

# PENERAPAN FUZZY TIME SERIES DALAM MERAMALKAN JUMLAH WISATAWAN DI MASA PANDEMI COVID19

Besse Helmi Mustawinar<sup>1§</sup>, Nurul Fuady Adhalia H.<sup>2</sup>, Marwan Sam<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Matematika, Fakultas Sains, Universitas Cokroaminoto Palopo  
[Email: bessehlmimustawinar@uncp.ac.id]

<sup>2</sup>Program Studi Matematika, Jurusan Sains, Institut Teknologi B.J. Habibie  
[Email: nurulfuady@ith.ac.id]

<sup>3</sup>Program Studi Matematika, Fakultas Sains, Universitas Cokroaminoto Palopo  
[Email: marwanprivacy@gmail.com]

<sup>§</sup>Corresponding Author

## ABSTRACT

*Tourism is one of Indonesia's assets to promote economic growth. This sector became one of the largest contributors to national foreign exchange. The number of foreign tourist visits is an indicator of the contribution of tourism which has experiencing the upward trend in annually until the Covid19 happened. In this study, forecasting the number of foreign tourists is needed as a plan to improve the quality of tourism during the pandemic. We used Fuzzy Time Series (FTS) Cheng method. The actual data processed comes from the Central Statistics Agency from April 2020 through December 2021. Based on forecasting results, the performance of the forecasting model is in the very good category with Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value is 5.06%. It means that our predictions are on average 5.06% away from the actual values they were aiming for. In other side, we have forecasting accuracy value is 94.94% which means that the forecast values were close to the actual.*

**Keywords:** *Tourist, FTS, Cheng Methods*

## 1. PENDAHULUAN

Sektor pariwisata di Indonesia menjadi salah satu penyumbang devisa nasional terbesar ketiga setelah ekspor minyak kelapa sawit (CPO) dan batubara. Salah satu indikator kontribusi pariwisata terhadap perekonomian dapat diukur melalui jumlah kunjungan wisatawan mancanegara (wisman) yang datang ke Indonesia. Jumlah ini menunjukkan tren peningkatan dari tahun ke tahun (Mun'im, 2022).

Pada akhir tahun 2019, dunia digemparkan dengan merebaknya virus baru yaitu virus korona jenis baru yang berasal dari Wuhan, Tiongkok. Pada tanggal 11 Februari 2020, *World Health Organization* (WHO) menamai virus tersebut sebagai *Severe acute respiratory syndrome Coronavirus-2* (SARS-Cov-2) dan penyakitnya adalah *Coronavirus disease 2019* (Covid19). Jumlah kasus ini terus bertambah karena transmisi virus ini dapat menular dari manusia ke manusia sehingga penularan terus terjadi dan menjangkiti dunia secara global.

WHO menetapkan status Covid19 sebagai pandemi pada 11 Maret 2020 (Wu, Chen, & Chan, 2020). Pandemi Covid19 ini juga berdampak pada sektor pariwisata dimana menurunnya kunjungan wisman akibat dari pembatasan wilayah oleh beberapa negara, termasuk Indonesia sebagaiantisipasi penyebaran Covid19 (Elistia, 2021). Informasi terkait data jumlah kunjungan wisman di masa pandemi diperlukan sebagai bahan evaluasi dan perencanaan pembangunan pariwisata di Indonesia. Data statistik dimaksudkan dalam memenuhi kebutuhan evaluasi pariwisata di masa pandemi ini.

Peramalan atau prediksi adalah suatu teknik untuk membuat suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun data masa ini, dimana prediksi ini berdampak pada pengambilan keputusan (Wei, 2006). Berbagai metode peramalan yang dilakukan diharapkan akan menciptakan implementasi yang lebih baik di sektor

pariwisata (Ma, 2018), (Hidayat & Mustawinar, 2022). Salah satu metode peramalan kuantitatif adalah model time series. Analisis *time series* adalah salah satu prosedur statistika yang diterapkan untuk meramalkan struktur probabilistik keadaan yang akan terjadi di masa yang akan datang dalam rangka pengambilan keputusan. Pada metode time series klasik tidak semua asumsi dapat dipenuhi sehingga diperkenalkan teori *fuzzy time series* (FTS) dimana metode ini tidak mementingkan asumsi apapun dan dapat menggambarkan data *time series* ke dalam bahasa linguistik (Song & Chissom, 1993) (Chen & Hsu, 2004).

Metode FTS ini mengalami perkembangan dari waktu ke waktu, (Chen & Hsu, 2004) memperkenalkan metode FTS untuk meramalkan pendaftaran mahasiswa baru di Universitas Alabama. Selanjutnya, metode ini dikembangkan oleh (Cheng, Chen, Teoh & Chiang, 2008) menggunakan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dengan memasukkan semua hubungan FLR dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan FLR yang sama (Cynthia, 2019). Nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada metode Cheng lebih kecil dibandingkan dengan metode Chen (Arnita, Afnisah, & Marpaung, 2020). Oleh karena itu, akan dilakukan peramalan jumlah kunjungan wisman di masa pandemi Covid19 dengan menggunakan metode Cheng.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Fuzzy Logic

*Fuzzy logic* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lofti Astor Zadeh pada tahun 1965 dimana *fuzzy logic* ini adalah metode berhitung dengan variabel kata-kata, sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Istilah *fuzzy* berarti samar atau tidak jelas, namun sistem *fuzzy* yang dibangun untuk memodelkan peramalan tersebut tetap mempunyai cara kerja dan deskripsi yang jelas berdasarkan pada teori *fuzzy logic* (Song & Chissom, 1993).

### 2.2 Fuzzy Time Series

*Fuzzy time series* (FTS) merupakan salah satu metode *soft computing* yang telah digunakan dan diterapkan dalam analisis data runtun waktu. Tujuan utama dari FTS adalah untuk memprediksi data runtun waktu yang dapat digunakan secara luas pada sembarang

data *real time*. Secara umum, himpunan *fuzzy* diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan samar.

Jika  $U$  adalah himpunan semesta, maka fungsi keanggotaan dari himpunan tersebut adalah:  $A_i = \mu_{A_i}(\mu_i) \mu_i + \dots + \mu_{A_p}(\mu_p) \mu_p$  dimana:  $\mu_{A_i}(\mu_i)$  merupakan derajat keanggotaan dari  $\mu_i$  ke  $A_i$  dan  $\mu_{A_i}(\mu_i) \in [0,1]$  dan  $1 \leq i \leq p$ .

Matriks dari pendefinisian derajat keanggotaan himpunan fuzzy terhadap  $A_i$  adalah:

$$A_i = \begin{cases} 1 & \text{jika } i = 1 \\ 0.5 & \text{jika } i = i-1, i = i+1 \\ 0 & \text{jika } \text{lainnya} \end{cases} \quad (1)$$

### 2.3 Fuzzy Time Series Cheng

Tahapan analisis peramalan dengan menggunakan metode (Cheng C. H., 2008), yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan himpunan semesta  $U$ , yaitu

$$U = [d_{\min}, d_{\max}] \quad (2)$$

2. Menentukan lebar interval ( $I$ ) menggunakan distribusi frekuensi yang dijabarkan sebagai berikut:

- a. Menghitung rentang nilai (*range*) dengan rumus:

$$R = d_{\max} - d_{\min} \quad (3)$$

- b. Menghitung banyak interval kelas menggunakan persamaan Sturges, yaitu

$$K = 1 + 3.332 \log n \quad (4)$$

- c. Membulatkan lebar interval dengan (3) dan (4), yaitu

$$I = \frac{R}{K} \quad (5)$$

- d. Mencari nilai tengah dengan rumus,  $m_i = \frac{(\text{batas atas} - \text{batas bawah})}{2}$  dimana

$i$  adalah banyaknya himpunan *fuzzy*.

3. Himpunan *fuzzy* dibentuk dengan melihat jumlah frekuensi yang berbeda, maka pada frekuensi terbanyak pertama dibagi menjadi  $h$  interval yang sama. Berikutnya, frekuensi terbanyak kedua dibagi atas  $h-1$  interval yang sama, interval pada frekuensi terbanyak ketiga

dibagi menjadi  $h - 2$  interval yang sama. Hal ini dilakukan sampai pada interval dengan frekuensi yang tidak dapat dibagi lagi.

- Mendefinisikan himpunan fuzzy  $A_i$  dan melakukan fuzzifikasi pada data aktual yang diamati. Misalkan  $A_1, A_2, \dots, A_i$  adalah himpunan fuzzy yang mempunyai nilai linguistik pada (1) maka pendefinisian pada  $U$  adalah:

$$\begin{aligned} A_1 &= \{\mu_1|1\} + \{\mu_2|0.5\} + \{\mu_3|0\} + \{\mu_4|0\} + \dots + \{\mu_p|0\} \quad (6) \\ A_2 &= \{\mu_1|0.5\} + \{\mu_2|1\} + \{\mu_3|0.5\} + \{\mu_4|0\} + \dots + \{\mu_p|0\} \\ &\vdots \\ A_p &= \{\mu_1|0\} + \{\mu_2|0\} + \{\mu_3|0\} + \dots + \{\mu_{p-1}|0.5\} + \{\mu_p|1\} \end{aligned}$$

- Menentukan *Fuzzy Logical Relationship (FLR)* berdasarkan data yang dapat dilambangkan dengan  $A_i \rightarrow A_j$  dimana  $A_i$  disebut *current state* dan  $A_j$  disebut *next state*.

- Menentukan bobot relasi FLR menjadi *Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)* dengan memasukkan semua hubungan (*all relationship*) dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan yang sama. FLR yang memiliki *current state* ( $A_i$ ) yang sama digabungkan menjadi satu grup ke dalam bentuk matriks pembobotan  $W_i$  yang didefinisikan sebagai berikut:

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1j} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{i1} & w_{i2} & \dots & w_{ij} \end{bmatrix} \quad (7)$$

- Menentukan peramalan awal  $F_i$  dengan aturan sebagai berikut:

$$F_i = W \times m_i \quad (8)$$

Apabila hasil *fuzzyfikasi* periode ke- $i$  adalah  $A_i$  yang tidak memiliki FLR pada FLRG dengan kondisi  $A_i \rightarrow \phi$  dimana nilai maksimum derajat keanggotaannya berada pada  $u_i$  maka nilai peramalan ( $F_i$ ) adalah nilai tengah dari  $u_i$ , atau didefinisikan dengan  $m_i$ .

### 2.3 Menentukan nilai *Measurement of the Accuracy of Forecasting Result*

Ketepatan hasil peramalan dapat dihitung dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* dengan menggunakan rumus:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |X_t - F_t|}{n} \times 100\% \quad (9)$$

Nilai MAPE pada (9) dapat diinterpretasikan atau ditafsirkan ke dalam 4 kategori yaitu:

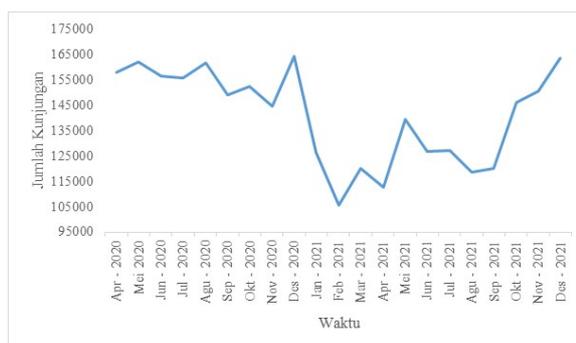
Tabel 1. Kategori Nilai MAPE

Persentase	Kategori
< 10%	Sangat Baik
10% - 20%	Baik
20% - 50%	Wajar
>50%	Tidak Akurat

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisis Data Deskriptif

Data jumlah kunjungan wisman merupakan data bulanan yang dapat diakses pada laman Badan Pusat Statistik (BPS). Plot *time series data* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Plot Time Series Jumlah Kunjungan Wisman Masa Pandemi Covid19

Jumlah rata-rata kunjungan wisman yang diamati dimulai setelah status pandemi Covid19 ditetapkan oleh *World Health Organization (WHO)*, yaitu April 2020-Desember 2021. Kunjungan wisman tertinggi pada bulan Desember 2020 dengan jumlah sebesar 141006. Sedangkan, jumlah wisman terendah terjadi pada bulan Februari 2021 dengan jumlah kunjungan sebesar 105788.

### 3.2 Peramalan dengan Metode FTS Cheng

Berdasarkan Tabel 1 dan Persamaan (1) diperoleh himpunan semesta  $U = [105788, 141006]$ . Himpunan  $U$  memiliki *range* 58291 dengan panjang interval yang efektif sebesar 11569 sehingga memiliki jumlah interval sebesar 5. Himpunan *fuzzy* yang dibentuk dengan melihat jumlah frekuensi yang berbeda dari  $U$  dapat diamati pada Tabel 2 berikut ini. Tabel 2 menunjukkan himpunan *fuzzy* yang terbentuk sebanyak 5, yaitu  $A_1, A_2, A_3, A_4,$  dan  $A_5$ .

Tabel 2. Deskripsi Data

Kelas	Batas Bawah	Batas Atas	Nilai Tengah	Fuz-zy	Jumlah Data
1	105785	117444	111615	A1	2
2	117445	129103	123274	A2	6
3	129104	140762	134933	A3	1
4	140763	152421	146592	A4	5
5	152422	164080	158251	A5	7

Dari Tabel 2 dilakukan fuzzifikasi pada data aktual berdasarkan banyaknya himpunan fuzzy, yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Fuzzifikasi

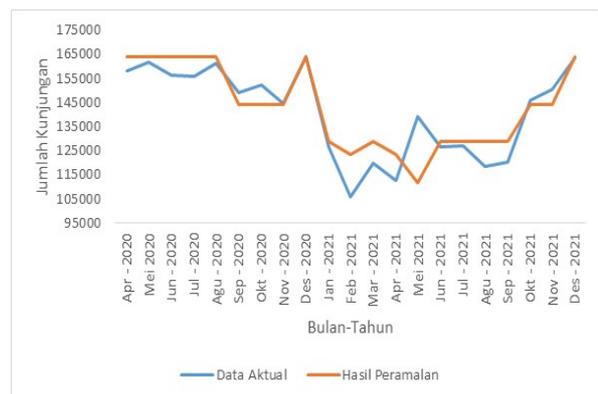
Bulan Tahun	Jumlah Kunjungan	Fuzzy	FLR-1
Apr 2020	158066	A5	-
Mei 2020	161842	A5	A5- >A5
Juni 2020	156561	A5	A5- >A5
Juli 2020	155742	A5	A5- >A5
⋮	⋮	⋮	⋮
Sep 2021	120100	A2	A2- >A2
Okt 2021	146137	A4	A2- >A4
Nov 2021	150577	A4	A4- >A4
Des 2021	163619	A5	A4- >A5

Hasil *fuzzifikasi* Tabel 3 dikelompokkan menjadi relasi logika fuzzy dimana himpunan fuzzy yang memiliki *current state* yang sama. Hasil dari FLRG dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil FLRG dalam Metode Cheng

FLRG	Nilai Tengah	Current State	Next State	Banyak Relasi	Peramalan
G1	111615	A1	A2	2	123274,00
G2	123274	A2	A1, A2, A3, A5	6	129103,42
G3	134933	A3	A1	1	111614,50
G4	146592	A4	A2, A4, A5	5	144260,20
G5	158251	A5	A4, A5	6	164137,47

Ada dua tahap dalam proses defuzzifikasi. Tahap pertama adalah mencari nilai tengah pada setiap interval dan yang kedua, menghitung nilai peramalan berdasarkan aturan defuzzifikasi. Dengan demikian, diperoleh hasil defuzzifikasi dari FLRG yang disajikan pada Tabel 4. Nilai peramalan yang diperoleh dengan metode Cheng dibandingkan dengan data aktual jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung di Indonesia pada masa pandemi Covid19, yang dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Perbandingan Plot antara Data Aktual dan Data Peramalan

### 3.3 Nilai MAPE

Perbandingan plot pada Gambar 2 selanjutnya dijabarkan melalui Tabel 5 untuk menghitung ketepatan hasil peramalan melalui nilai MAPE. Dari Tabel 5 diperoleh nilai MAPE sebesar 5,06% dan nilai ini berada di bawah 10% sehingga dapat dikatakan jika model peramalan yang digunakan memiliki kinerja yang sangat baik.

Tabel 5. Perbandingan Data Aktual dan Data Peramalan Cheng

Waktu	F	F <sub>t</sub>	MAPE
30/04/2020	158066	164138	3,57%
31/05/2020	161842	164138	1,42%
30/06/2020	156561	164136	4,84%
31/07/2020	155742	164138	5,39%
31/08/2020	161549	164138	1,60%
30/09/2020	148984	144260	3,17%
31/10/2020	152293	144260	5,27%
30/11/2020	144476	144260	0,15%
31/12/2020	164079	164138	0,04%
31/01/2021	126515	129103	2,05%
28/02/2021	105788	123274	16,53%
31/03/2021	119979	129103	7,61%
30/04/2021	112756	123274	9,33%
31/05/2021	139433	111615	19,95%
30/06/2021	126844	129103	1,78%
31/07/2021	127249	129103	1,46%
31/08/2021	118533	129103	8,92%
30/09/2021	120100	129103	7,50%
31/10/2021	146137	144260	1,28%
30/11/2021	150577	144260	4,20%
31/12/2021	163619	164138	0,32%
<b>MAPE</b>			<b>5,06%</b>

### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa metode Fuzzy Time Series Cheng pada jumlah kunjungan wisatawan mancanegara memiliki nilai MAPE sebesar 5,06%. Hal ini menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Time Series* Cheng memiliki performansi yang sangat baik karena memiliki nilai MAPE di bawah 10% dengan nilai akurasi peramalan sebesar 94,94%. Saran untuk penelitian kedepannya adalah membandingkan kinerja metode FTS Cheng ini dengan metode FTS lainnya, seperti menerapkan metode FTS berbasis Algoritma Novel.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arnita, Afnisah, N., & Marpaung, F. 2020. A Comparison of The Fuzzy Time Series Methods of Chen, Cheng and Markov Chain in Predicting Rainfall in Medan. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1462, No. 1, p. 012044). IOP Publishing.
- Chen, S. M. & Hsu, C.C. 2004. A new method to forecast enrollments using fuzzy time series. *International Journal of Applied Science and Engineering*, 2(3), p.234-244.
- Cheng C. H., Chen, T. L., Teoh, H. J., & Chiang, C. H. 2008. Fuzzy time-series based on adaptive expectation model for TAIEX forecasting. *Expert Systems with Applications*, vol. 34 no.2 , p.1126–1132.
- Cynthia, E. P. 2019. Metode Fuzzy Time Series Cheng dalam Memprediksi Jumlah Wisatawan di Provinsi Sumatera Barat. *Journal of Education Informatic Technology and Science*, 1(1), p.11-23.
- Elistia. 2021. Perkembangan dan Dampak Pariwisata di Indonesia Masa Pandemi Covid-19. *Prosiding Konferensi Nasional Ekonomi Manajemen dan Akuntansi (KNEMA)*, 1(1).
- Hidayat, R. & Mustawinar, B.H. 2022. Modeling of The Number of Tourists with Autoregressive Integrated Moving Average and Recurrent Artificial Neural Network: Pemodelan Jumlah Wisatawan dengan Autoregressive Integrated Moving Average dan Recurrent Artificial Neural Network. *Mathline: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 7(1), p.53-65.
- Ma, E. L. 2018. Anticipating Chinese tourists arrivals in Australia: A time series analysis. *Tourism management perspectives*, 17, p.50-58.
- Mun'im, A. 2022. Penyempurnaan Pengukuran Kontribusi Pariwisata: Alternatif Percepatan Pertumbuhan Ekonomi Indonesia. *Jurnal Kepariwisata Indonesia: Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Kepariwisata Indonesia*, 16(1), p.1-14.

- Song, Q. & Chissom, B. S. 1993. Forecasting enrollments with fuzzy time series—Part I. *Fuzzy sets and systems*, 54(1), p.1-9.
- Wei, W. W. 2006. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Method*. Boston: Pearson Education, Inc.
- Wu, Y.-C., Chen, C.-S., & Chan, Y.-J. 2020 The outbreak of COVID-19: an overview. *Journal of the Chinese medical association*, 83(3), p.217.