



Peramalan Jumlah Siswa Baru Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek-Lombok Tengah

Lisa Harsyiah^a, Nurul Fitriyani^b, Salwa^c

^aProgram Studi Matematika, FMIPA, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62, Mataram, Indonesia, 83125.
Email: lisa_harsyiah@unram.ac.id

^bProgram Studi Matematika, FMIPA, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62, Mataram, Indonesia, 83125.
Email: nurul.fitriyani@unram.ac.id

^cProgram Studi Matematika, FMIPA, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62, Mataram, Indonesia, 83125.
Email: salwa@unram.ac.id

ABSTRACT

This study aimed to forecast the new student number at Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek. The data used in this study was the annual time series data of new students who enrolled in the school, from the 1998/1999 academic year to 2016/2017. Based on the data obtained, it shows that the number of new students who enroll in Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek tends to fluctuate. This fluctuating pattern is a problem faced by Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek in determining strategic and policy steps related to planning the provision of school facilities / infrastructure. Therefore we need a forecasting method in accordance with the data pattern. The forecasting method used is the Fuzzy Time Series Cheng method. This method uses fuzzy principles as the basis of the forecasting process. The forecasting process results obtained the Mean Square Error (MSE) value of 101.5009 and the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value of 18.49%. The results showed that the Fuzzy Time Series Cheng method performed well in predicting the number of new students at Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek.

Keywords: Forecasting, Fuzzy Time Series Cheng, Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Mean Square Error (MSE), Number of new students, Time Series.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh hasil peramalan jumlah siswa baru pada Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *time series* tahunan dari jumlah siswa baru yang mendaftar mulai tahun ajaran 1998/1999 sampai tahun 2016/2017. Berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan bahwa jumlah siswa baru yang mendaftar di Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek cenderung fluktuatif. Pola yang fluktuatif ini menjadi masalah yang dihadapi Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek dalam menentukan langkah-langkah strategis dan kebijakan terkait perencanaan penyediaan

* Corresponding author.

Alamat e-mail: lisa_harsyiah@unram.ac.id

fasilitas/infrastruktur sekolah. Oleh karena itu diperlukan metode peramalan yang sesuai dengan pola data tersebut. Metode peramalan yang digunakan adalah metode *Fuzzy Time Series Cheng*. Metode ini menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasar dari proses peramalannya. Dari hasil proses peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time series Cheng* diperoleh hasil peramalan selama dengan *Mean Square Error* (MSE) sebesar 101.5009 dan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) adalah sebesar 18.49%. Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Time Series Cheng* performa yang bagus dalam melakukan peramalan jumlah siswa baru di Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek.

Keywords: Analisis Runtun Waktu, Fuzzy Time Series Cheng, Jumlah Siswa Baru, Nilai Rata-rata Kesalahan Kuadrat (MSE), Nilai Rata-rata Kesalahan Persentase Absolut (MAPE), Peramalan.

Diserahkan: 02-12-2020; Diterima: 29-12-2020;

Doi: <https://doi.org/10.29303/emj.v3i2.88>

1. Pendahuluan

Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek adalah salah satu sekolah swasta di bawah yayasan Pondok Pesantren Manhalul Ma'arif setingkat SMA yang ada di Lombok Tengah. Sekolah ini didirikan pada tahun 1987 dan surat izin dikeluarkan pada tanggal 16 Agustus 1990 dengan status akreditasi A. Berdasarkan data yang diperoleh dari pihak sekolah bahwa tercatat sejak sekolah ini berdiri jumlah siswa baru yang mendaftar mengalami pola yang naik turun. Pola yang fluktuatif ini menjadi masalah yang dihadapi Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek dalam menentukan langkah-langkah strategis dan kebijakan terkait perencanaan penyediaan fasilitas/infrastruktur sekolah. Oleh karena itu perlu dilakukan peramalan untuk memprediksi berapa siswa baru yang mendaftar di Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek. Sehingga pihak sekolah bisa mendapatkan gambaran berapa orang yang akan mendaftar di sekolah ini pada tahun ajaran berikutnya.

Teknik peramalan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode peramalan kuantitatif karena metode ini menggunakan informasi berupa angka (kuantitas). Metode peramalan kuantitatif dapat dibagi menjadi dua yaitu model regresi dan model time series (Aswi & Sukarna, 2006). Peramalan sendiri merupakan suatu teknik memperkirakan suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data pada masa lalu maupun data saat ini (Aswi & Sukarna, 2006). Untuk mengukur keakuratan hasil dari peramalan digunakan lima tipe pengukuran untuk menghitung seberapa besar hasil peramalan melenceng dari data yang sebenarnya (Makridakis, Wheelwright, & Mcgee, 1999) yaitu *Mean Error* (ME), *Mean Absolute Error* (MAE), *Mean Square Error* (MSE), *Mean Percentage Error* (MPE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

Adapun metode peramalan yang dapat meminimalkan nilai *error* salah satunya adalah metode peramalan *Fuzzy Time Series*. Metode ini mengadaptasi prinsip-prinsip *fuzzy* dalam pengerjaannya (Rahmawati, Cynthia, & Susilowati, 2019). Penggunaan logika *fuzzy* mempunyai kelebihan yaitu konsepnya yang mudah dipahami dan sangat fleksibel serta memiliki toleransi terhadap data yang kurang tepat. Oleh karena pada penelitian ini digunakan metode peramalan *Fuzzy Time Series Cheng* yaitu yang merupakan pengembangan dari metode *Fuzzy Time Series*. Adapun kelebihan dari *Fuzzy Time Series Cheng* adalah metode peramalan adaptif karena merupakan perbaikan dari metode *Fuzzy Time Series* Chen sehingga memiliki ukuran kesalahan peramalan yang lebih kecil (Tauryawati dan Irawan, 2014). Pada penelitian ini digunakan data yang menunjukkan gerakan yang tidak tertentu atau tidak menunjukkan pola tertentu sehingga proses peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Cheng* yang tidak membutuhkan asumsi pola data tertentu.

2. Landasan Teori

2.1. Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan adalah suatu cara memprediksi sesuatu yang akan terjadi di masa depan menggunakan informasi yang terjadi sekarang ataupun pada masa lampau. Tujuan peramalan adalah untuk pengambilan keputusan berdasarkan data atau informasi dari masa lampau sehingga kesalahan dapat diminimalisir. Oleh karena itu peramalan memiliki sifat ketidakpastian atau kemungkinan yang memiliki kesalahan. Semakin kecil nilai kesalahan (*error*) dari peramalan maka keakuratan peramalan semakin baik sehingga bagus dalam pengambilan keputusan. Terdapat lima tipe pengukuran yang digunakan untuk menghitung *error* peramalan (Makridakis, Wheelwright, & Mcgee, 1995) yaitu:

- a. Nilai Rata-rata Kesalahan (*Mean Error*)
Persamaan untuk menentukan *Mean Error* (ME) adalah:

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n} \quad (2.1)$$

$$e_i = X_i - F_i \quad (2.2)$$

dimana:

ME : Nilai rata-rata kesalahan (*Mean Error*)

n : Jumlah periode waktu data

e_i : *Error* pada periode waktu *i*

X_i : Data pada periode waktu *i*

F_i : Ramalan untuk periode waktu *i*

- b. Nilai Rata-rata Kesalahan Absolut (*Mean Absolute Error*)

Mean Absolute Error (MAE) merupakan hasil nilai absolut dari selisih antara nilai *output* model dengan data sebenarnya. Persamaannya adalah:

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \quad (2.3)$$

dimana:

MAE : nilai rata-rata kesalahan absolut (*Mean Absolute Error*)

- c. Nilai Rata-rata Kesalahan Kuadrat (*Mean Square Error*)

Mean Square Error (MSE) dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua *error* peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Persamaannya adalah sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n} \quad (2.4)$$

dimana:

MSE : Nilai rata-rata kesalahan kuadrat (*Mean Square Error*)

- d. Nilai Rata-rata Kesalahan Persentase (*Mean Percentage Error*)

Persamaan untuk menentukan nilai *Mean Percentage Error* (MPE) adalah:

$$MPE = \frac{\sum_{i=1}^n PE_i}{n} \quad (2.5)$$

$$PE_i = \frac{X_i - F_i}{X_i} \quad (2.6)$$

dimana:

PE_i : *Error* persentase pada periode *i*

MPE : Nilai rata-rata kesalahan persentase (*Mean Percentage Error*)

- e. Nilai Rata-rata Kesalahan Persentase Absolut (*Mean Absolute Percentage Error*)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) menyatakan persentase *error* hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu. Informasi yang diberikan adalah persentase *error* yang terlalu tinggi atau terlalu rendah. Persamaannya adalah:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |PE_i|}{n} \quad (2.7)$$

Ketepatan peramalan 100 % – *MAPE*

2.2. Analisis Runtun Waktu (*Time Series*)

Time Series diperkenalkan pada tahun 1970 oleh George E.P. Box dan Gwilym M. Jenkins melalui bukunya yang berjudul *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Sejak saat itu *time series* mulai banyak dikembangkan (Aswi & Sukarna, 2006). *Time Series* merupakan serangkaian data pengamatan yang terjadi berdasarkan indeks waktu secara berurutan dengan interval waktu tetap. *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.

2.3. Fuzzy Time Series

Fuzzy Time Series (FTS) diperkenalkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993. *Fuzzy time series* adalah metode peramalan data yang mengadaptasi prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya Sistem peramalan dengan metode ini bekerja dengan menangkap pola dari data historis kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Proses dari suatu sistemnya juga tidak rumit, sehingga mudah digunakan dan dikembangkan sebagaimana yang ada pada algoritma genetika dan jaringan syaraf. Pada *fuzzy time series* memiliki istilah-istilah yang dipelajari yaitu *fuzzy logic relations* (FLR) dan *fuzzy logic relations group* (FLRG).

2.4. Metode Fuzzy Time Series Cheng

Metode *Fuzzy Time Series* Cheng merupakan perbaikan dari algoritma Chen yang memiliki kekurangan dalam hal tidak mempertimbangkan adanya pengulangan dan tidak adanya pembobotan (*weighted*) yang makin kecil pada pengamatan yang lama. Menurut Sumartini, Hayati, & Wahyuningsih (2017) langkah-langkah peramalan

menggunakan metode *fuzzy time series* Cheng adalah sebagai berikut:

1. Menentukan himpunan semesta (U) data aktual, yaitu:

$$U = [d_{min}; d_{max}] \quad (2.8)$$

dimana d_{min} merupakan data terkecil dan d_{max} adalah data terbesar dari pengamatan.

2. Penentuan lebar interval dimana menggunakan langkah-langkah dalam distribusi frekuensi dengan tahapan sebagai berikut:

Menghitung rentang (*range*) dari data yang diamati menggunakan rumus:

$$R = d_{max} - d_{min} \quad (2.9)$$

Menentukan banyaknya kelas menggunakan aturan Sturges yaitu:

$$K = 1 + 3,32 \log(n) \quad (2.10)$$

Menentukan panjang kelas (*interval*) menggunakan rumus:

$$l = \frac{range(R)}{banyaknya\ kelas(K)} \quad (2.11)$$

Menentukan nilai tengah menggunakan rumus:

$$m_i = \frac{(batas\ bawah + batas\ atas)}{2} \quad (2.12)$$

3. Himpunan *fuzzy* dibentuk dengan melihat jumlah frekuensi yang berbeda dan lebih besar dari nol (frekuensi yang sama dihitung sekali).
4. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* A_i dan melakukan fuzzifikasi pada data aktual yang diamati. Jika

$$U = [u_1, u_2, \dots, u_k]$$

merupakan himpunan semesta, maka himpunan *fuzzy* A_i dari U dengan derajat keanggotaannya dinyatakan sebagai berikut:

$$A_i = \left\{ \mu_{A_i}(u_1)/u_1 + \dots + \mu_{A_i}(u_p)/u_p \right\} \quad (2.13)$$

dengan $\mu_{A_i}(u_j)$ merupakan derajat keanggotaan dari u_j ke A_i dimana $\mu_{A_i}(u_j) \in [0,1]$ dan $1 \leq j \leq p$ dimana p merupakan banyak kelas. Nilai derajat keanggotaan dari $\mu_{A_i}(u_j)$ didefinisikan sebagai berikut:

$$\mu_{A_i}(u_j) = \begin{cases} 1, & \text{jika } i = j \\ 0,5, & \text{jika } i = j - 1 \text{ atau } j + 1 \\ 0, & \text{yang lainnya} \end{cases} \quad (2.14)$$

5. Membuat tabel *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) yang dinotasikan dengan $A_i \rightarrow A_j$, dengan A_i adalah *current state* dan A_j disebut *next state*.

6. 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. Kemudian bobot yang diperoleh pada relasi FLR disubstitusikan ke dalam matriks pembobot (W) dengan bentuk sebagai berikut:

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1p} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ w_{p1} & w_{p2} & \dots & w_{pp} \end{bmatrix} \quad (2.15)$$

dimana W adalah pembobot dari W_{ij} yang merupakan bobot matriks pada baris ke- i dan kolom ke- j dengan $i = 1,2, \dots, p$ dan $j = 1,2, \dots, p$.

7. Menransfer bobot FLRG ke dalam bentuk matriks pembobot terstandarisasi (W^*) yaitu sebagai berikut:

$$W^* = \begin{bmatrix} w_{11}^* & w_{12}^* & \dots & w_{1p}^* \\ w_{21}^* & w_{22}^* & \dots & w_{2p}^* \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ w_{p1}^* & w_{p2}^* & \dots & w_{pp}^* \end{bmatrix} \quad (2.16)$$

dengan

$$w_{ij}^* = \frac{w_{ij}}{\sum_{j=1}^p w_{ij}} \quad (2.17)$$

8. Menentukan defuzzifikasi nilai peramalan. Untuk menghasilkan nilai peramalan, matriks pembobot terstandarisasi (W^*) dikalikan dengan m_i . Adapun persamaan untuk menghitung peramalan adalah sebagai berikut:

$$F_i = w_{i1}^*(m_1) + w_{i2}^* + \dots + w_{ip}^*(m_p) \quad (2.18)$$

3. Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari buku induk siswa tiap tahunnya. Data siswa baru yang digunakan mulai tahun ajaran 1998/1999 sampai tahun 2016/2017 yang kemudian dilakukan peramalan menggunakan program SPSS 16 dan Ms. Excel 2010. Program SPSS digunakan untuk mengetahui pola pergerakan data sedangkan Ms. Excel 2010 digunakan pada proses penentuan interval, menentukan himpunan *Fuzzy Logical*,

proses defuzzifikasi nilai peramalan serta melakukan peramalan. Adapun tahapan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan informasi terkait profil serta gambaran jumlah siswa baru yang mendaftar di Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek tiap tahunnya.

2. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan sumber-sumber pustaka yang memberikan informasi mengenai penelitian dan sesuai dengan permasalahan yang ada.

3. Menentukan Metode

Pada tahap ini ditentukan metode apa yang sesuai dengan informasi yang diberikan pihak sekolah untuk melakukan peramalan jumlah siswa baru di Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek.

4. Mengumpulkan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yaitu jumlah siswa baru di Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek setiap tahun yang diperoleh dari *database* sekolah.

5. Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan analisis data menggunakan metode yang sesuai dengan karakteristik data yang diperoleh untuk proses peramalan. Adapun metode peramalan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Cheng dengan tahapan:

- a. Penentuan Himpunan Semesta
- b. Penentuan Interval
- c. Menentukan Himpunan *Fuzzy Logical*
- d. *Fuzzy Logical Relationship* dan *Fuzzy Logical Relationship Group*
- e. Defuzzifikasi Nilai Peramalan
- f. Melakukan Peramalan

6. Penarikan kesimpulan

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil peramalan yang diperoleh menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Cheng.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Deskripsi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jumlah siswa pada Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek. Data ini merupakan data *time series* yang diperoleh dari buku induk siswa tahunan Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek mulai tahun 1988/1989 sampai tahun 2016/2017. Data tersebut kemudian diurutkan untuk mencari data minimum dan maksimum sehingga dapat ditentukan himpunan semestanya.

4.2. Penentuan Himpunan Semesta

Penentuan himpunan semesta menggunakan persamaan (2.8) sehingga diperoleh himpunan semesta dari jumlah siswa baru yang mendaftar pada tahun ajaran 1988/1989 sampai 2016 /2017 adalah:

$$U = [141,14]$$

4.3. Penentuan Interval

Adapun panjang interval ditentukan menggunakan langkah-langkah pada distribusi frekuensi yaitu sebagai berikut:

a. Menghitung Range (R)

Berdasarkan persamaan (2.9), diperoleh hasil sebagai berikut:

$$R = (141 - 14) = 127$$

b. Menghitung Interval Kelas (K)

Penentuan interval kelas menggunakan aturan Sturges pada persamaan (2.10) sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned} K &= 1 + 3,322(\log n) \\ &= 1 + 3,222(\log 29) \\ &= 5,858086 = 6 \end{aligned}$$

c. Menghitung Lebar Interval l

Lebar interval diperoleh dengan cara:

$$l = \frac{R}{K} = \frac{127}{6} = 21,167$$

Berdasarkan nilai interval kelas (K) maka diperoleh 6 interval dalam semesta pembicaraan yaitu $u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6$.

4.4. Penentuan Himpunan Fuzzy Logical

Penentuan himpunan *fuzzy* dari data jumlah siswa baru di Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek dapat dilihat pada table 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Frekuensi Kepadatan Siswa Baru

U_i	Batas Bawah	Batas Atas	Jumlah Data	Jumlah Sub interval	Lebar Sub interval
1	14	35,17	10	4	5,292
2	35,167	56,33	12	5	4,233
3	56,333	77,50	4	3	7,056
4	77,500	98,67	0	1	21,167
5	98,667	119,8	1	1	21,167
6	119,83	141,0	2	2	10,583

Penentuan lebar sub interval diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Lebar sub interval } (i) = \frac{\text{batas atas } (i) - \text{batas bawah } (i)}{\text{jumlah sub interval } (i)}$$

Berdasarkan perhitungan dari tabel 4.1 maka diperoleh 11 sub interval yang menjadi domain dari himpunan interval *fuzzy* yang terbentuk seperti yang disajikan pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Interval *Fuzzy* Menggunakan Distribusi Frekuensi

U_i	Batas Bawah	Batas Atas	Jumlah Sub interval	Nilai Tengah (m_i)
U_1	14	19,292	5,292	16,646
U_2	19,292	24,583	5,292	21,938
U_3	24,583	29,875	5,292	27,229
U_4	29,875	35,167	5,292	32,521
U_5	35,167	39,400	4,233	37,283
U_6	39,400	43,633	4,233	41,517
U_7	43,633	47,867	4,233	45,750
U_8	47,867	52,100	4,233	49,983
U_9	52,100	56,333	4,233	54,217
U_{10}	56,333	63,389	7,056	59,861
U_{11}	63,389	70,444	7,056	66,917
U_{12}	70,444	77,500	7,056	73,972
U_{13}	77,500	98,667	21,167	88,083
U_{14}	98,667	119,833	21,167	109,250
U_{15}	119,833	130,417	10,583	125,125
U_{16}	130,417	141,000	10,583	135,708

Dari perhitungan interval himpunan *fuzzy* menggunakan distribusi frekuensi diperoleh 16 interval yang terbentuk sehingga diperoleh kumpulan *fuzzy* nilai-nilai linguistik menggunakan persamaan (2.13). Adapun nilai linguistik dari himpunan *fuzzy* diberikan pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Nilai Linguistik dari himpunan *Fuzzy*

Fuzzifikasi	Nilai Linguistik
A1	Sangat turun drastis
A2	Turun drastis
A3	Sangat turun sekali
A4	Turun sekali
A5	Cukup turun
A6	Turun
A7	Sedikit turun
A8	Normal
A9	Sedikit naik
A10	Naik
A11	Cukup naik
A12	Naik sekali
A13	Sangat naik sekali
A14	Naik drastis
A15	Sangat naik drastis
A16	Sangat sangat naik drastis

Berikutnya ditentukan Fuzzifikasi dan FLR yang merupakan hubungan antara setiap urutan data

terhadap data berikutnya dalam bentuk himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada tabel 4.4 sebagai berikut.

Tabel 4.4 Fuzzifikasi dan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR)

Tahun Ajaran	Banyak Siswa	Fuzzifikasi	FLR
1988/1989	14	A1	-
1989/1990	22	A2	A1→A2
1990/1991	15	A1	A2→A1
1991/1992	15	A1	A1→A1
1992/1993	25	A3	A1→A3
1993/1994	24	A2	A3→A2
1994/1995	26	A3	A2→A3
1995/1996	24	A2	A3→A2
1996/1997	48	A8	A2→A8
1997/1998	34	A4	A8→A4
1998/1999	36	A5	A4→A5
1999/2000	38	A5	A5→A5
2000/2001	46	A7	A5→A7
2001/2002	52	A8	A7→A8
2002/2003	72	A12	A8→A12
2003/2004	53	A9	A12→A9
2004/2005	65	A11	A9→A11
2005/2006	99	A14	A11→A14
2006/2007	121	A15	A14→A15
2007/2008	141	A16	A15→A16
2008/2009	70	A11	A16→A11
2009/2010	55	A9	A11→A9
2010/2011	42	A6	A9→A6
2011/2012	77	A12	A6→A12
2012/2013	34	A4	A12→A4
2013/2014	36	A5	A4→A5
2014/2015	39	A5	A5→A5
2015/2016	39	A5	A5→A5
2016/2017	43	A6	A5→A6

Langkah selanjutnya adalah menentukan bobot relasi *Fuzzy Logical Relationship* menjadi *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG). Adapun FLRG yang dibentuk dari FLR dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Fuzzy Logic Relation Group (FLRG)

Current State (A_i)	Next State (A_j)
A1	→ A1, A2, A3
A2	→ A1, A3, A8
A3	→ A2
A4	→ A5
A5	→ A5, A6, A7
A6	→ A12
A7	→ A8
A8	→ A4, A12

Current State (A_i)		Next State (A_j)
A9	→	A6, A11
A10	→	∅
A11	→	A9, A14
A12	→	A4, A9
A13	→	∅
A14	→	A15
A15	→	A16
A16	→	A11

FLRG yang sudah dikelompokkan pada tabel 4.5 selanjutnya digunakan untuk memberikan bobot berdasarkan urutan dan perulangan yang sama. Berdasarkan persamaan (2.15) maka diperoleh bobot FLRG sebagai berikut:

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 1 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Setelah matriks bobot diperoleh, maka dilakukan standarisasi matriks pembobot. Adapun matriks pembobot yang telah distandarisasi adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6 Matriks Pembobot Terstandarisasi

$X_{(t-)}$	$X_{(t)}$											
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	...	A16
A1	1/3	1/3	1/3	0	0	0	0	0	0	0	...	0
A2	1/3	0	1/3	0	0	0	0	1/3	0	0	...	0
A3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0
A4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	...	0
A5	0	0	0	0	3/5	1/5	1/5	0	0	0	...	0
A6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0
A7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	...	0
A8	0	0	0	1/2	0	0	0	0	0	0	...	0
A9	0	0	0	0	0	1/2	0	0	0	0	...	0
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴
A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0

4.5. Proses Defuzzifikasi Nilai Peramalan

Bobot untuk *Fuzzy Logic Relation Group* (FLRG) dan Defuzzifikasi dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Bobot FLRG dan Defuzzifikasi

Current State (A_i)		Next State (A_j)	Peramalan
A1	→	A1, A2, A3	21,938
A2	→	A1, A3, A8	31,286
A3	→	A2	21,938
A4	→	A5	37,283
A5	→	A5, A6, A7	39,823
A6	→	A12	73,972
A7	→	A8	49,983
A8	→	A4, A12	53,247
A9	→	A6, A11	54,217
A10	→	∅	59,861
A11	→	A9, A14	81,734
A12	→	A4, A9	43,369
A13	→	∅	88,083
A14	→	A15	125,125
A15	→	A16	135,708
A16	→	A11	66,917

4.6. Hasil Peramalan

Berdasarkan tabel 4.7 diperoleh hasil peramalan dimana hasil tersebut dapat digunakan untuk meramalkan data pada periode waktu selanjutnya. Adapun hasil peramalan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.8 Peramalan Jumlah Siswa Baru

Tahun	Banyak Siswa	Peramalan (F_t)	$X_t - F_t$	$(X_t - F_t) / F_t$	$(X_t - F_t)^2$
1988	14	-	-	-	-
1989	22	21.938	0.062	0.003	0.004
1990	15	31.286	-16.286	1.086	265.234
1991	15	21.938	-6.938	0.463	48.131
1992	25	21.938	3.062	0.122	9.378
1993	24	21.938	2.062	0.086	4.252
1994	26	31.286	-5.286	0.203	27.942
1995	24	21.938	2.062	0.086	4.252
1996	48	31.286	16.714	0.348	279.358
1997	34	53.247	-19.247	0.566	370.428
1998	36	37.283	-1.283	0.036	1.646
1999	38	39.823	-1.823	0.048	3.324
2000	46	39.823	6.177	0.134	38.153
2001	52	49.983	2.017	0.039	4.068
2002	72	53.247	18.754	0.260	351.694
2003	53	43.369	9.631	0.182	92.756
2004	65	54.217	10.783	0.166	116.273
2005	99	81.734	17.267	0.174	298.132
2006	121	125.125	-4.125	0.034	17.016
2007	141	135.708	5.292	0.038	28.005
2008	70	66.917	3.083	0.044	9.505
2009	55	81.734	-26.734	0.486	714.680
2010	42	54.217	-12.217	0.291	149.255
2011	77	73.972	3.028	0.039	9.169

Tahun	Banyak Siswa	Peramalan (F_t)	$X_t - F_t$	$(X_t - F_t) / F_t$	$(X_t - F_t)^2$
2012	34	43.369	-9.369	0.276	87.778
2013	36	37.283	-1.283	0.036	1.646
2014	39	39.823	-0.823	0.021	0.678
2015	39	39.823	-0.823	0.021	0.678
2016	43	39.823	3.177	0.074	10.092
2017	-	73.972	-	-	-
2018		43.369			
2019		49.983			
2020		53.247			
2021		54.217			

Berdasarkan hasil peramalan yang dilakukan selama lima periode berikutnya pada tabel 4.8 maka dilakukan pengujian keakuratan peramalan. Adapun keakuratan peramalan dapat dilihat dari nilai MSE dan MAPE berikut ini.

Tabel 4.9 Nilai MSE dan MAPE dari Hasil Peramalan

MSE	MAPE
101.5009	18.49%

Berdasarkan nilai dari MSE dan MAPE dapat dilihat bahwa keakuratan peramalan jumlah siswa baru pada Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek menggunakan metode *Fuzzy time series* Cheng masih cukup akurat. Hal ini dilihat dari nilai MSE yaitu 101.5009 dan MAPE yaitu 18.49% yang berada diantara 10% dan 20% .

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Peramalan jumlah siswa baru pada Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek menggunakan metode *Fuzzy time series* Cheng memiliki MSE sebesar 101.5009 dan nilai MAPE yaitu sebesar 18.49% yang berada diantara 10% dan 20% .
2. Metode *Fuzzy time series* Cheng memiliki performa yang baik untuk memprediksi jumlah siswa baru pada Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek yang dapat dilihat dari nilai MSE dan MAPE.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswi & Sukarna. (2006). *Analisis Deret Waktu*. Makassar: Andira Publisher.
- Fahmi, T., Sudarno, & Wulandari, Y. (2013). Perbandingan Metode Pemuluan

Eksponensial Tunggal dan Fuzzy Time Series untuk Memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan. *Jurnal Gaussian*. Vol. 2. No. 2. pp. 137- 146.

Makridakis, S., Wheelwright, S.C., & Mcgee, V.E. (1995). *Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi Kedua*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Ola, P.K., & Katiko. (2019). Peramalan Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* Cheng dan *Double Exponential Smoothing* (Study Kasus: Jumlah Wisatawan Mancanegara di Candi Brobudur). *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*. Vol. 4. No. 1. pp 69-79

Rahmawati, Cynthia, E. P., & Susilowati, K. (2019). Metode *Fuzzy Time Series* Cheng dalam Memprediksi Jumlah Wisatawan di Provinsi Sumatra Barat. *Journal of Education Informatic Technology and Science*. Vol. 1. No. 1. pp. 11-23.

Sumartini, Hayati, M. N., & Wahyuningsih, S. (2017). Peramalan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng. *Jurnal Eksponensial*. Vol. 8. No. 1. pp. 51-56.

Tauryawati, Mey Lisa & Irawan, M. Isa. (2014). Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Cheng dan Box-Jenkins untuk memprediksi IHSG. *Jurnal Sains dan Seni Pomits* Vol. 3. No. 2.

Wei, W.W.S. (2006). *Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Methods, 2nd Edition*, USA : Pearson Education, Inc.