

Penerapan Metode *Fuzzy Time Series Chen* dan *Hsu* dalam Memprediksi Kunjungan Wisatawan di Museum Mulawarman

Alfajriani*¹, Masna Wati², Novianti Puspitasari³

^{1,2,3}Program Studi Informatika, Universitas Mulawarman, Samarinda

e-mail: *¹alfa140396@gmail.com, ²masnawati.ssi@gmail.com, ³novia.ftik.unmul@gmail.com

Abstrak

Museum Mulawarman merupakan salah satu objek wisata yang menjadi daya tarik bagi para wisatawan yang berkunjung ke Kalimantan Timur. Analisis pola kunjungan wisatawan dan prediksi jumlah pengunjung ke museum sangat penting untuk dilakukan, karena hal ini merupakan dasar dalam perencanaan kebijakan yang efektif bagi para pemangku kepentingan untuk memberikan rasa nyaman bagi para wisatawan. Metode *Fuzzy Time Series Chen* dan *Hsu* merupakan metode prediksi yang memiliki kemampuan dalam menyelesaikan masalah peramalan data historis berupa nilai-nilai linguistic dan mampu mengenali pola dari data *time series*. Hasil prediksi akan bernilai baik jika nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) berada dibawah 10%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai MAPE yang diperoleh sebesar 6% untuk wisatawan domestik dan 10% untuk wisatawan asing. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, metode *Fuzzy Time Series Chen* dan *Hsu* sesuai untuk memprediksi data kunjungan wisatawan di museum dengan nilai akurasi yang baik.

Kata kunci— *Chen dan Hsu, Fuzzy Time Series, Museum, Prediksi, Wisatawan*

1. PENDAHULUAN

Salah satu objek wisata yang mempunyai daya tarik bagi wisatawan untuk berkunjung ke Kalimantan Timur adalah Museum Mulawarman. Tingginya minat wisatawan untuk berkunjung ke museum harus diimbangi dengan fasilitas berupa sarana dan prasarana tempat yang memadai. Peningkatan jumlah kunjungan wisatawan pada saat tertentu seperti saat musim liburan, jika tidak diimbangi dengan sarana dan prasarana yang memadai dapat menurunkan minat wisatawan untuk kembali berkunjung dan tentunya hal ini berdampak juga terhadap sektor perekonomian masyarakat.

Oleh karena itu, para pemangku kepentingan khususnya pihak Museum Mulawarman harus mampu menganalisis pola kunjungan wisatawan dan memprediksi jumlah pengunjung setiap bulannya. Penelitian mengenai peramalan maupun prediksi jumlah kunjungan wisatawan telah banyak dilakukan, diantaranya adalah peramalan jumlah wisatawan asing di Provinsi Sumatera Utara menggunakan metode *Regressi Linear Sederhana* berdasarkan data historis selama 10 tahun terakhir yang menunjukkan bahwa wisatawan asing yang akan datang berkunjung adalah sebanyak 16.937 jiwa [1], dan prediksi jumlah wisatawan nusantara di Kabupaten Banyuwangi dengan metode *Triple Exponential Smoothing Holt-Wintersmodel Multiplicative* [2], serta yang lainnya [3], [4]. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melihat pola kunjungan wisatawan dan memprediksi jumlah pengunjung museum yaitu *Fuzzy Time Series*. *Fuzzy Time Series* (FST) merupakan sebuah metode yang mampu melakukan prediksi data berbentuk data *time series* dan melakukan peramalan data historis berupa nilai-nilai linguistic [5]. Metode ini telah digunakan dalam memprediksi kunjungan wisatawan ke Indonesia [6], [7], pengunjung perpustakaan [8], dan lainnya [9], [10]. Salah satu metode FST yang dapat digunakan untuk memprediksi jumlah kunjungan wisatawan di Museum adalah FST *Chen dan Hsu*. Metode FST

yang diusulkan oleh *Chen dan Hsu* dipilih, karena metode ini memberikan nilai MSE (5353) dan AFER (0.089%) yang lebih baik dalam melakukan peramalan dibandingkan dengan metode lainnya [11], [12]. Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan, maka penelitian ini akan melakukan prediksi dan melihat pola kunjungan wisatawan ke Museum menggunakan FST *Chen dan Hsu* serta *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk pengujian hasil prediksi yang telah dilakukan. Penelitian ini diharapkan mampu membantu pihak yang berkepentingan untuk mengetahui hasil prediksi dengan akurasi yang baik dalam memprediksi jumlah pengunjung wisata yang berkunjung ke Museum Mulawarman.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Fuzzy Time Series *Chen dan Hsu*

Fuzzy Time Series (FTS) adalah metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Sistem peramalan dengan FTS menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Metode ini digunakan oleh para peneliti untuk menyelesaikan masalah peramalan. Hal yang membedakan antara FST dengan *time series* konvensional adalah nilai-nilai yang digunakan dalam peramalan merupakan himpunan *fuzzy* dari bilangan-bilangan real atas himpunan semesta yang ditentukan [11]. Tahapan dari FTS *Chen dan Hsu* sebagai berikut:

Langkah 1 :

- a) Menentukan selisih (lag) antara data $n+1$ dan data n dengan rumus:

$$\text{Selisih (Lag)} = \text{Data}_{n+1} - \text{Data}_n \quad (1)$$

Dimana :

Data_{n+1} = data sesudah data awal

Data_n = data awal

- b) Menjumlahkan seluruh selisih yang didapat dan selanjutnya dibagi dengan banyaknya jumlah data.

$$\text{Total Selisih} = \sum \text{Data}_{n+1} - \text{Data}_n \quad (2)$$

Selanjutnya total selisih dibagi dengan banyaknya data.

- c) Menentukan panjang interval dengan cara Total selisih yang telah dibagi dengan banyaknya data selanjutnya dibagi 2.

$$\text{Panjang Interval} = (\text{Total Selisih} / \text{Banyak Data}) / 2 \quad (3)$$

- d) Menentukan banyaknya kelas adalah dengan cara selisih data terbesar dengan data terkecil dibagi dengan panjang interval.

$$\text{Banyak kelas} = \frac{D_{max} - D_{min}}{\text{panjang interval}} \quad (4)$$

Dimana :

D_{max} = data terbesar

D_{min} = data terkecil

- e) Masing-masing kelas disimbolkan dengan himpunan semesta (*Universe*) = $U_1, U_2, U_3, \dots, U_n$. sesuai dengan banyaknya kelas.

- f) Definisikan himpunan semesta (*Universe of Discourse*) masing-masing kelas sesuai dengan panjang interval masing-masing kelas.

$$U_1 = [D_{min}, D_{min} + \text{Interval} - 1]$$

...

$$U_n = [D_{min} + ((n - 1) \times \text{Lebar Interval}), D_{min} + \text{Interval} - 1] \quad (5)$$

Langkah 2 :

- a) Mendistribusikan seluruh data penelitian ke dalam masing-masing himpunan semesta.
- b) Menentukan banyaknya data yang termasuk ke dalam masing-masing kelas interval.
- c) Melakukan redivided Interval dengan ketentuan untuk kelas interval dengan jumlah data terbanyak selanjutnya interval dibagi 4 sama besar, kelas interval terbanyak kedua dibagi 3 sama besar, kelas interval terbanyak ketiga dibagi 2 sama besar. Untuk kelas interval yang tidak memiliki anggota data bisa dihilangkan.

Langkah 3 :

- a) Mendefinisikan fuzzy set, dengan cara mengasumsikan variabel linguistik dari selisih yang akan digunakan untuk nilai linguistik himpunan fuzzy berdasarkan interval yang dibentuk pada langkah 3 dan fuzzy set akan mewakili data aktual.

Jika A adalah himpunan *fuzzy*, maka merupakan suatu bilangan-bilangan *fuzzy* yang variabel linguistiknya ditentukan sesuai dengan keadaan semesta, dimana adalah jumlah interval yang didapatkan dari langkah pertama kemudian bilangan-bilangan *fuzzy* tersebut didefinisikan seperti berikut:

$$A_k = \begin{cases} \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2}, & k = 1 \\ \frac{0,5}{u_{k-1}} + \frac{1}{u_k} + \frac{0,5}{u_{k+1}}, & 2 \leq k \leq n - 1 \\ \frac{0,5}{u_{n-1}} + \frac{1}{u_n}, & k = n \end{cases} \quad (6)$$

Dimana :

$x/u_k = x$ merupakan derajat keanggotaan interval dalam bilangan *fuzzy* A_k .

u_k = sub-interval k yang dibentuk dari interval U .

$u_{k,j}$ = sub-interval j yang dibentuk dari sub-interval u_k .

- b) Selanjutnya masing-masing interval dari fuzzy set dibagi 4 bagian sama panjang, dimana 0.25 bagian dan 0.75 bagian dari interval digunakan sebagai *downward* dan *upward*.

Langkah 4 :

- a) Mendistribusikan fuzzy set yang telah dibentuk ke dalam tabel data aktual.
- b) Membentuk *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) berdasarkan tabel data *fuzzy set* pada langkah 5 dimana FLR dalam bentuk " $A_i \rightarrow A_j$ " yang berarti "Jika hasil *fuzzifikasi* data $n-1$ adalah A_i maka *fuzzifikasi* data ke n adalah A_j "

Langkah 5 :

Proses *defuzifikasi* memiliki beberapa aturan yaitu:

1. Untuk data pada tahun $i = 1$ (tahun pertama), Tidak mendapatkan hasil karena tidak ada tahun sebelumnya ($i = -1$).
2. Untuk data pada tahun $i = 2$, Menghitung *midde value* (nilai di $\frac{1}{2}$ panjang interval) dari interval pada tahun tersebut.
3. Untuk data pada tahun $i = 3$, Menghitung,

$$P : P = \frac{1}{2} * |(R_{i-1}) - (R_{i-2})| \quad (7)$$

Dimana R_i menyatakan data pada tahun ke- i , kemudian menghitung Q : Q = setengah panjang interval dari data.

- Jika $P > Q$ maka perhitungan prediksinya akan *upward 0.75 point* (nilai di $\frac{3}{4}$ panjang interval).
- Jika $P = Q$ maka perhitungan prediksinya akan *middle value*.
- Jika $P < Q$ maka perhitungan prediksinya akan *downward 0.25 point* (nilai di $\frac{1}{4}$ panjang interval).

4. Untuk data pada tahun $i = 4, 5, \dots, n$,

$$\text{Menghitung } W : W = (||R_{i-1} - R_{i-2}| - |R_{i-2} - R_{i-3}||) * 2 + R_{i-1} \quad (8)$$

$$\text{Menghitung } X : X = R_{i-1} - (||R_{i-1} - R_{i-2}| - |R_{i-2} - R_{i-3}|| * 2). \quad (9)$$

$$\text{Menghitung } Y : Y = (||R_{i-1} - R_{i-2}| - |R_{i-2} - R_{i-3}||) / 2 + R_{i-1}. \quad (10)$$

Menghitung Z : $Z = R_{i-1} - (||R_{i-1} - R_{i-2}| - |R_{i-2} - R_{i-3}|| / 2)$. (11)

- Jika atau masuk kedalam interval data maka perhitungan prediksinya akan *upward* sebesar 0.75 *point*.
- Jika atau masuk kedalam interval data maka perhitungan prediksinya akan *downward* sebesar 0.25 *point*.
- Jika dan tidak ada yang masuk ke dalam interval data maka perhitungan prediksinya akan *middle value*.

Pada data pada tahun dengan *nextstate* yang belum diketahui (D) untuk menghitung *middle value* interval pada data nilai *fuzzy* berasal dari *current state*

2. 2 Pengujian Error Prediksi

Pada penelitian ini pengujian terhadap hasil prediksi yang telah dilakukan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MAPE merupakan perhitungan yang menunjukkan nilai absolut rata-rata perbedaan antara nilai aktual dan nilai prediksi. Hasil peramalan dikatakan semakin akurat jika nilai MAPE semakin kecil [7], [13].

2.3 Data Penelitian

Data didalam penelitian ini merupakan rekapitulasi jumlah pengunjung Museum Mulawarman dengan periode perbulan dalam sepuluh tahun terakhir yaitu dari bulan Januari 2008 hingga bulan Desember 2017. Data pengunjung Museum terdiri dari wisatawan domestik dan wisatawan mancanegara.

Tabel 1 Data Wisatawan Domestik

Bulan/Tahun	Jumlah Pengunjung (perorang)									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Januari	8.472	11.394	10.984	13.112	9.603	12.395	10.843	18.146	33.400	12.813
Februari	2.913	4.724	5.591	7.834	4.647	6.601	7.041	10.280	13.292	4.702
Maret	6.276	5.976	6.034	6.940	5.819	10.374	9.250	9.445	11.487	5.293
April	4.074	4.600	7.037	6.730	6.224	6.763	6.812	8.014	8.527	6.960
Mei	5.411	9.827	10.095	12.755	8.053	7.952	10.619	14.969	21.046	7.432
Juni	8.730	12.108	11.056	26.035	7.373	8.455	4.616	2.756	6.301	9.560
Juli	10.999	8.933	7.068	3.822	2.588	1.456	14.400	18.296	31.111	7.590
Agustus	5.302	3.394	2.741	2.550	13.831	17.697	11.893	9.708	6.187	3.329
September	1.307	20.380	16.866	18.513	6.701	6.254	7.931	9.403	8.111	5.719
Oktober	19.558	5.686	6.955	8.733	6.938	9.025	11.421	9.462	10.118	3.861
November	4.811	9.185	6.253	8.484	7.178	8.222	8.721	9.024	6.151	4.134
Desember	6.861	7.020	9.369	5.445	9.563	11.793	12.936	30.614	14.838	13.093

Tabel 1 dan 2 menampilkan data jumlah wisatawan domestik dan mancanegara.

Tabel 2 Data Wisatawan Mancanegara

Bulan/Tahun	Jumlah Pengunjung (perorang)									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Januari	5	12	24	43	15	21	22	49	32	18
Februari	0	49	24	28	17	47	41	19	14	9
Maret	47	2	33	27	14	33	17	42	29	11
April	39	17	40	28	19	42	18	27	20	45
Mei	14	10	13	13	30	27	47	35	27	31
Juni	17	9	17	20	14	49	10	10	10	16
Juli	69	6	26	19	18	12	66	19	49	13
Agustus	26	10	47	19	45	48	54	62	53	108
September	13	21	8	34	36	61	49	18	28	20
Oktober	33	30	42	36	66	20	33	24	116	97
November	64	13	14	37	58	33	33	52	32	30
Desember	17	26	5	9	17	42	56	16	34	22

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menjelaskan tentang hasil prediksi dengan tahapan dari metode FTS *Chen dan Hsu* yang dijabarkan sebagai berikut:

3.1 Himpunan Semesta

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan terhadap data kunjungan wisatawan, maka himpunan semesta yang didapatkan untuk wisatawan domestik adalah $U=[1.307, 33.400]$ dengan jumlah kelas sebanyak 12 dan $U=[0, 116]$ untuk wisatawan mancanegara dengan jumlah kelas sebanyak 10.

Tabel 3 Himpunan Semesta Domestik

U	[x , y]
U ₁	[1.307 , 3.994]
U ₂	[3.995 , 6.682]
U ₃	[6.683 , 9.370]
U ₄	[9.371 , 12.058]
U ₅	[12.059 , 14.746]
U ₆	[14.747 , 17.434]
U ₇	[17.435 , 20.122]
U ₈	[20.123 , 22.810]
U ₉	[22.811 , 25.498]
U ₁₀	[25.499 , 28.186]
U ₁₁	[28.187 , 30.874]
U ₁₂	[30.875 , 33.562]

Tabel 4 Himpunan Semesta Mancanegara

U	[x , y]
U ₁	[0 , 11]
U ₂	[12 , 23]
U ₃	[24 , 35]
U ₄	[36 , 47]
U ₅	[48 , 59]
U ₆	[60 , 71]
U ₇	[72 , 83]
U ₈	[84 , 95]
U ₉	[96 , 107]
U ₁₀	[108 , 119]

Himpunan semesta yang telah didapatkan kemudian di distribusikan ke dalam data wisatawan domestik maupun mancanegara. Hasil himpunan semesta dan distribusi untuk wisatawan domestik dapat dilihat pada Tabel 3 dan 5.

Tabel 5 Distribusi Himpunan Semesta Domestik

Bulan/Tahun	Himpunan Semesta (U)									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Januari	U ₃	U ₄	U ₄	U ₅	U ₄	U ₅	U ₄	U ₇	U ₁₂	U ₅
Februari	U ₁	U ₂	U ₂	U ₃	U ₂	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₂
Maret	U ₂	U ₂	U ₂	U ₃	U ₂	U ₄	U ₃	U ₄	U ₄	U ₂
April	U ₂	U ₂	U ₃	U ₃	U ₂	U ₃	U ₃	U ₃	U ₃	U ₃
Mei	U ₂	U ₄	U ₄	U ₅	U ₃	U ₃	U ₄	U ₆	U ₈	U ₃
Juni	U ₃	U ₅	U ₄	U ₁₀	U ₃	U ₃	U ₂	U ₁	U ₂	U ₄
Juli	U ₄	U ₃	U ₃	U ₁	U ₁	U ₁	U ₅	U ₇	U ₁₂	U ₃
Agustus	U ₂	U ₁	U ₁	U ₁	U ₅	U ₇	U ₄	U ₄	U ₂	U ₁
September	U ₁	U ₈	U ₆	U ₇	U ₃	U ₂	U ₃	U ₄	U ₃	U ₂
Oktober	U ₇	U ₂	U ₃	U ₃	U ₃	U ₃	U ₄	U ₄	U ₄	U ₁
November	U ₂	U ₃	U ₂	U ₃	U ₃	U ₃	U ₃	U ₃	U ₂	U ₂
Desember	U ₃	U ₃	U ₃	U ₂	U ₄	U ₄	U ₅	U ₁₁	U ₆	U ₅

Sementara untuk hasil himpunan semesta dan distribusi untuk wisatawan mancanegara dapat dilihat pada Tabel 4 dan 6.

Tabel 6 Distribusi Himpunan Semesta Mancanegara

Bulan/Tahun	Himpunan Semesta (U)									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Januari	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₂	U ₂	U ₂	U ₅	U ₃	U ₂
Februari	U ₁	U ₅	U ₃	U ₃	U ₂	U ₄	U ₄	U ₂	U ₂	U ₁
Maret	U ₄	U ₁	U ₃	U ₃	U ₂	U ₃	U ₂	U ₄	U ₃	U ₁
April	U ₄	U ₂	U ₄	U ₃	U ₂	U ₄	U ₂	U ₃	U ₂	U ₄
Mei	U ₂	U ₁	U ₂	U ₂	U ₃	U ₃	U ₄	U ₃	U ₃	U ₃
Juni	U ₂	U ₁	U ₂	U ₂	U ₂	U ₅	U ₁	U ₁	U ₁	U ₂
Juli	U ₆	U ₁	U ₃	U ₂	U ₂	U ₂	U ₆	U ₂	U ₅	U ₂
Agustus	U ₃	U ₁	U ₄	U ₂	U ₄	U ₅	U ₅	U ₆	U ₅	U ₁₀
September	U ₂	U ₂	U ₁	U ₃	U ₄	U ₆	U ₅	U ₂	U ₃	U ₂

Oktober	U_3	U_3	U_4	U_4	U_6	U_2	U_3	U_3	U_{10}	U_9
November	U_6	U_2	U_2	U_4	U_5	U_3	U_3	U_5	U_3	U_3
Desember	U_2	U_3	U_1	U_1	U_2	U_4	U_5	U_2	U_3	U_2

3.2 Frekuensi Kemunculan Data

Tahapan ini dilakukan untuk menentukan banyaknya data untuk setiap kelas yang muncul dalam kelas interval. Dari Tabel 7, terlihat bahwa untuk wisatawan domestik frekuensi kemunculan data paling banyak terdapat di U_3 dengan jumlah 37 data. Frekuensi kemunculan data paling banyak untuk data wisatawan mancanegara terdapat di U_2 dengan jumlah 39 data. Tabel 7 menampilkan frekuensi kemunculan data dari masing-masing data wisatawan.

Tabel 7 Frekuensi Kemunculan Data Wisatawan

Himpunan Semesta	Frekuensi Kemunculan Data	
	Domestik	Mancanegara
U_1	11 data	15 data
U_2	26 data	39 data
U_3	37 data	29 data
U_4	22 data	17 data
U_5	10 data	11 data
U_6	3 data	6 data
U_7	5 data	0 data
U_8	2 data	0 data
U_9	0 data	1 data
U_{10}	1 data	2 data
U_{11}	1 data	-
U_{12}	2 data	-

Hasil interval baru data wisatawan domestik disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8 Interval Baru Wisatawan Domestik

U	[x, y]	U	[x, y]
U_1	[1.307, 3.994]	$U_{4,2}$	[10.715, 12.058]
$U_{2,1}$	[3.995, 4.890]	U_5	[12.059, 14.746]
$U_{2,2}$	[4.891, 5.786]	U_6	[14.747, 17.434]
$U_{2,3}$	[5.787, 6.682]	U_7	[17.435, 20.122]
$U_{3,1}$	[6.683, 7.354]	U_8	[20.123, 22.810]
$U_{3,2}$	[7.355, 8.026]	U_{10}	[25.499, 28.186]
$U_{3,3}$	[8.027, 8.698]	U_{11}	[28.187, 30.874]
$U_{3,4}$	[8.699, 9.370]	U_{12}	[30.874, 33.562]
$U_{4,1}$	[9.371, 10.714]		

Hasil interval baru data wisatawan mancanegara disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9 Interval Baru Wisatawan Mancanegara

U	[x, y]	U	[x, y]
U_1	[0, 11]	$U_{3,3}$	[32, 35]
$U_{2,1}$	[12, 14]	$U_{4,1}$	[36, 41]
$U_{2,2}$	[15, 17]	$U_{4,2}$	[42, 47]
$U_{2,3}$	[18, 20]	U_5	[48, 59]
$U_{2,4}$	[21, 23]	U_6	[60, 71]
$U_{3,1}$	[24, 27]	U_9	[96, 107]
$U_{3,2}$	[28, 31]	U_{10}	[108, 119]

3.3 Fuzzifikasi

Tahap proses Fuzzifikasi dilakukan dengan cara mengasumsikan variabel linguistik yang akan digunakan untuk nilai linguistik himpunan fuzzy berdasarkan interval yang dibentuk dengan persamaan (6).

Tabel 10 Fuzzifikasi Wisatawan Domestik

Bulan/Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Januari	A_7	A_{10}	A_{10}	A_5	A_9	A_{11}	A_{10}	A_{13}	A_{17}	A_{11}
Februari	A_1	A_2	A_3	A_6	A_2	A_4	A_5	A_9	A_{11}	A_2
Maret	A_4	A_4	A_4	A_5	A_4	A_9	A_8	A_9	A_{10}	A_3
April	A_2	A_2	A_5	A_5	A_4	A_5	A_5	A_6	A_7	A_5
Mei	A_3	A_9	A_9	A_{11}	A_7	A_6	A_9	A_{12}	A_{14}	A_6

Juni	A ₈	A ₁₁	A ₁₀	A ₁₅	A ₆	A ₇	A ₂	A ₁	A ₄	A ₉
Juli	A ₁₀	A ₈	A ₅	A ₁	A ₁	A ₁	A ₁₁	A ₁₃	A ₁₇	A ₆
Agustus	A ₃	A ₁	A ₈	A ₁	A ₁₁	A ₁₃	A ₁₀	A ₉	A ₄	A ₁
September	A ₁	A ₁₄	A ₁	A ₁₃	A ₅	A ₄	A ₆	A ₉	A ₇	A ₃
Oktober	A ₁₃	A ₃	A ₁₄	A ₈	A ₅	A ₈	A ₁₀	A ₉	A ₉	A ₁
November	A ₂	A ₈	A ₃	A ₇	A ₅	A ₇	A ₈	A ₈	A ₄	A ₂
Desember	A ₅	A ₅	A ₈	A ₃	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₆	A ₁₂	A ₁₁

Hasil fuzzyfikasi yang dinotasikan ke dalam bilangan linguistik ditampilkan pada Tabel 10 dan 11.

Tabel 11 Fuzzifikasi Wisatawan Mancanegara

Bulan/Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Januari	A ₁	A ₂	A ₆	A ₁₀	A ₃	A ₅	A ₅	A ₁₁	A ₈	A ₄
Februari	A ₁	A ₁₁	A ₆	A ₇	A ₃	A ₁₀	A ₉	A ₄	A ₂	A ₁
Maret	A ₁₀	A ₁	A ₈	A ₆	A ₂	A ₈	A ₃	A ₁₀	A ₇	A ₁
April	A ₉	A ₃	A ₉	A ₇	A ₄	A ₁₀	A ₄	A ₆	A ₄	A ₁₀
Mei	A ₂	A ₁	A ₂	A ₂	A ₇	A ₆	A ₁₀	A ₈	A ₆	A ₇
Juni	A ₃	A ₁	A ₃	A ₄	A ₂	A ₁₁	A ₁	A ₁	A ₁	A ₃
Juli	A ₁₂	A ₁	A ₆	A ₄	A ₄	A ₂	A ₁₂	A ₄	A ₁₁	A ₂
Agustus	A ₆	A ₁	A ₁₀	A ₄	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₁	A ₁₄
September	A ₂	A ₅	A ₁	A ₈	A ₉	A ₁₂	A ₁₁	A ₄	A ₇	A ₄
Oktober	A ₈	A ₇	A ₁₀	A ₉	A ₁₂	A ₄	A ₈	A ₆	A ₁₄	A ₁₃
November	A ₁₂	A ₂	A ₂	A ₉	A ₁₁	A ₈	A ₈	A ₁₁	A ₈	A ₇
Desember	A ₃	A ₆	A ₁	A ₁	A ₃	A ₁₀	A ₁₁	A ₃	A ₈	A ₅

3.4 Defuzzifikasi

Di tahap ini *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) ditentukan dari proses *fuzzifikasi* data historis wisatawan.

Tabel 12 FLR Wisatawan Domestik

Time Series	FLR	Time Series	FLR
Januari 2010 → Februari 2010	A ₁₀ →A ₃	Januari 2015 → Februari 2015	A ₁₃ →A ₉
Februari 2010 → Maret 2010	A ₃ →A ₄	Februari 2015 → Maret 2015	A ₉ →A ₉
Maret 2010 → April 2010	A ₄ →A ₅	Maret 2015 → April 2015	A ₉ →A ₆
April 2010 → Mei 2010	A ₅ →A ₉	April 2015 → Mei 2015	A ₆ →A ₁₂
Mei 2010 → Juni 2010	A ₉ →A ₁₀	Mei 2015 → Juni 2015	A ₁₂ →A ₁
Juni 2010 → Juli 2010	A ₁₀ →A ₅	Juni 2015 → Juli 2015	A ₁ →A ₁₃
Juli 2010 → Agustus 2010	A ₅ →A ₁	Juli 2015 → Agustus 2015	A ₁₃ →A ₉
Agustus 2010 → September 2010	A ₁ →A ₁₂	Agustus 2015 → September 2015	A ₉ →A ₉
September 2010 → Oktober 2010	A ₁₂ →A ₅	September 2015 → Oktober 2015	A ₉ →A ₉
Oktober 2010 → November 2010	A ₅ →A ₄	Oktober 2015 → November 2015	A ₉ →A ₈
:	:	:	:
:	:	:	:
Maret 2012 → April 2012	A ₄ →A ₄	Maret 2017 → April 2017	A ₃ →A ₅
April 2012 → Mei 2012	A ₄ →A ₇	April 2017 → Mei 2017	A ₅ →A ₆
Mei 2012 → Juni 2012	A ₇ →A ₆	Mei 2017 → Juni 2017	A ₆ →A ₉
Juni 2012 → Juli 2012	A ₆ →A ₁	Juni 2017 → Juli 2017	A ₉ →A ₆
Juli 2012 → Agustus 2012	A ₁ →A ₁₁	Juli 2017 → Agustus 2017	A ₆ →A ₁
Agustus 2012 → September 2012	A ₁₁ →A ₅	Agustus 2017 → September 2017	A ₁ →A ₃
September 2012 → Oktober 2012	A ₅ →A ₅	September 2017 → Oktober 2017	A ₃ →A ₁
Oktober 2012 → November 2012	A ₅ →A ₅	Oktober 2017 → November 2017	A ₁ →A ₂
November 2012 → Desember 2012	A ₅ →A ₉	November 2017 → Desember 2017	A ₂ →A ₁₁
Desember 2012 → Januari 2013	A ₉ →A ₁₁		

Fuzzy Logical Relationship (FLR) yang terbentuk terlihat pada Tabel 12 untuk wisatawan domestik dan Tabel 13 untuk wisatawan mancanegara.

Tabel 13 FLR Wisatawan Mancanegara

Time Series	FLR	Time Series	FLR
Januari 2008 → Februari 2008	A ₁ →A ₁	Januari 2013 → Februari 2013	A ₅ →A ₁₀
Februari 2008 → Maret 2008	A ₁ →A ₁₀	Februari 2013 → Maret 2013	A ₁₀ →A ₈
Maret 2008 → April 2008	A ₁₀ →A ₉	Maret 2013 → April 2013	A ₈ →A ₁₀
April 2008 → Mei 2008	A ₉ →A ₂	April 2013 → Mei 2013	A ₁₀ →A ₆
Mei 2008 → Juni 2008	A ₂ →A ₃	Mei 2013 → Juni 2013	A ₆ →A ₁₁
Juni 2008 → Juli 2008	A ₃ →A ₁₂	Juni 2013 → Juli 2013	A ₁₁ →A ₂
Juli 2008 → Agustus 2008	A ₁₂ →A ₆	Juli 2013 → Agustus 2013	A ₂ →A ₁₁

Agustus 2008 → September 2008	A6→A2	Agustus 2013 → September 2013	A11→A12
September 2008 → Oktober 2008	A2→A8	September 2013 → Oktober 2013	A12→A4
Oktober 2008 → November 2008	A8→A12	Oktober 2013 → November 2013	A4→A8
:	:	:	:
:	:	:	:
Maret 2012 → April 2012	A2→A4	Maret 2017 → April 2017	A1→A10
April 2012 → Mei 2012	A4→A7	April 2017 → Mei 2017	A10→A7
Mei 2012 → Juni 2012	A7→A2	Mei 2017 → Juni 2017	A7→A3
Juni 2012 → Juli 2012	A2→A4	Juni 2017 → Juli 2017	A3→A2
Juli 2012 → Agustus 2012	A4→A10	Juli 2017 → Agustus 2017	A2→A14
Agustus 2012 → September 2012	A10→A9	Agustus 2017 → September 2017	A14→A4
September 2012 → Oktober 2012	A9→A12	September 2017 → Oktober 2017	A4→A13
Oktober 2012 → November 2012	A12→A11	Oktober 2017 → November 2017	A13→A7
November 2012 → Desember 2012	A11→A3	November 2017 → Desember 2017	A7→A5
Desember 2012 → Januari 2013	A3→A5		

Setelah dilakukan proses *defuzzifikasi* maka diperoleh hasil prediksi untuk wisatawan domestik pada Tabel 14.

Tabel 14 Hasil Prediksi Wisatawan Domestik

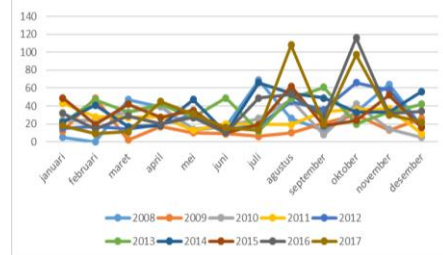
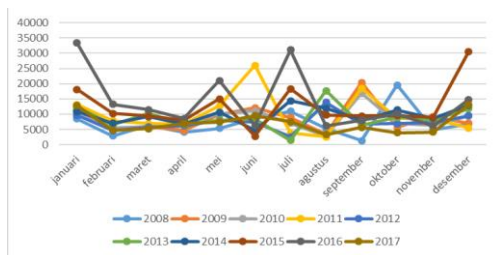
Tahun	Bulan	Jumlah Wisatawan	Tren	Hasil Prediksi	Tahun	Bulan	Jumlah Wisatawan	Tren	Hasil Prediksi
2008	Januari	8.472	-	-	2013	Januari	12.395	<i>Upward 0,75 point</i>	14.075
2008	Februari	2.913	<i>Middle value</i>	2.561	2013	Februari	6.601	<i>Middle value</i>	6.235
2008	Maret	6.276	<i>Upward 0,75 point</i>	6.459	2013	Maret	10.374	<i>Middle value</i>	10.043
2008	April	4.074	<i>Middle value</i>	4.443	2013	April	6.763	<i>Middle value</i>	7.019
2008	Mei	5.411	<i>Middle value</i>	5.339	2013	Mei	7.952	<i>Middle value</i>	7.691
2008	Juni	8.730	<i>Middle value</i>	9.035	2013	Juni	8.455	<i>Middle value</i>	8.363
2008	Juli	10.999	<i>Middle value</i>	11.387	2013	Juli	1.456	<i>Middle value</i>	2.651
2008	Agustus	5.302	<i>Middle value</i>	5.339	2013	Agustus	17.697	<i>Middle value</i>	18.779
2008	September	1.307	<i>Downward 0,25 point</i>	1.979	2013	September	6.254	<i>Downward 0,25 point</i>	6.011
2008	Oktober	19.558	<i>Middle value</i>	18.779	2013	Oktober	9.025	<i>Middle value</i>	9.035
2008	November	4.811	<i>Middle value</i>	4.443	2013	November	8.222	<i>Middle value</i>	8.363
2008	Desember	6.861	<i>Middle value</i>	7.019	2013	Desember	11.793	<i>Middle value</i>	11.387
2009	Januari	11.394	<i>Middle value</i>	11.387	2014	Januari	10.843	<i>Middle value</i>	11.387
2009	Februari	4.724	<i>Middle value</i>	4.443	2014	Februari	7.041	<i>Middle value</i>	7.019
2009	Maret	5.976	<i>Middle value</i>	6.235	2014	Maret	9.250	<i>Middle value</i>	9.035
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
2010	Desember	9.369	<i>Middle value</i>	9.035	2015	Desember	30.614	<i>Middle value</i>	29.531
2011	Januari	13.112	<i>Middle value</i>	13.403	2016	Januari	33.400	<i>Middle value</i>	32.291
2011	Februari	7.834	<i>Middle value</i>	7.691	2016	Februari	13.292	<i>Middle value</i>	13.403
2011	Maret	6.940	<i>Middle value</i>	7.019	2016	Maret	11.487	<i>Middle value</i>	11.387
2011	April	6.730	<i>Middle value</i>	7.019	2016	April	8.527	<i>Middle value</i>	8.363
2011	Mei	12.755	<i>Middle value</i>	13.403	2016	Mei	21.046	<i>Middle value</i>	21.467
2011	Juni	26.035	<i>Middle value</i>	26.843	2016	Juni	6.301	<i>Middle value</i>	6.235
2011	Juli	3.822	<i>Middle value</i>	2.651	2016	Juli	31.111	<i>Middle value</i>	32.219
2011	Agustus	2.550	<i>Middle value</i>	2.651	2016	Agustus	6.187	<i>Middle value</i>	6.235
2011	September	18.513	<i>Middle value</i>	18.779	2016	September	8.111	<i>Middle value</i>	8.363
2011	Oktober	8.733	<i>Middle value</i>	9.035	2016	Oktober	10.118	<i>Middle value</i>	10.043
2011	November	8.484	<i>Middle value</i>	8.363	2016	November	6.151	<i>Middle value</i>	6.235
2011	Desember	5.445	<i>Middle value</i>	5.339	2016	Desember	14.838	<i>Middle value</i>	16.091
2012	Januari	9.603	<i>Middle value</i>	10.043	2017	Januari	12.813	<i>Middle value</i>	13.403
2012	Februari	4.647	<i>Middle value</i>	4.443	2017	Februari	4.702	<i>Middle value</i>	4.443
2012	Maret	5.819	<i>Middle value</i>	6.235	2017	Maret	5.293	<i>Middle value</i>	5.339
2012	April	6.224	<i>Middle value</i>	6.235	2017	April	6.960	<i>Middle value</i>	7.019
2012	Mei	8.053	<i>Middle value</i>	8.363	2017	Mei	7.432	<i>Downward 0,25 point</i>	7.523
2012	Juni	7.373	<i>Middle value</i>	7.691	2017	Juni	9.560	<i>Upward 0,75 point</i>	10.379
2012	Juli	2.588	<i>Upward 0,75 point</i>	3.323	2017	Juli	7.590	<i>Middle value</i>	7.691
2012	Agustus	13.831	<i>Middle value</i>	13.403	2017	Agustus	3.329	<i>Middle value</i>	2.651
2012	September	6.701	<i>Middle value</i>	7.019	2017	September	5.719	<i>Middle value</i>	5.339
2012	Oktober	6.938	<i>Middle value</i>	7.019	2017	Oktober	3.861	<i>Downward 0,25 point</i>	1.979
2012	November	7.178	<i>Middle value</i>	7.019	2017	November	4.134	<i>Middle value</i>	4.443
2012	Desember	9.563	<i>Middle value</i>	10.043	2017	Desember	13.093	<i>Middle value</i>	13.403
					2018	Januari	-	<i>Middle value</i>	13.403

Lebih lanjut hasil prediksi untuk wisatawan mancanegara ditampilkan oleh Tabel 15.

Tabel 15 Hasil Prediksi Wisatawan Mancanegara

Tahun	Bulan	Jumlah Wisatawan	Tren	Hasil Prediksi	Tahun	Bulan	Jumlah Wisatawan	Tren	Hasil Prediksi
2008	Januari	5	-	-	2013	Januari	21	Middle value	23
2008	Februari	0	Middle value	6	2013	Februari	47	Downward 0,25 point	44
2008	Maret	47	Downward 0,25 point	44	2013	Maret	33	Middle value	34
2008	April	39	Middle value	39	2013	April	42	Middle value	45
2008	Mei	14	Middle value	14	2013	Mei	27	Middle value	26
2008	Juni	17	Middle value	17	2013	Juni	49	Middle value	54
2008	Juli	69	Middle value	66	2013	Juli	12	Middle value	14
2008	Agustus	26	Middle value	26	2013	Agustus	48	Middle value	54
2008	September	13	Middle value	14	2013	September	61	Middle value	66
2008	Oktober	33	Middle value	34	2013	Oktober	20	Middle value	20
2008	November	64	Middle value	66	2013	November	33	Middle value	34
2008	Desember	17	Middle value	17	2013	Desember	42	Middle value	45
2009	Januari	12	Middle value	14	2014	Januari	22	Middle value	23
2009	Februari	49	Middle value	54	2014	Februari	41	Downward 0,25 point	38
2009	Maret	2	Middle value	6	2014	Maret	17	Middle value	17
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
2011	Juli	19	Middle value	20	2016	Juli	49	Upward 0,75 point	57
2011	Agustus	19	Middle value	20	2016	Agustus	53	Middle value	54
2011	September	34	Middle value	34	2016	September	28	Middle value	30
2011	Oktober	36	Middle value	39	2016	Oktober	116	Middle value	114
2011	November	37	Middle value	39	2016	November	32	Middle value	34
2011	Desember	9	Middle value	6	2016	Desember	34	Middle value	34
2012	Januari	15	Middle value	17	2017	Januari	18	Middle value	20
2012	Februari	17	Middle value	17	2017	Februari	9	Downward 0,25 point	3
2012	Maret	14	Middle value	14	2017	Maret	11	Downward 0,25 point	3
2012	April	19	Middle value	20	2017	April	45	Middle value	45
2012	Mei	30	Middle value	30	2017	Mei	31	Downward 0,25 point	29
2012	Juni	14	Middle value	14	2017	Juni	16	Middle value	17
2012	Juli	18	Middle value	20	2017	Juli	13	Upward 0,75 point	14
2012	Agustus	45	Middle value	45	2017	Agustus	108	Middle value	114
2012	September	36	Middle value	39	2017	September	20	Middle value	20
2012	Oktober	66	Middle value	66	2017	Oktober	97	Middle value	102
2012	November	58	Middle value	54	2017	November	30	Middle value	30
2012	Desember	17	Middle value	17	2017	Desember	22	Middle value	23
					2018	Januari	-	Middle value	23

Plot grafik hasil prediksi terhadap data wisatawan ke Museum ditunjukkan oleh Gambar 1 dan 2.



Gambar 1 Plot Grafik Hasil Prediksi Domestik

Gambar 2 Plot Grafik Hasil Prediksi Mancanegara

Nilai MAPE yang dihasilkan untuk wisatawan domestik sebesar 6% dan 10% untuk wisatawan mancanegara. Berdasarkan hasil evaluasi, menunjukkan bahwa kemampuan peramalan dinyatakan baik karena nilai MAPE dibawah 20%. Lebih lanjut hasil prediksi atau peramalan pada bulan Januari tahun 2018 untuk jumlah kunjungan wisatawan ke Museum Mulawarman sebesar 13.403 orang wisatawan domestik dan 23 orang wisatawan mancanegara.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil prediksi yang telah dilakukan menggunakan metode FTS *Chen dan Hsu* menunjukkan bahwa jumlah kunjungan wisatawan ke Museum Mulawarman tertinggi berada di tahun 2016. Pada bulan Januari tahun 2016 jumlah wisatawan domestik sebesar

32.291 orang dan pada bulan Oktober tahun 2016 jumlah wisatawan mancanegara sebesar 114 orang. Hasil prediksi untuk pengunjung museum mendapatkan rata-rata nilai MAPE dibawah 20%, sehingga kesimpulannya adalah metode FTS *Chen dan Hsu* dapat memprediksi jumlah kunjungan wisatawan ke Museum.

5. SARAN

Adapun saran yang perlu disampaikan adalah menggunakan metode *fuzzy time series* dengan model yang berbeda dan membandingkan hasil prediksi menggunakan metode *fuzzy time series* lainnya sehingga dapat ditemukan hasil prediksi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Marbun, H. T. Sihotang, and M. A. Nababan, "Perancangan Sistem Peramalan Jumlah Wisatawan Asing," *J. Mantik Penusa*, vol. 2, no. 1, 2018.
 - [2] F. Indriana Yusuf and D. Hilda Anjasari, "Metode Triple Exponential Smoothing Holt-Winters Untuk Peramalan Jumlah Wisatawan Nusantara Di Kabupaten Banyuwangi," *UJMC*, vol. 4, no. 2, 2018.
 - [3] N. Sulthan, N. Eltivia, and N. I. Riwijanti, "Implementasi Metode Exponential Smoothing Untuk Peramalan Kedatangan Wisatawan Mancanegara Pada Pulau Bali," *Media Mahard.*, vol. 18, no. 2, 2020, doi: 10.29062/mahardika.v18i2.145.
 - [4] T. Y. Astriana, M. Wati, and N. Puspitasari, "Sistem Informasi Customer Relationship Management (CRM) dengan Penambahan Fitur Peramalan Tingkat Customer Complain Menggunakan Metode Single Exponential Smoothing (Studi Kasus: Pt. Satnetcom Balikpapan)," *Pros. Semin. Nas. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 96–99, 2017.
 - [5] K. Nugroho, "Model Analisis Prediksi Menggunakan Metode Fuzzy Time Series," *INFOKAM*, vol. 12, no. 1, 2016.
 - [6] I. J. Thira, N. A. Mayangky, D. N. Kholifah, I. Balla, and W. Gata, "Peramalan Data Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Indonesia menggunakan Fuzzy Time Series," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 5, no. 1, 2019, doi: 10.26418/jp.v5i1.31074.
 - [7] J. A. Widians, N. Puspitasari, and A. F. A. Sari, "The prediction of tourist visiting with average based fuzzy time series method," *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, vol. 8, no. 5, 2019, doi: 10.35940/ijeat.E1215.0585C19.
 - [8] N. Afifah, N. Aini, and M. Mukhlis, "Prediksi Jumlah Pengunjung Perputakaan IAIN JEMBER Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series," *ARITMATIKA J. Ris. Pendidik. Mat.*, vol. 1, no. 1, pp. 36–45, 2020.
 - [9] R. A. Pambudi, B. D. Setiawan, and S. H. Wijoyo, "Implementasi Fuzzy Time Series untuk Memprediksi Jumlah Kemunculan Titik Api," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 11, 2018.
 - [10] R. Zulfikar and P. Ade'Mayvita, "Pengujian Metode Fuzzy Time Series Chen dan Hsu Untuk Meramalkan Nilai Indeks Bursa Saham Syariah Di Jakarta Islamic Index (JII)," *Wiga J. Penelit. Ilmu Ekon.*, vol. 7, no. 2, 2018, doi: 10.30741/wiga.v7i2.340.
 - [11] W. Anggraeni and I. Suyahya, "Prediksi Kurs Rupiah Terhadap Dolar Amerika Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Chen dan HSU," *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.*, vol. 1, no. 1, 2016, doi: 10.30998/string.v1i1.965.
 - [12] F. Fatimah, A. Tejawati, and N. Puspitasari, "Prediksi Pemakaian Air PDAM Menggunakan Metode Simple Moving Average," *J. Rekayasa Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 1, 2018, doi: 10.30872/jurti.v2i1.1410.
-