
IMPLEMENTATION OF FUZZY TIME SERIES IN FORECASTING ONLINE STUDENT LEARNING DEVELOPMENT

Oleh

Qurrota A'yuni Ar Ruhimat¹, Muhammad Imaduddin Ihsan², Slamin³

¹Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Jember

²Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Jember

³Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Jember

E-mail: 1qurrotaaar@unej.ac.id

Article History:

Received: 19-04-2023

Revised: 16-05-2023

Accepted: 20-06-2023

Keywords:

Education, Online Learning,
Forecasting, Fuzzy Time Series

Abstract: Education has an important role in improving the quality of personality in intellectual and moral aspects. The COVID-19 pandemic has affected all human activities, one of which is in the field of education. With the stigma circulating, the learning system that was originally carried out face-to-face has changed to learning from home. Problems that arise in online learning are many changes that occur significantly, especially obstacles to students' understanding of the material and also students must master all subjects in school in accordance with the majors. **Purpose:** forecasting can be used as an effective tool in helping predict the development of online student learning in the coming month or period. **Methods:** In this study, the forecasting system that will be designed has several factors that affect the results. The Fuzzy Time Series method is the right method, because it does not require assumptions as forecasting using classical forecasting methods. In this research, forecasting using data from students of SMKN 3 Boyolangu Tulungagung class X majoring in TPM with a sample of 55 students. **Results:** the forecasting system for student learning development using the Fuzzy Time Series method can work well, namely by displaying the actual value and the results of the Fuzzy Time Series method (determining intervals, fuzzification, FLR, FLRG and defuzzification). The MAPE level is 0.404%. **Conclusion:** the system is declared accurate in forecasting because it has an error rate of less than 1%.

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia. Pandemi covid-19 yang terjadi beberapa tahun terakhir berdampak terhadap segala aktivitas manusia, salah satunya di bidang pendidikan. Dengan adanya stigma yang beredar, sistem pembelajaran

yang mulanya dilakukan secara tatap muka berganti menjadi pembelajaran dari rumah. Salah satu keunggulan pembelajaran daring adalah tidak ada batasan antara ruang dan waktu dalam menyampaikan pembelajaran [Waryanto, 2006]. Pembelajaran daring dapat menggunakan berbagai sumber belajar yang tersedia di internet, serta bahan ajar yang digunakan untuk menyampaikan pembelajaran tidak terbatas. Hal tersebut menjadikan materi pembelajaran mudah untuk diperbarui. Dengan dilakukannya pembelajaran daring, dapat menjadikan siswa lebih mandiri pada proses pembelajaran.

Salah satu kendala yang dihadapi pada pembelajaran daring adalah jumlah tugas yang diberikan oleh guru meningkat dan dianggap memberatkan dengan waktu pengerjaan yang singkat. Hal tersebut membuat siswa kesulitan dalam menyelesaikan tugas [Raharjo, 2021]. Melalui wawancara pra-penelitian yang dilakukan dengan beberapa guru di SMKN 3 Boyolangu Tulungagung, hanya beberapa siswa yang aktif berpartisipasi dalam kegiatan belajar mengajar (KBM) secara daring. Pihak sekolah juga memberikan fasilitas bantuan berupa kuota paket data, namun oleh siswa digunakan untuk mengakses informasi yang tidak berkaitan dengan materi pembelajaran sehingga kuota tersebut habis sebelum pembelajaran selesai selama satu semester. Dengan berbagai fakta yang terjadi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk meramalkan prediksi perkembangan belajar siswa secara daring. Peramalan dilakukan dengan menggunakan metode Fuzzy Time Series (FTS). Pada dasarnya, semua metode peramalan (*forecasting*) menggunakan data historis (masa lalu) untuk memprediksi data di masa yang akan datang. Telah banyak penelitian terkait peramalan yang dilakukan dengan memanfaatkan data historis, seperti dalam [Ruhimat, 2017] yang membahas peramalan dalam bidang kesehatan untuk memprediksi jumlah penderita penyakit atau melihat penyebaran penyakit pada suatu waktu, [Wardah, 2017] terkait peramalan dalam ekonomi bisnis untuk memprediksi pertumbuhan penjualan di masa yang akan datang berdasarkan kinerja penjualan masa lalu, dan lain-lain [Hafiyya, 2022]. Dengan adanya penerapan Fuzzy Time Series dalam peramalan nilai siswa, diharapkan hasil yang didapatkan dapat mengetahui hasil belajar siswa dengan lebih baik dan mampu memotivasi siswa untuk belajar lebih giat sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai.

LANDASAN TEORI

Mata Pelajaran Matematika

Dalam dunia pendidikan, matematika merupakan salah satu bagian yang penting dalam bidang ilmu pengetahuan. Apabila dilihat dari sudut pengklasifikasian bidang ilmu pengetahuan, matematika termasuk ke dalam ilmu-ilmu eksakta yang lebih banyak memerlukan pemahaman dari pada hafalan. Proses pembelajaran matematika mampu melatih seseorang untuk berpikir secara kritis, kreatif dan logis. Selain itu, matematika merupakan ilmu dasar dari perkembangan sains dan sangat berguna dalam kehidupan

Peramalan (Forecasting)

Peramalan dapat didefinisikan sebagai alat bantu atau teknik untuk memprediksi atau memperkirakan suatu nilai di masa mendatang dengan memperhatikan data atau informasi yang relevan, baik data atau informasi masa lalu maupun data atau informasi saat ini dengan menggunakan kerangka kerja atau teknik kuantitatif yang baku dan kaidah yang dapat dijelaskan secara matematis maupun statistik [Muqtadiroh, 2015].

Fuzzy Time Series

Fuzzy Time Series (FTS) merupakan metode peramalan yang menggunakan prinsip-prinsip Fuzzy sebagai dasarnya. Peramalan dengan FTS menangkap pola dari data lampau kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. FTS dikembangkan oleh Q. Song dan B.S. Chissom pada tahun 1993. Metode ini sering digunakan oleh para peneliti untuk menyelesaikan masalah peramalan [Anwary, 2011]. Metode Fuzzy Time Series menggunakan prinsip-prinsip Fuzzy sebagai dasarnya. Secara kasar himpunan fuzzy dapat diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan samar. Jika universe of discourse (U) adalah himpunan semesta, $U = [u_1, u_2, \dots, u_p]$, maka suatu himpunan fuzzy A_i dari U dengan derajat keanggotaan umumnya dinyatakan sebagai berikut:

$$A_i = \mu_{A_i}(u_1)/u_1 + \dots + \mu_{A_i}(u_p)/u_p \quad (1)$$

dimana $\mu_{A_i}(u_i)$ adalah derajat keanggotaan dari u_i ke A_i dimana $\mu_{A_i}(u_i) \in [0,1]$ dan $1 \leq i \leq p$. Nilai derajat keanggotaan dari $\mu_{A_i}(u_i)$ didefinisikan sebagai berikut:

$$\mu_{A_i}(u_i) = \begin{cases} 1 & \text{jika } i=j \\ 0,5 & \text{jika } i=j-1 \text{ atau } j+1 \\ 0 & \text{yang lainnya} \end{cases} \quad (2)$$

Hal ini dapat digambarkan dengan aturan sebagai berikut [Boaisha, 2010].

Aturan 1 : Jika data aktual termasuk dalam u_i , maka derajat keanggotaan untuk u_i adalah 1, dan $u_i + 1$ adalah 0,5 dan jika bukan u_i dan $u_i + 1$, dinyatakan nol.

Aturan 2 : Jika data aktual X_t termasuk dalam u_i , $1 \leq i \leq p$ maka derajat keanggotaan untuk u_i adalah 1, untuk $u_i - 1$ dan $u_i + 1$ adalah 0,5 dan jika bukan u_i , $u_i - 1$ dan $u_i + 1$ dinyatakan nol.

Aturan 3 : Jika data aktual X_t termasuk dalam u_i , maka derajat keanggotaan untuk au_i , adalah 1, dan untuk $u_i - 1$ adalah 0,5 dan jika bukan u_i dan $u_i - 1$ dinyatakan nol.

Data-data pada FTS memiliki hubungan satu sama lain yang disebut dengan Fuzzy Logical Relationship (FLR)[Wahyu, 2014]. Kelebihan metode Fuzzy Time Series dibandingkan dengan metode peramalan klasik lainnya adalah metode Fuzzy Time Series tidak membutuhkan asumsi-asumsi sebagaimana peramalan dengan menggunakan metode peramalan klasik [Hasbiollah, 2015]. Berikut langkah-langkah melakukan peramalan dengan model Fuzzy Time Series:

1. Menentukan himpunan semesta (U) yang dibentuk berdasarkan data historis dengan menentukan data maksimal (d_{max}) dan data minimal (d_{min}), yaitu:

$$U = [d_{min}, d_{max}] \quad (3)$$

2. Menentukan rentang (Range) dengan rumus sebagai berikut:

$$R = d_{max} - d_{min} \quad (4)$$

3. Menentukan banyaknya interval kelas dengan menggunakan persamaan *Sturges*. Adapun rumusnya sebagai berikut:

$$K = 1 + 3,322 \times \log n \quad (5)$$

dimana n merupakan jumlah data historis/aktual.

4. Menentukan lebar interval. Adapun rumusnya sebagai berikut:

$$I = \frac{\text{Range Data (R)}}{\text{Banyak Interval Kelas (K)}} \quad (6)$$

5. Melakukan proses *Fuzzifikasi* berdasarkan lebar interval yang sudah diperoleh dan menyesuaikan dengan banyaknya interval yang terbentuk. Setelah itu mendefinisikan himpunan fuzzy A_i dan melakukan fuzzifikasi pada data aktual yang diamati. Misal A_1, A_2, \dots, A_p adalah himpunan fuzzy yang mempunyai nilai linguistik dari suatu variabel linguistik, pendefinisian himpunan fuzzy A_1, A_2, \dots, A_p pada U adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_p} \\ A_2 &= \frac{0.5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0.5}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_p} \\ A_3 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_p} \\ &\vdots \\ A_p &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0.5}{u_{p-1}} + \frac{1}{u_p} \end{aligned} \quad (7)$$

dimana $u_i (i = 1, 2, \dots, p)$ adalah elemen dari himpunan semesta (U) dan bilangan yang diberi simbol “/” menyatakan derajat keanggotaan $\mu_{A_i}(u_i)$ terhadap $A_i (i = 1, 2, \dots, p)$ yang dimana nilainya adalah 0, 0,5 atau 1.

6. Menentukan *Fuzzy Logical Relationship (FLR)*. Apabila terdapat relasi fuzzy $R(t - 1, t)$, maka:

$$F(t) = F(t - 1) \times R(t - 1, t) \quad (8)$$

dimana \times merupakan sebuah operator, kemudian $F(t)$ disebabkan oleh $F(t - 1)$. Relasi antara $F(t)$ dan $F(t - 1)$ dinotasikan dengan persamaan:

$$F(t - 1) - F(t) \quad (9)$$

berdasarkan persamaan di atas $F(t - 1)$ merupakan *left hand side* atau *current state*, sedangkan $F(t)$ merupakan *right hand side* dari relasi fuzzy.

7. Menentukan *Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)* dengan cara relasi himpunan fuzzy yang memiliki *current state* sama lalu dikelompokkan menjadi satu grup pada *next state*. Grup relasi direpresentasikan sebagai *FLRG*. Misalkan terdapat relasi seperti berikut:

$$\begin{aligned} &A_i - A_j1 \\ &A_i - A_j2 \\ &\vdots \\ &A_i - A_jn \end{aligned} \quad (10)$$

selanjutnya dapat dikelompokkan menjadi kelompok relasi, sebagai berikut:

$$A_i - A_j1, A_j2, \dots, A_jn$$

8. Langkah selanjutnya melakukan proses *defuzzifikasi yaitu* melakukan perhitungan hasil peramalan dengan menghitung rerata next state untuk setiap current state sesuai dengan hasil FLRG sebelumnya. Proses defuzzifikasi menggunakan aturan:

a. Apabila *current state* dari himpunan *fuzzy* adalah A_i , dan *FLRG* A_i tidak ada, misal $A_i - \#$, maka hasil ramalan adalah m_i yang merupakan midpoint dari u_i .

$$\text{Forecast} = m_i \quad (11)$$

b. Apabila *current state* dari himpunan *fuzzy* adalah A_i , dan *FLRG* A_i merupakan relasi *one-to-one*, misal $A_i - A_j$, maka hasil ramalan adalah m_j yang merupakan midpoint dari u_j .

$$\text{Forecast} = m_j \quad (12)$$

c. Apabila *current state* dari himpunan *fuzzy* adalah A_i , dan *FLRG* A_i merupakan relasi *one-to-many*, misal $A_i - A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jn}$ maka hasil ramalan adalah rerata $m_{j1}, m_{j2}, \dots, m_{jn}$ yang merupakan midpoint dari $m_{j1}, m_{j2}, \dots, m_{jn}$.

$$\text{Forecast} = \frac{\sum_{i=1}^n m_j}{n} \quad (13)$$

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE menyatakan mampu memberikan informasi persentase kesalahan dari persentase hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu. Sebelum menghitung MAPE, yang perlu dilakukan adalah melakukan perhitungan kesalahan salah satu hasil peramalan. Percentage Error (*PE*) merupakan kesalahan persentase dari suatu peramalan yang dihitung mengikuti persamaan 14.

$$PE = \frac{X_t - Y_t}{X_t} \times 100\% \quad (14)$$

Keterangan :

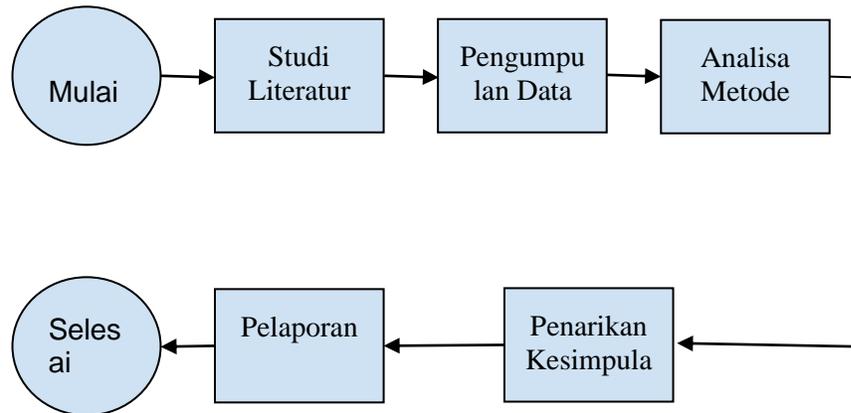
Y_t : Hasil peramalan pada periode t

Setelah diketahui *PE* dari seluruh hasil peramalan, maka dilakukan perhitungan MAPE mengikuti persamaan 15 dengan n adalah jumlah data.

$$MAPE = \frac{\sum (PE)}{n} \quad (15)$$

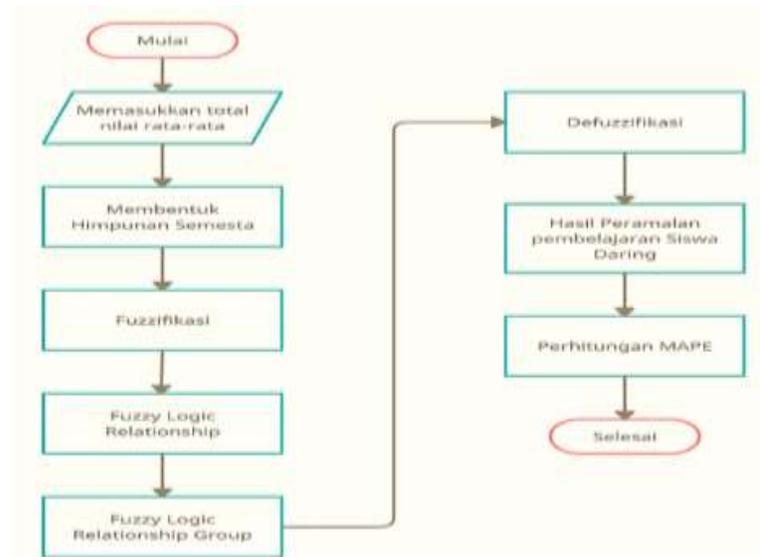
METODE PENELITIAN

Penelitian ini berfokus pada penerapan metode Fuzzy Time Series dalam meramalkan perkembangan hasil belajar siswa secara daring. Tahapan penelitian yang digunakan sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 1**. Penelitian ini diawali dengan mengkaji literatur dari berbagai sumber tertulis. Tahapan pengumpulan data dilakukan dengan mewawancarai guru pengajar mata pelajaran matematika kelas X jurusan TPM di SMKN 3 Boyolangu Tulungagung, diperoleh data terkait nilai siswa selama 1 tahun pelajaran (2 semester). Total keseluruhan dari siswa kelas X sebanyak 109 siswa yang terbagi menjadi 3 kelas. Identifikasi kebutuhan dilakukan untuk memahami kebutuhan dan menentukan proses apa saja yang diperlukan dalam menyelesaikan permasalahan yang diteliti.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahapan selanjutnya adalah analisa metode FTS yang dilakukan ketika data-data yang dibutuhkan untuk penelitian telah terpenuhi. Data tersebut berupa nilai tugas dan ulangan harian dari siswa kelas 10. Gambaran alur metode fuzzy time series dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Flowchart Metode Fuzzy Time Series

Pada flowchart diatas, ada tiga proses yang menjadi inti, yakni (Rahman, 2015):

- a. Fuzzifikasi
 Fuzzifikasi adalah proses memetakan nilai crisp (numerik) ke dalam himpunan fuzzy dan menentukan derajat keanggotaan didalam himpunan fuzzy. Dalam Proses fuzzifikasi untuk mencari nilai derajat keanggotaan masing-masing input, penulis menggunakan fungsi linier turun, segitiga dan linier naik. Fungsi linier digunakan karena pada himpunan fuzzy terdapat derajat keanggotaan yang berbeda, ada yang derajat keanggotaannya rendah, dan ada yang derajat keanggotaannya tinggi. Sehingga fungsi linier sangat baik untuk melakukan pemetaan derajat keanggotaan yang bergerak dari derajat keanggotaan rendah ke derajat keanggotaan tinggi.
- b. Fuzzy Logic Relationship (FLR)
 Fuzzy Logic Relationship yang dibuat berdasarkan kondisi-kondisi yang pernah terjadi di

waktu lampau yang diketahui dari data waktu lampau. Kombinasi-kombinasi tersebut yang menentukan derajat keanggotaan dari data yang dimasukkan kedalam sistem fuzzy.

c. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan proses pemetaan besaran dari himpunan fuzzy set yang dihasilkan ke dalam bentuk nilai crisp. Defuzzifikasi pada metode Sugeno adalah dengan menghitung center of single-ton atau titik pusat nilai crisp dengan metode rata-rata (average).

Tahapan yang terakhir adalah menarik kesimpulan yang diperoleh selama proses penelitian dan menyampaikan saran untuk pengembangan penelitian lanjutan, kemudian melakukan pembuatan laporan berdasarkan proses penelitian yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi perhitungan metode *Fuzzy Time Series* pada penelitian ini menggunakan data perkembangan nilai siswa kelas X (sepuluh) jurusan TPM yang berjumlah 109 siswa. Dari 109 siswa kelas X jurusan TPM pada SMK 3 Boyolangu akan diambil sample data sebanyak 55 data nilai siswa. Agar pengambilan sample merata, akan digunakan 20 siswa dari masing-masing kelas yang terdiri dari 3 kelas. Data inilah yang digunakan sebagai data acuan dalam perhitungan peramalan perkembangan nilai siswa. Data tersebut diolah dan dijumlahkan menjadi nilai kompetensi dasar yang dipakai sebagai data aktual. Data nilai siswa tiap KD periode sebelumnya selama satu tahun pelajaran 2020-2021 dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. Nilai Aktual Perkembangan Belajar

KD	Nilai Aktual	KD	Nilai Aktual	KD	Nilai Aktual	KD	Nilai Aktual
KD1	3769,5	KD5	3849	KD9	3840,5	KD13	3843,5
KD2	3756,5	KD6	3864,5	KD10	3852	KD14	3832
KD3	3806,5	KD7	3869,5	KD11	3828,5	KD15	3862,5
KD4	3823	KD8	3875,5	KD12	3854,5	KD16	3846,5

Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan himpunan semesta (U) historis dengan menentukan data maksimal dan data minimal dengan proses perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Nilai max atau } d_{max} = 3875,5 \text{ nilai min atau } d_{min} = 3756,5$$

$$U = [d_{min}, d_{max}] = [3756,5 ; 3875,5]$$

Langkah selanjutnya menentukan rentang dimana data nilai maksimal dikurangi dengan data nilai minimal, sebagai berikut :

$$R = 3875,5 - 3576,5 = 119$$

Setelah rentang diperoleh, kemudian menentukan banyaknya interval kelas dengan menggunakan sturges, seperti berikut :

$$K = 1 + 3,322 * \log (16) = 5,000087 , \text{ Pembulatan menjadi } 5$$

Berikutnya mencari lebar interval yang didapat dari pembagian rentang dengan jumlah banyaknya interval yang diperoleh, dengan proses sebagai berikut :

$$I = 119 / 5 = 23,8 , \text{ pembulatan menjadi } 2$$

Kemudian mencari nilai batas bawah dan batas atas untuk setiap interval (**Tabel 2**).

Tabel 2. Fuzzifikasi dengan Batas Bawah, Batas Atas, dan Nilai Tengah

Fuzzifikasi	Batas bawah	Batas atas	Nilai tengah
A1	3756,5	3780,5	3768,5
A2	3781,5	3805,5	3793,5
A3	3806,5	3830,5	3818,5
A4	3831,5	3855,5	3843,5
A5	3856,5	3880,5	3868,5

Kemudian dilanjutkan dengan proses fuzzifikasi dari data nilai siswa yang digunakan. Hasil fuzzifikasi ditunjukkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3 Fuzzifikasi data nilai siswa

KD	Fuzzifikasi	KD	Fuzzifikasi	KD	Fuzzifikasi	KD	Fuzzifikasi
KD1	A1	KD5	A4	KD9	A4	KD13	A4
KD2	A1	KD6	A5	KD10	A4	KD14	A4
KD3	A3	KD7	A5	KD11	A3	KD15	A5
KD4	A3	KD8	A5	KD12	A4	KD16	A4

Kemudian dilanjutkan dengan mencari relasi setiap data nilai siswa berdasarkan fuzzifikasi yang telah didapatkan. Hasil proses FLR ditunjukkan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil FLR data siswa

KD	Fuzzifikasi	FLR	KD	Fuzzifikasi	FLR
KD1	A1	A1 => A1	KD9	A4	A4 => A4
KD2	A1	A1 => A3	KD10	A4	A4 => A3
KD3	A3	A3 => A3	KD11	A3	A3 => A4
KD4	A3	A3 => A4	KD12	A4	A4 => A4
KD5	A4	A4 => A5	KD13	A4	A4 => A4
KD6	A5	A5 => A5	KD14	A4	A4 => A5
KD7	A5	A5 => A5	KD15	A5	A5 => A4
KD8	A5	A5 => A4	KD16	A4	A4 => A4

Kemudian mengelompokkan setiap FLR yang terjadi hingga didapatkan FLRG. Di mana pada hasil FLRG didapatkan pula peramalan defuzzifikasinya. Hasil FLRG dan defuzzifikasinya ditunjukkan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Proses pengelompokkan FLRG dan hasil defizzufikasinya

FLR	FLR Group	Defuzzifikasi
A1	A1, A3	3793,5
A2	-	3793,5
A3	A3, A4	3831

A4	A3, A4, A5	3843,5
A5	A4, A5	3856

Dengan hasil peramalan defuzzifikasi telah didapatkan, maka hasil peramalan yang dilakukan menggunakan metode Fuzzy Time Series ditunjukkan pada **Tabel 6**. Sedangkan pengujian data peramalan untuk mengevaluasi hasil data peramalan yang ada menggunakan metode MAPE seperti ditunjukkan pada **Tabel 7**.

Tabel 6. Hasil Peramalan *Fuzzy Time Series*

KD	Aktual	Fuzzifikasi	FLR	Peramalan
KD1	3769,5	A1	A1 => A1	-
KD2	3756,5	A1	A1 => A3	3793,5
KD3	3806,5	A3	A3 => A3	3793,5
KD4	3823	A3	A3 => A4	3831,0
KD5	3849	A4	A4 => A5	3831,0
KD6	3864,5	A5	A5 => A5	3843,5
KD7	3869,5	A5	A5 => A5	3856,0
KD8	3875,5	A5	A5 => A4	3856,0
KD9	3840,5	A4	A4 => A4	3856,0
KD10	3852	A4	A4 => A3	3843,5
KD11	3828,5	A3	A3 => A4	3843,5
KD12	3854,5	A4	A4 => A4	3831,0
KD13	3843,5	A4	A4 => A4	3843,5
KD14	3832	A4	A4 => A5	3843,5
KD15	3862,5	A5	A5 => A4	3843,5
KD16	3846,5	A4	A4 => A4	3856,0
KD1	-	-	-	3843,5

Tabel 7 Hasil Pengujian *Fuzzy Time Series*

KD	Aktual	Peramalan	Error	MAPE
KD1	3769,5	-	-	-
KD2	3756,5	3793,5	-0,00985	0,985
KD3	3806,5	3793,5	0,00342	0,342
KD4	3823	3831,0	-0,00209	0,209
KD5	3849	3831,0	0,00468	0,468
KD6	3864,5	3843,5	0,00543	0,543
KD7	3869,5	3856,0	0,00349	0,349
KD8	3875,5	3856,0	0,00503	0,503
KD9	3840,5	3856,0	-0,00404	0,404
KD10	3852	3843,5	0,00221	0,221

KD11	3828,5	3843,5	-0,00392	0,392
KD12	3854,5	3831,0	0,00610	0,610
KD13	3843,5	3843,5	0,00000	0,000
KD14	3832	3843,5	-0,00300	0,300
KD15	3862,5	3843,5	0,00492	0,492
KD16	3846,5	3856,0	-0,00247	0,247

Dari hasil perhitungan MAPE pada Tabel 5.6 didapatkan MAPE terbesar pada peramalan KD 2 yaitu menghasilkan nilai 0,985%, dan didapatkan MAPE terkecil pada peramalan KD 13 yaitu menghasilkan 0%. Rata-rata dari keseluruhan MAPE menghasilkan nilai 0,404%. Hal ini menunjukkan bahwa metode *fuzzy time series* memiliki nilai keakuratan yang baik pada penelitian ini. Hasil analisa menggunakan metode Fuzzy Time Series dapat melihat keterangan bahwa dengan hasil peramalan sudah memenuhi standar kelulusan atau belum.

Tabel 8 Hasil Peramalan *Fuzzy Time Series*

KD	Aktual	Peramalan	Nilai peramalan	KETERANGAN
KD1	3769,5			
KD2	3756,5	3793,5	68,97	Dibawah KKM
KD3	3806,5	3793,5	68,97	Dibawah KKM
KD4	3823	3831,0	71,47	Dibawah KKM
KD5	3849	3831,0	69,65	Dibawah KKM
KD6	3864,5	3843,5	69,88	Dibawah KKM
KD7	3869,5	3856,0	70,10	Dibawah KKM
KD8	3875,5	3856,0	70,10	Dibawah KKM
KD9	3840,5	3856,0	70,10	Dibawah KKM
KD10	3852	3843,5	69,88	Dibawah KKM
KD11	3828,5	3843,5	69,88	Dibawah KKM
KD12	3854,5	3831,0	69,65	Dibawah KKM
KD13	3843,5	3843,5	69,88	Dibawah KKM
KD14	3832	3843,5	69,88	Dibawah KKM
KD15	3862,5	3843,5	69,88	Dibawah KKM
KD16	3846,5	3856,0	70,10	Dibawah KKM
KD1	-	3843,5	69,88	Dibawah KKM

Dan dari hasil analisa *Mean Absolut Percentange Error* (MAPE) diatas, didapatkan tingkatan sebesar 0,404%, dimana dengan tingkat MAPE sebesar itu, dapat dinyatakan dapat memprediksi perkembangan nilai siswa secara akurat. Nilai peramalan dari hasil analisa memberikan keterangan bahwa semua KD masih dibawah KKM sedangkan untuk standar batas nilai pada nilai 75. Hal ini menunjukkan bahwa nilai siswa masih kurang dan perlu diperbaiki karena belum mencapai batas nilai kompetensi.

KESIMPULAN

Dalam mengembangkan sebuah peramalan langkah pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi masalah dan kebutuhan sehingga memperoleh pola data yang didapat dan dilanjutkan untuk menggunakan metode yang sesuai dengan pola data tersebut. Peramalan metode ini dilakukan dengan menggunakan data nilai Kompetensi Dasar aktual yang merupakan gabungan dari nilai tugas dan nilai ulangan. Data nilai yang dipakai adalah data nilai siswa kelas X jurusan Teknik Pemesinan (TPM) selama 1 tahun pelajaran atau 2 semester yang berjumlah 55 siswa. Dan hasil yang diperoleh dari peramalan yang dilakukan untuk periode selanjutnya adalah kurang dari KKM dengan nilai peramalan 69,88. Dari hasil pengujian yang dilakukan menggunakan data siswa SMKN 3 Boyolangu Tulungagung kelas X sejumlah 55 siswa, didapatkan tingkatan *Mean Absolut Percentage Error* (MAPE) sebesar 0,404%, dan perhitungan dinyatakan akurat karena memiliki tingkat kesalahan kurang dari 1%.

SARAN

Dari penelitian ini, terdapat beberapa usulan penelitian lanjutan, antara lain: Diharapkan pada pengembangan selanjutnya dapat menambahkan mata pelajaran lain dalam melakukan peramalan. Agar hasil peramalan yang dihasilkan dapat memberikan kemudahan bagi pihak sekolah maupun guru mata pelajaran. Selain itu, pada penelitian selanjutnya dapat mengkombinasikan metode fuzzy time series dengan metode lain agar mendapat hasil peramalan yang maksimal dan memiliki nilai keakuratan yang lebih tinggi.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Anwary, A. A. *Prediksi Rupiah terhadap Dolar Amerika Menggunakan Fuzzy Time Series*. Semarang: Universitas Diponegoro, 2011.
- [2] Boaisa, S. M., & Amaitik, S.M. *Forecasting Model Based on Fuzzy Time Series Approach*. 2010.
- [3] Hafiyya, N., Virgantari, F., & Widyastiti, M. "IMPLEMENTASI METODE FUZZY TIME SERIES PADA PERAMALAN HARGA EMAS DI INDONESIA". *Interval: Jurnal Ilmiah Matematika* 2, No.2 (2022): 94-103.
- [4] Hasbiollah, M. dan RB. F. Hakim. "Peramalan Konsumsi Gas Indonesia Menggunakan Algoritma Fuzzy Time Series Stevenson Porter". *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UMS* (2015): 508-518.
- [5] Muqtadiroh, F. A., A. R. Syofiani, dan T. S. Ramadhani. "Analisis Peramalan Penjualan Semen Non-Curah (Zak) PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk pada Area Jawa Timur". *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi* (2015), ISSN: 2089-9815.
- [6] Raharjo, D. B., & Sari, R. R. N. 2020. Belajar online di tengah corona, ada siswa mengeluh tensi darah naik. *Suara*. Retrieved from <https://www.suara.com/news/2020/03/19/205940/belajar-online-di-tengahcorona-ada-siswamengeluh-tensi-darah-naik>. [Diakses 9 Maret 2021].
- [7] Rahman, M. A. *Implementasi Fuzzy Sugeno Untuk mengatur Bentuk Bonus Dari Konten Islami (Ilmu Tajwid Hukum Bacaan Nun Sukun atau Tanwin) Pada Game 3D Battle Jet*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, 2015.
- [8] Ruhimat QA, Solekhudin I. "An Epidemic Model of Varicella with Vaccination". *UNEJ e-*

Proceeding. (2017 Aug 8):351-5.

- [9] Wahyu, A., E. Yudaningtyas dan S. H. Pramono. 2014. "Peramalan Kebutuhan Bandwidth Iub Jaringan UMTS dan HSDPA Menggunakan Fuzzy Inference System dan Time Series". *Jurnal EECCIS 8, No.1* (Juni 2014): 33-40.
- [10] Wardah S, Iskandar I. "Analisis Peramalan Penjualan Produk Keripik Pisang Kemasan Bungkus (Studi Kasus: Home Industry Arwana Food Tembilahan)". *J@ ti undip: jurnal teknik industri* 11(3) (2017 Jan):135-42.
- [11] Waryanto, N.H. (2006). "Online learning sebagai salah satu inovasi pembelajaran. Yogyakarta". Universitas Negeri Yogyakarta. *Jurnal Matematika*, Vol. 2, No.1, (Desember 2006).