



E-ISSN 3032-601X & P-ISSN 3032-7105

Vol. 2, No. 1b, Januari 2025

MISTER

**Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science,
Technology and Educational Research**

**Jurnal Penelitian Multidisiplin dalam Ilmu
Pengetahuan, Teknologi dan Pendidikan**

**UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH
KOTA BANDA ACEH**

mister@serambimekkah.ac.id

Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science Technology
and Educational Research

Journal of MISTER

Vol. 2, No. 1b, Januari 2025

Pages : 1615–1633

Perbandingan Akurasi Metode ANN dengan FTS Model *Chen, Cheng*,
dan *Marcov Chain* terhadap Peramalan Harga Penutupan Saham
Zoom Video Communication

Khanifah, Putriaji Hendikawati

Universitas Negeri Semarang, Semarang

Article in Journal of MISTER

Available at : <https://jurnal.serambimekkah.ac.id/index.php/mister/index>

DOI : <https://doi.org/10.32672/mister.v2i1b.2585>

How to Cite this Article

APA : Khanifah, K., & Hendikawati, P. (2024). Perbandingan Akurasi Metode ANN dengan FTS Model Chen, Cheng, dan Marcov Chain terhadap Peramalan Harga Penutupan Saham Zoom Video Communication. *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research*, 2(1b), 1615 - 1633. <https://doi.org/10.32672/mister.v2i1b.2585>

Others Visit : <https://jurnal.serambimekkah.ac.id/index.php/mister/index>

MISTER: *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research* is a scholarly journal dedicated to the exploration and dissemination of innovative ideas, trends and research on the various topics include, but not limited to functional areas of Science, Technology, Education, Humanities, Economy, Art, Health and Medicine, Environment and Sustainability or Law and Ethics.

MISTER: *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research* is an open-access journal, and users are permitted to read, download, copy, search, or link to the full text of articles or use them for other lawful purposes. Articles on Journal of MISTER have been previewed and authenticated by the Authors before sending for publication. The Journal, Chief Editor, and the editorial board are not entitled or liable to either justify or responsible for inaccurate and misleading data if any. It is the sole responsibility of the Author concerned.



ISSN 3032-7105

ISSN 3032-601X



Perbandingan Akurasi Metode ANN dengan FTS Model *Chen, Cheng*, dan *Marcov Chain* terhadap Peramalan Harga Penutupan Saham *Zoom Video Communication*

Khanifah^{1*}, Putriaji Hendikawati²

Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia¹

Statistika Terapan dan Komputasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia²

*Email Korespondensi: khanifah926@gmail.com

Diterima: 23-12-2024

| Disetujui: 24-12-2024

| Diterbitkan: 25-12-2024

ABSTRACT

Stock price forecasting has become one of the important areas after the COVID-19 pandemic. This study aims to compare the accuracy of forecasting the closing price of Zoom Video Communication, Inc. shares using the Artificial Neural Network (ANN) Backpropagation and Fuzzy Time Series (FTS) methods with the Chen, Cheng, and Marcov Chain models. The data used in this study includes the closing price of shares from the period July 5, 2019 to January 4, 2024. Each method is evaluated using accuracy metrics such as RMSE, MSE, and MAPE. The results of the analysis show that ANN has a lower error rate than the FTS model, especially in predicting the closing price of Zoom Video Communication, Inc. The ANN method has proven to be more reliable in providing more accurate predictions.

Keywords: *Forecasting ; Artificial Neural Network ; Fuzzy Time Series ; Stock ; Accuracy*

ABSTRAK

Peramalan harga saham telah menjadi salah satu bidang yang penting pasca pandemi COVID-19. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan akurasi peramalan harga penutupan saham *Zoom Video Communication, Inc* menggunakan metode *Artificial Neural Network (ANN) Backpropagation* dan *Fuzzy Time Series (FTS)* dengan model *Chen, Cheng*, serta *Marcov Chain*. Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup harga penutupan saham dari periode 5 Juli 2019 hingga 4 Januari 2024. Setiap metode dievaluasi menggunakan metrik akurasi seperti RMSE, MSE, dan MAPE. Hasil analisis menunjukkan bahwa ANN memiliki tingkat kesalahan yang lebih rendah dibandingkan model FTS, terutama dalam memprediksi harga penutupan saham *Zoom Video Communication, Inc*. Metode ANN terbukti lebih handal dalam memberikan prediksi yang lebih akurat.

Katakunci: *Peramalan ; Artificial Neural Network2; Fuzzy Time Series ; Saham ; Akurasi*

PENDAHULUAN

Peramalan merupakan kegiatan memprediksi keadaan masa depan berdasarkan informasi atau data masa lalu dengan jangka waktu yang relatif lama. Tujuan dari model peramalan sendiri yaitu untuk mengidentifikasi pola pada data masa lalu untuk memprediksi data masa depan. Ramalan merupakan komponen yang sangat penting dalam pengambilan keputusan (Safitri et al., 2018). Peramalan harga saham adalah bidang yang paling sulit karena penyimpangan (Wang, 2018). Saham merupakan suatu aset yang dijual belikan oleh perusahaan di pasar saham. Aktivitas transaksi antar investor (orang yang memberikan modal dengan harapan menerima pengembalian finansial, bahkan lebih dari apa yang ditanamkan sebelumnya) di pasar saham, menyebabkan harga saham mengalami fluktuasi (terjadinya naik turunnya harga saham). Menurut (Haryono et al., 2020), saham adalah instrumen pasar saham yang menawarkan tingkat keuntungan yang paling menarik serta paling banyak diminati. Peramalan harga saham merupakan topik yang penting dalam analisis keuangan, terutama di masa ketidakpastian seperti pasca-pandemi COVID-19.

Salah satu metode dalam perhitungan peramalan yaitu menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) yang mana metode tersebut tidak kalah baiknya dalam menganalisis perhitungan peramalan khususnya dalam perhitungan peramalan harga penutupan saham. *Artificial Neural Network* (ANN) adalah salah satu metode machine learning yang dikenal karena kemampuannya dalam menangani data yang kompleks dan *non-linear*. Prinsip kerja ANN terinspirasi dari prinsip kerja sistem jaringan saraf (neural network) manusia (Gershenson, 2003). Para ilmuwan menciptakan algoritma matematis yang bekerja menyerupai pola kerja saraf (neuron) tersebut, maka digunakanlah nama Artificial Neural Network, atau dalam Bahasa Indonesia biasa disebut Jaringan Saraf Tiruan (JST). ANN meniru cara kerja jaringan saraf biologis dalam memproses informasi, di mana jaringan ini mampu mempelajari pola dari data historis melalui proses pelatihan. Secara umum, lapisan pada arsitektur ANN ada tiga lapisan (*layer*) yaitu *input layer*, *hidden layer*, *output layer*. Setiap lapisan tersebut dapat memiliki jumlah *node* dan *neuron* yang berbeda-beda. Aplikasi *Artificial Neural Network* (ANN) adalah salah satu teknologi yang digunakan dalam bidang kecerdasan buatan untuk meniru cara kerja otak manusia. ANN digunakan dalam berbagai aplikasi di berbagai industri, termasuk pengelolaan risiko keuangan

Sementara itu, *Fuzzy Time Series* (FTS) adalah metode peramalan yang berdasarkan pada teori himpunan fuzzy yang pertama kali diperkenalkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993. Pendekatan ini dikembangkan untuk menangani data yang bersifat kabur dan tidak pasti, yang seringkali ditemui dalam fenomena ekonomi dan sosial. Perhitungan dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* juga dapat memecahkan permasalahan peramalan yang data historisnya memiliki nilai-nilai kebahasaan (Nugroho, 2016). Diperoleh kesimpulan bahwa FTS memungkinkan pengambilan keputusan berdasarkan informasi yang tidak sepenuhnya pasti. Beberapa varian dari FTS, seperti model *Chen, Cheng, dan Markov Chain*,

telah diusulkan untuk meningkatkan akurasi prediksi dalam berbagai aplikasi, termasuk peramalan harga saham. Masing-masing model memberikan langkah-langkah yang berbeda untuk melakukan perhitungan peramalan suatu data. Model *Fuzzy Time Series Chen* dikembangkan ketika model *Fuzzy Time Series Song and Chissom* memberikan hasil dengan akurasi yang rendah (Song et al., 1994). Model *Cheng* dan model *Markov Chain* keduanya merupakan sama-sama perkembangan dari model *Chen*. *Fuzzy Time Series Markov Chain* (FTSMC) merupakan konsep baru dan pertama kali dikemukakan oleh Rue-Chyn Tsaur pada tahun 2012.

Model *Chen* adalah salah satu varian awal dari FTS yang menyederhanakan proses penghitungan dengan memanfaatkan aturan fuzzy untuk membentuk relasi logika fuzzy (*Fuzzy Logical Relationship/FLR*) dari data historis. Dalam model *Chen*, relasi antara data historis diformulasikan dalam bentuk aturan-aturan yang kemudian digunakan untuk melakukan prediksi terhadap data masa depan. Model *Cheng*, di sisi lain, memperbaiki model *Chen* dengan memperkenalkan metode pembobotan pada FLR, sehingga memberikan pengaruh lebih besar terhadap data yang lebih relevan dalam peramalan. *Markov Chain* digunakan untuk memperbaiki akurasi FTS dengan menggabungkan konsep probabilitas dalam memprediksi transisi antar interval data. Dengan model ini, pola transisi antar kondisi fuzzy dianalisis untuk menentukan probabilitas transisi dari satu keadaan ke keadaan lainnya, sehingga menghasilkan prediksi yang lebih akurat.

Pandemi virus Covid-19 pertama kali muncul di negara China wilayah Wuhan, Tiongkok. *World Health Organization* (WHO) resmi menetapkan *Corona Virus Disease* (Covid-19) pada tanggal 12 Februari 2020. Virus Covid-19 disebabkan oleh SARS-COV2 yang mana termasuk dalam keluarga besar corona virus yang sama dengan penyebab SARS pada tahun 2003, hanya saja berbeda jenis virusnya (Lukman et al., 2020). Angka kematian serta tingkat penyebarannya jauh lebih cepat dan luas virus Covid-19 dibandingkan virus SARS. Penambahan jumlah kasus Covid-19 berlangsung cepat dari Wuhan hingga ke negara lain, sehingga negara-negara lain mulai mengambil kebijakan baru yaitu menerapkan konsep penguncian jarak (*lockdown*) dan membatasi jarak sosial (*social distancing*) (Lukman et al., 2020). Negara Indonesia juga termasuk negara yang menerapkan kebijakan *lockdown* dan juga *social distancing*. Setelah diputuskannya penerapan kebijakan baru tersebut karena pandemi yang semakin parah, sehingga pemerintah menganjurkan untuk *stay at home* untuk mengurangi penyebaran virus Covid-19. Beberapa aktifitas, seperti sekolah, bekerja dan lain sebagainya dilakukan di rumah saja secara daring atau *work from home* (WFO). Kebijakan ini mendorong komunitas masyarakat secara keseluruhan untuk mencari aplikasi yang dapat digunakan untuk terus menyediakan berita, bersosialisasi, bekerja dan juga sekolah di dalam rumah saja. Aplikasi yang banyak digunakan yaitu *Whatsapp*, *Microsort team*, dan *Zoom*. Menurut survei *Alvara research center*, persen responden menggunakan aplikasi *Zoom* untuk berkomunikasi secara virtual melalui *video conference* di Indonesia (Dwi, 2020).

Aplikasi Zoom merupakan aplikasi teknologi video yang dapat digunakan untuk komunikasi. Dimana jaringan internet harus terhubung agar bisa menggunakan aplikasi Zoom. Singkatnya aplikasi Zoom adalah sebuah *platform online* yang membuat berbagai fitur untuk kebutuhan rapat, seminar, hingga diskusi (Dika, 2022). Aplikasi Zoom bisa digunakan menggunakan *handphone*, komputer, laptop maupun *notebook*. Penggunaan aplikasi Zoom di masa Pandemi Covid-19 yang semakin banyak pelanggan karena banyaknya aktivitas yang harus dikerjakan dirumah saja atau *work from home* (WFO) tentu saja memberikan dampak positif terhadap saham Zoom Video Communication, Inc (ZM). Saham Zoom Video Communication, Inc (ZM) berasal dari pasar saham Amerika yaitu *National Association of Securities Dealers Automated Quotations Stock Market* (NASDAQ). NASDAQ berada pada posisi kedua dalam daftar bursa efek menurut kapitalisasi pasar saham di bawah Bursa Efek New York. Salah satu dampak positif adanya fenomena covid-19 bagi saham Zoom Video Communication, Inc (ZM) yaitu terjadinya peningkatan penjualan dan harga saham di tahun 2020. Penjualan meningkat persen dibandingkan tahun lalu sebelum covid-19. Kemudian, pada September 2020, harga saham naik menjadi persen. Tahun 2021, keuntungan diharapkan meningkat sebesar sebesar persen (Hayati et al., 2022). Beberapa pihak berpendapat, harga saham Zoom Video Communication, Inc (ZM) pada tahun 2022 akan naik. Namun, seiring berjalannya waktu pandemi covid-19 membaik dan investor mengkhawatirkan penurunan harga saham Zoom Video Communication, Inc (ZM). Hal ini yang yang mendasari penting dilakukannya peramalan harga penutupan saham Zoom Video Communication, Inc (ZM). Data harga penutupan saham (*close*) dijadikan variabel pada penelitian ini karena data tersebut dijadikan sebagai acuan untuk harga pembukaan saham besok hari. Cara mudah meminimalisir risiko saat berinvestasi saham yaitu dengan melihat posisi keuangan perusahaan atau perubahan harga saham.

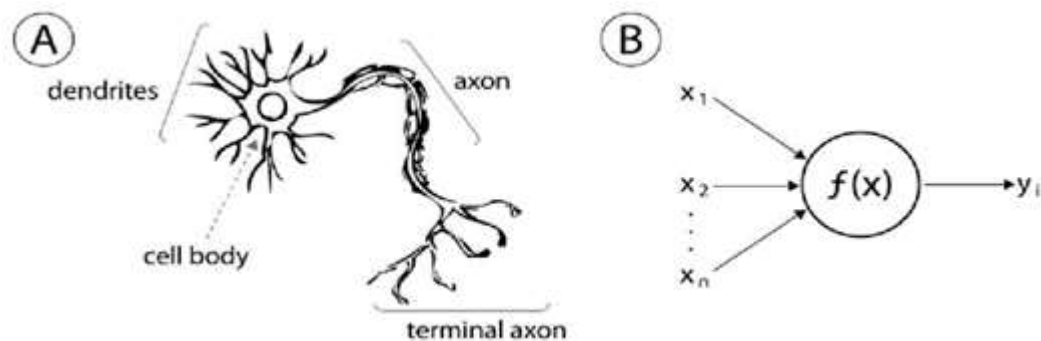
Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbandingan akurasi antara metode ANN dan FTS model Chen, Cheng, dan Markov Chain dalam memprediksi harga penutupan saham Zoom Video Communications, Inc. Perbandingan ini dilakukan dengan menggunakan matrik evaluasi kesalahan prediksi seperti *Root Mean Squared Error* (RMSE), *Mean Squared Error* (MSE) dan *Mean Squared Error* (MAPE). Penggunaan beberapa metrik evaluasi ini penting untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai performa masing-masing metode dalam memprediksi harga saham. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfokus pada satu aspek kesalahan prediksi, tetapi juga mempertimbangkan berbagai sudut pandang dalam mengukur akurasi peramalan.

METODE PENELITIAN

Peramalan harga saham merupakan topik yang penting dalam analisis keuangan, terutama di masa ketidakpastian seperti pasca Covid-19. Salah satu metode dalam perhitungan

peramalan yaitu menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) yang mana metode tersebut tidak kalah baiknya dalam menganalisis perhitungan peramalan khususnya dalam perhitungan peramalan harga penutupan saham. *Artificial Neural Network* (ANN) adalah salah satu metode machine learning yang dikenal karena kemampuannya dalam menangani data yang kompleks dan *non-linear*. Prinsip kerja ANN terinspirasi dari prinsip kerja sistem jaringan saraf (neural network) manusia (Gershenson, 2003). Bagian metode penelitian berisi metode-metode yang digunakan dalam pengumpulan data penelitian yang dipaparkan secara rinci. Naskah dengan data penelitian dalam jumlah besar yang tersimpan dalam basis data yang dapat diakses secara umum harus mencantumkan informasi spesifik mengenai basis data tersebut dan kode aksesnya.

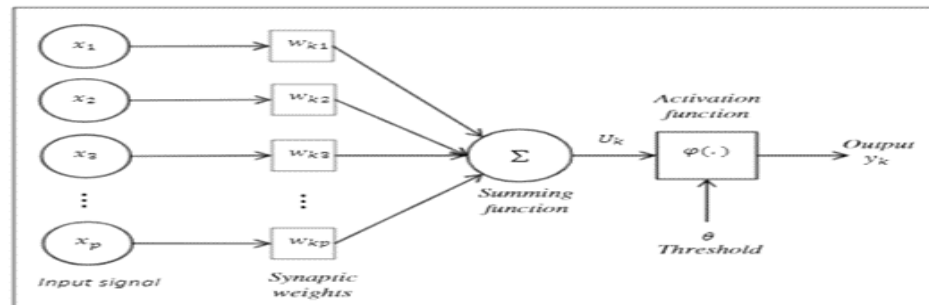
Neural network terinspirasi dari neuron otak manusia dan terdiri dari neuron buatan yang dikonfigurasi untuk melakukan tugas komputasi. *neural network* sangat baik dalam memecahkan masalah yang sulit diselesaikan oleh komputer dengan menggunakan teknik standar seperti pengenalan pola dan analisis prediktif (Tyagi & Abraham, 2022). Prinsip kerja ANN terinspirasi dari prinsip kerja sistem jaringan saraf (neural network) manusia (Gershenson, 2003). Para ilmuwan menciptakan algoritma matematis yang bekerja menyerupai pola kerja saraf (neuron) tersebut, maka digunakanlah nama *Artificial Neural Network*, atau dalam Bahasa Indonesia biasa disebut Jaringan Saraf Tiruan (JST). Gambar.1 dibawah menggambarkan kemiripan arsitektur ANN dengan dengan sistem jaringan saraf pada tubuh manusia.



Gambar 1. Jaringan Syaraf Manusia vs ANN
(Sumber: Tyagi, A. K., & Abraham, A., 2022)

Label A pada gambar diatas merupakan struktur susunan sel neuron pada tubuh manusia. Sel neuron berfungsi sebagai pengantar informasi dari satu sel, ke sel lainnya. Label B menggambarkan struktur ANN, dimana juga terdapat tiga bagian didalamnya yaitu input layer, hidden layer dan output layer. Informasi akan diterima oleh input layer menggunakan bobot yang ditentukan. Bobot akan dikumpulkan dan diakumulasikan oleh hidden layer. Kemudian hasil penjumlahan tersebut dibandingkan dengan threshold yang ditentukan sebagai

nilai aktivasi. Informasi yang masuk memenuhi syarat akan dilanjutkan ke output layer (S. F. dos Reis Alves, 2017).



Gambar 2. Model Matematis Non-Linier dari Suatu Neuron
 (Sumber: Tyagi, A. K., & Abraham, A., 2022)

Gambar 2 merupakan model matematis non-linier dimana serangkaian *input signal* disimbolkan dengan $x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$ merupakan bobot-bobot sinaptik dari neuron disini sebagai *linier combiner output* yang menjumlahkan bobot dan *input*. Fungsi aktivasi yang disimbolkan dengan $\varphi(\cdot)$ merupakan *threshold* atau nilai batasan dan y_k merupakan sinyal *output* dari neuron. Penggunaan *threshold* nantinya memberikan pengaruh terhadap *output* dari *linear combiner*.

$$U_k = \sum_{j=1}^p w_{kj} x_p \quad (1)$$

$$y_k = \varphi(U_k - \theta_k) \quad (2)$$

Berdasarkan persamaan 2.2 dan 2.3, dapat didefinisikan bahwa w_{kj} merupakan bobot antara *input* dan *output layer* ke pj ($p = 1, 2, \dots, n$) dan ($j = 1, 2, \dots, n$), sedangkan untuk nilai x_p merupakan *input* ke p ($p = 1, 2, \dots, n$). Berikut adalah langkah-langkah peramalan menggunakan metode *Artificial Neural Network (ANN) Backpropagation* yaitu sebagai berikut.

- 1) *Preprocessing Data*.
- 2) *Pemilihan Model*.
- 3) *Pengujian Model*.
- 4) Menghitung hasil peramalan metode ANN menggunakan algoritma *Backpropagation*.
- 5) Menguji keakuratan hasil peramalan, pada penelitian ini menggunakan RMSE, MSE dan MAPE.

Metode peramalan lainnya yaitu metode *Fuzzy Time Series*. *Fuzzy Time Series* diperkenalkan oleh Song dan Chissom (1993) yang merupakan konsep untuk memprediksi masalah dimana data aktual terbentuk dalam nilai-nilai linguistik. *Fuzzy Time Series*

merupakan metode peramalan yang menggunakan prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Peramalan dengan perhitungan *Fuzzy Time Series* mampu menghasilkan pola dari data historis dan menggunakannya untuk memproyeksikan data masa depan. Peramalan dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* tidak memiliki uji hipotesis dan dapat diterapkan secara luas pada data *real-time*.

Metode *Fuzzy Time Series* memiliki beberapa keunggulan diantaranya yaitu proses perhitungannya yang tidak memerlukan komposisi yang kompleks semacam genetika algoritma maupun juga jaringan syaraf tiruan yang mana lebih mudah untuk dikembangkan. Perhitungan dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* juga dapat memecahkan permasalahan peramalan yang data historisnya memiliki nilai-nilai kebahasaan (Nugroho, 2016). Perkembangan ilmu yang selalu berkembang menyebabkan metode *Fuzzy Time Series* juga mengalami perkembangan yang cukup pesat.

Beberapa perkembangan dari metode *Fuzzy Time Series* diantaranya yaitu adanya model Chen, Cheng, dan Markov Chain. Masing-masing model memberikan langkah-langkah yang berbeda untuk melakukan perhitungan peramalan suatu data. Model *Fuzzy Time Series* Chen dikembangkan ketika model *Fuzzy Time Series* Song and Chissom memberikan hasil dengan akurasi yang rendah (Song & Chissom, 1994). Model Cheng dan model Markov Chain keduanya merupakan sama-sama perkembangan dari model Chen. *Fuzzy Time Series* Markov Chain (FTSMC) merupakan konsep baru dan pertama kali dikemukakan oleh Rue-Chyn Tsaur pada tahun 2012. Model Chen adalah salah satu varian awal dari FTS yang menyederhanakan proses penghitungan dengan memanfaatkan aturan *fuzzy* untuk membentuk relasi logika *fuzzy* (*Fuzzy Logical Relationship/FLR*) dari data historis. Model Chen, relasi antara data historis diformulasikan dalam bentuk aturan-aturan yang kemudian digunakan untuk melakukan prediksi terhadap data masa depan. Model Cheng di sisi lain memperbaiki model Chen dengan memperkenalkan metode pembobotan pada FLR, sehingga memberikan pengaruh lebih besar terhadap data yang lebih relevan dalam peramalan. Markov Chain digunakan untuk memperbaiki akurasi FTS dengan menggabungkan konsep probabilitas dalam memprediksi transisi antar interval data. Dengan model ini, pola transisi antar kondisi *fuzzy* dianalisis untuk menentukan probabilitas transisi dari satu keadaan ke keadaan lainnya, sehingga menghasilkan prediksi yang lebih akurat. Langkah umum analisis perhitungan peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* yaitu sebagai berikut.

- 1) *Preprocessing* Data
- 2) Mendefinisikan himpunan semesta U dari data historis yang digunakan dalam penelitian.
- 3) Menentukan jumlah kelas interval dan panjang kelas interval.
- 4) Mendefinisikan himpunan *Fuzzy* dari himpunan semesta U .
- 5) Melakukan *Fuzzifikasi* pada data historis yang digunakan dalam penelitian.

- 6) Membentuk *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logical Relationships Group* (FLRG).
- 7) Melakukan peramalan sesuai model *Fuzzy Time Series* (FTS).
- 8) Menguji keakuratan hasil peramalan, pada penelitian ini menggunakan RMSE, MSE dan MAPE.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahasan akan dibahas tentang karakteristik data yang dicerminkan pada statistika deskriptif. Selainitu, dijelaskan langkah-langkah daalam menentukan hasil peramalan menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) dengan algoritma *Backpropagation* dan *Fuzzy Time Series* (FTS) model *Chen, Cheng*, serta *Marcov Chain*. Penelitian ini berbantu *software Python*.

1) Statistika Deskriptif

Data penelitian ini menggunakan data harga penutupan saham *Zoom Video Communications, Inc* (ZM) dimulai dari periode 5 Juli 2019 sampai 4 Januari 2024. Preprocessing data menunjukkan bahwa data saham *Zoom Video Communications, Inc* (ZM) aman tidak ada data yang hilang. Data saham *Zoom Video Communications, Inc* (ZM) berjumlah 1333 data. Nilai minimum sebesar \$59,29 dan nilai maksimumnya sebesar \$568,34. Plot data harga penutupan saham *Zoom Video Communications, Inc* (ZM) ditunjukan pada Gambar 3.



Gambar 3. Plot Data
(Sumber: Python, 2024)

2) Preprocessing Data

Langkah pertama adalah mencari dan mengumpulkan data historis harga saham *Zoom Video Communication, Inc* (ZM) dari periode 5 Juli 2019 sampai 4 Januari 2024 diperoleh dari publikasi internet yang bersumber di <https://finance.yahoo.com/>. Selanjutnya pembagian data menjadi data *training* dan data *testing*. Dalam penelitian ini data dibagi menjadi 80% untuk data *training* dan sisanya

20% untuk data *testing*. Data latih dari periode 5 Juli 2019 sampai 30 Desember 2022 dan data uji dimulai dari periode 3 Januari 2023 sampai 4 Januari 2024, sehingga data latih yang digunakan dalam penelitian sebanyak 907 data dan data uji sebanyak 227 data.

Tabel 1. Data Latih (*Training*)

Date	Data Latih
(1)	(2)
05/07/2019	91,879997
08/07/2019	90,760002
09/07/2019	90,930000
10/07/2019	92,720001
11/07/2019	91,400002
...	...
02/2/2023	82,839996
03/2/2023	79,540001
06/2/2023	77,070000
07/2/2023	84,660004
08/02/2023	79,349998

(Sumber: Python, 2024)

Tabel 2. Data Uji (*Testing*)

Date	Data Uji
(1)	(2)
09/07/2023	76,769997
10/07/2023	74,209999
13/07/2023	76,480003
14/07/2023	77,900002
15/07/2023	80,769997
...	...
28/12/2023	73,089996
29/12/2023	71,910004
02/01/2024	69,150002
03/01/2024	67,169998
04/01/2024	66,900002

(Sumber: Python, 2024)

3) Implementasi *Artificial Neural Network* (ANN)

1. Pemilihan Model.

Setelah data dibagi menjadi data latih dan data uji, langkah selanjutnya yaitu pemilihan model ANN. Lapisan pertama memiliki 50 neuron dan fungsi aktivasi ReLU (*Rectified Linear Unit*) digunakan untuk lapisan ini. Fungsi ini membuat nilai negatif menjadi nol dan menjaga nilai positif. Lapisan kedua dengan 25 neuron dan fungsi aktivasi ReLU.

Tabel 3. Deskripsi Model

Komponen	Nilai
(1)	(2)
Jumlah Hiden Layer	2
Neuron di Layer 1	50
Neuron di Layer 2	25
FungsiAktivasi	ReLU
Optimizer	Adam
Loss Function	Mean Squared Error (MSE)
Epoch	100
Batch Size	10

2. Pengujian Model.

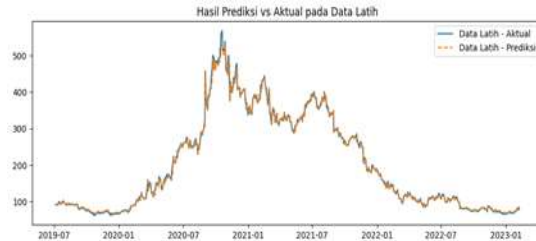
```
# Train the model
history = model.fit(X_train, y_train, epochs=100, batch_size=32, validation_data=(X_test, y_test)) #
Proses pelatihan dengan data latih dan validasi
```

Saat model dilatih (`model.fit()`), *backpropagation* dijalankan untuk memperbarui bobot jaringan berdasarkan kesalahan prediksi. `Model.fit` adalah fungsi yang digunakan untuk melatih model dengan data input (`X_train`) dan target/output (`y_train`). **epochs=100** menentukan jumlah *epoch* (siklus penuh pelatihan model pada keseluruhan data latih). Di sini, model akan melakukan 100 kali iterasi penuh melalui seluruh data latih untuk menyempurnakan bobot dan bias dalam jaringan. **batch_size=32** mengacu pada ukuran batch, yaitu jumlah sampel data latih yang digunakan dalam satu kali pembaruan bobot. Dalam setiap *epoch*, data dibagi menjadi batch berukuran 32, yang diproses satu per satu. **validation_data=(X_test, y_test)** memberikan data uji (`X_test, y_test`) sebagai data validasi, yang akan digunakan untuk mengevaluasi performa model di setiap *epoch* tanpa mempengaruhi bobot model. Hal ini membantu memantau kinerja model dan mendeteksi masalah seperti *overfitting*.

- Menghitung hasil peramalan metode ANN menggunakan algoritma *Backpropagation*. Berikut hasil peramalan harga penutupan saham *Zoom Video Communication, Inc (ZM)* menggunakan metode ANN dengan algoritma *Backpropagation*.

Tabel 4. Hasil Peramalan Data Latih Metode ANN

Date	Data Aktual	Peramalan Data Latih
(1)	(2)	(3)
05/07/2019	91,879997	NaN
08/07/2019	90,760002	91,327629
09/07/2019	90,930000	90,216011
10/07/2019	92,720001	90,384727
11/07/2019	91,400002	92,161362
...	...	...
02/02/2023	82,839996	78,048378
03/02/2023	79,540001	83,622955
06/02/2023	77,070000	80,812546
07/02/2023	84,660004	78,709015
08/02/2023	79,349998	85,172943



Gambar 4 Plot Perbandingan Data Aktual vs Peramalan Data Latih
 (Sumber: Python, 2024)

Tabel 5. Hasil Peramalan Data Uji Metode ANN

Date	Data Aktual	Peramalan Data Uji
(1)	(2)	(3)
09/07/2023	76,769997	NaN
10/07/2023	74,209999	75,702087
13/07/2023	76,480003	76,273308
14/07/2023	77,900002	78,206543
15/07/2023	80,769997	79,415871
...	...	...
28/12/2023	73,089996	75,864540
29/12/2023	71,910004	75,319481
02/01/2024	69,150002	74,314552
03/01/2024	67,169998	71,964027
04/01/2024	66,900002	70,365425



Gambar5 Plot Perbandingan Data Aktual vs Peramalan Data Uji
 (Sumber: Python, 2024)

- Menghitung keakuratan hasil peramalan, pada penelitian ini menggunakan RMSE, MSE dan MAPE.

Terakhir lmenghitung ukuran ketepatan peramalan menggunakan perhitungan *R Square Score* (R^2), *Root Mean Squared Error* (RMSE), *Mean Squared Error* (MSE) dan *Mean Squared Error* (MAPE). Berikut hasil ukuran ketepatan peramalan menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) *Backpropagation*.

Tabel 6. Hasil Akurasi Peramalan Metode ANN Backpropagation

		RMSE	MSE	MAPE
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ANN	Train	10,5446	111,1888	2,9187%
Backpropagation	Test	1,6728	2,7984	1,9852%

(Sumber: Python, 2024)

4) Implementasi Fuzzy Time Series (FTS)

Perhitungan peramalan harga penutupan saham menggunakan metode Fuzzy Time Series dengan tiga model, yaitu Model Chen, Model Cheng dan yang ketiga Model Marcov Chain. Langkah umum analisis perhitungan peramalan menggunakan metode Fuzzy Time Series yaitu sebagai berikut:

1. Mencari dan mengumpulkan data historis.

Langkah pertama adalah mencari dan mengumpulkan data historis harga saham Zoom Video Communication, Inc (ZM) dari periode 5 Juli 2019 sampai 4 Januari 2024 diperoleh dari publikasi internet yang bersumber di <https://finance.yahoo.com/>.

2. Mendefinisikan himpunan semesta U dari data historis yang digunakan dalam penelitian.

Nilai minumnya sebesar 59,29 dan nilai maksimalnya sebesar 568,34 dan untuk nilai minimal baru sebesar 59 dan nilai maksimal barunya sebesar 569.

Rumus menentukan himunan semesta pembicaraan (U):

$$U = [X_{min} - D_1; X_{max} + D_2] \quad (7)$$

$$U = [59; 569]$$

3. Menentukan jumlah kelas interval dan panjang kelas interval.

semesta pembicaraan (U) dibagi menjadi beberapa bagian dengan interval yang sama dengan rumus berikut ini:

$$n = 1 + 3.322 \log N \quad (8)$$

$$n = 11$$

Lalu setelah mendapatkan nilai banyaknya interval yaitu menghitung panjang kelas interval.

Rumusnya sebagai berikut:

$$l = \frac{[(X_{max} + D_2) - (X_{min} - D_1)]}{n} \quad (9)$$

$$l = 46$$

Tabel 7. Mendefinisikan himpunan Fuzzy

Semesta pembicara	Batas Bawah	Batas Atas	Nilai Tengah
(1)	(2)	(3)	(4)
U_1	59,290	105,567	82,429
U_2	105567	151,845	128,706
U_3	151,845	198,122	174,983
U_4	198,122	244,399	221,260
U_5	244,399	290,676	267,538
U_6	290,676	336,954	313,815
U_7	336,954	383,231	360,092
U_8	383,231	429,508	406,370
U_9	429,508	475,785	452,647
U_{10}	475,785	522,063	498,924
U_{11}	522,063	568,340	545,201

(Sumber: Python, 2024)

4. Mendefinisikan himpunan *Fuzzy* dari himpunan semesta U .

$$A_1 = \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0}{u_{10}} + \frac{0}{u_{11}}$$

$$A_2 = \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0}{u_{10}} + \frac{0}{u_{11}}$$

(10)

.

.

$$A_{11} = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0,5}{u_{10}} + \frac{1}{u_{11}}$$

5. Melakukan *Fuzzifikasi* pada data historis yang digunakan dalam penelitian

Fuzzifikasi adalah proses mengidentifikasi data ke dalam himpunan *fuzzy*. Jika data historis yang dikumpulkan termasuk ke dalam suatu interval u_i , dengan kata lain data tersebut disebut *defuzzifikasi* ke dalam himpunan A_i .

Tabel 8. Fuzzyfikasi

No	Periode	NTP	Fuzzyfikasi
(1)	(2)	(3)	(4)
1	08/07/2019	105,232	A_1
2	09/07/2019	105,232	A_1
3	10/07/2019	105,232	A_1
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
1132	03/01/2024	105,232	A_1
1133	04/01/2024	105,232	A_1

(Sumber: Python, 2024)

6. Membentuk *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logical Relationships Group* (FLRG)
 Buat *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) dengan menghubungkan *fuzzy set* saat ini
 dengan *fuzzy set* selanjutnya. *Dictionary* yang berisi *fuzzy set* sebagai kunci dan daftar *fuzzy set*
 berikutnya sebagai nilainya.

Tabel 9. FLR dan FLRG

Current State	FLR	FLRG
(1)	(2)	(3)
A_1	$535(A_1), 11(A_2)$	$A_1 \rightarrow 535(A_1), 11(A_2)$
A_2	$11(A_1), 141(A_2), 7(A_3)$	$A_2 \rightarrow 11(A_1), 141(A_2), 7(A_3)$
A_3	$7(A_2), 48(A_3), 2(A_4)$	$A_3 \rightarrow 7(A_2), 48(A_3), 2(A_4)$
A_4	$2(A_3), 22(A_4), 2(A_5)$	$A_4 \rightarrow 2(A_3), 22(A_4), 2(A_5)$
A_5	$2(A_4), 83(A_5), 3(A_6)$	$A_5 \rightarrow 2(A_4), 83(A_5), 3(A_6)$
A_6	$3(A_5), 56(A_6), 7(A_7), A_9$	$A_6 \rightarrow 3(A_5), 56(A_6), 7(A_7), A_9$
A_7	$9(A_6), 66(A_7), 9(A_8)$	$A_7 \rightarrow 9(A_6), 66(A_7), 9(A_8)$
A_8	$11(A_7), 51(A_8), 4(A_9)$	$A_8 \rightarrow 11(A_7), 51(A_8), 4(A_9)$
A_9	$3(A_8), 13(A_9), 3(A_{10})$	$A_9 \rightarrow 3(A_8), 13(A_9), 3(A_{10})$
A_{10}	$2(A_8), 3(A_9), 12(A_{10}), 4(A_{11})$	$A_{10} \rightarrow 2(A_8), 3(A_9), 12(A_{10}), 4(A_{11})$
A_{11}	$4(A_{10}), 3(A_{11})$	$A_{11} \rightarrow 4(A_{10}), 3(A_{11})$

(Sumber: Python, 2024)

7. Melakukan peramalan sesuai model *Fuzzy Time Series* (FTS)
 Pertama perhitungan peramalan menggunakan *Fuzzy Time Series* (FTS) model *Chen*. Model
Chen adalah salah satu varian awal dari FTS yang menyederhanakan proses penghitungan
 dengan memanfaatkan aturan *fuzzy* untuk membentuk relasi logika *fuzzy* (*Fuzzy Logical*
Relationship/FLR) dari data historis. Berikut hasil peramalannya. Model *Chen*, relasi antara data
 historis diformulasikan dalam bentuk aturan-aturan yang kemudian digunakan untuk
 melakukan prediksi terhadap data masa depan. Model *Cheng* di sisi lain memperbaiki model
Chen dengan memperkenalkan metode pembobotan pada FLR, sehingga memberikan pengaruh
 lebih besar terhadap data yang lebih relevan dalam peramalan. *Markov Chain* digunakan untuk

memperbaiki akurasi FTS dengan menggabungkan konsep probabilitas dalam memprediksi transisi antar interval data. Model ini, pola transisi antar kondisi *fuzzy* dianalisis untuk menentukan probabilitas transisi dari satu keadaan ke keadaan lainnya, sehingga menghasilkan prediksi yang lebih akurat. Berikut hasil peramalannya.

Tabel 10. Hasil Peramalan Data Latih Metode FTS

Date	Data Latih	Peramalan Data Latih <i>Chen</i>	Peramalan Data Latih <i>Cheng</i>	Peramalan Data Latih <i>Marcov chain</i>
(1)	(2)	(4)	(5)	(6)
05/07/2019	91,879997	NaN	NaN	NaN
08/07/2019	90,760002	81,883157	80,438483	87,317001
09/07/2019	90,930000	81,883157	80,438483	87,317001
10/07/2019	92,720001	81,883157	80,438483	87,317001
11/07/2019	91,400002	81,883157	80,438483	87,317001
...	...	...	...	...
02/02/2023	82,839996	81,883157	80,438483	289,853012
03/02/2023	79,540001	81,883157	80,438483	289,853012
06/02/2023	77,070000	81,883157	80,438483	289,853012
07/02/2023	84,660004	81,883157	80,438483	289,853012
08/02/2023	79,349998	81,883157	80,438483	289,853012

(Sumber: Python, 2024)

Tabel 11. Hasil Peramalan Data Uji Metode FTS

Date	Data Uji	Peramalan Data Latih Chen	Peramalan Data Latih Cheng	Peramalan Data Latih Marcov chain
(1)	(2)	(4)	(5)	(6)
09/07/2023	76,769997	NaN	NaN	NaN
10/07/2023	74,209999	81,883157	80,438483	87,317001
13/07/2023	76,480003	81,883157	80,438483	87,317001
14/07/2023	77,900002	81,883157	80,438483	87,317001
15/07/2023	80,769997	81,883157	80,438483	87,317001
...	...	...	...	...
28/12/2023	73,089996	81,883157	80,438483	87,317001
29/12/2023	71,910004	81,883157	80,438483	87,317001
02/01/2024	69,150002	81,883157	80,438483	87,317001
03/01/2024	67,169998	81,883157	80,438483	87,317001
08/02/2023	79,349998	81,883157	80,438483	87,317001

(Sumber: Python, 2024)

Tabel 4.12 Hasil Akurasi Ketiga Model FTS

		RMSE	MSE	MAPE
(1)	(2)	(4)	(5)	(6)
FTS Chen	Train	63,3585	4014,3058	11,0804%
	Test	14,2914	204,2442	20,5718%
FTS Cheng	Train	69,4725	4826,4303	11,1857%
	Test	12,9082	166,6229	18,4481%
FTS Marcov Chain	Train	172,0921	29615,7200	114,7242%
	Test	45,0893	2033,0510	52,1006%

(Sumber: Python, 2024)

4) Hasil Akurasi

Pada penelitian ini akurasi menggunakan perhitungan *Root Mean Squared Error* (RMSE), *Mean Squared Error* (MSE) dan *Mean Squared Error* (MAPE). Berikut hasil akurasi dari setiap

peramalan menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) *Backpropagation* dengan *Fuzzy Time Series* (FTS) Model *Chen*, *Cheng*, dan *Marcov Chain*.

Tabel 4.13 Hasil Akurasi Permalan Keempat Metode

		RMSE	MSE	MAPE
Ann	<i>Train</i>	10,5446	111,1888	2,9187%
Backpropagation	<i>Test</i>	1,6728	2,7984	1,9852%
FTS Chen	<i>Train</i>	63,3585	4014,3058	11,0804%
	<i>Test</i>	14,2914	204,2442	20,5718%
FTS Cheng	<i>Train</i>	69,4725	4826,4303	11,1857%
	<i>Test</i>	12,9082	166,6229	18,4481%
FTS	<i>Train</i>	1720921	29615,7200	114,7242%
Marcov Chain	<i>Test</i>	45,0893	2033,0510	52,1006%

(Sumber: Python, 2024)

Berdasarkan Tabel 4.13, metode ANN *Backpropagation* menunjukkan performa terbaik dengan tingkat kesalahan yang rendah baik untuk data latih maupun data uji dimana masing masing hasil akurasiya yaitu RMSE (10,5446; 1,6728), MSE (111,1888; 2,798), dan MAPE (2,9187%; 1,9852%), mengindikasikan bahwa metode ini andal dalam memprediksi data. Sementara itu, metode *Fuzzy Time Series* (FTS) model *Chen* dan *Cheng* memiliki performa cukup baik pada data latih, namun keduanya mengalami penurunan akurasi yang signifikan pada data uji. Hasil untuk metode *Fuzzy Time Series* (FTS) model *Markov Chain* menunjukkan performa terburuk kesalahan yang sangat tinggi pada kedua data baik data latih maupun data uji.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perbandingan akurasi peramalan diperoleh bahwa metode *Artificial Neural Network* (ANN) dengan Algoritma *Backpropagation* menghasilkan nilai evaluasi metode terbaik dengan perolehan akurasi masing-masing data baik data latih maupun data uji yaitu RMSE (10,5446; 1,6728), MSE (111,1888; 2,7984), dan MAPE (2,9187%; 1,9852%), mengindikasikan bahwa metode ini andal dalam memprediksi. Hasil akurasi untuk metode *Fuzzy Time Series* (FTS) model *Chen*, *Cheng*, dan *Marcov Chain* dengan perolehan MAPE masing-masing untuk data latih dan data uji sebesar (11.0804%; 20.5718%), (11.1857%; 18,4481%), (114.7242%; 52,1006%).

DAFTAR PUSTAKA

- Adebiyi, A. A., Adewumi, A. O., & Ayo, C. K. (2014). Comparison of ARIMA and Artificial Neural Networks Models for Stock Price Prediction. *Journal of Applied Mathematics*, 2014(1), 614342. <https://doi.org/10.1155/2014/614342>
- Arkov, V., Kulikov, G. G., & Breikin, T. V. (1999). Fuzzy markov modeling in automatic control of complex dynamic systems. *Manufacturing Systems*, 287–289.
- Chu, H. H., Chen, T. L., Cheng, C. H., & Huang, C. C. (2009). Fuzzy dual-factor time-series for stock index forecasting. *Expert Systems with Applications*, 36(1), 165–171. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2007.09.037>
- Daily Social. <https://dailysocial.id/post/apa-itu-zoom>
- Dika Permana. (2022, October 25). *Zoom Meeting: Pengertian, Kelebihan dan Cara Menggunakannya*. Tedas.Id. <https://tedas.id/teknologi/tutorial/zoom-meeting/>
- Dwi Hadya, J. (2020). *Zoom Jadi Aplikasi Favorit untuk Komunikasi Virtual Selama Pandemi*. Databoks. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2020/10/05/zoom-jadi-aplikasi-favorit-untuk-komunikasi-virtual-selama-pandemi>
- finamafazah, Maharani, B. T. D., Anistya, M., & Khaulasari, H. (2023). Prediksi Harga Saham PT Bank BCA Menggunakan Metode Artificial Neural Network. *Jurnal Algebra*, 4(2), 119–126. <https://doi.org/10.29080/ALGEBRA.V4I2.318>
- Gershenson, C. (2003). (2003). *Artificial Neural Networks for Beginners*. <https://arxiv.org/abs/cs/0308031v1>
- Haryono, A., Satrio, Y. D., Munir, S., & Handayani, S. (2020). *Financial Literacy Suplemen Buku Ekonomi SMA*.
- Hayati, E., & Novitasari, D. A. (2022). Peramalan Harga Saham Zoom Video Communications, Inc di Masa Pandemi COVID-19. *Seminar Nasional Riset Ekonomi Dan Bisnis*, 1(1). <https://jurnalekonomi.unisla.ac.id/index.php/Semnas/article/view/1199>
- Lukman, W., & Malik, D. . (2020). *COVID-19: Tinjauan Sejarah Virus Dunia & Kebijakan Hukum Penanganan Covid-19 di Indonesia*. 65. https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=PRBNEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=awal+mula+%22covid+19%22&ots=q5cUViEZx8&sig=Lb4XSrRsxy-p3wb3jkDj4Yz-EA0&redir_esc=y#v=onepage&q=awal+mula+%22covid+19%22&f=false
- Nugroho, K. (2016). MODEL ANALISIS PREDIKSI MENGGUNAKAN METODE FUZZY TIME SERIES. *Jurnal Ilmiah Infokam*, 12(1). <https://doi.org/10.53845/INFOKAM.V12I1.91>
- Safitri, Y., Wahyuningsih, S., & Goejantoro, R. (2018). Peramalan Dengan Metode Fuzzy Time Series Markov Chain. *EKSPONENSIAL*, 9(1), 51–58. <http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/exponensial/article/view/275>
- Song, Q., & Chissom, B. S. (1994). Forecasting enrollments with fuzzy time series - part II. In

- Fuzzy Sets and Systems: Vol. 62]]]]]]]]* (Issue 1, pp. 1–8). [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(94\)90067-1](https://doi.org/10.1016/0165-0114(94)90067-1)
- Tauryawati, M., Tauryawati, M. L., & Irawan, M. I. (2014). Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Cheng dan Metode Box-Jenkins untuk Memprediksi IHSG. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 3(2), A34–A39. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v3i2.7985>
- Tsaur, R. C., O Yang, J. C., & Wang, H. F. (2005). Fuzzy relation analysis in fuzzy time series model. *Computers & Mathematics with Applications*, 49(4), 539–548. <https://doi.org/10.1016/J.CAMWA.2004.07.014>
- Tyagi, A. K., & Abraham, A. (2022). *Recurrent Neural Networks*. ROUTLEDGE.
- Wang, W. (2018). A big data framework for stock price forecasting using fuzzy time series. *Multimedia Tools and Applications*, 77(8), 10123–10134. <https://doi.org/10.1007/S11042-017-5144-5/TABLES/4>
- winarso, bambang. (2021). *Apa itu Zoom, Fitur dan Cara Menggunakannya*. Zoom Video Communications, Inc. (ZM) stock historical data & charts. Yahoo Finance. <https://finance.yahoo.com/quote/ZM/history/>.