



SKEWNESS

Jurnal Statistika, Aktuaria dan Sains Data

Volume 1, No. 2, Oktober 2024

Peramalan Jumlah Penduduk Miskin Provinsi Jawa Tengah Dengan Metode *Fuzzy Time Series Chen*

Farchan Azhar Adisurya¹, Agustini Tripena², Supriyanto³

^{1,2,3} *Departmen Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia*

E-mail korespondensi: azharadisuryaa@gmail.com

Abstrak. Kemiskinan adalah masalah sosial-ekonomi yang paling sulit untuk dipecahkan, terutama di Indonesia. Luasnya wilayah dan jumlah pulau di Indonesia menjadi salah satu alasan mengapa masalah ini sulit untuk diselesaikan. Selain itu, kepadatan penduduk di setiap daerah juga menjadi faktor yang mempengaruhi masalah yang dapat terjadi ini. Pulau Jawa, khususnya Provinsi Jawa Tengah, merupakan salah satu daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi di Indonesia. Jawa Tengah menempati posisi ke-3 dengan jumlah penduduk terbesar di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi jumlah penduduk miskin di provinsi Jawa Tengah dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series*. Hasil perhitungan dengan data jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Tengah dari tahun 2004 hingga 2023, diperoleh hasil perkiraan 4078,97 dengan satuan ribuan orang dan tingkat akurasi 4,61% diperoleh dengan metode *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*.

Kata kunci: Kemiskinan, Peramalan, *Fuzzy Time Series*, MAPE

1 Pendahuluan

Kemiskinan adalah salah satu masalah sosial ekonomi yang paling sulit untuk diselesaikan. Menurut Badan Pusat Statistik [1] dan [2], kemiskinan dipandang sebagai ketidakmampuan untuk memenuhi kebutuhan dasar baik berupa makanan atau bukan makanan. Salah satu faktor yang mempengaruhi banyaknya jumlah penduduk miskin di suatu wilayah adalah kepadatan penduduk [3]. Menurut data di Badan Pusat Statistik [1], Pulau Jawa adalah pulau yang memiliki kepadatan penduduk paling tinggi. Pulau Jawa mencakup 6 provinsi, yaitu Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, DI Yogyakarta, DKI Jakarta, dan Banten.

Sebagai provinsi yang berada di tengah Pulau Jawa, kepadatan penduduk Jawa Tengah menempati urutan ke empat di Pulau Jawa [3]. Tingginya tingkat kepadatan penduduk tersebut mengakibatkan sulitnya penduduk di daerah tersebut untuk memperoleh pekerjaan [3]. Semakin sulitnya mendapatkan pekerjaan maka jumlah penduduk miskin di daerah tersebut juga akan semakin meningkat [3]. Jika penduduk miskin meningkat,

pemerintah perlu mengambil tindakan untuk mengurangi atau meminimalkan peningkatan tersebut. Oleh karena itu, jumlah penduduk miskin untuk tahun berikutnya perlu diramalkan sebagai acuan pemerintah dalam mengatasi masalah kemiskinan ini.

Peramalan jumlah penduduk miskin dapat dilakukan jika data historis pada tahun-tahun sebelumnya sudah diperoleh. Peramalan ini dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, salah satunya adalah *fuzzy time series*. Metode ini sering digunakan untuk meramalkan data runtun waktu dalam berbagai penelitian, karena kemampuannya menangani data yang tidak pasti atau fluktuatif. *Fuzzy time series* (FTS) pertama kali diperkenalkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993 [4] untuk meramalkan pendaftaran mahasiswa di Universitas Alabama. Seiring berjalannya waktu, Chen melakukan penelitian menggunakan metode dan data yang sama, dan menghasilkan prediksi yang lebih baik dan akurat dibandingkan Song dan Chissom. Metode Chen dianggap lebih unggul karena menyederhanakan tahap perhitungan dan memperbaiki akurasi hasil ramalan [5]. Berdasarkan kemampuan ini, metode FTS dengan pendekatan Chen menjadi pilihan yang relevan untuk meramalkan jumlah penduduk miskin. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk meramalkan jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Tengah dengan menggunakan metode *fuzzy time series*.

2 Data dan Metodologi Penelitian

2.1 Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data jumlah penduduk miskin Provinsi Jawa Tengah dari tahun 2004 sampai tahun 2023 yang diperoleh dari arsip Badan Pusat Statistik [1].

2.2 Metodologi

Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk menganalisis data yang digunakan adalah metode analisis data kuantitatif, yaitu analisis statistik deskriptif. Metode yang digunakan untuk mengolah data dan melakukan peramalan adalah Metode *fuzzy time series*. Sedangkan metode yang digunakan untuk menghitung keakuratan hasil peramalan adalah metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) [6] dan [7]. Analisis data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak (*software*) yaitu *Microsoft excel*.

Langkah-langkah penelitian yang digunakan sebagai berikut:

1. Melakukan studi pustaka

Tahapan pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah tahapan studi pustaka. Studi Pustaka atau studi literatur merupakan tahapan untuk mencari referensi sebagai landasan kerangka berpikir yang berkaitan dengan penelitian tentang pengembangan sistem peramalan jumlah penduduk miskin serta metode fuzzy time series model Chen sehingga didapatkan konsep dasar, teori dasar, dan metode yang akan diterapkan. Berikut ini merupakan literatur yang digunakan: Penelitian sebelumnya, *Fuzzy, Time Series, Fuzzy Time Series, Fuzzy Time Series model Chen, Kemiskinan, dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

2. Pencarian Data

Tahap selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan pencarian data [8]. Untuk memperoleh data jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Tengah yang digunakan pada penelitian kali ini adalah dengan cara mengumpulkan data yang tersedia di website pemerintan yaitu *website* Badan Pusat Statistik Jawa Tengah (<https://jateng.bps.go.id>) [1][2].

3. Melakukan analisis deskriptif

Setelah data yang diperlukan sudah diperoleh, tahap selanjutnya adalah melakukan analisis deskriptif pada data yang akan digunakan. Pada penelitian kali ini analisis deskriptif diterapkan pada data jumlah penduduk miskin provinsi Jawa Tengah tahun 2004 sampai 2023.

4. Menentukan himpunan semesta

Setelah diperoleh hasil analisis deskriptif dari data yang digunakan yaitu data jumlah penduduk miskin Provinsi Jawa Tengah, untuk melakukan penghitungan dengan metode *Fuzzy Time Series Chen* harus dibentuk terlebih dahulu Himpunan Semesta. Menentukan himpunan semesta dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan berikut [6][7] dan [8]:

$$U = [D_{min}, D_{max}] \quad (1)$$

dengan:

D_{min} : data terkecil pada data aktual

D_{max} : data terbesar pada data aktual

5. Pembentukan interval

Dari himpunan semesta yang terbentuk dapat diperoleh interval yang akan digunakan untuk mengklasifikasikan data yang akan diolah menggunakan metode *fuzzy time series*. Pembentukan interval dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [6][7]:

$$I = \frac{R}{K} \quad (2)$$

dengan :

I : Lebar interval
 R : Jangkauan
 K : Banyak kelas

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

dengan:

R : Jangkauan
 D_{max} : Data terbesar
 D_{min} : Data terkecil

$$K = 1 + 3,3 \log n \quad (4)$$

dengan:

K : Banyak kelas
 n : Jumlah data

6. Melakukan metode *fuzzy time series chen*

Tahap selanjutnya adalah melakukan tahapan-tahapan yang diperlukan untuk menjalankan metode *fuzzy time series chen*. Tahapan-tahapan *fuzzy time series chen* yang dilakukan pada penelitian ini adalah mendefinisikan himpunan *fuzzy* terhadap himpunan semesta, fuzzifikasi data historis, menentukan *Fuzzy Logic Relationship* (FLR), menentukan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG), dan melakukan defuzzifikasi data peramalan [7][8].

7. Menganalisis hasil peramalan

Tahap selanjutnya, hasil perhitungan dengan menggunakan metode *fuzzy time series chen* perlu dianalisis sehingga diperoleh hasil peramalan yang diinginkan [8]. Pada penelitian kali ini, hasil peramalan yang diinginkan adalah peramalan jumlah penduduk miskin di provinsi Jawa Tengah untuk tahun 2024.

8. Menentukan tingkat keakuratan dari hasil peramalan.
Setelah mendapatkan hasil peramalan yang diinginkan, hasil peramalan tersebut perlu diperiksa tingkat keakuratannya. Untuk melakukan uji keakuratan hasil peramalan dapat digunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)[7] .
9. Membuat kesimpulan dari pelitian yang telah dilakukan
Setelah melewati semua tahapan/alur penelitian, langkah terakhir yang harus dilakukan adalah menarik kesimpulan dari penelitian yang sudah dilakukan. Kesimpulan dapat ditentukan berdasarkan rumusan masalah yang sudah terbentuk di awal penelitian.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Data

Langkah awal yang dilakukan untuk melakukan peramalan jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Tengah adalah melakukan analisis data yang akan digunakan. Berdasarkan data jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Tengah Dari tahun 2004 sampai dengan tahun 2023, rata-rata jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Tengah adalah sebanyak 4987,56 ribu jiwa. Angka tertinggi jumlah penduduk miskin sebanyak 7100,60 ribu jiwa pada tahun 2006 dan angka terendahnya sebanyak 3743,23 ribu jiwa pada tahun 2019 [2]. Hasil statistik deskriptif dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Data Jumlah Penduduk Miskin Provinsi Jawa Tengah

Statistik	nilai
Minimum	3743,23
Maximum	7100,60
Jangkauan	3357,37
Mean	5020,52
Median	4694,15

3.2 Penerapan metode Fuzzy Time Series Chen

Langkah yang dilakukan untuk menerapkan metode *fuzzy time series* Chen [7]

1. Menentukan nilai Himpunan semesta U
Dari data yang digunakan yaitu data Jumlah Penduduk Miskin di Provinsi Jawa Tengah, dapat dilihat bahwa nilai Minimum adalah 3743,23 dan nilai Maximum

7100,6. Dengan mengetahui nilai minimum dan maximum, dapat diperoleh semesta pembicaraannya adalah $U = [3742,23; 7100,60]$.

2. Pembentukan Interval

Selain menentukan semesta pebicaraan, dengan bantuan *Microsoft Excel* diperoleh juga banyaknya kelas adalah sebanyak 5 kelas, rentang kelas adalah 3357,37 dan interval tiap kelasnya adalah 671,47. Selain menggunakan *Microsoft Excel*, interval juga dapat di cari secara manual dengan perhitungannya mengacu pada Persamaan 4. Hasil perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$I = \frac{R}{K}$$

$$I = \frac{3357,37}{5} = 671,47$$

dengan:

I : Interval

R : Jangkauan

K : Banyak

3. Defuzzifikasi dan mendefinisikan Himpunan *Fuzzy*.

Hasil pendefinisian himpunan *fuzzy* pada U frekuensi data historis di masing-masing interval dan hasil fuzzifikasi yang diperoleh diajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Fuzzifikasi Sub-sub interval dari U

Sub-sub interval dari U	Frekuensi	Fuzzifikasi
	6	A_1
$u_2 = [4414,70; 5086,18]$	6	A_2
$u_3 = [5086,18; 5757,65]$	3	A_3
$u_4 = [5757,65; 6429,13]$	1	A_4
$u_5 = [6429,13; 7100,60]$	4	A_5

4. Fuzzifikasi pada data jumlah penduduk miskin provinsi Jawa Tengah

Tabel 3. Fuzzifikasi data jumlah penduduk miskin Provinsi Jawa Tengah

Tahun	Data	Fuzzyfikasi
2004	6842,80	A_5
2005	6533,50	A_5
2006	7100,60	A_5
2007	6557,00	A_5

Tahun	Data	Fuzzyfikasi
2008	6122,60	A_4
2009	5655,40	A_3
2010	5217,20	A_3
2011	5256,00	A_3
2012	4863,50	A_2
2013	4811,30	A_2
2014	4561,82	A_2
2015	4577,00	A_2
2016	4506,89	A_2
2017	4450,72	A_2
2018	3897,20	A_1
2019	3743,23	A_1
2020	3980,90	A_1
2021	4109,75	A_1
2022	3831,44	A_1
2023	3791,50	A_1

Tabel 3 adalah tabel hasil fuzzifikasi pada data jumlah penduduk miskin Provinsi Jawa Tengah. Fuzzifikasi merupakan proses mengidentifikasi data historis kedalam himpunan *Fuzzy*. Pada penelitian ini proses fuzzifikasi dilakukan dengan bantuan *software Microsoft Excel*.

5. Menentukan *Fuzzy Logic Relationship* (FLR)

Fuzzy Logic Relationship ditentukan berdasarkan fuzzifikasi dari data historis yang sudah dilakukan sebelumnya. Jika F_{p-1} difuzzifikasi sebagai A_i dan F_p sebagai A_j , maka A_i berelasi dengan A_j [6][7][8]. Untuk mempermudah dalam menentukan FLR dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan *Microsoft Excel*. Secara keseluruhan FLR yang terbentuk berdasarkan 20 data historis jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Tengah dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. *Fuzzy Logic Relationship* (FLR)

No.	Tahun	FLR
1.	2004 → 2004	$A_5 \rightarrow A_5$
2.	2005 → 2006	$A_5 \rightarrow A_5$
3.	2006 → 2007	$A_5 \rightarrow A_5$

No.	Tahun	FLR
4.	2007 → 2008	$A_5 \rightarrow A_4$
5.	2008 → 2009	$A_4 \rightarrow A_3$
6.	2009 → 2010	$A_3 \rightarrow A_3$
7.	2010 → 2011	$A_3 \rightarrow A_3$
8.	2011 → 2012	$A_3 \rightarrow A_2$
9.	2012 → 2013	$A_2 \rightarrow A_2$
10.	2013 → 2014	$A_2 \rightarrow A_2$
11.	2014 → 2015	$A_2 \rightarrow A_2$
12.	2015 → 2016	$A_2 \rightarrow A_2$
13.	2016 → 2017	$A_2 \rightarrow A_2$
14.	2017 → 2018	$A_2 \rightarrow A_1$
15.	2018 → 2019	$A_1 \rightarrow A_1$
16.	2019 → 2020	$A_1 \rightarrow A_1$
17.	2020 → 2021	$A_1 \rightarrow A_1$
18.	2021 → 2022	$A_1 \rightarrow A_1$
19.	2022 → 2023	$A_1 \rightarrow A_1$

6. Membentuk *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG)

Pembentukan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) dapat dilakukan dengan cara mengolompokkan himpunan *fuzzy* yang memiliki *Current state* sama setelah itu dikelompokkan berdasarkan FLR [7][8][9]. Dalam membentuk FLRG pada penelitian kali ini dilakukan dengan bantuan *Microsoft Excel*. Untuk hasil FLRG yang terbentuk dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG)

Grup	Relasi Logika Fuzzy	No. FLR
1	$A_1 \rightarrow A_1$	15, 16, 17, 18, dan 19
2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2$	9, 10, 11, 12, 13, dan 14
3	$A_3 \rightarrow A_2, A_3$	6, 7, dan 8
4	$A_4 \rightarrow A_3$	5
5	$A_5 \rightarrow A_4, A_5$	1, 2, 3, dan 4

7. Melakukan proses defuzzifikasi

Untuk mendapatkan hasil penghitungan peramalan hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah proses defuzzifikasi [9] dan [10]. Defuzzifikasi adalah proses memetakan besaran dari himpunan *fuzzy* ke dalam bentuk nilai crips [7],[9] dan [10]. Untuk melakukan proses defuzzifikasi penulis memilih menggunakan metode *Center of Area* (COA) yaitu dengan cara mengambil pusat atau nilai tengah dari masing interval yang ada. Pada penelitian ini proses defuzzifikasi dibantu dengan menggunakan *Microsoft Excel*. setelah diperoleh hasil defuzzifikasi dapat ditentukan hasil peramalan jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Tengah. Hasil peramalan pada tahun t adalah hasil defuzzifikasi dari tahun sebelumnya. Secara keseluruhan hasil peramalan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 8. Hasil peramalan jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Tengah

Tahun	Aktual (ribu jiwa)	Fuzzifikasi	Ramalan (ribu jiwa)
2004	6842,80	A_5	
2005	6533,50	A_5	6429,13
2006	7100,60	A_5	6429,13
2007	6557,00	A_5	6429,13
2008	6122,60	A_4	6429,13
2009	5655,40	A_3	5757,65
2010	5217,20	A_3	5086,18
2011	5256,00	A_3	5086,18
2012	4863,50	A_2	5086,18
2013	4811,30	A_2	4414,70
2014	4561,82	A_2	4414,70
2015	4577,00	A_2	4414,70
2016	4506,89	A_2	4414,70
2017	4450,72	A_2	4414,70
2018	3897,20	A_1	4414,70
2019	3743,23	A_1	4078,97
2020	3980,90	A_1	4078,97
2021	4109,75	A_1	4078,97
2022	3831,44	A_1	4078,97
2023	3791,50	A_1	4078,97
2024			6429,13

3.3 Menentukan Nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Tabel 9. Nilai *Percentage Error* (PE)

Tahun	Aktual (ribu jiwa)	Ramalan (ribu jiwa)	PE (%)
2005	6533,50	6429,13	1,60
2006	7100,60	6429,13	9,46
2007	6557,00	6429,13	1,95
2008	6122,60	6429,13	5,01
2009	5655,40	5757,65	1,81
2010	5217,20	5086,18	2,51
2011	5256,00	5086,18	3,23
2012	4863,50	5086,18	4,58
2013	4811,30	4414,70	8,24
2014	4561,82	4414,70	3,22
2015	4577,00	4414,70	3,55
2016	4506,89	4414,70	2,05
2017	4450,72	4414,70	0,81
2018	3897,20	4414,70	13,28
2019	3743,23	4078,97	8,97
2020	3980,90	4078,97	2,46
2021	4109,75	4078,97	0,75
2022	3831,44	4078,97	6,46
2023	3791,50	4078,97	7,58

Berdasarkan nilai *Percentage Error* (PE) yang diperoleh pada **Tabel 9**, nilai MAPE dapat ditentukan dengan cara menghitung rata-rata dari setiap nilai PE yang sudah diperoleh. Untuk penghitungan nilai MAPE adalah sebagai berikut.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t|$$

$$MAPE = \frac{1}{17} \sum_{t=1}^{17} |PE_t|$$

$$MAPE = \frac{1}{19} (87,51)$$

$$MAPE = 4,61$$

dengan:

MAPE : *Mean Absolute Percentage Error*

n : Banyaknya data *PE*

PE : *Percentage Error*

Dari hasil perhitungan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dari hasil peramalan jumlah penduduk miskin di provinsi Jawa Tengah adalah sebesar 4,61%, Menurut kriteria yang diungkapkan Goh dan Law [7], nilai tersebut termasuk pada kriteria sangat baik.

4 Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan, hasil peramalan jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Tengah menggunakan metode *fuzzy time series* untuk tahun 2024 adalah sebanyak 4078,97 ribu jiwa. Tingkat keakuratan dari hasil peramalan tersebut adalah sebesar 4,61% dengan menggunakan metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE) yang termasuk kriteria sangat baik menurut Goh dan Law [7]. Oleh karena itu metode *fuzzy time series* dianggap cocok digunakan untuk meramalkan data yang dimiliki yaitu data jumlah penduduk miskin Provinsi Jawa Tengah tahun 2004 sampai 2023.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah agar ditambahkannya jumlah data aktual yang digunakan agar hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode ini dapat lebih baik lagi.

Referensi

- [1] Badan Pusat Statistik. 2004. Kemiskinan dan Ketimpangan. diakses pada 28 November 2022, dari <https://www.bps.go.id/subject/23/kemiskinan-dan-ketimpangan.html>
- [2] Badan Pusat Statistik. Kemiskinan. diakses pada 25 November 2022, dari <https://jateng.bps.go.id/indicator/23/34/1/kemiskinan.html>
- [3] Wahyuni, S.C., Arifianto, D., dan Saifudin, I. (2021). Peramalan Jumlah Penduduk Miskin di Pulau Jawa Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Chen. *Jurnal Smart Teknologi*, 3(2) 133-139.
- [4] Song, Q., dan Chissom, B. S. (1993). Fuzzy time series and its models. *Fuzzy sets and systems*, 54(3), 269-277.

- [5] Kusumadewi, S., dan Purnomo, H. (2010), *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [6] Sugumonrong, D. P., Handinata, A., dan Tehja, A. (2019). Prediksi Harga Emas Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Model Algoritma Chen. *E-Journal Universitas Pelita Harapan*, 1(1), 48-54.
- [7] Goh, C., dan Law, R. (2002). Modeling and Forecasting Tourism Demand for Arrivals with Stochastic Nonstationary Seasonality and Intervention. *Tourism Management*, 23, 499-510.
- [8] Handayani, L. dan Anggriani, D. (2012). Perbandingan Model Chen dan Model Lee Pada Metode Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Harga Emas. *Jurnal Pseudocode*. (2)1, 28-36.
- [9] Jacobus, E. H., Kindangen, P., dan Walewangko, E. N. (2021). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kemiskinan Rumah Tangga di Sulawesi Utara. *Jurnal Pembangunan Ekonomi dan Keuangan Daerah*, 19(3), 86-103.
- [10] Khair, U., Fahmi, H., Al Hakim, S., dan Rahim, R. (2017). Forecasting Error Calculation with Mean Absolute Deviation and Mean Absolute Percentage Error. *Journal of Physics: Conference Series*, 193(1), 159-184.
- [11] Mubyarto. (2003). Teori Investasi dan Pertumbuhan Ekonomi dalam Ekonomi Pancasila. *Jurnal Ekonomi Rakyat*, 18(3), 218-224.
- [12] Syafnidawaty. (2020). Logika Fuzzy. *Jurnal Cerita Universitas Raharja*, 4(1) 62-94.