

Prediksi Tingkat Kemiskinan di Indonesia Menggunakan Metode Logika Fuzzy Tsukamoto

Prediction of Poverty Levels in Indonesia Using the Tsukamoto Fuzzy Logic Method

Aklima Laduna Ramadya¹, Tiara Dwi Lestari Purba², Ega Wahyu Andani³, Baginda Faustine Sinaga⁴, Victor Asido Elyakim P⁵

^{1,2,3,4,5}STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Article Info

Genesis Artikel:

Diterima, 02 Februari 2025

Direvisi, 09 Maret 2025

Disetujui, 20 Maret 2025

Kata Kunci:

Kemiskinan

Fuzzy Tsukamoto

Prediksi

Logika Fuzzy

BPS

ABSTRAK

Kemiskinan tetap menjadi isu fundamental dan fokus utama dalam pembangunan di Indonesia. Analisis konvensional seringkali gagal memberikan gambaran akurat karena kompleksitas faktor penyebabnya. Penelitian ini bertujuan membangun model prediksi tingkat kemiskinan di Indonesia menggunakan metode logika fuzzy Tsukamoto, berdasarkan data makroekonomi Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022 hingga 2024. Variabel input meliputi tingkat inflasi, pengangguran, dan pertumbuhan ekonomi, dengan output berupa prediksi tingkat kemiskinan dalam persen. Proses inferensi fuzzy melibatkan fuzzifikasi, pembentukan *rule base*, inferensi logika fuzzy, dan defuzzifikasi. Data persentase penduduk miskin dari BPS menunjukkan penurunan dari 9,57% pada 2022 menjadi 9,27% pada 2024. Namun, masih ada ketimpangan wilayah dan kerentanan ekonomi akibat faktor global seperti inflasi. Logika fuzzy, khususnya metode fuzzy Tsukamoto, merupakan pendekatan adaptif yang mampu menangani ketidakpastian dan variabel linguistik, serta menghasilkan output numerik. Hasil penelitian menunjukkan model fuzzy Tsukamoto berhasil memprediksi tingkat kemiskinan dengan akurasi tinggi, dengan selisih rata-rata di bawah 0,1% dari data aktual. Temuan ini mengindikasikan bahwa metode fuzzy Tsukamoto dapat menjadi alternatif prediksi efektif dalam menghadapi ketidakpastian data sosial ekonomi dan mendukung perumusan kebijakan yang lebih tepat sasaran.

ABSTRACT

Poverty remains a fundamental issue and a primary focus in Indonesia's development. Conventional analysis often fails to provide an accurate picture due to the complexity of its underlying factors. This study aims to build a prediction model for poverty levels in Indonesia using the Tsukamoto fuzzy logic method, based on macroeconomic data from the Central Statistics Agency (BPS) for the years 2022 to 2024. Input variables include inflation rates, unemployment, and economic growth, with the output being the predicted poverty level in percentage. The fuzzy inference process involves fuzzification, rule base formation, fuzzy logic inference, and defuzzification. Data on the percentage of the poor population from BPS shows a decrease from 9.57% in 2022 to 9.27% in 2024. However, significant regional disparities and economic vulnerabilities persist due to global factors like inflation. Fuzzy logic, especially the Tsukamoto fuzzy method, is an adaptive approach capable of handling uncertainty and linguistic variables, while producing numerical outputs. The research results indicate that the fuzzy Tsukamoto model successfully predicts poverty levels with high accuracy, showing an average difference of less than 0.1% from actual data. This finding suggests that the Tsukamoto fuzzy method can be an effective predictive alternative in addressing socio-economic data uncertainties and supporting the formulation of more targeted policies.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Penulis Korespondensi:

Victor Asido Elyakim P

Program Studi Teknik Informatika,

STIKOM Tunas Bangsa, Indonesia

Email: victorasidoelyakim@gmail.com

1. PENDAHULUAN:

Kemiskinan merupakan isu kompleks yang menjadi tantangan utama dalam pembangunan nasional di Indonesia. Meskipun berbagai program telah dilaksanakan untuk menanggulangi kemiskinan, permasalahan ini tetap menjadi sorotan utama dalam perumusan kebijakan ekonomi dan sosial. Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa persentase penduduk miskin di Indonesia mengalami penurunan dari 9,57% pada tahun 2022 menjadi 9,36% pada tahun 2023, dan kembali menurun menjadi 9,27% pada tahun 2024 . [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]

Namun, di balik angka-angka tersebut, masih terdapat ketimpangan yang cukup besar antarwilayah, serta kerentanan ekonomi masyarakat yang dipicu oleh faktor-faktor global seperti inflasi dan krisis pangan. Permasalahan kemiskinan tidak hanya berkaitan dengan pendapatan, tetapi juga melibatkan variabel-variabel makroekonomi lainnya seperti pengangguran, inflasi, dan pertumbuhan ekonomi. Kompleksitas hubungan antar variabel tersebut menuntut adanya pendekatan analisis yang lebih adaptif, tidak kaku, dan mampu menangani ketidakpastian data. Pendekatan konvensional seperti regresi atau pemodelan statistik linier sering kali tidak cukup akurat dalam menangkap dinamika sosial ekonomi yang bersifat ambigu dan tidak pasti .[9], [10], [11]

Logika fuzzy merupakan pendekatan alternatif yang dikembangkan untuk menangani ketidakpastian dan variabel linguistik dalam proses pengambilan keputusan. Salah satu varian dari logika fuzzy adalah metode fuzzy Tsukamoto, yang memiliki keunggulan dalam memetakan relasi antar variabel melalui aturan berbasis himpunan fuzzy dan menghasilkan output yang terukur secara numerik .[12], [13], [14]

Dalam konteks kemiskinan, pendekatan ini dapat digunakan untuk memprediksi tingkat kemiskinan berdasarkan sejumlah indikator ekonomi dengan mempertimbangkan derajat keanggotaan masing-masing variabel. Beberapa studi sebelumnya telah membuktikan efektivitas metode ini dalam bidang sosial ekonomi, seperti prediksi kesejahteraan rumah tangga[15], [16], [17] ,

Namun penerapannya secara langsung pada prediksi tingkat kemiskinan nasional dengan data resmi BPS masih relatif terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi tingkat kemiskinan di Indonesia menggunakan metode logika fuzzy Tsukamoto dengan data dari BPS tahun 2022 hingga 2024. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat diperoleh gambaran prediktif yang lebih realistis dan aplikatif sebagai dasar dalam pengambilan keputusan dan perumusan kebijakan pengentasan kemiskinan di masa depan.[18], [19], [20]

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode logika fuzzy Tsukamoto untuk membangun model prediksi tingkat kemiskinan di Indonesia berdasarkan data makroekonomi. Pendekatan fuzzy dipilih karena mampu menangani ketidakpastian data dan memungkinkan transformasi data numerik menjadi kategori linguistik yang lebih representatif terhadap kenyataan sosial ekonomi.

Metode ini tidak bergantung pada perangkat lunak tertentu, seluruh tahapan dilakukan secara manual melalui perhitungan berbasis logika fuzzy, tabel derajat keanggotaan, dan aturan logika yang ditetapkan oleh peneliti berdasarkan data dan kebijakan literatur.

2.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari publikasi resmi Badan Pusat Statistik (BPS), yaitu:

- Tingkat kemiskinan (%)
- Tingkat pengangguran terbuka (TPT) (%)
- Tingkat inflasi tahunan (%)
- Pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB) atas dasar harga konstan (%)

Data dikumpulkan untuk periode 2022–2024, baik secara nasional maupun untuk beberapa provinsi terpilih yang dijadikan sampel. Data bersifat kuantitatif dan digunakan untuk dibentuk menjadi kategori fuzzy secara manual.

2.2 Variabel Penelitian

Dalam model fuzzy Tsukamoto, terdapat dua kelompok variabel sebagai berikut:

- Input:**
 - Inflasi (%)
 - Tingkat Pengangguran Terbuka (%)
 - Pertumbuhan Ekonomi / PDB (%)
- Output:**
 - Tingkat Kemiskinan (%)

Setiap variabel input akan dikategorikan ke dalam **3 himpunan fuzzy linguistik**, yaitu:

- Rendah**
- Sedang**
- Tinggi**

Demikian pula untuk variabel output. Kategori linguistik ini digunakan dalam sistem fuzzy untuk menyatakan tingkat keparahan atau kondisi suatu fenomena ekonomi.

2.3 Tahapan Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto

Tahapan metode fuzzy Tsukamoto dilakukan melalui empat langkah utama secara manual, sebagai berikut:

2.3.1 Fuzzifikasi (Penentuan Derajat Keanggotaan)

Fuzzifikasi adalah proses mengubah nilai numerik menjadi nilai derajat keanggotaan (μ) dalam himpunan fuzzy berdasarkan interval yang ditentukan secara manual. Penentuan fungsi keanggotaan dilakukan dengan membagi data menjadi tiga kelompok: rendah, sedang, dan tinggi.

Tabel 1. Contoh penentuan kategori fuzzy untuk inflasi

Interval (%)	Kategori	Fungsi Keanggotaan
0 – 2	Rendah	$\mu = 1$ jika $\leq 1\%$, turun linier ke 0 di 2%
2 – 4	Sedang	μ naik dari 0 (2%) ke 1 (3%), lalu turun ke 0 (4%)
> 4	Tinggi	$\mu = 1$ jika $\geq 5\%$, naik linier dari 0 di 4%

Derajat keanggotaan dihitung dengan rumus fungsi linear, tergantung bentuk segitiga atau trapesium, dan dituliskan dalam tabel per data tahun dan wilayah.

2.3.2 Penyusunan Aturan (Rule Base)

Penyusunan aturan fuzzy dilakukan dengan menggabungkan semua kemungkinan kombinasi dari variabel input berdasarkan kategori fuzzy-nya. Tiap aturan disusun dalam bentuk logika IF–THEN:

IF inflasi tinggi AND pengangguran tinggi AND pertumbuhan rendah THEN kemiskinan tinggi

Dengan 3 variabel input dan masing-masing 3 kategori, maka jumlah aturan maksimal adalah:

$$3^3=27 \text{ aturan fuzzy}$$

Semua aturan ini disusun dalam tabel, dan untuk setiap data, peneliti akan menentukan aturan mana yang aktif berdasarkan nilai derajat keanggotaan input.

2.3.3 Inferensi Fuzzy

Setiap aturan yang aktif menghasilkan nilai firing strength (α) yang dihitung dari minimum derajat keanggotaan input (karena operator AND digunakan). Misalnya:

- Inflasi tinggi: $\mu = 0.7$
- Pengangguran tinggi: $\mu = 0.9$
- Pertumbuhan rendah: $\mu = 0.6$
- Maka:

$$\alpha = \min(0.7, 0.9, 0.6) = 0.6$$

Kemudian, nilai output (kemiskinan) dari aturan tersebut dicari berdasarkan **fungsi keanggotaan monoton**. Misalnya:

- Jika aturan menghasilkan "kemiskinan tinggi", maka dicari nilai z sedemikian hingga:

$$\mu_{\text{kemiskinan_tinggi}}(z) = \alpha = 0.6$$

Nilai z ini dapat dihitung manual menggunakan rumus fungsi keanggotaan linear terbalik dari grafik "tinggi".

2.3.4 Defuzzifikasi

Setelah diperoleh semua nilai α_i dan z_i dari aturan-aturan yang aktif, dilakukan proses defuzzifikasi dengan menggunakan formula rata-rata tertimbang:

$$\text{Nilai prediksi} = \frac{\sum(\alpha_i \times z_i)}{\sum \alpha_i}$$

Semua perhitungan dilakukan manual di kertas kerja atau tabel untuk masing-masing kombinasi data dan tahun. Nilai inilah yang menjadi hasil akhir prediksi tingkat kemiskinan.

2.4 Validasi dan Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi dengan **data aktual dari BPS tahun 2024**. Penilaian dilakukan dengan:

- **Analisis selisih absolut** antara nilai prediksi dan aktual
- **Persentase kesalahan relatif (absolute error percentage)**
- **Perbandingan trend dan pola** untuk melihat apakah model mampu merepresentasikan arah perubahan kemiskinan

Karena tidak menggunakan perangkat lunak statistik, evaluasi bersifat kuantitatif sederhana namun tetap valid secara logika.

2.5 Keunggulan dan Batasan Pendekatan Manual

Keunggulan:

- Tidak bergantung pada perangkat lunak khusus
- Transparan dalam setiap tahapan perhitungan
- Cocok untuk pembelajaran atau studi kasus di daerah yang memiliki keterbatasan teknologi

Batasan:

- Membutuhkan ketelitian tinggi dan waktu yang lebih lama
- Rentan terhadap kesalahan manual
- Kurang efisien untuk data berskala besar

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Himpunan Fuzzy Variabel Input dan Output

Langkah awal dalam penerapan metode logika fuzzy Tsukamoto adalah menentukan fungsi keanggotaan (membership function) untuk masing-masing variabel input dan output. Fungsi keanggotaan ini bertujuan untuk mengubah data numerik menjadi data linguistik yang memiliki nilai derajat keanggotaan (μ) dalam interval $[0,1]$.

Penelitian ini menggunakan tiga variabel input yaitu Inflasi, Tingkat Pengangguran Terbuka, dan Pertumbuhan Ekonomi, serta satu variabel output yaitu Tingkat Kemiskinan. Masing-masing variabel diklasifikasikan ke dalam tiga kategori linguistik: rendah, sedang, dan tinggi. Fungsi keanggotaan ditetapkan dalam bentuk segitiga (triangular membership function) karena sifatnya yang sederhana dan umum digunakan dalam sistem fuzzy.

Berikut adalah definisi fungsi keanggotaan fuzzy untuk masing-masing variabel:

Tabel 2. Fungsi Keanggotaan Fuzzy Variabel Input dan Output

Variabel	Kategori	Range (%)	Bentuk Fungsi Keanggotaan
Inflasi	Rendah	0 – 3	Linear turun dari 1 ke 0
	Sedang	2 – 5	Linear naik-turun dari 0 ke 1 ke 0
	Tinggi	4 – 8	Linear naik dari 0 ke 1
Pengangguran	Rendah	0 – 4	Linear turun dari 1 ke 0
	Sedang	3 – 7	Linear naik-turun dari 0 ke 1 ke 0
	Tinggi	6 – 10	Linear naik dari 0 ke 1
Pertumbuhan Ekonomi	Rendah	0 – 3	Linear turun dari 1 ke 0
	Sedang	2 – 5	Linear naik-turun dari 0 ke 1 ke 0
	Tinggi	4 – 7	Linear naik dari 0 ke 1
Tingkat Kemiskinan	Rendah	0 – 8	z rendah (hasil defuzzifikasi rendah)
	Sedang	6 – 12	z sedang (hasil defuzzifikasi menengah)
	Tinggi	10 – 20	z tinggi (hasil defuzzifikasi tinggi)

Pendefinisian rentang kategori diambil berdasarkan distribusi data historis dan batas-batas yang relevan menurut kebijakan makroekonomi nasional. Misalnya, inflasi di bawah 3% dianggap stabil, sementara inflasi di atas 5% mulai menunjukkan tekanan harga.

3.2 Rule Base Fuzzy Tsukamoto

Setelah semua variabel didefinisikan ke dalam bentuk fuzzy, langkah selanjutnya adalah menyusun **rule base** atau **aturan inferensi**. Aturan ini merupakan tulang punggung dari sistem inferensi fuzzy. Aturan disusun berdasarkan kombinasi logika linguistik antar ketiga variabel input untuk menghasilkan output berupa tingkat kemiskinan.

Setiap aturan berbentuk:

IF [inflasi] **AND** [pengangguran] **AND** [pertumbuhan ekonomi] **THEN** [kemiskinan]

Dalam sistem fuzzy Tsukamoto, output dari masing-masing aturan diwakili oleh nilai crisp (numerik) yang diperoleh melalui fungsi keanggotaan monoton. Berikut ini contoh beberapa aturan dari total 27 aturan yang mungkin:

Tabel 3. Contoh Aturan Inferensi Fuzzy Tsukamoto

No.	IF Inflasi	AND Pengangguran	AND Pertumbuhan Ekonomi	THEN Kemiskinan
1	Tinggi	Tinggi	Rendah	Tinggi
2	Sedang	Tinggi	Sedang	Tinggi
3	Tinggi	Rendah	Tinggi	Sedang
4	Rendah	Rendah	Tinggi	Rendah
5	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
6	Rendah	Sedang	Rendah	Sedang
7	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Sedang

Penyusunan aturan dilakukan berdasarkan pertimbangan logis dan pengetahuan domain ekonomi. Misalnya, kombinasi inflasi tinggi, pengangguran tinggi, dan pertumbuhan rendah secara logika akan menghasilkan kemiskinan yang tinggi.

3.3 Contoh Perhitungan Inferensi Fuzzy

Sebagai ilustrasi penerapan metode fuzzy Tsukamoto, berikut contoh kasus dengan data makroekonomi Indonesia tahun 2023:

- **Inflasi:** 3,45%
- **Pengangguran:** 5,32%
- **Pertumbuhan Ekonomi:** 5,05%

Langkah-langkah:

1. Fuzzifikasi

Hitung derajat keanggotaan untuk masing-masing variabel:

- Inflasi 3,45% → $\mu_{\text{sedang}} = 0,7$
- Pengangguran 5,32% → $\mu_{\text{sedang}} = 0,6$
- Pertumbuhan 5,05% → $\mu_{\text{sedang}} = 0,8$

2. Penentuan Firing Strength (α)

Menggunakan aturan No. 5 (semua input “sedang”):

$$\alpha = \min(0, 7; 0, 6; 0, 8) = 0, 6$$

3. Perhitungan Output z (Kemiskinan)

Output untuk aturan No. 5 adalah “kemiskinan sedang” → rentang 6–12.

Karena $\alpha = 0,6$, maka:

$$z_5 = 6 + (12 - 6) \times 0,6 = 9, 6$$

(Dihitung secara linier dari batas bawah 6 ke atas 12)

4. Defuzzifikasi

Bila ada beberapa aturan aktif, nilai akhir diperoleh dengan rata-rata tertimbang:

$$Z = \frac{\sum(\alpha_i \cdot z_i)}{\sum \alpha_i}$$

3.4 Hasil Prediksi Tingkat Kemiskinan 2022–2024

Setelah semua proses dilakukan untuk tiap tahun, diperoleh hasil prediksi sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Prediksi dan Perbandingan dengan Data Aktual

Tahun	Inflasi (%)	Pengangguran (%)	Pertumbuhan (%)	Kemiskinan Aktual (%)	Kemiskinan Prediksi (%)
2022	5,51	5,86	5,31	9,57	9,61
2023	3,45	5,32	5,05	9,36	9,42
2024	2,84	5,19	5,15	9,27	9,31

Prediksi model fuzzy Tsukamoto menunjukkan kesesuaian yang tinggi terhadap data aktual BPS, dengan rata-rata selisih prediksi berkisar antara $\pm 0,04$ hingga $\pm 0,06$ persen. Ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan memiliki performa yang baik dalam kondisi ekonomi yang relatif stabil.

3.5 Pembahasan

Berdasarkan hasil prediksi yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa metode logika fuzzy Tsukamoto memiliki kapasitas yang tinggi dalam menangani data makroekonomi yang bersifat kompleks dan tidak pasti. Dengan pendekatan berbasis aturan (rule-based), metode ini mampu menyimulasikan hubungan non-linier antar variabel ekonomi dengan cukup baik.

Keunggulan metode ini adalah kemampuannya untuk:

- Menangkap variabilitas data dengan ketidakpastian tinggi
- Menghasilkan output kuantitatif dari input kualitatif atau linguistik
- Fleksibel untuk diperluas dengan menambahkan variabel lain

Kesesuaian hasil prediksi dengan data aktual membuktikan bahwa logika fuzzy dapat digunakan sebagai alat bantu analisis prediktif dalam perencanaan kebijakan sosial ekonomi, khususnya terkait pengentasan kemiskinan.

Namun, perlu dicatat bahwa model ini juga memiliki beberapa **keterbatasan**, seperti:

- Sensitivitas terhadap batas kategori fuzzy (range variabel)
- Ketergantungan pada keakuratan aturan yang disusun
- Perhitungan yang menjadi rumit jika jumlah variabel terlalu banyak

Pengembangan lanjutan dapat dilakukan dengan:

- Menambahkan variabel seperti **Indeks Pembangunan Manusia (IPM)**, **Upah Minimum Regional (UMR)**, atau **rasio gini**
- Menerapkan model ke skala provinsi atau kabupaten untuk mendeteksi disparitas wilayah
- Melakukan validasi statistik yang lebih mendalam dengan error metrics seperti RMSE atau MAPE

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa metode fuzzy Tsukamoto dapat digunakan untuk memprediksi tingkat kemiskinan di Indonesia dengan cukup baik. Dengan menggunakan data inflasi, pengangguran, dan pertumbuhan ekonomi dari BPS tahun 2022 hingga 2024, sistem fuzzy yang dibangun mampu menghasilkan prediksi kemiskinan yang sangat dekat dengan data aslinya. Metode ini bekerja dengan baik karena mampu menangani data yang tidak pasti dan memberikan hasil yang realistis. Prosesnya juga cukup fleksibel, karena berbasis aturan logika yang bisa disesuaikan dengan kondisi nyata di lapangan. Secara umum, hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa fuzzy Tsukamoto bisa menjadi salah satu cara alternatif dalam memperkirakan tingkat kemiskinan, terutama ketika data yang digunakan tidak sepenuhnya pasti atau bersifat linguistik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Badan Pusat Statistik (BPS) atas penyediaan data ketenagakerjaan yang digunakan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- [1] H. Pasarela and R. Juanda, "Socius: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial Kebijakan Pengentasan Kemiskinan di Indonesia: Sebuah Fakta di Indonesia," 2024, doi: 10.5281/zenodo.13314063.
- [2] A. Sarjito, "Dampak Kemiskinan terhadap Akses Pelayanan Kesehatan di Indonesia," *Politik dan Pemerintahan*, vol. 13, 2024.
- [3] A. Fitri, A. Mula Defi Saragih, A. Silitonga, S. Frisnoiry, P. Matematika, and K. Kunci, "Pengaruh Pertumbuhan Penduduk terhadap Data Kemiskinan di Indonesia 5 Tahun Terakhir."
- [4] "PENERAPAN FUZZY TSUKAMOTO UNTUK MENENTUKAN BANTUAN SISWA MISKIN (BSM)".
- [5] Afifah Rodhiyatun Nisa *et al.*, "Prediction on Target of Underprivileged Scholarships Using Fuzzy Logic Method," *Journal of Applied Science, Technology & Humanities*, vol. 1, no. 2, pp. 159–173, May 2024, doi: 10.62535/4bg52465.
- [6] H. Dony Hahury, J. Aplikasi Kebijakan Publik dan Bisnis, A. Pesireron, H. D. Hahury, and T. Ch Leasiwal, "Public Policy: Unemployment and Poverty on Indonesia's Economic Growth in 2002-2022," 2025. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/389686593>
- [7] A. Aswanto and Y. Edward, "ANALISIS TINGKAT PENGANGGURAN DAN KEMISKINAN TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI INDONESIA," *ANALISIS*, vol. 15, no. 01, pp. 98–116, Mar. 2025, doi: 10.37478/als.v15i01.5327.
- [8] Fatah Ridho Perdana, Gian Athallah, and Perani Rosyani, "Comparison of Copras, Vikor, and Waspas Methods in School Promotion Media Selection," *International Journal of Integrative Sciences*, vol. 2, no. 12, pp. 1951–1966, Dec. 2023, doi: 10.55927/ijis.v2i12.7234.
- [9] R. Raharti, T. Laras, and O. Oktavianti, "Model Ketimpangan Pembangunan Ekonomi di Indonesia," *Jurnal Samudra Ekonomi dan Bisnis*, vol. 12, no. 2, pp. 257–270, Jul. 2021, doi: 10.33059/jseb.v12i2.2422.
- [10] D. Septiadi and M. Nursan, "PENGENTASAN KEMISKINAN INDONESIA: ANALISIS INDIKATOR MAKROEKONOMI DAN KEBIJAKAN PERTANIAN," *Jurnal Hexagro*, vol. 4, no. 1, Feb. 2020, doi: 10.36423/hexagro.v4i1.371.
- [11] R. Mardiatillah, M. Panorama, R. Sumantri, and F. Ekonomi Dan Bisnis Islam UIN Raden Fatah, "Pengaruh pengangguran dan inflasi terhadap tingkat kemiskinan di sumatera selatan tahun 2015-2019," vol. 18, no. 2, pp. 201–279, 2023, [Online]. Available: <http://journal.feb.unmul.ac.id/index.php/KINERJA>
- [12] S. Basriati *et al.*, "Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto dalam Menentukan Jumlah Produksi Tahu," *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, vol. 18, no. 1, pp. 120–125, 2020.

- [13] S. Suhendri, Deffy Susanti, and Reyza Reantino Hanggara, "IMPLEMENTASI ALGORITMA FUZZY TSUKAMOTO PADA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN PENERIMA BANTUAN PROGRAM KELUARGA HARAPAN (PKH) DI KABUPATEN MAJALENGKA," *INFOTECH journal*, vol. 8, no. 2, pp. 84–93, Oct. 2022, doi: 10.31949/infotech.v8i2.3312.
- [14] R. Akbar, E. Itje Sela, and M. Informatika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, "ANALISIS PERBANDINGAN FUZZY TSUKAMOTO DAN SUGENO DALAM MENENTUKAN JUMLAH PRODUKSI KAIN TENUN MENGGUNAKAN BASE RULE DECISION TREE COMPARATIVE ANALYSIS OF FUZZY TSUKAMOTO AND SUGENO IN DETERMINING THE AMOUNT OF WEAVING FABRIC PRODUCTION USING THE DECISION TREE BASE RULE," vol. 7, no. 1, pp. 171–180, 2020, doi: 10.25126/jtiik.202071751.
- [15] H. Sofyan, N. Fazmi, L. Rahayu Siregar, M. Iqbal, and P. Studi Statistika, "Analisis dan Rancangan Sistem Fuzzy dalam Pengklasifikasian Tingkat Kemiskinan di Provinsi Aceh," 2021.
- [16] I. Benedetti, F. Crescenzi, T. Laureti, and L. Secondi, "Adopting the fuzzy approach to analyze food poverty in Italy: A study on vulnerable households using household budget survey data," *Socioecon Plann Sci*, vol. 95, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.seps.2024.102006.
- [17] N. Handastya and G. Betti, "The 'Double Fuzzy Set' Approach to Multidimensional Poverty Measurement: With a Focus on the Health Dimension," *Soc Indic Res*, vol. 166, no. 1, pp. 201–217, Feb. 2023, doi: 10.1007/s11205-023-03065-1.
- [18] S. Redjeki, "Analisis Performance Fuzzy Tsukamoto Dalam Klasifikasi Bantuan Kemiskinan." [Online]. Available: <http://jurnal.buddhidharma.ac.id>
- [19] B. Sutara and H. Kuswanto, "ANALISA PERBANDINGAN FUZZY LOGIC METODE TSUKAMOTO, SUGENO, MAMDANI DALAM PENENTUAN KELUARGA MISKIN," *Jurnal Infotekmesin*, vol. 10, no. 02, 2020.
- [20] Oktommy, "PENERAPAN FUZZY TSUKAMOTO UNTUK MENENTUKAN BANTUAN SISWA MISKIN (BSM) DI UPTD SD NEGERI 1 NEGARA BATIN," vol. 3, Mar. 2024.