku pasar.

### **3.2.2 Jenis-Jenis Harga Saham**

Adapun jenis-jenis harga saham menurut Widodoatmojo (2005) adalah sebagai berikut:

#### **1. Harga Nominal**

Harga nominal merupakan harga yang tercantum dalam sertifikat saham, yang ditetapkan oleh emiten untuk menilai setiap lembar saham yang dikeluarkan. Besarnya harga nominal memberikan arti penting saham karena dividen minimal biasanya ditetapkan berdasarkan nilai nominal.

#### **2. Harga Perdana**

Harga perdana merupakan harga saham yang pertama kali dicatat oleh bursa efek, yang ditetapkan oleh penjamin emisi (*underwrite*) dan emiten. Dengan demikian akan diketahui berapa harga saham emiten itu akan dijual kepada masyarakat dan digunakan untuk menentukan harga perdana selanjutnya.

#### **3. Harga Pasar**

Harga pasar adalah harga saham yang telah dicatat di bursa efek pada saat itu, dengan kata lain harga pasar adalah harga jual dari investor yang satu dengan investor yang lain. Transaksi di sini tidak lagi melibatkan

emiten dari penjamin emisi dan harga inilah yang benar-benar mewakili harga perusahaan penerbitnya.

#### 4. Harga Pembukaan

Harga pembukaan adalah harga yang diminta oleh penjual atau pembeli pada saat jam bursa dibuka pada hari itu. Harga pembukaan bisa menjadi harga pasar, begitu juga sebaliknya harga pasar mungkin juga akan menjadi harga pembukaan. Namun tidak selalu terjadi.

#### 5. Harga Penutupan

Harga penutupan adalah harga yang diminta oleh penjual atau pembeli pada saat akhir hari bursa. Hari bursa ditutup pada sore hari tepat pada jam 16:00 WIB.

#### 6. Harga Tertinggi

Harga tertinggi merupakan harga yang paling tinggi yang terjadi pada hari bursa. Harga ini bisa berubah lebih dari satu kali setiap harinya pada suatu saham.

#### 7. Harga Terendah

Harga terendah merupakan harga yang paling rendah yang terjadi pada hari bursa. Harga ini bisa berubah lebih dari satu kali setiap harinya pada suatu saham. Dengan kata lain, harga terendah merupakan lawan dari harga tertinggi.

#### 8. Harga Rata-Rata

Harga rata-rata merupakan perataan dari harga tertinggi dan terendah.

### **3.3 Saham Syari'ah**

Islam telah mengatur seluruh sisi kehidupan umat manusia dan menawarkan berbagai macam cara dan kiat untuk menjalaninya sesuai dengan norma dan aturan Allah SWT. Dalam dunia investasi pun Islam juga memberikan petunjuk – petunjuk dan rambu-rambu. Menurut Huda dan Nasution (2008), rambu – rambu tersebut adalah sebagai berikut:

a. Terbebas dari Unsur Riba

Riba berarti tumbuh dan bertambah. Riba juga berarti mengambil atau memperoleh harta dengan cara tidak benar. Ayat berikut melarang riba dengan lebih jelas dan tegas:

*“Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu memakan riba dengan berlipat ganda dan bertakwalah kamu kepada Allah supaya kamu mendapat keberuntungan.” (Q.S Ali Imran: 130)*

b. Terhindar dari Unsur Gharar

Gharar secara etimologi bermakna kekhawatiran atau resiko. Gharar juga berarti semua jual beli yang mengandung ketidakjelasan, atau keraguan yang bisa mengakibatkan suatu kecelakaan, kerugian, dan kebinasaan.

c. Terhindar dari Unsur Judi (Maysir)

Maysir secara etimologi bermakna mudah. Maysir merupakan cara untuk mendapatkan uang dengan mudah tanpa kerja keras dan bertentangan dengan nilai serta aturan syariah. Allah SWT telah melarang segala jenis perjudian, hal tersebut tertuang dalam Al-Qur'an surat al-Maidah ayat 90-91:

*“Hai orang-orang yang beriman, Sesungguhnya (meminum) khamar, berjudi, (berkorban untuk) berhala, mengundi nasib dengan panah, adalah termasuk perbuatan syaitan. Maka jauhilah perbuatan-perbuatan itu agar kamu mendapat keberuntungan.” (Al-Maidah: 90)*

*“Sesungguhnya syaitan itu bermaksud hendak menimbulkan permusuhan dan kebencian di antara kamu lantaran (meminum) khamar dan berjudi itu, dan menghalangi kamu dari mengingat Allah dan sembahyang; Maka berhentilah kamu (dari mengerjakan pekerjaan itu).” (Al-Maidah: 91)*

d. Terhindar dari unsur haram

Investasi yang dilakukan oleh investor muslim diharuskan terhindar dari unsur haram. Sesuatu yang haram merupakan segala sesuatu yang dilarang Allah SWT.

e. Terhindar dari unsur syubhat

Kata syubhat berarti mirip, serupa, semisal, dan bercampur. Dalam terminologi syariah syubhat berarti sebagai sesuatu perkara yang tercampur (antara halal dan haram), akan tetapi tidak diketahui secara pasti apakah ia sesuatu yang dihalalkan atau diharamkan.

Saham syariah merupakan saham biasa yang memiliki karakteristik khusus yang penerapan prinsip syariah berupa kontrol ketat dalam hal kehalalan ruang lingkup kegiatan usaha. Menurut Yuliana (2010) prinsip dasar saham syariah meliputi:

- a. Jika ditawarkan secara terbatas maka bersifat *musyarakah*
- b. Jika ditawarkan kepada publik maka bersifat *mudharabah*
- c. Tidak boleh ada perbedaan jenis saham, karena risiko harus ditanggung oleh semua pihak
- d. Prinsip bagi hasil laba rugi
- e. Tidak dapat dicairkan kecuali dilikuidasi

Menurut Sunariyah (2003), saham syariah adalah saham - saham perusahaan yang sesuai dengan prinsip syariah. Secara keseluruhan daftar saham syariah terdapat dalam Daftar Efek Syariah (DES). Sedangkan dalam prinsip syariah, penyertaan modal hanya dilakukan pada perusahaan-perusahaan yang tidak melanggar prinsip-prinsip syariah, seperti bidang riba, perjudian dan memproduksi barang yang diharamkan.

Sejak November 2007, keberadaan DES kemudian ditindaklanjuti oleh Bursa Efek Indonesia (BEI) dengan meluncurkan Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) pada tanggal 12 Mei 2011. ISSI merupakan indeks saham yang mencakup keseluruhan saham syariah yang tercatat di BEI dan DES. Saham-saham yang masuk dalam penghitungan ISSI sifatnya tidak tetap, tapi berubah tiap 6 bulan sekali (Mei dan November) dan dipublikasikan pada awal bulan berikutnya. Hal ini dilakukan karena penyesuaian apabila ada saham syariah yang baru tercatat atau dihapuskan dari DES. Metode perhitungan indeks ISSI adalah rata-rata tertimbang

dari kapitalisasi pasar. Tahun dasar yang digunakan dalam perhitungan ISSI adalah awal penerbitan DES yaitu Desember 2007 (Bursa Efek Indonesia, 2010).

### **3.4 Data Runtun Waktu (Time Series)**

Data runtun waktu (*time series*) adalah serangkaian data yang dikumpulkan, direkam, atau diamati terhadap suatu peristiwa, kejadian, gejala atau perubahan yang diambil dari waktu ke waktu. Data runtun waktu digunakan sebagai gambaran dari keadaan atau sifat variabel di waktu yang lalu untuk peramalan dari nilai variabel itu pada periode yang akan datang.

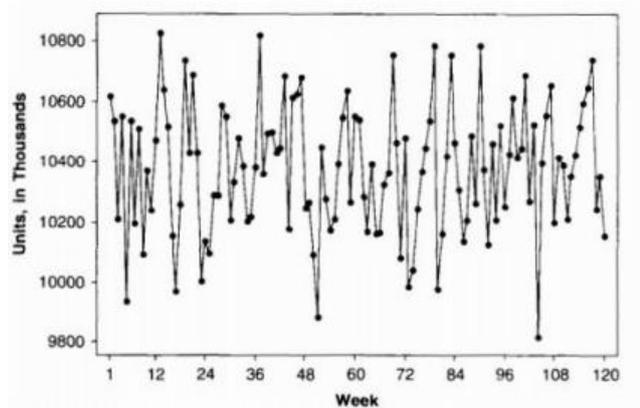
Analisis runtun waktu adalah salah satu prosedur statistika yang diterapkan untuk meramalkan struktur probabilitas keadaan yang akan datang dalam rangka pengambilan keputusan. Dasar pemikiran runtun waktu adalah pengamatan sekarang ( $Z_t$ ) dipengaruhi oleh satu atau beberapa pengamatan sebelumnya ( $Z_{t-k}$ ). Dengan kata lain, model runtun waktu dibuat karena secara statistik ada korelasi antar deret pengamatan. Tujuan analisis runtun waktu antara lain memahami dan menjelaskan mekanisme tertentu, meramalkan suatu nilai di masa depan, dan mengoptimalkan sistem kendali (Makridakis, 1999).

### **3.5 Pola Data Peramalan**

Menurut Hanke dan Wichern (2005), Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu:

#### **a. Pola Horizontal**

Pola ini terjadi jika suatu data berfluktuasi disekitar nilai konstan atau rata-rata yang membentuk garis horizontal. Data ini juga disebut data stasioner. Contoh pola data horizontal dapat dilihat pada Gambar 3.1 yaitu plot suatu penjualan perusahaan di Amerika (Pharmaceutical Product).



(Sumber: Montgomery, Jennings dan Kulahci, 2008)

**Gambar 3.1** Contoh Pola Horizontal

b. Pola *Trend*

Pola ini terjadi jika suatu data bergerak pada jangka waktu tertentu dan cenderung menuju ke satu arah baik naik atau turun. Contoh pola gerakan *trend* dapat dilihat pada Gambar 3.2 yang merupakan pola data hasil produksi keju sebuah perusahaan di Amerika.

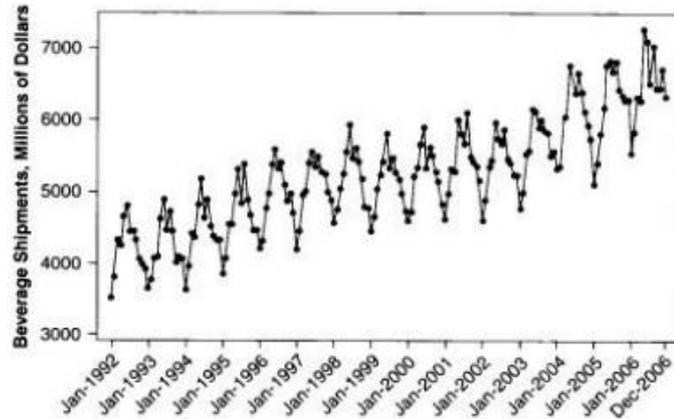


(Sumber: Montgomery, Jennings dan Kulahci, 2008)

**Gambar 3.2** Contoh Pola *Trend*

c. Pola Siklis

Pola ini terjadi jika data ada gerakan naik atau turun secara siklis di sekitar trend atau kondisi normal. Data yang sering mengalami gerakan siklis antar lain data perdagangan, industri, dan keuangan. Gambar 3.3 memperlihatkan pola data dengan gerakan siklis pada data produksi minuman bulanan perusahaan Amerika.

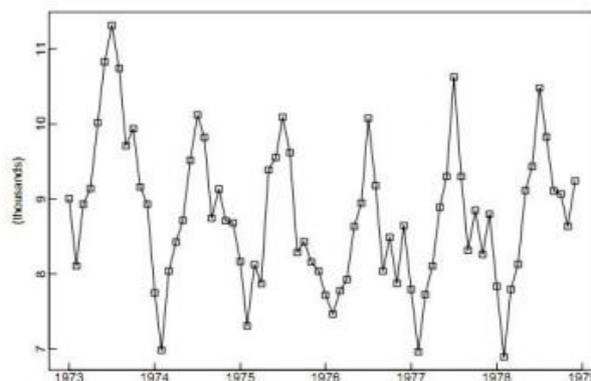


(Sumber: Montgomery, Jennings dan Kulahci, 2008)

**Gambar 3.3** Contoh Gerakan Siklis

d. Pola Musiman

Pola musiman merupakan gerakan yang berulang-ulang secara teratur selama kurang lebih satu tahun misalnya pola yang berulang setiap minggu, bulan, atau kuartalan. Pada pola data musiman adalah pada data kematian pada kasus kecelakaan di U.S.A. pada tahun 1973- 1979 yang disajikan pada Gambar 3.4 Plot tersebut memperlihatkan bahwa pola data yang berulang setiap periode bulan tertentu.



(Sumber: Brockwell dan Davis 2001)

**Gambar 3.4** Contoh Pola Gerakan Musiman

### 3.6 Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan adalah suatu teknik analisa perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan data atau informasi di masa lalu untuk menentukan kejadian pada masa depan. Berikut adalah pendapat-pendapat beberapa ahli mengenai peramalan:

- a. Menurut Makridakis, Wheelwright dan McGee (1999), Peramalan terjadi karena adanya senjang waktu (*Time lag*) antara kesadaran akan peristiwa atau kebutuhan mendatang dengan peristiwa itu sendiri. Adanya waktu tenggang (*lead time*) yang panjang menjadi alasan utama diperlukan suatu perencanaan dan peramalan. Oleh sebab itu peramalan diperlukan untuk menetapkan suatu peristiwa yang akan terjadi sehingga tindakan yang tepat dapat dilakukan.
- b. Menurut Prasetya dan Lukiastuti (2009), Peramalan merupakan suatu usaha untuk meramalkan keadaan dimasa yang akan datang melalui pengujian keadaan dimasa lalu.
- c. Menurut Fahmi, Sudarno dan Wilandari (2013), Peramalan merupakan perkiraan mengenai sesuatu yang belum terjadi. Peramalan dilakukan berdasarkan data yang terdapat selama masa lampau yang dianalisis dengan menggunakan cara-cara tertentu. Baik tidaknya hasil suatu penelitian ditentukan oleh ketepatan ramalan yang dibuat.

### 3.7 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lofti A. Zadeh pada tahun 1965 (Kusumadewi dan Purnomo, 2010). Beberapa definisi logika *fuzzy* adalah sebagai berikut:

- a. Menurut Kusumadewi (2003), logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output, mempunyai nilai kontinu dan logika *fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran.
- b. Menurut Susilo (2006), logika *fuzzy* adalah logika yang menggunakan konsep sifat kesamaran. Sehingga logika *fuzzy* adalah logika dengan tak hingga banyak nilai kebenaran yang dinyatakan dalam bilangan real dalam selang  $[0,1]$ .

Beberapa alasan logika *fuzzy* digunakan sebagai berikut (Kusumadewi, 2006):

1. Konsep logika *fuzzy* mudah untuk dimengerti karena konsep matematis yang mendasarinya sederhana dan tidak terlalu rumit.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinier yang sangat kompleks.
5. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika *fuzzy* dapat bekerja sama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami.

### 3.8 Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* merupakan himpunan yang digunakan untuk mengantisipasi kelemahan dari himpunan *crisp*. Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu *item*  $x$  dalam suatu himpunan  $A$ , yang sering ditulis dengan  $\mu_A(x)$ , hanya memiliki dua kemungkinan, yaitu satu (1) yang berarti bahwa suatu *item* menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau nol (0), yang berarti bahwa suatu *item* tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan. Sedangkan pada himpunan *fuzzy*, nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila *item*  $x$  memiliki nilai keanggotaan *fuzzy*  $\mu_A[x] = 0$  berarti *item*  $x$  tidak menjadi anggota himpunan  $A$ , demikian pula apabila  $x$  memiliki nilai keanggotaan *fuzzy*  $\mu_A[x] = 1$  berarti anggota penuh pada himpunan  $A$  (Sigh, 2007).

Dalam memahami sistem *fuzzy*, ada beberapa hal penting yang perlu diketahui (Kusuma Dewi, 2003), yaitu:

1. Variabel *Fuzzy*

Variabel *fuzzy* adalah variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Variabel *fuzzy* seperti temperatur, umur, dsb.

## 2. Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *Fuzzy* adalah suatu grup yang mewakili suatu kondisi tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu:

- a. Linguistik yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: dingin, sejuk, normal, hangat dan panas. muda, parobaya, tua.
- b. Numeris yaitu suatu nilai atau angka yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 40, 25, 50 dan sebagainya.

## 3. Himpunan Semesta atau Semesta Pembicaraan

Semesta Pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang dapat dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Contohnya semesta pembicaraan untuk variabel temperature temperatur  $[0, 40]$ .

## 4. Domain Himpunan *Fuzzy*

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan himpunan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Domain merupakan himpunan bilangan *real* yang selalu naik secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Contoh seperti, MUDA =  $[0,45]$ , PAROBAYA =  $[35,55]$  dan TUA =  $[45,-\infty]$ .

### 3.9 Fungsi Keanggotaan

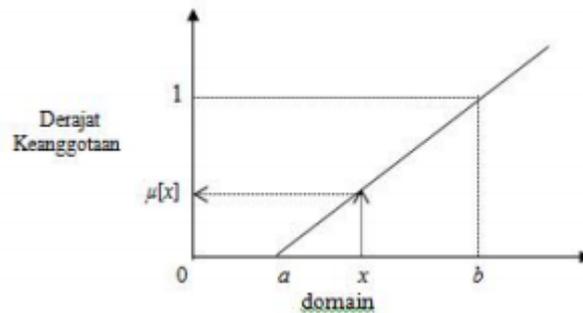
Menurut Zimmermann (1991), fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Untuk mendapatkan nilai keanggotaan, dapat digunakan pendekatan fungsi. Beberapa fungsi keanggotaan antara lain adalah (Kusumadewi & Purnomo, 2004):

#### 1. Representasi Linear

Pada representasi linear, nilai keanggotaan digambarkan sebagai suatu garis lurus. Representasi linear terbagi menjadi dua, yaitu:

- a. Representasi Linear Naik

Representasi ini dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju nilai domain dengan derajat keanggotaan yang lebih tinggi. Representasi linear naik diperlihatkan pada gambar 3.5.



**Gambar 3.5** Linear Naik

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (3.1)$$

dengan:

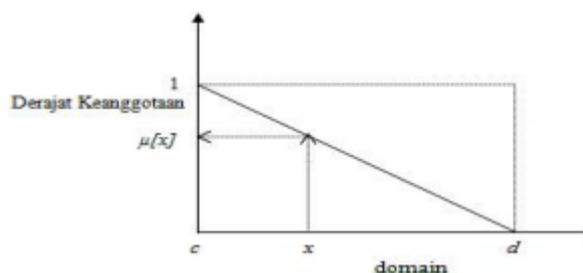
$a$  = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol

$b$  = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

$x$  = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

b. Representasi Linear Turun

Representasi ini dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi [1] bergerak ke kanan menuju nilai domain dengan derajat keanggotaan yang lebih rendah. Representasi linear turun diperlihatkan pada gambar 3.6.



**Gambar 3.6** Linear Turun

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} (d-x)/(d-c); & c \leq x \leq d \\ 0; & x \geq d \end{cases} \quad (3.2)$$

dengan:

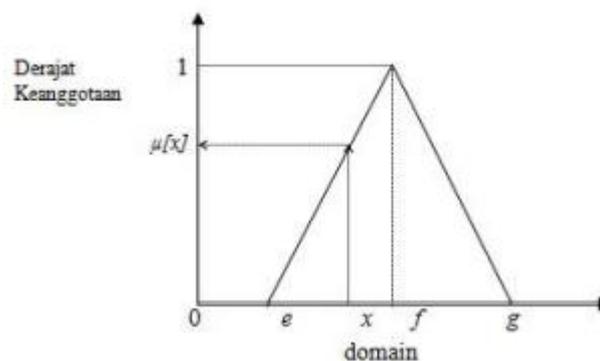
$c$  = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

$d$  = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol

$x$  = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

## 2. Representasi Kurva Segitiga

Representasi ini pada dasarnya merupakan gabungan antara representasi linear naik dan representasi linear turun. Representasi kurva segitiga diperlihatkan pada gambar 3.7.



**Gambar 3.7** Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq e \text{ atau } x \geq g \\ (x - e) / (f - e); & e \leq x \leq f \\ (x - f) / (g - f); & f \leq x \leq g \end{cases} \quad (3.3)$$

dengan:

$e$  = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol

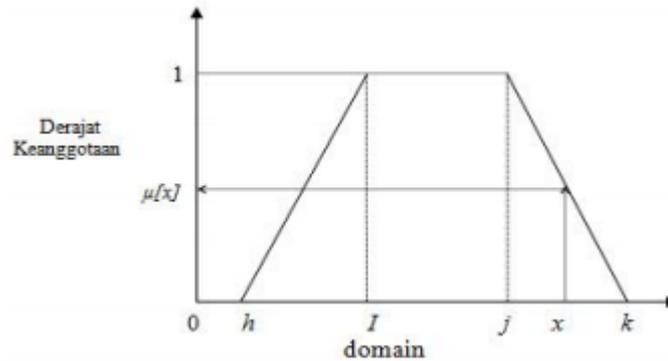
$f$  = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

$g$  = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol

$x$  = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

### 3. Representasi Kurva Trapesium

Representasi ini pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja terdapat beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. Representasi kurva trapesium diperlihatkan pada gambar 3.8.



**Gambar 3.8** Kurva Trapesium

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq h \text{ atau } x \geq k \\ (x-h)/(I-h); & h \leq x \leq I \\ 1; & I \leq x \leq j \\ (k-x)/(k-j); & j \leq x \leq k \end{cases} \quad (3.4)$$

dengan:

- $h$  = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol
- $I$  = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan satu
- $j$  = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan satu
- $k$  = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol
- $x$  = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

### 3.10 Proses Stokastik

Proses stokastik adalah kumpulan variabel random yang merupakan fungsi dari waktu (time). Parameter waktu disini diartikan dalam arti luas. Suatu proses stokastik sering ditulis dengan simbol  $\{X_t, t \in T\}$  dengan  $t$  merupakan himpunan bagian dari  $(-\infty, \infty)$  (Srinadi, 2013).

**Definisi 3.1.** Proses stokastik  $\{X_t, t \in T\}$  adalah suatu kumpulan variabel random, dimana  $X_t$  adalah status dari proses pada waktu  $t$ . Parameter pada proses

stokastik dibedakan menjadi dua jenis. Jika himpunan indeks  $T$  terhingga maka  $\{X_t, t \in T\}$  disebut proses stokastik waktu diskrit, dan jika himpunan  $T$  kontinu maka  $\{X_t, t \in T\}$  disebut proses stokastik waktu kontinu.

### 3.11 Rantai Markov

Rantai markov pertama kali dipublikasikan oleh seorang ahli matematis berkebangsaan Rusia yang bernama Andrey Andreyevich Markov pada tahun 1906. Rantai markov (*markov chains*) merupakan teknik matematika yang digunakan untuk menganalisis perilaku saat ini dari beberapa variabel dengan tujuan untuk memprediksi perilaku dari variabel yang sama di masa mendatang (Isaacson, 1976).

**Definisi 3.2.** Pada proses stokastik  $\{X_t, t \in T\}$ , baik parameter diskrit  $\{X_t, t = 0, 1, 2, \dots\}$  ataupun parameter kontinu  $\{X_t, t \geq 0\}$  bisa disebut proses Markov jika untuk beberapa himpunan dari titik waktu  $n \{t_1 < t_2 \dots < t_n\}$  dalam himpunan indek proses, distribusi bersyarat dari  $X_{t_n}$  dengan diberikan nilai  $X_{t_1}, X_{t_2}, \dots, X_{t_{n-1}}$  hanya bergantung pada  $X_{t_{n-1}}$  nilai yang diketahui terbaru, yaitu beberapa angka real  $x_1, x_2, \dots, x_n$ .

$$P[X_{t_n} \leq x_n | X_{t_1} = x_1, X_{t_2} = x_2, \dots, X_{t_{n-1}} = x_{n-1}] = P[X_{t_n} \leq x_n | X_{t_{n-1}} = x_{n-1}] \quad (3.5)$$

### 3.12 Fuzzy Time Series

Penelitian tentang *time series* dalam beberapa dekade terakhir telah banyak membuat kemajuan dalam ilmu pengetahuan. Namun dalam kehidupan nyata, data historis tidak selalu dalam bentuk angka real, tapi bisa berupa data linguistik. Dalam hal ini, peramalan dengan model *time series* konvensional tidak mampu mengatasinya, akan tetapi model *fuzzy time series* bisa menanggulangi masalah itu.

Konsep dasarnya pertama kali diperkenalkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993, dimana nilai *fuzzy time series* direpresentasikan dalam himpunan *fuzzy*.

Berikut adalah definisi-definisi dalam peramalan *fuzzy time series*:

**Definisi 3.3. (Singh, 2007)** Himpunan *fuzzy* merupakan objek kelas-kelas dengan rangkaian kesatuan nilai keanggotaan. Misal  $U$  adalah semesta pembicaraan dengan  $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$ , dimana  $u_i$  adalah nilai linguistic yang mungkin dari  $U$  kemudian sebuah himpunan *fuzzy* variabel linguistic  $A_i$  dari  $U$  didefinisikan sebagai berikut:

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_{A_i}(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{\mu_{A_i}(u_n)}{u_n} \quad (3.6)$$

Dimana  $\mu_{A_i}$  adalah fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy*  $A_i$ , sehingga  $\mu_{A_i} : U \rightarrow [0,1]$ . Jika  $u_j$  keanggotaan dari  $A_i$ , maka  $\mu_{A_i}$  adalah derajat yang dimiliki  $u_j$  terhadap  $A_i$ .

**Definisi 3.4. (Song dan Chissom, 1993)** Misalkan  $Y(t)(t=0,1,2,\dots,n)$  adalah himpunan bagian dari  $\mathfrak{R}$ , didefinisikan menjadi semesta pembicaraan dengan himpunan *fuzzy*  $f_i(t)$  ( $i=1,2,\dots,n$ ) dan  $F(t)$  adalah kumpulan dari  $f_1(t), f_2(t), \dots$ , maka  $F(t)$  disebut *fuzzy time series* didefinisikan pada  $Y(t)(t=\dots,1,2,\dots)$ .

**Definisi 3.5. (Singh, 2007)** Misalnya  $F(t)$  disebabkan oleh  $F(t-1)$  dan ditunjukkan dengan  $F(t-1) \rightarrow F(t)$  maka ada relasi *fuzzy* antara  $F(t)$  dengan  $F(t-1)$ , yang dapat ditulis dengan rumus:

$$F(t) = F(t-1) \circ \mathfrak{R}(t, t-1) \quad (3.7)$$

Dimana Relasi  $\mathfrak{R}$  adalah model *first order*  $F(t)$  dan ‘o’ adalah operator max-min. Kemudian, jika relasi *fuzzy*  $\mathfrak{R}(t, t-1)$  dari  $F(t)$  merupakan independen waktu  $t$  (waktu berbeda  $t_1$  dan  $t_2$ ) maka ditulis  $\mathfrak{R}(t_1, t_1-1) = \mathfrak{R}(t_2, t_2-1)$  sehingga  $F(t)$  disebut *time-invariant fuzzy time series*.

**Definisi 3.6. (Saxena, 2012)** Jika  $F(t)=A_i$  dan  $F(t-1)=A_j$  maka hubungan antara  $F(t)$  dan  $F(t-1)$  disebut sebagai *fuzzy logical relationship* (FLR). Hubungan ini dapat dinyatakan dengan  $A_i \rightarrow A_j$ , dimana  $A_i$  disebut *left-hand side* (LHS) dan  $A_j$  disebut *right-hand side* (RHS) dari FLR. Dikarenakan dua FLRs mempunyai himpunan

fuzzy yang sama (LHS  $A_i \rightarrow A_{j1}, A_i \rightarrow A_{j2}$ ), maka dapat dikelompokkan kedalam fuzzy logical relationship group (FLRG)  $A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}$ .

### 3.13 Model Fuzzy Time Series Markov Chain (FTSMC)

Berikut ini adalah langkah-langkah peramalan dengan menggunakan *Fuzzy Time Series Markov Chain*:

1. Mengumpulkan data historis dan mendefinisikan semesta pembicaraan  $U$ .

Pada tahap ini, dicari nilai minimum ( $D_{min}$ ) dan maksimum ( $D_{max}$ ) dari data historis. Kemudian menentukan nilai  $D_1$  dan  $D_2$ , dimana nilai tersebut ditentukan secara bebas oleh peneliti selama masih bernilai bilangan *real* positif. Nilai  $D_1$  dan  $D_2$  bertujuan untuk mempermudah dalam pembentukan interval.

Rumus himpunan semesta pembicaraan yaitu:

$$U = [D_{min}-D_1, D_{max} + D_2] \quad (3.8)$$

Dimana,  $D_{min}$ : nilai minimum

$D_{max}$ : nilai maksimum

$D_1$  dan  $D_2$ : nilai bilangan positif yang sesuai

2. Menentukan jumlah dan panjang interval.

Pada tahap ini, dilakukan partisi semesta pembicaraan  $U$  menjadi beberapa bagian dengan interval yang sama dengan rumus sebagai berikut (Sturges, 1926):

$$n = 1 + 3.322 \log N \quad (3.9)$$

Dimana  $N$  adalah banyaknya data historis.

Selanjutnya menghitung panjang interval. Berikut adalah rumus panjang interval ( $\ell$ ):

$$\ell = \frac{[(D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)]}{n} \quad (3.10)$$

dimana:

$\ell$  : Panjang Interval

$n$  : Banyak interval

Masing-masing interval dapat dihitung dengan,

$$\begin{aligned}
 u_1 &= [D_{\min} - D_1, D_{\min} - D_1 + \ell] \\
 u_2 &= [D_{\min} - D_1 + \ell, D_{\min} - D_1 + 2x\ell] \\
 u_3 &= [D_{\min} - D_1 + 2x\ell, D_{\min} - D_1 + 3x\ell] \\
 &\cdot \\
 &\cdot \\
 u_n &= [D_{\min} - D_1 + (n-1)x\ell, D_{\min} - D_1 + nx\ell]
 \end{aligned}
 \tag{3.11}$$

3. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* pada semesta pembicaraan  $U$ .

Dalam penerapannya, himpunan *fuzzy*  $A_i$  menyatakan variabel linguistik dari harga saham dengan  $1 \leq i \leq n$ . Menurut *Tsaur* (2004), himpunan *fuzzy* dapat dipilih menggunakan konsep yang telah diterapkan oleh *Song* dan *Chisom* pada tahun 1993, yaitu sebagai berikut:

$A_1$ = sangat rendah

$A_2$ = rendah

$A_3$ = normal

$A_4$  = tinggi

$A_5$  = sangat tinggi

Agar lebih mudah, masing-masing himpunan *fuzzy*  $A_i$  ( $i=1,2,3,\dots,n$ ) didefinisikan pada 5 interval, yang mana

$$\begin{aligned}
 u_1 &= [d_1, d_2] \\
 u_2 &= [d_2, d_3] \\
 &\cdot \\
 &\cdot \\
 u_5 &= [d_5, d_6];
 \end{aligned}
 \tag{3.12}$$

Jadi himpunan *fuzzy*  $A_1, A_2, \dots, A_5$  didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
A_1 &= \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} \\
A_2 &= \frac{0.5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0.5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} \\
&\cdot \\
&\cdot \\
A_5 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0.5}{u_4} + \frac{1}{u_5}
\end{aligned}
\tag{3.13}$$

4. *Fuzzyfikasi* data historis.

*Fuzzyfikasi* merupakan proses mengidentifikasi data ke dalam *fuzzy set*. Jika sebuah data historis yang dikumpulkan termasuk ke dalam interval  $u_i$ , maka data tersebut difuzzyfikasi ke dalam  $A_i$ .

5. Menentukan *fuzzy logical relation* (FLR) dan *fuzzy logical relation group* (FLRG).

*Relationship* diidentifikasi berdasarkan suatu nilai *fuzzyfikasi* dari data historis, seperti contoh berikut:

$$\begin{array}{ll}
LHS & RHS \\
F(t-1) & F(t) \\
A_j & \rightarrow A_q \\
A_q & \rightarrow A_r \\
A_h & \rightarrow A_s
\end{array}
\tag{3.14}$$

Jika diperoleh FLR " $A_j \rightarrow A_q$ ", dapat diartikan bahwa "jika data yang telah difuzzyfikasi pada tahun  $t-1$  adalah  $A_j$ , maka *fuzzyfikasi* data pada tahun ke  $t$  adalah  $A_q$ ". Selanjutnya, menentukan FLRG dengan cara menggabungkan RHS yang memiliki LHS. Berdasarkan contoh sebelumnya, maka dapat diperoleh FLRG yaitu sebagai berikut:

$$\begin{array}{l}
A_j \rightarrow A_q, A_r \\
A_h \rightarrow A_s
\end{array}
\tag{3.15}$$

6. Membuat matrik probabilitas transisi *markov*.

FLRG yang diperoleh pada langkah sebelumnya, dapat digunakan untuk menemukan berapa peluang dari suatu *state* menuju ke suatu *state* berikutnya.

Dari peluang-peluang tersebut dapat dibangun matriks transisi probabilitas *markov* dengan dimensi matriks transisi adalah  $n \times n$ . Jika *state*  $A_i$  membuat transisi ke *state*  $A_j$  dan melewati *state* lainnya  $A_k$ ,  $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ , maka dapat diperoleh FLRG.

Rumus peluang transisi yaitu sebagai berikut:

$$P_{ij} = \frac{(M_{ij})}{M_i}, i, j = 1, 2, \dots, n \quad (3.16)$$

Dimana,  $P_{ij}$  = peluang transisi dari  $A_i$  ke  $A_j$  dengan 1 langkah

$M_{ij}$  = waktu transisi dari *state*  $A_i$  ke  $A_j$  dengan 1 langkah

$M_i$  = jumlah data yang dimiliki *state*  $A_i$

Matrik peluang transisi  $R$  dari *state* bisa ditulis sebagai:

$$R = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & \dots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{n1} & P_{n2} & P_{n3} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.17)$$

## 7. Menghitung hasil peramalan.

Seluruh sistem transisi terceminkan dari matrik  $R$ . Jika  $F(t-1) = A_i$ , proses didefinisikan menjadi *state*  $A_i$  pada waktu  $t-1$ , maka peramalan untuk  $F(t)$  akan dihitung dengan menggunakan vektor baris  $[P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{in}]$ . Hasil peramalan  $F(t)$  sama dengan rata-rata pembobotan dari  $m_1, m_2, \dots, m_n$ . Untuk mencari nilai *midpoint* dari interval  $u_i$  ( $i=1, 2, \dots, k$ ) suatu himpunan, yaitu sebagai berikut (Yu dan Huarng, 2010):

$$\begin{aligned} m_1 &= \frac{[D_{\min} - D_1, D_{\min} - D_1 + \ell]}{2} = D_{\min} - D_1 + \frac{\ell}{2} \\ m_2 &= \frac{[D_{\min} - D_1 + \ell, D_{\min} - D_1 + 2x\ell]}{2} = D_{\min} - D_1 + \frac{3x\ell}{2} \\ m_3 &= \frac{[D_{\min} - D_1 + 2x\ell, D_{\min} - D_1 + 3x\ell]}{2} = D_{\min} - D_1 + \frac{5x\ell}{2} \\ &\cdot \\ &\cdot \\ m_n &= \frac{[D_{\min} - D_1 + (n-1)x\ell, D_{\min} - D_1 + nx\ell]}{2} = D_{\min} - D_1 + \frac{(2xn-1)x\ell}{2} \end{aligned} \quad (3.18)$$

Terdapat aturan-aturan dalam menentukan nilai hasil *output* peramalan pada  $F(t)$ , antara lain:

Aturan 1: Jika *fuzzy logical relation group* (FLRG) dari  $A_i$  adalah *one to one* yaitu  $A_i \rightarrow A_k$ , dengan  $P_{ik} = 1$  dan  $P_{ij} = 0, j \neq k$  maka peramalan dari  $F(t)$  adalah  $m_k$ , nilai tengah dari  $u_k$ .

$$F(t) = m_k P_{ik} = m_k \quad (3.19)$$

Aturan 2: Jika *fuzzy logical relation group* (FLRG) dari  $A_j$  adalah *one to many* yaitu  $(A_j \rightarrow A_1, A_2, \dots, A_n, j = 1, 2, \dots, n)$  ketika data historis  $Y(t-1)$  pada waktu  $t-1$  berada pada state  $A_j$  maka peramalan  $F(t)$  sama seperti :

$$F(t) = m_1 P_{j1} + m_2 P_{j2} + \dots + m_{j-1} P_{j(j-1)} + Y(t-1) P_{jj} + m_{j+1} P_{j(j+1)} + \dots + m_n P_n \quad (3.20)$$

Dimana:  $m_1, m_2, \dots, m_n$  adalah nilai tengah dari  $u_1, u_2, \dots, u_n$ ,  $Y(t-1)$  adalah nilai state  $A_j$  pada waktu  $t-1$ .

8. Menghitung nilai penyesuaian pada peramalan (*Adjusted Value*).

Tujuan dari tahap ini adalah memperbaiki *error* peramalan yang disebabkan oleh matrik *Markov-chain* yang bias. Bias pada matrik ini biasanya disebabkan oleh ukuran sampel yang lebih kecil ketika memodelkan model *Fuzzy time series markov-chain*. Oleh karena itu, berikut prinsip-prinsip dalam menghitung nilai penyesuaian ( $D_t$ ) pada peramalan:

Aturan 1: Jika *state*  $A_i$  berhubungan dengan  $A_i$ , mulai dari *state*  $A_i$  pada waktu  $t-1$  sebagai  $F(t-1) = A_i$ , dan mengalami peningkatan transisi menuju *state*  $A_j$  pada waktu  $t$ , ( $i < j$ ), maka nilai  $D_t$  adalah:

$$D_{t1} = \left( \frac{\ell}{2} \right) \quad (3.21)$$

Aturan 2: Jika *state*  $A_i$  berhubungan dengan  $A_i$ , mulai dari *state* pada waktu  $t-1$  sebagai  $F(t-1) = A_i$ , dan mengalami penurunan transisi menuju *state*  $A_j$  pada waktu  $t$ , ( $i > j$ ), maka nilai  $D_t$  adalah:

$$D_{t1} = - \left( \frac{\ell}{2} \right) \quad (3.22)$$

Aturan 3: Jika transisi dimulai dari *state*  $A_i$  pada waktu  $t-1$ , sebagai  $F(t-1)=A_i$ , dan mengalami lompatan transisi kedepan (maju) menuju *state*  $A_{i+s}$  pada waktu  $t$ , ( $1 \leq s \leq n-i$ ), maka nilai nilai  $D_t$  adalah:

$$D_{t2} = \left(\frac{\ell}{2}\right)s, (1 \leq s \leq n-i) \quad (3.23)$$

Dimana,  $s$  = jumlah lompatan ke depan.

Aturan 4: Jika transisi dimulai dari *state*  $A_i$  pada waktu  $t-1$ , sebagai  $F(t-1)= A_i$ , dan mengalami lompatan transisi ke belakang (mundur) menuju *state*  $A_{i-v}$  pada waktu  $t$ , ( $1 \leq v \leq i$ ), maka nilai nilai  $D_t$  adalah:

$$D_{t2} = -\left(\frac{\ell}{2}\right)v, (1 \leq v \leq i) \quad (3.24)$$

Dimana,  $v$  = jumlah lompatan ke belakang.

9. Menentukan hasil ramalan yang cocok (*Adjusted Forecasting Value*).

- a. Jika FLRG dari  $A_i$  adalah *one to many*, dan *state*  $A_{i+1}$  didapat dari *state*  $A_i$  dimana *state*  $A_i$  *communicate* dengan  $A_i$ , maka rumus peramalannya sebagai berikut:

$$F'(t) = F(t) + D_{t1} + D_{t2} = F(t) + \ell \quad (3.25)$$

Dimana,  $F'(t)$  = nilai peramalan akhir pada periode ke- $t$

$F(t)$  = nilai peramalan awal pada periode ke- $t$  (langkah no.7)

$D_t$  = nilai penyesuaian (langkah no.8)

- b. Jika FLRG dari  $A_i$  adalah *one to many*, dan *state*  $A_{i+1}$  didapat dari *state*  $A_i$  tapi *state*  $A_i$  tidak *communicate* dengan  $A_i$ , maka rumus peramalannya sebagai berikut:

$$F'(t) = F(t) + D_{t2} = F(t) + \left(\frac{\ell}{2}\right) \quad (3.26)$$

- c. Jika FLRG dari  $A_i$  adalah *one to many*, dan *state*  $A_{i-2}$  didapat dari *state*  $A_i$  tapi *state*  $A_i$  tidak *communicate* dengan  $A_i$ , maka rumus peramalannya sebagai berikut:

$$F'(t) = F(t) - D_{t_2} = F(t) - \left(\frac{\ell}{2}\right) \times 2 = F(t) - \ell \quad (3.27)$$

d. Ketika  $v$  adalah *jump step*, maka rumus peramalannya sebagai berikut:

$$F'(t) = F(t) \pm D_{t_1} \pm D_{t_2} = F(t) \pm \left(\frac{\ell}{2}\right) \pm \left(\frac{\ell}{2}\right)v \quad (3.28)$$

#### 10. Menghitung nilai *MAPE*

*Mean Absolute Percentage Error* (*MAPE*) digunakan untuk mengukur keakuratan dari peramalan. Rumusnya sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y(t) - F'(t)|}{Y(t)} \times 100\% \quad (3.29)$$

Dimana,  $Y(t)$  = nilai aktual pada periode ke- $t$

$F'(t)$  = nilai peramalan akhir pada periode ke- $t$

$n$  = Jumlah sampel

## BAB IV

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 4.1 Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah data penutupan harga saham pada Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) yang bersumber dari <http://www.duniainvestasi.com>.

#### 4.2 Variabel Penelitian

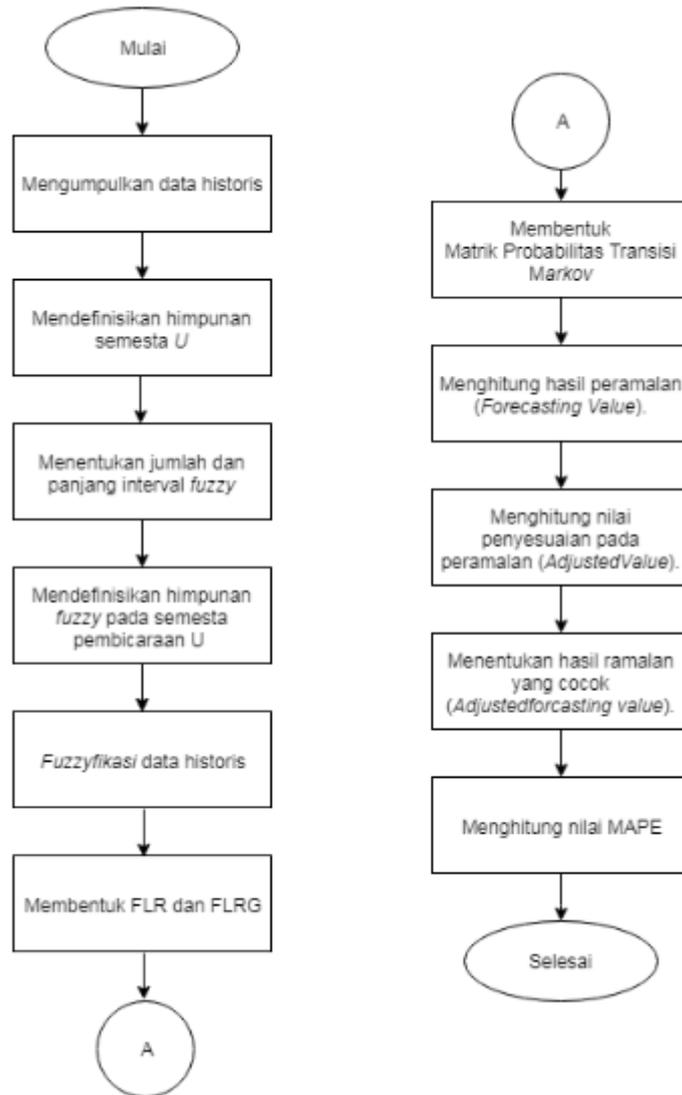
Variabel penelitian yang digunakan yaitu data penutupan harga saham pada Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) dari bulan Januari tahun 2012 sampai bulan Maret 2018.

#### 4.3 Alat dan Cara Organisir Data

Untuk mencapai tujuan penelitian, digunakan bantuan program komputer yaitu program *Microsoft Excel* dan *R*. Langkah-langkah dalam menganalisis data penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data historis.
2. Mendefinisikan himpunan semesta  $U$  dari data historis.
3. Menentukan jumlah dan panjang interval *fuzzy*.
4. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* pada semesta pembicaraan  $U$  (Song dan Chisom, 1993).
5. *Fuzzyfikasi* data historis.
6. Membentuk *fuzzy logical relation* (FLR) dari hasil *fuzzyfikasi*, lalu *fuzzy logical relation* (FLR) dikelompokkan menjadi *fuzzy logical relation group* (FLRG).
7. Membentuk matrik probabilitas transisi *markov*.
8. Menghitung hasil peramalan (*Forecasting Value*).
9. Menghitung nilai penyesuaian pada peramalan (*Adjusted Value*).
10. Menentukan hasil ramalan yang cocok (*Adjusted forecasting value*).
11. Menghitung nilai MAPE.

Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 4.1

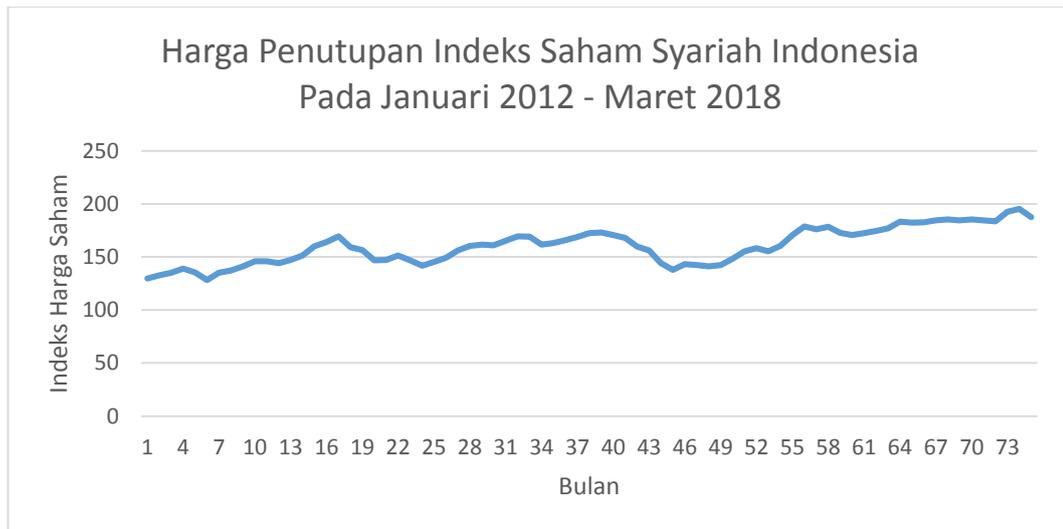


**Gambar 4.1** Tahapan Penelitian

## BAB V

### PEMBAHASAN

#### 5.1 Deskriptif Data



**Gambar 5.1** Harga Penutupan Saham ISSI

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa data Harga Penutupan Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) pada periode bulan Januari 2012 sampai dengan Maret 2018 cenderung memiliki pola data *trend* dan berdasarkan data tersebut, juga diketahui nilai minimal, nilai maksimal serta rata-rata harga penutupan. Nilai minimalnya yaitu 128.1912 yang terjadi pada bulan Juni 2012, nilai maksimumnya yaitu 195.3906 terjadi pada bulan Februari 2018 dan rata-rata harga penutupan yaitu 160.2389 per bulan.

#### 5.2 Peramalan Fuzzy Time Series Markov-chain (FTSMC)

Langkah-langkah perhitungan peramalan saham menggunakan metode *Fuzzy Time Series Marcov Chain* (FTSMC) adalah sebagai berikut.

**Langkah 1.** Menentukan semesta pembicaraan  $U$  dari data Harga Penutupan Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) Januari 2012 sampai dengan Maret 2018, yang ditunjukkan pada gambar 5.1. Dari data tersebut didapatkan data nilai minimum ( $D_{min} = 128.1912$ ) pada bulan Juni 2012 dan nilai maksimum ( $D_{max} = 195.3906$ ) pada bulan Maret 2018. Selanjutnya menentukan nilai  $D_1$  dan  $D_2$  yang merupakan bilangan positif yang sesuai, nilai yang digunakan adalah  $D_1 = 0.1912$  dan  $D_2 = 1.6094$ . Setelah mendapatkan nilai  $D_{min}$ ,  $D_{max}$ ,  $D_1$  dan  $D_2$ , selanjutnya dapat didefinisikan semesta pembicaraan  $U$  sebagai berikut:

$$\begin{aligned} U &= [D_{min}-D_1; D_{max} + D_2] \\ &= [128.1912 - 0.1912, 195.3906 + 1.6094] \\ &= [128; 197] \end{aligned}$$

**Langkah 2.** Membagi (partisi) semesta pembicaraan  $U$  menjadi 7 (tujuh) bagian sesuai dengan rumus persamaan (3.5):

$$n = 1 + 3.322 \log(75) = 7.037697$$

Selanjutnya mencari panjang intervalnya dengan menggunakan persamaan (3.6), diperoleh nilai  $\ell$  sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \ell &= \frac{[(D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)]}{n} \\ \ell &= \frac{[(195.3906 + 1.6094) - (128.1912 - 0.1912)]}{7} = 9.8571428 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan panjang intervalnya ( $\ell = 9.8571428$ ), maka semesta pembicaraan bisa dibagi (partisi) kedalam 7 (tujuh) bagian. Berikut adalah interval yang diperoleh:

**Tabel 5.1** Pembagian Semesta Pembicaraan

| Interval | Batas Bawah | Batas Atas | Nilai Tengah |
|----------|-------------|------------|--------------|
| $U_1$    | 128         | 137.8571   | 132.9286     |
| $U_2$    | 137.8571    | 147.7143   | 142.7857     |

|                |          |          |          |
|----------------|----------|----------|----------|
| U <sub>3</sub> | 147.7143 | 157.5714 | 152.6429 |
| U <sub>4</sub> | 157.5714 | 167.4286 | 162.5000 |
| U <sub>5</sub> | 167.4286 | 177.2857 | 172.3572 |
| U <sub>6</sub> | 177.2857 | 187.1429 | 182.2143 |
| U <sub>7</sub> | 187.1429 | 197      | 192.0715 |

**Langkah 3.** Menentukan himpunan *fuzzy* pada semesta pembicaraan U. Himpunan *fuzzy* ada 7 (tujuh) yang terbentuk berdasarkan jumlah interval *u*. Berikut adalah himpunan *fuzzy*:

$$\begin{aligned}
A_1 &= \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \\
A_2 &= \frac{0.5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0.5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \\
A_3 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0.5}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \\
A_4 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0.5}{u_3} + \frac{1}{u_4} + \frac{0.5}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \\
A_5 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0.5}{u_4} + \frac{1}{u_5} + \frac{0.5}{u_6} + \frac{0}{u_7} \\
A_6 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0.5}{u_5} + \frac{1}{u_6} + \frac{0.5}{u_7} \\
A_7 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0.5}{u_6} + \frac{1}{u_7}
\end{aligned}$$

**Langkah 4.** Melakukan *fuzzyfikasi* pada data historis. Tahap ini bertujuan untuk mengubah data Harga Penutupan ISSI ke dalam bentuk nilai linguistik yang merupakan bentuk interval. Misalnya data bulan Januari 2012 (t=1) sebesar 129.7125238 masuk dalam interval  $U_1 = [128; 137.8571]$ . Setelah menentukan data tersebut masuk ke dalam interval  $U_1$ , maka data tersebut difuzzyfikasi kedalam  $A_1$ . Hasil *fuzzyfikasi* data Harga Penutupan ISSI dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 5.2** Data Fuzzyfikasi

| t  | Data     | Data Fuzzy | t  | Data     | Data Fuzzy | t  | Data     | Data Fuzzy |
|----|----------|------------|----|----------|------------|----|----------|------------|
| 1  | 129.7125 | $A_1$      | 26 | 149.119  | $A_3$      | 51 | 155.2549 | $A_3$      |
| 2  | 132.6298 | $A_1$      | 27 | 156.0768 | $A_3$      | 52 | 158.3734 | $A_4$      |
| 3  | 135.208  | $A_1$      | 28 | 160.4509 | $A_4$      | 53 | 155.2029 | $A_3$      |
| 4  | 138.9809 | $A_2$      | 29 | 161.6742 | $A_4$      | 54 | 160.3214 | $A_4$      |
| 5  | 135.3161 | $A_1$      | 30 | 160.9167 | $A_4$      | 55 | 170.5211 | $A_5$      |
| 6  | 128.1912 | $A_1$      | 31 | 165.2043 | $A_4$      | 56 | 178.698  | $A_6$      |
| 7  | 135.0729 | $A_1$      | 32 | 169.3955 | $A_5$      | 57 | 176.1427 | $A_5$      |
| 8  | 137.1292 | $A_1$      | 33 | 169.0322 | $A_5$      | 58 | 178.4917 | $A_6$      |
| 9  | 141.0191 | $A_2$      | 34 | 161.4732 | $A_4$      | 59 | 172.76   | $A_5$      |
| 10 | 145.9208 | $A_2$      | 35 | 163.0246 | $A_4$      | 60 | 170.7021 | $A_5$      |
| 11 | 146.0857 | $A_2$      | 36 | 165.8028 | $A_4$      | 61 | 172.2839 | $A_5$      |
| 12 | 144.2316 | $A_2$      | 37 | 168.7571 | $A_5$      | 62 | 174.5047 | $A_5$      |
| 13 | 147.2596 | $A_2$      | 38 | 172.3773 | $A_5$      | 63 | 176.8115 | $A_5$      |
| 14 | 151.4128 | $A_3$      | 39 | 172.881  | $A_5$      | 64 | 183.1105 | $A_6$      |
| 15 | 159.9538 | $A_4$      | 40 | 170.7554 | $A_5$      | 65 | 182.3281 | $A_6$      |
| 16 | 163.8747 | $A_4$      | 41 | 167.9202 | $A_5$      | 66 | 182.7859 | $A_6$      |
| 17 | 169.4261 | $A_5$      | 42 | 159.8352 | $A_4$      | 67 | 184.4195 | $A_6$      |
| 18 | 159.2327 | $A_4$      | 43 | 156.0747 | $A_3$      | 68 | 185.4932 | $A_6$      |
| 19 | 156.5546 | $A_3$      | 44 | 144.0921 | $A_2$      | 69 | 184.5584 | $A_6$      |
| 20 | 146.7806 | $A_2$      | 45 | 137.6949 | $A_1$      | 70 | 185.2702 | $A_6$      |
| 21 | 147.1646 | $A_2$      | 46 | 143.3153 | $A_2$      | 71 | 184.3598 | $A_6$      |
| 22 | 151.2775 | $A_3$      | 47 | 142.4597 | $A_2$      | 72 | 183.4697 | $A_6$      |
| 23 | 146.8232 | $A_2$      | 48 | 141.1509 | $A_2$      | 73 | 192.6979 | $A_7$      |
| 24 | 141.8492 | $A_2$      | 49 | 142.3013 | $A_2$      | 74 | 195.3906 | $A_7$      |
| 25 | 145.3139 | $A_2$      | 50 | 148.3257 | $A_3$      | 75 | 187.4375 | $A_7$      |

**Langkah 5.** Menentukan *fuzzy logical relation* (FLR) dan *fuzzy logical relation group* (FLRG). Setelah mendapatkan hasil *fuzzyfikasi*, maka dapat ditentukan FLR. FLR merupakan hubungan antara setiap urutan data terhadap data berikutnya dalam bentuk himpunan *fuzzy*. Misalnya data ke-1 yaitu  $A_1$  dan data ke-2 yaitu  $A_1$ , maka FLR yang didapatkan yaitu  $A_1 \rightarrow A_1$ . FLR keseluruhan dari data Harga Penutupan ISSI sebagai berikut:

**Tabel 5.3 Fuzzy Logical Relation (FLR)**

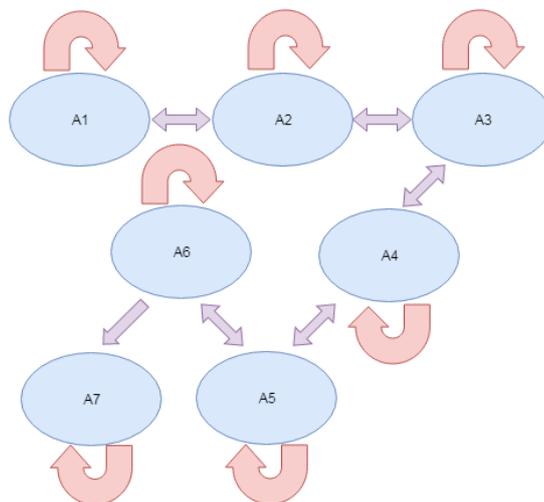
| Urutan Data | FLR     | Urutan Data | FLR     | Urutan Data | FLR     |
|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|
| 1-2         | A1-->A1 | 26-27       | A3-->A3 | 51-52       | A3-->A4 |
| 2-3         | A1-->A1 | 27-28       | A3-->A4 | 52-53       | A4-->A3 |
| 3-4         | A1-->A2 | 28-29       | A4-->A4 | 53-54       | A3-->A4 |
| 4-5         | A2-->A1 | 29-30       | A4-->A4 | 54-55       | A4-->A5 |
| 5-6         | A1-->A1 | 30-31       | A4-->A4 | 55-56       | A5-->A6 |
| 6-7         | A1-->A1 | 31-32       | A4-->A5 | 56-57       | A6-->A5 |
| 7-8         | A1-->A1 | 32-33       | A5-->A5 | 57-58       | A5-->A6 |
| 8-9         | A1-->A2 | 33-34       | A5-->A4 | 58-59       | A6-->A5 |
| 9-10        | A2-->A2 | 34-35       | A4-->A4 | 59-60       | A5-->A5 |
| 10-11       | A2-->A2 | 35-36       | A4-->A4 | 60-61       | A5-->A5 |
| 11-12       | A2-->A2 | 36-37       | A4-->A5 | 61-62       | A5-->A5 |
| 12-13       | A2-->A2 | 37-38       | A5-->A5 | 62-63       | A5-->A5 |
| 13-14       | A2-->A3 | 38-39       | A5-->A5 | 63-64       | A5-->A6 |
| 14-15       | A3-->A4 | 39-40       | A5-->A5 | 64-65       | A6-->A6 |
| 15-16       | A4-->A4 | 40-41       | A5-->A5 | 65-66       | A6-->A6 |
| 16-17       | A4-->A5 | 41-42       | A5-->A4 | 66-67       | A6-->A6 |
| 17-18       | A5-->A4 | 42-43       | A4-->A3 | 67-68       | A6-->A6 |
| 18-19       | A4-->A3 | 43-44       | A3-->A2 | 68-69       | A6-->A6 |
| 19-20       | A3-->A2 | 44-45       | A2-->A1 | 69-70       | A6-->A6 |
| 20-21       | A2-->A2 | 45-46       | A1-->A2 | 70-71       | A6-->A6 |
| 21-22       | A2-->A3 | 46-47       | A2-->A2 | 71-72       | A6-->A6 |
| 22-23       | A3-->A2 | 47-48       | A2-->A2 | 72-73       | A6-->A7 |
| 23-24       | A2-->A2 | 48-49       | A2-->A2 | 73-74       | A7-->A7 |
| 24-25       | A2-->A2 | 49-50       | A2-->A3 | 74-75       | A7-->A7 |
| 25-26       | A2-->A3 | 50-51       | A3-->A3 |             |         |

Berdasarkan Tabel 5.3 setelah mendapatkan FLR selanjutnya menentukan FLRG. FLRG merupakan pengelompokan dari setiap perpindahan *state* yang bertujuan untuk mempermudah perhitungan dari FLR yang sudah ada dan sejalan dengan prinsip dasar rantai *markov*. Berikut adalah FLRG dari seluruh data:

**Tabel 5.4 Fuzzy Logical Relation Group (FLRG)**

| Curent State<br>(State Saat Ini) | Next State (State Selanjutnya) |
|----------------------------------|--------------------------------|
| $A_1$                            | $5(A_1), 3(A_2)$               |
| $A_2$                            | $2(A_1), 10(A_2), 4(A_3)$      |
| $A_3$                            | $3(A_2), 2(A_3), 4(A_4)$       |
| $A_4$                            | $3(A_3), 6(A_4), 4(A_5)$       |
| $A_5$                            | $3(A_4), 9(A_5), 3(A_6)$       |
| $A_6$                            | $2(A_5), 8(A_6), A_7$          |
| $A_7$                            | $2(A_7)$                       |

FLRG yang didapatkan, selanjutnya digunakan untuk membentuk proses transisi peramalan yang menggambarkan hubungan antara satu *state* dengan *state* lainnya. Berikut adalah proses transisi peramalan:



**Gambar 5.2 Proses Transisi Peramalan**

Berdasarkan gambar 5.2, tanda panah dua arah menunjukkan bahwa *state* bertransisi dari satu *state* ke *state* berikutnya dan berlaku hubungan sebaliknya, *state - state* tersebut antara lain  $A_1$  dan  $A_2$ ,  $A_2$  dan  $A_3$ ,  $A_3$  dan  $A_4$ ,  $A_4$  dan  $A_5$ , serta  $A_5$  dan  $A_6$ . Sedangkan tanda panah yang menunjukkan kearah dirinya sendiri berarti

*state* tersebut bertransisi dengan dirinya sendiri, *state – state* tersebut antara lain  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$  dan  $A_7$ .

**Langkah 6.** Menghitung hasil peramalan. Pada tahap ini akan dibentuk matrik probabilitas transisi *Markov* berorde  $7 \times 7$  dari FLRG yang sudah ditentukan pada tahap sebelumnya. Misalnya untuk  $A_i \rightarrow A_j$  dengan  $i = 1$  dan  $j = 1, 2, \dots, n$ , *state*  $A_1$  bertransisi ke *state* lainnya sebanyak 8 kali yaitu ke *state*  $A_1$  sebanyak 5 kali dan *state*  $A_2$  sebanyak 3 kali, maka  $P_{11} = 5/8$  dan  $P_{12} = 3/8$ . Berikut adalah matrik transisi *markov*:

$$R = \begin{bmatrix} 5/8 & 3/8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2/16 & 10/16 & 4/16 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3/9 & 2/9 & 4/9 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3/13 & 6/13 & 4/13 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 3/15 & 9/15 & 3/15 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2/11 & 8/11 & 1/11 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2/2 \end{bmatrix}$$

Setelah mendapatkan matrik probabilitas transisi *Markov*, selanjutnya akan dilakukan peramalan. Sebagai contoh perhitungan peramalan untuk bulan Februari 2012 (data ke-2) dan bulan April 2012 (data ke-4), dengan melihat data bulan sebelumnya (Januari 2012 dan Maret 2012) dimana *state* bertransisi dari  $A_1 \rightarrow A_1$  dan  $A_1 \rightarrow A_2$ . Berikut adalah perhitungan peramalan:

$$\begin{aligned} F(2) &= Y(t-1)P_{11} + m_2P_{12} + m_3P_{13} + m_4P_{14} + m_5P_{15} + m_6P_{16} + m_7P_{17} \\ &= 129.7125*(5/8) + 142.7857*(3/8) \\ &= 134.61495 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F(4) &= Y(t-1)P_{11} + m_2P_{12} + m_3P_{13} + m_4P_{14} + m_5P_{15} + m_6P_{16} + m_7P_{17} \\ &= 135.20795*(5/8) + 142.7857*(3/8) \\ &= 138.0496 \end{aligned}$$

Menggunakan cara yang sama, berikut ini adalah hasil peramalan awal sebelum disesuaikan:

```

> ramal
[1] 134.6150 136.4383 138.0496 141.6398 138.1172 133.6641 137.9652 139.2504
[9] 142.9137 145.9773 146.0804 144.9215 146.8140 153.4648 162.0831 163.8927
[17] 170.5985 161.7503 154.6074 146.5147 146.7547 153.4347 146.5413 143.4325
[25] 145.5980 152.9550 154.5012 162.3125 162.8771 162.5275 164.5064 170.5802
[33] 170.3622 162.7843 163.5004 164.7826 170.1971 172.3693 172.6714 171.3961
[41] 169.6950 162.0283 154.5007 144.8343 139.6039 144.3488 143.8141 142.9961
[49] 143.7151 152.7787 154.3186 161.3537 154.3070 162.2527 171.2555 178.7609
[57] 174.6285 178.6109 172.5989 171.3641 172.3132 173.6457 175.0297 181.9700
[65] 181.4010 181.7339 182.9220 183.7029 183.0230 183.5407 182.8786 182.2312
[73] 192.6979 195.3906

```

**Gambar 5.3** Hasil Peramalan Sebelum Disesuaikan

**Langkah 7.** Menghitung nilai penyesuaian pada peramalan (*Adjusted Value*). Menghitung nilai penyesuaian pada peramalan merupakan tahapan untuk mengurangi besarnya penyimpangan pada hasil peramalan. Sebagai contoh perhitungan untuk bulan Februari 2012 dan April 2012, diketahui bahwa FLR-nya adalah  $A_1 \rightarrow A_1$  dan  $A_1 \rightarrow A_2$ . Berikut diperoleh nilai penyesuaian:

$$D_{t(\text{Februari})} = 0$$

$$D_{t(\text{April})} = \left( \frac{\ell}{2} \right) = \left( \frac{9.8571428}{2} \right)$$

**Langkah 8.** Menentukan hasil ramalan yang cocok (*Adjusted forecasting value*). Tahap ini disebut juga peramalan akhir, dimana hasil peramalan awal dijumlahkan dengan nilai peyesuaian yang ada. Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
F'(2) &= F(2) + D_{t(\text{Februari})} \\
&= 134.61495
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F'(4) &= F(4) + D_{t(\text{April})} + D_{t1(\text{April})} \\
&= 138.0496 + 9.8571428 = 147.906749
\end{aligned}$$

Berikut adalah hasil peramalan akhir metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* (FTSMC):

```

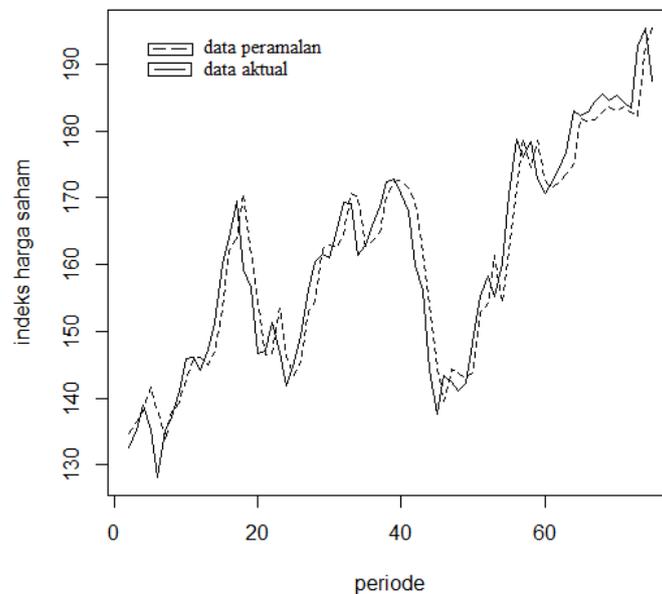
> adj.forecastramal
 [1] 134.6150 136.4383 147.9068 131.7827 138.1172 133.6641 137.9652 149.1076
 [9] 142.9137 145.9773 146.0804 144.9215 156.6712 163.3219 162.0831 173.7499
[17] 160.7414 151.8931 144.7502 146.5147 156.6118 143.5775 146.5413 143.4325
[25] 155.4551 152.9550 164.3583 162.3125 162.8771 162.5275 174.3635 170.5802
[33] 160.5050 162.7843 163.5004 174.6397 170.1971 172.3693 172.6714 171.3961
[41] 159.8378 152.1712 144.6436 134.9772 149.4611 144.3488 143.8141 142.9961
[49] 153.5722 152.7787 164.1757 151.4965 164.1641 172.1099 181.1127 168.9037
[57] 184.4856 168.7537 172.5989 171.3641 172.3132 173.6457 184.8869 181.9700
[65] 181.4010 181.7339 182.9220 183.7029 183.0230 183.5407 182.8786 192.0883
[73] 192.6979 195.3906 187.4375

```

**Gambar 5.4** Hasil Peramalan Setelah Disesuaikan

Berdasarkan gambar 5.4, didapati bahwa nilai peramalan Harga penutupan saham pada ISSI untuk 1 periode ke depan (April 2018) adalah sebesar 187.4375. Setelah didapatkan nilai peramalannya, lalu dibandingkan dengan data aktualnya yaitu sebesar 185.8293. Selisih dari kedua nilai tersebut cukup kecil, hanya sebesar 1.6082.

**Langkah 9.** Menghitung nilai *MAPE*. Nilai *MAPE* yang didapatkan sebesar 1.858236%. Berikut adalah visualisasi grafik perbandingan data aktual dengan hasil peramalan akhir:



**Gambar 5.5** Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Peramalan

### 5.3 Validasi Metode

Validasi metode digunakan untuk membandingkan ukuran ketepatan antara metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* (FTSMC), *Fuzzy Time Series Cheng*, dan ARIMA. Hasil ukuran ketepatan model-model tersebut sebagai berikut:

**Tabel 5.5** Perbandingan Ukuran Ketepatan Model

| MAPE FTSMC | MAPE FTS-Cheng | MAPE ARIMA |
|------------|----------------|------------|
| 1.858236   | 5.845401164    | 0.450884   |

Berdasarkan tabel 5.5, dapat dilihat bahwa MAPE terkecil diantara ketiga model diatas adalah ARIMA. Tetapi model ARIMA tidak bisa dikatakan terbaik, karena analisis ARIMA tidak memenuhi asumsi homoskedastisitas, jadi MAPE yang dibandingkan hanya model FTSMC dan FTS-Cheng. Model terbaik dari kedua metode tersebut adalah FTSMC, karena menunjukkan MAPE yang lebih kecil dibandingkan MAPE FTS-Cheng.

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

#### **6.1 Kesimpulan**

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

1. Hasil peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* (FTSMC) menggunakan 7 himpunan *fuzzy*, memberikan hasil bahwa harga penutupan saham Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) untuk bulan April 2018 yaitu 187.4375.
2. Tingkat penyimpangan pada model peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* (FTSMC) sebesar 1.858236% dari data aktual.

#### **6.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian ini, ada beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan memeriksa banyaknya himpunan yang paling optimal dalam peramalan FTSMC.
2. Untuk para investor tindakan *buy* dan *hold* masih menjadi strategi yang cukup baik. Tindakan *buy* dilakukan oleh investor yang ingin berinvestasi dikarenakan indeks harga saham syariah yang tetap pada periode berikutnya. Sedangkan tindakan *hold* dilakukan oleh investor yang ingin menjual sahamnya ketika harga naik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azis, M., Mintarti, S., Nadir, M. 2015. *Manajemen Investasi Fundamental, Teknikal, Perilaku Investor dan Return Saham*. Yogyakarta: DEEPUBLISH (Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA).
- Bursa Efek Indonesia. 2010. *Indeks Saham Syariah*. <http://www.idx.co.id/id-id/beranda/produkdanlayanan/pasarsyariah/indekssahamsyariah.aspx>. Diakses pada 2 Januari 2018.
- Cai, Zhang, Wu, and Leung. 2013. *A Novel Stock Forecasting Model Based On Fuzzy Time Series And Genetic Algorithm*. *Procedia Computer Science*, Volume 18.
- Cheng CH, Chen TL, Teoh HJ and Chiang CH. 2008. *Fuzzy Time-Series Based On Adaptive Expectation Model For TAIEX Forecasting*. *Expert Systems with Applications*, (34), 1126-1132
- Danareksaonline, 2014. *Saham*. <http://dmia.danareksaonline.com/Edukasi/Saham>. Diakses pada 3 Januari 2018.
- Darmadji, Tjiptono dan Fakhruddin. 2012. *Pasar Modal Indonesia Pendekatan Tanya Jawab*. Jakarta: Salemba Empat.
- Elfajar, Setiawan dan Dewi. 2017. *Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series*. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, e-ISSN: 2548-964X, Vol. 1, No. 2, hlm. 85-94.
- Fahmi, I. 2012. *Analisis Laporan Keuangan, Cetakan kedua*. Bandung: Alfabeta
- Fahmi, T., Sudarno, dan Wilandari, Y. 2013. *Perbandingan Metode Pemulusan Eksponensial Tunggal dan Fuzzy Time series untuk Memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan*. *Jurnal GAUSSIAN*, 2(2): 137-146

- Fatwa Dewan Syariah Nasional - Majelis Ulama Indonesia Nomor 80 Tahun 2011. Tentang Penerapan Prinsip Syariah dalam Mekanisme Perdagangan Efek Bersifat Ekuitas di Pasar Reguler Bursa Efek.
- Hanke, J.E. & Wichern, D.W. 2005. *Bussiness Forecasting, 8 Edition*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Herjanto, E. 2009. *Sains Manajemen: Analisis Kuantitatif Untuk Pengambilan Keputusan*. Jakarta: Grasindo.
- Huda, Nurul dan Mustafa Edwin Nasution. 2008. *Investasi pada Pasar Modal Syariah*. Jakarta: Kencana.
- Hwang, J. R., Chen, S. M., and Lee, C. H., (1998). *Handling Forecasting Problems Using Fuzzy Time Series*. *Fuzzy Sets and Systems*, 100, pp. 217-228.
- Isaacson, D.L. and R.W. Madsen. 1976. *Markov Chains Theory and Aplications*. New York: John Wiley and Sons.
- Jogiyanto. 2008. *Teori Portofolio dan Analisis Investasi*. Yogyakarta: BPFE UGM.
- Kusumadewi S, Hartati S, Harjoko, dan Wardoyo R. 2006. *Fuzzy Multi Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasi), Edisi Pertama*. Jakarta: Graha Ilmu
- Kusumadewi, S., dan Purnomo, H. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S., dan Purnomo, H. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan Edisi 2*. Indonesia: Graha Ilmu.
- Makridakis, Spyros. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga
- Martalena dan Malinda, M. 2011. *Pengantar Pasar Modal*. Yogyakarta: Andi.
- Montgomery D. C., Jennings C. L., & Kulahci M. 2008. *Introductioan to Time Series Analysis and Forecasting*. New York: WILEY.

- Muhajir, M. 2016. *Aplikasi Model Fuzzy Time Series Markov-Chain Dalam Memprediksi Produksi Premium Dan Solar Di Indonesia*. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Nazwar, Chairul. 2008. *Analisis Pengaruh Variabel Makroekonomi Terhadap Return Saham Syariah Di Indonesia*. Jurnal Perencanaan &. Pengembangan Wilayah, Vol.4, No.4.
- Otoritas Jasa Keuangan. 2014. *Statistik Pasar Modal*. <http://www.ojk.go.id/id/kanal/pasar-modal/data-dan-statistik/statistik-pasar-modal/default.aspx>. Diakses pada 2 Desember 2017.
- Peter J. Brockwell, & Ricard A. Davis. 2001. *Introduction to Time Series and Forecasting, Second Edition*. Springer, New York.
- Prasetya, Hery dan Fitri Lukiastuti. 2009. *Manajemen Operasi*. Yogyakarta: Media Pressindo
- Rachman, A. 2011. *2 Instrumen Pelengkap Indeks Saham Syariah di BEI*. [https://economy.okezone.com/read/2011/06/11/278/467169/2\\_instrumen\\_pelengkap-indeks-saham-syariah-di-bei](https://economy.okezone.com/read/2011/06/11/278/467169/2_instrumen_pelengkap-indeks-saham-syariah-di-bei). Diakses pada 3 Desember 2017.
- Rahmayani, Ispriyanti dan Mukid. 2015. *Peramalan Harga Saham Dengan Metode Exponential Smooth Transition Autoregressive (ESTAR)*. JURNAL GAUSSIAN, ISSN: 2339-2541, Volume 4, Nomor 2, Halaman 257 – 266.
- Riyanto, Eko. 2017. *Peramalan Harga Saham Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Secara Supervised Learning Dengan Algoritma Backpropagation*. Jurnal Informatika Upgris Vol. 3, No. 2.
- Rukhansah, Muslim dan Arifudin. 2015. *Fuzzy Time Series Markov Chain Dalam Meramalkan Harga Saham*. Seminar Nasional Ilmu Komputer (SNIK) - Semarang, ISBN: 978-602-1034-19-4.
- Sartono, Agus. 2008. *Manajemen Keuangan Teori dan Aplikasi Edisi Empat*. Yogyakarta: BPF.

- Satria, Sukarsa dan Jayanegara. 2015. *Peramalan Jumlah Wisatawan Australia Yang Berkunjung Ke Bali Menggunakan Multivariat Fuzzy Time Series*. E-Jurnal Matematika, ISSN: 2303-1751, Vol. 4 (3), pp. 90-97.
- Saxena, P., Sharma, K., dan Easo, S. 2012. *Forecasting Enrollments Based on Fuzzy Time Series With Higher Forecast Accuracy Rate*. International journal computer technology and application, 3(3): 957-961.
- Sigh, S, R. 2007. *A Simple Time Variant Method for Fuzzy Time Series Forecasting*. Cybermetics and System: An Int. Jurnal, 38. 305-321.
- Song, Q. dan Chissom, B. S. 1993. *Forecasting Enrollment With Fuzzy Time Series- Part I*. Fuzzy sets and systems, 54(1): 1-9.
- Srinadi, I Gusti Ayu Made. 2013. *Pengantar Proses Statistik*. Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Udayana, Bali.
- Sturges, H. A. 1926. *The Choice of a Class Interval*. Journal of the American Statistical Association (21), 65-66.
- Sunariyah. 2003. *Pengantar Pengetahuan Pasar Modal*. Jakarta: UUP AMP LPFE UI, hlm: 294.
- Susilo, Frans. 2006. *Himpunan dan Logika Kabur Serta Aplikasinya*. Graha Ilmu.
- Tsaur, R. C. 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, 8(7B): 4931-4942.
- Tsaur, R. C., Yang, J.C.O., dan Wang, H. F. 2004. *Fuzzy relation Analysis in Fuzzy Time Series Model*. Computer and mathematics with applications, 49(4): 539-548.
- Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 1995. Tentang Pasar Modal.
- Widoatmojo, Sawidji. 2005. *Cara Sehat Investasi di Pasar Modal*. Jakarta: PT. Jurnalindo Aksaragrafika

- Yu, H. 2005. *Weighted Fuzzy Time Series Models For Taiex Forecasting*. Physica A, 349: 609-624.
- Yuliana, Indah. 2010. *Investasi Produk Keuangan Syariah*. Malang: UIN-Maliki Press.
- Zimmermann, H.-J. 1991. *Fuzzy Set Theory and Its Application*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.
- Yu, K.H.T, dan Huarng. 2010. *A Neural Network-Based Fuzzy Time Series Model To Improve Forecasting*. Expert Sistem With Aplication, Elsevier, 3366-3372.

## **LAMPIRAN**

Lampiran 1. Data Harga Penutupan Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI)  
Januari 2012 - Maret 2018

| No | Periode     | Close       |
|----|-------------|-------------|
| 1  | ISSI-201201 | 129.7125238 |
| 2  | ISSI-201202 | 132.6298095 |
| 3  | ISSI-201203 | 135.2079524 |
| 4  | ISSI-201204 | 138.9809    |
| 5  | ISSI-201205 | 135.3161429 |
| 6  | ISSI-201206 | 128.1911905 |
| 7  | ISSI-201207 | 135.0728636 |
| 8  | ISSI-201208 | 137.1292222 |
| 9  | ISSI-201209 | 141.0191    |
| 10 | ISSI-201210 | 145.9207727 |
| 11 | ISSI-201211 | 146.08575   |
| 12 | ISSI-201212 | 144.2315556 |
| 13 | ISSI-201301 | 147.259619  |
| 14 | ISSI-201302 | 151.41285   |
| 15 | ISSI-201303 | 159.9538421 |
| 16 | ISSI-201304 | 163.8746818 |
| 17 | ISSI-201305 | 169.4260909 |
| 18 | ISSI-201306 | 159.2326842 |
| 19 | ISSI-201307 | 156.5545652 |
| 20 | ISSI-201308 | 146.7806471 |
| 21 | ISSI-201309 | 147.164619  |
| 22 | ISSI-201310 | 151.2775238 |
| 23 | ISSI-201311 | 146.8232    |
| 24 | ISSI-201312 | 141.8491579 |
| 25 | ISSI-201401 | 145.3139    |
| 26 | ISSI-201402 | 149.11905   |
| 27 | ISSI-201403 | 156.0768    |
| 28 | ISSI-201404 | 160.4509    |
| 29 | ISSI-201405 | 161.6741667 |
| 30 | ISSI-201406 | 160.9167143 |
| 31 | ISSI-201407 | 165.2042778 |
| 32 | ISSI-201408 | 169.3955    |
| 33 | ISSI-201409 | 169.0321905 |
| 34 | ISSI-201410 | 161.4731739 |
| 35 | ISSI-201411 | 163.0246    |
| 36 | ISSI-201412 | 165.80275   |

| No | Periode     | Close       |
|----|-------------|-------------|
| 37 | ISSI-201501 | 168.7571429 |
| 38 | ISSI-201502 | 172.3773158 |
| 39 | ISSI-201503 | 172.8809545 |
| 40 | ISSI-201504 | 170.755381  |
| 41 | ISSI-201505 | 167.9201579 |
| 42 | ISSI-201506 | 159.8351905 |
| 43 | ISSI-201507 | 156.0747368 |
| 44 | ISSI-201508 | 144.09205   |
| 45 | ISSI-201509 | 137.6948571 |
| 46 | ISSI-201510 | 143.3152857 |
| 47 | ISSI-201511 | 142.4597143 |
| 48 | ISSI-201512 | 141.1508947 |
| 49 | ISSI-201601 | 142.3012632 |
| 50 | ISSI-201602 | 148.32575   |
| 51 | ISSI-201603 | 155.2549048 |
| 52 | ISSI-201604 | 158.373381  |
| 53 | ISSI-201605 | 155.2029    |
| 54 | ISSI-201606 | 160.3213636 |
| 55 | ISSI-201607 | 170.521125  |
| 56 | ISSI-201608 | 178.698     |
| 57 | ISSI-201609 | 176.1427    |
| 58 | ISSI-201610 | 178.4917143 |
| 59 | ISSI-201611 | 172.7600455 |
| 60 | ISSI-201612 | 170.70205   |
| 61 | ISSI-201701 | 172.2839    |
| 62 | ISSI-201702 | 174.5047368 |
| 63 | ISSI-201703 | 176.81145   |
| 64 | ISSI-201704 | 183.1105294 |
| 65 | ISSI-201705 | 182.3281    |
| 66 | ISSI-201706 | 182.7858667 |
| 67 | ISSI-201707 | 184.4194762 |
| 68 | ISSI-201708 | 185.4932273 |
| 69 | ISSI-201709 | 184.5583684 |
| 70 | ISSI-201710 | 185.270182  |
| 71 | ISSI-201711 | 184.359818  |
| 72 | ISSI-201712 | 183.469667  |
| 73 | ISSI-201801 | 192.697909  |
| 74 | ISSI-201802 | 195.390632  |
| 75 | ISSI-201803 | 187.437524  |

## Lampiran 2. Syntax Program R

```
#-----SYNTAX-----#
#-----#
# Input Data Historis
data=scan()
data
#-----#
#Plot Data Aktual
plot(c(2:length(data)),data[c(2:length(data))],type="l",xlab="periode",
ylab="harga penutupan saham")
#-----#
#Mencari Data Maksimum Dan Data Minimum
minimal=min(data)
maksimal=max(data)
minimal
maksimal
#-----#
# Mencari Data Minimum baru dan Data Maksimum Baru Untuk dijadikan
sebagai Batas atas dan batas bawah interval semesta pembicaraan U
min.baru=minimal-0.1912
max.baru=maksimal+1.6094
min.baru
max.baru
#-----#
#Panjang Interval
n=7
L=(max.baru-min.baru)/n
L
#-----#
# Batas-batas interval
intrv.1=seq(min.baru,max.baru,len=8)
intrv.1
#-----#
```

```

# pembagian interval dan membentuk himpunan fuzzy
box1=data.frame(NA,nrow=length(intrv.1)-1,ncol=3)
names(box1)=c("bawah","atas","kel")

for (i in 1:length(intrv.1)-1)
{
  box1[i,1]=intrv.1[i]
  box1[i,2]=intrv.1[i+1]
  box1[i,3]=i
}
box1
#=====#
# nilai tengah interval
n.tengah=data.frame(tengah=(box1[,1]+box1[,2])/2,kel=box1[,3])
n.tengah
#=====#
#fuzzyfikasi ke data aktual
out1=NULL
for (i in 1:length(data))
{
  if (data[i]>=box1[1,1] && data[i]<box1[1,2]) out1[i]=box1[1,3] else
  if (data[i]>=box1[2,1] && data[i]<box1[2,2]) out1[i]=box1[2,3] else
  if (data[i]>=box1[3,1] && data[i]<box1[3,2]) out1[i]=box1[3,3] else
  if (data[i]>=box1[4,1] && data[i]<box1[4,2]) out1[i]=box1[4,3] else
  if (data[i]>=box1[5,1] && data[i]<box1[5,2]) out1[i]=box1[5,3] else
  if (data[i]>=box1[6,1] && data[i]<box1[6,2]) out1[i]=box1[6,3] else
  out1[i]=box1[7,3]
}
out1
#=====#

```

```

#fuzzyfikasi ke data asal
fuzzyfy=cbind(data,out1)
fuzzyfy
#=====#
# LHS( left hand side)
out2=NA
for (i in 1:length(out1))
{
  out2[i+1]=out1[i]
}
out2=out2[-(length(out2))]
out2
#=====#
# RHS( right hand side)
out3=NA
for (i in 2:length(out1))
{
  out3[i]=out1[i]
}
out3
#=====#
# susunan data fuzzyfikasi,LHS dan RHS
hasil2=cbind(out1,out2,out3)
hasil2
#=====#
# susunan data fuzzyfikasi,LHS dan RHS dengan satu orde ditandai mundur 1 langkah
hasil2=hasil2[-1,]
hasil2
#=====#
# susunan data fuzzyfikasi,LHS dan RHS dengan satu orde ditandai mundur 1 langkah fixes
hasil2=as.data.frame(hasil2)
hasil2

#=====#
# jumlah transisi tiap state
m.count=table(hasil2[,2:3])
m.count
#=====#
#FUZZY LOGICAL RELATION GROUP (FLRG)
FLRG=matrix(rep(0,(7*7)),ncol=7)
for (i in 1:nrow(hasil2))
{
  for (j in 1:7)
  {
    for (k in 1:7)
    {
      if (hasil2[i,2]==j && hasil2[i,3]==k) FLRG[j,k]=FLRG[j,k]+1
    }
  }
}
FLRG
#=====#
# matriks trasisi
m.trans=prop.table(table(hasil2[,2:3]),1)
m.trans
#=====#
# pembulatan peluang matriks transisi
m.trans.1=round(prop.table(table(hasil2[,2:3]),1),3)
m.trans.1
#=====#

#=====#
# forcaseting value (peramalan awal)

```

```

ramal=NULL

for (i in 1:nrow(hasil2))
{
  if (out1[i]==1)
  {ramal[i]=m.trans[1,1]*data[i]+m.trans[1,2]*n.tengah[2,1]+m.trans[1,3]*n.tengah
  [3,1]+m.trans[1,4]*n.tengah[4,1]+m.trans[1,5]*n.tengah[5,1]+m.trans[1,6]*n.teng
  ah[6,1]+m.trans[1,7]*n.tengah[7,1]} else

  if (out1[i]==2)
  {ramal[i]=m.trans[2,1]*n.tengah[1,1]+m.trans[2,2]*data[i]+m.trans[2,3]*n.tengah
  [3,1]+m.trans[2,4]*n.tengah[4,1]+m.trans[2,5]*n.tengah[5,1]+m.trans[2,6]*n.teng
  ah[6,1]+m.trans[2,7]*n.tengah[7,1]} else

  if (out1[i]==3)
  {ramal[i]=m.trans[3,1]*n.tengah[1,1]+m.trans[3,2]*n.tengah[2,1]+m.trans[3,3]*d
  ata[i]+m.trans[3,4]*n.tengah[4,1]+m.trans[3,5]*n.tengah[5,1]+m.trans[3,6]*n.teng
  ah[6,1]+m.trans[3,7]*n.tengah[7,1]} else

  if (out1[i]==4)
  {ramal[i]=m.trans[4,1]*n.tengah[1,1]+m.trans[4,2]*n.tengah[2,1]+m.trans[4,3]*n.
  tengah[3,1]+m.trans[4,4]*data[i]+m.trans[4,5]*n.tengah[5,1]+m.trans[4,6]*n.teng
  ah[6,1]+m.trans[4,7]*n.tengah[7,1]} else

  if (out1[i]==5)
  {ramal[i]=m.trans[5,1]*n.tengah[1,1]+m.trans[5,2]*n.tengah[2,1]+m.trans[5,3]*n.
  tengah[3,1]+m.trans[5,4]*n.tengah[4,1]+m.trans[5,5]*data[i]+m.trans[5,6]*n.teng
  ah[6,1]+m.trans[5,7]*n.tengah[7,1]} else

  if (out1[i]==6)
  {ramal[i]=m.trans[6,1]*n.tengah[1,1]+m.trans[6,2]*n.tengah[2,1]+m.trans[6,3]*n.
  tengah[3,1]+m.trans[6,4]*n.tengah[4,1]+m.trans[6,5]*n.tengah[5,1]+m.trans[6,6]
  *data[i]+m.trans[6,7]*n.tengah[7,1]} else

  {ramal[i]=m.trans[7,1]*n.tengah[1,1]+m.trans[7,2]*n.tengah[2,1]+m.trans[7,3]*n.
  tengah[3,1]+m.trans[7,4]*n.tengah[4,1]+m.trans[7,5]*n.tengah[5,1]+m.trans[7,6]
  *n.tengah[6,1]+m.trans[7,7]*data[i]}

}

ramal

#=====#

# adjusted forecasting value (tahapan smoothing, peramalan tahap kedua)

```

```

adjusted=rep(0,nrow(hasil2))
selisih=hasil2[,3]-hasil2[,2]
for (i in 1:nrow(hasil2))
{
  for (j in 1:7)
  {
    for (k in 1:7)
    {
      if (hasil2[i,2]!=hasil2[i,3] && m.trans.1[j,k]==0)
      {adjusted[i]=selisih[i]*(L/2)} else #Untuk tidak komunikate
      if (hasil2[i,2]>hasil2[i,3] && m.trans.1[j,k]==0)
      {adjusted[i]=selisih[i]*(L/2)} else #Untuk tidak komunikate
      if (hasil2[i,2]<hasil2[i,3] && m.trans.1[j,k]==0)
      {adjusted[i]=selisih[i]*(L/2)} else #Untuk tidak komunikate
      if (hasil2[i,2]<hasil2[i,3] && m.trans.1[j,k]>0) {adjusted[i]=(L)}
else #Untuk komunikate
      if (hasil2[i,2]>hasil2[i,3] && m.trans.1[j,k]>0) {adjusted[i]=(-L)}
else #Untuk tidak komunikate
      if (hasil2[i,2]!=hasil2[i,3] && m.trans.1[j,k]>0)
      {adjusted[i]=selisih[i]*L/2} } #Untuk tidak komunikate
    }
  }
}
adjusted
#=====#
# adjusted forecasting value ( peramalan tahap akhir)
adj.forecast=adjusted+ramal
adj.forecast
#=====#
# checking besar error
data.b=data[c(2:length(data))]

```

MAPEFTSMC=(sum(abs(data.b-adj.forecast)/data.b))\*(100/length(data))

MAPEFTSMC

#=====

# forecasting hanya satu periode kedepan FTSMC

if (hasil2[nrow(hasil2),1]==1)  
{ramal.s=m.trans[1,1]\*data[length(data)]+m.trans[1,2]\*n.tengah[2,1]+m.trans[1,3]  
]\*n.tengah[3,1]+m.trans[1,4]\*n.tengah[4,1]+m.trans[1,5]\*n.tengah[5,1]+m.trans[  
1,6]\*n.tengah[6,1]+m.trans[1,7]\*n.tengah[7,1]} else

if (hasil2[nrow(hasil2),1]==2)  
{ramal.s=m.trans[2,1]\*n.tengah[1,1]+m.trans[2,2]\*data[length(data)]+m.trans[2,3]  
]\*n.tengah[3,1]+m.trans[2,4]\*n.tengah[4,1]+m.trans[2,5]\*n.tengah[5,1]+m.trans[  
2,6]\*n.tengah[6,1]+m.trans[2,7]\*n.tengah[7,1]} else

if (hasil2[nrow(hasil2),1]==3)  
{ramal.s=m.trans[3,1]\*n.tengah[1,1]+m.trans[3,2]\*n.tengah[2,1]+m.trans[3,3]\*da  
ta[length(data)]+m.trans[3,4]\*n.tengah[4,1]+m.trans[3,5]\*n.tengah[5,1]+m.trans[  
3,6]\*n.tengah[6,1]+m.trans[3,7]\*n.tengah[7,1]} else

if (hasil2[nrow(hasil2),1]==4)  
{ramal.s=m.trans[4,1]\*n.tengah[1,1]+m.trans[4,2]\*n.tengah[2,1]+m.trans[4,3]\*n.t  
engah[3,1]+m.trans[4,4]\*data[length(data)]+m.trans[4,5]\*n.tengah[5,1]+m.trans[4  
,6]\*n.tengah[6,1]+m.trans[4,7]\*n.tengah[7,1]} else

if (hasil2[nrow(hasil2),1]==5)  
{ramal.s=m.trans[5,1]\*n.tengah[1,1]+m.trans[5,2]\*n.tengah[2,1]+m.trans[5,3]\*n.t  
engah[3,1]+m.trans[5,4]\*n.tengah[4,1]+m.trans[5,5]\*data[length(data)]+m.trans[5  
,6]\*n.tengah[6,1]+m.trans[5,7]\*n.tengah[7,1]} else

if (hasil2[nrow(hasil2),1]==6)  
{ramal.s=m.trans[6,1]\*n.tengah[1,1]+m.trans[6,2]\*n.tengah[2,1]+m.trans[6,3]\*n.t  
engah[3,1]+m.trans[6,4]\*n.tengah[4,1]+m.trans[6,5]\*n.tengah[5,1]+m.trans[6,6]\*  
data[length(data)]+m.trans[6,7]\*n.tengah[7,1]} else

{ramal.s=m.trans[7,1]\*n.tengah[1,1]+m.trans[7,2]\*n.tengah[2,1]+m.trans[7,3]\*n.t  
engah[3,1]+m.trans[7,4]\*n.tengah[4,1]+m.trans[7,5]\*n.tengah[5,1]+m.trans[7,6]\*  
n.tengah[6,1]+m.trans[7,7]\*data[length(data)]}

ramal.s

#=====

#Ramalan FTSMC periode kedepan dengan informasi seluruh data

```

ramalkdepan=NULL
for (i in 1:length(data))
{
  if (out1[i]==1)
  {ramalkdepan[i]=m.trans[1,1]*data[i]+m.trans[1,2]*n.tengah[2,1]+m.trans[1,3]*n
.tengah[3,1]+m.trans[1,4]*n.tengah[4,1]+m.trans[1,5]*n.tengah[5,1]+m.trans[1,6]
*n.tengah[6,1]+m.trans[1,7]*n.tengah[7,1]} else

  if (out1[i]==2)
  {ramalkdepan[i]=m.trans[2,1]*n.tengah[1,1]+m.trans[2,2]*data[i]+m.trans[2,3]*n
.tengah[3,1]+m.trans[2,4]*n.tengah[4,1]+m.trans[2,5]*n.tengah[5,1]+m.trans[2,6]
*n.tengah[6,1]+m.trans[2,7]*n.tengah[7,1]} else

  if (out1[i]==3)
  {ramalkdepan[i]=m.trans[3,1]*n.tengah[1,1]+m.trans[3,2]*n.tengah[2,1]+m.trans[
3,3]*data[i]+m.trans[3,4]*n.tengah[4,1]+m.trans[3,5]*n.tengah[5,1]+m.trans[3,6]
*n.tengah[6,1]+m.trans[3,7]*n.tengah[7,1]} else

  if (out1[i]==4)
  {ramalkdepan[i]=m.trans[4,1]*n.tengah[1,1]+m.trans[4,2]*n.tengah[2,1]+m.trans[
4,3]*n.tengah[3,1]+m.trans[4,4]*data[i]+m.trans[4,5]*n.tengah[5,1]+m.trans[4,6]
*n.tengah[6,1]+m.trans[4,7]*n.tengah[7,1]} else

  if (out1[i]==5)
  {ramalkdepan[i]=m.trans[5,1]*n.tengah[1,1]+m.trans[5,2]*n.tengah[2,1]+m.trans[
5,3]*n.tengah[3,1]+m.trans[5,4]*n.tengah[4,1]+m.trans[5,5]*data[i]+m.trans[5,6]
*n.tengah[6,1]+m.trans[5,7]*n.tengah[7,1]} else

  if (out1[i]==6)
  {ramalkdepan[i]=m.trans[6,1]*n.tengah[1,1]+m.trans[6,2]*n.tengah[2,1]+m.trans[
6,3]*n.tengah[3,1]+m.trans[6,4]*n.tengah[4,1]+m.trans[6,5]*n.tengah[5,1]+m.trans[
6,6]*data[i]+m.trans[6,7]*n.tengah[7,1]} else

  {ramalkdepan[i]=m.trans[7,1]*n.tengah[1,1]+m.trans[7,2]*n.tengah[2,1]+m.trans[
7,3]*n.tengah[3,1]+m.trans[7,4]*n.tengah[4,1]+m.trans[7,5]*n.tengah[5,1]+m.trans[
7,6]*n.tengah[6,1]+m.trans[7,7]*data[i]}
}
ramalkdepan
#=====#

```

```

# adjusted value (tahapan smoothing, peramalan tahap kedua)
adjusteddramal=rep(0,length(data))
selisih=hasil2[,3]-hasil2[,2]
for (i in 1:length(data))
{
  for (j in 1:7)
  {
    for (k in 1:7)
    {
      if (hasil2[i,2]!=hasil2[i,3] && m.trans.1[j,k]==0)
      {adjusteddramal[i]=selisih[i]*(L/2)} else
      if (hasil2[i,2]>hasil2[i,3] && m.trans.1[j,k]==0)
      {adjusteddramal[i]=selisih[i]*(L/2)} else
      if (hasil2[i,2]<hasil2[i,3] && m.trans.1[j,k]==0)
      {adjusteddramal[i]=selisih[i]*(L/2)} else
      if (hasil2[i,2]<hasil2[i,3] && m.trans.1[j,k]>0)
      {adjusteddramal[i]=(L)} else
      if (hasil2[i,2]>hasil2[i,3] && m.trans.1[j,k]>0)
      {adjusteddramal[i]=(-L)} else
      if (hasil2[i,2]!=hasil2[i,3] && m.trans.1[j,k]>0)
      {adjusteddramal[i]=selisih[i]*L/2}    }
    }
  }
}
adjusteddramal
#=====#
#Adjusted.forecasting Value Periode Kedepan
adj.forecastramal=adjusteddramal+ramalkdepan
adj.forecastramal
#=====#
# PLOT FTSMC dan Data Aktual

```

```
plot(c(2:length(data)),data[c(2:length(data))],type="l",xlab="periode",ylab="harga penutupan saham")
```

```
lines(c(2:length(data)),ramal[c(1:length(ramal))],lty=2)
```

```
legend(10,12000,c("actual", "forecast.markov"),bty="n",lty=c(1,2))
```