



**METODE FUZZY TIME SERIES LOGIKA RUEY CHYN TSAUR
UNTUK PREDIKSI POLA DATA *TREND* NAIK
(Studi Kasus Pengiriman Jumlah Berat Barang dengan Transportasi
Kereta Api Pulau Jawa Satuan Ribuan Ton Tahun 2020 - 2022)**

Adika Setia Brata¹, Alfian Anhar², Windy Lestari³, Yuliana Trisanti⁴, Fakhrun Nisa⁵

Corresponding author: Adika Setia Brata

¹Institut Sains dan Teknologi Nahdlatul Ulama Bali, adikasetia@istnuba.ac.id

²Institut Sains dan Teknologi Nahdlatul Ulama Bali, alfiananhar@istnuba.ac.id

³Institut Sains dan Teknologi Nahdlatul Ulama Bali, windylestari@istnuba.ac.id

⁴Universitas Madura, yuli@unira.ac.id

⁵Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, fakhrunnisa23@unugiri.ac.id

Received : 19 September 2022, Revised : 10 November 2022, Accepted : 24 Desember 2022

Abstract

Rail transportation has developed from time to time based on its needs. Especially the infrastructure of transportation which takes important role in supporting the mobilization and accessibility of either people or commodities from one place to another in order to minimize the gap throughout the region. The improvisation of transportation, especially trains, is expected to be a growth movement, accelerating the development of a particular location within the region. In order to formulate the economic growth targets and establish the right economic policies of an area within the region, it is necessary to predict the amount of products moved via rail. This value can be predicted using the FTS (Fuzzy Time Series) method which was developed for rising data patterns. The difference of The FTS method stages by Ruey Chyn Tsaur Logic for rising data patterns is in the calculation and the prediction outcomes. This study aims to predict the growth value of the total weight of goods loaded by train across Java Island in the future using the FTS (Fuzzy Time Series) method of Ruey Chyn Tsaur logic for the uptrend data patterns and also to determine the level of forecasting accuracy using the best MAPE (Mean Absolute Percentage error). This research can be concluded that the accuracy of the prediction is very good, with a MAPE value of 8.05%.

Keywords: FTS (Fuzzy Time Series), Ruey Chyn Tsaur Logic, Rail Transportation, Up Trend, MAPE

Abstrak

Transportasi kereta api berkembang dari waktu ke waktu sesuai kebutuhannya. Terutama Infrastruktur transportasi yang berperan penting dalam mendukung mobilisasi dan aksesibilitas baik orang maupun barang dari tempat lain menuju ke suatu tempat tertentu sehingga meniadakan kesenjangan pada seluruh wilayah. Perbaikan transportasi khususnya kereta api diharapkan adanya pergeseran pertumbuhan, mempercepat pengembangan suatu daerah dalam wilayah. Jumlah barang yang diangkut melalui transportasi kereta perlu diprediksi untuk merumuskan target pertumbuhan ekonomi dan menetapkan kebijakan yang tepat dalam perekonomian di suatu daerah. Nilai tersebut dapat diprediksi menggunakan metode FTS (*Fuzzy Time Series*) yang dikembangkan untuk pola data *trend* naik. Tahapan metode FTS dengan Logika Ruey Chyn Tsaur untuk pola data *trend* naik perbedaannya terdapat pada tahap perhitungan dan hasil prediksinya. Tujuan dari penelitian ini adalah memprediksi nilai pertumbuhan jumlah berat barang yang diangkut melalui kereta api pulau jawa di masa yang akan datang dengan metode FTS (*Fuzzy Time Series*) Logika Ruey Chyn Tsaur untuk pola data *trend* naik serta menentukan tingkat akurasi hasil peramalan menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Penelitian ini dapat disimpulkan dalam akurasi pendugaan sangat baik, dengan menghasilkan nilai MAPE sebesar 8,05 %.

Kata kunci: FTS (Fuzzy Time Series), Logika Ruey Chyn Tsaur, Transportasi Kereta Api, Trend Naik, MAPE

1. Pendahuluan

Ekspedisi pengiriman barang via sarana transportasi kereta api menjadi solusi tepat untuk pengiriman barang khususnya yang berada di luar pulau Jawa selain terdapat jadwal pemberangkatan yang tetap juga tarif yang diberikan cukup bervariasi sesuai kebutuhan. Sehingga sarana transportasi kereta api perlu diprediksi untuk merumuskan target pertumbuhan ekonomi dan menetapkan kebijakan yang tepat dalam perekonomian di suatu daerah.

FTS (*Fuzzy Time Series*) merupakan suatu topik kajian dalam Metode *Time Series*. Objek kajiannya logika *fuzzy* yang merupakan bahan utama dalam pembangunan sebuah teknik *soft computing* terbukti mempunyai kinerja yang baik yang dapat menyelesaikan masalah terkait optimasi termasuk peramalan data *time series* [1]

Salah satu metode peramalan yang banyak mendapat perhatian dan pengembangan adalah FTS. Song dan Chissom pertamakali mengembangkan FTS Tahun 1993. FTS adalah metode peramalan data menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* dan himpunan *fuzzy* sebagai dasarnya [2].

Masalah FTS cukup banyak dikaji diliteratur, karena banyak aplikasinya dalam bidang matematika maupun bidang statistika. Masalah *time series* menggunakan FTS menjadi masalah yang menarik untuk dilakukan. Tahun 2020 Nola dkk mengkaji tentang Penerapan FTS Stevenson Porter pada Peramalan Pergerakan Nilai Forex dan Hasil dari prediksi FTS diperoleh nilai MSE (*Mean Square Error*) sebesar 0,00142 sekaligus menunjukkan output naik dan turunnya prediksi nilai dari close forex yang disertai dengan persentase akan naik dan turunnya [3].

Modifikasi konsep FTS tahun 2022 septi dkk melakukan penelitian Peramalan Nilai Ekspor Provinsi Jawa Tengah dengan Metode FTS Berbasis Algoritma Novel dan memperoleh kesimpulan Metode FTS berbasis Algoritma Novel memiliki hasil peramalan yang akurat pada kasus Nilai Ekspor di Provinsi Jawa Tengah. Karena menghasilkan nilai MAPE (*Mean Absolute*

Percentage Error) 11,653% sehingga dapat dikatakan baik untuk meramalkan nilai ekspor Provinsi Jawa Tengah [4].

Beberapa kajian belum terdapat banyak membahas tentang FTS untuk pola data *trend* naik, oleh karena itu dari uraian tersebut, tujuan dari penulis adalah mengkaji dan menunjukkan FTS dapat dimodifikasi untuk pola data *trend* khususnya *trend* naik.

2. Metode

Perkiraan mengenai akan terjadinya suatu kejadian atau peristiwa di waktu yang akan datang merupakan prediksi atau seing disebut peramalan [5]. prediksi ini sangat berguna dan sering digunakan pemanfaatannya dalam berbagai aspek kehidupan, terlebih dalam rangka membuat perencanaan untuk menghadapi berbagai keadaan yang terjadi pada waktu yang akan datang. Peramalan dibedakan menjadi 3 berdasarkan jangka waktunya, yaitu peramalan waktu jangka pendek, peramalan waktu jangka Menengah, dan peramalan waktu jangka panjang. FTS termasuk kategori peramalan jangka waktu pendek, karena hanya dapat meramalkan sebanyak 1 periode kedepan [6].

Pola data berkala (*Time Series*) terdiri dari empat jenis atau empat komponen salah satunya gerakan *trend* jangka panjang. Gerakan *trend* masa panjang adalah suatu gerakan jika data pengamatan mengalami penurunan atau kenaikan selama periode jangka panjang dan dalam metode *time series* sering terdapat pola data *trend* [7].

FTS adalah metode yang diperkenalkan dan dikembangkan oleh Song dan Chissom juga merupakan suatu konsep yang digunakan untuk memprediksi masalah dengan membentuk data aktual dalam nilai-nilai linguistik. Metode FTS banyak mengalami pengembangan, diantaranya metode FTS Chen, FTS using percentage change, weighted FTS, FTS Sah dan Degtiarev, FTS Cheng [8]. Langkah-langkah metode FTS dalam penelitian ini adalah :

Langkah 1 Mencari dan mengumpulkan data-data historis

Langkah 2 Menentukan nilai terkecil dan nilai terbesar

$$U = [D_{min} ; D_{max}] \quad (1)$$

Dimana U (*Universe of discourse*) dengan D_{min} adalah nilai terkecil dan D_{max} nilai terbesar [9].

Langkah 3 Menentukan banyak interval kelas (I) dengan rumus *sturges*[10]

$$K = 1 + 3,33 \times \log n \quad (2)$$

Langkah 4 Menentukan interval, fuzzifikasi data historis, dan menetapkan FLRG. Jumlah interval diketahui dengan rumus

$$m = \frac{(D_{max} - D_{min})}{I} \quad (3)$$

Definisikan setiap himpunan *fuzzy* A_i berdasarkan dari nilai interval yang terbentuk dan carilah titik tengah dari setiap interval tersebut contoh $A_1 \rightarrow A_2$ [11].

Langkah 5 Melakukan Peramalan Probabilitas Matriks Transisi dan melakukan defuzzifikasi dari data *fuzzy*.

Kemudian menentukan nilai Y atau nilai peramalan dengan fungsi sebagai berikut :

$$\hat{Y}_t = m_{j-1}P_{j(j-1)} + Y_{t-1}P_{jj} + m_{j+1}P_{j(j+1)} \quad (4)$$

Dimana,

- m : nilai tengah
- P : nilai probabilitas
- Y : nilai dari *state* [12]

Dalam peramalan terdapat banyak metode yang dapat digunakan, namun tidak semua metode dapat sesuai dengan kasus yang ada. Secara umum ada jenis perhitungan untuk melihat seberapa besar tingkat kesalahan dalam peramalan, yaitu MAPE Merupakan perhitungan yang digunakan untuk menghitung persentase rata-rata kesalahan mutlak

$$MAPE = \sum \left(\frac{|aktual - forecast|}{aktual} \right) \times \frac{100}{n} \quad (5)$$

Semakin rendah nilai MAPE dari hasil prediksi, kemampuan dari model prediksi yang digunakan dapat dikatakan baik [13].

Langkah-langkah penelitian yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Membuat analisis deskripsi dari data historis
2. Pada data historis yang diamati didefinisikan himpunan *fuzzy*.
3. Menentukan interval, fuzzifikasi data historis, dan pembentukan FLRG.
4. Melakukan Prediksi Probabilitas Matriks Transisi dan defuzzifikasi data *fuzzy*.
5. Menghitung nilai *error* hasil prediksi menggunakan MAPE.

Tabel 1. Jumlah Berat Barang Melalui Transportasi Kereta Api Pulau Jawa (Ribu Ton)

Tahun	Bulan	Jumlah barang
2020	Januari	1052
	Februari	963
	Maret	1026
	April	936
	Mei	681
	Juni	856
	Juli	936
	Agustus	991
	September	996
	Oktober	956
	November	887
	Desember	944
2021	Januari	938
	Februari	749
	Maret	905
	April	919
	Mei	780
	Juni	921
	Juli	872
	Agustus	931
	September	1031
	Oktober	1094
	November	1041
	Desember	1032
2022	Januari	999
	Februari	894
	Maret	1035
	April	1073
	Mei	888
	Juni	1083
	Juli	1066

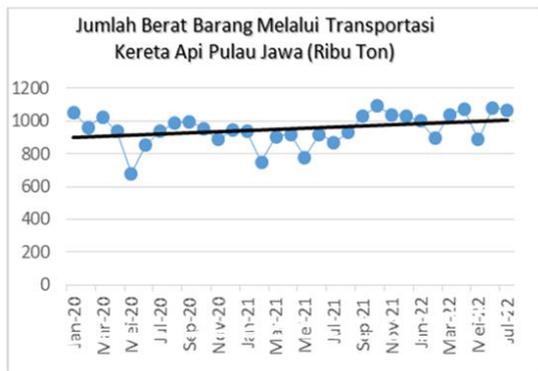
3. Pembahasan

3.1 Statistika Deskriptif

Pengiriman Jumlah Berat Barang Melalui Transportasi Kereta Api Pulau Jawa Satuan Ribu Ton Tahun 2020 hingga 2022 [14] secara umum menunjukkan bahwa nilai jumlah barang tertinggi sebesar 1094 ribu ton pada Oktober 2021 sedangkan nilai jumlah barang terendah sebesar 681 ribu ton pada Mei 2020 dengan rata-rata nilai jumlah barang sebesar 950,8 ribu ton Plot deret waktu Jumlah Barang Melalui Transportasi Kereta Api Pulau Jawa dapat diperhatikan pada Tabel 1.

3.2 Bentuk Pola Data *Trend Naik*

Berikut merupakan grafik dari data jumlah berat barang melalui transportasi kereta api.



Gambar 1. Grafik dan Garis Plot *Trend Naik*

Berdasarkan Gambar 1. kondisi jumlah berat barang melalui transportasi kereta api pulau jawa pada periode Januari 2020 hingga Juli 2022 membentuk pola *trend* naik yang terjadi akibat data yang dipengaruhi bertambahnya dan berkurangnya tingkat jumlah barang dalam jangka panjang dan ditunjukkan dengan garis *trendline* hitam yang terus naik. [15]

3.3 Menentukan Interval

Sebelum menentukan nilai interval (I) dibutuhkan nilai semesta (U). Data dengan nilai terkecil (D_{min}) dan data terbesar (D_{max}) dari data jumlah berat barang melalui transportasi kereta api pulau jawa satuan ribu ton pada periode Januari 2020 hingga Juli 2022 adalah sebesar 681 dan 1094. Sehingga himpunan semesta U diperoleh seperti berikut:

$$U = [D_{min} ; D_{max}]$$

$$U = [681 ; 1094]$$

Menentukan banyak interval kelas (I) dengan rumus sturges berikut:

$$K = 1 + 3,33 \times \log n$$

$$K = 1 + 3,33 \times \log(31)$$

$$K = 6$$

Hasil diatas menunjukkan jumlah kelas interval.

Tabel 2. Kelas Interval

Interval
$U_1 = [681 ; 750]$
$U_2 = [750 ; 819]$
$U_3 = [819 ; 888]$
$U_4 = [888 ; 957]$
$U_5 = [957 ; 1026]$
$U_6 = [1026 ; 1095]$

3.4 Fuzzifikasi Data & Fuzzy Logical Relationship (FLR)

Fuzzifikasi merupakan proses menentukan nilai linguistik dari setiap data ke bentuk interval yang telah dibentuk kemudian memberikan nilai derajat keanggotaan yang sesuai. Contoh data pada bulan Januari 2020 sebesar 1052 nilai tersebut termasuk dalam interval U_6 [1026 ; 1095] maka fuzzifikasi dari data tersebut adalah A_6 . Setelah didapatkan hasil fuzzifikasi, dapat ditentukan FLR dengan menghubungkan data pada bulan sebelumnya dengan data pada bulan selanjutnya dalam bentuk $A_i \rightarrow A_j$ yang mana A_i disebut sisi kiri dan A_j sisi kanan sehingga disatukan membentuk FLR ($A_i \rightarrow A_j$).

3.5 Menentukan Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG) & Matrik Transisi

FLRG bertujuan untuk mempermudah proses perhitungan prediksi dengan pengelompokan setiap perpindahan state, seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil FLRG

Current State	Next State
$A_1 \rightarrow$	A_3, A_4
$A_2 \rightarrow$	A_4
$A_3 \rightarrow$	$3(A_4),$
$A_4 \rightarrow$	$2(A_1), A_2, 2(A_3), 2(A_4), A_5, 3(A_6)$
$A_5 \rightarrow$	$2(A_4), A_5, A_6$
$A_6 \rightarrow$	$2(A_4), 2(A_5), 5(A_6)$

Menentukan matriks transisi agar dapat menentukan nilai hasil prediksi menggunakan matrik transisi dari hasil FLRG, seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Probabilitas Transisi

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
A_1			1/2	1/2		
A_2				1		
A_3				1		
A_4	2/11	1/11	2/11	2/11	1/11	3/11
A_5				1/2	1/4	1/4
A_6				2/9	2/9	5/9

3.6 Menentukan Hasil Prediksi

Tabel 5. Hasil Perhitungan Prediksi

Periode	FLRG	$\hat{y}(t)$
Januari 2020	Tidak memiliki data pengamatan	--
Desember 2019		
Februari 2020	$A_6 \rightarrow A_4, A_5, A_6$	$m_4 \cdot P_{64} + m_5 \cdot P_{65} + Y_{t-1} \cdot P_{66}$
⋮	⋮	⋮
Juli 2022	$A_6 \rightarrow A_4, A_5, A_6$	$\left(903,68 \times \frac{2}{9}\right) + \left(974,24 \times \frac{2}{9}\right) + \left(1083 \times \frac{5}{9}\right) = 1027$
Agustus 2022	$A_6 \rightarrow A_4, A_5, A_6$	$\left(903,68 \times \frac{2}{9}\right) + \left(974,24 \times \frac{2}{9}\right) + \left(1066 \times \frac{5}{9}\right) = 1017,6$

Berdasarkan hasil matrik transisi dan FLRG maka dapat dihitung nilai prediksi nilai transportasi kereta api pulau jawa pada periode Januari 2020 hingga juli 2022 dengan menggunakan FTS Logika Reuy Chyn Tsaur untuk pola data *trend* naik. Dari hasil yang diperoleh dari Tabel 5 hasil perhitungan prediksi dapat diidentifikasi bahwa pola perubahan adalah Pola *trend*.

4 Hasil

Prediksi data nilai jumlah berat barang melalui transportasi kereta api pulau jawa pada periode Januari 2020 hingga Agustus 2022 dengan menggunakan metode FTS Logika Reuy Chyn Tsaur dalam pembahasan

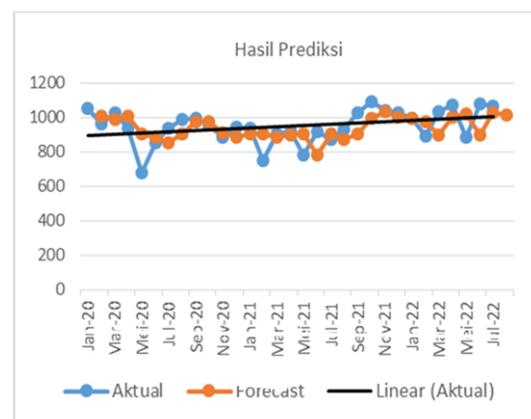
menghasilkan nilai prediksi pola data *trend* naik seperti Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Hasil Prediksi

Periode	Nilai Jumlah Barang	Forecasting $\hat{y}(t)$
Januari 2020	1052	--
Februari 2020	963	1009,7
Maret 2020	1026	991,5
April 2020	936	1009,7
Mei 2020	681	906,1
⋮	⋮	⋮
Juli 2022	1066	1027
Agustus 2022	--	1017,6

4.1. Ketepatan Metode FTS

Untuk mengetahui metode peramalan yang paling tepat adalah dengan cara menghitung nilai MAPE. Semakin kecil nilai MAPE maka semakin kecil kesalahan hasil pendugaan, sebaliknya semakin besar nilai MAPE maka semakin besar kesalahan hasil pendugaan. Hasil suatu metode pendugaan mempunyai kemampuan peramalan sangat baik jika nilai MAPE < 10% dan mempunyai kemampuan pendugaan baik jika nilai MAPE diantara 10% dan 20%.



Gambar 2. Grafik Nilai Aktual dan Forecast

Pengujian tingkat akurasi dilakukan dengan melihat kriteria pengukuran MAPE. Metode MAPE tersebut dapat mengetahui apakah metode yang digunakan memiliki tingkat akurasi tinggi untuk dapat digunakan memprediksi suatu nilai.

Tabel 7. Hasil Akurasi MAPE

METODE	MAPE
Metode FTS Logika Reuy Chyn Tsaur	8,05 %

Tabel 7. menunjukkan bahwa tingkat akurasi prediksi data nilai kondisi jumlah berat barang melalui transportasi kereta api pulau jawa pada periode Januari 2020 hingga juli 2022 dengan menggunakan FTS Logika Reuy Chyn Tsaur untuk pola data *trend* naik diperoleh nilai MAPE sebesar 8,05 % Maka dapat dikatakan bahwa hasil peramalan baik dan tepat.

5 Penutup

Hasil penelitian prediksi data nilai jumlah berat barang melalui transportasi kereta api pulau jawa pada periode Januari 2020 hingga juli 2022 dengan menggunakan metode FTS Logika Reuy Chyn Tsaur untuk pola data *trend* naik menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil prediksi data nilai kondisi jumlah berat barang melalui transportasi kereta api pulaujawa pada periode Januari 2020 hingga juli 2022 dengan menggunakan FTS Logika Reuy Chyn Tsaur yaitu sebesar 1017,6
2. Metode FTS Logika Reuy Chyn Tsaur mempunyai hasil prediksi yang akurat pada kasus jumlah berat barang melalui transportasi kereta api pulau jawa pada periode Januari 2020 hingga juli 2022. Karena memiliki nilai MAPE sebesar 8,05 % sehingga dapat dikatakan baik untuk memprediksi nilai jumlah berat barang melalui transportasi kereta api pulau jawa .

Referensi

- [1] A. B. Wijaya, C. Dewi, and B. Rahayudi, "Peramalan Curah Hujan Menggunakan Metode High Order Fuzzy Time Series Multi Factors," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 3, 2018.
- [2] Q. Song and B. S. Chissom, "Forecasting enrollments with fuzzy time series - part II," *Fuzzy Sets Syst*, vol. 62, no. 1, 1994, doi: 10.1016/0165-0114(94)90067-1.
- [3] N. Ritha, T. Matulatan, and R. Hidayat, "Penerapan Fuzzy Time Series Stevenson Porter pada Peramalan Pegerakan Nilai Forex," *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, 2020.
- [4] A. Yasid and B. D. Satoto, "Analisis Cluster Otomatis Menggunakan Algoritma Novel Modified Differential Evolution," *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 2014.
- [5] L. Afdianti Nurkhasanah, "Perbandingan Metode Runtun Waktu Fuzzy-Chen Dan Fuzzy-Markov Chain Untuk Meramalkan Data Inflasi Di Indonesia," *Jurnal Gaussian*, vol. 4, no. 4, 2015.
- [6] Muhammad Wahdeni Pramana, I. Purnamasari, and S. Prangga, "Peramalan Data Ekspor Nomigas Provinsi Kalimantan Timur Menggunakan Metode Weighted Fuzzy Time Series Lee," *J Statistika: Jurnal Ilmiah Teori dan Aplikasi Statistika*, vol. 14, no. 1, 2021, doi: 10.36456/jstat.vol14.no1.a3747.
- [7] M. Qi and G. P. Zhang, "Trend time-series modeling and forecasting with neural networks," *IEEE Trans Neural Netw*, vol. 19, no. 5, 2008, doi: 10.1109/TNN.2007.912308.
- [8] A. Sri Bintang, W.-C. Huang, and R. Asmara, "Forecasting of Indonesia Seaweed Export: A Comparison of Fuzzy Time Series with and without Markov Chain," *Agricultural Social Economic Journal*, vol. 19, no. 3, 2019, doi: 10.21776/ub.agrise.2019.019.3.4.
- [9] H. Riyadli and A. Arliyana, "Analisis Tingkat Akurasi Algoritma Novel Sebagai Metode Prediksi (Studi Kasus: Prediksi Harga Emas)," *Jurnal SAINTEKOM*, vol. 7, no. 2, 2017, doi: 10.33020/saintekom.v7i2.35.
- [10] D. Febrian, D. Kartika, and D. A. J. Nainggolan, "Peramalan Jumlah Wisatawan Mancanegara Yang Datang Ke Sumatera Utara Dengan Fuzzy Time Series," *KUBIK: Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika*, vol. 6, no. 1, 2021, doi: 10.15575/kubik.v6i1.10604.
- [11] M. Churrohmah, "Peramalan Penjualan Mobil di Indonesia Menggunakan Data Runtun Waktu Dengan Logika Ruey Chyn Tsaur," *Skripsi Sarjana Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang*, 2020.

- [12] S. S. Berutu, E. Soediyono, and P. S. Sasongo, "Peramalan Penjualan dengan Metode Fuzzy Time Series Ruyi Chin Tsaur," *Jurnal HimstaTech*, vol. 11, no. 1, 2011.
- [13] E. R. Dewi and Ibnu Hadi, "Peramalan Produk Domestik Bruto (PDB) Industri Pengolahan Non Migas di Indonesia dengan menggunakan Metode Fuzzy Time Series," *Jurnal Statistika dan Aplikasinya*, vol. 3, no. 2, 2019, doi: 10.21009/jsa.03203.
- [14] V. B. Kusnandar, "Tiket Pesawat, Penumpang Kapal Laut dan Kereta Api Meningkat," *Katadata*, 2022.
- [15] Miftahuddin, "Analisis Unsur-Unsur Cuaca dan Iklim Melalui Uji Mann-Kendall Multivariat," *Jurnal Matematika, Statistika, dan Komputasi*, vol. 13, no. 1, 2016.