



PENERAPAN METODE FUZZY SUGENO UNTUK PREDIKSI TINGKAT KEMISKINAN DI SUMATERA UTARA

APPLICATION OF THE FUZZY SUGENO METHOD TO PREDICTION OF POVERTY LEVELS IN NORTH SUMATRA

Nurul Fadillah br Pane¹, Khairul Saleh²

Teknik Informatika, Universitas Asahan

Email: nurulfadilah302020@gmail.com¹, hutasuhutkhairul@gmail.com²

Article Info

Article history :

Received : 24-01-2026

Revised : 25-01-2026

Accepted : 27-01-2026

Pulished : 29-01-2026

Abstract

This study focuses on predicting the poverty rate in the City of Surabaya using the Fuzzy Sugeno method. Poverty remains a complex problem faced by Surabaya, with the number of poor residents consistently exceeding 100,000 people from 2013 to 2023. Poverty can cause individuals to struggle in meeting basic daily needs, which may lead to severe consequences such as malnutrition and the lack of adequate housing. The prediction of the poverty rate is conducted by considering four main variables: the Open Unemployment Rate, Labor Force Participation Rate, Human Development Index, and Gross Regional Domestic Product (GRDP) per capita using the Fuzzy Sugeno method. The prediction results indicate that the Fuzzy Sugeno method produces high prediction accuracy and can be applied to predict poverty rates in North Sumatra for subsequent years. These prediction results are expected to assist the government in developing more effective poverty alleviation strategies in the City of Surabaya to reduce the percentage of poverty.

Keywords: *Fuzzy Sugeno, poverty rate prediction, North Sumatra*

Abstrak

Penelitian ini berfokus pada prediksi angka kemiskinan di Kota Surabaya menggunakan metode Fuzzy Sugeno. Kemiskinan merupakan masalah kompleks yang masih dihadapi Kota Surabaya, dengan jumlah penduduk miskin yang konsisten di atas 100.000 jiwa sejak 2013 hingga 2023. Kemiskinan dapat menyebabkan beberapa orang sulit untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari. Akibat buruknya akan banyak orang yang meninggal karena kekurangan gizi dan tidak adanya tempat tinggal yang layak. Prediksi angka kemiskinan dilakukan dengan mempertimbangkan empat variabel utama: Tingkat Pengangguran Terbuka, Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja, Indeks Pembangunan Manusia, dan PDRB Perkapita dengan metode Fuzzy Sugeno. Hasil dari prediksi menunjukkan bahwa perhitungan metode fuzzy Sugeno memiliki akurasi prediksi tinggi dan dapat digunakan untuk memprediksi Tingkat kemiskinan di Sumatera Utara untuk tahun-tahun berikutnya. Hasil prediksi ini diharapkan dapat membantu pemerintah dalam mengembangkan strategi penanggulangan kemiskinan yang lebih efektif di Kota Surabaya untuk menekan presentase kemiskinan.

Kata Kunci: Fuzzy Sugeno, Prediksi Tingkat Kemiskinan, Sumatera Utara

PENDAHULUAN

Salah satu aspek penting untuk Pembangunan negara ialah kesejahteraan sosial. Negara yang maju ialah negara yang mampu meningkatkan pembangunan mereka. Kesejahteraan sosial dapat diartikan sebagai suatu keadaan di mana individu mampu untuk memenuhi seluruh kebutuhannya dan berhasil menjalin hubungan baik dengan masyarakat di sekitarnya. (Fahrudin, 2014). Kesejahteraan sosial umumnya bisa ditinjau dari beberapa aspek yang cukup relevan seperti



aspek kesehatan, aspek pendidikan, aspek ketenagakerjaan, dan juga aspek kemiskinan atau pendapatan. Dari beberapa aspek tersebut, aspek kemiskinan selalu menjadi topik hangat di tengah negara Indonesia. Hal ini karena kemiskinan adalah persoalan yang cukup rumit karena mencakup berbagai aspek kehidupan, sehingga penanganan kemiskinan menjadi fokus utama. (Ferezagia, 2018).

Kemiskinan bisa terjadi di negara berkembang, termasuk negara Indonesia. Kemiskinan dapat didefinisikan sebagai keadaan di mana individu tidak mampu mencukupi kebutuhan pokok hidupnya, termasuk pangan, sandang, kesehatan (seperti obat-obatan), serta papan. (Hardinandar dalam Priseptian & Primandhana, 2022). Surabaya, kota di Indonesia yang nyatanya memiliki Tingkat kemiskinan cukup tinggi. Berdasarkan pada data Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur, jumlah penduduk miskin yang ada di Surabaya sejak 2013 sampai dengan 2023 masih menyentuh angka 100.000 jiwa dan belum ada penurunan sampai dibawah itu. Kondisi kemiskinan ini mengakibatkan berbagai macam masalah yang berkaitan dalam kehidupan masyarakat. Tingginya angka pengangguran dan rendahnya pendapatan di kalangan masyarakat miskin akan mengakibatkan mereka kesulitan untuk memenuhi kebutuhan- kebutuhan pokok untuk keluarganya dan menyebabkan keluarganya banyak yang jatuh sakit dikarenakan kekurangan gizi dan berujung anak cucu mereka hidup di jalanan (Setijanigrum, 2017).

Prediksi angka kemiskinan sangat dibutuhkan agar pemerintah juga dapat terus mengusahakan berbagai cara untuk mengatasi kemiskinan di Indonesia, khususnya di Surabaya. Ada berbagai cara dan metode prediksi yang dapat digunakan dalam penentuan angka kemiskinan. Salah satu metode ialah menggunakan *Fuzzy Logic*. Ada berbagai macam Fuzzy Logic diantaranya Fuzzy Tsukamoto, Fuzzy Mamdani dan juga Fuzzy Sugeno.

Berdasarkan uraian dan permasalahan di atas, dilakukanlah penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan prediksi terhadap angka kemiskinan di Surabaya berdasar pada Tingkat Pengangguran Terbuka atau TPT, Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja atau TPAK, Indeks Pembangunan Manusia atau IPM, dan juga PDRB Perkapita. Prediksi ini dilakukan menggunakan metode Fuzzy Sugeno untuk membantu dalam penentuan angka kemiskinan di Sumatera Utara.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, sumber data yang digunakan berasal dari publikasi resmi yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur. Adapun variabel input yang digunakan terdiri atas TPT, TPAK, IPM, dan juga PDRB Perkapita. Sedangkan untuk variable output yang digunakan ialah Jumlah Penduduk Miskin. Data yang digunakan pada penelitian ini ialah data dari tahun 2013 sampai dengan 2023. Setelah mengumpulkan data dari BPS, selanjutnya data tersebut akan digunakan untuk implementasi menggunakan metode fuzzy Sugeno dan dilakukan pengecekan dengan metode *Mean Absolute Presentage Error* (MAPE). Untuk proses mendapatkan hasil output dari fuzzy Sugeno, dibutuhkan empat tahapan yaitu fuzzifikasi, penalaran fuzzy, aturan fuzzy dan defuzzifikasi.

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy (Fuzzifikasi)

Himpunan dapat didefinisikan sebagai suatu kumpulan atau kelompok objek yang memiliki karakteristik atau sifat yang sama (Salikin dalam Agustin et al, 2016). Pada himpunan fuzzy terdapat nilai keanggotaan yang memetakan elemen dari elemen satu ke derajat



keanggotannya yang terletak pada nilai 0 sampai dengan 1. Nilai keanggotaan pada penelitian didapat dengan cara pendekatan menggunakan fungsi keanggotaan, yaitu melalui pendekatan representasi linier. Representasi linier dibagi menjadi dua yaitu representasi linier naik dan juga representasi linier turun.

2. Penalaran Fuzzy

Umumnya penalaran fuzzy Sugeno sama dengan fuzzy mamdani. Perbedaan keduanya dapat dilihat dari output atau keluaran dihasilkan. Pada metode fuzzy mamdani hasil outputnya berupa himpunan fuzzy. Namun, pada metode fuzzy Sugeno hasil outputnya yang menghasilkan nilai konstanta atau persamaan linear. Fuzzy Sugeno memiliki dua jenis yaitu model fuzzy Sugeno orde-nol dan yang kedua adalah model fuzzy Sugeno orde-satu.

a. Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno orde-nol ialah :

IF(x_1 is A_1) AND (x_2 is A_2) AND ... AND (x_n is A_n) THEN $z=k$. Atau,

IF(x_1 is A_1) OR (x_2 is A_2) OR ... OR (x_n is A_n) THEN $z=k$.

Dengan:

A_i = Himpunan fuzzy ke-i sebagai enteseden

k = Konstanta (tegas) sebagai konsekuen

b. Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno orde-satu ialah :

IF(x_1 is A_1) AND (x_2 is A_2) AND ... AND (x_n is A_n) THEN $z = p_1 * x_1 + \dots + p_n$

$* x_n + q$. Atau,

IF(x_1 is A_1) OR (x_2 is A_2) OR ... OR (x_n is A_n) THEN $z = p_1 * x_1 + \dots + p_n * x_n + q$.

Dengan:

A_i = Himpunan fuzzy ke-i sebagai enteseden

p_i = Konstanta (tegas) ke-i

q = Konstanta dalam konsekuen

3. Aturan Fuzzy

Jika terdapat lebih dari satu rule, maka hasil inferensi bisa didapatkan dengan menganalisis hubungan antar aturan tersebut melalui perhitungan persamanaan berikut.

4. Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi pada metode fuzzy Sugeno dilakukan dengan cara mencari nilai *Weight Average* atau rata-rata menggunakan persamaan berikut.



5. Mean Absolute Presentage Error (MAPE)

MAPE atau *Mean Absolute Presentage Error* merupakan salah satu cara untuk mengukur akurasi sebuah peramala.

Tahap perhitungan dilakukan dengan cara mencari selisih antara hasil output yang didapat dengan data aktual, yang menghasilkan nilai persentase absolut. Perhitungan ini dilakukan untuk setiap data pengamatan, kemudian dihitung nilai rata-ratanya. (Agustin et al, 2016).

Tabel 2.1 Pengelompokan Akurasi Prediksi MAPE

Nilai MAPE	Akurasi Prediksi
≤10%	Tinggi
10% - 20 %	Baik
20% - 50%	Masuk Akal
>50%	Rendah

Pada penelitian yang dilakukan, digunakanlah metode fuzzy Sugeno dengan menggunakan software Matlab R2024b untuk mempermudah perhitungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan pada penelitian merupakan data historis dari Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur yaitu data TPT, TPAK, IPM dan PDRB Perkapita, serta data untuk output yaitu Jumlah Penduduk Miskin. Data yang diambil ialah data di Kota Sumatera Utara pada tahun 2013 – 2023 yang sudah dibulatkan. Hasil pembulatan dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Data Jumlah Penduduk Miskin Tahun 2013-2023 di Surabaya

Tahun	TPT (%)	TPAK (%)	IPM	PDRB/Kapita (Ribu Rp)	Penduduk Miskin BPS(Ribu)
2013	5	68	79	116	169
2014	6	67	79	129	164
2015	7	66	79	143	166
2017	6	66	81	172	155
2018	6	67	82	187	141
2019	6	69	82	200	131
2020	10	68	82	193	146
2021	10	67	82	204	152
2022	8	70	83	226	138
2023	7	69	83	246	136

1. Proses Perhitungan Metode Fuzzy Sugeno

Proses perhitungan metode Sugeno dilakukan melalui tahap berikut:

a. Pembentukan Himpunan Fuzzy (Fuzzifikasi)

Dalam fuzzy Sugeno, variabel input dan juga output akan dibagi menjadi beberapa himpunan fuzzy, bisa dibagi menjadi 2 maupun lebih. Berikut adalah pembentukan himpunan fuzzy.



Tabel 3.2 Himpunan Fuzzy Data Penduduk Miskin Surabaya

Nama Variabel	Himpunan Fuzzy	Himpunan Semesta	Domain
TPT (%)	Renh Sedag Tingi	[5 – 10]	[5 – 6.5] [6 – 8] [7.5 – 10]
TPAK (%)	Rendah Sedang Tinggi	[66 – 70]	[66 – 67.5] [67 – 69] [68.5 – 70]
IPM	Renh Sedag Tinggi	[79 – 83]	[79 – 80.5] [80 – 82] [81.5 – 83]
PDRB/Kapita (RibuRp)	Rendah Sedang Tinggi	[116 – 246]	[116 – 170] [150 – 230] [210 – 246]
Penduduk Miskin (Ribu)	Renh Sedag Tinggi	[131 – 169]	[131 – 150] [145 – 160] [160 – 169]

b. Penentuan Fungsi Keanggotaan

- Fungsi Keanggotaan untuk variabel TPAK

$$\mu[x]_{Rendah} = \begin{cases} 1, & x \leq 67 \\ \frac{67.5 - x}{67.5 - 67}, & 67 \leq x \leq 67.5 \\ 0, & x \geq 67.5 \end{cases}$$

$$\mu[x]_{Sedang} = \begin{cases} 0, & x \leq 67 \text{ atau } x \geq 69 \\ \frac{x - 67}{69 - 67}, & 67 \leq x \leq 68 \\ \frac{69 - x}{69 - 68}, & 68 \leq x \leq 69 \end{cases}$$

$$\mu[x]_{Tinggi} = \begin{cases} 0, & x \leq 68.5 \\ \frac{x - 68.5}{69.5 - 68.5}, & 68.5 \leq x \leq 69.5 \\ 1, & x \geq 69.5 \end{cases}$$

- Fungsi Keanggotaan untuk variabel IPM

$$\mu[x]_{Rendah} = \begin{cases} 1, & x \leq 80 \\ \frac{80.5 - x}{80.5 - 80}, & 80 \leq x \leq 80.5 \\ 0, & x \geq 80.5 \end{cases}$$

$$\mu[x]_{Sedang} = \begin{cases} 0, & x \leq 80 \text{ atau } x \geq 82 \\ \frac{x - 80}{81 - 80}, & 80 \leq x \leq 81 \\ \frac{82 - x}{82 - 81}, & 81 \leq x \leq 82 \end{cases}$$

$$\mu[x]_{Tinggi} = \begin{cases} 0, & x \leq 81.5 \\ \frac{x - 81.5}{82.5 - 81.5}, & 81.5 \leq x \leq 82.5 \\ 1, & x \geq 82.5 \end{cases}$$

- Fungsi Keanggotaan untuk variabel PDRB

$$\mu[x]_{Rendah} = \begin{cases} 1, & x \leq 150 \\ \frac{170 - x}{170 - 150}, & 150 \leq x \leq 170 \\ 0, & x \geq 170 \end{cases}$$

$$\mu[x]_{Sedang} = \begin{cases} 0, & x \leq 150 \text{ atau } x \geq 230 \\ \frac{x - 150}{190 - 150}, & 150 \leq x \leq 190 \\ \frac{230 - x}{230 - 190}, & 190 \leq x \leq 230 \end{cases}$$

$$\mu[x]_{Tinggi} = \begin{cases} 0, & x \leq 210 \\ \frac{x - 210}{230 - 210}, & 210 \leq x \leq 230 \\ 1, & x \geq 230 \end{cases}$$

2. Pembentukan aturan / rules Fuzzy

Pembentukan rules diperoleh dengan cara mengkombinasikan semua atribut pada setiap variabel-variabel input untuk mendapatkan sebuah output. Jumlah total data input ada empat



input atau variabel yang masing-masing memiliki 3 atribut / fungsi keanggotaan. Maka dari itu, maka aturan atau rules yang dapat dibentuk yakni $3^4 = 81$ rules dengan operator AND.

Tabel 3.3 Aturan Fuzzy Data Penduduk Miskin

Rules	TPT	TPAK	IPM	PDRB	Penduduk Miskin
1	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Tinggi
2	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi
3	Rendah	Rendah	Rendah	Tinggi	Sedang
4	Rendah	Rendah	Sedang	Rendah	Tinggi
5	Rendah	Rendah	Sedang	Sedang	Sedang
6	Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sedang
7	Rendah	Rendah	Tinggi	Rendah	Sedang
8	Rendah	Rendah	Tinggi	Sedang	Sedang
9	Rendah	Rendah	Tinggi	Tinggi	Rendah
10	Rendah	Sedang	Rendah	Rendah	Tinggi
11	...				
81	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Rendah

3. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi dilakukan setelah aturan implikasi dibuat. Defuzzifikasi dapat dihitung menggunakan rumus persamaan 2.4 dengan total aturan sebanyak 81.

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i z_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i}$$

Pada penelitian ini, dilakukan defuzzifikasi melalui matlab dengan fuzzy Sugeno orde-satu. Cara untuk defuzzifikasi di Matlab dengan cara memasukkan angka ke dalam kolom input. Data angka yang dimasukkan merupakan angka pada tabel 3.1 karena akan digunakan untuk menguji ke-akuratan hasil penduduk miskin menurut BPS dengan menurut fuzzy Sugeno.

Rule view dapat dilihat setelah proses pembentukan aturan / rule selesai. Rule view disini dapat digunakan sebagai alat untuk uji data untuk optimasi pada data jumlah penduduk miskin di tahun 2013-2023 di Sumatera Utara Setelah dilakukan uji, maka hasil pengujian terlihat pada tabel dibawah.

**Tabel 3.4** Jumlah Penduduk Miskin Menurut Hasil Fuzzy Sugeno

Tahun	TPT (%)	TPAK (%)	IPM	PDRB/Kapita (Ribu Rp)	Penduduk Miskin BPS (Ribu) (X)	Penduduk Miskin Sugeno (F)	Selisih (X-F)
2013	5	68	79	116	169	153	16
2014	6	67	79	129	164	155	9
2015	7	66	79	143	166	156	10
2017	6	66	81	172	155	128	27
2018	6	67	82	187	141	127	14
2019	6	69	82	200	131	100	31
2020	10	68	82	193	146	135	11
2021	10	67	82	204	152	135	17
2022	8	70	83	226	138	103	35
2023	7	69	83	246	136	100	36

Hitung Keakuratan Hasil dengan MAPE

Berdasarkan hasil perbandingan dari tabel 3.4, maka MAPE dapat dihitung menggunakan rumus persamaan 2.5 sebagai berikut.

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{10} |X_i - F_i|}{X_i} * 100\%$$

$$MAPE = \frac{|\frac{X_1 - F_1}{X_1}| + |\frac{X_2 - F_2}{X_2}| + \dots + |\frac{X_{10} - F_{10}}{X_{10}}|}{10} * 100\%$$

$$MAPE = \frac{|\frac{16}{169}| + |\frac{9}{155}| + \dots + |\frac{36}{100}|}{10} * 100\%$$

$$MAPE = \frac{1.425432761}{10} * 100\%$$

$$MAPE = 14.2543\%$$

Dari hasil perhitungan, diperoleh nilai MAPE sebesar 14.2543% atau sama dengan 14,25%. Nilai yang didapat lebih dari 10% namun tidak lebih dari 20%. Ini berarti bahwa hasil yang diperoleh masuk ke dalam kategori akurasi prediksi BAIK dan ini merupakan hasil yang baik karena memiliki arti bahwa metode ini dapat diterapkan.

KESIMPULAN

Berdasar pada rumusan masalah dan juga pada pembahasan mengenai Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Untuk Prediksi Tingkat Kemiskinan di Sumatera Utara, maka dengan begitu dapat disimpulkan metode fuzzy Sugeno dapat digunakan dengan input berupa TPT, TPAK, IPM, dan PDRB yang datanya berupa data historis dari BPS. Perhitungan dapat menggunakan Matlab R2024b untuk mempercepat proses perhitungan. Dari hasil pembahasan juga dapat disimpulkan bahwa perhitungan metode fuzzy Sugeno dapat digunakan untuk memprediksi Tingkat kemiskinan di Sumatera Utara. Hal ini dibuktikan dengan perhitungan MAPE yang mendapatkan hasil 14.2543% dimana hasil ini lebih dari 10% namun tidak lebih dari 20% dan memiliki akurasi prediksi yang baik. Dengan demikian, hasil perhitungan ini dapat digunakan untuk memprediksi jumlah penduduk miskin di Sumatera Utara untuk tahun-tahun berikutnya.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Agustin, A. H., K, G. G., & Oka, T. B. (2016). PENERAPAN METODE FUZZY SUGENO UNTUK MENENTUKAN HARGA JUAL SEPEDA MOTOR BEKAS. *E-Jurnal*
doi:<http://dx.doi.org/10.30998/faktorexacta.v14i4.11268>
- Fitrianah, D., Gunawan, W., & Sari, A. P. (2021). Penerapan Fuzzy Sugeno Orde Satu dalam Prediksi Pembelian. *Faktor Exacta*, 14(4), 185-193. 1(1), 1-6. Diambil kembali dari <https://scholarhub.ui.ac.id/jsht/vol1/iss1/1>
- Indeks Pembangunan Manusia Menurut Kabupaten/Kota, 2022-2023*. (2023). Diambil kembali dari jatim.bps.co.id: <https://jatim.bps.go.id/id/statistics-table/2/MzYjMg==/indeks-pembangunan-manusia-menurut-kecamatan-kota.html>
- Jumlah Penduduk Miskin menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur (Ribuan Jiwa), 2022-2024*. (2024). Diambil kembali dari jatim.bps.go.id: <https://jatim.bps.go.id/id/statistics-table/2/NDIxIzI=/jumlah-penduduk-miskin-menurut-kabupaten-kota-di-jawa-timur.html>
- Matematika*, 5(4), 176-182. doi: <https://doi.org/10.24843/MTK.2016.v05.i04.p138> Ferezagia, D. V. (2018). Analisis Tingkat Kemiskinan di Indonesia. *Jurnal Sosial Humaniora*,
Seri 2010] *PDRB Perkapita Atas Dasar Harga Berlaku Menurut Kabupaten/Kota (Ribuan Rupiah), 2022-2023*. (2024). Diambil kembali dari jatim.bps.co.id: <https://jatim.bps.go.id/id/statistics-table/2/MzI3IzI=-seri-2010--pdrb-perkapita-atas-dasar-harga-berlaku-menurut-kabupaten-kota.htm>