

**METODE AVERAGE-BASED WEIGHTED FUZZY INTEGRATED  
TIME SERIES LEE HIGH ORDER  
(Studi Kasus pada Peramalan Mata Uang Kripto Bitcoin)**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat Memperoleh Gelar Sarjana  
Program Studi Matematika



Oleh  
Sarmila Nuhasanah  
NIM 1801164

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN MATEMATIKA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2022**

**METODE AVERAGE-BASED WEIGHTED FUZZY INTEGRATED  
TIME SERIES LEE HIGH ORDER  
(Studi Kasus pada Peramalan Mata Uang Kripto Bitcoin)**

**LEMBAR HAK CIPTA**

Oleh  
Sarmila Nurhasanah  
NIM 1801164

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Matematika pada Fakultas Pendidikan Matematika  
dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Sarmila Nurhasanah 2022  
Universitas Pendidikan Indonesia

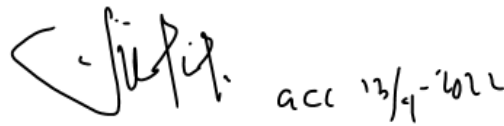
Hak cipta dilindungi undang-undang. Skripsi ini tidak boleh diperbanyak sebagian  
atau seluruhnya dengan dicetak ulang, fotokopi atau cara lainnya tanpa izin dari  
penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SARMILA NURHASANAH**

**METODE AVERAGE-BASED WEIGHTED FUZZY INTEGRATED**  
**TIME SERIES LEE HIGH ORDER**  
**(Studi Kasus pada Peramalan Mata Uang Kripto Bitcoin)**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:


Pembimbing I



**Hj. Entit Puspita, S.Pd., M.Si.**

NIP. 196704081994032002

Pembimbing II



**Hj. Dewi Rachmatin, S.Si., M.Si.**

NIP. 196909291994122001

Mengetahui,  
Ketua Departemen Pendidikan Matematika



**Dr. H. Dadang Juandi, M.Si.**

NIP. 196401171992021001

**METODE AVERAGE-BASED WEIGHTED FUZZY INTEGRATED  
TIME SERIES LEE HIGH ORDER  
(Studi Kasus pada Peramalan Mata Uang Kripto Bitcoin)**

**ABSTRAK**

*Fuzzy time series* (FTS) merupakan salah satu metode peramalan data yang pertama kali diperkenalkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993. Dalam penerapannya, peramalan metode FTS menggunakan data berupa himpunan *fuzzy* di mana himpunannya berasal dari bilangan *real* atas himpunan semesta data aktual. Salah satu aspek penting dalam peramalan FTS yaitu penentuan panjang interval yang tepat, hal tersebut dikarenakan akan berpengaruh terhadap hasil peramalan. Metode dalam penentuan panjang interval adalah metode interval dengan basis rata-rata (*Average-Based*) yang akan membentuk *fuzzy relationship* yang tepat dan menghasilkan peramalan yang baik. Dalam menghasilkan peramalan dan pembobotan yang lebih baik, metode FTS banyak mengalami perkembangan, salah satunya adalah *Weighted Fuzzy Integrated Time Series* (WFITS) yang memberikat bobot yang berbeda untuk setiap relasi yang terbentuk. Penelitian ini membahas mengenai metode *Average-Based* WFITS dengan algoritma Lee Orde tinggi dengan studi kasus yang digunakan adalah data mata uang kripto Bitcoin. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) digunakan untuk menghitung ketepatan nilai peramalan. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui ketepatan metode *Average-Based* WFITS Lee High Order dan hasil peramalan metode tersebut pada data mata uang kripto Bitcoin. Data yang digunakan dari 1 Agustus 2021 hingga 5 April 2022 memperoleh hasil peramalan yang sangat baik dengan nilai MAPE sebesar 1,84% untuk data *Training* dan 1,76% untuk data *Testing*.

**Kata Kunci:** *Average-Based Length*, *Weighted Fuzzy Integrated Time Series High Order*, Peramalan, Kripto Bitcoin.

**HIGH ORDER AVERAGE-BASED WEIGHTED FUZZY  
INTEGRATED TIME SERIES LEE METHOD  
(Case Study: Bitcoin Cryptocurrency Forecasting)**

**ABSTRACT**

Fuzzy time series (FTS) is one of the data forecasting methods that was first introduced by Song and Chissom in 1993. In its application, the FTS method forecasting uses data in the form of fuzzy sets where the set comes from real numbers over the actual data universe. One of the important aspects in FTS forecasting is determining the exact length of the interval, this is because it will affect the forecasting results. The method in determining the length of the interval is the interval method with an average basis (Average-Based) which will form an appropriate fuzzy relationship and produce good forecasts. In producing better forecasts and weighting, the FTS method has undergone many developments, one of which is the Weighted Fuzzy Integrated Time Series (WFITS) which assigns different weights to each relationship formed. This study discusses the Average-Based WFITS method with the high-order Lee algorithm with the case study used is Bitcoin crypto currency data. Mean Absolute Percentage Error (MAPE) is used to calculate the accuracy of forecasting values. The purpose of this study is to determine the accuracy of the High Order Average-Based WFITS Lee method and the forecasting results of this method on Bitcoin crypto currency data. The data used from August 1, 2021 to April 5, 2022 obtained very good forecasting results with MAPE values of 1.84% for Training data and 1.76% for Testing data.

**Keyword:** Average-Based Length, Weighted Fuzzy Integrated Time Series High Order, Forecasting, Crypto Bitcoin.

## DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA.....	
LEMBAR PENGESAHAN .....	i
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	13
1.1 Latar Belakang .....	13
1.2 Batasan Masalah.....	17
1.3 Rumusan Masalah .....	18
1.4 Tujuan Penelitian .....	18
1.5 Manfaat Penelitian .....	18
1.5.1 Manfaat Teoritis .....	18
1.5.2 Manfaat Praktis .....	19
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	20
2.1 Jenis Data Berdasarkan Waktu .....	20
2.2 Analisis Runtun Waktu.....	20
2.3 Logika <i>Fuzzy</i> .....	22
2.4 <i>Fuzzy Time Series</i> (FTS).....	25
2.5 Penentuan Interval <i>Fuzzy Time Series</i> (FTS).....	25
2.6 <i>Weighted Fuzzy Time Series Lee High Order</i> .....	26
2.7 <i>Weighted Fuzzy Integrated Time Series</i> (WFITS) <i>Lee High Order</i> .....	30

2.8 Ketepatan Metode Peramalan.....	30
2.9 Pembagian Data <i>Training</i> dan <i>Testing</i> .....	31
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
3.1 Pendekatan Penelitian.....	32
3.2 Variabel Penelitian .....	32
3.3 Jenis dan Sumber Data .....	32
3.4 Prosedur <i>Average-Based WFITS Lee Order 2</i> .....	32
3.5 Alur Penelitian.....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>
4.1 Deskriptif Data .....	35
4.2 Uji Stasioneritas Data .....	36
4.3 Pembagian Data <i>Training</i> dan <i>Testing</i> .....	37
4.4 Penentuan Interval dengan Metode <i>Average-Based Length</i> .....	37
4.5 Penentuan Interval Linguistik .....	38
4.5.1 Menghitung banyaknya himpunan <i>fuzzy</i> .....	38
4.5.2 Menghitung Nilai Tengah Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	39
4.6 Mendefinisikan Derajat Keanggotaan Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	40
4.7 Proses Fuzzifikasi Data .....	43
4.8 Membentuk Fuzzy Logic Relationship (FLR) .....	44
4.9 Membentuk Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG).....	45
4.10 Melakukan Defuzzifikasi .....	46
4.11 Mencari nilai C optimal dan menghitung matriks pembobot.....	47
4.12 Menghitung Nilai Peramalan .....	48
4.12 Menghitung Nilai Peramalan menggunakan Skala Data Asli.....	48
4.12 Menghitung Nilai Ketepatan Metode Peramalan.....	51
4.13 Menghitung Peramalan Harga Penutupan Mata Uang Kripto Bitcoin Periode Selanjutnya .....	51
<b>BAB V .....</b>	<b>52</b>
<b>PENUTUP .....</b>	<b>52</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>

**LAMPIRAN.....56**



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3. 1</b> Diagram alir penelitian .....	34
<b>Gambar 4. 1</b> Plot Harga Penutupan Mata Uang Kripto Bitcoin .....	35
<b>Gambar 4. 2</b> Grafik penerapan Average-Based WFITS High Order untuk peramalan harga penutupan mata uang kripto Bitcoin .....	50

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1 Interval dan basis</b> .....	26
<b>Tabel 4.1 Hasil Uji Augmented Dickey Fuller pada Derajat Level</b> .....	36
<b>Tabel 4. 2 Hasil Uji Augmented Dickey Fuller pada Differensi Orde Pertama</b> ..	36
<b>Tabel 4. 3 Nilai Selisih Mutlak</b> .....	37
<b>Tabel 4. 4 Interval Linguistik</b> .....	38
<b>Tabel 4. 5 Nilai Tengah Interval Linguistik</b> .....	39
<b>Tabel 4. 6 Nilai Linguistik untuk Variabel Harga Penutupan Mata Uang Kripto Bitcoin</b> .....	40
<b>Tabel 4. 7 Fuzzifikasi Data</b> .....	43
<b>Tabel 4. 8 Fuzzy Logical Relationship (FLR)</b> .....	44
<b>Tabel 4. 9 Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)</b> .....	45
<b>Tabel 4. 10 Matriks Defuzzifikasi</b> .....	46
<b>Tabel 4. 11 Matriks Pembobot</b> .....	47
<b>Tabel 4. 12 Hasil Peramalan WFTS</b> .....	48
<b>Tabel 4. 13 Hasil Peramalan dengan Skala Asli untuk Data Training</b> .....	49
<b>Tabel 4. 14 Hasil Peramalan dengan Skala Asli untuk Data Testing</b> .....	50
<b>Tabel 4. 15 Nilai Ketepatan Metode Peramalan</b> .....	51
<b>Tabel 4. 16 Hasil Peramalan Periode Selanjutnya</b> .....	51

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1 Data Training dan Data Testing</b> .....	56
<b>Lampiran 2 Nilai Selisih Mutlak</b> .....	62
<b>Lampiran 3 Fuzzifikasi Data</b> .....	68
<b>Lampiran 4 Fuzzy Logical Relationship (FLR)</b> .....	74
<b>Lampiran 5 Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)</b> .....	80
<b>Lampiran 6 Matriks Defuzzifikasi</b> .....	82
<b>Lampiran 7 Matriks Pembobot</b> .....	84
<b>Lampiran 8 Hasil Peramalan WFTS</b> .....	88
<b>Lampiran 9 Hasil Peramalan dengan Skala Asli untuk Data Training</b> .....	91
<b>Lampiran 10 Hasil Peramalan dengan Skala Asli untuk Data Testing</b> .....	97
<b>Lampiran 11 Draft Coding Pemrograman</b> .....	98

## DAFTAR PUSTAKA

- A'yun, Kurrotul, Agus Maman Abadi, dan Fitriana Yuli Saptaningtyas. 2020. "Application of Weighted Fuzzy Time Series Model to Forecast Epidemic Injuries." *Current Journal of Applied Science and Technology*.  
<https://doi.org/10.9734/cjast/2020/v39i2430875>.
- Ahyar, Hardani, Universitas Sebelas Maret, Helmina Andriani, Dhika Juliana Sukmana, Universitas Gadjah Mada, M.Si. Hardani, S.Pd., Grad. Cert. Biotech Nur Hikmatul Auliya, et al. 2020. *Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*. Yogyakarta: CV. Pustaka Ilmu Group.
- Aristyani, Y, dan E Sugiharti. 2015. "Peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan Metode Fuzzy Time Series Markov Chain." *Jurnal MIPA* 38 (2): 186–96. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JM>.
- Ausop, Asep, dan Elsa Aulia. 2018. "Teknologi Cryptocurrency Bitcoin Untuk Investasi Dan Transaksi Bisnis Menurut Syariat Islam." *Jurnal Sositologi* 17 (1): 74–92. <https://doi.org/10.5614/sostek.itbj.2018.17.1.8>.
- Danella, Tiara, Sihabbudin, dan Siti Hamidah. 2015. "Bitcoin sebagai Alat Pembayaran yang Legal dalam Transaksi Online." *Jurnal Fakultas Hukum Universitas Brawijaya*.
- Jayusman, Iyus, dan Oka Agus Kurniawan Shavab. 2020. "Aktivitas Belajar Mahasiswa Dengan Menggunakan Media Pembelajaran Learning Management System (Lms) Berbasis Edmodo Dalam Pembelajaran Sejarah." *Jurnal Artefak* 7 (1): 13. <https://doi.org/10.25157/ja.v7i1.3180>.
- Kirchgässner, Gebhard., dan Jürgen. Wolters. 2007. *Introduction to modern time series analysis*. Berlin: Springer.
- Lusia, Dwi Ayu. 2011. "Peramalan Inflasi dengan Metode Weighted Fuzzy Time Series" 1307 100 0 (Jurnal FMIPA-ITS).
- Maricar, M.Azman. 2019. "Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing untuk Sistem Peramalan Pendapatan pada Perusahaan XYZ." *Jurnal Sistem dan Informatika* 13 (2): 36–45.

- Muhammad, Mahadi, Sri Wahyuningsih, dan Meiliyani Siringoringo. 2021. “Peramalan Nilai Tukar Petani Subsektor Peternakan Menggunakan Fuzzy Time Series Lee.” *Jambura Journal of Mathematics* 3 (1): 1–15.  
<https://doi.org/10.34312/jjom.v3i1.5940>.
- Mulyanto, Edi, Sutojo T, dan Vincent Suhartono. 2019. *Kecerdasan Buatan*.  
[https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as\\_sdt=0,5&cluster=5481963866987913781](https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0,5&cluster=5481963866987913781).
- Musu, Wilem, Abdul Ibrahim, dan Heriadi. 2021. “Pengaruh Komposisi Data Training dan Testing terhadap Akurasi Algoritma C4 . 5.” *Prosiding Seminar Ilmiah Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi X* (1): 186–95.
- Naba, Agus. 2009. “Belajar Cepat Fuzzy Logic menggunakan MATLAB.”  
[https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as\\_sdt=0,5&cluster=8953655238311221865](https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0,5&cluster=8953655238311221865).
- Nugrahani, Farida. 2014. *Metode Penelitian Kualitatif dalam Penelitian Pendidikan Bahasa. Penelitian Pendidikan Bahasa*. Vol. 1. Surakarta: Penelitian Pendidikan Bahasa.
- Pakaja, Fachrudin, dan Agus Naba. 2015. “Peramalan Penjualan Mobil Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dan Certainty Factor.” *Neural Networks* 6 (1): 23–28.
- Rachmawati, Mifta Dwi, dan Lilik Anifah. 2019. “Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode Average Based dan High Order Fuzzy Time Series di Bandar Udara Juanda.” *Journal Information Engineering and Educational Technology*. Vol. 03.
- Rahmawan, Setya Adi, Diah Safitri, dan Tatik Widiharh. 2019. “Peramalan Menggunakan Metode Weighted Fuzzy Integrated Time Series (Studi Kasus: Harga Beras di Indonesia Bulan Januari 2011 s/d Desember 2017).” *Jurnal Gaussian* 8 (4): 518–29. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v8i4.26752>.
- Rosadi, Dedi. 2006. *Pengantar Analisa Runtun Waktu*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Suhartono, Muhammad Hisyam Lee, dan Hossein Javedani. 2011. “CCIS 252 - A Weighted Fuzzy Integrated Time Series for Forecasting Tourist Arrivals.”

CCIS. Vol. 252.

- Sumartini, Memi Nor Hayati, dan Sri Wahyuningsih. 2017. “Peramalan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng Forecasting Using Fuzzy Time Series Cheng Method.” *Jurnal EKSPONENSIAL* 8 (1).
- Ulfa, Rafika. 2019. “Variabel Dalam Penelitian Pendidikan.” *Jurnal Teknodik* 6115: 196–215. <https://doi.org/10.32550/teknodik.v0i0.554>.
- Wei, William W.S. 2013. “Time Series Analysis.” *The Oxford Handbook of Quantitative Methods in Psychology* Vol. 2: St (Maret). <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199934898.013.0022>.
- Xihao, Sun, dan Li Yimin. 2008. “Average-based fuzzy time series models for forecasting Shanghai compound index \*.” *UK World Journal of Modelling and Simulation*. Vol. 1.
- Yudatama, Uky. 2019. “Fuzzy Time Series dan Algoritma Average-Based Length untuk Prediksi Pekerja Migran Indonesia” 6 (4): 369–76. <https://doi.org/10.25126/jtiik.201961177>.
- Zhang, Rong, Baabak Ashuri, dan Yong Deng. 2017. “A novel method for forecasting time series based on fuzzy logic and visibility graph.” *Advances in Data Analysis and Classification* 11 (4): 759–83. <https://doi.org/10.1007/s11634-017-0300-3>.