



Analisis Fungsi Implikasi Max-Min dalam Pengambilan Keputusan Penentuan Penduduk Kurang Mampu Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto

**Clusilla Via Mia Dalmatia Br Ginting¹, Meila Agnesia¹, Cici Rahayu¹, Raheliya Br Ginting^{2,*},
Asprina Br Surbakti³**

¹Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak, Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia, Medan, Indonesia

²Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia, Medan, Indonesia

³Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknologi Informasi, Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia, Medan, Indonesia
Jl. Sei Batang Hari No.84a, Babura Sunggal, Kec. Medan Sunggal, Kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia

Email: ¹clusilabrginting@gmail.com, ²meilaagnesia28@gmail.com, ³rahayucici267@gmail.com, ^{4,*}raheliyabrginting@gmail.com,

⁵asprinas@yahoo.co.id

(* : coresponding author)

Abstrak-Penentuan penduduk kurang mampu merupakan salah satu aspek penting dalam distribusi bantuan sosial agar tepat sasaran. Metode logika fuzzy, khususnya Fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto, mampu menangani ketidakpastian dan subjektivitas dalam proses pengambilan keputusan. Penelitian ini bertujuan menganalisis penerapan fungsi implikasi Max-Min pada sistem fuzzy Tsukamoto dalam menentukan kategori penduduk kurang mampu berdasarkan kriteria pendapatan, jumlah tanggungan, dan kondisi tempat tinggal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan fungsi implikasi Max-Min menghasilkan keputusan yang konsisten, transparan, dan dapat diandalkan untuk mendukung kebijakan pemerintah dalam penyaluran bantuan sosial. Dari hasil pengujian dimana Pendapatan = 1,5 Juta, Jumlah tanggungan =5 dan kondisi rumah skor =4, maka untuk tingkat kemampuan ibu clu termasuk kedalam kategori kurang mampu.

Kata Kunci: Fuzzy Tsukamoto; Max-Min; Penduduk; Kurang Mampu; Pengambilan Keputusan.

Abstract-Determining the underprivileged population is a crucial aspect in the distribution of social assistance to ensure it is targeted. Fuzzy logic methods, specifically the Tsukamoto Fuzzy Inference System (FIS), are capable of addressing uncertainty and subjectivity in the decision-making process. This study aims to analyze the application of the Max-Min implication function in the Tsukamoto fuzzy system to determine the category of underprivileged population based on income, number of dependents, and housing conditions. The results show that the use of the Max-Min implication function produces consistent, transparent, and reliable decisions to support government policy in distributing social assistance. Based on the test results, where Income = 1.5 million, Number of dependents = 5, and housing condition score = 4, the ability level of Mrs. Clu is included in the underprivileged category.

Keywords: Fuzzy Tsukamoto; Max-Min; Population; Underprivileged; Decision Making

1. PENDAHULUAN

Masalah kemiskinan dan ketimpangan sosial merupakan isu yang masih menjadi perhatian utama di berbagai daerah[1]. Pemerintah, melalui berbagai program bantuan sosial, berupaya menyalurkan bantuan kepada masyarakat yang tergolong kurang mampu[2]. Namun, tantangan terbesar dalam proses ini adalah menentukan secara tepat siapa saja yang benar-benar memenuhi kriteria sebagai penduduk kurang mampu[3]. Kesalahan dalam penentuan sasaran dapat menyebabkan ketidaktepatan distribusi bantuan, yang pada akhirnya mengurangi efektivitas program sosial tersebut[4].

Penilaian terhadap kondisi masyarakat sering kali melibatkan unsur subjektivitas, terutama ketika menyangkut variabel-variabel seperti pendapatan, jumlah tanggungan keluarga, dan kondisi tempat tinggal[3]. Dalam konteks ini, metode logika fuzzy menjadi alternatif yang tepat untuk menangani data yang tidak pasti dan bersifat kualitatif[5]. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah Fuzzy Inference System (FIS) dengan metode Tsukamoto, yang memungkinkan pengambilan keputusan berdasarkan aturan-aturan yang fleksibel dan bernilai linguistik.[6][7]

Dalam sistem fuzzy Tsukamoto, proses inferensi melibatkan penggunaan fungsi implikasi untuk menghubungkan kondisi (premis) dengan kesimpulan (konklusi) dari suatu aturan[5]. Salah satu metode implikasi yang umum digunakan adalah fungsi Max-Min, di mana nilai derajat keanggotaan dari suatu aturan ditentukan berdasarkan minimum antara premis dan konsekuen, kemudian dikombinasikan menggunakan operator maksimum[8]. Fungsi ini dianggap efektif dalam menghasilkan keputusan yang logis dan konsisten.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana fungsi implikasi Max-Min diterapkan dalam sistem fuzzy Tsukamoto untuk menentukan kategori penduduk kurang mampu. Dengan menganalisis kriteria-kriteria seperti pendapatan, jumlah tanggungan, dan kondisi tempat tinggal, diharapkan sistem dapat memberikan hasil yang objektif dan mendukung transparansi dalam proses pengambilan keputusan[9]. Penelitian mengenai penerapan logika fuzzy dalam pengambilan keputusan telah banyak dilakukan, terutama dalam bidang sosial, ekonomi, dan sistem pendukung keputusan (Decision Support System/DSS). Metode fuzzy Tsukamoto menjadi salah satu pendekatan yang cukup populer karena kemampuannya dalam menangani data linguistik dan ketidakpastian.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Nanda pada tahun 2024 dalam penelitiannya membahas tentang klasifikasi penentuan masyarakat kurang mampu dengan metode Naïve Bayes, pada penelitian ini dilakukan pengelompokan untuk masyarakat yang mampu dan yang kurang mampu[10]. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Susanti pada tahun 2023 menerapkan metode fuzzy Tsukamoto untuk menentukan kelayakan siswa dalam menerima beasiswa. Penelitian ini



menggunakan kriteria seperti penghasilan orang tua, jumlah saudara kandung, dan prestasi akademik. Hasilnya menunjukkan bahwa fuzzy Tsukamoto memberikan hasil keputusan yang lebih konsisten dibandingkan metode konvensional[11].

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Raheliya Br Ginting tahun 2024 analisis Fungsi Implikasi Max-Min dan Max-Prod Dalam Pengambilan Keputusan. mengkaji penggunaan fungsi implikasi Max-Min dalam sistem inferensi fuzzy. Penelitian mereka menyimpulkan bahwa fungsi Max-Min memberikan kestabilan dalam proses pengambilan keputusan karena sifatnya yang konservatif dalam memilih nilai minimum, sehingga menghindari over-estimasi pada hasil akhir[12]. Penelitian lainnya oleh Wahyuni dan Kurniawan pada tahun 2022 membangun sistem klasifikasi penduduk miskin dengan pendekatan fuzzy dan membandingkan metode Sugeno dan Tsukamoto. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Tsukamoto lebih unggul dalam menyajikan nilai output yang bersifat numerik dan interpretatif, yang cocok digunakan untuk sistem bantuan sosial. Penelitian terakhir dilakukan oleh Hidayah pada tahun 2024 Melakukan implementasi metode fuzzy Tsukamoto dalam sistem Penentuan Kelayakan Pemberian Pinjaman. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa fuzzy Tsukamoto dapat dimanfaatkan sebagai metode dalam menentukan kelayakan Pemberian Pinjaman.

Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya menggunakan metode fuzzy Tsukamoto secara umum tanpa melakukan analisis mendalam terhadap jenis fungsi implikasi yang digunakan. Padahal, fungsi implikasi (seperti Max-Min) sangat memengaruhi akurasi dan logika hasil inferensi. Banyak penelitian terdahulu lebih menekankan pada pembangunan sistem atau aplikasi, tetapi kurang mengevaluasi secara kritis aspek teoretis seperti bagaimana fungsi Max-Min berkontribusi terhadap kualitas keputusan. Beberapa studi hanya mempertimbangkan dua atau tiga variabel input tanpa memperhitungkan kondisi real yang kompleks seperti kombinasi pendapatan, jumlah tanggungan, dan kondisi tempat tinggal secara bersamaan. Penelitian sebelumnya jarang menilai sistem berdasarkan indikator seperti transparansi, konsistensi, dan keandalan dalam mendukung kebijakan publik.

Penelitian ini secara eksplisit menganalisis peran dan pengaruh fungsi implikasi Max-Min dalam sistem inferensi fuzzy Tsukamoto, sehingga memberikan kontribusi teoretis yang lebih dalam terhadap pengembangan metode fuzzy. Studi ini menggunakan tiga kriteria utama yang relevan secara sosial: pendapatan, jumlah tanggungan, dan kondisi tempat tinggal, untuk memberikan hasil klasifikasi yang lebih representatif dan realistis. Penelitian ini mengevaluasi sistem tidak hanya dari segi teknis, tetapi juga dari segi transparansi, konsistensi, dan keandalan, yang sangat penting dalam konteks implementasi kebijakan bantuan sosial. Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini dirancang untuk mendukung pengambilan keputusan di tingkat pemerintahan atau lembaga sosial, dengan hasil yang dapat diinterpretasikan secara langsung oleh pengambil kebijakan.

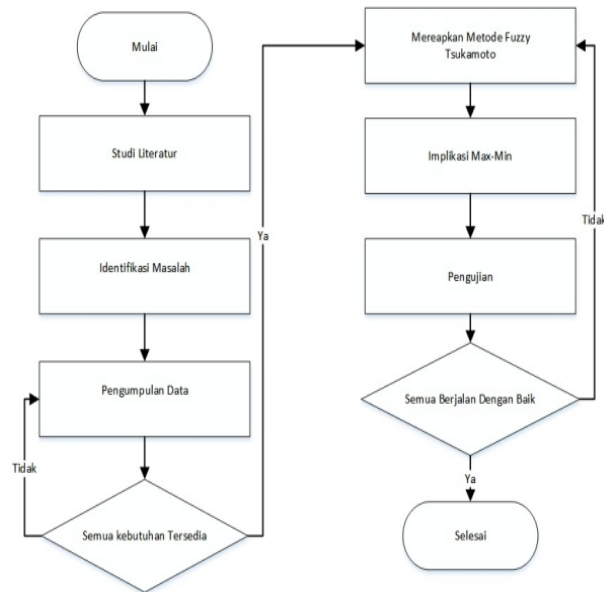
Adapun yang menjadi tujuan utama dari penelitian ini adalah Menganalisis penerapan fungsi implikasi Max-Min dalam sistem inferensi fuzzy Tsukamoto untuk pengambilan keputusan dalam penentuan penduduk kurang mampu. Mengembangkan model pengambilan keputusan berbasis fuzzy yang mempertimbangkan tiga kriteria utama, yaitu pendapatan, jumlah tanggungan, dan kondisi tempat tinggal. Menguji keefektifan dan konsistensi keputusan yang dihasilkan oleh sistem fuzzy Tsukamoto dengan menggunakan fungsi implikasi Max-Min. Memberikan rekomendasi penerapan sistem ini dalam mendukung kebijakan distribusi bantuan sosial agar lebih transparan dan tepat sasaran.

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, baik secara teoritis maupun praktis, adalah sebagai berikut Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan metode fuzzy, khususnya pada aspek fungsi implikasi Max-Min dalam sistem Tsukamoto. Menjadi referensi tambahan bagi peneliti lain yang tertarik mengembangkan sistem pendukung keputusan berbasis fuzzy. Menyediakan alternatif solusi berbasis teknologi dalam proses penentuan penduduk kurang mampu yang lebih objektif dan efisien. Membantu instansi pemerintah atau lembaga sosial dalam menyalurkan bantuan secara lebih akurat dan adil, dengan meminimalkan kesalahan dalam proses seleksi penerima bantuan. Mendukung pengambilan keputusan yang transparan dan dapat dipertanggungjawabkan di tingkat lokal maupun nasional.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metodologi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif-deskriptif yang bertujuan untuk menganalisis penerapan metode fuzzy Tsukamoto, khususnya pada fungsi implikasi Max-Min, dalam proses pengambilan keputusan penentuan penduduk kurang mampu. Metode ini digunakan karena mampu menangani ketidakpastian dan data linguistik yang tidak dapat diselesaikan secara deterministik. Kerangka kerja penelitian ini menjelaskan alur sistematis dalam proses penelitian, mulai dari identifikasi masalah hingga analisis hasil. Proses ini mencakup pembangunan sistem fuzzy Tsukamoto dengan fungsi implikasi Max-Min untuk mendukung pengambilan keputusan penentuan penduduk kurang mampu.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

Pada gambar 1 dapat dilihat untuk setiap tahapan yang dilalui pada penelitian. Dimana pada gambar terlihat dari proses awal penelitian sampai akhir penelitian.

2.2 Fungsi Implikasi Max-Min

Dalam sistem inferensi fuzzy, fungsi implikasi digunakan untuk menghubungkan antara antecedent (premis) dan consequent (konklusi) pada aturan fuzzy, biasanya dalam bentuk:

$$\text{IF } x \text{ is } A \text{ AND } y \text{ is } B \text{ THEN } z \text{ is } C \quad (1)$$

Implikasi fuzzy menentukan bagaimana derajat kebenaran dari premis (input) memengaruhi derajat keanggotaan dari output. Dalam metode fuzzy Tsukamoto, semua konsekuen dari aturan fuzzy harus berupa fungsi keanggotaan monoton (baik meningkat atau menurun), agar hasil defuzzifikasi dapat diperoleh secara langsung dari masing-masing aturan. Langkah-langkah penyelesaiannya adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan Derajat Kebenaran
- b. Menentukan Output
- c. Melakukan Agregasi

2.3 Sistem pengambilan Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan (DSS) adalah sistem berbasis komputer yang membantu pengambil keputusan dalam memecahkan masalah yang tidak terstruktur atau semi-terstruktur, dengan menyediakan alternatif keputusan yang logis, akurat, dan dapat dipertanggungjawabkan[2][13]. Dalam penelitian ini, sistem pengambilan keputusan dibangun menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto yang memungkinkan penanganan data tidak pasti, abu-abu, atau linguistik, seperti pendapatan rendah, kondisi rumah tidak layak, dan jumlah tanggungan banyak.

2.4 Metode Fuzzy Tsukamoto

Metode Fuzzy Tsukamoto adalah salah satu metode dalam sistem inferensi fuzzy yang digunakan untuk menangani ketidakpastian dan data linguistik dalam proses pengambilan keputusan[14]. Metode ini menggunakan aturan berbentuk IF-THEN, dengan konsekuen (hasil output) yang harus berupa fungsi keanggotaan monoton (naik atau turun)[15]. Ciri khas metode Tsukamoto adalah[16], [17] :

Setiap aturan menghasilkan output crisp melalui proses inferensi langsung (bukan agregasi fuzzy seperti pada Mamdani). Hasil akhir diperoleh melalui rata-rata tertimbang (weighted average) dari semua output aturan[18]. Aturan dalam metode Tsukamoto berbentuk[19], [20]:

- a. Menentukan Variabel Fuzzy.
Identifikasi variabel input dan output dari sistem.
- b. Membentuk Himpunan Fuzzy (Membership Function)
Setiap variabel input maupun output didefinisikan dengan himpunan fuzzy. Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuen (output) dari aturan harus berupa himpunan fuzzy monoton (fungsi keanggotaan berbentuk monoton naik atau monoton turun).
- c. Menyusun Basis Aturan (Rule Base)

$$\text{IF } (x \text{ adalah } A) \text{ AND } (y \text{ adalah } B) \text{ THEN } (z \text{ adalah } C) \quad (2)$$



- d. Melakukan Inferensi Fuzzy (Perhitungan α -predikat)
Untuk setiap aturan, dihitung nilai α -predikat (derajat kebenaran rule) berdasarkan operator fuzzy (biasanya MIN atau AND).

$$\alpha_i = \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (3)$$

- e. Menentukan Nilai z (Output Tiap Aturan)
Karena konsekuen pada Tsukamoto harus monoton, maka nilai z diperoleh dari:

$$\mu_C(z_i) = \alpha_i \quad (4)$$

Lalu dilakukan pencarian nilai crisp z_i dengan invers fungsi keanggotaan output

- f. Menghitung Nilai Crisp (Defuzzifikasi)
Hasil akhir diperoleh dengan metode rata-rata terbobot (Weighted Average):

$$Z = \frac{\sum x_i * z_i}{\sum x_i} \quad (5)$$

Mengubah input numerik menjadi derajat keanggotaan fuzzy terhadap himpunan linguistik, menggunakan fungsi keanggotaan seperti segitiga atau trapesium[9].

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Masalah

Proses penentuan penduduk kurang mampu di berbagai wilayah Indonesia masih banyak yang dilakukan secara manual atau berdasarkan observasi langsung oleh petugas lapangan, yang seringkali bersifat subjektif, tidak konsisten, dan berpotensi menimbulkan kecemburuan sosial karena hasilnya tidak dapat dijelaskan secara logis dan transparan. Selain itu, data yang digunakan seringkali bersifat tidak pasti dan abu-abu (vague), misalnya :

Seberapa besar pendapatan dianggap "rendah"?

Apakah jumlah tanggungan 3 itu "sedikit", "sedang", atau "banyak"?

Bagaimana menilai kondisi rumah jika tidak ada standar ukuran?

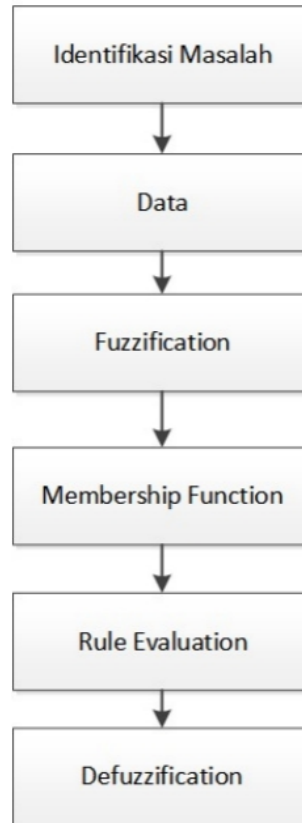
Dari kondisi tersebut, muncul beberapa masalah utama yaitu :

- Tidak adanya standar pengukuran kelayakan yang jelas dan kuantitatif.
- Tingginya subjektivitas dalam menilai kriteria sosial-ekonomi masyarakat.
- Kesulitan dalam memproses data yang bersifat linguistik, seperti "rendah", "banyak", atau "tidak layak".
- Kurangnya sistem pendukung keputusan yang sistematis dan adil untuk menentukan penerima bantuan.

Hal tersebut membuat seringkali muncul permasalahan ketidak tepatan dalam pengambilan keputusan contoh penyaluran bantuan tidak tepat sasaran, terjadi ketidakadilan, kinerja pemerintah menjadi kurang efektif. Oleh karena itu maka dibutuhkan satu metode yang dapat dijadikan solusi dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi, salah satunya metode fuzzy Tsukamoto yang dapat mengakomodasi data tidak pasti dan bersifat linguistik, Mengurangi subjektivitas manusia dalam pengambilan keputusan, Memberikan hasil yang terstruktur, logis, transparan, dan dapat ditelusuri. Khususnya, metode Fuzzy Tsukamoto dengan fungsi implikasi Max-Min sangat tepat digunakan karena : Setiap aturan menghasilkan output crisp (numerik), Fungsi Max-Min mudah diimplementasikan dan efisien untuk seleksi berbasis aturan

Dalam merancang suatu sistem pengambilan keputusan, khususnya dalam konteks penentuan penduduk kurang mampu, diperlukan metode yang mampu menangani data yang bersifat tidak pasti, kabur dan subjektif. Permasalahan sosial seperti pendapatan tidak tetap, kondisi rumah yang sulit diukur secara kuantitatif, dan jumlah tanggungan yang bervariasi memerlukan pendekatan yang fleksibel.

Metode fuzzy, khususnya Fuzzy Inference System (FIS) tipe Tsukamoto, digunakan untuk membangun model logika pengambilan keputusan yang mimics cara berpikir manusia dalam menilai kondisi tersebut. Adapun tahap prephase analisis data ini, dilakukan langkah-langkah awal untuk membentuk konsep sistem, dengan menggunakan model fuzzy, adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Metode Fuzzy

Pada gambar 2 dapat dilihat untuk tahapan penyelesaian yang dilakukan pada Metode Fuzzy. Proses analisis dimulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data, menentukan fungsi keanggotaan, kemudian menentukan Rule Evaluation, dan yang terakhir menentukan nilai Defuzzification Yang menjadi data yang akan di jadikan sebagai bahan analisis pada penelitian ini adalah terdiri dari 3 Variabel yaitu :

- a. Pendapatan: Rendah, sedang tinggi
- b. Jumlah tanggungan: Sedikit, Sedang, Banyak
- c. Kondisi Rumah: Layak, Kurang layak, Tidak Layak

Penerapan Metode Fuzzy

Input Satuan dan rentang input

- Pendapatan (dalam juta Rp) : 0-5
- Jumlah Tanggungan (orang) : 0-8
- Kondisi Rumah (skor) : 0-10

Output z (tingkat Kemampuan= sangat kurang mampu, kurang mampu, mampu): 0-100

Langkah Penyelesaian masalah:

- a. Fungsi keanggotaan untuk input

Pendapatan (x dalam juta Rp)

Rendah $\mu_{R}(x)$:

$$\mu = 1, \text{ jika } x \leq 1$$

$$\mu = (3 - x) / 2, \text{ jika } 1 < x < 3$$

$$\mu = 0, \text{ jika } x \geq 3$$

Sedang $\mu_{Sd}(x)$ (segitiga puncak 2.5):

$$\mu = 0, \text{ jika } x \leq 1 \text{ atau } x \geq 4$$

$$\mu = (x - 1) / 1.5, \text{ jika } 1 < x \leq 2.5$$

$$\mu = (4 - x) / 1.5, \text{ jika } 2.5 < x < 4$$

Tinggi $\mu_{T}(x)$:

$$\mu = 0, \text{ jika } x \leq 2.5$$

$$\mu = (x - 2.5) / 1.5, \text{ jika } 2.5 < x < 4$$

$$\mu = 1, \text{ jika } x \geq 4$$

Jumlah Tanggungan (t)

Sedikit $\mu_{Se}(t)$:

$$\mu = 1, \text{ jika } t \leq 1$$

$$\mu = (3 - t) / 2, \text{ jika } 1 < t < 3$$



$\mu = 0$, jika $t \geq 3$

Sedang $\mu_{Sg}(t)$ (segitiga puncak 3):

$\mu = 0$, jika $t \leq 1$ atau $t \geq 5$

$\mu = (t - 1) / 2$, jika $1 < t \leq 3$

$\mu = (5 - t) / 2$, jika $3 < t < 5$

Banyak $\mu_B(t)$:

$\mu = 0$, jika $t \leq 3$

$\mu = (t - 3) / 3$, jika $3 < t < 6$

$\mu = 1$, jika $t \geq 6$

Kondisi Rumah (k)

Tidak Layak $\mu_{TL}(k)$:

$\mu = 1$, jika $k \leq 2$

$\mu = (4 - k) / 2$, jika $2 < k < 4$

$\mu = 0$, jika $k \geq 4$

Kurang Layak $\mu_{KL}(k)$ (segitiga puncak 5):

$\mu = 0$, jika $k \leq 3$ atau $k \geq 7$

$\mu = (k - 3) / 2$, jika $3 < k \leq 5$

$\mu = (7 - k) / 2$, jika $5 < k < 7$

Layak $\mu_L(k)$:

$\mu = 0$, jika $k \leq 5$

$\mu = (k - 5) / 3$, jika $5 < k < 8$

$\mu = 1$, jika $k \geq 8$

b. Fungsi consequent (monotonik)

Agar sesuai metode Tsukamoto, setiap konsekuen harus berupa himpunan fuzzy monotonik (naik atau turun) sehingga bisa dihitung nilai z_i dari α melalui inversnya.

Kita definisikan tiga tipe consequent (monotonik linear pada rentang $z \in [0,100]$):

Sangat Kurang Mampu (A) — monoton naik:

$\mu_A(z) = 0$, $z \leq 50$; $\mu_A(z) = (z - 50) / 50$, $50 < z < 100$; $\mu_A(z) = 1$, $z \geq 100$

→ inverse: untuk $\alpha \in [0,1]$, $z = 50 + 50 \cdot \alpha$

Kurang Mampu (B) — monoton naik:

$\mu_B(z) = 0$, $z \leq 30$; $\mu_B(z) = (z - 30) / 50$, $30 < z < 80$; $\mu_B(z) = 1$, $z \geq 80$

→ inverse: $z = 30 + 50 \cdot \alpha$

Mampu (C) — monoton turun:

$\mu_C(z) = 1 - z / 60$, untuk $0 \leq z < 60$ (linearly turun), $\mu_C(z) = 0$ untuk $z \geq 60$

→ inverse: untuk $\alpha \in [0,1]$, $z = (1 - \alpha) \cdot 60$

c. Rule base

Aturan (IF antecedent THEN consequent):

R1: IF Pendapatan = Rendah AND Tanggungan = Banyak AND Kondisi Rumah = Tidak Layak THEN Sangat Kurang Mampu (A).

R2: IF Pendapatan = Rendah AND Tanggungan = Banyak AND Kondisi Rumah = Kurang Layak THEN Kurang Mampu (B).

R3: IF Pendapatan = Rendah AND Tanggungan = Sedang AND Kondisi Rumah = Tidak Layak THEN Kurang Mampu (B).

R4: IF Pendapatan = Sedang AND Tanggungan = Banyak AND Kondisi Rumah = Tidak Layak THEN Kurang Mampu (B).

R5: IF Pendapatan = Tinggi AND Tanggungan = Sedikit AND Kondisi Rumah = Layak THEN Mampu (C).

R6: IF Pendapatan = Sedang AND Tanggungan = Sedang AND Kondisi Rumah = Kurang Layak THEN Mampu (C).

R7: IF Pendapatan = Rendah AND Tanggungan = Sedikit AND Kondisi Rumah = Layak THEN Mampu (C).

R8: IF Pendapatan = Sedang AND Tanggungan = Banyak AND Kondisi Rumah = Kurang Layak THEN Kurang Mampu (B).

R9: IF Pendapatan = Tinggi AND Tanggungan = Banyak AND Kondisi Rumah = Tidak Layak THEN Mampu (C).

3.2 Penerapan Metode

Jika si ibunda Clu memiliki Pendapatan = 1.5 juta, Jumlah Tanggungan = 5 orang dan Kondisi Rumah (skor) = 2, termasuk kedalam kategori apakah orangtua clu (Mampu, Kurang Mampu atau sangat kurang mampu

Penyelesaian:

Fuzzyfikasi — hitung derajat keanggotaan tiap input

Pendapatan = 1.5

$\mu_{Rendah} = (3 - 1.5) / 2 = 1.5 / 2 = 0.75$.

$\mu_{Sedang} = (1.5 - 1) / 1.5 = 0.5 / 1.5 = 0.333333... (0.3333)$.

$\mu_{Tinggi} = 0$ (karena $x \leq 2.5$).



Jumlah Tanggungan = 5

$\mu_{\text{Sedikit}} = 0 \ (t \geq 3)$.

$\mu_{\text{Sedang}} = \text{untuk } t = 5 \text{ batas, } \mu = 0 \ (\text{segitiga } 1-3-5 \rightarrow \text{di } 5 \text{ nilainya } 0)$.

$\mu_{\text{Banyak}} = (5 - 3) / 3 = 2 / 3 = 0.666666... \ (0.6667)$.

Kondisi Rumah = 2

$\mu_{\text{TidakLayak}} = 1 \ (\text{karena } k \leq 2)$.

$\mu_{\text{KurangLayak}} = 0 \ (\text{karena } < 3)$.

$\mu_{\text{Layak}} = 0$.

Ringkasan fuzzifikasi:

Pendapatan : Rendah = 0.75; Sedang = 0.3333; Tinggi = 0

Tanggungan: Banyak = 0.6667; Sedang = 0; Sedikit = 0

Kondisi: Tidak Layak = 1; lainnya 0

Evaluasi aturan (firing strength α_i) - gunakan operator AND = min()

Dari rule base, hanya aturan yang komponennya punya nilai > 0 akan aktif

R1 (Rendah & Banyak & Tidak Layak)

$\alpha_1 = \min(\mu_{\text{Rendah}}, \mu_{\text{Banyak}}, \mu_{\text{TidakLayak}})$

$= \min(0.75, 0.6666667, 1) = 0.6666667 \ (2/3)$

R4 (Sedang & Banyak & Tidak Layak)

$\alpha_4 = \min(\mu_{\text{Sedang}}, \mu_{\text{Banyak}}, \mu_{\text{TidakLayak}})$

$= \min(0.3333333, 0.6666667, 1) = 0.3333333 \ (1/3)$

Aturan lain mengandung set yang punya membership 0 $\rightarrow \alpha = 0$ (tidak aktif).

Jadi hanya dua aturan : R1 ($\alpha_1 = 0.6667$) dan R4 ($\alpha_4 = 0.3333$).

Menentukan z_i tiap aturan (inverse consequent)

Gunakan inverse dari definisi consequent:

Untuk R1 consequent = Sangat Kurang Mampu (A): $z_1 = 50 + 50 \cdot \alpha_1$

$\rightarrow z_1 = 50 + 50 \cdot 0.6666667 = 50 + 33.3333335 = 83.3333335 \approx 83.3333$

Untuk R4 consequent = Kurang Mampu (B): $z_4 = 30 + 50 \cdot \alpha_4$

$\rightarrow z_4 = 30 + 50 \cdot 0.3333333 = 30 + 16.666665 = 46.666665 \approx 46.6667$

Defuzzifikasi (metode Tsukamoto: rata-rata terbobot)

$Z_{\text{akhir}} = (\sum \alpha_i \cdot z_i) / (\sum \alpha_i)$

(3)

Hitung numerator dan denominator:

$\alpha_1 \cdot z_1 = 0.6666667 \times 83.3333333 = 55.5555556$

(karena $2/3 \times 83.3333 = 55.5555...$)

$\alpha_4 \cdot z_4 = 0.3333333 \times 46.6666667 = 15.5555556$

$\sum \alpha_i \cdot z_i = 55.5555556 + 15.5555556 = 71.1111112$

$\sum \alpha_i = 0.6666667 + 0.3333333 = 1.0$

Sehingga:

$Z = 71.1111112 / 1.0 = 71.1111112 \rightarrow \text{dibulatkan } 71.11$

Jadi dari studi kasus dimana Pendapatan = 1,5 Juta, Jumlah tanggungan =5 dan kondisi rumah skor =4, maka untuk tingkat kemampuan ibu clu termasuk kedalam kategori kurang mampu.

4. KESIMPULAN

Dengan penerapan metode Fuzzy Tsukamoto menggunakan fungsi implikasi Max–Min, dapat disimpulkan bahwa metode ini mampu mengolah data yang bersifat tidak pasti, khususnya pada variabel-variabel sosial ekonomi yang cenderung subjektif seperti pendapatan, jumlah tanggungan, dan kondisi rumah. Keunggulan utama metode ini adalah kemampuannya dalam memberikan hasil yang tidak biner, melainkan berbentuk derajat keanggotaan yang lebih realistis dalam merepresentasikan kondisi masyarakat. Pada contoh kasus yang diuji, dengan nilai input berupa pendapatan sebesar Rp1,5 juta, jumlah tanggungan lima orang, serta kondisi rumah dengan skor 2, perhitungan Fuzzy Tsukamoto menghasilkan nilai crisp sebesar 71,11. Berdasarkan skala 0–100, hasil ini mengindikasikan bahwa rumah tangga tersebut dikategorikan “Kurang Mampu” dan layak dijadikan prioritas penerima bantuan. Hasil ini juga menunjukkan bahwa rule base serta fungsi keanggotaan berperan penting dalam menentukan akurasi keputusan, di mana semakin tepat perancangan aturan dan pemilihan bentuk fungsi keanggotaan, maka semakin akurat pula sistem dalam memberikan penilaian. Selain itu, metode Tsukamoto bersifat fleksibel dan mudah dikembangkan dengan menambahkan variabel lain, seperti tingkat pendidikan, kondisi kesehatan, atau kepemilikan aset tambahan, sehingga hasil keputusan dapat menjadi lebih komprehensif. Dengan demikian, penerapan metode Fuzzy Tsukamoto terbukti efektif, objektif, dan adaptif untuk mendukung proses pengambilan keputusan penentuan status penduduk kurang mampu secara lebih menyeluruh dan dapat dijadikan referensi dalam kebijakan sosial yang berbasis data.

REFERENCES

[1] S. Widaningsih, “Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno dalam Pengambilan Keputusan



- Penentuan Jumlah Distribusi Raskin di Bulog Sub. Divisi Regional (Divre) Cianjur,” *Infoman's*, vol. 11, no. 1, pp. 51–65, 2017, doi: 10.33481/infomans.v11i1.21.
- [2] A. Riadi, “Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Untuk Sistem Pendukung Keputusan Penerima Bantuan Pembangunan Rumah Layak Huni Pada Desa Sipayo,” *Simtek J. Sist. Inf. dan Tek. Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 61–67, 2019, doi: 10.51876/simtek.v4i1.49.
- [3] Regina Zulaikha Tizar, Achmad Isya Alfassa, Gita Novi Yanti, Nazwa Cahya Kamila, Muhammad Regi Nidzra Kurniawan, and Ernisa, “Analisis Dinamika Kependudukan Terhadap Permohonan Bantuan Sosial Penduduk Kurang Mampu Pekan Arba Tahun 2024,” *J. Perangkat Lunak*, vol. 7, no. 2, pp. 186–197, 2025, doi: 10.32520/jupel.v7i2.4234.
- [4] I. Ismail and S. Supriadi, “Data Mining Klasifikasi Penduduk Miskin Menggunakan Metode Support Vektor Machine,” *J. Ilm. Sist. Inf. dan Tek. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 142–152, 2025, doi: 10.57093/jisti.v8i1.283.
- [5] F. H. D. Aryanto, A. F. Syuhada, F. P. Putra, S. P. Mahardika, A. P. Jayanegara, and F. I. Sanjaya, “Deteksi Tingkat Stres Mahasiswa Dengan Logika Fuzzy Tsukamoto,” *RIGGS J. Artif. Intell. Digit. Bus.*, vol. 4, no. 2, pp. 3462–3471, 2025, doi: 10.31004/riggs.v4i2.1042.
- [6] F. Rokhmah, I. K. Almanfaluti, M. R. Yulianto, B. Digital, and U. M. Sidoarjo, “Implementasi Logika Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Harga Jual Produk Letter Timbul Pada Usaha Reklame,” pp. 880–889.
- [7] I. Dwi Antoni and Y. Findawati, “Implementasi Logika Fuzzy Untuk Menentukan Jumlah Produksi Roti Menggunakan Metode Tsukamoto,” *Smatika J.*, vol. 14, no. 01, pp. 61–70, 2024, doi: 10.32664/smatika.v14i01.1168.
- [8] O. R. Putri, W. Sudarwati, S. Wardah, U. Marfuah, and A. Purnamasari, “Aplikasi Sistem Inferensi Fuzzy Metode Mamdani Untuk Memprediksi Jumlah Produksi Pakaian Pada Industri Kreatif Fesyen,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, no. April, pp. 1–10, 2024.
- [9] N. Rahmi, L. Tri Syahyaningsih, W. Wahyuni, and D. Fatmarani Suriyanto, “Analysis of the Application of Fuzzy Tsukamoto in Determining Eligibility for Student Participation in SNMPTN,” *J. Sisfotenika*, vol. 14, no. 2, pp. 185–196, 2024.
- [10] N. Imanda and Nurdin, “Penerapan Algoritma Naive Bayes Pada Klasifikasi Penduduk Kurang Mampu Dan Mampu Di Tanah Anou Idi Rayeuk,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3, pp. 2830–2839, 2024.
- [11] A. D. Novianto, I. N. Farida, and J. Sahertian, “Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Metode Fuzzy Logic,” *Semin. Nas. Inov. Teknol.*, pp. 316–321, 2021.
- [12] R. B. Ginting, “Analisis Fungsi Implikasi Max-Min dan Max-Prod Dalam Pengambilan Keputusan,” *Creat. Inf. Technol. J.*, vol. 1, no. 2, p. 128, 2015, doi: 10.24076/citec.2014v1i2.16.
- [13] D. Ayu Ambarsari, A. Suryadi, C. Adiwiharja, and S. Suharyanto, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Karyawan Terbaik Menggunakan Metode Analytic Hierarchy Process,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 2, pp. 2091–2096, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i2.9359.
- [14] E. S. Nurjanah, L. T. Ningrum, S. Informasi, and U. B. Indonesia, “Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Penentuan Negara Penyuplai Beras Pada Perusahaan Logistik,” vol. 8, pp. 377–389, 2025.
- [15] A. Rahman Hakim, “Penerapan Metode Fuzzy Inferensi System Tsukamoto Untuk Memprediksi Pembelian Rotan di Wilayah Sumatera,” *J. Desain Dan Anal. Teknol.*, vol. 3, no. 2, pp. 114–126, 2024, doi: 10.58520/jddat.v3i2.60.
- [16] Y. P. Mahendra and R. F. Siahaan, “Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto dalam Menentukan Jumlah Produksi Opak pada Home Industri Tegar Jaya,” *J. Pelita Ilmu Pendidik.*, vol. 2, no. 1, pp. 39–46, 2024, doi: 10.69688/jpip.v2i1.60.
- [17] J. Embistek Ekonomi, M. Bisnis, dan Teknologi, I. Nozomi, A. Saputra, and F. Ilmu Komputer, “Prediksi Produksi Dan Penjualan Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto,” *J. Embistek Ekon. Manaj. Bisnis, Syariah, dan Teknol.*, vol. volume 4 (1), no. 1, pp. 469–477, 2025, [Online]. Available: <https://embistek.org/jurnal/index.php/embistekvolume4>
- [18] C. Saputra, R. Setiawan, and Y. Arvita, “Penerapan Sistem Kontrol Suhu dan Monitoring Serta Kelembapan pada Kumbung Jamur Tiram Berbasis Iot Menggunakan Metode Fuzzy Logic,” *J. Sains dan Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 116–126, 2022, doi: 10.34128/jsi.v8i2.504.
- [19] M. A. Firmansyah, A. A. Murtopo, and N. Fadilah, “Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Prediksi Jumlah Produksi PT Wings Padaharja,” *J. Artif. Intell. Digit. Bus.*, vol. 4, no. 3, pp. 2758–2764, 2025, doi: 10.36350/jbs.v11i1.98.
- [20] R. Rumpfot, Y. A. Lesnussa, and D. L. Rahakbauw, “Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani, Sugeno Dan Tsukamoto Untuk Menentukan Jumlah Produksi Batu Pecah,” *MATHunesa J. Ilm. Mat.*, vol. 12, no. 1, pp. 157–168, 2024, doi: 10.26740/mathunesa.v12n1.p157-168.