

**PERAMALAN HARGA BITCOIN MENGGUNAKAN METODE *FUZZY*  
*TIME SERIES LEE***

**SKRIPSI**



**UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh  
**LAILATUL AINIYAH**  
**H02218005**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL  
SURABAYA**

**2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : LAILATUL AINIYAH

NIM : H02218005

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2018

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "PERAMALAN HARGA BITCOIN MENGGUNAKAN METODE *FUZZY TIME SERIES LEE*". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 20 Juni 2022

Yang menyatakan,



LAILATUL AINIYAH

NIM. H02218005

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama : LAILATUL AINIYAH  
NIM : H02218005  
Judul Skripsi : PERAMALAN HARGA BITCOIN MENGGUNAKAN  
METODE *FUZZY TIME SERIES LEE*

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Pembimbing I



Yuniar Farida, MT  
NIP. 197905272014032002

Pembimbing II



Lutfi Hakim, M.Ag  
NIP. 197312252006041001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Matematika  
UIN Sunan Ampel Surabaya



Aris Fanani, M.Kom  
NIP. 198701272014031002

## PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

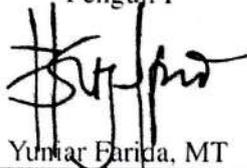
Skripsi oleh

Nama : LAILATUL AINIYAH  
NIM : H02218005  
Judul Skripsi : PERAMALAN HARGA BITCOIN MENGGUNAKAN  
METODE *FUZZY TIME SERIES LEE*

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
pada tanggal 23 Juni 2022

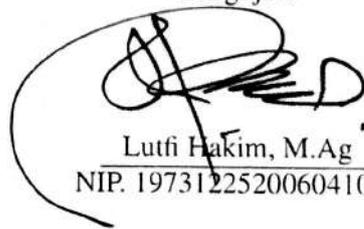
Mengesahkan,  
Tim Penguji

Penguji I



Yuniar Farida, MT  
NIP. 197905272014032002

Penguji II



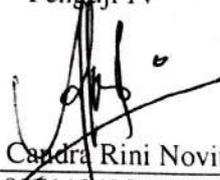
Lutfi Hakim, M.Ag  
NIP. 197312252006041001

Penguji III



Wika Dianita Utami, M.Sc  
NIP. 199206102018012003

Penguji IV



Dian Candra Rini Novitasari, M.Kom  
NIP. 198511242014032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. A. Saerul Hamdani, M.Pd  
NIP. 196507312000031002



**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA**  
**PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300  
E-Mail: [perpus@uinsby.ac.id](mailto:perpus@uinsby.ac.id)

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : LAILATUL AINIYAH  
NIM : H02218009  
Fakultas/Jurusan : SAINTEK / MATEMATIKA  
E-mail address : lailatul.ainiyah101@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi     Tesis     Desertasi     Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PERAMALAN HARGA BITCOIN MENGGUNAKAN METODE  
FUZZY TIME SERIES LEE

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 18 Juli 2022

Penulis

( LAILATUL AINIYAH )  
*nama terang dan tanda tangan*

## ABSTRAK

### PERAMALAN HARGA BITCOIN MENGGUNAKAN METODE *FUZZY*

#### *TIME SERIES LEE*

Saat ini perkembangan teknologi terus mengalami peningkatan diberbagai bidang, termasuk bidang keuangan. Pada bidang keuangan inovasi terus dilakukan, salah satunya adalah adanya mata uang digital (*cryptocurrency*). Bitcoin merupakan salah satu *cryptocurrency* dengan kapitalisasi pasar terbesar di dunia. Selain sebagai mata uang, Bitcoin juga dapat digunakan untuk investasi. Namun berinvestasi dengan Bitcoin mempunyai risiko tinggi. Hal ini dikarenakan harganya yang fluktuatif. fluktuatif ini erat kaitannya dengan kebijakan ekonomi dunia. Ketika jumlah permintaan Bitcoin meningkat harga yang dimiliki juga meningkat begitupun sebaliknya. Unsur ketidakpastian ini mempengaruhi harga Bitcoin sehingga menyebabkan harga Bitcoin bersifat kabur (*fuzzy*). Penelitian ini bertujuan meramalkan harga Bitcoin menggunakan metode FTS model Lee, yang merupakan pengembangan dari beberapa model FTS sebelumnya, yaitu Song dan Chissom, Cheng dan Chen. Menurut sebagian besar penelitian sebelumnya, model Lee dinyatakan mampu menyampaikan hasil peramalan yang lebih tepat daripada model klasik dari *Fuzzy Time Series*. Penelitian ini menggunakan orde satu, orde dua dan orde tiga, dimana peneliti memperoleh hasil nilai *error* dari orde satu sebesar 5.419%, orde dua sebesar 4.042% dan orde tiga sebesar 2.819%. Namun dari ketiga orde tersebut yang dapat digunakan untuk meramalkan harga Bitcoin periode selanjutnya adalah orde satu, yakni sebesar 53584.8 USD. Hal ini dikarenakan relasi yang dihasilkan pada periode selanjutnya tidak didapati pada grup-grup yang telah ditentukan sebelumnya dalam FLRG orde dua dan orde tiga. Sehingga meskipun orde dua dan orde tiga memiliki tingkat akurasi lebih kecil dibandingkan orde satu pada data harga Bitcoin, namun metode FTS Lee orde dua dan orde tiga tidak dapat diramalkan untuk periode 2 Januari 2022.

**Kata kunci:** Peramalan, Bitcoin, *Fuzzy Time Series*, Lee

## ABSTRACT

### FORECASTING BITCOIN PRICE USING *FUZZY TIME SERIES* LEE

#### METHOD

Currently, technological developments continue to increase in various fields, including the financial sector. In the financial sector, innovation continues, one of which is the existence of digital currency (cryptocurrency). Bitcoin is one of the cryptocurrencies with the largest market capitalization in the world. Apart from being a currency, Bitcoin can also be used for investment. However, investing with Bitcoin carries a high risk. This is because the price fluctuates. These fluctuations are closely related to world economic policies. When the number of Bitcoin requests increases, the price owned also increases, and vice versa. This element of uncertainty affects the price of Bitcoin, causing the price of Bitcoin to be fuzzy. This study aims to predict the price of Bitcoin using the Lee model FTS method, which is the development of several previous FTS models, namely Song and Chissom, Cheng and Chen. According to most previous studies, Lee's model is said to be able to convey more precise forecasting results than the classical model of the Fuzzy Time Series. This study uses order one, order two and order three, where the researcher obtains the error value of order one of 5.419%, second order of 4.042% and third order of 2.819%. However, of the three orders that can be used to predict the Bitcoin price for the next period, it is order one, which is 53584.8 USD. This is because the resulting relation in the next period is not found in the groups that have been determined previously in the second-order and third-order FLRGs. So, even though second-order and third-order have a lower level of accuracy than order one on Bitcoin price data, the second-order and third-order Lee FTS methods cannot be forecasted for the period January 2, 2022.

**Keywords:** Forecasting, Bitcoin, *Fuzzy Time Series*, Lee

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING</b>	<b>iii</b>
<b>PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>1</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>3</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>4</b>
<b>I PENDAHULUAN</b>	<b>5</b>
1.1. Latar Belakang Masalah	5
1.2. Rumusan Masalah	13
1.3. Tujuan Penelitian	13
1.4. Manfaat Penelitian	13
1.5. Batasan Masalah	14
1.6. Sistematika Penulisan	14
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>16</b>
2.1. Bitcoin	16
2.2. Peramalan	21
2.3. <i>Time Series</i>	23
2.4. Logika <i>Fuzzy</i>	23
2.5. Himpunan <i>Fuzzy</i>	25
2.6. <i>Fuzzy Time Series</i>	26
2.7. <i>High Order Fuzzy Time Series</i>	28
2.8. <i>Fuzzy Time Series Lee</i>	28
2.9. Ketepatan Metode Peramalan	34

2.10. Jual Beli Bitcoin dalam Pandangan Islam . . . . .	35
<b>III METODE PENELITIAN . . . . .</b>	<b>41</b>
3.1. Jenis Penelitian . . . . .	41
3.2. Jenis dan Sumber Data . . . . .	41
3.3. Metode Analisis Data . . . . .	42
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN . . . . .</b>	<b>45</b>
4.1. Hasil . . . . .	47
4.2. Pembahasan . . . . .	86
4.3. Relevansi Hasil Penelitian terhadap Konsep Islam . . . . .	88
<b>V PENUTUP . . . . .</b>	<b>93</b>
5.1. Kesimpulan . . . . .	93
5.2. Saran . . . . .	93
<b>DAFTAR PUSTAKA . . . . .</b>	<b>94</b>



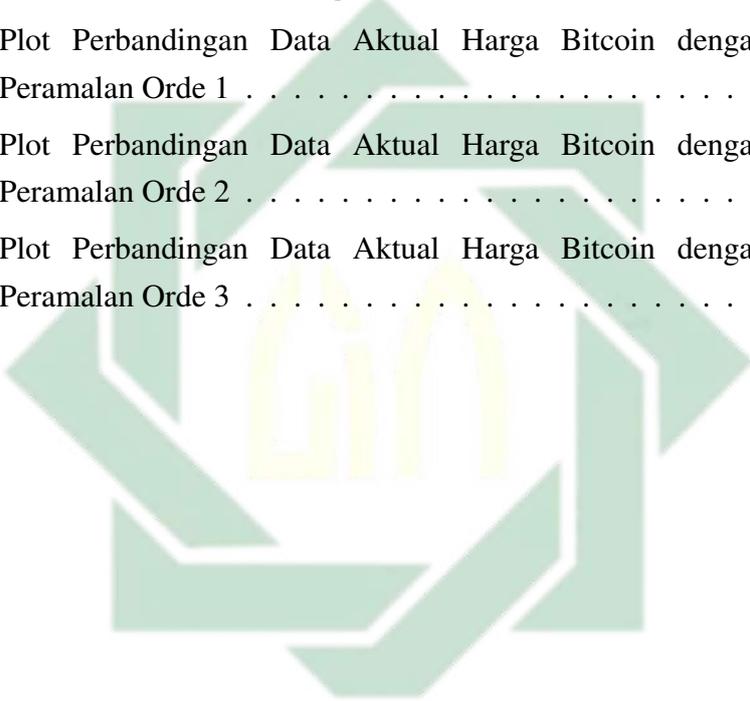
UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR TABEL

2.1	Basis Interval . . . . .	30
2.2	Matriks Pendefinisian Derajat Keanggotaan . . . . .	32
2.3	Kriteria Nilai MAPE . . . . .	35
3.1	Sampel Data Harga Bitcoin . . . . .	42
4.1	Sampel Data Harga Bitcoin . . . . .	45
4.2	Selisih ( <i>lag</i> ) <i>Absolute</i> Data Harga Bitcoin . . . . .	49
4.3	Panjang Interval dan Nilai Tengah dari Himpunan <i>Fuzzy</i> Data Harga Bitcoin . . . . .	52
4.4	<i>Fuzzyfikasi</i> Data Harga Bitcoin . . . . .	55
4.5	FLR Orde 1 Data Harga Bitcoin . . . . .	57
4.6	FLR Orde 2 Data Harga Bitcoin . . . . .	59
4.7	FLR Orde 3 Data Harga Bitcoin . . . . .	61
4.8	FLRG Orde 1 Data Harga Bitcoin . . . . .	64
4.9	FLRG Orde 2 Data Harga Bitcoin . . . . .	66
4.10	FLRG Orde 3 Data Harga Bitcoin . . . . .	68
4.11	<i>Deffuzzyfikasi</i> Hasil Peramalan Orde 1 Data Harga Bitcoin . . . . .	70
4.12	Hasil Peramalan Orde 1 Data Harga Bitcoin . . . . .	72
4.13	<i>Deffuzzyfikasi</i> Hasil Peramalan Orde 2 Data Harga Bitcoin . . . . .	75
4.14	Hasil Peramalan Orde 2 Data Harga Bitcoin . . . . .	77
4.15	<i>Deffuzzyfikasi</i> Hasil Peramalan Orde 3 Data Harga Bitcoin . . . . .	80
4.16	Hasil Peramalan Orde 3 Data Harga Bitcoin . . . . .	82
4.17	Hasil Peramalan Harga Bitcoin Orde 1 . . . . .	85
4.18	Hasil Peramalan Harga Bitcoin Orde 1 . . . . .	86

## DAFTAR GAMBAR

3.1	Diagram Alir Proses Peramalan <i>Fuzzy Time Series</i> Lee . . . . .	44
4.1	Plot Data <i>Time Series</i> Harga Bitcoin . . . . .	46
4.2	Plot Perbandingan Data Aktual Harga Bitcoin dengan Hasil Peramalan Orde 1 . . . . .	74
4.3	Plot Perbandingan Data Aktual Harga Bitcoin dengan Hasil Peramalan Orde 2 . . . . .	79
4.4	Plot Perbandingan Data Aktual Harga Bitcoin dengan Hasil Peramalan Orde 3 . . . . .	84



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang Masalah

Investasi ialah suatu kegiatan manusia yang penting. Hal tersebut terdapat dalam firman Allah pada surah al-Baqarah ayat 261.

مَثَلُ الَّذِينَ يُنْفِقُونَ أَمْوَالَهُمْ فِي سَبِيلِ اللَّهِ كَمَثَلِ حَبَّةٍ أَنْبَتَتْ سَبْعَ سَنَابِلَ فِي كُلِّ سُنبُلَةٍ مِائَةٌ حَبَّةٌ وَاللَّهُ يُضَعِفُ  
لِمَنْ يَشَاءُ وَاللَّهُ وَاسِعٌ عَلِيمٌ ﴿٢٦١﴾

Artinya: “Perumpamaan (nafkah yang dikeluarkan oleh) orang-orang yang memaafkan hartanya di jalan Allah adalah serupa dengan sebutir benih yang menumbuhkan tujuh bulir; pada tiap-tiap bulir seratus biji. Allah melipatgandakan (ganjaran) bagi siapa yang dia kehendaki. Dan Allah Maha luas (karunia-Nya) lagi Maha Mengetahui.” (Q.S al-Baqarah:261)

Ayat tersebut memberikan informasi bagaimana pentingnya dalam berinvestasi. Meskipun tidak dibicarakan secara kongkrit, namun dalam ayat tersebut dijelaskan tentang beruntungnya seseorang yang menafkahkan hartanya ke jalan Allah. Orang yang menafkahkan hartanya di jalan Allah diumpamakan dengan investasi, karena pada hakikatnya harta yang dikeluarkannya itu tidak pernah hilang, melainkan berputar dan berkembang. Sama halnya dengan menanam sebutir benih di tanah yang subur yang kemudian tumbuh dan terus berkembang. Pada ayat diatas oleh Allah digambarkan sebutir benih tumbuh menjadi tujuh bulir dan berakhir menjadi tujuh ratus biji (Sahil, 2021). Saat ini dalam kehidupan bermasyarakat banyak yang telah melakukan kegiatan investasi

untuk masa yang akan datang, baik investasi emas, saham, bahkan yang terbaru investasi mata uang digital (*cryptocurrency*).

Merebaknya virus Covid-19 di akhir tahun 2019 yang berujung dengan ditetapkannya pandemi oleh WHO menyebabkan semua aktivitas yang dilakukan manusia bertransformasi menggunakan layanan digital. Sejak diberlakukannya kebijakan PSBB membuat kegiatan masyarakat terhalang untuk bertemu secara langsung. Sebagai solusinya, masyarakat mulai merubah berbagai kebiasaan mereka menjadi ke ranah online. Mulai dari pekerjaan, belajar, bisnis, transaksi pembayaran, berbelanja *e-commerce* dan aktivitas lainnya. Karena hal tersebut menyebabkan perkembangan teknologi semakin pesat diberbagai bidang, tak terkecuali bidang keuangan. Dalam bidang keuangan transaksi pembayaran banyak yang beralih ke teknologi keuangan. Menurut riset yang dilakukan oleh McKinsey menyatakan selama pandemi secara umum penggunaan teknologi digital pada sektor keuangan terus mengalami peningkatan, dimana 73% masyarakat sudah mencoba menggunakan teknologi digital dengan 21% lainnya merupakan pengguna baru (Churry, 2020). Sehingga hal tersebut menyebabkan mata uang digital atau juga disebut *cryptocurrency* lebih diminati dan semakin populer digunakan oleh masyarakat dunia sebagai pembayaran digital maupun investasi (Pradana and Lestanti, 2020).

Sementara itu, fenomena lain yang terjadi saat pandemi Covid-19 adalah sejumlah harga saham mengalami penurunan secara drastis dikarenakan masyarakat beralih ke uang digital (*cryptocurrency*) dalam berinvestasi. Hal ini dikarenakan selama masa pandemi *cryptocurrency* mengalami kenaikan harga secara terus menerus, bahkan hingga melampaui rekornya. Selain itu, berbeda dengan saham yang lebih merepotkan karena banyaknya berkas yang harus

disiapkan, uang digital hanya perlu mengunduh aplikasi perdagangan uang kripto, mendaftarkan diri, verifikasi data, menyetor deposit dan selesai. Tak hanya itu untuk berinvestasi tujuan utamanya pasti untuk memperoleh keuntungan dan uang kripto menawarkan keuntungan yang berlimpah didalamnya.

*Cryptocurrency* ialah sebuah mata uang dengan bentuk virtual atau digital dan memanfaatkan kriptografi sebagai jaminan keamanan. Sistem keamanan yang dimiliki oleh *cryptocurrency* sulit untuk dipalsukan. *Cryptocurrency* juga memiliki sebuah fitur yang menjadi daya tarik terbesar. Fitur tersebut adalah *cryptocurrency* tidak dikeluarkan oleh otoritas pusat, hal ini membuatnya secara teoritis kebal terhadap gangguan atau manipulasi pemerintah. Sistem transaksi yang digunakan *cryptocurrency* diverifikasi oleh komputer pengguna yang masuk ke jaringan mata uang alih-alih mengandalkan lembaga keuangan tradisional dalam memverifikasi dan menjamin transaksi (Sovbetov, 2018).

*Cryptocurrency* memiliki beberapa jenis, dengan salah satu jenisnya ialah Bitcoin. Bitcoin merupakan uang digital yang pertama kali muncul. Mata uang ini diciptakan oleh Satoshi Nakamoto pada tahun 2009 (Farida and Khasanah, 2021). Selain itu Bitcoin juga merupakan uang digital yang mempunyai kapitalisasi pasar terbesar di dunia dan digadang-gadang akan menjadi penerus mata uang konvensional. Harga mata uang digital ini mengalami kenaikan setiap harinya bahkan saat ini mendekati harga satu milyar rupiah per koinnya.

Pengguna mata uang Bitcoin menyimpan Bitcoinnya di dompet digital, hal ini serupa dengan akun virtual bank. Selain itu dalam melakukan transaksi, Bitcoin akan tersimpan pada teknologi *blockchain* (Saadah and Salsabila, 2021). Teknologi *blockchain* merupakan salah satu teknologi yang digunakan untuk menyimpan data digital dan telah diakui sebagai salah satu teknologi yang sangat

baik. Meskipun tersimpan pada teknologi *blockchain*, Bitcoin tidak mempunyai aset yang mendasari dan tidak adanya pertanggung jawaban dari lembaga otoritas serta fluktuasi yang sangat ekstrim menyebabkan adanya pro dan kontra dari pakar ekonomi dan ulama. Pro dan kontra tersebut tidak hanya terjadi di Indonesia, melainkan negara-negara lain pun demikian. Hal tersebut disebabkan beberapa kriteria dan unsur menjadi mata uang negara belum dipenuhi oleh Bitcoin. Selain itu, Bitcoin juga bukan mata uang yang dimunculkan oleh suatu negara, melainkan dimunculkan oleh suatu sistem kriptografi pada jaringan komputer. Berdasarkan segi wujudnya, Bitcoin juga tidak berwujud seperti kertas, koin, emas maupun perak (Hamim, 2020).

Negara Indonesia yang merupakan negara dengan mayoritas 86,88% beragama islam juga belum melegalkan mata uang Bitcoin. Hal ini disebabkan keberadaan Bitcoin dari segi mata uang melanggar ayat 1 pasal 1 UU No. 7 Tahun 2011. Dalam UU tersebut disebutkan bahwa mata uang merupakan uang yang diterbitkan oleh pemerintah dan disebut Rupiah (Nurhisam, 2017). Selain itu, menurut para ulama transaksi jual beli *cryptocurrency* dianggap mengandung unsur maisir dan gharar (Hamim, 2020).

مَنْ قَالَ لِصَاحِبِهِ : تَعَالَ أَقَامِرَكَ فَلْيَتَصَدَّقْ بِشَيْءٍ

Artinya: “siapa yang mengatakan pada temannya: “Kemarilah saya berqimar denganmu”, maka seharusnya ia bershodaqoh.” (H.R Bukhari-Muslim)

Hadits diatas menerangkan tentang dilarangnya melakukan maisir. Dalam hadits tersebut terdapat kata qimar yang diartikan sama dengan maisir oleh sebagian ulama. Namun menurut ulama lainnya mengartikan qimar hanya ada pada mu’amalat dan berbentuk pertarungan atau perjudian. Hadits diatas juga menjelaskan jika seseorang melakukan qimar maka akan dikenakan denda

(kaffarah) dengan bersodaqoh (Rudiansyah, 2020).

Namun seiring berjalannya waktu, perdagangan Bitcoin sebagai aset di bursa berjangka sudah tidak dilarang oleh Pemerintah Indonesia. Bahkan telah ada kepastian hukum yang dikeluarkan oleh Kemendag melalui Badan Pengawas Perdagangan Berjangka Komoditi (Bappebti), yakni peraturan Bappebti No. 2 Tahun 2019 tentang penyelenggaraan pasar Fisik Komoditi di Bursa Berjangka (Rohman, 2021). Selain itu dalam peraturan Bappebti No. 7 Tahun 2020 juga disebutkan aset kripto apa saja yang dapat diperdagangkan di Indonesia, yang salah satunya adalah Bitcoin (Tim, 2021). Namun tetap saja mata uang Bitcoin bukan merupakan mata uang yang sah digunakan di Indonesia.

Meski legalitas Bitcoin sebagai mata uang masih dipertanyakan, namun agaknya masa depan Bitcoin telah digadang-gadang menuju kemakmuran. Mata uang ini memiliki fluktuasi kurs yang berhubungan erat dengan kebijakan ekonomi global, termasuk bagaimana suatu negara diatur, persepsi antisipasi dan kepanikan di antara pengguna Bitcoin serta tingkat penawaran dan permintaan Bitcoin. Saat jumlah permintaan Bitcoin meningkat harga yang dimiliki juga mengalami kenaikan. Namun, saat jumlah permintaan Bitcoin menurun harga yang dimiliki juga akan melemah. Dilansir dari anakgundar.co mata uang ini pernah ditetapkan sebagai *currency of the year* dan *best investmen of the year*. Tak hanya itu Bitcoin juga pernah dinobatkan sebagai *the worst currency*, hal itu dikarenakan Bitcoin pernah menjadi mata uang terburuk di dunia saat harganya melemah (Siregar, 2021).

Dilansir dari detik.com Stefan Ingves yang merupakan Gubernur Riksbank menyatakan bahwa biasanya uang privat akan kolaps cepat atau lambat. Tak hanya itu, Alejandro Diaz selaku Gubernur Bank of Mexico juga menyampaikan

pernyataan yang meragukan masa depan Bitcoin. Beliau menyatakan bahwa Bitcoin sebaiknya digunakan untuk barter barang dengan barang bukan barang dengan uang (Kristo, 2021). Namun prediksi tersebut belum tentu benar. Sampai saat ini harga Bitcoin tetap menunjukkan *trend* yang terus naik. Selain itu juga masih banyak masyarakat dunia yang meyakini bahwa Bitcoin adalah masa depan sistem keuangan. Maka dari itu, pengguna Bitcoin yang masih meyakini harus mengawasi setiap perubahan harga yang ada. Selain itu, untuk menyikapi ketidakstabilan harga Bitcoin harus diantisipasi dengan melakukan peramalan pada masa yang akan datang. Hal tersebut bertujuan agar pengguna Bitcoin tidak dirugikan atau bahkan memanfaatkan kesalahan dalam *trading* saat nilainya turun.

Peramalan adalah suatu usaha untuk menduga atau memperkirakan sesuatu yang kemungkinan terjadi di masa depan. Peramalan biasanya dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan informasi mengenai sesuatu yang kemungkinan besar akan terjadi di masa mendatang. Selain itu, metode peramalan mampu dikerjakan secara kualitatif menggunakan pendapat para ahli atau juga secara kuantitatif dengan perhitungan secara matematis (Andriani et al., 2018). Suatu peramalan tidak perlu memberikan jawaban yang pasti terjadi di masa mendatang, tetapi berupaya untuk menemukan jawaban yang sedekat mungkin dengan kejadian nyata (Orpa et al., 2019).

Salah satu metode peramalan teknik kuantitatif adalah dengan menggunakan analisis *time series* (deret waktu). Analisis *time series* ialah suatu metode analisis yang bertujuan untuk meramalkan masa depan yang berdasar pada histori masa lalu (Harlina and Usman, 2020). Analisis *time series* memiliki beberapa metode diantaranya *Exponential Smoothing*, *ARIMA*, *naive bayes*,

*moving average*, regresi *time series*, dll. Metode-metode tersebut memiliki kekurangan ketika digunakan dalam penelitian. Kekurangannya yakni membutuhkan data historis lebih banyak dan mengharuskan untuk memenuhi asumsi-asumsi tertentu. Maka dari itu salah satu alternatif yang dapat dipergunakan dalam mengatasi kekurangan tersebut adalah dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* (Ramadhani et al., 2019).

Metode *Fuzzy Time Series* ialah metode peramalan dengan dasar yang digunakan adalah logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* diterapkan pada data *time series*, yang mana logika *fuzzy* tersebut menggambarkan suatu data yang kabur (samar). Tujuan utama yang dimiliki metode *Fuzzy Time Series* adalah untuk meramalkan data deret waktu yang akan dipergunakan secara luas pada sembarang data aktual (*real time*) (Kartini et al., 2019).

Metode *Fuzzy Time Series* diperkenalkan di tahun 1993 oleh Song dan Chissom, dipergunakan pertama kali dalam meramalkan jumlah pendaftaran di Universitas Alabama. Kemudian di tahun 1996 Chen memperbaiki model Song dan Chissom dengan lebih sederhana. Model ini menjadi semakin terkenal dalam beberapa tahun terakhir karena kesederhanaannya (Pattanayak et al., 2020). Selanjutnya pada tahun 2009 model ini dikembangkan kembali oleh Lee pada studi kasus yang sama. Dalam penelitian tersebut didapati hasil yang memperlihatkan bahwa nilai MSE model Lee lebih baik dibandingkan dengan model Chen yakni sebesar 0.5% (Sari, 2017).

Penelitian mengenai metode *Fuzzy Time Series* dengan model Lee telah banyak diulas, seperti pada penelitian mengenai memprediksi harga saham BRI yang menunjukkan bahwa tingkat kesalahan pada model Lee lebih baik dibandingkan model Chen dengan nilai MAPE sebesar 1.30% (Widi, 2018).

Sedangkan pada penelitian mengenai peramalan *Bombay Stock Exchange*, *New York Stock Exchange* dan *Taiwan Stock Exchange* menunjukkan metode *Fuzzy Time Series* Lee cukup baik digunakan dalam penelitian ini dengan nilai RSME pada data BSE sebesar 136.04, data NYSE sebesar 66.85 dan data TAIEX sebesar 62.57 (Pal and Kar, 2019). Kemudian pada penelitian mengenai peramalan data suhu menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Time Series* Lee cukup baik digunakan untuk memprediksi dengan nilai AFER sebesar 1.21% (Vamitha, 2020). Berikutnya metode *Fuzzy Time Series* Lee juga digunakan untuk meramalkan NTPT subsektor peternakan dengan hasil yang diperoleh memiliki nilai akurasi MAPE sangat baik, yakni sebesar 0.534% (Muhammad et al., 2021). Terdapat pula yang terbaru metode *Fuzzy Time Series* Lee digunakan untuk meramalkan harga saham Bank Syariah Indonesia. Hasil peramalan yang diperoleh menunjukkan metode ini memiliki tingkat akurasi yang sangat baik, yakni MAPE sebesar 2.28% (Ajuna et al., 2022).

Berdasarkan uraian diatas, metode *Fuzzy Time Series* dengan model Lee baik digunakan untuk memprediksi sesuatu yang bersifat *fuzzy*. Seringkali metode *Fuzzy Time Series* model Lee lebih unggul dibandingkan model Chen. Maka dari itu dalam penelitian ini, penulis tertarik menggunakan metode *Fuzzy Time Series* model Lee dengan tiga orde dalam memprediksi harga Bitcoin pada periode selanjutnya. Dalam metode *Fuzzy Time Series* keuntungan digunakannya orde lebih dari satu adalah untuk memperoleh hasil akurasi yang lebih akurat. Hal ini dikarenakan semakin banyaknya orde yang digunakan semakin akurat juga hasil yang diperoleh. Namun semakin banyaknya orde yang digunakan juga memiliki kekurangan, yaitu memungkinkan munculnya suatu himpunan *fuzzy* yang tidak terdapat pada FLRG (*Fuzzy Logic Relationship Group*) dan menyebabkan tidak

dapat dilakukan peramalan secara lebih lanjut (Yubinas, 2018). Penelitian ini berkontribusi bagi pengembangan metode *fuzzy* dalam implementasinya di bidang investasi yang berguna bagi investor maupun masyarakat sebagai pertimbangan dalam mempertahankan, menjual ataupun membeli mata uang Bitcoin.

## 1.2. Rumusan Masalah

Bersumber pada uraian konteks diatas, maka masalah penelitian diidentifikasi sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil akurasi model peramalan harga Bitcoin menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Lee orde satu, orde dua, dan orde tiga?
2. Bagaimana perbandingan model peramalan harga Bitcoin menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Lee orde satu, orde dua, dan orde tiga?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan hasil akurasi model peramalan harga Bitcoin menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Lee orde satu, orde dua, dan orde tiga.
2. Menentukan perbandingan model peramalan harga Bitcoin menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Lee orde satu, orde dua, dan orde tiga.

## 1.4. Manfaat Penelitian

Adapun yang diharapkan dalam penelitian ini adalah mampu menyampaikan manfaat berupa:

1. Secara teoritis

Dapat menjadi sarana perkembangan keilmuan khususnya pada bidang peramalan harga Bitcoin menggunakan metode *Fuzzy Time Series* model Lee. Selain itu juga diharapkan mampu menjadi referensi untuk perkembangan penelitian-penelitian berikutnya.

2. Secara praktis

Dapat membantu masyarakat dan investor pengguna Bitcoin saat mengambil keputusan dalam menjual, membeli dan bahkan tetap bertahan pada Bitcoin yang dimilikinya.

### **1.5. Batasan Masalah**

Berdasar pada tujuan penelitian diatas dan untuk memfokuskan penelitian lebih lanjut, maka dirumuskan batasan permasalahan sebagai berikut:

1. Penelitian hanya terfokus pada data mingguan harga Bitcoin periode Januari 2019 hingga Desember 2021.
2. Metode yang dipergunakan adalah metode *Fuzzy Time Series* Lee dengan menerapkan orde satu, orde dua dan orde tiga.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Berikut sistematika dalam penulisan yang dipergunakan dalam penelitian ini:

1. BAB I: PENDAHULUAN

Pada bab 1 menjelaskan mengenai tahapan awal dalam penelitian, yakni meliputi latar belakang, rumusan permasalahan, tujuan dari penelitian,

batasan pada permasalahan penelitian, manfaat dari penelitian serta sistematika penulisan pada penelitian.

## 2. BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab 2 menjelaskan tentang konsep-konsep yang dijadikan sebagai dasar teori. Hal ini meliputi Bitcoin, peramalan, *Time Series*, *High Order Fuzzy Time Series*, metode *Fuzzy Time Series* model Lee, metode akurasi yang dipakai dalam penelitian ini dan kajian Bitcoin dalam al-Qur'an serta Hadist Nabi.

## 3. BAB III: METODE PENELITIAN

Pada bab 3 dijelaskan tentang jenis penelitian, data yang dipergunakan pada penelitian ini, dan tahapan-tahapan yang dilakukan saat melakukan penelitian ini.

## 4. BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab 4 dijelaskan mengenai bagaimana penerapan metode *Fuzzy Time Series* model Lee. Kemudian juga membahas mengenai hasil tingkat akurasi dari model yang digunakan. Selain itu juga membahas mengenai hasil prediksi yang diperoleh dengan menggunakan metode tersebut.

## 5. BAB V: PENUTUP

Pada bab 5 diberi penjelasan tentang kesimpulan hasil penelitian yang didapat. Selain itu diberikan saran pula pada penelitian ini guna membantu penelitian yang dilakukan di masa mendatang agar memberikan hasil yang lebih baik.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Bitcoin

Bitcoin merupakan uang digital yang pertama kali muncul. Uang ini dibuat di tahun 2009 oleh Satoshi Nakamoto. Nama tersebut merupakan nama samaran yang sampai saat ini belum diketahui kebenarannya. Bisa jadi yang menciptakan tidak berasal dari Jepang atau bisa jadi juga yang menciptakan bukan individu melainkan sebuah kelompok. Hal ini dikarenakan dalam menciptakan sebuah sistem yang besar dan rumit diperlukan kerja tim (Ausop and Aulia, 2018).

Bitcoin adalah sebuah jaringan pembayaran yang berdasar pada teknologi *peer to peer* (P2P) dan *open source*. Setiap bertransaksi dengan Bitcoin data akan disimpan dalam database pada jaringan Bitcoin. Hal ini berarti secara otomatis ketika terjadi proses transaksi antara penjual dan pembeli akan terdata dalam jaringan database Bitcoin (Nurhisam, 2017).

Pada era digital sekarang masyarakat telah dipermudah dalam melakukan transaksi pembayaran online, yakni dengan melalui *mobile banking*, *internet banking* ataupun kartu kredit. Namun, adanya Bitcoin dapat lebih memudahkan masyarakat dalam bertransaksi online. Hal ini dikarenakan Bitcoin mempromosikan transaksi pembayaran dengan mudah, tanpa menggunakan kartu kredit, rekening bank ataupun perantara lain. Bitcoin menyimpan uangnya di dalam komputer yang mampu dipergunakan sebagai pengganti uang tunai dalam bertransaksi pembayaran online. Berbeda dari mata uang online lainnya yang

menggunakan sistem *payment* dan bank sebagai perantara, Bitcoin dalam mendistribusikan antar pengguna tidak diperlukan perantara (Aisyah Ayu Musyafah, 2020).

Sebagai mata uang digital, Bitcoin mempunyai beberapa kelebihan yang membuat masyarakat tertarik untuk menggunakannya dalam berinvestasi. Adapun kelebihan Bitcoin diantaranya adalah: (Somadiyono, 2017)

1. Keamanan.

Bitcoin disimpan dalam komputer yang menggunakan pengamanan atau password tertentu. Hal ini menyebabkan Bitcoin tidak dapat diakses atau dibuka oleh semua orang.

2. Dapat berperan sebagai mata uang umum (global).

Hal ini maksudnya dengan perkembangan internet yang tanpa batas membuat Bitcoin dapat diterima oleh semua pihak yang menganggap bahwa Bitcoin adalah alat pembayaran yang sah.

3. Pelindung dari inflasi.

Bitcoin tidak dibuat oleh suatu negara tertentu. Hal ini menyebabkan Bitcoin tidak bergantung pada kondisi ekonomi dari negara-negara tertentu.

4. Tabungan.

Bitcoin dapat dikumpulkan sebagai tabungan atau investasi dan dapat ditukarkan dengan uang fisik dikemudian hari.

Seperti mata uang lainnya selain memiliki kelebihan, mata uang Bitcoin juga mempunyai kekurangan yang perlu dipertimbangkan oleh para penggunanya. Berikut kekurangan yang dimiliki oleh mata uang Bitcoin: (Somadiyono, 2017)

1. Harga tidak stabil.

Bitcoin bersifat fluktuatif atau tidak stabil. Hal ini dikarenakan harga Bitcoin bergantung pada kondisi pasar dan tanpa ada yang mengatur ataupun mengawasi setiap pergerakan uang tersebut. Suatu saat Bitcoin dapat memiliki nilai yang lebih mahal daripada mata uang negara di dunia. Namun suatu saat nilai Bitcoin juga dapat lebih murah dari mata uang negara manapun.

2. Memiliki tingkat risiko kehilangan lebih tinggi.

Bitcoin pada dasarnya berbentuk kode yang tersimpan dalam komputer pengguna. Jika komputer hilang dan folder penyimpanan tersebut terhapus ataupun terkena virus, maka uang tersebut dapat hilang.

3. Alat pencucian uang.

Sebagai mata uang virtual Bitcoin mempunyai beberapa karakteristik. Karakteristik tersebut diantaranya adalah: (Nababan, 2019)

1. Teknologi *blockchain*

Teknologi *blockchain* pertama kali dikenalkan bertepatan dengan diciptakannya Bitcoin, yakni di tahun 2009. *Blockchain* merupakan dasar dari seluruh transaksi yang dilakukan oleh Bitcoin. Setiap komputer pengguna (*node*) mempunyai salinan lengkap dari *blockchain*, yang secara spontan terunduh saat pengguna bergabung menggunakan jaringan Bitcoin. *Blockchain* mempunyai informasi lengkap mengenai saldo dan alamat transaksi pertama yang telah dilakukan. *Blockchain* juga disebut catatan publik. Hal ini berarti bahwa transaksi yang berhubungan dengan Bitcoin dapat dilihat dengan mudah oleh publik. Dalam hal ini Bitcoin berdiri

dengan prosedur *trustless* pada seluruh jaringan pengguna. Sebuah sistem catatan publik yang tersimpan di seluruh dunia dapat dipercayai oleh pengguna pada *node* yang didesentralisasi tanpa harus memelihara atau membangun kepercayaan dengan pihak lain ataupun mediator pihak ketiga (atau bank). Transaksi Bitcoin ini secara permanen akan ditambahkan ke *blockchain* dan bisa diakses oleh siapa saja.

## 2. *Pear to pear*

Penggunaan jaringan *pear to pear* pada Bitcoin berarti mewujudkan struktur tidak adanya server pusat, melainkan seluruh anggota berkedudukan sama atau seimbang. Karena Bitcoin tidak mempunyai bank sentral, maka dari itu jaringan *pear to pear* diandalkan oleh Bitcoin dalam menjalankan sistemnya. Dengan jaringan *pear to pear* informasi berupa seluruh transaksi akan diterima oleh para anggota pengguna di semua *node* Bitcoin di seluruh dunia. Hal tersebut berarti semua riwayat transaksi Bitcoin bersifat publik. Karena hal tersebut dibutuhkan memvalidasi transaksi dengan tujuan menghindari *double spend* (pengeluaran ganda) dalam kasus tidak adanya otoritas pusat.

## 3. Desentralisasi

Sebagai uang digital atau virtual, konsep transaksi dari Bitcoin tidak sama dengan mata uang yang lain. Sebagian besar transaksi dari mata uang ialah berjenis *triangle type of transaction*, yang berarti bank atau pihak ketiga mempunyai peran penting sebagai perantara diantara mereka. Jenis transaksi tersebut umumnya disebut juga sentralisasi yang mana bank atau pihak ketiga mempunyai peran penting sebagai perantara keuangan. Sedangkan Bitcoin memiliki konsep desentralisasi yang berarti uang virtual tersebut

hanya perlu dinegosiasikan oleh dua pihak tanpa adanya perantara bank ataupun pihak ketiga lainnya.

#### 4. Anonimitas

Identitas dari pengguna Bitcoin dapat dilindungi dengan lebih baik oleh para pengguna karena adanya anonimitas. Hal ini berarti pengguna Bitcoin dalam penggunaannya tidak bisa memberikan informasi apapun tentang identitas diri. Maka dari itu meskipun seluruh transaksi Bitcoin terlihat oleh masing-masing anggota pengguna, tetapi karena adanya anonimitas ini para pengguna tidak perlu mengungkapkan transaksi tersebut milik siapa dan dikirimkan kepada siapa. Namun, adanya sifat anonimitas terkadang membuat para pengguna Bitcoin menyalahgunakan hal tersebut. Hal ini karena tindakan kejahatan seperti pencucian uang, jual beli narkoba, dan tindak kejahatan lainnya dapat dengan mudah dilakukan karena tidak teridentifikasi identitasnya.

Sebagai mata uang digital yang baru muncul, Bitcoin mempunyai beberapa fitur yang menjadikannya primadona baru dalam berinvestasi. Beberapa fitur yang disediakan Bitcoin diantaranya sebagai berikut: (Masruron and Al Azhari, 2021)

1. Mampu digunakan untuk transfer kemana saja. Hal ini maksudnya, dalam pengiriman atau transfer menggunakan Bitcoin hanya bermodalkan koneksi internet dan sebuah *smartphone*.
2. Mampu digunakan untuk transfer instan secara *peer to peer*. *Peer to peer* berarti tidak mempunyai server pusat, dengan kata lain transaksi Bitcoin terdistribusi di antara server yang berbeda dan ditangani oleh tiap-tiap pengguna yang dihubungkan kedalam jaringan.

3. Minimnya biaya transfer. Biasanya untuk mempercepat transaksi, biaya yang dipotong oleh dompet Bitcoin hanya sekitar 500 hingga 3000 Rupiah untuk berapapun jumlah uang yang ditransfer.
4. Transaksinya bersifat *irreversible*. Hal ini berarti transfer tidak bisa dibatalkan kecuali orang tersebut ingin mengembalikannya kembali.
5. Transaksinya bersifat *pseudonymous*. *Pseudonymous* diartikan sebagai penyamaran. Hal ini berarti saat melakukan transaksi pengguna Bitcoin dapat memilih untuk merahasiakan identitasnya atau tidak. Meskipun identitas pengguna disamarkan, namun semua transaksi tetap dicatat dan bisa dipantau oleh publik.
6. Tidak dikendalikan oleh pihak atau lembaga manapun. Bitcoin sangat terbuka untuk umum dan tidak dikontrol oleh pihak manapun. Hal itu karena Bitcoin menggunakan teknologi *Blockchain* sehingga tidak memungkinkan bagi seseorang untuk memalsukan transaksi dalam *Blockchain*. Semua transaksi tersebut akan dicatat dengan cara transparan, *live* dan terpecah ke jutaan server. Maka dari itu, seseorang harus meretas dahulu jutaan server tersebut jika ingin memalsukan atau mengubah data transaksi .
7. Jumlah yang terbatas. Pada nyatanya jumlah Bitcoin di seluruh dunia tidak akan lebih dari 21 juta keping.

## 2.2. Peramalan

Peramalan adalah suatu tindakan untuk meramalkan atau memprediksi suatu variabel di masa depan dengan berdasar pada pertimbangan data di masa lalu (Hutahaean, 2018). Pada intinya peramalan dianalisis menggunakan

langkah-langkah tertentu dengan berdasar pada data-data masa lampau (historis). Data-data historis tersebut dikumpulkan, kemudian dianalisis serta dipelajari untuk selanjutnya dihubungkan dengan runtun waktu (*time series*) (Rohmawati et al., 2017).

Hasil dari suatu peramalan tidak harus memberikan jawaban yang pasti akan terjadi di masa depan, tetapi harus berupaya memberikan jawaban yang sedekat mungkin dengan apa yang akan terjadi di masa depan (Manalu, 2016). Dengan kata lain peramalan memiliki tujuan untuk memperoleh hasil dengan meminimalisir kesalahan peramalan (*forecast error*). Kesalahan peramalan tersebut dapat dihitung dengan beberapa metode, diantaranya *Mean Absolute Error*, *Mean Absolute Percentage Error*, *Mean Square Error*, dan lain-lain.

Berdasarkan pada teknik atau cara yang digunakan, peramalan dibagi menjadi dua, diantaranya: (Kusumodestoni and Sarwido, 2017)

1. Peramalan kuantitatif merupakan peramalan yang berdasar pada data kuantitatif yang terjadi di masa lalu. Hasil peramalan ini dipengaruhi oleh metode yang digunakan untuk membuat peramalan. Hal ini maksudnya jika metode yang digunakan berbeda maka berbeda pula hasil yang diperoleh. Maka dari itu perlu diperhatikan metode apa yang paling tepat digunakan dalam melakukan suatu peramalan tersebut. Suatu metode dapat dikatakan baik jika metode yang digunakan memberikan nilai kemungkinan penyimpangan atau perbedaan.
2. Peramalan kualitatif ialah peramalan yang berdasar pada data kualitatif yang terjadi di masa lampau. Peramalan ini dipakai ketika data historis dinilai tidak tersedia, tidak lengkap, hilang atau bahkan tidak bisa dipercaya. Hasil dari peramalan ini bergantung pada individu yang membuatnya. Artinya,

hasil dari suatu peramalan ditentukan dari suatu pemikiran yang memiliki sifat *judgment* atau opini, pengalaman serta pengetahuan dari pembuat atau penyusunnya. Maka dari itu peramalan ini juga disebut *judgemental, subjective, intuitive*.

### 2.3. Time Series

*Time series* ialah kumpulan data pengamatan mengenai suatu peristiwa, aktivitas atau kegiatan yang selanjutnya data tersebut disusun berdasarkan urutan waktu (Pranata et al., 2020). Biasanya waktu yang digunakan berupa harian, mingguan, bulanan, tahunan, dan lainnya. Contoh penggunaan data *time series* adalah harga Bitcoin, harga saham, data inflasi, data ekspor-impor, data penumpang, dan lain sebagainya. Penggunaan data-data tersebut jika diteliti masing-masing maka memiliki hubungan dengan waktu.

Data *time series* digunakan dalam peramalan masa depan berdasar pada nilai historis suatu objek atau kesalahan masa lalu. Peramalan menggunakan data *time series* bertujuan untuk menemukan suatu pola dalam deret data masa lalu yang selanjutnya diekstrapolasikan pola data tersebut ke masa depan (Robial, 2018). Terdapat beberapa metode *time series* yang bisa dipakai untuk peramalan, diantaranya metode *Moving Average, Exponential Smoothing, ARIMA, Seasonal Variation, Fuzzy Time Series*, dan lain-lain.

### 2.4. Logika Fuzzy

Logika *fuzzy*, juga dikenal dengan istilah *fuzzy logic*, dikembangkan pertama kali di tahun 1965 oleh professor Lotfi A. Zadeh dari Universitas California. Kata *fuzzy* berasal dari bahasa Inggris yang berarti samar, kabur dan tidak jelas. Maka dari itu, logika *fuzzy* mempunyai unsur ketidak pastian di didalamnya yang berbeda

dengan logika tegas. Logika tegas hanya mengetahui dua nilai yakni benar atau salah (satu atau nol). Sementara itu logika *fuzzy* mengetahui nilai diantara salah dan benar, yang derajat kebenarannya dinyatakan dengan nilai diantara nol hingga satu (Priyani et al., 2017).

Logika *fuzzy* yaitu cara praktis untuk memetakan ruang masukan (input) ke ruang keluaran (output). Istilah kata yang dipergunakan pada logika *fuzzy* tidak seperti angka, melainkan lebih dekat dengan instuisi manusia (Puspita and Yulianti, 2016).

Terdapat beberapa alasan mengenai dipergunakannya logika *fuzzy*, diantaranya adalah: (Wardani et al., 2017)

1. Fleksibel. Dalam hal ini artinya logika *fuzzy* dapat dikembangkan dan dibangun dengan mudah tanpa harus dimulai dari angka nol.
2. Konsepnya sangat sederhana. Karena hal ini membuat logika *fuzzy* menjadi mudah dipahami dibanding dengan yang lain. Kelebihannya bukan terletak pada kompleksitanya, melainkan pada *naturalness* pendekatannya dalam memecahkan suatu masalah.
3. Logika *fuzzy* mempunyai toleransi (penerimaan) atas data yang salah (tidak jelas). Hal tersebut sangat cocok terhadap fakta sehari-hari.
4. Pengalaman atau pengetahuan dari pakar ahli mampu dipakai dengan mudah dalam membangun logika *fuzzy*.
5. Sistem *fuzzy* bisa dipakai dalam pemetaan atau pemodelan untuk menemukan hubungan antara data input dan output dari sistem *black-box* manapun.
6. Hal yang mendasari logika *fuzzy* adalah bahasa manusia.

Sebelum menggunakan logika *fuzzy* ada baiknya mengetahui beberapa hal terlebih dulu, antara lain: (Puspita and Yulianti, 2016)

1. Variabel *fuzzy* adalah suatu variabel yang akan dibahas dalam sistem *fuzzy*. Contohnya adalah temperatur, usia, permintaan, dan lainnya.
2. Himpunan *fuzzy* adalah himpunan atau kelompok yang mewakili suatu keadaan atau situasi tertentu dari variabel *fuzzy*. Contohnya yakni variabel temperatur terbagi menjadi beberapa himpunan *fuzzy*, diantaranya panas, hangat, normal, sejuk dan dingin.
3. Semesta pembicaraan merupakan himpunan nilai yang dibolehkan beroperasi pada variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan adalah deret bilangan asli yang secara monoton selalu meningkat (naik) dari kiri ke kanan. Nilai dari semesta pembicaraan bisa berupa bilangan positif ataupun negatif. Terkadang nilai dari semesta pembicara tidak terbatas di batas atasnya.
4. Domain merupakan semua nilai yang diperbolehkan dalam semesta pembicara dan dapat digunakan pada himpunan *fuzzy*. Sebagaimana semesta pembicaraan, domain juga berupa himpunan bilangan asli yang secara monoton terus meningkat (naik) dari kiri ke kanan. Nilai dari domain bisa berupa angka positif ataupun negatif.

## 2.5. Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* ialah himpunan yang tidak mempunyai batasan secara jelas. Konsep dari himpunan *fuzzy* dianggap lebih umum dibandingkan dengan himpunan klasik (Jain et al., 2018). Suatu himpunan klasik hanya mempunyai dua nilai keanggotaan yakni 1 dan 0. Sedangkan pada himpunan *fuzzy* mempunyai

nilai keanggotaan lebih dari dua, yakni antara 0 hingga 1. Misalnya pada variabel suhu terdapat nilai sangat dingin, dingin, hangat, panas dan sangat panas.

Himpunan *fuzzy* mempunyai dua atribut, diantaranya: (Logo et al., 2020)

1. Linguistik merupakan atribut yang mewakili situasi atau keadaan tertentu menggunakan bahasa alami atau sebenarnya. Contohnya yakni rendah, sedang dan tinggi yang merupakan atribut nilai.
2. Numeris merupakan atribut yang mewakili angka (nilai) dari suatu variabel tertentu. Contohnya adalah 20, 10, 16 dan sebagainya.

Terdapat suatu variabel *fuzzy* pada himpunan *fuzzy* yang bisa dioperasikan dan dinamakan dengan *universe of discourse* (semesta pembicara). Semesta pembicara merupakan himpunan dari bilangan asli yang senantiasa bertambah secara monoton dari kiri ke kanan. Misalnya pada variabel suhu semesta pembicaranya adalah  $[-4^{\circ}\text{C}, 8^{\circ}\text{C}]$  (Widi, 2018).

## 2.6. *Fuzzy Time Series*

*Fuzzy Time Series* adalah konsep estimasi baru yang diperkenalkan oleh Song dan Chissom di tahun 1993 yang didasari oleh teori himpunan *fuzzy* dan variabel linguistik oleh Zadeh. Sistem peramalan memakai metode *Fuzzy Time Series* berproses dengan cara mengumpulkan data historis yang selanjutnya dipakai untuk memproyeksi data masa depan. Proses yang dilakukan juga tidak memerlukan suatu sitem yang sulit sebagaimana yang terletak pada jaringan syaraf dan algoritma genetika sehingga mudah untuk dikembangkan dan digunakan (Purnama et al., 2017).

Berikut beberapa definisi *Fuzzy Time Series* yang didefinisikan oleh Song dan Chissom: (Güler Dincer and Akkuş, 2018)

**Definisi 1:** Himpunan *fuzzy* merupakan kelas dari objek yang memiliki komponen kesatuan dari *grade of membership* (derajat keanggotaan). Misalkan  $U$  merupakan semesta pembicara yang digambarkan sebagai  $U = u_1, u_2, u_3, \dots, u_k$  dengan  $u_1$  merupakan nilai kemungkinan dari  $U$  dan  $A_i (i = 1, 2, \dots, k)$  adalah himpunan *fuzzy* di dalam himpunan universal  $U$  yang terdefiniskan dengan:

$$A_i = \frac{f_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{f_{A_i}(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{f_{A_i}(u_n)}{u_n} \quad (2.1)$$

Dimana  $f_A$  adalah fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy*  $A$ , dengan  $f_{A_i} : U \rightarrow [0, 1]$ .  $f_{A_i}(u_i)$  menyatakan derajat keanggotaan  $u_i$  dalam himpunan *fuzzy*  $A_i$  dengan  $1 \leq i \leq n$ , dan simbol "+" berarti operasi gabungan bukan operasi penjumlahan.

**Definisi 2:** Asumsikan  $Y(t) (t = 0, 1, 2, 3, \dots)$  suatu himpunan bagian (subset) dari  $\mathbb{R}$  adalah semesta pembicaraan yang didefinisikan oleh himpunan *fuzzy*  $F_i(t) (t = 0, 1, 2, 3, \dots)$ . Andaikan  $F(t)$  merupakan himpunan dari  $F_i(t)$ , maka  $F(t)$  disebut sebagai *Fuzzy Time Series*. Dimana  $F(t)$  dianggap sebagai variabel linguistik dan  $F_i(t) (t = 0, 1, 2, 3, \dots)$  dianggap sebagai variabel linguistik yang mungkin dari  $F(t)$ .

**Definisi 3:** misalkan  $F(t-1) = A_i$  serta  $F(t) = A_j$  maka suatu FLR dapat ditulis menjadi  $A_i \rightarrow A_j$ , dengan  $A_i$  diruas kiri dan  $A_j$  diruas kanan dari FLR.

Metode *Fuzzy Time Series* ialah bagian dari logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* sendiri mempunyai keunggulan karena adanya proses *fuzzyfikasi*. Keunggulan yang dimaksud adalah pada proses *fuzzyfikasi* mampu mengganti variabel numerik menjadi variabel linguistik (Pambudi et al., 2018). Selain itu perbedaan dari metode *Fuzzy Time Series* dengan metode *time series* lainnya terletak pada nilai yang dipakai dalam peramalan, yaitu *fuzzy set* dari bilangan asli pada himpunan semesta yang ditentukan. Himpunan *fuzzy* itu sendiri bisa diartikan menjadi suatu

kelas bilangan dengan batasan *fuzzy* atau kabur (Saputri, 2019).

### 2.7. *High Order Fuzzy Time Series*

Pada tahun 2002 Chen pertama kali memperkenalkan metode *High Order Fuzzy Time Series* dengan *n-order concept* (konsep n-orde). Pada dasarnya tahapan yang dilakukan dalam perhitungan metode tersebut sama dengan metode *Fuzzy Time Series* lainnya. Namun letak perbedaannya terdapat pada penentuan FLR (*Fuzzy Logic Relationship*). Pada metode *High Order Fuzzy Time Series* FLR ditentukan dengan menyertakan dua atau lebih data masa lalu yang disimbolkan ( $F(t - n), \dots, F(t - 2), F(t - 1)$ ). Contohnya pada orde dua data yang dilibatkan adalah sebanyak dua data masa lalu dalam menentukan FLR  $F(t - 2), F(t - 1)$ , sehingga FLRG akan terbentuk menjadi kelompok berdasar pada data pengamatan  $F(t - 1)$  dan  $F(t - 2)$ . Jika dimisalkan  $F(t - 1) = A_i$ ,  $F(t - 2) = A_j$  dan  $F(t) = A_k$ , maka hasil FLR yang dapat dibentuk adalah  $A_j, A_i \rightarrow A_k$  (Febriana, 2018).

### 2.8. *Fuzzy Time Series Lee*

*Fuzzy Time Series* yang dicetuskan oleh Song dan Chissom pada awalnya telah berhasil dalam menyelesaikan permasalahan peramalan. Namun dalam penggunaannya langkah-langkah yang harus dikerjakan lebih rumit untuk dipahami. Hal itu membuat metode *Fuzzy Time Series* banyak dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan peramalan dengan langkah yang lebih sederhana dan nilai kesalahan yang lebih minim. *Fuzzy Time Series Lee* adalah salah satu model dari *Fuzzy Time Series* yang merupakan perkembangan dari beberapa model sebelumnya, yaitu Song dan Chissom, Cheng dan Chen (Qiu et al., 2011). Dalam tahapan penyelesaian model ini hampir sama dengan model *Fuzzy Time Series*

lainnya. Namun letak perbedaannya terletak saat pembentukan FLRG-nya. Model Lee dalam pembentukan FLRG menganggap semua relasi saling berhubungan dan harus dihitung karena mempengaruhi nilai prediksi (Widi, 2018). Dalam pengerjaan metode FTS Lee, berikut langkah-langkah yang harus dilalui: (Marzuqi et al., 2022)

**Langkah 1** yang harus dilakukan adalah pembentukan himpunan semesta pembicaraan ( $U$ ) dari data aktual. Himpunan semesta pembicaraan dapat didefinisikan dari persamaan berikut:

$$U = [D_{min} - Z_1, D_{max} + Z_2] \quad (2.2)$$

Dengan keterangannya  $Z_1$  dan  $Z_2$  merupakan sembarang bilangan positif. Sedangkan  $D_{min}$  dan  $D_{max}$  merupakan data terkecil dan data terbesar.

**Langkah 2** dilakukan penetapan terhadap jumlah himpunan *fuzzy* melalui beberapa tahapan terlebih dahulu. Tahapan-tahapannya adalah sebagai berikut:

1. Pada tahap pertama, terlebih dulu menetapkan panjang interval ( $U$ ) dengan menggunakan persamaan dibawah:

$$R = [D_{max} + Z_2 - D_{min} - Z_1] \quad (2.3)$$

2. Pada tahap kedua, dilakukan penetapan rata-rata selisih (*lag absolute*) pada setiap data dengan cara menghitung jumlah selisih *absolute* antara data masa lalu pada rentang waktu ke  $t + 1$  dengan data masa lalu pada rentang waktu ke  $t$ . Jumlah hasil tersebut kemudian dibagi dengan banyaknya data ( $N$ )

dikurangi 1. Untuk lebih jelasnya berikut rumus persamaannya:

$$mean = \frac{\sum_{t=1}^{N-1} |(D_{t+1}) - D_t|}{N - 1} \quad (2.4)$$

3. Pada tahap ketiga, setelah diperoleh hasil *mean* dilanjutkan dengan menghitung basis interval menggunakan persamaan berikut:

$$K = \frac{mean}{2} \quad (2.5)$$

Hasil dari basis interval kemudian digunakan untuk mencari jangkauannya pada tiap-tiap basis berdasarkan pada tabel dibawah:

**Tabel 2.1 Basis Interval**

Jangkauan	Basis
0.1 - 1	0.1
1.1 - 10	1
11 - 100	10
101 - 1000	100
1001 - 10000	1000

4. Pada tahap keempat ditetapkan banyaknya himpunan *fuzzy* dengan cara membagi panjang interval (*R*) dengan hasil dari nilai basis interval (*K*). Untuk lebih jelasnya berikut persamaan yang digunakan:

$$n = \frac{R}{K} \quad (2.6)$$

5. Pada tahap kelima diakhiri dengan menentukan nilai tengah dari

masing-masing himpunan *fuzzy* dengan cara menjumlah batas atas dan batas bawah dari sub himpunan semesta ( $u_i$ ) yang kemudian hasil tersebut dibagi dengan 1. Untuk lebih jelasnya berikut rumus persamaannya:

$$m_i = \frac{(\text{batas bawah } u_i + \text{batas atas } u_i)}{2} \quad (2.7)$$

**Langkah 3** dilakukan pendefinisian derajat keanggotaan dari himpunan *fuzzy* terhadap  $A_i$  yang berdasarkan pada banyaknya himpunan *fuzzy* yang terbentuk pada tahap sebelumnya serta melakukan *fuzzyfikasi* pada data aktual. *Fuzzyfikasi* merupakan suatu proses dalam logika *fuzzy* yang mengubah data *input* yang nilainya bersifat pasti menjadi variabel linguistik. Banyaknya variabel linguistik pada himpunan *fuzzy* tidak mempunyai batasan tertentu. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* pada  $A_i$  dengan melalui nilai keanggotaan. Nilai keanggotaan himpunan *fuzzy* disederhanakan menjadi nilai antara 0, 0.5 dan 1, dimana  $1 \leq i \leq n$ ,  $n$  adalah banyaknya himpunan *fuzzy*. Pendefinisian derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* terhadap  $A_i$  dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$\mu_{A_i}(u_i) = \begin{cases} 1 & \text{jika } i = i \\ 0.5 & \text{jika } i = i - 1 \text{ atau } i = i + 1 \\ 0 & \text{yang lainnya} \end{cases} \quad (2.8)$$

Untuk lebih jelasnya, berikut tabel matriks pendefinisian derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* terhadap  $A_i$ .

Tabel 2.2 Matriks Pendefinisian Derajat Keanggotaan

$\mu_{A_i}(u_i)$	1	2	3	...	n
1	1	0.5	0	...	0
2	0.5	1	0.5	...	0
3	0	0.5	1	...	0
...	...	...	...	...	...
n	0	0	0	...	1

Pendefinisian tabel himpunan *fuzzy* diatas adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \mu_{A_1}(u_i) &= \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_n} \\
 \mu_{A_2}(u_i) &= \frac{0.5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0.5}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_n} \\
 \mu_{A_3}(u_i) &= \frac{0}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_n} \\
 &\dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\
 \mu_{A_n}(u_i) &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{1}{u_n}
 \end{aligned}$$

Yang mana  $u_i (i = 1, 2, 3, \dots, n)$  merupakan himpunan *fuzzy* ke- $i$ . Sedangkan simbol “/” yang tertera pada bilangan menyatakan nilai keanggotaan  $u_i$  dalam suatu  $A_i (i = 1, 2, 3, \dots, n)$  yang bernilai 0, 0.5 atau 1.

**Langkah 4** dilanjutkan dengan membentuk FLR (*Fuzzy Logical Relationship*) yang berdasar pada data aktual. Pada tahap ini dalam menentukan FLR yaitu  $A_i \rightarrow A_j$ .  $A_i$  adalah *current state*  $D_{(t-1)}$ , sedangkan  $A_j$  merupakan *next state*  $D_t$ . FLR menghubungkan relasi antara nilai linguistik yang ditentukan berdasar pada tabel *fuzzyfikasi* yang diperoleh sebelumnya. Dalam pembentukan FLR terdapat ketentuan-ketentuan yang harus diperhatikan pada masing-masing orde. Berikut ketentuan-ketentuannya:

1. Pada orde satu penentuan FTS model Lee melibatkan satu data historis

disimbolkan  $D_{(t-1)} \rightarrow D_t$ . Misalkan  $A_i$  adalah *current state*  $D_{(t-1)}$ , sedangkan  $A_j$  merupakan *next state*  $D_t$ , maka bentuk FLR-nya adalah  $A_i \rightarrow A_j$ .

2. Pada orde dua penentuan FTS model Lee melibatkan dua data historis disimbolkan  $D_{(t-2)}, D_{(t-1)} \rightarrow D_t$ . Misalkan  $A_i$  adalah *current state*  $D_{(t-2)}$ ,  $A_j$  adalah *current state*  $D_{(t-1)}$ , sedangkan  $A_k$  merupakan *next state*  $D_t$ , maka bentuk FLR-nya adalah  $A_i, A_j \rightarrow A_k$ .

3. Pada orde tiga penentuan FTS model Lee melibatkan tiga data historis disimbolkan  $D_{(t-3)}, D_{(t-2)}, D_{(t-1)} \rightarrow D_t$ . Misalkan  $A_i$  adalah *current state*  $D_{(t-3)}$ ,  $A_j$  adalah *current state*  $D_{(t-2)}$ ,  $A_k$  adalah *current state*  $D_{(t-1)}$ , sedangkan  $A_l$  merupakan *next state*  $D_t$ , maka bentuk FLR-nya adalah  $A_i, A_j, A_k \rightarrow A_l$ .

**Langkah 5** dilanjutkan dengan prose pembentukan FLRG (*Fuzzy Logical Relationship Group*). Cara mengerjakan tahap FLRG yakni mengelompokkan *fuzzyfikasi* yang mempunyai *current state* sama, kemudian dikumpulkan menjadi satu kelompok pada *next state*. Dalam FTS model Lee semua FLR dikumpulkan menjadi FLRG yang saling terhubung. Misalnya  $A_i : A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_2$  dan  $A_1 \rightarrow A_3$ . Dari ketiga FLR tersebut dikelompokkan menjadi  $A_1 \rightarrow A_2, A_2, A_3$ . Lee berpendapat bahwa  $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_2$  mampu mempengaruhi hasil peramalan, maka dari itu nilai tersebut harus dihitung.

**Langkah 6** diakhiri dengan Melakukan proses *defuzzyfikasi*. *Defuzzyfikasi* merupakan tahap akhir dari logika *fuzzy*, yang mana *fuzzy output* diganti menjadi nilai tegas. Tahap ini akan mengganti *fuzzy output* menjadi nilai tegas yang berdasar pada fungsi keanggotaan untuk menghasilkan hasil peramalan.

## 2.9. Ketepatan Metode Peramalan

Saat melakukan peramalan hasil yang diperoleh tidak harus berupa jawaban yang pasti akan terjadi, melainkan berusaha memberikan jawaban yang paling dekat dengan kejadian yang akan datang. Jawaban terdekat dengan kejadian yang akan datang tersebut dapat dilakukan dengan meminimalisir kesalahan peramalan. Metode yang bisa dipakai dalam menghitung kesalahan peramalan salah satunya adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) (Ainiyah and Bansori, 2021).

MAPE ialah salah satu metode kesalahan peramalan yang menghitung kesalahan *absolute* pada setiap rentang waktu dibagi dengan data pengamatan yang aktual untuk rentang waktu tersebut dan dilanjutkan dengan merata-rata kesalahan persentase *absolute* tersebut (Sukamdani et al., 2020). Metode MAPE menjadi salah satu metode perhitungan nilai kesalahan yang umum dipakai dalam mengukur tingkat kesalahan suatu hasil peramalan. Hal ini dikarenakan kemampuan metode tersebut dalam mempermudah memahami hasil nilai kesalahan (*error*) dibandingkan dengan metode lain. Berikut formula yang digunakan dalam menghitung nilai kesalahan MAPE: (Florenzia and Suryadibrata, 2020)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \times 100\% \quad (2.9)$$

Keterangan:

$n$  : Jumlah data

$A_t$  : nilai observasi aktual pada periode ke- $t$

$F_t$  : hasil peramalan pada periode ke- $t$

MAPE memiliki beberapa kriteria dalam menentukan baik tidaknya metode

yang digunakan dalam melakukan peramalan dengan objek tersebut. Berikut beberapa kriteria dalam hasil perhitungan nilai MAPE ditunjukkan oleh tabel dibawah: (Indarwati et al., 2018)

**Tabel 2.3 Kriteria Nilai MAPE**

Hasil MAPE	Keterangan
< 10%	Sangat baik
10% - < 20%	Baik
20% - < 50%	Cukup
≥ 50%	Buruk

## 2.10. Jual Beli Bitcoin dalam Pandangan Islam

Secara bahasa jual beli (dalam ilmu *fiqh* disebut *al-bai'*) memiliki arti pertukaran sesuatu. Sedangkan dalam syar'i jual beli ialah kegiatan pertukaran harta berdasarkan tata cara tertentu. Dalam hukum *fiqh* kegiatan jual beli boleh dilakukan, namun harus sesuai dengan tuntunan ajaran islam (Fitria, 2017). Hal ini tercantum dalam Q.S al-Baqarah ayat 275 yang berbunyi:

﴿۲۷۵﴾... وَأَحَلَّ اللَّهُ الْبَيْعَ وَحَرَّمَ الرِّبَا...

Artinya: "...Padahal Allah telah menghalalkan jual beli dan mengharamkan *riba'*..." (Q.S al-Baqarah:275)

Jual beli ialah suatu aktivitas pertukaran antara barang satu dengan barang lainnya dan berdasar pada tata cara tertentu. Hal ini juga termasuk tukar menukar jasa dan penggunaan suatu alat tukar, misalnya uang. Saat ini mata uang yang sedang populer di kalangan masyarakat adalah mata uang Bitcoin. Kegiatan penjualan dan pembelian mata uang tersebut dapat dilakukan di *marketplace* seperti website indodax.com. Hukum dari kegiatan jual beli menggunakan

transaksi mata uang Bitcoin ini menimbulkan berbagai pendapat dari para ulama (Azizah and Irfan, 2020). Secara teori penetapan dari suatu hukum terhadap suatu kasus jika ditinjau dari segi ilmu *fiqh* ditetapkan dari bagaimana seseorang itu melihatnya. Maka dari itu pada kasus hukum transaksi menggunakan mata uang Bitcoin ini jika ditinjau dari ilmu *fiqh* apakah Bitcoin dapat disebut sebagai mata uang atau tidak (Ilyasa and Arifin, 2019).

الذَّهَبُ بِالذَّهَبِ وَالْفِضَّةُ بِالْفِضَّةِ وَالْبُرُّ بِالْبُرِّ وَالشَّعِيرُ بِالشَّعِيرِ وَالتَّمْرُ بِالتَّمْرِ وَالْمِلْحُ بِالْمِلْحِ مِثْلًا بِمِثْلِ سَوَاءٍ بِسَوَاءٍ يَدًا يَدًا فَإِذَا اخْتَلَفَتْ هَذِهِ الْأَصْنَافُ فَيُعَوَّكَيْفٌ شَيْئُهُ إِذَا كَانَ يَدًا يَدًا

Artinya: “Jika emas ditukarkan dengan emas, perak ditukarkan dengan perak, gandum ditukarkan dengan gandum, sya’ir (salah satu jenis gandum) ditukarkan dengan sya’ir, kurma ditukarkan dengan kurma, dan garam ditukarkan dengan garam, maka harus sama timbangan (takaran atau jumlah) nya dan harus dibayar dengan tunai. Dan jika berbeda jenis barangnya, maka silahkan jual sesukamu asalkan harus dilaksanakan secara tunai.” (H.R. Muslim:1587)

Hadits tersebut menerangkan tentang transaksi jual beli yang diriwayatkan oleh Imam Muslim. Dimana dalam melakukan transaksi tersebut mempunyai dua kata kunci, yakni tukar menukar yang dilakukan harus sama timbangannya dan transaksi harus dilakukan secara tunai. Pada hadits tersebut mata uang Bitcoin dianalogikan dengan pertukaran antara perak dengan perak atau emas dengan emas. Selain itu, mata uang Bitcoin juga dapat ditukar dengan mata uang lain (dengan ketentuan sama nilainya) seperti Rupiah dan Dollar. Pertukaran antar mata uang tersebut disebut dengan jual beli Sharf (Priyatno and Atiah, 2021).

Jual beli Sharf pada prakteknya mempunyai syarat atau aturan tertentu, yakni pihak yang melakukan akad berpisah, sejenis, tidak ditangguhkan, dan tidak mengandung unsur penipuan. Bitcoin jika dilihat dari segi transaksinya termasuk

kedalam model transaksi spot. Transaksi spot merupakan suatu bentuk perdagangan valuta asing yang pada saat itu memiliki jangka waktu penyerahan dan penyelesaian sekitar dua hari (waktu dua hari dianggap sebagai waktu penyelesaian terhadap transaksi internasional). Hukum transaksi tersebut boleh asal tidak menimbulkan unsur spekulasi (untung-untungan) (Aisyah Ayu Musyafah, 2020). Maka dari itu Bitcoin dapat dikatakan sebagai mata uang yang berjenis elektronik (mata uang digital). Karna status Bitcoin adalah mata uang, maka hakikatnya adalah menukar uang dengan uang. Jadi dilihat dari pendapat diatas Bitcoin dapat dikatakan halal untuk digunakan sebagai transaksi jual beli asal dengan ketentuan tidak menimbulkan spekulasi.

Jika ditinjau dari sisi lain terdapat juga beberapa ulama yang menyatakan bahwa transaksi jual beli menggunakan Bitcoin haram hukumnya. Hal ini dikarenakan Bitcoin mengandung unsur gharar. Gharar ialah kegiatan jual beli yang memuat unsur ketidakjelasan dan ketidakpastian didalamnya (Hasan, 2018). Hal ini tercantum dalam Hadits yang diriwayatkan oleh Imam Ahmad bin Hanbal nomor 2616, yang berbunyi:

حَدَّثَنَا اسْوَدُ حَدَّثَنَا أَيُّوبُ بْنُ عُثَيْبَةَ عَنْ يَحْيَى بْنِ أَبِي كَثِيرٍ عَنْ عَطَاءٍ عَنِ ابْنِ عَبَّاسٍ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ عَنْ بَيْعِ الْغَرَرِ قَالَ أَيُّوبُ وَفَسَّرَ يَحْيَى بَيْعَ الْغَرَرِ قَالَ إِنَّ مِنْ الْغَرَرِ ضَرْبَةَ الْغَائِصِ وَبَيْعَ الْغَرْرِ الْعَبْدُ الْأَبْيُ وَبَيْعَ الْبُعَيْرِ الشَّارِدِ وَبَيْعَ الْغَرْرِ مَا فِي بَطُونِ الْأَنْعَامِ وَبَيْعَ الْغَرْرِ ثَرَابَ الْمُعَادِنِ وَبَيْعَ الْغَرْرِ مَا فِي ضُرُوعِ الْأَنْعَامِ إِلَّا بِكَيْلٍ

Artinya: *Telah menceritakan kepada kami Aswad telah menceritakan kepada kami Ayyub bin 'Utbah dari Yahya bin Abu Katsir dari 'Atho' dari Ibnu Abbas, ia berkata; "Rasulullah shallallahu 'alaihi wasallam melarang jual beli gharar." Ayyub berkata; bahwasanya Yahya menafsirkan jual beli gharar, dia berkata; "Di antara bentuk (jual beli) gharar adalah (menjual sesuatu) yang*

*diperoleh dengan menyelam terlebih dahulu, menjual budak yang kabur, menjual unta yang tersesat, (jual beli) gharar adalah janin yang masih dalam perut binatang, (jual beli) gharar adalah jual beli hasil tambang yang masih terpendam, (jual beli) gharar adalah susu yang masih di dalam ambing binatang, kecuali dengan ditakar.” (H.R. Imam Ahmad bin Hanbal:2616)*

Pada hadits tersebut jual beli Bitcoin dianalogikan seperti jual beli janin yang masih ada dalam perut binatang. Janin tersebut belum tampak wujudnya dan belum diketahui besarnya. Namun pembeli harus membayar terlebih dahulu dengan harga yang telah ditentukan. Hal tersebut mengandung unsur ketidakadilan. Sama halnya dengan Bitcoin yang merupakan uang khayalan (tidak memiliki bentuk), namun dijual dengan harga yang jelas. Hal tersebut menyebabkan jual beli Bitcoin memiliki unsur gharar (Ausop and Aulia, 2018). Dalam syari’at islam hukumnya adalah haram. Seperti yang dicantumkan pada Q.S an-Nisa ayat 29 yang berbunyi:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا لَا تَأْكُلُوا أَمْوَالَكُمْ بَيْنَكُمْ بِالْبَاطِلِ إِلَّا أَنْ تَكُونَ تِجَارَةً عَنْ تَرَاضٍ مِنْكُمْ وَلَا تَقْتُلُوا أَنْفُسَكُمْ إِنَّ  
اللَّهَ كَانَ بِكُمْ رَحِيمًا (٢٩)

Artinya: *“Hai orang-orang yang beriman! Janganlah kalian saling memakan harta sesama kalian dengan cara yang batil (tidak benar), kecuali dengan cara perniagaan yang berlaku dengan suka sama suka diantara kamu. Dan janganlah kamu membunuh dirimu. Sungguh, Allah Maha Penyayang kepadamu” (Q.S al-Nisa:29)*

Meskipun ayat di atas tidak secara eksplisit dan langsung merujuk pada larangan jual beli dengan unsur gharar, tetapi dapat dipahami secara umum bahwa Allah swt melarang umat muslim untuk memakan harta sesama secara tidak benar (batil). Dengan kata lain, larangan tersebut juga mencakup pembelian yang

memuat unsur gharar. Hal ini dikarenakan jual beli gharar memiliki unsur penipuan dan manipulasi yang dapat merugikan orang lain serta mendapatkan aset orang lain secara tidak wajar atau batil (Nasution et al., 2021).

Dari beberapa penjelasan diatas masih terdapat perbedaan pendapat mengenai transaksi jual beli menggunakan Bitcoin dalam pandangan islam. Maka dari itu karena belum adanya kejelasan hukum, penggunaan Bitcoin lebih baik ditinggalkan. Hal tersebut sesuai hadits Riwayat Bukhori nomor 2051 dan Muslim nomor 1599 yang menyarankan untuk menghindari suatu perkara yang hukumnya masih samar (Ilyasa and Arifin, 2019).

عَنْ أَبِي عَبْدِ اللَّهِ التُّعْمَانِ بْنِ بَشِيرٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا قَالَ : سَمِعْتُ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَآلِهِ وَسَلَّمَ يَقُولُ :  
 إِنَّ الْحَلَالَ بَيِّنٌ وَإِنَّ الْحَرَامَ بَيِّنٌ وَيَبَيِّنُهُمَا أُمُورٌ مُشْتَبِهَاتٌ لَا يَعْلَمُهُنَّ كَثِيرٌ مِنَ النَّاسِ فَمَنْ اتَّقَى الشُّبُهَاتِ فَقَدِ  
 اسْتَبْرَأَ لِدِينِهِ وَعِرْضِهِ وَمَنْ وَقَعَ فِي الشُّبُهَاتِ وَقَعَ فِي الْحَرَامِ كَالرَّاعِي يَرْعَى حَوْلَ الْحِمَى يُوشِكُ أَنْ يَرْتَعَ فِيهِ أَلَّا  
 وَإِنَّ لِكُلِّ مَلِكٍ جَمِيًّا أَلَّا وَإِنَّ جَمِيَّ اللَّهِ مَحَارِمُهُ أَلَّا وَإِنَّ فِي الْجَسَدِ مُضْغَةً إِذَا صَلَحَتْ صَلَحَ الْجَسَدُ كُلُّهُ وَإِذَا  
 فَسَدَتْ فَسَدَ الْجَسَدُ كُلُّهُ أَلَّا وَهِيَ الْقَلْبُ - رَوَاهُ الْبُخَارِيُّ وَمُسْلِمٌ

Artinya: *Dari Abu ‘Abdillah An-Nu’man bin Basyir radhiyallahu ‘anhuma, ia berkata bahwa ia mendengar Rasulullah shallallahu ‘alaihi wa sallam bersabda, “Sesungguhnya yang halal itu jelas, sebagaimana yang haram pun jelas. Di antara keduanya terdapat perkara syubhat (masih samar) yang tidak diketahui oleh kebanyakan orang. Barangsiapa yang menghindarkan diri dari perkara syubhat, maka ia telah menyelamatkan agama dan kehormatannya. Barangsiapa yang terjerumus ke dalam perkara syubhat, maka ia bisa terjatuh pada perkara haram. Sebagaimana ada penggembala yang menggembalakan ternaknya di sekitar tanah larangan yang hampir menjerumuskannya. Ketahuilah, setiap raja memiliki tanah larangan dan tanah larangan Allah di bumi ini adalah perkara-perkara yang diharamkan-Nya. Ingatlah di dalam jasad itu ada segumpal*

*daging. Jika ia baik, maka seluruh jasad akan ikut baik. Jika ia rusak, maka seluruh jasad akan ikut rusak. Ingatlah segumpal daging itu adalah hati (jantung).”* (H.R. Bukhari Muslim)

Maka dari itu adanya hadits tersebut menjadi landasan Majelis Ulama Indonesia (MUI) mengharamkan Bitcoin sebagai mata uang. Fatwa tersebut secara resmi dikeluarkan oleh MUI saat Forum Ijtima Ulama se-Indonesia ke-VII pada tanggal 11 November 2020. Hasil dari musyawarah tersebut MUI menetapkan tiga diktum hukum mengenai hukum *cryptocurrency*. Ketiga diktum hukum tersebut yakni yang pertama sebagai mata uang penggunaan *cryptocurrency* hukumnya haram karena mengandung unsur dharar, gharar dan bertentangan dengan UU No. 7 Tahun 2011 serta peraturan Bank Indonesia No. 17 Tahun 2015. Kedua sebagai aset digital *Cryptocurrency* tidak sah diperjualbelikan karena mengandung unsur dharar, gharar, qimar serta tidak memenuhi syarat *sil'ah* secara syar'i, yang mana syaratnya adalah ada wujud fisiknya, diketahui jumlahnya secara pasti, mempunyai nilai dan hak milik, serta dapat diserahkan ke pembeli. Adapun hukum yang ketiga adalah *cryptocurrency* sah untuk diperjualbelikan sebagai aset yang memenuhi syarat sebagai sil'ah dan mempunyai *underlying* serta mempunyai manfaat yang jelas (Apandi et al., 2021).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang dipergunakan untuk peramalan harga Bitcoin berupa penelitian kuantitatif deskripsi. Digunakan jenis tersebut karena sifat data dalam penelitian ini adalah numerik atau kuantitatif yang kemudian hasil penelitian yang diperoleh diinterpretasi ke dalam bentuk deskripsi. Hal tersebut bertujuan agar para pembaca mendapatkan informasi yang lebih mendetail dari hasil penelitian yang dilakukan.

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

Data yang dipakai dalam penelitian ini berupa data sekunder. Hal ini dikarenakan peneliti tidak langsung turun ke lapangan dalam mengambil data, namun data diperoleh dari situs [www.investing.com](http://www.investing.com). Pada situs tersebut data yang diambil berupa data mingguan harga Bitcoin yang dimulai pada periode Januari 2019 hingga Desember 2021.

Berikut sampel data harga Bitcoin yang dipakai pada penelitian ini.

Tabel 3.1 Sampel Data Harga Bitcoin

No.	Tanggal	Harga
1	6 Jan 2019	3597.2
2	13 Jan 2019	3677.8
...	...	...
...	...	...
155	19 Des 2021	50406.4
156	26 Des 2021	47738.0

### 3.3. Metode Analisis Data

Penelitian ini memanfaatkan metode *Fuzzy Time Series* dalam melakukan peramalan harga Bitcoin. Pada penelitian ini metode *Fuzzy Time Series* akan dihubungkan dengan model teori dari Lee, dimana menurut kebanyakan penelitian sebelumnya dinyatakan mampu menyampaikan hasil peramalan yang lebih tepat daripada model klasik dari *Fuzzy Time Series*.

Adapun tahapan yang harus dilalui saat melakukan peramalan harga Bitcoin menggunakan metode *Fuzzy Time Series* model Lee adalah sebagai berikut:

1. Menginput data mingguan harga Bitcoin.
2. Mendefinisikan himpunan semesta pembicara ( $U$ ).

Pada tahap ini himpunan semesta pembicara dibentuk berdasarkan pengertian dari persamaan (2.2) untuk memperoleh nilai maksimum di setiap data harga Bitcoin.

3. Menetapkan jumlah himpunan *fuzzy* ( $u_i$ ).

Menentukan jumlah himpunan *fuzzy* pada data harga Bitcoin dimulai dengan

menghitung Panjang interval  $U$  terlebih dulu menggunakan persamaan (2.3). Kemudian setelah didapati hasil  $R$ , dilanjutkan dengan menghitung rata-rata selisih (*lag*) *absolute* pada setiap data harga Bitcoin menggunakan persamaan (2.4). Hasil dari *mean* tersebut digunakan untuk menghitung basis interval *fuzzy* menggunakan persamaan (2.5). Setelah dilakukan beberapa proses diatas dapat ditentukan berapa jumlah himpunan *fuzzy* pada harga Bitcoin menggunakan persamaan (2.6).

4. Menetapkan nilai tengah dari himpunan *fuzzy* ( $u_i$ ).

Menetapkan nilai tengah himpunan *fuzzy* dari masing-masing himpunan dapat ditentukan menggunakan persamaan (2.7).

5. Mendefinisikan derajat keanggotaan ( $u_i$ ) terhadap ( $A_i$ ).

Mendefinisikan derajat keanggotaan ( $u_i$ ) ditentukan dari banyaknya jumlah himpunan *fuzzy* pada harga Bitcoin yang diperoleh dari tahap sebelumnya. Pada setiap himpunan  $u_i$ , yang mana  $i = 1, 2, \dots, n$  didefinisikan terhadap ( $A_i$ ) menggunakan persamaan (2.8).

6. Melakukan *fuzzyfikasi* pada data harga Bitcoin.

*Fuzzyfikasi* diperoleh berdasarkan hasil mendefinisikan derajat keanggotaan ( $u_i$ ) terhadap ( $A_i$ ). Pada tahap ini nilai tegas akan diubah menjadi variabel linguistik yang disimbolkan dengan ( $A_i$ ), dengan  $i$  merupakan banyaknya jumlah himpunan *fuzzy* pada data harga Bitcoin.

7. Membentuk FLR (*Fuzzy Logical Relationship*) orde 1, 2 dan 3.

Tahap ini dilakukan guna menghubungkan relasi antar variabel linguistik.

8. Membentuk FLRG (*Fuzzy Logical Relationship Group*) orde 1, 2 dan 3.

Pada tahap ini dilakukan pengelompokkan hasil dari tahap FLR dengan cara

variabel pada sisi kiri bersifat tetap.

9. Melakukan *deffuzyfikasi* hasil peramalan orde 1, 2 dan 3.

Pada tahap ini akan mengganti *fuzzy output* menjadi nilai tegas yang berdasar pada fungsi keanggotaan untuk menghasilkan hasil peramalan.

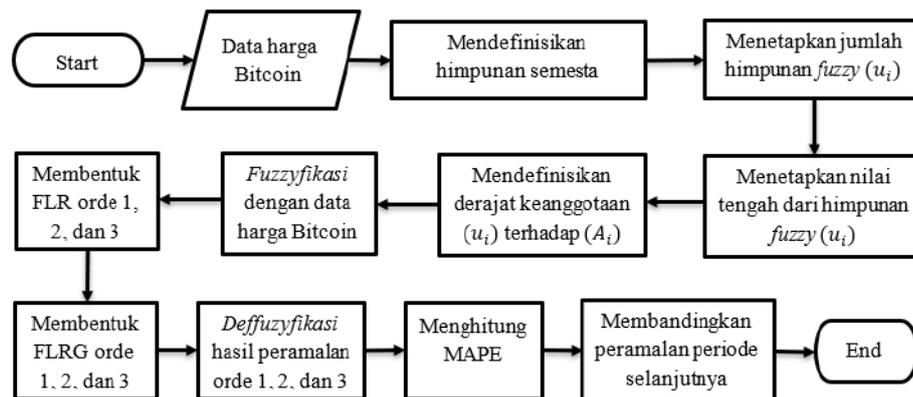
10. Menghitung tingkat akurasi peramalan menggunakan metode MAPE.

Pada penelitian ini akurasi peramalan yang dipakai ialah metode MAPE. Maka dari itu, persamaan yang digunakan dalam proses perhitungan adalah persamaan (2.9).

11. Menghitung peramalan pada periode selanjutnya.

Tahap ini dilakukan perbandingan peramalan pada periode selanjutnya dengan tujuan untuk mengetahui orde mana yang terbaik.

Tahapan peramalan diatas jika disajikan dengan diagram alir dapat dilihat pada gambar dibawah:



**Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Peramalan *Fuzzy Time Series* Lee**

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan data berupa harga Bitcoin. Dimana data yang digunakan dimulai pada periode Januari 2019 hingga Desember 2021 yang diambil per minggu dan diakses melalui website [www.investing.com](http://www.investing.com). Data harga Bitcoin disajikan pada Tabel berikut:

**Tabel 4.1 Sampel Data Harga Bitcoin**

No.	Tanggal	Harga Bitcoin
1	6 Jan 2019	3597.2
2	13 Jan 2019	3677.8
3	20 Jan 2019	3570.9
4	27 Jan 2019	3502.5
...	...	...
149	7 Nov 2021	64398.6
150	14 Nov 2021	59717.6
151	21 Nov 2021	54765.9
152	28 Nov 2021	49195.2
153	5 Des 2021	49314.5
154	12 Des 2021	46856.2
155	19 Des 2021	50406.4
156	26 Des 2021	47738.0

Berdasarkan penyajian data pada Tabel 4.1 dapat dideskripsikan bahwa harga Bitcoin terendah yang terjadi di tahun 2019 adalah pada tanggal 27 Januari, yakni sebesar 3502.5 USD. Sedangkan di tahun yang sama untuk harga tertingginya terjadi pada tanggal 23 Juni, yakni sebesar 11906.5 USD. Pada tahun 2020 harga Bitcoin terendah terjadi pada tanggal 8 Maret yakni sebesar 5182.7 USD, dengan harga tertingginya terjadi di tanggal 27 Desember, yakni sebesar 32193.3 USD. Selain itu di tahun 2021 harga Bitcoin terendah berada pada kisaran 31518.6 USD dengan harga tertingginya mencapai 64398.6 USD.



**Gambar 4.1 Plot Data *Time Series* Harga Bitcoin**

Gambar 4.1 merupakan plot data *time series* harga Bitcoin selama dua tahun terakhir, terlihat harga bitcoin selalu mengalami fluktuasi di setiap minggunya. Adanya fluktuasi tersebut menyebabkan proses peramalan menjadi tidak sederhana. Hal ini dikarenakan adanya unsur ketidakpastian dalam berbagai faktor yang mempengaruhi harga Bitcoin. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan metode *Fuzzy Time Series* untuk mengakomodir unsur ketidakpastian tersebut.

#### 4.1. Hasil

Dalam proses perhitungan Metode *Fuzzy Time Series* Lee terdapat beberapa tahapan yang harus dilalui untuk membentuk sebuah peramalan. Berikut tahapan-tahapan yang harus dilalui dalam melakukan peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Lee:

##### 1. Mengidentifikasi himpunan semesta pembicara ( $U$ )

Himpunan semesta pembicara dapat disimbolkan dengan  $U$  dimana didefinisikan dengan  $[D_{min} - Z_1, D_{max} + Z_2]$ . Dalam hal ini  $Z_1$  dan  $Z_2$  merupakan sembarang bilangan positif yang sesuai.

Pada data Harga Bitcoin yang ditunjukkan oleh Tabel 4.1 diatas, diperoleh harga tertinggi adalah sebesar 64398.6 USD, sedangkan harga terendah yakni sebesar 3502.5 USD. Dengan diperolehnya harga tertinggi dan terendah pada data harga Bitcoin, maka peneliti menentukan nilai  $Z_1 = 225.3$  dan  $Z_2 = 316.2$ . Maka dari itu merujuk pada Persamaan 2.2, berikut himpunan semesta pembicara ( $U$ ) yang diperoleh dalam penelitian ini:

$$\begin{aligned} U &= [D_{min} - Z_1, D_{max} + Z_2] \\ &= [3502.5 - 225.3, 64398.6 + 316.2] \\ &= [3277.2, 64714.8] \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil diatas, maka diperoleh himpunan semesta pembicara ( $U$ ) pada harga Bitcoin berkisar diantara 3277.2 USD hingga 64714.8 USD. Hasil dari himpunan semesta pembicara tersebut kemudian dibagi menjadi beberapa himpunan *fuzzy*.

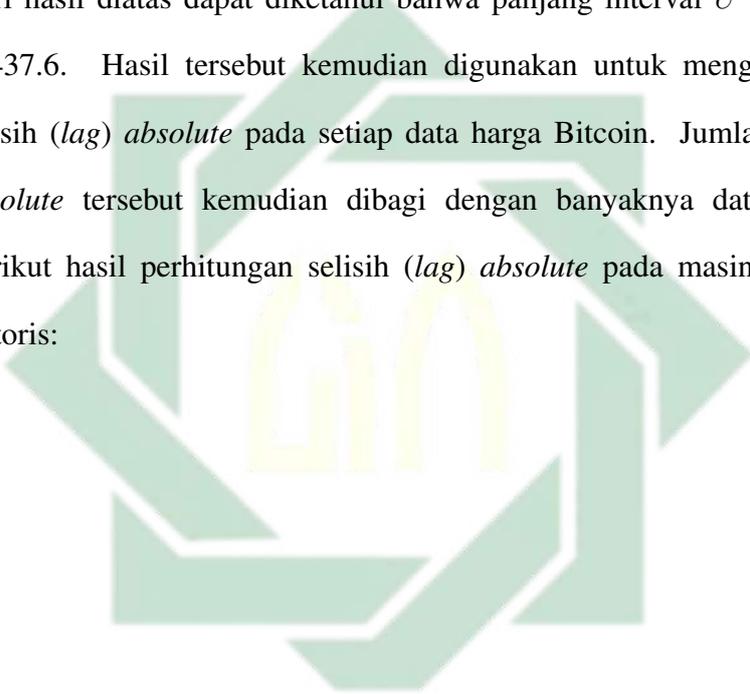
##### 2. Menetapkan Jumlah Himpunan *Fuzzy* $u_i$ dan Intervalnya

Selanjutnya dalam menetapkan banyaknya himpunan *fuzzy*  $u_i$  dapat

didahului dengan menghitung panjang interval  $U$  terlebih dulu. Merujuk pada Persamaan 2.3 berikut hasil perhitungan panjang interval  $U$ :

$$\begin{aligned} R &= [D_{max} + Z_2 - D_{min} - Z_1] \\ &= [64398.6 + 316.2 - 3502.5 - 225.3] \\ &= 61437.6 \end{aligned}$$

Dari hasil diatas dapat diketahui bahwa panjang interval  $U$  adalah sebesar 61437.6. Hasil tersebut kemudian digunakan untuk menghitung jumlah selisih (*lag absolute*) pada setiap data harga Bitcoin. Jumlah selisih (*lag absolute*) tersebut kemudian dibagi dengan banyaknya data dikurang 1. Berikut hasil perhitungan selisih (*lag absolute*) pada masing-masing data historis:



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

Tabel 4.2 Selisih (*lag*) *Absolute* Data Harga Bitcoin

No.	Tanggal	Harga Bitcoin	$ D_{t+1} - D_t $
1	6 Jan 2019	3597.2	80.6
2	13 Jan 2019	3677.8	106.9
3	20 Jan 2019	3570.9	68.4
4	27 Jan 2019	3502.5	158.9
...	...	...	...
149	7 Nov 2021	64398.6	4681.0
150	14 Nov 2021	59717.6	4951.7
151	21 Nov 2021	54765.9	5570.7
152	28 Nov 2021	49195.2	119.3
153	5 Des 2021	49314.5	2458.3
154	12 Des 2021	46856.2	3550.2
155	19 Des 2021	50406.4	2668.4
156	26 Des 2021	47738.0	-
Jumlah			276014.6

Tabel diatas merupakan hasil perhitungan selisih (*lag*) *absolute* pada masing-masing data historis. Pada Tabel 4.2 dapat diketahui jumlah dari selisih (*lag*) *absolute* pada masing-masing data historis adalah sebesar 276014.6. Jumlah selisih (*lag*) *absolute* pada data tersebut kemudian digunakan untuk menghitung *mean* (nilai rata-rata) selisih (*lag*) *absolute* pada masing-masing data historis. Dalam menghitung nilai rata-rata selisih (*lag*) *absolute* pada masing-masing data historis dapat menggunakan Persamaan 2.4. Berikut hasil perhitungan nilai rata-rata selisih (*lag*) *absolute*

pada masing-masing data:

$$\begin{aligned} \text{mean} &= \frac{\sum_{t=1}^{N-1} |D_{t+1} - D_t|}{N-1} \\ &= \frac{276014.6}{156-1} \\ &= 1780.7 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diperoleh bahwa perhitungan nilai rata-rata selisih (*lag absolute*) pada masing-masing data adalah sebesar 1780.7. Hasil dari perhitungan tersebut kemudian digunakan untuk menghitung basis interval *fuzzy* menggunakan Persamaan 2.5. Berikut basis interval *fuzzy* yang diperoleh:

$$\begin{aligned} K &= \frac{\text{mean}}{2} \\ &= \frac{1780.7}{2} \\ &= 890.4 \end{aligned}$$

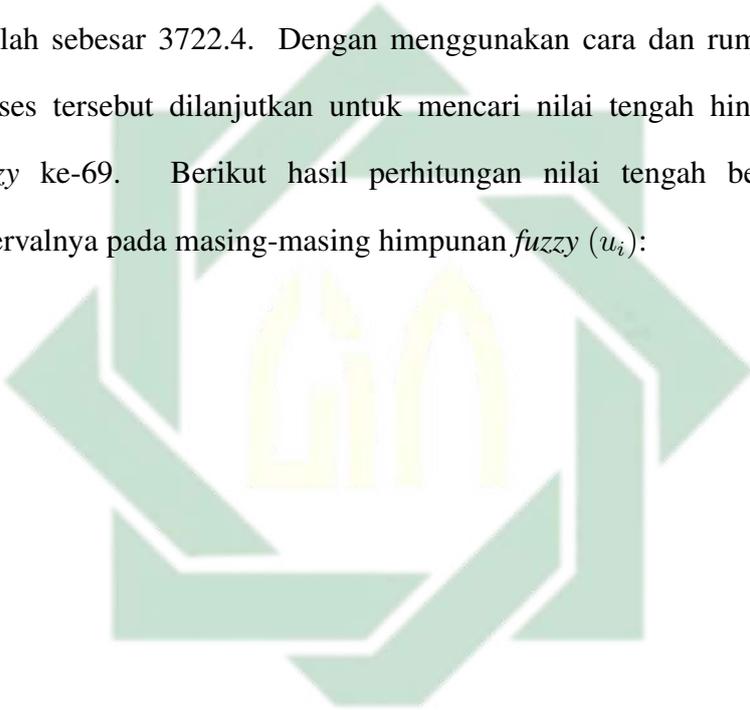
Berdasarkan dari hasil perhitungan diatas, didapati nilai basis interval adalah 890.4. Maka dari itu berdasarkan Tabel 2.1 nilai basis interval tersebut termasuk kedalam basis interval 100. Kemudian nilai basis interval tersebut digunakan untuk menentukan jumlah himpunan *fuzzy*. Dimana Persamaan 2.6 digunakan dalam menghitung banyaknya himpunan *fuzzy*:

$$\begin{aligned} n &= \frac{R}{K} \\ &= \frac{61437.6}{890.4} \\ &= 69 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka dapat diketahui banyaknya himpunan *fuzzy* adalah sebanyak 69 *fuzzy set*. Kemudian dari masing-masing himpunan *fuzzy* yang berjumlah 69 *fuzzy set* tersebut dicari nilai tengahnya menggunakan Persamaan 2.7. Berikut contoh perhitungan nilai tengah himpunan *fuzzy* ke-1 ( $m_1$ ):

$$\begin{aligned}m_i &= \frac{(\text{batas bawah } u_i + \text{batas atas } u_i)}{2} \\m_1 &= \frac{3277.2+4167.6}{2} \\&= \frac{7444.8}{2} \\&= 3722.4\end{aligned}$$

Hasil diatas menunjukkan bahwa nilai tengah himpunan *fuzzy* ke-1 ( $m_1$ ) adalah sebesar 3722.4. Dengan menggunakan cara dan rumus yang sama proses tersebut dilanjutkan untuk mencari nilai tengah hingga himpunan *fuzzy* ke-69. Berikut hasil perhitungan nilai tengah beserta panjang intervalnya pada masing-masing himpunan *fuzzy* ( $u_i$ ):



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

Tabel 4.3 Panjang Interval dan Nilai Tengah dari Himpunan *Fuzzy* Data Harga Bitcoin

Himpunan ke-	Interval Kelas	Nilai Tengah ( $m_i$ )
$u_1$	3277.2 - 4167.6	3722.4
$u_2$	4167.6 - 5058.0	4612.8
$u_3$	5058.0 - 5948.4	5503.2
$u_4$	5948.4 - 6838.8	6393.6
$u_5$	6838.8 - 7729.2	7284.0
$u_6$	7729.2 - 8619.6	8174.4
$u_7$	8619.6 - 9510.0	9064.8
...	...	...
$u_{62}$	57591.6 - 58482.0	58036.8
$u_{63}$	58482.0 - 59372.4	58927.2
$u_{64}$	59372.4 - 60262.8	59817.6
$u_{65}$	60262.8 - 61153.2	60708.0
$u_{66}$	61153.2 - 62043.6	61598.4
$u_{67}$	62043.6 - 62934.0	62488.8
$u_{68}$	62934.0 - 63824.4	63379.2
$u_{69}$	63824.4 - 64714.8	64269.6

Dari Tabel 4.3 dapat diketahui panjang interval kelas beserta nilai tengahnya pada masing-masing himpunan *fuzzy* yang terbentuk dari data harga Bitcoin. Berdasarkan Tabel 4.3 pada himpunan *fuzzy* ke-1 ( $u_1$ ) memiliki panjang interval antara 3277.2 hingga 4167.6. Dari panjang interval tersebut memiliki nilai tengah sebesar 3722.4.

### 3. Mendefinisikan Derajat Keanggotaan ( $u_i$ ) terhadap ( $A_i$ )

Mendefinisikan derajat keanggotaan ( $u_i$ ) dapat ditentukan sesuai dengan banyaknya jumlah partisi dalam himpunan semesta  $U$  pada harga Bitcoin yang diperoleh dari tahap sebelumnya. Pada setiap himpunan  $u_i$ , yang mana  $i = 1, 2, \dots, n$  didefinisikan terhadap ( $A_i$ ) menggunakan Persamaan 2.8 . Maka dari itu *fuzzy set* ( $A_i$ ) yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_{A_1}(u_1) &= \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_{68}} + \frac{0}{u_{69}} \\ \mu_{A_2}(u_2) &= \frac{0.5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0.5}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_{68}} + \frac{0}{u_{69}} \\ \mu_{A_3}(u_3) &= \frac{0}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_{68}} + \frac{0}{u_{69}} \\ &\dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\ \mu_{A_{69}}(u_{69}) &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0.5}{u_{68}} + \frac{1}{u_{69}} \end{aligned}$$

Berdasarkan definisi dari setiap himpunan *fuzzy*  $\mu_{A_i}(u_i)$  diatas dapat diketahui bahwa pada  $\mu_{A_{69}}(u_i)$  memiliki definisi yaitu derajat keanggotaan  $u_1, u_2, u_3, \dots, u_{67}$  terhadap  $\mu_{A_{69}}(u_i)$  bernilai 0, derajat keanggotaan  $u_{68}$  terhadap  $\mu_{A_{69}}(u_i)$  bernilai 0.5, dan derajat keanggotaan  $u_{69}$  terhadap  $\mu_{A_{69}}(u_i)$  bernilai 1.

#### 4. Melakukan *Fuzzyfikasi* pada Data Harga Bitcoin

Pada Langkah ini data harga Bitcoin akan dilakukan *fuzzyfikasi*. Dimana *fuzzyfikasi* didefinisikan sebagai proses perubahan data numerik menjadi data linguistik yang berdasar pada himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* pada penelitian ini telah dibentuk berdasarkan pada langkah sebelumnya. Kemudian berdasarkan penyajian data harga Bitcoin pada Tabel 4.1 dilakukan proses *fuzzyfikasi*. Ilustrasi contohnya yakni pada data harga Bitcoin tanggal 6 Januari 2019 ( $t=1$ ) di Tabel 4.1 adalah sebesar 3597.2. Dimana nilai tersebut terletak pada interval  $u_1=[3277.2 - 4167.6]$ , selanjutnya dilihat dari himpunan *fuzzy* A yang mempunyai derajat

keanggotaan satu pada himpunan  $u_1$  adalah  $\mu_{(A_1)}(u_i)$ . Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa pada data  $t = 1$  difuzzifikasikan menjadi  $A_1$ , karena pada himpunan  $A_1$  memiliki derajat keanggotaan satu pada  $u_1$ . Berdasarkan ilustrasi contoh tersebut, jika digunakan untuk data yang lain akan memperoleh hasil *fuzzyfikasi* sebagai berikut:



Tabel 4.4 *Fuzzyfikasi Data Harga Bitcoin*

No.	Tanggal	Harga Bitcoin	<i>Fuzzyfikasi</i>
1	6 Jan 2019	3597.2	$A_1$
2	13 Jan 2019	3677.8	$A_1$
3	20 Jan 2019	3570.9	$A_1$
4	27 Jan 2019	3502.5	$A_1$
5	3 Feb 2019	3661.4	$A_1$
6	10 Feb 2019	3616.8	$A_1$
7	17 Feb 2019	4120.4	$A_1$
8	24 Feb 2019	3823.1	$A_1$
9	3 Mar 2019	3944.3	$A_1$
10	10 Mar 2019	4006.4	$A_1$
11	17 Mar 2019	4002.5	$A_1$
12	24 Mar 2019	4111.8	$A_1$
...	...	...	...
147	24 Okt 2021	61840.1	$A_{66}$
148	31 Okt 2021	61483.9	$A_{66}$
149	7 Nov 2021	64398.6	$A_{69}$
150	14 Nov 2021	59717.6	$A_{64}$
151	21 Nov 2021	54765.9	$A_{58}$
152	28 Nov 2021	49195.2	$A_{52}$
153	5 Des 2021	49314.5	$A_{52}$
154	12 Des 2021	46856.2	$A_{49}$
155	19 Des 2021	50406.4	$A_{53}$
156	26 Des 2021	47738.0	$A_{50}$

Tabel 4.4 menunjukkan hasil *fuzzyfikasi* data harga Bitcoin dari bulan Januari 2019 hingga Desember 2022. Pada Tabel tersebut diketahui nilai *fuzzyfikasi* pada data ke-1 hingga data ke-12 adalah  $A_1$ . Sedangkan untuk ketiga data terakhir nilai *fuzzyfikasi*-nya berturut-turut ialah  $A_{49}$ ,  $A_{53}$ , dan  $A_{50}$ .

#### 5. Membentuk FLR (*Fuzzy Logical Relationship*) Orde 1, 2 dan 3

Setelah mengubah data numerik pada masing-masing data harga Bitcoin menjadi data linguistik, Langkah selanjutnya adalah membentuk *Fuzzy Logical Relationship* (FLR). FLR dapat dibentuk dengan cara memanfaatkan hasil *fuzzyfikasi* pada Tabel 4.4. Dimana pada tahap ini digunakan untuk mengetahui hubungan antar setiap kejadian yang berurutan. Pembentukan FLR dapat menggunakan beberapa orde untuk memperoleh hasil yang lebih akurat. Hal ini dikarenakan semakin banyaknya orde yang digunakan semakin akurat juga hasil yang diperoleh. Namun semakin banyaknya orde yang digunakan juga memiliki kekurangan, yaitu memungkinkan munculnya suatu himpunan *fuzzy* yang tidak terdapat pada FLRG (*Fuzzy Logic Relationship Group*) dan menyebabkan tidak dapat dilakukan peramalan secara lebih lanjut.

##### (a) FLR Orde 1

Pembentukan FLR orde 1 dapat ditulis dengan  $A_i \rightarrow A_j$ , dimana  $A_i$  merupakan himpunan sisi kiri atau pengamatan sebelumnya ( $F(t - 1)$ ), sedangkan  $A_j$  merupakan himpunan sisi kanan atau pengamatan sesudah data sebelumnya ( $F(t)$ ) pada data harga Bitcoin. Hasil dari pembentukan FLR orde 1 dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 4.5 FLR Orde 1 Data Harga Bitcoin

No.	Tanggal	Harga Bitcoin	Fuzzyfikasi	Currentstate	Nextstate
1	6 Jan 2019	3597.2	$A_1$	NA	NA
2	13 Jan 2019	3677.8	$A_1$	$A_1$	$A_1$
3	20 Jan 2019	3570.9	$A_1$	$A_1$	$A_1$
4	27 Jan 2019	3502.5	$A_1$	$A_1$	$A_1$
5	3 Feb 2019	3661.4	$A_1$	$A_1$	$A_1$
6	10 Feb 2019	3616.8	$A_1$	$A_1$	$A_1$
7	17 Feb 2019	4120.4	$A_1$	$A_1$	$A_1$
8	24 Feb 2019	3823.1	$A_1$	$A_1$	$A_1$
9	3 Mar 2019	3944.3	$A_1$	$A_1$	$A_1$
10	10 Mar 2019	4006.4	$A_1$	$A_1$	$A_1$
11	17 Mar 2019	4002.5	$A_1$	$A_1$	$A_1$
12	24 Mar 2019	4111.8	$A_1$	$A_1$	$A_1$
...	...	...	...	...	...
147	24 Okt 2021	61840.1	$A_{66}$	$A_{66}$	$A_{66}$
148	31 Okt 2021	61483.9	$A_{66}$	$A_{66}$	$A_{66}$
149	7 Nov 2021	64398.6	$A_{69}$	$A_{66}$	$A_{69}$
150	14 Nov 2021	59717.6	$A_{64}$	$A_{69}$	$A_{64}$
151	21 Nov 2021	54765.9	$A_{58}$	$A_{64}$	$A_{58}$
152	28 Nov 2021	49195.2	$A_{52}$	$A_{58}$	$A_{52}$
153	5 Des 2021	49314.5	$A_{52}$	$A_{52}$	$A_{52}$
154	12 Des 2021	46856.2	$A_{49}$	$A_{52}$	$A_{49}$
155	19 Des 2021	50406.4	$A_{53}$	$A_{49}$	$A_{53}$
156	26 Des 2021	47738.0	$A_{50}$	$A_{53}$	$A_{50}$

Tabel diatas merupakan hasil pembentukan FLR orde 1 pada data harga Bitcoin. Pada Tabel tersebut dalam menentukan FLR orde 1 digunakan ketentuan  $D_{(t-1)} \rightarrow D_t$ . Ilustrasi contohnya adalah sebagai berikut, misalkan pada *fuzzyfikasi* data harga Bitcoin pada *current state*  $t = 1$  adalah  $A_1$  sedangkan *next state*  $t = 2$  adalah  $A_1$ , maka dari itu bentuk FLR dari kedua data tersebut adalah  $A_1 \rightarrow A_1$ . Ilustrasi contoh tersebut kemudian diproses pada data-data yang lain dan kemudian diperoleh bentuk-bentuk FLR orde 1 yang ditunjukkan pada Tabel 4.5.

(b) FLR Orde 2

Pada FLR orde 2 melibatkan dua data historis sehingga pembentukannya dapat ditulis dengan  $A_i, A_j \rightarrow A_k$ , dimana  $A_i$  merupakan dua pengamatan sebelumnya ( $F(t - 2)$ ),  $A_j$  merupakan pengamatan sebelumnya ( $F(t - 1)$ ), sedangkan  $A_k$  merupakan pengamatan sesudah data sebelumnya ( $F(t)$ ) pada data harga Bitcoin. Hasil dari pembentukan FLR orde 2 dapat dilihat pada Tabel berikut:

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

Tabel 4.6 FLR Orde 2 Data Harga Bitcoin

No.	Tanggal	Harga Bitcoin	Fuzzyfikasi	CS 1	CS 2	NS
1	6 Jan 2019	3597.2	$A_1$	NA	NA	NA
2	13 Jan 2019	3677.8	$A_1$	NA	NA	NA
3	20 Jan 2019	3570.9	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$
4	27 Jan 2019	3502.5	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$
5	3 Feb 2019	3661.4	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$
6	10 Feb 2019	3616.8	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$
7	17 Feb 2019	4120.4	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$
8	24 Feb 2019	3823.1	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$
9	3 Mar 2019	3944.3	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$
10	10 Mar 2019	4006.4	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$
11	17 Mar 2019	4002.5	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$
12	24 Mar 2019	4111.8	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$
...	...	...	...	...	...	...
147	24 Okt 2021	61840.1	$A_{66}$	$A_{66}$	$A_{66}$	$A_{66}$
148	31 Okt 2021	61483.9	$A_{66}$	$A_{66}$	$A_{66}$	$A_{66}$
149	7 Nov 2021	64398.6	$A_{69}$	$A_{66}$	$A_{66}$	$A_{69}$
150	14 Nov 2021	59717.6	$A_{64}$	$A_{66}$	$A_{69}$	$A_{64}$
151	21 Nov 2021	54765.9	$A_{58}$	$A_{69}$	$A_{64}$	$A_{58}$
152	28 Nov 2021	49195.2	$A_{52}$	$A_{64}$	$A_{58}$	$A_{52}$
153	5 Des 2021	49314.5	$A_{52}$	$A_{58}$	$A_{52}$	$A_{52}$
154	12 Des 2021	46856.2	$A_{49}$	$A_{52}$	$A_{52}$	$A_{49}$
155	19 Des 2021	50406.4	$A_{53}$	$A_{52}$	$A_{49}$	$A_{53}$
156	26 Des 2021	47738.0	$A_{50}$	$A_{49}$	$A_{53}$	$A_{50}$

Tabel diatas merupakan hasil pembentukan FLR orde 2 pada data harga Bitcoin. Pada Tabel tersebut dalam menentukan FLR orde 2 digunakan ketentuan  $D_{(t-2)}, D_{(t-1)} \rightarrow D_t$ . Ilustrasi contohnya adalah sebagai berikut, misalkan pada *fuzzyfikasi* data harga Bitcoin pada *current state*  $t = 1$  adalah  $A_1$  dan *current state*  $t = 2$  adalah  $A_1$ , sedangkan *next state*  $t = 3$  adalah  $A_1$ , maka dari itu bentuk FLR dari data tersebut adalah  $A_1, A_1 \rightarrow A_1$ . Ilustrasi contoh tersebut kemudian diproses pada data-data yang lain dan kemudian diperoleh bentuk-bentuk FLR orde 2 yang ditunjukkan pada Tabel 4.6.

(c) FLR Orde 3

Pada FLR orde 3 melibatkan tiga data historis sehingga pembentukannya dapat ditulis dengan  $A_i, A_j, A_k \rightarrow A_l$ , dimana  $A_i$  merupakan tiga pengamatan sebelumnya ( $F(t - 3)$ ),  $A_j$  merupakan dua pengamatan sebelumnya ( $F(t - 2)$ ),  $A_k$  merupakan pengamatan sebelumnya ( $F(t - 1)$ ), sedangkan  $A_l$  merupakan pengamatan sesudah data sebelumnya ( $F(t)$ ) pada data harga Bitcoin. Hasil dari pembentukan FLR orde 3 dapat dilihat pada Tabel berikut:

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

Tabel 4.7 FLR Orde 3 Data Harga Bitcoin

No.	Tanggal	Harga Bitcoin	Fuzzyfikasi	CS 1	CS 2	CS 3	NS
1	6 Jan 2019	3597.2	$A_1$	NA	NA	NA	NA
2	13 Jan 2019	3677.8	$A_1$	NA	NA	NA	NA
3	20 Jan 2019	3570.9	$A_1$	NA	NA	NA	NA
4	27 Jan 2019	3502.5	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$
5	3 Feb 2019	3661.4	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$
6	10 Feb 2019	3616.8	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$
7	17 Feb 2019	4120.4	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$
8	24 Feb 2019	3823.1	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$
9	3 Mar 2019	3944.3	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$
10	10 Mar 2019	4006.4	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$
11	17 Mar 2019	4002.5	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$
12	24 Mar 2019	4111.8	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1$
...	...	...	...	...	...	...	...
147	24 Okt 2021	61840.1	$A_{66}$	$A_{59}$	$A_{65}$	$A_{66}$	$A_{66}$
148	31 Okt 2021	61483.9	$A_{66}$	$A_{65}$	$A_{66}$	$A_{66}$	$A_{66}$
149	7 Nov 2021	64398.6	$A_{69}$	$A_{66}$	$A_{66}$	$A_{66}$	$A_{69}$
150	14 Nov 2021	59717.6	$A_{64}$	$A_{66}$	$A_{66}$	$A_{69}$	$A_{64}$
151	21 Nov 2021	54765.9	$A_{58}$	$A_{66}$	$A_{69}$	$A_{64}$	$A_{58}$
152	28 Nov 2021	49195.2	$A_{52}$	$A_{69}$	$A_{64}$	$A_{58}$	$A_{52}$
153	5 Des 2021	49314.5	$A_{52}$	$A_{64}$	$A_{58}$	$A_{52}$	$A_{52}$
154	12 Des 2021	46856.2	$A_{49}$	$A_{58}$	$A_{52}$	$A_{52}$	$A_{49}$
155	19 Des 2021	50406.4	$A_{53}$	$A_{52}$	$A_{52}$	$A_{49}$	$A_{53}$
156	26 Des 2021	47738.0	$A_{50}$	$A_{52}$	$A_{49}$	$A_{53}$	$A_{50}$

Tabel diatas merupakan hasil pembentukan FLR orde 3 pada data Harga Bitcoin. Pada Tabel tersebut dalam menentukan FLR orde 3 digunakan ketentuan  $D_{(t-3)}, D_{(t-2)}, D_{(t-1)} \rightarrow D_t$ . Ilustrasi contohnya adalah sebagai berikut, misalkan pada *fuzzyfikasi* data harga Bitcoin pada *current state*  $t = 1$  adalah  $A_1$ , *current state*  $t = 2$  adalah  $A_1$ , dan *current state*  $t = 3$  adalah  $A_1$  sedangkan *next state*  $t = 4$  adalah  $A_1$ , maka dari itu bentuk FLR dari data tersebut adalah  $A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1$ . Ilustrasi contoh tersebut kemudian diproses pada data-data yang lain dan kemudian diperoleh bentuk-bentuk FLR orde 2 yang ditunjukkan pada Tabel 4.7.

#### 6. Membentuk FLRG (*Fuzzy Logical Relationship Group*) Orde 1, Orde 2 dan Orde 3

*Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) dapat dibentuk dengan cara memanfaatkan hasil dari FLR, yang mana FLRG merupakan pengelompokan dari hasil FLR. Setiap hubungan kejadian saat ini (*current state*) dan kejadian selanjutnya (*next state*) yang telah dibentuk pada proses FLR akan dikelompokkan kembali dengan kejadian saat ini (*current state*) yang sifatnya adalah tetap. Pembentukan FLRG pada metode *Fuzzy Time Series* Lee sendiri memiliki konsep bahwa semua FLR harus dikumpulkan menjadi FLRG yang saling terhubung. Sebagai ilustrasinya, misalkan  $A_i : A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_2$  dan  $A_1 \rightarrow A_3$ . Dari ketiga FLR tersebut dikelompokkan menjadi  $A_1 \rightarrow A_2, A_2, A_3$ . Lee berpendapat bahwa  $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_2$  mampu mempengaruhi hasil peramalan, maka dari itu nilai tersebut harus dihitung.

##### (a) Membentuk FLRG Orde 1 dari Data Harga Bitcoin

FLRG orde 1 dapat dibentuk dengan cara memanfaatkan hasil dari FLR orde 1 yang terdapat pada Tabel 4.5. Dalam pembentukan FLRG orde 1 dilakukan dengan cara mengelompokkan *fuzzyfikasi* yang memiliki *current state* ( $F_{(t-1)}$ ) yang sama dan kemudian dikelompokkan menjadi satu grup pada *next state* ( $F_t$ ). Hasil dari pembentukan FLRG orde 1 dapat dilihat pada Tabel berikut:



Tabel 4.8 FLRG Orde 1 Data Harga Bitcoin

Grup	<i>Current State</i>	<i>Next State</i>	FLRG
1	$A_1$	$11A_1, A_2$	$A_1 \rightarrow 11A_1, A_2$
2	$A_2$	$A_2, A_3$	$A_2 \rightarrow A_2, A_3$
3	$A_3$	$2A_3, A_4, A_5$	$A_3 \rightarrow 2A_3, A_4, A_5$
4	$A_4$	$A_4, A_5$	$A_4 \rightarrow A_4, A_5$
5	$A_5$	$10A_5, 2A_6, A_7$	$A_5 \rightarrow 10A_5, 2A_6, A_7$
6	$A_6$	$A_5, 5A_6, 5A_7$	$A_6 \rightarrow A_5, 5A_6, 5A_7$
7	$A_7$	$A_3, 2A_6, 8A_7, 4A_8, 2A_9$	$A_7 \rightarrow A_3, 2A_6, 8A_7, 4A_8, 2A_9$
8	$A_8$	$2A_6, 2A_7, 6A_8, 2A_9, A_{10}$	$A_8 \rightarrow 2A_6, 2A_7, 6A_8, 2A_9, A_{10}$
9	$A_9$	$A_7, A_8, 3A_9, 4A_{10}$	$A_9 \rightarrow A_7, A_8, 3A_9, 4A_{10}$
10	$A_{10}$	$2A_8, 2A_9, 5A_{10}, A_{12}$	$A_9 \rightarrow 2A_8, 2A_9, 5A_{10}, A_{12}$
11	$A_{12}$	$A_{12}, A_{13}$	$A_{12} \rightarrow A_{12}, A_{13}$
12	$A_{13}$	$A_{15}$	$A_{13} \rightarrow A_{15}$
13	$A_{15}$	$A_{18}$	$A_{15} \rightarrow A_{18}$
...	...	...	...
38	$A_{60}$	$A_{49}, A_{61}$	$A_{60} \rightarrow A_{49}, A_{61}$
39	$A_{61}$	$A_{64}$	$A_{61} \rightarrow A_{64}$
40	$A_{62}$	$A_{60}, A_{63}$	$A_{62} \rightarrow A_{60}, A_{63}$
41	$A_{63}$	$A_{49}$	$A_{63} \rightarrow A_{49}$
42	$A_{64}$	$A_{53}, A_{58}, A_{64}$	$A_{64} \rightarrow A_{53}, A_{58}, A_{64}$
43	$A_{65}$	$A_{66}$	$A_{65} \rightarrow A_{66}$
44	$A_{66}$	$A_{62}, 2A_{66}, A_{69}$	$A_{66} \rightarrow A_{62}, 2A_{66}, A_{69}$
45	$A_{69}$	$A_{64}$	$A_{69} \rightarrow A_{64}$

Tabel diatas merupakan hasil pengelompokkan FLRG pada orde 1. Pada Tabel tersebut dapat diketahui bahwa semua FLR yang dibentuk pada Tabel 4.5 dikelompokkan menjadi FLRG yang saling berhubungan. Ilustrasi contohnya adalah misalkan FLRG yang dibentuk pada grup 3 pada Tabel 4.8 adalah  $A_3 \rightarrow A_3$ ,  $A_3 \rightarrow A_3$ ,  $A_3 \rightarrow A_4$  dan  $A_3 \rightarrow A_5$ . Keempat FLR tersebut dapat dikelompokkan menjadi 1 FLRG yakni  $A_3 \rightarrow 2A_3, A_4, A_5$ . Untuk FLRG pada grup-grup yang lainnya dapat diproses dengan langkah-langkah yang sama seperti yang disebutkan sebelumnya.

(b) Membentuk FLRG Orde 2 dari Data Harga Bitcoin

FLRG orde 2 dapat dibentuk dengan cara memanfaatkan hasil dari FLR orde 2 yang terdapat pada Tabel 4.6. Dalam pembentukan FLRG orde 2 dilakukan dengan cara mengelompokkan *fuzzyfikasi* yang memiliki dua *current state* ( $F_{(t-2)}, F_{(t-1)}$ ) yang sama dan kemudian dikelompokkan menjadi satu grup pada *next state* ( $F_t$ ). Hasil dari pembentukan FLRG orde 2 dapat dilihat pada Tabel berikut:

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

Tabel 4.9 FLRG Orde 2 Data Harga Bitcoin

Grup	CS 1	CS 2	Next State	FLRG
1	$A_1$	$A_1$	$10A_1, A_2$	$A_1, A_1 \rightarrow 10A_1, A_2$
2	$A_1$	$A_2$	$A_2$	$A_1, A_2 \rightarrow A_2$
3	$A_2$	$A_2$	$A_3$	$A_2, A_2 \rightarrow A_3$
4	$A_2$	$A_3$	$A_3$	$A_2, A_3 \rightarrow A_3$
5	$A_3$	$A_3$	$A_3, A_5$	$A_3, A_3 \rightarrow A_3, A_5$
6	$A_3$	$A_4$	$A_4$	$A_3, A_4 \rightarrow A_4$
7	$A_3$	$A_5$	$A_5$	$A_3, A_5 \rightarrow A_5$
8	$A_4$	$A_4$	$A_5$	$A_4, A_4 \rightarrow A_5$
9	$A_4$	$A_5$	$A_5$	$A_4, A_5 \rightarrow A_5$
10	$A_5$	$A_5$	$7A_5, 2A_6, A_7$	$A_5, A_5 \rightarrow 7A_5, 2A_6, A_7$
11	$A_5$	$A_6$	$A_6, A_7$	$A_5, A_6 \rightarrow A_6, A_7$
12	$A_5$	$A_7$	$A_8$	$A_5, A_7 \rightarrow A_8$
13	$A_6$	$A_6$	$3A_6, 2A_7$	$A_6, A_6 \rightarrow 3A_6, 2A_7$
...	...	...	...	...
83	$A_{64}$	$A_{53}$	$A_{62}$	$A_{64}, A_{53} \rightarrow A_{62}$
84	$A_{64}$	$A_{58}$	$A_{52}$	$A_{64}, A_{58} \rightarrow A_{52}$
85	$A_{64}$	$A_{64}$	$A_{53}$	$A_{64}, A_{64} \rightarrow A_{53}$
86	$A_{65}$	$A_{66}$	$A_{66}$	$A_{65}, A_{66} \rightarrow A_{66}$
87	$A_{66}$	$A_{62}$	$A_{60}$	$A_{66}, A_{62} \rightarrow A_{60}$
88	$A_{66}$	$A_{66}$	$A_{66}, A_{69}$	$A_{66}, A_{66} \rightarrow A_{66}, A_{69}$
89	$A_{66}$	$A_{69}$	$A_{64}$	$A_{66}, A_{69} \rightarrow A_{64}$
90	$A_{69}$	$A_{64}$	$A_{58}$	$A_{69}, A_{64} \rightarrow A_{58}$

Tabel diatas merupakan hasil pengelompokkan FLRG pada orde 2. Pada Tabel tersebut dapat diketahui bahwa semua FLR yang dibentuk pada Tabel 4.6 dikelompokkan menjadi FLRG yang saling berhubungan. Ilustrasi contohnya adalah misalkan FLRG yang dibentuk pada grup 5 pada Tabel 4.9 adalah  $A_3, A_3 \rightarrow A_3$  dan  $A_3, A_3 \rightarrow A_5$ . Kedua FLR tersebut dapat dikelompokkan menjadi 1 FLRG yakni  $A_3, A_3 \rightarrow A_3, A_5$ . Untuk FLRG pada grup-grup yang lainnya dapat diproses dengan langkah-langkah yang sama seperti yang disebutkan sebelumnya.

(c) Membentuk FLRG Orde 3 dari Data Harga Bitcoin

FLRG orde 3 dapat dibentuk dengan cara memanfaatkan hasil dari FLR orde 3 yang terdapat pada Tabel 4.7. Dalam pembentukan FLRG orde 3 dilakukan dengan cara mengelompokkan *fuzzyfikasi* yang memiliki tiga *current state* ( $F_{(t-3)}, F_{(t-2)}, F_{(t-1)}$ ) yang sama dan kemudian dikelompokkan menjadi satu grup pada *next state* ( $F_t$ ). Hasil dari pembentukan FLRG orde 3 dapat dilihat pada Tabel berikut:

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

Tabel 4.10 FLRG Orde 3 Data Harga Bitcoin

Grup	CS 1	CS 2	CS 3	Next State	FLRG
1	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$9A_1, A_2$	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow 9A_1, A_2$
2	$A_1$	$A_1$	$A_2$	$A_2$	$A_1, A_1, A_2 \rightarrow A_2$
3	$A_1$	$A_2$	$A_2$	$A_3$	$A_1, A_2, A_2 \rightarrow A_3$
4	$A_2$	$A_2$	$A_3$	$A_3$	$A_2, A_2, A_3 \rightarrow A_3$
5	$A_2$	$A_3$	$A_3$	$A_3$	$A_2, A_3, A_3 \rightarrow A_3$
6	$A_3$	$A_3$	$A_3$	$A_5$	$A_3, A_3, A_3 \rightarrow A_5$
7	$A_3$	$A_3$	$A_5$	$A_5$	$A_3, A_3, A_5 \rightarrow A_5$
8	$A_3$	$A_4$	$A_4$	$A_5$	$A_3, A_4, A_4 \rightarrow A_5$
9	$A_3$	$A_5$	$A_5$	$A_6$	$A_3, A_5, A_5 \rightarrow A_6$
10	$A_4$	$A_4$	$A_5$	$A_5$	$A_4, A_4, A_5 \rightarrow A_5$
11	$A_4$	$A_5$	$A_5$	$A_5$	$A_4, A_5, A_5 \rightarrow A_5$
12	$A_5$	$A_5$	$A_5$	$5A_5, A_6, A_7$	$A_5, A_5, A_5 \rightarrow 5A_5, A_6, A_7$
13	$A_5$	$A_5$	$A_6$	$A_6, A_7$	$A_5, A_5, A_6 \rightarrow A_6, A_7$
...	...	...	...	...	...
113	$A_{64}$	$A_{53}$	$A_{62}$	$A_{63}$	$A_{64}, A_{53}, A_{62} \rightarrow A_{63}$
114	$A_{64}$	$A_{58}$	$A_{52}$	$A_{52}$	$A_{64}, A_{58}, A_{52} \rightarrow A_{52}$
115	$A_{65}$	$A_{66}$	$A_{66}$	$A_{66}$	$A_{65}, A_{66}, A_{66} \rightarrow A_{66}$
116	$A_{66}$	$A_{62}$	$A_{60}$	$A_{61}$	$A_{66}, A_{62}, A_{60} \rightarrow A_{61}$
117	$A_{66}$	$A_{66}$	$A_{66}$	$A_{69}$	$A_{66}, A_{66}, A_{66} \rightarrow A_{69}$
118	$A_{66}$	$A_{66}$	$A_{69}$	$A_{64}$	$A_{66}, A_{66}, A_{69} \rightarrow A_{64}$
119	$A_{66}$	$A_{69}$	$A_{64}$	$A_{58}$	$A_{66}, A_{69}, A_{64} \rightarrow A_{58}$
120	$A_{69}$	$A_{64}$	$A_{58}$	$A_{52}$	$A_{69}, A_{64}, A_{58} \rightarrow A_{52}$

Tabel diatas merupakan hasil pengelompokkan FLRG pada orde 3. Pada Tabel tersebut dapat diketahui bahwa semua FLR yang dibentuk pada Tabel 4.7 dikelompokkan menjadi FLRG yang saling berhubungan. Ilustrasi contohnya adalah misalkan FLRG yang dibentuk pada grup 13 pada Tabel 4.10 adalah  $A_5, A_5, A_6 \rightarrow A_6$  dan  $A_5, A_5, A_6 \rightarrow A_7$ . Kedua FLR tersebut dapat dikelompokkan menjadi 1 FLRG yakni  $A_5, A_5, A_6 \rightarrow A_6, A_7$ . Untuk FLRG pada grup-grup yang lainnya dapat diproses dengan langkah-langkah yang sama seperti yang disebutkan sebelumnya.

#### 7. Melakukan *Defuzzyfikasi* Hasil Peramalan Orde 1, Orde 2 dan Orde 3

Setelah diperoleh hasil FLRG, langkah selanjutnya adalah dilakukan proses *defuzzyfikasi* serta dilakukan perhitungan hasil peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Lee. Ilustrasinya dalam tahap ini, misalkan dalam suatu grup mengandung FLR  $A_1, A_2, A_3$  sehingga pada  $A_1$  menggunakan nilai tengah dari  $u_1(m_1)$ ,  $A_2$  menggunakan nilai tengah dari  $u_2(m_2)$ , dan  $A_3$  menggunakan nilai tengah dari  $u_3(m_3)$ . Kemudian untuk hasil peramalannya ketiga nilai tengah tersebut dihitung rata-ratanya atau juga dapat ditulis dengan  $F(t) = \frac{(m_1+m_2+m_3)}{3}$ .

##### (a) *Defuzzyfikasi* Hasil Peramalan dan Nilai MAPE Orde 1

Pada tahap *defuzzyfikasi* ini untuk memperoleh hasil peramalan, didasari pada hasil pembentukan FLRG pada Tabel 4.8 yang mempunyai 45 grup. Maka dari itu *defuzzyfikasi* hasil peramalan dari ke-45 grup yang terbentuk dapat dilihat pada Tabel dibawah:

Tabel 4.11 *Deffuzifikasi Hasil Peramalan Orde 1 Data Harga Bitcoin*

Grup	FLRG	<i>Deffuzifikasi</i>
1	$A_1 \rightarrow 11A_1, A_2$	$A_1 = 3796.6$
2	$A_2 \rightarrow A_2, A_3$	$A_2 = 5058.0$
3	$A_3 \rightarrow 2A_3, A_4, A_5$	$A_3 = 6171.0$
4	$A_4 \rightarrow A_4, A_5$	$A_4 = 6838.8$
5	$A_5 \rightarrow 10A_5, 2A_6, A_7$	$A_5 = 7558.0$
6	$A_6 \rightarrow A_5, 5A_6, 5A_7$	$A_6 = 8498.2$
7	$A_7 \rightarrow A_3, 2A_6, 8A_7, 4A_8, 2A_9$	$A_7 = 9169.6$
8	$A_8 \rightarrow 2A_6, 2A_7, 6A_8, 2A_9, A_{10}$	$A_8 = 9818.2$
9	$A_9 \rightarrow A_7, A_8, 3A_9, 4A_{10}$	$A_9 = 10944.5$
10	$A_{10} \rightarrow 2A_8, 2A_9, 5A_{10}, A_{12}$	$A_{10} = 11877.6$
11	$A_{12} \rightarrow A_{12}, A_{13}$	$A_{12} = 13962.0$
12	$A_{13} \rightarrow A_{15}$	$A_{13} = 16188.0$
13	$A_{15} \rightarrow A_{18}$	$A_{15} = 18859.2$
...	...	...
38	$A_{60} \rightarrow A_{49}, A_{61}$	$A_{60} = 51804.0$
39	$A_{61} \rightarrow A_{64}$	$A_{61} = 59817.6$
40	$A_{62} \rightarrow A_{60}, A_{63}$	$A_{62} = 57591.6$
41	$A_{63} \rightarrow A_{49}$	$A_{63} = 46461.6$
42	$A_{64} \rightarrow A_{53}, A_{58}, A_{64}$	$A_{64} = 54772.0$
43	$A_{65} \rightarrow A_{66}$	$A_{65} = 61598.4$
44	$A_{66} \rightarrow A_{62}, 2A_{66}, A_{69}$	$A_{66} = 61375.8$
45	$A_{69} \rightarrow A_{64}$	$A_{69} = 59817.6$

Berdasarkan Tabel 4.11 diatas, hasil *deffuzyfikasi* dari FLRG orde 1 pada grup kedua sebesar 5058.0. Hasil tersebut diperoleh dengan cara menambahkan setengah dari nilai tengah  $(m_i)A_2$  dan  $A_3$ . Untuk lebih jelasnya perhitungan dapat ditulis dengan  $F(t) = \frac{1}{2}m_2 + \frac{1}{2}m_3$ . Dari perhitungan tersebut kemudian diperoleh hasil *deffuzyfikasi* pada grup kedua sebesar 5058.0. Untuk *deffuzyfikasi* pada grup-grup yang lainnya dapat diproses dengan langkah-langkah yang sama seperti yang disebutkan sebelumnya.

Hasil peramalan akhir untuk harga Bitcoin pada periode Januari 2019 hingga Desember 2021 diperoleh dari hasil *deffuzyfikasi* grup FLRG orde 1 pada Tabel 4.11. Ilustrasi contohnya adalah perhitungan hasil peramalan pada tanggal 13 Januari 2019 yang mempunyai *current state* yakni tanggal 6 Januari 2019. Berdasarkan Tabel 4.4, *fuzzyfikasi* tanggal 13 Januari 2019 adalah  $A_1$  dan *fuzzyfikasi* tanggal 6 Januari 2019 adalah  $A_1$ . Disamping itu berdasarkan Tabel 4.5, FLR yang terbentuk dari hasil fuzzyfikasi tersebut adalah  $A_1 \rightarrow A_1$ . Maka dari itu berdasarkan Tabel 4.11, hasil FLR masuk ke dalam bentuk *deffuzyfikasi* grup 1 dengan hasil peramalan sebesar 3796.6. Sehingga hasil peramalan pada tanggal 13 Januari 2019 adalah sebesar 3796.6. Untuk lebih jelasnya hasil peramalan orde 1 pada data harga Bitcoin dapat dilihat pada Tabel dibawah:

Tabel 4.12 Hasil Peramalan Orde 1 Data Harga Bitcoin

No.	Tanggal	Harga Bitcoin	Hasil Peramalan
1	6 Jan 2019	3597.2	NA
2	13 Jan 2019	3677.8	3796.6
3	20 Jan 2019	3570.9	3796.6
4	27 Jan 2019	3502.5	3796.6
5	3 Feb 2019	3661.4	3796.6
6	10 Feb 2019	3616.8	3796.6
7	17 Feb 2019	4120.4	3796.6
8	24 Feb 2019	3823.1	3796.6
9	3 Mar 2019	3944.3	3796.6
10	10 Mar 2019	4006.4	3796.6
11	17 Mar 2019	4002.5	3796.6
12	24 Mar 2019	4111.8	3796.6
...	...	...	...
147	24 Okt 2021	61840.1	61375.8
148	31 Okt 2021	61483.9	61375.8
149	7 Nov 2021	64398.6	61375.8
150	14 Nov 2021	59717.6	59817.6
151	21 Nov 2021	54765.9	54772.0
152	28 Nov 2021	49195.2	49132.8
153	5 Des 2021	49314.5	51269.8
154	12 Des 2021	46856.2	51269.8
155	19 Des 2021	50406.4	45571.2
156	26 Des 2021	47738.0	50320.0

Tabel 4.12 menunjukkan hasil peramalan Harga Bitcoin pada periode Januari 2019 hingga Desember 2021. Tabel tersebut kemudian digunakan untuk mencari tingkat akurasi hasil peramalan menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Dalam menghitung tingkat akurasi menggunakan metode MAPE, persamaan yang digunakan adalah Persamaan 2.9. Berikut proses perhitungan tingkat akurasi hasil peramalan Bitcoin menggunakan metode FTS Lee orde satu:

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} \times 100\% \\
 &= \frac{1}{155} [|\frac{3677.8 - 3796.6}{3677.8}| + \dots + |\frac{47738.0 - 50320.0}{47738.0}|] \times 100\% \\
 &= \frac{1}{155} [0.0 + \dots + 0.1] \times 100\% \\
 &= \frac{1}{155} \times 8.4 \times 100\% \\
 &= 5.4\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas diperoleh nilai MAPE metode *Fuzzy Time Series* Lee orde 1 pada data harga Bitcoin adalah sebesar 5.4%. Nilai tersebut setelah diidentifikasi berdasarkan Tabel 2.3 termasuk kedalam kriteria sangat baik.

Selanjutnya Tabel 4.12 yang telah dihasilkan dapat dibuat plot untuk membandingkan pola data aktual dengan pola data hasil peramalan orde 1. Perbandingan pola data antara kedua data tersebut dapat dilihat pada Gambar dibawah:



**Gambar 4.2** Plot Perbandingan Data Aktual Harga Bitcoin dengan Hasil Peramalan Orde 1

Gambar 4.2 menunjukkan plot perbandingan data aktual Harga Bitcoin dengan hasil peramalan orde 1. Pada Gambar tersebut dapat diketahui bahwa plot hasil peramalan yang diperoleh dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Lee* orde 1 memiliki pola data yang hampir sama dengan data aktual Harga Bitcoin. Plot data aktual Harga Bitcoin ditunjukkan dengan garis warna biru, sedangkan untuk plot data hasil peramalan Harga Bitcoin ditunjukkan dengan garis warna merah.

(b) *Defuzzyfikasi* Hasil Peramalan dan Nilai MAPE Orde 2

Pada tahap *defuzzyfikasi* orde 2 untuk memperoleh hasil peramalan, didasari pada hasil pembentukan FLRG pada Tabel 4.9 yang mempunyai 90 grup. Maka dari itu *defuzzyfikasi* hasil peramalan dari ke-90 grup yang terbentuk dapat dilihat pada Tabel dibawah:

Tabel 4.13 *Defuzzyfikasi Hasil Peramalan Orde 2 Data Harga Bitcoin*

Grup	FLRG	<i>Defuzzyfikasi</i>
1	$A_1, A_1 \rightarrow 10A_1, A_2$	$A_1, A_1 = 3803.3$
2	$A_1, A_2 \rightarrow A_2$	$A_1, A_2 = 4612.8$
3	$A_2, A_2 \rightarrow A_3$	$A_2, A_2 = 5503.2$
4	$A_2, A_3 \rightarrow A_3$	$A_2, A_3 = 5503.2$
5	$A_3, A_3 \rightarrow A_3, A_5$	$A_3, A_3 = 6393.6$
6	$A_3, A_4 \rightarrow A_4$	$A_3, A_4 = 6393.6$
7	$A_3, A_5 \rightarrow A_5$	$A_3, A_5 = 7284.0$
8	$A_4, A_4 \rightarrow A_5$	$A_4, A_4 = 7284.0$
9	$A_4, A_5 \rightarrow A_5$	$A_4, A_5 = 7284.0$
10	$A_5, A_5 \rightarrow 7A_5, 2A_6, A_7$	$A_5, A_5 = 7640.2$
11	$A_5, A_6 \rightarrow A_6, A_7$	$A_5, A_6 = 8619.6$
12	$A_5, A_7 \rightarrow A_8$	$A_5, A_7 = 9955.2$
...	...	...
71	$A_{53}, A_{48} \rightarrow A_{51}$	$A_{53}, A_{48} = 48242.4$
72	$A_{53}, A_{62} \rightarrow A_{63}$	$A_{53}, A_{62} = 58927.2$
...	...	...
85	$A_{64}, A_{64} \rightarrow A_{53}, A_{63}$	$A_{64}, A_{64} = 50023.2$
86	$A_{65}, A_{66} \rightarrow A_{66}$	$A_{65}, A_{66} = 61598.4$
87	$A_{66}, A_{62} \rightarrow A_{60}$	$A_{66}, A_{62} = 56256.0$
88	$A_{66}, A_{66} \rightarrow A_{66}, A_{69}$	$A_{66}, A_{66} = 62934.0$
89	$A_{66}, A_{69} \rightarrow A_{64}$	$A_{66}, A_{69} = 59817.6$
90	$A_{69}, A_{64} \rightarrow A_{58}$	$A_{69}, A_{64} = 54475.2$

Berdasarkan Tabel 4.13 diatas, hasil *deffuzifikasi* dari FLRG orde 2 pada grup kedua sebesar 4612.8. Hasil tersebut didasari dengan nilai tengah dari  $u_i$  yang mempunyai derajat keanggotaan tertinggi dalam  $A_2$ . Nilai tengah dari  $u_2$  sendiri adalah sebesar 4612.8. Maka dari itu, dari perhitungan tersebut kemudian diperoleh hasil *deffuzifikasi* pada grup kedua sebesar 4612.8. Untuk *deffuzifikasi* pada grup-grup yang lainnya dapat diproses dengan langkah-langkah yang sama seperti yang disebutkan sebelumnya.

Hasil peramalan akhir untuk harga Bitcoin pada periode Januari 2019 hingga Desember 2021 diperoleh dari hasil *deffuzifikasi* grup FLRG orde 2 pada Tabel 4.13. Ilustrasi contohnya adalah perhitungan hasil peramalan pada tanggal 20 Januari 2019 yang mempunyai *current state* pertama tanggal 6 Januari 2019 dan *current state* kedua tanggal 13 Januari 2019. Berdasarkan Tabel 4.4, *fuzzyfikasi* tanggal 20 Januari 2019 adalah  $A_1$  sedangkan *fuzzyfikasi* tanggal 6 Januari 2019 dan 13 Januari 2019 masing-masing adalah  $A_1$ . Disamping itu berdasarkan Tabel 4.6, FLR yang terbentuk dari hasil *fuzzyfikasi* tersebut adalah  $A_1, A_1 \rightarrow A_1$ . Maka dari itu berdasarkan Tabel 4.13, hasil FLR masuk ke dalam bentuk *deffuzifikasi* grup 1 dengan hasil peramalan sebesar 3803.3. Sehingga hasil peramalan pada tanggal 20 Januari 2019 adalah sebesar 3803.3. Untuk lebih jelasnya hasil peramalan orde 2 pada data harga Bitcoin dapat dilihat pada Tabel dibawah:

Tabel 4.14 Hasil Peramalan Orde 2 Data Harga Bitcoin

No.	Tanggal	Harga Bitcoin	Hasil Peramalan
1	6 Jan 2019	3597.2	NA
2	13 Jan 2019	3677.8	NA
3	20 Jan 2019	3570.9	3803.3
4	27 Jan 2019	3502.5	3803.3
5	3 Feb 2019	3661.4	3803.3
6	10 Feb 2019	3616.8	3803.3
7	17 Feb 2019	4120.4	3803.3
8	24 Feb 2019	3823.1	3803.3
9	3 Mar 2019	3944.3	3803.3
10	10 Mar 2019	4006.4	3803.3
11	17 Mar 2019	4002.5	3803.3
12	24 Mar 2019	4111.8	3803.3
...	...	...	...
147	24 Okt 2021	61840.1	61598.4
148	31 Okt 2021	61483.9	62934.0
149	7 Nov 2021	64398.6	62934.0
150	14 Nov 2021	59717.6	59817.6
151	21 Nov 2021	54765.9	54475.2
152	28 Nov 2021	49195.2	49132.8
153	5 Des 2021	49314.5	49132.8
154	12 Des 2021	46856.2	48242.4
155	19 Des 2021	50406.4	50023.2
156	26 Des 2021	47738.0	47352.0

Tabel 4.14 menunjukkan hasil peramalan harga Bitcoin pada periode Januari 2019 hingga Desember 2021. Tabel tersebut kemudian digunakan untuk mencari tingkat akurasi hasil peramalan menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Dalam menghitung tingkat akurasi menggunakan metode MAPE, persamaan yang digunakan adalah Persamaan 2.9. Berikut proses perhitungan tingkat akurasi hasil peramalan Bitcoin menggunakan metode FTS Lee orde dua:

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} \times 100\% \\
 &= \frac{1}{154} [|\frac{3570.9 - 3803.3}{3570.9}| + \dots + |\frac{47738.0 - 47352.0}{47738.0}|] \times 100\% \\
 &= \frac{1}{154} [0.1 + \dots + 0.0] \times 100\% \\
 &= \frac{1}{154} \times 6.2 \times 100\% \\
 &= 4.0\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas diperoleh nilai MAPE metode *Fuzzy Time Series* Lee orde 2 pada data harga Bitcoin adalah sebesar 4.0%. Nilai tersebut setelah diidentifikasi berdasarkan Tabel 2.3 termasuk kedalam kriteria sangat baik.

Selanjutnya Tabel 4.14 yang telah dihasilkan dapat dibuat plot untuk membandingkan pola data aktual dengan pola data hasil peramalan orde 2. Perbandingan pola data antara kedua data tersebut dapat dilihat pada Gambar dibawah:



**Gambar 4.3 Plot Perbandingan Data Aktual Harga Bitcoin dengan Hasil Peramalan Orde 2**

Gambar 4.3 menunjukkan plot perbandingan data aktual Harga Bitcoin dengan hasil peramalan orde 2. Pada Gambar tersebut dapat diketahui bahwa plot hasil peramalan yang diperoleh dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Lee orde 2 memiliki pola data yang hampir sama dengan data aktual Harga Bitcoin. Plot data aktual Harga Bitcoin ditunjukkan dengan garis warna biru, sedangkan untuk plot data hasil peramalan Harga Bitcoin ditunjukkan dengan garis warna merah.

(c) *Deffuzifikasi* Hasil Peramalan dan Nilai MAPE Orde 3

Pada tahap *deffuzifikasi* orde 3 untuk memperoleh hasil peramalan, didasari pada hasil pembentukan FLRG pada Tabel 4.10 yang mempunyai 120 grup. Maka dari itu *deffuzifikasi* hasil peramalan dari ke-120 grup yang terbentuk dapat dilihat pada Tabel dibawah:

Tabel 4.15 *Deffuzyfikasi Hasil Peramalan Orde 3 Data Harga Bitcoin*

Grup	FLRG	<i>Deffuzyfikasi</i>
1	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow 9A_1, A_2$	$A_1, A_1, A_1 = 3811.4$
2	$A_1, A_1, A_2 \rightarrow A_2$	$A_1, A_1, A_2 = 4612.8$
3	$A_1, A_2, A_2 \rightarrow A_3$	$A_1, A_2, A_2 = 5503.2$
4	$A_2, A_2, A_3 \rightarrow A_3$	$A_2, A_2, A_3 = 5503.2$
5	$A_2, A_3, A_3 \rightarrow A_3$	$A_2, A_3, A_3 = 5503.2$
6	$A_3, A_3, A_3 \rightarrow A_5$	$A_3, A_3, A_3 = 7284.0$
7	$A_3, A_3, A_5 \rightarrow A_5$	$A_3, A_3, A_5 = 7284.0$
8	$A_3, A_4, A_4 \rightarrow A_5$	$A_3, A_4, A_4 = 7284.0$
9	$A_3, A_5, A_5 \rightarrow A_6$	$A_3, A_5, A_5 = 8174.4$
10	$A_4, A_4, A_5 \rightarrow A_5$	$A_4, A_4, A_5 = 7284.0$
11	$A_4, A_5, A_5 \rightarrow A_5$	$A_4, A_5, A_5 = 7284.0$
12	$A_5, A_5, A_5 \rightarrow 5A_5, A_6, A_7$	$A_5, A_5, A_5 = 7665.6$
13	$A_5, A_5, A_6 \rightarrow A_6, A_7$	$A_5, A_5, A_6 = 8619.6$
...	...	...
113	$A_{64}, A_{53}, A_{62} \rightarrow A_{63}$	$A_{64}, A_{53}, A_{62} = 58927.2$
114	$A_{64}, A_{58}, A_{52} \rightarrow A_{52}$	$A_{64}, A_{58}, A_{52} = 49132.8$
115	$A_{65}, A_{66}, A_{66} \rightarrow A_{66}$	$A_{65}, A_{66}, A_{66} = 61598.4$
116	$A_{66}, A_{62}, A_{60} \rightarrow A_{61}$	$A_{66}, A_{62}, A_{60} = 57146.4$
117	$A_{66}, A_{66}, A_{66} \rightarrow A_{69}$	$A_{66}, A_{66}, A_{66} = 64269.6$
118	$A_{66}, A_{66}, A_{69} \rightarrow A_{64}$	$A_{66}, A_{66}, A_{69} = 59817.6$
89	$A_{66}, A_{69}, A_{64} \rightarrow A_{58}$	$A_{66}, A_{69}, A_{64} = 54475.2$
90	$A_{69}, A_{64}, A_{58} \rightarrow A_{52}$	$A_{69}, A_{64}, A_{58} = 49132.8$

Berdasarkan Tabel 4.15 diatas, hasil *deffuzifikasi* dari FLRG orde 3 pada grup kedua sebesar 4612.8. Hasil tersebut didasari dengan nilai tengah dari  $u_i$  yang mempunyai derajat keanggotaan tertinggi dalam  $A_2$ . Nilai tengah dari  $u_2$  sendiri adalah sebesar 4612.8. Maka dari itu, dari perhitungan tersebut kemudian diperoleh hasil *deffuzifikasi* pada grup kedua sebesar 4612.8. Untuk *deffuzifikasi* pada grup-grup yang lainnya dapat diproses dengan langkah-langkah yang sama seperti yang disebutkan sebelumnya.

Hasil peramalan akhir untuk Harga Bitcoin pada periode Januari 2019 hingga Desember 2021 diperoleh dari hasil *deffuzifikasi* grup FLRG orde 3 pada Tabel 4.15. Ilustrasi contohnya adalah perhitungan hasil peramalan pada tanggal 27 Januari 2019 yang mempunyai *current state* pertama tanggal 6 Januari 2019, *current state* kedua tanggal 13 Januari 2019 dan *current state* ketiga tanggal 20 Januari 2019. Berdasarkan Tabel 4.4, *fuzzyfikasi* tanggal 27 Januari 2019 adalah  $A_1$  sedangkan *fuzzyfikasi* tanggal 6 Januari 2019, 13 Januari 2019 dan 20 Januari 2019 masing-masing adalah  $A_1$ . Disamping itu berdasarkan Tabel 4.7, FLR yang terbentuk dari hasil *fuzzyfikasi* tersebut adalah  $A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1$ . Maka dari itu berdasarkan Tabel 4.15, hasil FLR masuk ke dalam bentuk *deffuzifikasi* grup 1 dengan hasil peramalan sebesar 3811.4. Sehingga hasil peramalan pada tanggal 27 Januari 2019 adalah sebesar 3811.4. Untuk lebih jelasnya hasil peramalan orde 3 pada data harga Bitcoin dapat dilihat pada Tabel dibawah:

Tabel 4.16 Hasil Peramalan Orde 3 Data Harga Bitcoin

No.	Tanggal	Harga Bitcoin	Hasil Peramalan
1	6 Jan 2019	3597.2	NA
2	13 Jan 2019	3677.8	NA
3	20 Jan 2019	3570.9	NA
4	27 Jan 2019	3502.5	3811.4
5	3 Feb 2019	3661.4	3811.4
6	10 Feb 2019	3616.8	3811.4
7	17 Feb 2019	4120.4	3811.4
8	24 Feb 2019	3823.1	3811.4
9	3 Mar 2019	3944.3	3811.4
10	10 Mar 2019	4006.4	3811.4
11	17 Mar 2019	4002.5	3811.4
12	24 Mar 2019	4111.8	3811.4
...	...	...	...
147	24 Okt 2021	61840.1	61598.4
148	31 Okt 2021	61483.9	61598.4
149	7 Nov 2021	64398.6	64269.6
150	14 Nov 2021	59717.6	59817.6
151	21 Nov 2021	54765.9	54475.2
152	28 Nov 2021	49195.2	49132.8
153	5 Des 2021	49314.5	49132.8
154	12 Des 2021	46856.2	46461.6
155	19 Des 2021	50406.4	50023.2
156	26 Des 2021	47738.0	47352.0

Tabel 4.16 menunjukkan hasil peramalan harga Bitcoin pada periode Januari 2019 hingga Desember 2021 menggunakan orde tiga. Tabel tersebut kemudian digunakan untuk mencari tingkat akurasi hasil peramalan menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Dalam menghitung tingkat akurasi menggunakan metode MAPE, persamaan yang digunakan adalah Persamaan 2.9. Berikut proses perhitungan tingkat akurasi hasil peramalan Bitcoin menggunakan metode FTS Lee orde tiga:

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} \times 100\% \\
 &= \frac{1}{153} \left[ \left| \frac{3502.5 - 3811.4}{3502.5} \right| + \dots + \left| \frac{47738.0 - 47352.0}{47738.0} \right| \right] \times 100\% \\
 &= \frac{1}{153} [0.1 + \dots + 0.0] \times 100\% \\
 &= \frac{1}{153} \times 4.3 \times 100\% \\
 &= 2.9\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas diperoleh nilai MAPE metode *Fuzzy Time Series* Lee orde 3 pada data harga Bitcoin adalah sebesar 2.9%. Nilai tersebut setelah diidentifikasi berdasarkan Tabel 2.3 termasuk kedalam kriteria sangat baik. Selanjutnya Tabel 4.16 yang telah dihasilkan dapat dibuat plot untuk membandingkan pola data aktual dengan pola data hasil peramalan orde 3. Perbandingan pola data antara kedua data tersebut dapat dilihat pada Gambar dibawah:



**Gambar 4.4 Plot Perbandingan Data Aktual Harga Bitcoin dengan Hasil Peramalan Orde 3**

Gambar 4.4 menunjukkan plot perbandingan data aktual harga Bitcoin dengan hasil peramalan orde 3. Pada Gambar tersebut dapat diketahui bahwa plot hasil peramalan yang diperoleh dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Lee orde 3 memiliki pola data yang mendekati sama dengan data aktual Harga Bitcoin. Plot data aktual Harga Bitcoin ditunjukkan dengan garis warna biru, sedangkan untuk plot data hasil peramalan Harga Bitcoin ditunjukkan dengan garis warna merah.

#### 8. Hasil Peramalan pada Periode Selanjutnya

Pada tahap ini dilakukan peramalan Harga Bitcoin pada periode 2 Januari 2022 antara ketiga orde yang digunakan dengan metode FTS Lee. Berikut adalah hasil peramalan yang didapati dengan metode FTS Lee menggunakan orde satu, orde dua dan orde tiga.

##### (a) Orde Satu

Pada metode FTS Lee dalam meramalkan data pada periode selanjutnya ditentukan dari FLR yang telah terbentuk pada periode

sebelumnya. Sedangkan pada orde satu sendiri dalam menentukan hasil peramalan untuk periode selanjutnya dilakukan dengan cara melihat FLR pada periode sebelumnya dengan sisi kanan yang paling kanan dan selanjutnya dicocokkan dengan FLRG yang telah dibentuk. Ilustrasi contohnya yakni pada periode 26 Desember 2021 FLR Harga Bitcoin yang terbentuk adalah  $A_{53} \rightarrow A_{50}$ , sehingga pada periode 2 Januari 2022 hasil peramalan yang digunakan adalah pada grup 25 dengan relasinya adalah  $A_{50} \rightarrow A_{52}, A_{59}, A_{60}$ . Untuk lebih jelasnya, berikut Tabel hasil dari peramalan harga Bitcoin Periode 2 Januari 2022 dengan orde 1.

**Tabel 4.17 Hasil Peramalan Harga Bitcoin Orde 1**

<b>Tanggal</b>	<b>Harga Bitcoin</b>	<b>FLR</b>	<b>Hasil Peramalan</b>
26 Des 2021	47738.0	$A_{53} \rightarrow A_{50}$	50320.0
2 Jan 2022	-	$A_{50} \rightarrow A_{52}, A_{59}, A_{60}$	53584.8

Tabel 4.17 menunjukkan hasil peramalan Harga Bitcoin orde satu. Pada Tabel tersebut diketahui bahwa peramalan Harga Bitcoin untuk periode 2 Januari 2022 adalah sebesar 53584.8 USD.

(b) Orde Dua

Pada orde dua dalam menentukan hasil peramalan untuk periode selanjutnya dilakukan dengan cara melihat FLR pada periode sebelumnya dengan sisi kiri yang paling kiri dan sisi kanan yang paling kanan yang selanjutnya dicocokkan dengan FLRG yang telah dibentuk. Untuk lebih jelasnya, berikut Tabel hasil dari peramalan Harga Bitcoin Periode 2 Januari 2022 dengan orde 2.

Tabel 4.18 Hasil Peramalan Harga Bitcoin Orde 1

Tanggal	Harga Bitcoin	FLR	Hasil Peramalan
26 Des 2021	47738.0	$A_{49}, A_{53} \rightarrow A_{50}$	50320.0
2 Jan 2022	-	$A_{53}, A_{50} \rightarrow \#$	-

Tabel 4.18 menunjukkan hasil peramalan harga Bitcoin orde dua. Pada Tabel tersebut diketahui bahwa harga Bitcoin tidak dapat diramalkan untuk periode 2 Januari 2022 dengan orde 2.

#### 4.2. Pembahasan

Dari hasil yang telah diperoleh pada langkah-langkah diatas menunjukkan nilai MAPE terbaik dalam penelitian peramalan harga Bitcoin ini ditunjukkan oleh orde tiga yakni sebesar 2.819%. Sedangkan untuk hasil tingkat akurasi terbesar dimiliki oleh orde 1, yakni sebesar 5.419%. Meskipun demikian, ketiga orde tersebut memiliki kriteria MAPE yang sangat baik jika digunakan untuk melakukan peramalan pada periode selanjutnya.

Dari hasil MAPE tersebut, jika dilakukan peramalan pada periode selanjutnya orde dua dan orde tiga tidak dapat digunakan untuk meramalkan harga Bitcoin pada periode 2 Januari 2022. Hal itu dikarenakan relasi yang dihasilkan pada periode tersebut tidak didapati pada grup-grup yang telah ditentukan sebelumnya dalam FLRG orde 2 seperti yang terdapat pada Tabel 4.9. Maka dari itu, meskipun orde dua memiliki tingkat akurasi lebih kecil dibandingkan orde satu pada data harga Bitcoin tapi metode FTS Lee orde dua tidak bisa dilakukan peramalan untuk periode 2 Januari 2022. Sehingga peramalan berhenti pada orde 1. Oleh karena itu, tidak perlu dilakukan peramalan harga Bitcoin pada orde 3 meskipun juga memiliki tingkat akurasi lebih kecil dibandingkan orde satu dan

orde dua.

Dari hasil penelitian yang telah dijelaskan diatas, maka dapat diketahui bahwa digunakannya orde lebih satu mampu menghasilkan hasil akurasi yang lebih akurat. Namun disisi lain penggunaan orde lebih dari satu juga memiliki kekurangan, yakni memungkinkan munculnya *fuzzy set* yang tidak terdapat pada FLRG. Sehingga tidak dapat dilakukannya peramalan pada periode selanjutnya.

Pada penelitian lain terkait peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Lee dengan menggunakan objek NTPT di Kalimantan menghasilkan nilai MAPE terbaik terdapat pada orde dua. Orde dua tersebut dalam penelitiannya dapat menghasilkan hasil peramalan pada periode selanjutnya. Hal ini dikarenakan relasi yang dihasilkan pada periode tersebut didapati pada grup-grup yang telah ditentukan sebelumnya dalam FLRG orde 2 (Muhammad, 2020).

Selain itu, metode *Fuzzy Time Series* Lee juga digunakan dalam penelitian peramalan curah hujan di Kabupaten Padang Pariaman. Dalam penelitian ini orde yang digunakan sebanyak tiga orde. Hasil yang diperoleh menunjukkan orde tiga memiliki nilai MAPE lebih kecil daripada orde-orde sebelumnya. Orde tiga tersebut juga dapat digunakan dalam melakukan peramalan pada periode selanjutnya (Febrialdi et al., 2020).

Terdapat pula penggunaan metode *Fuzzy Time Series* dengan model yang digunakan adalah Chen dan objeknya berupa jumlah penumpang kapal laut. Orde yang digunakan dalam penelitian tersebut sebanyak tiga orde, dengan MAPE terbaik dimiliki oleh orde tiga. Namun meskipun memiliki nilai MAPE lebih kecil, orde tiga tidak dapat digunakan dalam peramalan periode selanjutnya. Hal ini dikarenakan relasi yang dihasilkan pada periode tersebut tidak didapati pada grup-grup yang telah ditentukan sebelumnya dalam FLRG orde 3 (Adiputra et al.,

2021).

#### 4.3. Relevansi Hasil Penelitian terhadap Konsep Islam

Status hukum penggunaan Bitcoin di Indonesia banyak terjadi perdebatan diantara para ulama. Namun menurut Majelis Ulama Indonesia (MUI) yang melakukan Ijtima ke-7 berhasil memberikan tiga kesimpulan penting mengenai status hukum Bitcoin, diantaranya adalah sebagai berikut (Apandi et al., 2021):

1. Sebagai mata uang penggunaan *cryptocurrency* hukumnya haram karena mengandung unsur dharar, gharar dan bertentangan dengan UU No. 7 Tahun 2011 serta peraturan Bank Indonesia No. 17 Tahun 2015,
2. Sebagai aset digital *cryptocurrency* tidak sah diperjualbelikan karena mengandung unsur dharar, gharar, qimar serta tidak memenuhi syarat sil'ah secara syar'i, yang mana syaratnya adalah ada wujud fisiknya, diketahui jumlahnya secara pasti, mempunyai nilai dan hak milik, serta dapat diserahkan ke pembeli,
3. *Cryptocurrency* sah untuk diperjualbelikan sebagai aset yang memenuhi syarat sebagai sil'ah dan mempunyai *underlying* serta mempunyai manfaat yang jelas.

Berdasarkan Ijtima diatas sebagai mata uang, penggunaan Bitcoin hukumnya adalah haram. Hal ini dikarenakan bertentangan dengan hukum Undang-undang di Indonesia. Disisi lain penggunaan Bitcoin sebagai aset (Investasi) memiliki dua hukum, yakni sah dan tidak sah.

Penggunaan Bitcoin sebagai aset digital dikatakan tidak sah diperjualbelikan karena mengandung unsur gharar. Hal ini dikarenakan menurut

Ulama Bitcoin memiliki unsur ketidakjelasan dan ketidakpastian didalamnya yang dapat mendatangkan profit atau *high speculation*. Kata gharar terdapat pada sabda Rasulullah yang berbunyi:

عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ: نَهَى رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَعَلَى آلِهِ وَسَلَّمَ عَنْ بَيْعِ الْغَرَرِ  
(رَوَاهُ مُسْلِمٌ)

Artinya: “*Dari Abu Hurairah r.a, ia berkata: Rasulullah shallallahu ‘alaihi wasallam melarang jual beli (dengan cara) gharar*” (H.R. Muslim)

Berdasarkan hadits diatas telah dijelaskan secara jelas bahwa Rasulullah saw. melarang jual beli yang mengandung unsur gharar. Hal ini dikarenakan jual beli gharar mengandung unsur ketidak jelasan yang dapat merugikan orang lain (Syahputra and Yoesoef, 2020).

Namun disisi lain menurut Ijtima MUI yang telah disebutkan diatas, penggunaan Bitcoin sebagai aset (investasi) juga dapat dikatakan sah dengan ketentuan memenuhi syarat sebagai sil’ah dan mempunyai underlying serta mempunyai manfaat yang jelas. Hal ini dikarenakan Ulama berpendapat transaksi Bitcoin termasuk kedalam al-Sharf, yakni tukar menukar dengan ketentuan sama timbangannya. Hukum dari jual beli sharf terdapat pada Hadits Nabi yang berbunyi:

الدَّهَبُ بِالذَّهَبِ وَالْفِضَّةُ بِالْفِضَّةِ وَالْبُرُّ بِالْبُرِّ وَالشَّعِيرُ بِالشَّعِيرِ وَالتَّمْرُ بِالتَّمْرِ وَالْمِلْحُ بِالْمِلْحِ مِثْلًا بِمِثْلِ  
سِوَاءَ بِسِوَاءٍ يَدًا بِيَدٍ فَإِذَا اخْتَلَفَتْ هَذِهِ الْأَصْنَافُ فَبِيعُوا كَيْفَ شِئْتُمْ إِذَا كَانَ يَدًا بِيَدٍ

Artinya: “*Jika emas ditukarkan dengan emas, perak ditukarkan dengan perak, gandum ditukarkan dengan gandum, sya’ir (salah satu jenis gandum) ditukarkan dengan sya’ir, kurma ditukarkan dengan kurma, dan garam ditukarkan dengan garam, maka harus sama timbangan (takaran atau jumlah) nya dan harus*

*dibayar dengan tunai. Dan jika berbeda jenis barangnya, maka silahkan jual sesukamu asalkan harus dilaksanakan secara tunai.” (H.R. Muslim)*

Hadits tersebut dijadikan pedoman oleh umat Islam dalam melakukan transaksi Bitcoin yang termasuk kedalam al-sharf. Dalam transaksi ini Bitcoin dianalogikan sebagai pertukaran mata uang Rupiah dengan Dollar, begitupun sebaliknya. Dengan melihat dari rukun dan syarat transaksi al-sharf, maka dapat ditimbang kemadharatan yang ditimbulkan dari kegiatan transaksi ini. Al-Sharf pada prakteknya mempunyai syarat atau aturan tertentu yakni pihak yang melakukan akad terpisah, sejenis, tidak ditangguhkan, dan tidak mengandung unsur penipuan. Bitcoin jika dilihat dari segi transaksinya termasuk kedalam model transaksi spot, yaitu suatu bentuk perdagangan valuta asing yang pada saat itu memiliki jangka waktu penyerahan dan penyelesaian sekitar dua hari (waktu dua hari dianggap sebagai waktu penyelesaian terhadap transaksi internasional). Hukum transaksi tersebut boleh asal tidak menimbulkan unsur spekulasi (untung-untungan) (Aisyah Ayu Musyafah, 2020)

Sementara itu, Nahdlatul Ulama (NU) melalui Bahtsul Masail juga telah menelaah hukum transaksi Bitcoin. Dalam keputusannya diperoleh tanggapan bahwa Bitcoin sebagai aset kripto merupakan kekayaan menurut *fiqh*. Karena Bitcoin merupakan kekayaan, maka hukumnya sah untuk dipertukarkan sepanjang tidak mengandung unsur gharar. Hal itu dikarenakan gharar memiliki sifat *debatable*, yang mana dilihat dari sudut pandang masing-masing. Sehingga jika yang mengatakan Bitcoin mengandung unsur gharar, maka tidak diperkenankan melakukan transaksi ini. Namun bagi yang mengatakan Bitcoin tidak mengandung unsur gharar, maka Bitcoin boleh dipertukarkan. Sehingga bagi yang memiliki pengetahuan minim mengenai transaksi Bitcoin tidak disarankan untuk melakukan

transaksi ini (Ulfa, 2022).

Pada dasarnya kegiatan transaksi aset (investasi) dibolehkan dalam islam. Meskipun investasi tidak secara gamblang dijelaskan dalam Islam, namun salah satu konsepnya telah dijelaskan dalam firman Allah Q.S Yusuf ayat 47-49:

قَالَ تَزْرَعُونَ سِنِينَ دَابًّا فَمَا حَصَدْتُمْ فَذَرُوهُ فِي سُنْبُلِهِ إِلَّا قَلِيلًا مِّمَّا تَأْكُلُونَ ﴿٤٧﴾ ثُمَّ يَأْتِي مِنْ  
بَعْدِ ذَلِكَ سِنٍ شَدَادًا يَأْكُلْنَ مَا قَدَّمْتُمْ لَهُنَّ إِلَّا قَلِيلًا مِّمَّا نُحْصِنُونَ ﴿٤٨﴾ ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ عَامٌ فِيهِ  
يُغَاثُ النَّاسُ وَفِيهِ يَعْرِضُونَ ﴿٤٩﴾

Artinya: “47. Yusuf menjawab: “Hendaklah kamu bertanam tujuh tahun (lamanya) sebagaimana biasa, maka apa yang kamu tuai hendaklah kamu biarkan dibulirnya kecuali sedikit untuk kamu makan. 48. Kemudian akan datang setelahnya tujuh tahun yang amat sulit, yang menghabiskan apa yang kamu simpan untuk menghadapinya (tahun sulit), kecuali sedikit dari (bibit gandum) yang kamu simpan. 49. Setelah itu akan datang tahun, dimana manusia diberi hujan (dengan cukup) dan pada masa itu mereka memeras (anggur)” (Q.S Yusuf: 47-49)

Ayat diatas menerangkan tentang nasihat Nabi Yusuf kepada raja untuk menyimpan hasil panen gandumnya selama tujuh tahun dalam bentuk bulir supaya tahan lama, kecuali sebagian kecil saja untuk dikonsumsi. Selain itu Nabi Yusuf juga menganjurkan untuk berhemat dalam mengkonsumsi bahan pangan supaya dapat dipergunakan dalam masa paceklik yang akan terjadi di tujuh tahun berikutnya. Dari kisah Nabi Yusuf tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam agama islam melakukan peramalan itu diperbolehkan dengan ketentuan bukan perilaku ghaib. Disisi lain kisah tersebut juga menginspirasi banyak orang mengenai pentingnya dalam mengatur keuangan di masa depan. Seseorang tidak dapat menduga apa yang akan terjadi di masa depan. Sehingga perlu adanya

persiapan untuk bekal yang lebih baik di masa depan. Salah satu kegiatan yang dapat menangani hal tersebut adalah dengan melakukan investasi (Musthofa, 2021).



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil analisis yang telah dijelaskan pada penelitian ini, maka diperoleh kesimpulan yakni sebagai berikut:

1. Tingkat akurasi data hasil peramalan harga Bitcoin menggunakan metode *Fuzzy Time Series Lee* pada orde satu, orde dua, dan orde tiga masuk kedalam kriteria sangat baik. Dimana nilai MAPE dari ketiga orde tersebut adalah orde satu sebesar 5.4%, orde dua sebesar 4.0%, dan orde tiga sebesar 2.9%.
2. Hasil peramalan yang diperoleh menggunakan metode *Fuzzy Time Series Lee* untuk periode selanjutnya yakni tanggal 2 Januari 2022 pada orde satu adalah sebesar 53584.8 USD. Sedangkan untuk orde dua dan tiga tidak diperoleh hasil peramalan pada periode selanjutnya meskipun mempunyai nilai akurasi terkecil. Hal ini disebabkan relasi yang dihasilkan pada periode 2 Januari 2022 tidak didapati pada grup-grup yang telah ditentukan sebelumnya dalam FLRG orde dua maupun orde tiga.

#### 5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan melakukan optimasi pada nilai  $Z_1$  dan  $Z_2$ . Dimana dalam hal ini diharapkan menggunakan nilai  $Z_1$  dan  $Z_2$  yang berbeda-beda agar memperoleh hasil yang lebih baik. Disisi lain dalam penelitian

selanjutnya disarankan juga menggunakan data harian harga Bitcoin. Hal ini bertujuan memberikan hasil peramalan yang lebih rinci dan spesifik. Selain itu dikarenakan hasil peramalan yang diperoleh hanya dapat menggunakan orde satu, maka disarankan juga menggunakan metode *Fuzzy Time Series* model lain, seperti Cheng, Markov Chain, Singh, Ruey Chyn Tsaur dan model lainnya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adiputra, R., Herdiani, E. T., and Sahriman, S. (2021). Peramalan Jumlah Penumpang Kapal Laut Menggunakan Metode Fuzzy Runtun Waktu Chen Orde Tinggi. *ESTIMASI: Journal of Statistics and Its Application*, 2(1):38–48.
- Ainiyah, L. and Bansori, M. (2021). Prediksi Jumlah Kasus COVID-19 Menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Average. *Jurnal Sains Dasar*, 10(2):62–68.
- Aisyah Ayu Musyafah (2020). Transaksi Bitcoin dalam Perspektif Islam dan Hukum Positif Indonesia. *Diponegoro Private Law Review*, 7(1):700–712.
- Ajuna, L. H., Dukalang, H. H., and Ardi, M. (2022). Bank Syariah Indonesia Share Price Prediction Using Fuzzy Time Series Model Lee Method. *Madania: Jurnal ...*, 4(1):52–61.
- Andriani, Y., Silitonga, H., and Wanto, A. (2018). Analisis Jaringan Syaraf Tiruan untuk Prediksi Volume Ekspor dan Impor Migas di Indonesia. *Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 4(1):30–40.
- Apandi, A. B., Fasa, M. I., and Ja'far, A. (2021). Legalitas dan Pandangan Majelis Ulama Indonesia terhadap Bitcoin sebagai Alat Transaksi. *Reslaj : Religion Education Social Laa Roiba Journal*, 4(2):311–320.
- Ausop, A. Z. and Aulia, E. S. N. (2018). Bitcoin untuk investasi dan transaksi bisnis menurut syariat islam. *Sosioteknologi*, 17(1):74–92.

- Azizah, A. S. N. and Irfan (2020). Fenomena Cryptocurrency dalam Prespektif Hukum Islam. *Shautuna : Jurnal Ilmiah Mahasiswa Perbandingan Mazhab*, 1(1):62–80.
- Churry (2020). Ini Sederet Transformasi Digital OJK untuk Operasional dan Stabilitas Keuangan di Tengah Pandemi Covid-19.
- Farida, Y. and Khasanah, Z. S. U. (2021). Analisis Performa Mata Uang Virtual (Cryptocurrency) Menggunakan Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation (Promethee). *Rekayasa*, 14(1):1–9.
- Febrialdi, R., Toharudin, T., and Sudartianto (2020). Penerapan Metode Fuzzy Time Series Dalam Peramalan Curah Hujan di Kabupaten Padang Pariaman. *Seminar Nasional Statistika IX*, 9:1–25.
- Febriana, E. T. (2018). *Fuzzy Time Series Chen Orde Tinggi Untuk Meramalkan Jumlah Penumpang Dan Kendaraan Kapal*. PhD thesis, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Fitria, T. N. (2017). Bisnis Jual Beli Online (Online Shop) Dalam Hukum Islam Dan Hukum Negara. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam*, 3(01):52–62.
- Floresia, S. and Suryadibrata, A. (2020). Prediksi Kedatangan Turis Menggunakan Algoritma Weighted Exponential Moving Average. *Ultimatics : Jurnal Teknik Informatika*, 12(2):129–132.
- Güler Dincer, N. and Akkuş, Ö. (2018). A New Fuzzy Time Series Model based on Robust Clustering for Forecasting of Air Pollution. *Ecological Informatics*, 43:157–164.

- Hamim, D. I. (2020). Crypto Currensi dan Pandangan Legalitas Menurut Islam: Sebuah Literatur Review. *JAMBURA*, 3(2):127–139.
- Harlina, S. and Usman, U. (2020). Analisa Prediktif Curah Hujan Data Time Series Berbasis Metode Neural Network. *Inspiration: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 10(2):163–176.
- Hasan, M. R. (2018). Regulasi Penggunaan Uang Digital Dagcoin dalam Prespektif Hukum Islam dan Hukum Positif. *el-Buhuth: Borneo Journal of Islamic Studies*, 1(1):1–24.
- Hutahaean, H. D. (2018). Analisa Simulasi Monte Carlo Untuk Memprediksi Tingkat Kehadiran Mahasiswa dalam Perkuliahan. *Journal of Informatic Pelita Nusantara*, 3(1):41–45.
- Ilyasa, R. M. A. and Arifin, R. (2019). Transaksi Bitcoin dalam Perspektif Hukum Islam dan Hukum Positif Indonesia. *Mahkamah: Jurnal Kajian Hukum Islam*, 4(1):26–35.
- Indarwati, T., Irawati, T., and Rimawati, E. (2018). Penggunaan Metode Linear Regression Untuk Prediksi Penjualan Smartphone. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIKOMSiN)*, 6(2):2–7.
- Jain, S., Mathpal, P. C., Bisht, D., and Singh, P. (2018). A Unique Computational Method for Constructing Intervals in Fuzzy Time Series Forecasting. *Cybernetics and Information Technologies*, 18(1):3–10.
- Kartini, D., Rusdiani, H., and Farmadi, A. (2019). Analisis Pengaruh Banyak Orde pada Metode Multivariate High-Order Fuzzy Time Series untuk Prediksi Duga

- Muka Air Waduk. *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 5(1):9–17.
- Kristo, F. Y. (2021). Prediksi Gubernur Bank: Bitcoin Cepat Atau Lambat Kolaps.
- Kusumodestoni, R. H. and Sarwido, S. (2017). Komparasi Model Support Vector Machines (Svm) Dan Neural Network Untuk Mengetahui Tingkat Akurasi Prediksi Tertinggi Harga Saham. *Jurnal Informatika Upgris*, 3(1).
- Logo, J. F. B., Wantoro, A., and Susanto, E. R. (2020). Model Berbasis Fuzzy Dengan Fis Tsukamoto Untuk Penentuan Besaran Gaji Karyawan Pada Perusahaan Swasta. *Jurnal Teknoinfo*, 14(2):124.
- Manalu, M. T. P. (2016). Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Curah Hujan Sumatera Utara dengan Metode Back Propagation (Studi Kasus : BMKG Medan). *Jurnal Riset Komputer*, 3(1):35–40.
- Marzuqi, M., Tafrikan, M., and Maslihah, S. (2022). Prediksi Jumlah Pengunjung Semarang Zoo dengan Metode Fuzzy Time Series. *Zeta - Math Journal*, 7(1):19–27.
- Masruron, M. and Al Azhari, M. (2021). Tinjauan Hukum Islam Terhadap Transaksi Bitcoindalam Perspektif Ulama Fiqh Klasik Dan Kontemporer. *TAFALAH: Jurnal Hukum Ekonomi Syariah dan Ahwal Syahsiyyah*, 6(1):52–65.
- Muhammad, M. (2020). *Penerapan Fuzzy Time Series Lee untuk Peramalan Nilai Tukar Petani Subsektor Peternakan di Kalimantan Timur*. PhD thesis, Universitas Mulawarman Samarinda.

- Muhammad, M., Wahyuningsih, S., and Siringoringo, M. (2021). Peramalan Nilai Tukar Petani Subsektor Peternakan Menggunakan Fuzzy Time Series Lee. *Jambura Journal of Mathematics*, 3(1):1–15.
- Musthofa, K. (2021). Belajar Investasi dari Nabi Yusuf, Tafsir Surah Yusuf Ayat 47-49.
- Nababan, K. N. N. (2019). Tinjauan Legalitas Transaksi Bitcoin di Indonesia. *Jurist-Diction*, 2(5):1745–1764.
- Nasution, Y. S. J., Ardiansyah, A., and Firmansyah, H. (2021). Hadis-Hadis Tentang Jual Beli Gharar dan Bentuknya Pada Masa Kontemporer. *Jurnal Studi Alquran dan Hadis*, 5(1):141–158.
- Nurhisam, L. (2017). Bitcoin Dalam Kacamata Hukum Islam. *Ar-Raniry, International Journal of Islamic Studies*, 4(1):165–186.
- Orpa, E. P. K., Ripanti, E. F., and Tursina, T. (2019). Model Prediksi Awal Masa Studi Mahasiswa Menggunakan Algoritma Decision Tree C4.5. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, 7(4):272–278.
- Pal, S. S. and Kar, S. (2019). Time Series Forecasting for Stock Market Prediction Through Data Discretization by Fuzzistics and Rule Generation by Rough Set Theory. *Mathematics and Computers in Simulation*, 162:18–30.
- Pambudi, R. A., Setiawan, B. D., and Wijoyo, S. H. (2018). Implementasi Fuzzy Time Series untuk Memprediksi Jumlah Kemunculan Titik Api. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya*, 2(11):4767–4776.

- Pattanayak, R. M., Panigrahi, S., and Behera, H. S. (2020). High-Order Fuzzy Time Series Forecasting by Using Membership Values Along with Data and Support Vector Machine. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 45(12):10311–10325.
- Pradana, N. F. B. and Lestanti, S. (2020). Aplikasi Prediksi Jangka Pendek Harga Bitcoin Menggunakan Metode Arima. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 25(3):160–174.
- Pranata, M., Anggraini, D., Makbuloh, D., and Rinaldi, A. (2020). Prediksi Pencurian Sepeda Motor Menggunakan Model Time Series (Studi Kasus: Polres Kotabumi Lampung Utara). *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 14(3):425–434.
- Priyani, S. D., Firdaus, P., Permatasari, E., and Safitri, R. (2017). Studi Penentuan Harga Rumah di Jakarta Menggunakan Metode Fuzzy. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 3(2):98.
- Priyatno, P. D. and Atiah, I. N. (2021). Melirik Dinamika Cryptocurrency dengan Pendekatan Ushul Fiqih. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam*, 7(03):1682–1688.
- Purnama, I. N., Agung, A., and Putri, A. (2017). Peramalan Kunjungan Wisatawan di Obyek Wisata Bedugul Menggunakan Algoritma Fuzzy Time Series. 3(2):55–58.
- Puspita, E. S. and Yulianti, L. (2016). Perancangan Sistem Peramalan Cuaca Berbasis Logika Fuzzy. *Media Infotama*, 12(1):1–10.
- Qiu, W., Liu, X., and Li, H. (2011). A Generalized Method for Forecasting based on Fuzzy Time Series. *Expert Systems with Applications*, 38(8):10446–10453.

- Ramadhani, L. C., Anggraeni, D., and Kamsyakawuni, A. (2019). Fuzzy Time Series Saxena-Easo pada Peramalan Laju Inflasi Indonesia. *Jurnal Ilmu Dasar*, 20(1):53–60.
- Robial, S. M. (2018). Perbandingan Model Statistik pada Analisis Metode Peramalan Time Series (Studi Kasus: PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk Kandatel Sukabumi). *Jurnal Ilmiah Santika*, 8(2):1–17.
- Rohman, M. N. (2021). Tinjauan Yuridis Normatif Terhadap Regulasi Mata Uang Kripto (Crypto Currency) di Indonesia. *Jurnal Supremasi*, 11(2):1–10.
- Rohmawati, F., Rohman, M. G., and Mujilawati, S. (2017). Sistem Prediksi Jumlah Pengunjung Wisata Wego Kec.Sugio Kab.Lamongan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series. *Jouticla*, 3(2).
- Rudiansyah, R. (2020). Telaah Gharar, Riba, dan Maisir dalam Perspektif Transaksi Ekonomi Islam. *Al-Huquq: Journal of Indonesian Islamic Economic Law*, 2(1):98–113.
- Saadah, S. and Salsabila, H. (2021). Prediksi Harga Bitcoin Menggunakan Metode Random Forest. *Jurnal Komputer Terapan*, 7(1):24–32.
- Sahil, I. (2021). Tinjauan Hukum Islam terhadap Investasi. *Al-tsaman*, 3(1):152–161.
- Saputri, R. a. F. (2019). Penerapan Metode Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Penjualan Berbasis Web Pada Toko Grosir 3 Roda Sengkaling. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 3(1):290–297.
- Sari, D. K. (2017). *Perbandingan Hasil Peramalan Produksi Karet Indonesia Tahun 1991-2016 Berdasarkan Perbedaan Penentuan Panjang Interval pada*

- Fuzzy Time Series dengan Model Chen dan Model Lee*. PhD thesis, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Siregar, W. T. (2021). Crypto sebagai Model Investasi Terkini.
- Somadiyono, S. (2017). Relevansi UU No. 7 Tahun 2011 Tentang Mata Uang dengan Fenomena Munculnya Mata Uang Virtual, Studi Kasus Fenomena Bitcoin di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 14(2):64–69.
- Sovbetov, Y. (2018). Factors Influencing Cryptocurrency Prices: Evidence from Bitcoin, Ethereum, Dash, Litecoin, and Monero. *Journal of Economics and Financial Analysis*, 2(2):1–27.
- Sukamdani, R. R., Herwindiati, D. E., and Sutrisno, T. (2020). Peramalan Penentuan Waktu Pemesanan Kembali yang Optimal Dengan Metode Exponential Smoothing dan Metode Economic Order Quantity (Studi Kasus Sumber Makmur). *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, 8(2):291–298.
- Syahputra, A. and Yoesoef, Y. M. (2020). Praktek Gharar pada Endorsement Produk di Media Sosial Instagram. *Al-Mustashfa: Jurnal Penelitian Hukum Ekonomi Syariah*, 5(2):117.
- Tim (2021). 4 Peraturan Bappebti Aset Kripto di Indonesia.
- Ulfa, A. M. (2022). Hukum Investasi Kripto dalam Islam.
- Vamitha, V. (2020). A Different Approach on Fuzzy Time Series Forecasting Model. *Materials Today: Proceedings*, 37(Part 2):125–128.
- Wardani, A. R., Nasution, Y. N., and Amijaya, F. D. T. (2017). Aplikasi Logika Fuzzy Dalam Mengoptimalkan Produksi Minyak Kelapa Sawit Di PT. Waru

Kaltim Plantation Menggunakan Metode Mamdani. *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 12(2):94.

Widi, T. A. (2018). *Perbandingan Model Chen dan Lee pada Metode Fuzzy Time Series untuk Prediksi Harga Saham Bank BRI*. PhD thesis, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Yubinas, F. (2018). *Metode Fuzzy Time Series dengan Menggunakan Orde Tinggi pada Peramalan Nilai Impor Komoditas Hasil Pertanian*. PhD thesis, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A