Sistem Peramalan Hasil Panen Dan Permintaan Pasar Buah Apel Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* (Studi Kasus Dinas Pertanian Kota Batu)

Dhebys Suryani[1], Dika Rizky Yunianto[2], Desvin Renata Paksi Ade P[3]

[1,2,3] Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang
[1]-dhebys.suryani@gmail.com, [2]dikarizkyyunianto@polinema.ac.id, [3] desvinpratama@gmail.com

***Abstrak*—Kota Batu adalah sebuah Kota di Provinsi Jawa Timur Indonesia. Penduduk Kota Batu sebagian besar bekerja sebagai petani dimana hasil pertanian utama dari Kota Batu adalah buah, bunga dan sayur-mayur. Hasil perkebunan yang menjadi komoditi utama dari Kota Batu adalah buah apel. Jumlah hasil panen dan permintaan pasar memiliki grafik yang tidak menentu. Untuk mengetahui informasi tentang hasil panen dan permintaan sebaiknya dilakukan peramalan tentang jumlah hasil panen buah apel dan permintaan pasar pada periode yang akan datang. Oleh karena itu dibuatlah sistem yang berjudul "Sistem Peramalan Hasil Panen dan Permintaan Pasar Buah Apel Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series*" dan data yang digunakan adalah data hasil panen dengan data permintaan pasar buah apel periode Januari 2015 sampai dengan Desember 2019. Peramalan Jumlah hasil panen dan permintaan pasar buah apel dengan menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* (FTS) memiliki ketepatan ramalan sebesar 96.00% untuk hasil panen, 92.00%. Pada peramalan hasil panen buah apel perdaerah metode *Fuzzy Time Series* mampu mendukung sisitem untuk memperoleh rata-rata akurasi dari semua daerah yaitu sebesar 97.13% dan untuk permintaan pasar dari 4 daerah yang berbeda metode *Fuzzy Time Series* juga mampu mendukung sisitem untuk memperoleh rata-rata akurasi dari semua daerah yaitu sebesar 97.54% mengindikasikan bahwa metode *Fuzzy Time Series* sangat akurat. Sehingga didapat nilai error menggunakan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE) sebesar 4.00% untuk hasil panen dan 7.99% untuk hasil permintaan pasar buah apel, .**

Kata kunci—Sistem peramalan, fuzzy time series hasil panen dan permintaan pasar buah apel

I. PENDAHULUAN

Penduduk Kota Batu sebagian besar bekerja sebagai petani dimana hasil pertanian utama dari Kota Batu adalah buah, bunga dan sayur-mayur. Hasil perkebunan yang menjadi komoditi utama dari Kota Batu adalah buah apel. Apel merupakan salah satu buah yang berasal dari daerah subtropis. Di Indonesia tanaman apel dibudidayakan di beberapa daerah diantaranya Poncokusumo Malang, Batu, Nongkojajar-Pasuruan. Apel yang banyak ditanam di Indonesia adalah varietas manalagi, anna, dan *romebeauty*. Buah apel biasanya dapat dipanen dalam waktu setahun dua kali. Apel *romebeauty* dapat dipanen ketika buah berumur sekitar 120-140 hari, manalagi sekitar 115 dan anna sekitar 100 hari dari bunga mekar. Panen sebaiknya dilakukan pada pagi hari saat cuaca cerah.

Salah satu kota dengan produksi panen apel terbanyak adalah Kota Batu. Menurut data dari Badan Statistik Kota Batu, panen buah apel di Kota Batu pada tahun 2016 pada saat triwulan pertama dengan jumlah tanaman 2.122.829 dan menghasilkan jumlah produksi sekitar 163.012.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di Dinas Pertanian Kota Batu belum adanya sistem yang dapat meramalkan atau memprediksi hasil panen buah apel. Hasil wawancara penulis dengan bapak Kepala Bidang Seksi Dinas Pertanian Kota Batu masalah yang sering terjadi yaitu sulitnya memprediksi hasil panen buah apel dan permintaan pasar pada periode panen berikutnya untuk menentukan harga apel dipasaran. Untuk menangani hal tersebut diperlukan prediksi jumlah hasil panen buah apel dan permintaan pasar yang akan terjadi pada periode berikutnya agar Dinas Pertanian Kota Batu dapat mengetahui periode kapan panen akan turun maupun naik. Hal ini akan membantu Dinas Pertanian dalam melakukan tindakan keputusan untuk mengantisipasi ketika hasil panen tidak sesuai dengan permintaan pasar.

Oleh sebab itu diperlukan sebuah sistem yang dapat memprediksi atau meramalkan hasil panen buah apel dan permintaan pasar pada periode yang akan datang menggunakan metode *Fuzzy time series.* Peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* sebagai salah satu metode peramalan dengan hasil peramalan lebih baik dibandingkan dengan beberapa metode lainnya (Thira et al., 2019)

Pemilihan metode *fuzzy time series* dikarenakan data hasil panen dan permintaan pasar buah apel yang naik turun sesuai dengan prinsip fuzzy dan data deret waktu (time series) yang bertujuan untuk menentukan pola dan keteratuan

agar dapat digunakan untuk meramalkan kejadian pada periode yang akan datang.

II. LANDASAN TEORI

A. Peramalan

Peramalan atau Forecasting yaitu suatu aktivitas memprediksi peristiwa yang akan terjadi di masa mendatang. Peramalan sering dibagi menjadi tiga jenis yaitu peramalan jangka pendek, peramalan jangka sedang, dan peramalan jangka panjang. Hal yang termasuk peramalan jangka pendek adalah prediksi untuk beberapa hari, minggu, atau bulan yang akan datang.

Hal yang termasuk peramalan jangka sedang adalah prediksi peristiwa pada satu atau dua tahun yang akan datang. Hal yang termasuk peramalan jangka panjang adalah prediksi sampai beberapa tahun mendatang. Peramalan sangat penting di berbagai bidang kehidupan, karena jika bisa mengetahui peristiwa atau kondisi di masa mendatang maka bisa dilakukan perencanaan dalam pengambilan keputusan.

B. Fuzzy Time Series

Fuzzy Time Series pertama kali dikembangkan oleh Song dan Chisson pada tahun 1993.

Fuzzy Time Series adalah metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Sistem peramalan dengan *Fuzzy Time Series* menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang.

Pada FTS nilai yang digunakan merupakan himpunan *fuzzy* dari bilangan real atas himpunan semesta yang telah ditentukan. Maka bisa didefinisian bahwa FTS merupakan metode yang penggunaan datanya berupa himpunan *fuzzy* yang berasal dari bilangan real atas himpunan semesta pada data aktual.

Langkah-langkah perhitungan untuk meramalkan hasil panen dan permintaan pasar buah apel menggunakan metode Fuzzy Time Series adalah:

1. *Menentukan Universe Of Discourse atau himpunan semesta* adalah sub proses yang terjadi pada peramalan menggunakan metode *fuzzy time series*, himpunan semesta dapat disimbolkan dengan *U*.

   U = [Dmin , Dmax] (1)

2. Penerapan interval berbasis rata – rata, Salah satu metode untuk penentuan panjang interval yang efektif adalah dengan metode berbasis rata-rata (*average based*), yang memiliki algoritma sebagaimana berikut:

   a) Hitung semua nilai absolute selisih antara Ai dan Ai (i=1..., n-1) sehingga diperoleh rata-rata nilai *absolute* selisih.

   b) Tentukan setengah dari rata-rata yang diperoleh dari langkah pertama untuk kemudian dijadikan sebagai panjang interval.

   c) Berdasarkan panjang interval yang diperoleh dari langkah kedua, ditentukan basis dari panjang interval sesuai dengan tabulasi basis.

TABLE 1. TABULASI BASIS

Range	Basis
0.1 – 1.0	0.1
1.1 - 10	1
11 – 100	10
101 – 1000	100
1001 – 10000	1000
10001 - 100000	10000

   d) Menentukan Range dengan persamaaan sebagai berikut:

   R= [Dmax-Dmin] (2)

   e) Kemudian untuk mendapatkan jumlah *interval* digunakan persamaan:

   $$K = \frac{R}{Panjang\ Interval\ sesuai\ tabulasi\ basis} \quad (3)$$

   f) Jumlah interval didapatkan dengan cara membulatkan hasil interval berbasis rata-rata ke bilangan ganjil terdekat.

   g) Menentukan lebar *Interval* dengan persamaan:

   $$I = \frac{Range\ Data\ (R)}{Banyaknya\ Interval\ Kelas\ (K)} \quad (4)$$

   h) Mencari nilai tengah

   $$m_i = \frac{(\ Batas\ atas)}{(\ Batas\ Bawah} \quad (5)$$

3. Asumsikan variable lingustik dari seilisih yang akan digunakan untuk nilai linguistic himpunan fuzzy, misalnya didefinisikan A1 (turun), A2 (tetap), A3 (naik) untuk ketiga partisi yang telah diberikan $U_1, i = 1,2,3$ setiap U_1 merupakan anggota $A_j, j = 1,2,3$ yang diekspresikan pada selang bilangan riil $[0,1]$.

4. Fuzzifikasi merupakan proses mengidentifikasikan data aktual ke dalam *fuzzy set.* Fuzzifikasi dinotasikan sebagai berikut, jika F(t-1) berada pada himpunan *fuzzy set* Ak maka F(t-1) akan difuzzifikasikan dengan Ak.

5. *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) diindetifikasikan berdasarkan suatu nilai fuzzifikasi dari data historis. Jika *variable time series F t* (1) – difuzzifikasi sebagai *Ai* dan *F t* ( ) sebagai *Aj* , maka *Ai* berelasi *Aj* yang dapat dinyatakan dengan notasi *Ai -> Aj*. Hal ini dapat diartikan *Ai* yang terletak pada sisi sebelah kiri *relationship* disebut dengan *current state* dan *Aj* yang berada disisi kanan *relationship* disebut dengan *next state* dan jika terjadi perulangan *relationship* maka tetap dihitung hanya sekali.

6. Defuzzifikasi nilai Peramalan dengan mengasumsikan dari data calon memiliki 3 aturan sebagai berikut:

   i) Jika hasil fuzzifikasi pada tahun ke-n adalah *Ai* dan *Ai* terdapat relasi satu FLR pada FLRG yaitu dengan kondisi *Ai -> Aj* dimana derajat keanggotaan tertinggi berada pada *uj*, maka nilai

Peramalan untuk n+1 adalah nilai tengah dari *uj*, atau didefinisikan dengan *mj*.

j) Jika hasil fuzzifikasi pada tahun ke-n adalah *Ai* dan *Ai* memiliki lebih dari satu FLR pada FLRG yaitu dengan kondisi *Ai* - > *Aj1, Aj2, ..., Ajp*, dimana nilai tengah untuk masing-masing *Aj1, Aj2,...., Ajp* adalah *mj1, mj2…,mjp* maka nilai Peramalan untuk n+1 adalah

$$n + 1 = \frac{(mj1, mj2, \ldots, mjp)}{p} \quad (6)$$

k) Jika hasil fuzzifikasi pada tahun ke-n adalah *Ai* dan *Ai* tidak mmiliki nilai FLR pada FLRG dimana nilai maksimum pada fungsi keanggotaan berada pada *uj*, maka nilai Peramalan untuk n+1 merupakan nilai tengah dari *uj* atau dapat didefinisikan menjadi *mj*.

7. Hasil peramalan diukur dengan menggunakan MAPE atau *Mean Absolute Percentege Error*. Berikut ini adalah rumus MAPE:

$$\text{MAPE} = \left(\frac{1}{n}\sum\frac{|Xt - Ft|}{XT}\right) * 100\% \quad (7)$$

Keterangan :
n = banyak data
Xt = nilai aktual
Ft = nilai prediksi
Hasil interpretasi nilai MAPE terdiri dari 4 kategori. Hasil MAPE terdiri dari 4 kategori. Hasil interprestasi nilai MAPE.

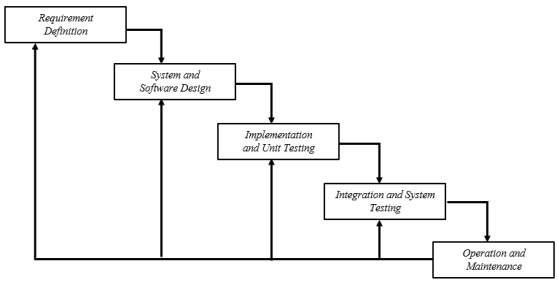
TABLE 2. NILAI KRITERIA MAPE

Nilai MAPE	MAPE Kriteria
<10	Peramalan sangat akurat
10-20	Peramalan Baik
20-50	Peramalan Layak
>50	Peramalan kurang akurat

III. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

A. *Metodologi Pengembangan*

Model Waterfall adalah model pengembangan perangkat lunak yang paling sering digunakan. Model pengembangan ini bersifat linear dari tahap awal pengembangan system yaitu tahap perencanaaan sampai tahap akhir pengembangan system yaitu tahap pemeliharaan. Tahapan pada metode waterfall adalah sebagai berikut Tahapan Metode *Waterfall* dapat dilihat pada Gambar 1.



GAMBAR 1 METODE PENGEMBANGAN WATERFALL

B. *Analisis Data*

1. Dari hasil observasi yang dilakukan di Dinas Pertanian Kota Batu, data yang di dapat merupakan data hasil panen buah apel, dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2019 berdasarkan bulan. Contoh data dapat dilihat pada Tabel 3.

TABLE 3. DATA HASIL PANEN

Tahun	Bulan	Jumlah Hasil Panen
2015	Januari	1552
	Februari	1430
	Maret	1535
	April	1552
	Mei	1560
	Juni	1582
	Juli	1091
	Agustus	1165
	September	1525
	Oktober	1187
	November	1420
	Desember	1640

2. Dari hasil observasi dan wawancara yang dilakukan kepada pengepul apel, data yang di dapat merupakan data permintaan pasar buah apel, dari bulan Januari 2015 sampai dengan bulan 2019. Contoh data dapat dilihat pada Tabel 4.

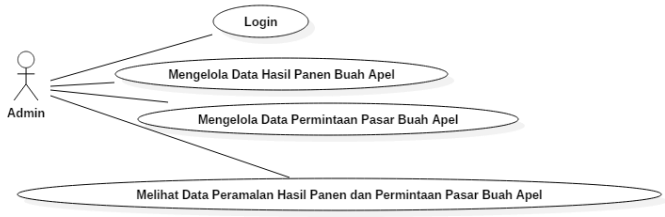
TABLE 4 DATA PERMINTAAN PASAR

Tahun	Bulan	Jumlah Permintaan Pasar
2015	Januari	1350
	Februari	1230
	Maret	1480
	April	1530
	Mei	1250
	Juni	1270
	Juli	980
	Agustus	1080
	September	1190
	Oktober	860
	November	1340
	Desember	1480

C. *Diagram Usecase*

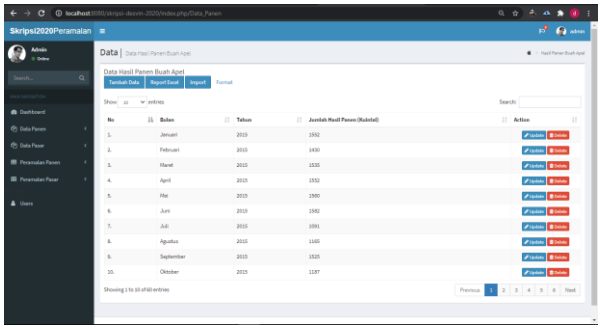
Pada dasarnya *use case* menggambarkan secara grafis hubungan aktor dan satu atau lebih *use case*. *Use case diagram* digunakan untuk mengetahui fungsi-fungsi yang

ada dalam sistem dan user mana saja yang berhak menggunakannya. Berikut adalah Gamabar 2 *Use case diagram* dari sistem yang akan dibangun.

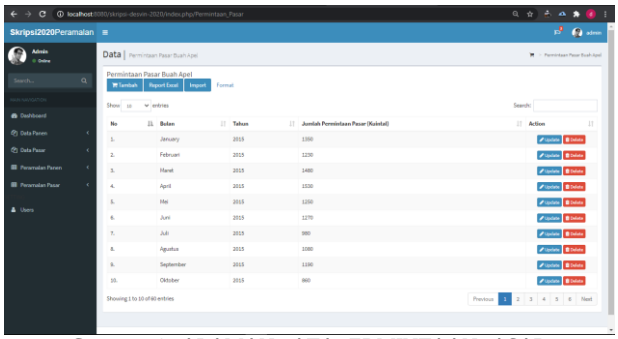


GAMBAR 2 USECASE DIAGRAM

D. *Implementasi Interfasce*



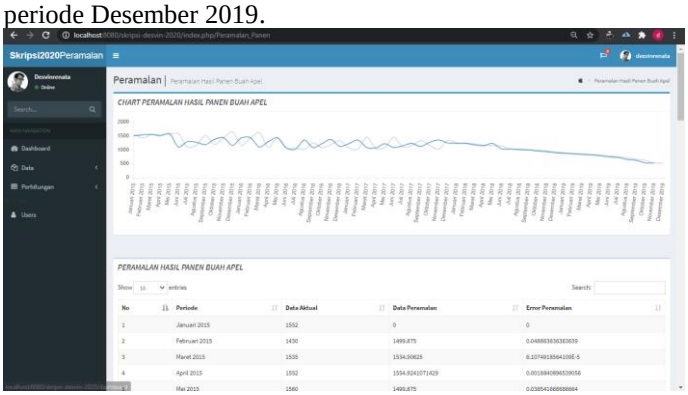
GAMBAR 3 HALAMAN DATA PANEN



GAMBAR 4 HALAMAN DATA PERMINTAAN PASAR

E. *Halaman Peramalan Hasil Panen Buah Apel*

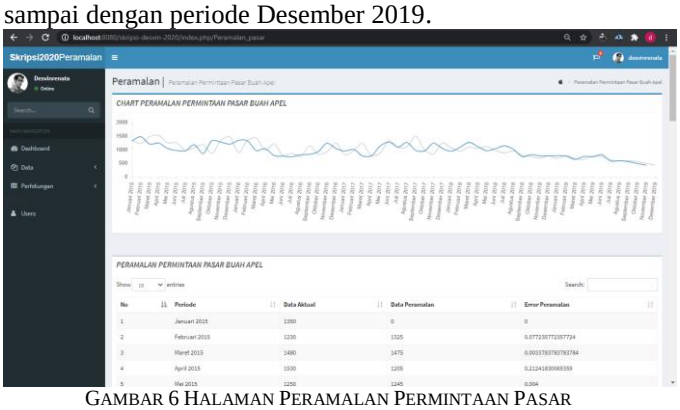
Halaman peramalan data hasil panen buah apel, pada halaman peramalan data hasil panen menampilkan *chart*, tabel peramalan periode Januari 2015 sampai dengan periode Desember 2019.



GAMBAR 5 HALAMAN PERAMALAN HASIL PANEN

F. *Halaman Peramalan Permintaan Pasar Buah Apel*

Halaman peramalan data permintaan pasar buah apel, pada halaman peramalan data permintaan pasar menampilkan *chart*, tabel peramalan periode Januari 2015 sampai dengan periode Desember 2019.



GAMBAR 6 HALAMAN PERAMALAN PERMINTAAN PASAR

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Pengujian Error MAPE Peramalan Hasil Panen Buah Apel*

Pengujian sistem merupakan pengujian pada halaman perhitungan *fuzzy time series* dengan menggunakan data jumlah hasil panen buah apel, dengan data training Januari sampai dengan Desember 2019.

Pada hasil pembahasan keakuratan peramalan untuk data hasil panen buah apel sistem menampilkan *Error* MAPE peramalan bulan Januari 2015 sampai dengan bulan Desember 2019 4.00%, akurasi 96.00% dan untuk kriteria MAPE peramalan sangat akurat untuk prediksi hasil panen buah apel.

MEAN PRECENTAGE ERROR (MAPE)

Error MAPE	Akurasi	Kriteria
4.00%	96.00%	Peramalan sangat akurat

GAMBAR 7 PENGUJIAN MAPE HASIL PANEN

B. *Pengujian Error MAPE Peramalan Permintaan Pasar Buah Apel*

Pada hasil pembahasan keakuratan peramalan untuk data permintaan pasar buah apel sistem menampilkan *Error* MAPE peramalan bulan Januari 2015 sampai dengan bulan Desember 2019 7.99%, akurasi 92.01% dan untuk kriteria MAPE peramalan sangat akurat untuk prediksi permintaan pasar buah apel.

MEAN PRECENTAGE ERROR (MAPE)

Error MAPE	Akurasi	Kriteria
7.99%	92.01%	Peramalan sangat akurat

GAMBAR 8 PENGUJIAN MAPE PERMINTAAN PASAR

TABLE 5 NILAI KRITERIA MAPE

Nilai MAPE	MAPE Kriteria
<10	Peramalan sangat akurat
10-20	Peramalan Baik

20-50	Peramalan Layak
>50	Peramalan kurang akurat

Berdasarkan hasil pengujian MAPE pada gambar 10 dan 11 ditemukan jumlah MAPE sebesar 4% untuk peramalan hasil panen dan 8% untuk hasil permintaan pasar, yang mengindikasikan peramalan menggunakan *fuzzy time series* terbukti sangat akurat.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan oleh penulis pada Sistem Peramalan Hasil Panen dan Permintaan Pasar Buah Apel Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* (Studi Dinas Pertanian Kota Batu) dapat ditarik kesimpulan:

1) Sistem ini dapat membantu Dinas Pertanian Kota Batu dalam meramalkan hasil panen dan permintaan pasar buah apel dengan mudah dan effisien.

2) Pengujian metode Fuzzy Time Series dalam meramalkan jumlah hasil panen dan permintaan pasar buah apel memiliki tingkat error peramalan sangat kecil sebesar 4% mengindikasikan bahwa metode Fuzzy Time Series sangat akurat untuk meramalkan jumlah hasil panen dan permintaan pasar buah apel.

3) Pada peramalan hasil panen buah apel perdaerah metode Fuzzy Time Series mampu mendukung sisitem untuk memperoleh rata-rata akurasi dari semua daerah yaitu sebesar 97.13% mengindikasikan bahwa metode Fuzzy Time Series sangat akurat.

4) Pada peramalan permintaan pasar buah apel perdaerah metode Fuzzy Time Series mampu mendukung sisitem untuk memperoleh rata-rata akurasi dari semua daerah yaitu sebesar 97.54% mengindikasikan bahwa metode Fuzzy Time Series sangat akurat.

B. Saran

Berdasarkan penelitian ini, saran yang dapat diberikan yaitu:

1) Sistem ini telah dikembangkan menggunakan metode Fuzzy Time Series dalam meramalkan jumlah hasil panen dan permintaan pasar buah apel setiap bulannya, telah didapatkan hasil yang maksimal dalam pengolahan data untuk data training dengan nilai MAPE yang akurat. Untuk hasil peramalan yang lebih akurat sistem dapat dikembangkan dengan menggunakan metode lain agar dapat mengetahui perbandingan tingkat keakuratannya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Djafar, Sarita, M. I., & Pasrun, Y. P. (2017). Peramalan jumlah produksi padi di sulawesi tenggara menggunakan metode. *SemanTIK*, *3*(2), 113–120. http://ojs.uho.ac.id/index.php/semantik/article/viewFile/3482/2633

[2] Elfajar, A. B., Setiawan, B. D., & Dewi, C. (2017). Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya*, *1*(2), 85–94.

[3] Pambudi, R. A., Setiawan, B. D., & Wijoyo, S. H. (2018). Implementasi Fuzzy Time Series untuk Memprediksi Jumlah Kemunculan Titik Api. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya*, *2*(11), 4767–4776.

[4] Rahmad, C., Ramadhani, M. F., & Puspitasari, D. (2018). Peramalan Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara Dengan Menggunakan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series (Studi Kasus : Wisata Kabupaten Pasuruan). *Jurnal Informatika Polinema*, *4*(3), 195. https://doi.org/10.33795/jip.v4i3.206.

[5] Sumartini, Hayati, M. N., & Wahyuningsih, S. (2017). Peramalan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng. *Jurnal EKSPONENSIAL*, *8*, 51–56.

[6] 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.

[7] Thira, I. J., Mayangky, N. A., Kholifah, D. N., Balla, I., & Gata, W. (2019). Peramalan Data Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Indonesia menggunakan Fuzzy Time Series. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, *5*(1), 18. https://doi.org/10.26418/jp.v5i1.31074.