

**PENERAPAN METODE *HIGH- ORDER FUZZY TIME SERIES*
MARKOV CHAIN DENGAN PENENTUAN INTERVAL
BERBASIS DISTRIBUSI, *STURGES* DAN RATA-RATA
PADA PERAMALAN HARGA SAHAM
(Studi Kasus Harga Penutupan Saham Harian PT. Bank *Central Asia Tbk.*)**

SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Matematika pada Program Studi Matematika



Oleh :

Yuni Kartika

NIM 1802304

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

2022

**PENERAPAN METODE *HIGH- ORDER FUZZY TIME SERIES*
MARKOV CHAIN DENGAN PENENTUAN INTERVAL
BERBASIS DISTRIBUSI, *STURGES* DAN RATA-RATA
PADA PERAMALAN HARGA SAHAM
(Studi Kasus Harga Penutupan Saham PT. Bank *Central Asia Tbk.*)**

LEMBAR HAK CIPTA

Oleh

Yuni Kartika

NIM 1802304

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

©Yuni Kartika 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

YUNI KARTIKA

**PENERAPAN METODE *HIGH- ORDER FUZZY TIME SERIES*
MARKOV CHAIN DENGAN PENENTUAN INTERVAL
BERBASIS DISTRIBUSI, *STURGES* DAN RATA-RATA
PADA PERAMALAN HARGA SAHAM
(Studi Kasus Harga Penutupan Saham PT. Bank Central Asia Tbk.)**

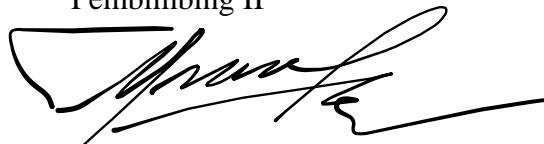
Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Hj. Entit Puspita, S.Pd., M.Si.
NIP. 196704081994032002

Pembimbing II



Drs. Nar Herrhyanto, M.Pd.
NIP. 196106181987031001

Mengetahui

Ketua Departemen Pendidikan Matematika



Dr. H. Dadang Juandi, M.Si.
NIP. 196401171992021001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penerapan Metode *High- Order Fuzzy Time Series Markov Chain* dengan Penentuan Interval Berbasis Distribusi, *Sturges* dan Rata-rata Pada Peramalan Harga Saham” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, April 2022

Yang Membuat Pernyataan,



Yuni Kartika

NIM. 1802304

**PENERAPAN METODE *HIGH- ORDER FUZZY TIME SERIES*
MARKOV CHAIN DENGAN PENENTUAN INTERVAL
BERBASIS DISTRIBUSI, *STURGES* DAN RATA-RATA
PADA PERAMALAN HARGA SAHAM
(Studi Kasus Harga Penutupan Saham Harian PT. Bank Central Asia Tbk.)**

ABSTRAK

Fuzzy Time Series (FTS) merupakan suatu teknik peramalan data *time series* yang menggunakan konsep teori *fuzzy* dalam proses pengolahannya. Penelitian ini membahas mengenai penerapan metode *High Order Fuzzy Time Series Markov Chain* dengan Penentuan Panjang Interval Berbasis Distribusi, *Sturges* dan Rata-rata pada Peramalan Harga Saham. Pada peramalan dengan menggunakan metode *fuzzy time series*, penentuan panjang interval merupakan suatu hal yang sangat krusial yang akan berpengaruh pada pembentukan himpunan *fuzzy* dan pada akhirnya akan berpengaruh pula terhadap hasil peramalan. Tujuan penelitian ini yaitu menentukan model terbaik dari *High Order Fuzzy Time Series Markov Chain* dengan Penentuan Panjang Interval Berbasis Distribusi, *Sturges* dan Rata-rata pada Peramalan Harga Saham, serta menghitung nilai peramalan untuk tiga periode selanjutnya. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga penutupan saham PT BCA Tbk. dari Desember 2021 sampai Juli 2022. Data dibagi kedalam dua kelompok yaitu data *training* dan data *testing* dengan rasio 90:10. Dalam penelitian ini digunakan pula program *Python* dan *Microrosft Excel* untuk proses pengolahan data. Berdasarkan uji kesalahan peramalan dan uji akurasi menggunakan RMSE dan MAPE dapat disimpulkan bahwa metode *High Order Fuzzy Time Series Markov Chain* dengan Penentuan Panjang Interval Berbasis Rata-rata memberikan hasil peramalan yang paling baik dengan nilai RMSE sebesar 53,47 dan nilai MAPE sebesar 0,55%.

Kata Kunci: *Fuzzy Time Series Markov Chain*, Interval Berbasis Distribusi, *Sturges*, Rata-rata, Harga Saham, *Python*.

***APPLICATION OF HIGH-ORDER FUZZY TIME SERIES MARKOV CHAIN
METHOD WITH INTERVAL DETERMINATION BASED ON
DISTRIBUTION, STURGES AND AVERAGE IN STOCK PRICE
FORECASTING***

(Case Study: Daily Closing Price Stock of PT Bank Central Asia Tbk.)

ABSTRACT

Fuzzy Time Series (FTS) is a time series data forecasting technique that uses the concept of fuzzy theory in its processing. This study discussed the application of the Markov Chain High Order Fuzzy Time Series method with Interval Length Determination based on Distribution, Sturges, and Averages in Stock Price Forecasting. In forecasting using the fuzzy time series method, determining the interval length is very crucial that will affect the formation of fuzzy sets and in the end, will also affect the forecasting results. The objective of this study was to determine the best model of Markov Chain High Order Fuzzy Time Series with Interval Length Determination based on Distribution, Sturges, and Averages in Stock Price Forecasting, and calculated the forecast value for the next three periods. The data used in this study was the closing price of the PT BCA Tbk. shares from December 2021 to July 2022. The data was divided into two groups; training data, and testing data with a ratio of 90:10. In this study, Python and Microsoft Excel programs were also used for data processing. Based on the forecasting error and accuracy test using RMSE and MAPE, it can be concluded that the Markov Chain High Order Fuzzy Time Series method with Interval Length Determination Based on an Average gives better forecasting results with an RMSE value of 53,47 and a MAPE value of 0.55. %.

Keywords: *High Order Fuzzy Time Series Markov Chain, Interval based on Distribution, Sturges, Average, MAPE, RMSE, Stock Price, Python.*

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Batasan Masalah	5
1.3. Rumusan Masalah	5
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	6
1.5.1. Manfaat Teoritis	6
1.5.2. Manfaat Praktis	6
BAB II	7
KAJIAN PUSTAKA	7
2.1. Harga Saham	7
2.2. Peramalan (<i>Forecasting</i>)	10
2.3. Analisis Runtun Waktu (<i>Time Series</i>)	10
2.4. Logika <i>Fuzzy</i>	11
2.5. <i>Fuzzy Time Series</i>	12

2.6.	Rantai Markov	13
2.7.	<i>Distribution Based Interval</i>	14
2.8.	<i>Sturges Based Interval</i>	14
2.9.	<i>Average Based Interval</i>	15
2.10.	<i>High-Order Fuzzy Time Series Markov Chain</i> Berbasis Distribusi, <i>Sturges</i> dan Rata-rata.....	15
2.11.	Perhitungan Keakuratan pada Peramalan	19
2.12.	<i>Software Python</i>	21
BAB III		22
METODOLOGI PENELITIAN.....		22
3.1.	Jenis dan Sumber Data	22
3.2.	Variabel Penelitian	22
3.3.	Teknik Analisis Data	22
3.4.	<i>Flowchart</i> Analisis Data.....	23
3.5.	Rancangan Program	25
3.6.	Data Masukan (<i>Input</i>).....	25
3.7.	Data Keluaran (<i>Output</i>)	25
3.8.	Algoritma.....	26
BAB IV		28
PEMBAHASAN		28
4.1.	Deskriptif Data	28
4.2.	Peramalan Harga Saham Menggunakan Metode FTSMC Orde Dua Berbasis Distribusi, <i>Sturges</i> dan Rata-rata	30
4.2.1.	Penentuan Panjang Interval.....	30
4.2.2.	Pembentukan Interval Linguistik	34
4.2.3.	Menentukan Himpunan <i>Fuzzy</i> pada Himpunan Semesta Pembicaraan U	35
4.2.4.	Melakukan Fuzzyfikasi pada Data Historis.	37

4.2.5.	Menentukan Relasi Logika <i>Fuzzy</i> (FLR) dan Membentuk Kelompok Relasi Logika <i>Fuzzy</i> (FLRG).....	38
4.2.6.	Membentuk Matriks Probabilitas Transisi Markov.	42
4.2.7.	Menghitung Nilai Peramalan Awal.....	44
4.2.8.	Menghitung nilai penyesuaian peramalan.....	45
4.2.9.	Menghitung Peramalan Akhir	48
4.3.	Nilai Ketepatan Metode Peramalan.....	54
4.4.	Peramalan Harga Penutupan Saham Periode Selanjutnya.....	55
BAB V.....		56
KESIMPULAN DAN SARAN.....		56
5.1.	Kesimpulan.....	56
5.2.	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		58
LAMPIRAN.....		61

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Pemetaan Basis	14
Tabel 2. Kriteria Keakuratan MAPE.....	21
Tabel 3. Data Masukan (Input)	25
Tabel 4. Tabel Keluaran (Output)	25
Tabel 5. Data Harga Penutupan Saham PT BCA Oktober 2021-Maret 2022.....	28
Tabel 6. Data Selisih Pertama	31
Tabel 7. Data Selisih Pertama	33
Tabel 8. Interval Linguistik untuk Basis Distribusi	34
Tabel 9. Interval Linguistik untuk Basis <i>Sturges</i>	35
Tabel 10. Interval Linguistik untuk Basis Rata-rata	35
Tabel 11. Fuzzyfikasi Data untuk Basis Distribusi	37
Tabel 12. Fuzzyfikasi Data untuk Basis <i>Sturges</i>	38
Tabel 13. Fuzzyfikasi Data untuk Basis Rata-rata	38
Tabel 14. <i>Fuzzy Logical Relationship</i> (FLR) untuk Basis Distribusi	39
Tabel 15. Fuzzy Logical Relationship (FLR) untuk Basis <i>Sturges</i>	39
Tabel 16. Fuzzy Logical Relationship (FLR) untuk Basis Rata-rata.....	39
Tabel 17. Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG) untuk Basis Distribusi .	40
Tabel 18. Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG) untuk Basis <i>Sturges</i>	41
Tabel 19. <i>Fuzzy Logical Relationship Group</i> (FLRG) untuk Basis Rata-rata ...	41
Tabel 20. Nilai Peluang Transisi Markov untuk Basis Distribusi.....	42
Tabel 21. Nilai Peluang Transisi Markov untuk Basis <i>Sturges</i>	42
Tabel 22. Nilai Peluang Transisi Markov untuk Basis Rata-rata.....	43
Tabel 23. Nilai Peramalan Awal untuk Basis Distribusi.....	44
Tabel 24. Nilai Peramalan Awal untuk Basis <i>Sturges</i>	44
Tabel 25. Nilai Peramalan Awal untuk Basis Rata-rata.....	45
Tabel 26. Nilai Penyesuaian Peramalan untuk Basis Distribusi	46
Tabel 27. Nilai Penyesuaian Peramalan untuk Basis <i>Sturges</i>	47

Tabel 28. Nilai Penyesuaian Peramalan untuk Basis Rata-rata	47
Tabel 29. Nilai Peramalan Akhir untuk Basis Distribusi.....	48
Tabel 30. Nilai Peramalan Akhir untuk Basis Sturges.....	48
Tabel 31. Nilai Peramalan Akhir untuk Basis Rata-rata	49
Tabel 32. Hasil Peramalan Akhir Seluruh Data untuk Basis Distribusi	50
Tabel 33. Hasil Peramalan Akhir Seluruh Data untuk Basis Sturges	51
Tabel 34. Hasil Peramalan Akhir Seluruh Data untuk Basis Rata-rata.....	51
Tabel 35. Ketepatan Model High Order Fuzzy Time Series Markov Chain	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram Alir (Flowchart).....	24
Gambar 2. Plot Data Harga Saham PT BCA Oktober 2021 – Maret 2022.....	30
Gambar 3. Plot Distribusi Kumulatif	32
Gambar 4. Grafik Penerapan <i>High Order FTS Markov Chain</i> Berbasis Distribusi4	53
Gambar 5. Grafik Penerapan <i>High Order FTS Markov Chain</i> Berbasis <i>Sturges</i> .	53
Gambar 6. Grafik Penerapan <i>High Order FTS Markov Chain</i> Berbasis Rata-rata	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Selisish Data Absolut	61
Lampiran 2. Tabel Fuzzyfikasi untuk Basis Distribusi.....	62
Lampiran 3. Tabel Fuzzyfikasi untuk Basis <i>Sturges</i>	63
Lampiran 4. Tabel Fuzzyfikasi untuk Basis Rata-rata.....	64
Lampiran 5. Tabel FLR untuk Basis Distribusi	65
Lampiran 6. Tabel FLR untuk Basis <i>Sturges</i>	67
Lampiran 7. Tabel FLR untuk Basis Rata-rata	69
Lampiran 8. Tabel Hasil Peramalan Awal untuk Basis Distribusi	71
Lampiran 9. Tabel Hasil Peramalan Awal untuk Basis <i>Sturges</i>	73
Lampiran 10. Tabel Hasil Peramalan Awal untuk Basis Rata-rata.....	75
Lampiran 11. Tabel Nilai Penyesuaian Peramalan untuk Basis Distribusi.....	77
Lampiran 12. Tabel Nilai Penyesuaian Peramalan untuk Basis <i>Sturges</i>	79
Lampiran 13. Tabel Nilai Penyesuaian Peramalan untuk Basis Rata-rata.....	81
Lampiran 14. Tabel Hasil Peramalan Data Training untuk Basis Distribusi.....	83
Lampiran 15. Tabel Hasil Peramalan Data Training untuk Basis <i>Sturges</i>	86
Lampiran 16. Tabel Hasil Peramalan Data Training untuk Basis Rata-rata	90
Lampiran 17. Tabel Hasil Peramalan Seluruh Data untuk Basis Distribusi	93
Lampiran 18. Tabel Hasil Peramalan Seluruh Data untuk Basis <i>Sturges</i>	97
Lampiran 19. Tabel Hasil Peramalan Seluruh Data untuk Basis Rata-rata	101
Lampiran 20. Draft Coding Pemrograman.....	105

DAFTAR PUSTAKA

- Alyousifi, Y., Othman, M., Faye, I., Sokkalingam, R., and Silvia, P. C. L. (2020). Markov Weighted Fuzzy Time-Series Model Based On An Optimum Partition Method For Forecasting Air Pollution. *International Journal of Fuzzy Systems*. <https://doi.org/10.1007/s40815-020-00841-w>.
- Biringallo, Milka dkk. (2020). Perbandingan Akurasi Penggunaan Metode Fuzzy Time Series Markov-Chain dan Cheng Pada Peramalan Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Kendari. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Terapan (SINTA) VI* (Jurnal FMIPA Universitas Sam Ratulangi).
- Chain In Forecasting Stock Closing Price Of Company X. *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/1.5132460>.
- Cheng, C. H., Chen, T. L., Teoh, H. J., and Chiang, C. H. (2008). Fuzzy Time-Series Based on Adaptive Expectation Model for TAIEX Forecasting. *Expert Systems with Applications*, 34(2), 1126–1132. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.12.021>.
- Ekananta, Y. (2017). Penerapan Metode Average-Based Fuzzy Time Series untuk Prediksi Konsumsi Energi Listrik Indonesia (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Hidayatulloh, K. (2017). Pengaruh ROA, ROE dan EPS terhadap Harga Saham Sektor Property Di Daftar Efek Syariah. IAIN Tulungagung. [skripsi].
- Huarng, K., and Yu, T. H. K. (2006). Ratio-based lengths of intervals to improve fuzzy time series forecasting. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics*. <https://doi.org/10.1109/TSMCB.2005.857093>.
- Inayati, S. (2019). Penggunaan Rantai Markov Orde Dua untuk Menganalisis Ketersediaan Pemasaran Produk Sampo Z di Swalayan Pamella 1

Yogyakarta. *Jurnal Matematika Integratif*.
[doi:10.24198/jmi.v15.n1.20899.17-27](https://doi.org/10.24198/jmi.v15.n1.20899.17-27)

- Irawan, W. (2015). *Peramalan Harga Saham PT. Unilever Tbk. Dengan Menggunakan Model ARIMA*. Jurnal Matematika UNAND. Vol. 4 No. 3 Hal. 80 – 89 ISSN : 2303–2910.
- Jadmiko, P. 2018. *Peramalan Harga Saham pada Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) Menggunakan Fuzzy Time Series Markov Chain*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia. [Skripsi]
- Kafi, R. A., Safitri, Y. R., Widyaningsih, Y., and Handari, B. D. (2019). Comparison Of Weighted Markov Chain And Fuzzy Time Series Markov.
- Kartika, A. (2010). Volatilitas Harga Saham di Indonesia dan Malaysia. Semarang: Fakultas Ekonomi Universitas STIKUBANK. Aset, Maret 2010, hal. 17-26. Vol. 12 No. 1. ISSN 1693-928X.
- Kusumadewi. (2003). Artificial Intelligence. Artificial Intelligence (Teknik Dan Aplikasinya).
- Makridakis, S., Wheelwright C, S., and McGee, V. E. (1999). Metode dan Aplikasi Peramalan. In *Binarupa Aksara*.
- Muhammad, Mahadi, Sri Wahyuningsih, dan Meliyani 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>.
- Noh, J., and Yudaningtyas, E. (2015). Model Average Based FTS Markov Chain untuk Peramalan Penggunaan Bandwidth Jaringan Komputer. *Jurnal EECCIS*, 9(1), 31–36.
- Pakaja, Fachrudin, dan Agus Naba. 2015. “Peramalan Penjualan Mobil Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dan Certainty Factor. *Neural Networks* 6 (1):23-28.
- Ramadhan, Gilang Amesta. (2020). *Peramalan Data Penjualan Sepeda Motor Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Markov Chain Orde Satu dan*
- Yuni Kartika, 2022
PENERAPAN METODE HIGH- ORDER FUZZY TIME SERIES MARKOV CHAIN DENGAN PENENTUAN INTERVAL BERBASIS DISTRIBUSI, STURGES DAN RATA-RATA PADA PERAMALAN HARGA SAHAM (Studi Kasus Harga Penutupan Saham Harian PT. Bank Central Asia Tbk.)
 Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Orde Dua. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Rismawati, N. (2020). *Long Memory Volatility Model untuk Meramalkan Return Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG)*. Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. [skripsi].

Sumartini, Hayati, M. N., & Wahyuningsih, S. (2017). Peramalan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng. *Jurnal EKSPONENSIAL*, 51-56.

Tandelilin, E. (2010). *Portofolio dan Investasi : Teori dan Aplikasi Edisi Pertama*. Yogyakarta: Kanisius. Retrieved November 1, 2019, from Universitas Terbuka Repository: repository.ut.ac.id/3823/1/EKMA5312-M1.pdf.

Tsaur, R. C. (2012). A Fuzzy Time Series- Markov Chain Model With an Application To Forecast The Exchange Rate Between The Taiwan And US Dollar. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*.

Zubir, Z. (2013). *Manajemen Portofolio Penerapannya dalam Investasi Saham*. Jakarta: Salemba Empat.