

ANALISIS PERBANDINGAN *FUZZY TIME SERIES LEE* DENGAN *HOLT WINTERS EXPONENTIAL SMOOTHING* UNTUK MERAMALKAN NILAI TUKAR PETANI DI PROVINSI GORONTALO

Alvitha Habibie¹, Lailany Yahya², Isran K. Hasan³

^{1,3} Program Studi Statistika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo

² Program Studi Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo

e-mail: alvithahabibie106@gmail.com

Abstrak

Provinsi Gorontalo termasuk sebagai provinsi di Indonesia dengan 60% masyarakatnya berfosi menjadi nelayan maupun petani. PDRB di Provinsi Gorontalo pada tahun 2020 berjumlah 28.66% yang mayoritas dari bertani. NTP merupakan sebuah kapabilitas ukur produk pertanian untuk memproduksi produk maupun layanan. Maka dari itu, diperlukan prediksi NTP untuk dijadikan sebagai panduan di waktu yang akan datang untuk mengambil kebijakan yang berkaitan dengan pemberdayaan sektor pertanian. Pada studi ini dilaksanakan rasio melalui cara *Holt Winters Exponential Smoothing* dengan *Fuzzy Time Series Lee* guna mengidentifikasi cara prediksi paling akurat dalam mengestimasi NTP di Provinsi Gorontalo. Menurut hasil prediksi skor ketepatan yang didapatkan melalui cara FTS Lee mempunyai skor mape senilai 0,65557% atas FTS Lee orde 1 serta 0,55607%. Sementara skor ketepatan yang didapatkan lewat cara *Holt Winters Exponential Smoothing* multiplikatif senilai 5,92509% serta *Holt Winters Exponential Smoothing* aditif senilai 6,14574%. Menurut hasil prediksi yang diperoleh bisa diambil simpulan bahwasanya cara paling baik untuk memprediksikan NTP di Provinsi Gorontalo yakni cara FTS Lee Orde 2.

Kata Kunci: Nilai Tukar Petani, *Fuzzy Time Series Lee*, *Holt Winters Exponential Smoothing*

Abstract

Gorontalo Province is one of the provinces in Indonesia where 60% of the population are farmers and fishermen. As much as 28,66% of PDRB in Gorontalo Province in 2020 was contributed by the agricultural sector. Farmer's Exchange Rate is a measurement capability of agricultural products in producing goods or services. Therefore, NTP forecasting is needed so that it becomes a reference in the future in making a decision to increase the agricultural sector. In this study, a comparison was made of the Holt Winters Exponential Smoothing method with Lee's Fuzzy Time Series to find out which is the best forecasting method for predicting NTP in Gorontalo Province. Based on the forecasting results, the accuracy value obtained from FTS Lee has a mape value of 0,65557% for FTS Lee order 1 and 0,55607%. While the accuracy value obtained by the multiplicative Holt Winters Exponential Smoothing is 5.92509% and the additive Holt Winters Exponential Smoothing is 6,14574%. From the forecasting results obtained, it can be concluded that the best method for predicting NTP in Gorontalo Province is the FTS Lee Order 2 method.

Keywords: Farmer's Exchange Rate, *Fuzzy Time Series Lee*, *Holt Winters Exponential Smoothing*

1. PENDAHULUAN

Negara Indonesia mempunyai SDA yang berlimpah serta menghasilkan produk pertanian (Desvina and Meijer, 2018). Pertanian menjadi salah satu pemegang penting pada perekonomian (Istiqomah and Darsyah, 2018). Jumlah penduduk di provinsi Gorontalo sebesar 60% merupakan petani dan nelayan (Pemerintah Provinsi Gorontalo,

2016). Berdasarkan PDRB Gorontalo di tahun 2020, sejumlah 28,66% berasal dari bidang pertanian (Pemprov, 2020) dalam (Hasan and Ismail Djakaria, 2021). Hal tersebut berarti mayoritas penduduk pada Provinsi Gorontalo memiliki pekerjaan sebagai petani. Oleh sebab itu, pembangunan di bidang tani pada Provinsi Gorontalo sangat diperlukan. Pembangunan pertanian diarahkan guna meningkatkan kemakmuran penduduk terutama petani. Menurut Pemerintah Provinsi Gorontalo (2016) kemakmuran petani bisa memberikan pengaruh terhadap penurunan jumlah masyarakat miskin di Gorontalo. Sehingga, dibutuhkan instrument pengukuran yang bisa menilai pertumbuhan kemakmuran petani. Salah satu instrument pengukuran yang bisa menilai pertumbuhan kemakmuran petani yakni Nilai Tukar Petani atau sering disebut dengan NTP (Hasan and Ismail Djakaria, 2021)

Menurut Badan Pusat Statistik (2022) NTP merupakan rasio diantara indeks harga yang diperoleh petani (It) dan indeks harga yang dibayarkan (Ib). Simatupang dan Maulana (2016) dalam Hasan and Ismail Djakaria (2021) menjelaskan bahwa NTP menjadi indikator tunggal dari kesejahteraan rumah tangga tani untuk pengamat pembangunan pertanian. NTP merupakan sebuah kapabilitas ukur produk hasil tani untuk memproduksi produk maupun layanan yang diperlukan. Bertambahnya kegairahan petani dalam berusaha tani dipengaruhi oleh NTP yang tinggi. Maka dari itu, diperlukan ramalan NTP untuk dibuat menjadi landasan di masa akan datang untuk mengambil kebijakan demi meningkatkan sektor tani yang akan berpengaruh untuk menghasilkan NTP yang tinggi.

Peramalan adalah perkiraan sesuatu hal yang akan terjadi berdasarkan data sebelumnya maupun data saat ini. Contoh tipe prediksi ialah model deretan waktu. Deret waktu merupakan permodelan yang berupaya meramalkan sesuatu yang akan terjadi dengan menggunakan data pada masa sebelumnya atau masa lampau yang diekstrapolasikan ke masa depan atau masa yang akan datang (Aswi & Sukarna, 2006) dalam (Muhammad, Wahyuningsih and Siringoringo, 2021). Terdapat beberapa metode pada deret waktu seperti ARIMA, SARIMA, fuzzy time series, exponential smoothing (Aritonang, 2009) dalam (Steven, Nurdiati, and Bukhari, 2013). Metode ARIMA dan SARIMA yaitu metode deret waktu yang memiliki kelemahan mempunyai syarat asumsi (Muhammad, Wahyuningsih and Siringoringo, 2021). Adapun metode deret waktu yang mempunyai kelebihan tidak membutuhkan asumsi-asumsi yaitu metode holt-winters exponential smoothing dan metode fuzzy time series (Ekananta, Muflikhah and Dewi, 2018).

Metode peramalan yang menggunakan himpunan fuzzy untuk himpunan semesta pada data yang nyata disebut dengan Fuzzy Time series (FTS) (Muhammad, Wahyuningsih and Siringoringo, 2021). FTS adalah cara prediksi kuantitatif yang pada dasarnya memanfaatkan konsep fuzzy (Pangestu, Widodo and Rahayudi, 2018). Adapun kelebihan dari metode FTS ialah tidak ada uji asumsi kestasioneran. Pada FTS terdapat beberapa model yaitu model Lee, Chen, Song, Cheng dan Chissom. FTS Lee merupakan salah satu metode pengembangan dari model Chen, Song, Cheng dan Chissom dalam melakukan peramalan pada masa depan. Perbedaan FTS Lee beserta model-model FTS yang lain terdapat saat pembentukan Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG) (Pajriati, Kurniati and Suhaedi, 2021).

Metode rata-rata bergerak secara eksponensial memberi bobot pada data sebelumnya, dan memberikan bobot lebih pada data yang baru merupakan metode Exponential Smoothing (SariI, Susanto and Setiawan, 2021). Terdapat beberapa metode exponential smoothing, salah satunya yaitu metode holt-winters exponential smoothing. Metode holt-winters exponential smoothing adalah mode peramalan yang bisa menganalisis data

musiman dan kecenderungan (Lemuru, 2020). Keuntungan dari metode ini yaitu metode peramalan sederhana yang mudah untuk diterapkan dalam praktik dan bisa bersaing dengan model peramalan yang lebih rumit, metode ini juga cocok untuk meramalkan model data musiman dengan elemen kecenderungan bersamaan (Sulaiman and Juarna, 2021).

Beberapa penelitian sebelumnya terkait dengan metode holt-winters exponential smoothing dan FTS Lee untuk memprediksi NTP antara lain penelitian oleh Nindian Puspa Dewi (2020) dengan menggunakan metode holt-winters exponential smoothing untuk meramal Harga Bahan Pangan di Kabupaten Pamekasan dan menghasilkan nilai MAPE yang sangat baik sebesar 1,02%. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Muhammad, Wahyuningsih and Siringoringo (2021) yang melakukan peramalan NTP subsektor peternakan dengan metode FTS Lee. Nilai MAPE yang di dapatkan 0,53428% yang artinya bahwa hasil peramalan tergolong sangat baik. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Hasan and Ismail Djakaria (2021) yang meramalkan NTP di Provinsi Gorontalo dengan membandingkan model hybrid ARIMA-NN dan hybrid ARIMA-GARCH. Perbandingan tersebut mendapatkan model ARIMA (2,0,0) – NN (2,4,1) yang bisa memodelkan data NTP.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, maka di penelitian kali ini akan melakukan perbandingan metode antara FTS Lee dengan holt-winters exponential smoothing guna memprediksi NTP di Provinsi Gorontalo dengan tingkat akurasi menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Tingkat akurasi dilakukan agar dapat mengetahui manakah metode terbaik antara metode FTS Lee dan holt-winters exponential smoothing. Jika metode terbaik telah diketahui maka metode tersebut yang akan digunakan dalam peramalan NTP di Provinsi Gorontalo di periode yang mendatang.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Sumber Data

Informasi yang akan dimanfaatkan adalah informasi sekunder yang di dapatkan melalui <https://gorontalo.bps.go.id>. Jumlah data yang akan digunakan sebanyak 60 data. Informasi yang dimanfaatkan pada studi ini mencakup data latihan serta data uji. Data latihan sebanyak 48 data yaitu data NTP pada bulan Januari 2017 sampai Desember 2020 dan data uji sebanyak 12 data yaitu data NTP pada bulan Januari 2021 hingga Desember 2021. Teknik penarikan sampel pada studi ini akan menggunakan Teknik penarikan sampel sampling jenuh. Teknik sampling jenuh adalah metode penarikan sample ketika keseluruhan populasi dipakai menjadi sample (Sugiyono, 2014)

2.2 Tahapan Penelitian

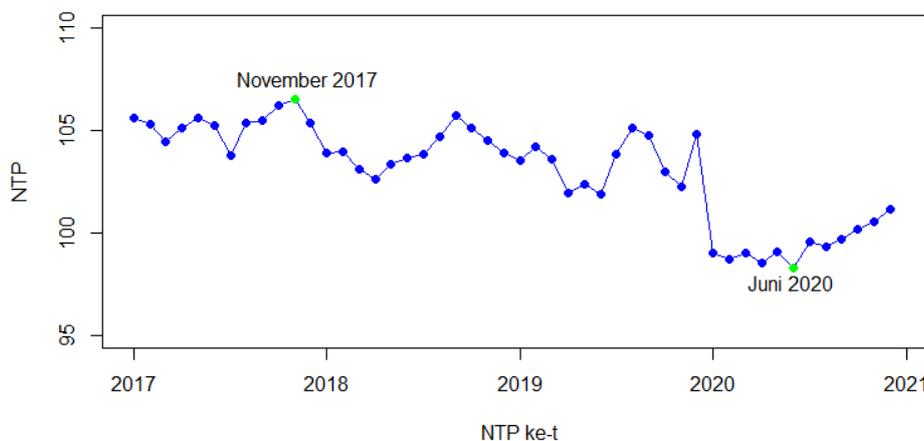
Analisa informasi di studi ini memanfaatkan aplikasi *Rstudio* serta Ms. Excel. Tahapan-tahap dalam analisa data inflasi di Indonsia di studi ini bisa dijabarkan menjadi:

1. *Fuzzy Time Series Lee*
 - a. Menginput data latihan
 - b. Menentukan himpunan semesta
 - c. Menentukan jumlah himpunan *fuzzy*
 - d. Mendeskripsikan derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* serta melaksanakan *fuzzyfikasi*
 - e. Membuat *Fuzzy Logical Relationship* (FLR)
 - f. Membuat *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) model Lee
 - g. Melakukan *defuzzyfikasi*
 - h. Menghitung uji ketepatan peramalan
2. *Holt-Winters Exponential Smoothing*

- Menginput data latihan
- Menentukan nilai awal dari level, trend, dan musiman.
- Menentukan nilai parameter dengan menghitung pemulusan dari eksponensial, kecenderungan, dan musiman.
- Melakukan peramalan data.
- Menghitung uji ketepatan peramalan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Statistika Deskriptif



Gambar 1. Data NTP

Menurut Gambar 1. bisa ditinjau bahwasanya pada NTP tertinggi di Provinsi Gorontalo pada tahun 2017 sampai dengan 2021 terjadi pada bulan November 2017 sebesar 106.50 dan NTP paling kecil terdapat di Juni 2020 senilai 98.26.

3.2 Analisis Metode Peramalan *Fuzzy Time Series Lee*

Peramalan dalam metode FTS Lee pertama dengan menentukan nilai Z_1 dan Z_2 yang merupakan sembarang nilai positif lalu melakukan perhitungan untuk mendapatkan himpunan semesta. Setelah itu menentukan banyaknya himpunan *fuzzy*. Dalam penelitian kali ini, didapatkan 21 himpunan *fuzzy* yang mempunyai nilai tengah seperti pada Tabel 3.1

Tabel 1. Nilai Tengah

No	M_1	No.	M_2	No.	M_3
1	98,36	8	101,16	15	103,96
2	99,76	9	101,56	16	104,36
3	99,16	10	101,96	17	104,76
4	99,56	11	102,36	18	105,16
5	99,96	12	102,76	19	105,56
6	100,36	13	103,16	20	105,96
7	100,76	14	103,56	21	106,36

Setelah itu melakukan pendefinisian derajat keanggotaan himpunan *fuzzy*, seperti dibawah:

$$\mu_{A_1}(u_1) = 1/u_1 + 0.5/u_2 + 0/u_3 + \dots + 0/u_{21}$$

$$\mu_{A_2}(u_2) = 0.5/u_1 + 1/u_2 + 0.5/u_3 + \dots + 0/u_{21}$$

$$\mu_{A_3}(u_3) = 0/u_1 + 0.5/u_2 + 1/u_3 + \dots + 0/u_{21}$$

$$\mu_{A_n}(u_n) = 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + \dots + 1/u_{21}$$

u_i adalah anggota *fuzzy* ke- i dan bilangan yang disimbolkan dengan“/” menandakan derajat anggota u_i atas $A_i, i = 1, 2, 3, \dots, 21$ yang mana memiliki nilai 0,5 , 1 atau 0. Tidak hanya itu, tanda (+) pada definisi drajat anggota himpunan *fuzzy* atas A_i diatas tidak menandakan operasi jumlah tetapi gabungan semua aspek u_i .

Menurut pengertian derajat anggota himpunan *fuzzy* atas A_i , maka diperoleh hasil *fuzzyfikasi* pada Tabel 3.2

Tabel 2. Hasil *Fuzzyfikasi*

<i>Fuzzyfikasi</i>	<i>Fuzzyfikasi</i>	<i>Fuzzyfikasi</i>
A_1	A_8	A_{15}
A_2	A_9	A_{16}
A_3	A_{10}	A_{17}
A_4	A_{11}	A_{18}
A_5	A_{12}	A_{19}
A_6	A_{13}	A_{20}
A_7	A_{14}	A_{21}

Setelah mendapatkan hasil *fuzzyfikasi* data NTP maka selanjutnya menentukan FLR Orde 1 yang menghubungkan relasi antara variabel linguistik. Pembentukan FLR Orde 1 melibatkan 1 data pada masa lampau yang digambarkan melalui $D_{(t-1)} \rightarrow D_t$. Selanjutnya, penentuan FLR Orde 2 yang mengikutsertakan 2 informasi historik $D_{(t-2)}, D_{(t-1)} \rightarrow D_t$. Langkah selanjutnya, yaitu menentukan FLRG Orde 1 dan FLRG Orde 2. FLRG Orde 1 dilaksanakan melalui metode pengelompokkan *fuzzyfikasi* yang mempunyai *current state* yang identik kemudian dilakukan pengkategorian ke dalam 1 kategori di *next state*. Sementara FLRG Orde 2 dilaksanakan melalui metode pengkategorian *fuzzyfikasi* yang mempunyai 2 *current state* yang identik kemudian dilakukan pengkategorian ke dalam 1 kategori di *next state*. Setelah melakukan FLRG orde 1 dan 2 selanjutnya melakukan perhitungan *defuzzyfikasi* nilai ramalan orde 1 yang membentuk 17 grup dan orde 2 membentuk 43 grup. Dari hasil perhitungan *defuzzyfikasi* mendapatkan hasil peramalan NTP untuk orde 1 dan orde 2. Selanjutnya, menghitung uji ketepatan menggunakan MAPE yang menghasilkan bahwa nilai MAPE yang didapatkan dari FTS Lee Orde 1 sebesar 0,65557% sedangkan untuk FTS Lee Orde 2 mendapatkan nilai MAPE sebesar 0,55607%.

3.3 Analisis *Holt-Winters Exponential Smoothing*

Dalam metode *holt-winters exponential smoothing* ada dua model, yaitu *holt winters exponential smoothing* multiplikatif dan aditif. Langkah pertama dalam metode *holt-winters exponential smoothing* yaitu melakukan pemeberian nilai awal untuk eksponensial, kecenderungan dan musiman.dalam tiap-tiap model. Selengkapnya bisa ditinjau melalui Tabel 3.3 untuk pemberian nilai awal multiplikatif

Tabel 3 Nilai Awal Multiplikatif

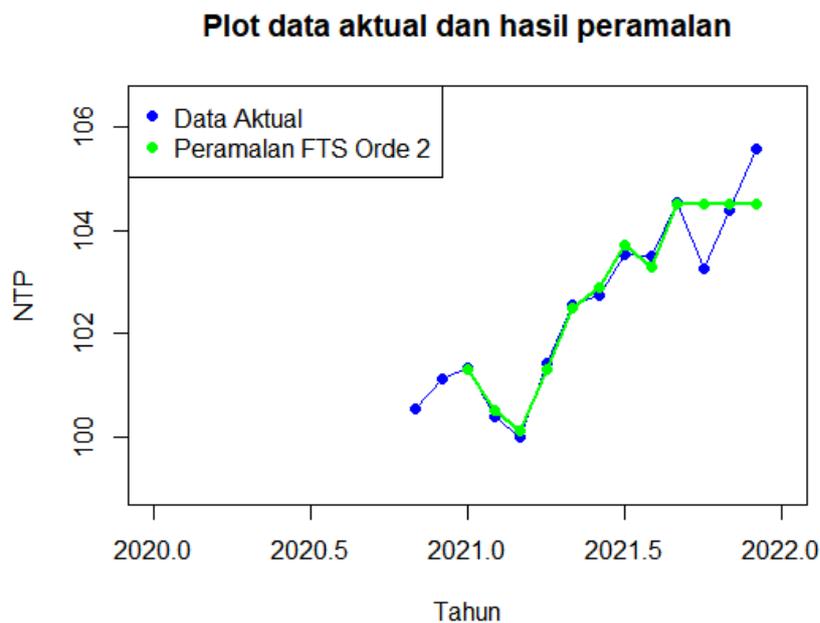
Tahun	Waktu	NTP	Eksponensial	Kecenderungan	Musiman
2017	1	105,59			1,00
2017	2	105,32	105,33	0,07	1,00
2017	3	105,32			0,99

2017	4	105,09	1,00
2017	5	105,60	1,00
2017	6	105,22	1,00
2017	7	103,79	0,99
2017	8	105,37	1,00
2017	9	105,48	1,00
2017	10	106,23	1,01
2017	11	106,50	1,01
2017	12	105,38	1,00

Setelah melakukan pemberian awal, langkah selanjutnya melakukan pemulusan eksponensial, kecenderungan dan musiman. Proses pemulusan dalam metode ini menggunakan parameter $\alpha = 0,9$, $\beta = 0,1$ dan $\gamma = 0,9$ untuk model multiplikatif dan $\alpha = 0,9$, $\beta = 0,1$ dan $\gamma = 0,8$ untuk model aditif. Dari hasil pemulusan eksponensial, kecenderungan, dan musiman di dapatkan perhitungan peramalan. Selanjutnya melakukan uji ketepatan menggunakan nilai MAPE memperoleh nilai MAPE untuk model multiplikatif sebesar 5,92509% dan model aditif 6,14574%.

3.4 Peramalan

Dari hasil analisis dua metode diatas, didapatkan metode terbaik yaitu FTS Lee Orde 2. Oleh karena itu, dilakukan peramalan menggunakan FTS Lee Orde 2 pada data uji. Hasil ramalan bisa ditinjau melalui 2.



Gambar 2. Hasil Peramalan

Berdasarkan hasil peramalan pada data uji mendapatkan uji ketepatan menggunakan MAPE sebesar 0,48477%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang sudah dilaksanakan, maka bisa disimpulkan bahwa hasil ramalan memanfaatkan mode FTS Lee dan *holt winters exponential smoothing*, didapatkan bahwasanya metode yang paling sesuai untuk meramalkan NTP di

Provinsi Gorontalo yaitu metode FTS Lee Orde 2 dengan nilai MAPE yang didapatkan sebesar 0,55607

DAFTAR PUSTAKA

Desvina, A.P. and Meijer, O.I. (2018) 'Penerapan Model ARCH/GARCH untuk Peramalan Nilai Tukar Petani', *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, 4(1), pp. 43–54.

Ekananta, Y., Muflikhah, L. and Dewi, C. (2018) 'Penerapan Metode Average-Based Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Konsumsi Energi Listrik Indonesia', *Jurnal Universitas Brawijaya*, 2(3), pp. 1283–1288. Available at: <http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/1126>.

Hasan, I.K. and Ismail Djakaria (2021) 'Perbandingan Model Hybrid ARIMA-NN dan Hybrid ARIMA-GARCH untuk Peramalan Data Nilai Tukar Petani di Provinsi Gorontalo', *Jurnal Statistika dan Aplikasinya*, 5(2), pp. 155–165. Available at: <https://doi.org/10.21009/jsa.05204>.

Istiqomah, W. and Darsyah, M.Y. (2018) 'Efektivitas Metode Arima Dan Exponential Smoothing Untuk Meramalkan Nilai Tukar Petani Di Jawa Tengah Effectiveness of the Arima Method and Exponential Smoothing to Predict Farmer Exchange Rates in Central Java', *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Unimus*, 1(1), pp. 343–350.

Lemuru, S. (2020) 'Prediksi Kecepatan Arus Laut di Perairan Selat Bali Menggunakan Metode Exponential Smoothing Holt-Winters', 02(01), pp. 12–17.

Muhammad, M., Wahyuningsih, S. and Siringoringo, M. (2021) 'Peramalan Nilai Tukar Petani Subsektor Peternakan Menggunakan Fuzzy Time Series Lee', *Jambura Journal of Mathematics*, 3(1), pp. 1–15. Available at: <https://doi.org/10.34312/jjom.v3i1.5940>.

Nindian Puspa Dewi (2020) 'Implementasi Holt-Winters Exponential Smoothing untuk Peramalan Harga Bahan Pangan di Kabupaten Pamekasan', *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 11(2), pp. 223–236. Available at: <https://doi.org/10.31849/digitalzone.v11i2.4797>.

Pajriati, N.H., Kurniati, E. and Suhaedi, D. (2021) 'Penerapan Metode Average Based Fuzzy Time Series Lee Untuk Peramalan Harga Emas di PT . X', *Jurnal Riset Matematika*, (September 2020), pp. 73–81.

Pangestu, F., Widodo, A.W. and Rahayudi, B. (2018) 'Prediksi Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia Menggunakan Metode Average-Based Fuzzy Time Series Models', *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(9), pp. 2923–2929.

Pemerintah Provinsi Gorontalo (2016) *Ini Alasan Rusli Perhatikan Petani dan Nelayan Di Gorontalo*. Available at: <https://gorontaloprov.go.id/ini-alasan-rusli-perhatikan-petani-dan-nelayan-di-gorontalo/>.

Sari, E.N., Susanto, B. and Setiawan, A. (2021) 'Perbandingan Hasil Peramalan Jumlah Wisatawan Mancanegara Dengan Metode Box-Jenkins Dan Exponential Smoothing', *Jambura Journal of Probability and Statistics*, 2(1), pp. 1–13. Available at: <https://doi.org/10.34312/jjps.v2i1.9181>.

Statistik, B.P. (2022) *No Title*, 2022. Available at: <https://gorontalo.bps.go.id/subject/22/nilai-tukar-petani.html#subjekViewTab1>.

Steven, S., Nurdianti, S. and Bukhari, F. (2013) 'Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Dan Holt Double Exponential Smoothing Pada Peramalan Jumlah Mahasiswa Baru Institut

Pertanian Bogor', *Journal of Mathematics and Its Applications*, 12(2), pp. 25–40.
Available at: <https://doi.org/10.29244/jmap.12.2.25-40>.

Sugiyono (2014) *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta, Bandung.

Sulaiman, A. and Juarna, A. (2021) 'Peramalan Tingkat Pengangguran Di Indonesia Menggunakan Metode Time Series Dengan Model Arima Dan Holt-Winters', *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 26(1), pp. 13–28. Available at: <https://doi.org/10.35760/ik.2021.v26i1.3512>.