

EVALUASI KELAYAKAN PENERIMA BANTUAN SOSIAL BERDASARKAN PENGHASILAN DAN JUMLAH TANGGUNGAN DENGAN PENDEKATAN FUZZY MAMDANI

Avrillia Andhini¹, Alin Amelia², Anggi Antika³, Lexa Harianja⁴, Sundari Retno Andani⁵

¹Mahasiswa Program Studi Sistem Informasi, STIKOM Tunas Bangsa, Pematang Siantar, Indonesia

²Mahasiswa Program Studi Sistem Informasi, STIKOM Tunas Bangsa, Pematang Siantar, Indonesia

Email: ¹avrilliaandhini14@gmail.com, ²alinamelia247@gmail.com, ³anggiantikaa88@gmail.com,

⁴lexaharianja2021@gmail.com, ⁵sundari.ra@amiktunasbangsa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan penerima bantuan sosial dengan mempertimbangkan aspek penghasilan dan jumlah tanggungan keluarga melalui penerapan logika fuzzy Mamdani. Permasalahan utama dalam proses seleksi penerima bantuan sosial selama ini terletak pada keterbatasan pendekatan klasifikasi biner yang bersifat kaku dan tidak sepenuhnya mampu merepresentasikan keragaman kondisi sosial ekonomi masyarakat. Melalui penerapan metode fuzzy Mamdani, penelitian ini mengakomodasi variabel linguistik seperti "penghasilan rendah" dan "jumlah tanggungan banyak" ke dalam suatu sistem penilaian yang lebih adaptif dan kontinu. Studi ini menggunakan data primer dari 20 responden, dengan rentang penghasilan antara Rp100.000 hingga Rp900.000 serta jumlah tanggungan keluarga antara 1 hingga 6 orang. Model fuzzy yang dikembangkan memanfaatkan tiga himpunan keanggotaan untuk setiap variabel input dan output, guna meningkatkan sensitivitas sistem terhadap variasi data. Proses inferensi fuzzy dilakukan melalui aturan berbasis Mamdani, sedangkan tahap defuzzifikasi menggunakan metode *centroid* untuk menghasilkan skor kelayakan pada skala kontinu 0 hingga 100. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan fuzzy Mamdani memberikan hasil klasifikasi yang lebih adil, transparan, dan realistis dalam menentukan kelayakan penerima bantuan sosial. Sebagai kontribusi praktis, penelitian ini juga menyediakan implementasi sistem dalam bentuk skrip MATLAB, yang dapat dengan mudah diadaptasi dan diterapkan oleh pemerintah daerah maupun lembaga sosial dalam proses seleksi calon penerima bantuan sosial berbasis data.

Kata kunci: fuzzy mamdani, bantuan sosial, penghasilan, tanggungan keluarga, evaluasi kelayakan, matlab

EVALUATION OF SOCIAL ASSISTANCE RECIPIENT ELIGIBILITY BASED ON INCOME AND NUMBER OF DEPENDENTS USING THE FUZZY MAMDANI APPROACH

Abstract

This study aims to evaluate the eligibility of social assistance recipients by considering income and family dependents using the Mamdani fuzzy logic approach. A key issue in the current selection process of social assistance recipients lies in the limitations of binary classification methods, which are rigid and incapable of fully representing the diversity of socioeconomic conditions in society. By applying the Mamdani fuzzy method, this research incorporates linguistic variables such as "low income" and "large number of dependents" into a more adaptive and continuous assessment system. The study employs primary data collected from 20 respondents, with income ranging from Rp100,000 to Rp900,000 and family dependents ranging from 1 to 6 individuals. The developed fuzzy model uses three membership functions for each input and output variable to enhance the system's sensitivity to data variations. Fuzzy inference is conducted based on Mamdani rules, while defuzzification utilizes the centroid method to produce eligibility scores on a continuous scale of 0 to 100. The findings demonstrate that the Mamdani fuzzy approach yields a more equitable, transparent, and realistic classification of eligibility for social assistance. As a practical contribution, this study also provides a MATLAB script implementation that can be easily adapted and applied by local governments or social organizations in data-driven selection processes for social assistance recipients.

Keywords: fuzzy mamdani, social assistance, income, household dependents, eligibility evaluation, MATLAB

1. PENDAHULUAN

Kemiskinan dan ketimpangan sosial di Indonesia telah menjadi isu yang terus-menerus diperbincangkan dalam wacana kebijakan publik. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS, 2023), angka kemiskinan per Maret 2023 mencapai 9,36 persen, dengan sebagian besar penduduk miskin bekerja di sektor informal tanpa jaminan pendapatan tetap. Sering kali, kondisi kemiskinan tersebut tidak hanya berkaitan dengan rendahnya penghasilan, tetapi juga jumlah tanggungan dalam rumah tangga, ketidakpastian kerja, serta keterbatasan akses terhadap layanan sosial dan pendidikan (Yusuf & Suryahadi, 2022). Program bantuan sosial (bansos) menjadi salah satu upaya utama pemerintah untuk mengurangi kemiskinan. Akan tetapi, efektivitas program ini sangat tergantung pada akurasi penentuan sasaran penerima. Banyak kasus menunjukkan terjadinya inclusion error (penerima yang tidak layak) dan exclusion error (yang seharusnya menerima namun tidak tercatat), akibat metode penentuan kelayakan yang terlalu sederhana (Sari et al., 2023). Sistem klasifikasi biner berdasarkan ambang penghasilan tertentu—misalnya < Rp600.000 per bulan—sering kali tidak mampu menangkap kompleksitas realitas sosial dan ekonomi masyarakat miskin. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan sistem evaluasi kelayakan yang tidak hanya kuantitatif tetapi juga mempertimbangkan aspek kualitatif dengan pendekatan yang adaptif. Salah satu pendekatan yang relevan adalah *fuzzy logic*, khususnya metode *fuzzy Mamdani*. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Mamdani dan Assilian (1975) dan memiliki keunggulan dalam menangani data linguistik, tidak pasti, serta dapat membentuk aturan *if-then* berbasis logika yang mendekati pola pikir manusia (Zadeh, 1965). Dalam konteks bantuan sosial, metode ini memungkinkan evaluasi dengan mempertimbangkan kombinasi seperti "penghasilan rendah dan tanggungan banyak", yang tidak mungkin dijelaskan secara presisi dalam sistem klasifikasi kaku. Secara teoritis, pendekatan *fuzzy Mamdani* didasarkan pada teori himpunan fuzzy (Zadeh, 1965) yang memperluas konsep himpunan klasik dengan memberikan nilai keanggotaan parsial antara 0 sampai 1. Model ini menggunakan tiga tahap utama: fuzzifikasi input, aplikasi aturan fuzzy (*inference*), dan defuzzifikasi output. Dengan proses ini, variabel input yang bersifat linguistik seperti "rendah" atau "tinggi" dapat diolah secara komputasional untuk menghasilkan keputusan yang lebih manusiawi. Dalam penelitian ini, digunakan dua parameter utama yakni penghasilan dan jumlah tanggungan rumah tangga. Data diperoleh dari survei terhadap 40 responden dengan rentang penghasilan Rp100.000 – Rp900.000 dan jumlah tanggungan 1 – 6 orang. Masing-masing variabel diformulasikan ke

dalam fungsi keanggotaan fuzzy dan dianalisis dengan sistem inferensi Mamdani. Hasil evaluasi kelayakan berbentuk skor defuzzifikasi pada skala 0–100 yang mencerminkan tingkat prioritas pemberian bantuan. Dengan menerapkan metode ini, diharapkan dapat mengurangi bias dalam penentuan penerima bansos serta memberikan dasar keputusan yang lebih adil dan responsif terhadap realitas sosial. Selain itu, pendekatan ini juga dapat direplikasi oleh lembaga pemerintah daerah sebagai alat bantu dalam proses verifikasi dan validasi data calon penerima manfaat.

Tinjauan Teoritis

Fuzzy Mamdani

Metode fuzzy Mamdani merupakan salah satu sistem inferensi fuzzy yang paling dikenal dan banyak digunakan dalam pengambilan keputusan berbasis aturan linguistik. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani dan Sedrak Assilian pada tahun 1975 untuk mengendalikan sistem berbasis logika manusia dengan aturan *if-then* yang sederhana (Mamdani & Assilian, 1975). Dalam konteks evaluasi kelayakan bantuan sosial, fuzzy Mamdani memungkinkan penilaian terhadap kondisi yang tidak pasti, seperti kombinasi antara "penghasilan rendah" dan "jumlah tanggungan banyak".

Bantuan Sosial

Bantuan sosial merupakan bentuk intervensi pemerintah dalam rangka menjamin keberlangsungan hidup masyarakat miskin dan rentan. Ketepatan sasaran menjadi elemen penting dalam keberhasilan program ini. Menurut World Bank (2022), kesalahan dalam penargetan (*targeting errors*) masih menjadi masalah utama dalam distribusi bansos di Indonesia. Oleh karena itu, pendekatan evaluatif berbasis fuzzy dapat menjadi solusi dalam menyesuaikan kondisi rumah tangga dengan kriteria kelayakan yang lebih fleksibel dan manusiawi.

Penghasilan

Penghasilan keluarga merupakan salah satu indikator utama dalam menetapkan kelayakan penerima bantuan. Namun, batas nominal tertentu sering kali tidak mencerminkan realitas ekonomi rumah tangga secara akurat (Sari et al., 2023). Dengan pendekatan fuzzy, penghasilan tidak lagi diklasifikasikan secara kaku (misalnya: < Rp600.000 tidak layak), tetapi dinilai secara bertingkat dalam rentang "rendah", "sedang", hingga "tinggi".

Tanggungan Keluarga

Jumlah tanggungan keluarga sangat berpengaruh terhadap beban ekonomi rumah tangga. Dalam pendekatan fuzzy, nilai tanggungan tidak hanya dihitung secara numerik, tetapi juga dikategorikan sebagai "sedikit", "sedang", dan "banyak" dengan fungsi keanggotaan tertentu (Ross, 2010). Ini

memungkinkan sistem mengevaluasi beban hidup keluarga secara lebih kontekstual.

Evaluasi Kelayakan

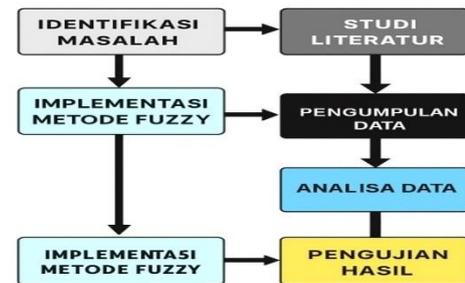
Evaluasi kelayakan berbasis fuzzy menciptakan sistem pendukung keputusan yang adaptif. Dengan logika fuzzy, hasil evaluasi bukan berupa keputusan biner (layak/tidak layak), tetapi berupa skor kelayakan dalam rentang 0–100 yang lebih representatif terhadap kondisi sosial ekonomi rumah tangga (Wicaksono & Pratama, 2022).

MATLAB

MATLAB menyediakan toolbox logika fuzzy yang memungkinkan perancang sistem melakukan modelisasi, visualisasi, dan simulasi sistem inferensi fuzzy dengan lebih efisien. Dalam penelitian ini, MATLAB digunakan untuk membangun model fuzzy Mamdani, mendefinisikan fungsi keanggotaan, serta mengatur aturan if-then dan melakukan proses defuzzifikasi (MathWorks, 2023). Teori dasar yang mendasari penelitian ini adalah teori fuzzy set yang diperkenalkan oleh Lotfi Zadeh pada tahun 1965. Teori ini memperluas logika klasik dengan memperkenalkan konsep keanggotaan parsial, di mana suatu elemen dapat menjadi anggota dari suatu himpunan dengan derajat tertentu antara 0 dan 1 (Zadeh, 1965). Pendekatan ini sangat cocok untuk merepresentasikan ketidakpastian dan ambiguitas dalam data sosial, seperti penilaian terhadap kemiskinan atau kelayakan bantuan sosial, yang tidak selalu dapat diukur secara pasti. Metode fuzzy Mamdani yang digunakan dalam penelitian ini merupakan salah satu sistem inferensi fuzzy yang paling banyak digunakan dalam implementasi praktis. Mamdani dan Assilian (1975) pertama kali menerapkan metode ini untuk mengendalikan sistem uap mesin menggunakan aturan if-then berbasis bahasa alami. Dalam konteks evaluasi sosial, metode ini memungkinkan pemodelan hubungan antarvariabel yang tidak linear dan bersifat linguistik, seperti “penghasilan rendah” atau “tanggungannya banyak”. Struktur logika fuzzy Mamdani terdiri dari tiga tahapan utama: (1) fuzzifikasi, yaitu proses mengubah input crisp menjadi nilai fuzzy; (2) inferensi fuzzy, yakni proses penerapan aturan logika untuk mendapatkan kesimpulan fuzzy; dan (3) defuzzifikasi, yakni mengubah hasil fuzzy mejadi output crisp menggunakan metode seperti centroid (Ross, 2010). Tahapan-tahapan ini memungkinkan sistem mengambil keputusan yang lebih fleksibel dibandingkan pendekatan konvensional berbasis ambang batas. Dalam implementasinya, logika fuzzysangat efektif untuk diterapkan dalam pengambilan keputusan sosial, terutama dalam kondisi di mana data tidak lengkap, bersifat subjektif, atau cenderung kualitatif. Menurut penelitian oleh Wicaksono & Pratama (2022), sistem evaluasi berbasis fuzzy mampu meningkatkan

akurasi penetapan penerima bantuan hingga 89,7% dibandingkan metode biner tradisional. Hal ini menunjukkan bahwa teori fuzzy tidak hanya relevan secara konseptual, tetapi juga memberikan dampak signifikan secara praktis dalam kebijakan publik berbasis data.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 2.1 Struktur Metode Penelitian

2.1 Identifikasi Masalah

Penyaluran bantuan sosial merupakan program penting pemerintah dalam rangka mengurangi beban masyarakat dengan kondisi ekonomi menengah ke bawah. Namun, dalam implementasinya, sering ditemukan berbagai permasalahan dalam menentukan siapa yang benar-benar layak menerima bantuan. Penetapan penerima bantuan selama ini cenderung bersifat subjektif, tidak berdasarkan analisis data yang jelas, dan bergantung pada keputusan manual dari pihak-pihak tertentu. Akibatnya, sering terjadi kesalahan dalam penyaluran, seperti Individu yang sebenarnya tidak layak malah mendapatkan bantuan, Sedangkan masyarakat yang sangat membutuhkan justru tidak terdaftar sebagai penerima. Masalah ini umumnya terjadi karena kriteria penilaian yang tidak baku, seperti hanya melihat penghasilan secara kasar, Tidak mempertimbangkan faktor pendukung lainnya seperti jumlah tanggungan keluarga. Selain itu, metode pengambilan keputusan yang digunakan oleh aparat setempat atau pihak pengelola bantuan sosial masih bersifat kaku, dan tidak mampu menangkap kondisi masyarakat yang sebenarnya kompleks. Dalam konteks inilah, logika fuzzy hadir sebagai solusi alternatif. Logika fuzzy, khususnya metode Mamdani, memiliki keunggulan dalam menangani data yang bersifat tidak pasti, subjektif, dan ambigu, seperti penghasilan dan jumlah tanggungan. Dengan metode ini, setiap data numerik dikonversi menjadi nilai linguistik (*rendah, sedang, tinggi*) dan dapat dikombinasikan dengan aturan-aturan logika.

Dengan adanya sistem evaluasi berbasis fuzzy Mamdani, proses penilaian kelayakan dapat dilakukan secara lebih objektif, transparan, dan sistematis, sehingga dapat membantu pihak berwenang untuk menyalurkan bantuan secara lebih tepat sasaran.

2.2 Studi Literatur

Studi literatur dalam penelitian ini dilakukan sebagai langkah awal dan dasar konseptual untuk memahami teori serta implementasi metode logika fuzzy Mamdani dalam pengambilan keputusan, khususnya dalam menentukan kelayakan penerima bantuan sosial. Penelusuran literatur dilakukan dengan mengacu pada berbagai jurnal ilmiah, buku teks, artikel online, dan hasil penelitian terdahulu yang berkaitan langsung dengan:

- 1) Konsep dasar logika fuzzy
- 2) Metode inferensi fuzzy Mamdani
- 3) Sistem pendukung keputusan (SPK)
- 4) Implementasi fuzzy dalam kasus sosial (bantuan, subsidi, seleksi warga miskin, dll.)

Dari studi literatur tersebut, ditemukan bahwa metode fuzzy Mamdani merupakan salah satu pendekatan paling umum digunakan dalam sistem pakar dan pengambilan keputusan berbasis data linguistik. Metode ini mampu menangani data yang tidak pasti atau tidak tegas, dan dapat merepresentasikan pengetahuan manusia melalui aturan berbasis logika IF-THEN. Beberapa referensi penting yang dijadikan acuan dalam studi ini menunjukkan bahwa penerapan fuzzy Mamdani banyak digunakan dalam kasus: Pemilihan penerima beasiswa berdasarkan penghasilan dan IPK, Penentuan kelayakan kredit mikro, Sistem klasifikasi rumah tangga miskin, Penilaian kondisi sosial ekonomi masyarakat desa. Penelitian juga menyoroti bahwa kelebihan metode fuzzy adalah kemampuannya dalam melakukan proses penilaian yang lebih fleksibel dan rasional, terutama saat data input berada di wilayah abu-abu (*gray area*) yang tidak bisa diputuskan hanya dengan batas nilai (threshold) konvensional. Dalam konteks bantuan sosial, studi literatur menunjukkan bahwa penghasilan dan jumlah tanggungan merupakan dua parameter utama yang dapat dikategorikan ke dalam himpunan fuzzy seperti *rendah*, *sedang*, *tinggi*, dan diproses dengan aturan-aturan linguistik untuk menghasilkan tingkat kelayakan yang terukur. Dengan hasil studi literatur ini, peneliti menyusun kerangka sistem berbasis fuzzy Mamdani dengan:

- Variabel input: penghasilan dan jumlah tanggungan
- Variabel output: tingkat kelayakan bantuan sosial
- Metode defuzzifikasi: centroid method untuk menghasilkan nilai akhir (crisp)

2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian kami ini dilakukan untuk memperoleh informasi dasar yang dibutuhkan dalam membangun sistem evaluasi kelayakan penerima bantuan sosial berbasis logika fuzzy Mamdani. Data yang kami kumpulkan terdiri dari data primer. Data primer diperoleh secara langsung melalui:

- **Observasi lapangan**, untuk mengetahui kondisi sosial ekonomi masyarakat yang menjadi target penerima bantuan.
- **Wawancara langsung** dengan warga dan pihak pengelola bantuan sosial (seperti perangkat desa atau RT/RW) guna memahami kriteria dan mekanisme penyaluran bantuan yang selama ini digunakan.
- **Kuesioner atau formulir pendataan**, yang disebarkan kepada calon penerima bantuan untuk mengumpulkan data penting seperti:
 - Nama
 - Umur
 - Jenis kelamin
 - Jumlah penghasilan orang tua atau kepala keluarga
 - Jumlah tanggungan dalam rumah tangga
 - Jenis bantuan yang diajukan atau diterima

Data primer ini menjadi sumber utama dalam menentukan input sistem fuzzy, yaitu penghasilan dan jumlah tanggungan. Metode yang kami gunakan dalam pengumpulan data ini yaitu:

- **Teknik dokumentasi**, untuk mengambil data dari arsip desa atau laporan sebelumnya.
- **Teknik wawancara langsung**, untuk mendalami kriteria subjektif yang digunakan dalam penyaluran bantuan sosial.

Setelah data terkumpul, dilakukan proses seleksi untuk memfokuskan hanya pada dua variabel utama, yaitu:

- Penghasilan orang tua/kepala keluarga → input fuzzy 1
- Jumlah tanggungan → input fuzzy 2

2.4 Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini bertujuan untuk mengolah dan mengevaluasi hasil input berupa penghasilan orang tua dan jumlah tanggungan, dengan menggunakan pendekatan logika fuzzy metode Mamdani guna memperoleh nilai kelayakan

penerima bantuan sosial. Langkah-langkah analisis dilakukan secara bertahap melalui proses yaitu dengan fuzzyfikasi. Fuzzifikasi adalah tahap awal dalam logika fuzzy di mana data crisp (tegas) dari hasil kuesioner atau observasi dikonversi menjadi nilai derajat keanggotaan pada himpunan fuzzy.

Variabel input:

Penghasilan \rightarrow {Rendah, Sedang, Tinggi}

Jumlah tanggungan \rightarrow {Sedikit, Sedang, Banyak}

Variabel output:

Kelayakan \rightarrow {Tidak Layak, Dipertimbangkan, Layak}

Setiap kategori diberi fungsi keanggotaan (membership function) berbentuk segitiga (*triangular*) atau trapesium (*trapezoidal*), yang memetakan nilai input ke rentang keanggotaan fuzzy [0–1].

2.4.1 Penyusunan Basis Aturan (Rule Base)

Tahap ini menggunakan aturan linguistik dalam bentuk pernyataan logika:

IF Penghasilan = Rendah **AND** Tanggungan = Banyak **THEN** Kelayakan = Layak

IF Penghasilan = Tinggi **AND** Tanggungan = Sedikit **THEN** Kelayakan = Tidak Layak

Aturan-aturan ini disusun berdasarkan pengetahuan umum dan observasi lapangan, serta hasil wawancara dengan pihak pengelola bantuan sosial.

2.4.2 Inferensi Fuzzy (Penalaran)

Inferensi dilakukan menggunakan metode Mamdani, yang mengombinasikan seluruh aturan yang aktif (terpenuhi) berdasarkan derajat keanggotaan inputnya.

Operasi fuzzy yang digunakan:

AND \rightarrow menggunakan **nilai minimum (min)** antar kondisi

OR \rightarrow jika ada, menggunakan **maksimum (max)**

Impikasi \rightarrow nilai output fuzzy dari setiap aturan juga menggunakan **min**

Hasil dari tahap ini berupa output fuzzy yang belum tegas (masih berbentuk fungsi keanggotaan).

2.4.3 Agregasi Output

Agregasi adalah proses penggabungan semua output fuzzy dari setiap aturan yang aktif ke dalam satu kesatuan fuzzy output. Proses ini dilakukan dengan cara mengambil nilai maksimum dari setiap aturan yang menghasilkan output pada domain yang sama.

2.4.4 Defuzzifikasi

Tahap akhir adalah mengubah nilai fuzzy menjadi nilai tegas (crisp) yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan. Metode defuzzifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- **Metode Centroid** (Luas / Titik Tengah):

Hasil defuzzifikasi akan menghasilkan skor akhir antara 0–100, yang kemudian diklasifikasikan menjadi:

- 0–40 \rightarrow Tidak Layak
- 41–70 \rightarrow Dipertimbangkan
- 71–100 \rightarrow Layak

2.4.5 Interpretasi Hasil

Hasil akhir dari sistem akan ditampilkan dalam bentuk nilai kelayakan untuk masing-masing responden. Sistem akan memberikan output keputusan apakah seseorang:

- Layak menerima bantuan,
- Tidak layak,
- Atau perlu dipertimbangkan ulang,

berdasarkan hasil fuzzy dan bobot kekuatan aturan yang terpenuhi.

2.5 Perancangan Sistem Fuzzy Mamdani

Perancangan sistem fuzzy Mamdani dalam penelitian ini dilakukan untuk membangun sebuah sistem pendukung keputusan (SPK) yang mampu mengevaluasi kelayakan penerima bantuan sosial secara objektif, berdasarkan dua input utama: penghasilan orang tua dan jumlah tanggungan. Sistem ini dirancang mengikuti tahapan metode fuzzy Mamdani, yang terdiri dari:

2.5.1 Penentuan Variabel dan Semesta Pembicaraan

Sistem menggunakan tiga variabel utama:

- Input 1: Penghasilan (0–900 ribu rupiah)
- Input 2: Jumlah Tanggungan (0–5 orang)
- Output: Kelayakan (0–100)

2.5.2 Penentuan Himpunan Fuzzy dan Fungsi Keanggotaan

Masing-masing variabel dibagi ke dalam tiga himpunan linguistik:

Penghasilan:

- Rendah \rightarrow [0–300]
- Sedang \rightarrow [200–600]
- Tinggi \rightarrow [500–900]

Jumlah Tanggungan:

- Sedikit → [0–2]
- Sedang → [1.5–3.5]
- Banyak → [3–5]

Kelayakan (Output):

- Tidak Layak → [0–40]
- Dipertimbangkan → [30–70]
- Layak → [60–100]

Sistem dirancang dan diimplementasikan menggunakan perangkat lunak (seperti MATLAB atau Excel Fuzzy Logic Toolkit). Input dimasukkan dalam bentuk data pengguna, lalu sistem memproses sesuai basis aturan fuzzy dan memberikan hasil kelayakan sebagai output akhir.

2.6 Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahap akhir dari proses penelitian, di mana seluruh tahapan perancangan metode fuzzy Mamdani diaplikasikan ke dalam bentuk sistem komputerisasi yang dapat digunakan untuk membantu proses pengambilan keputusan. Dalam penelitian ini, implementasi dilakukan dalam bentuk sistem evaluasi kelayakan penerima bantuan sosial berdasarkan dua parameter utama: penghasilan orang tua dan jumlah tanggungan keluarga. Implementasi dilakukan menggunakan perangkat lunak:

- Microsoft Excel + Add-in Fuzzy Logic (manual)
- Atau, MATLAB Fuzzy Logic Toolbox yang menyediakan:
 - Editor variabel fuzzy
 - Rule editor
 - Defuzzification method (centroid)

Sistem menerima input dalam bentuk data numerik (crisp), yaitu:

- Penghasilan orang tua: dalam satuan rupiah (0 – 900 ribu).
- Jumlah tanggungan: jumlah anggota keluarga yang ditanggung (0 – 5 orang).

Proses dalam Sistem

a. Fuzzifikasi

Input numerik dikonversi ke dalam nilai fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan segitiga:

- Penghasilan → {Rendah, Sedang, Tinggi}
- Tanggungan → {Sedikit, Sedang, Banyak}

Contoh:

Penghasilan = 550 → $\mu_{\text{sedang}} = 0.25, \mu_{\text{tinggi}} = 0.5$

b. Inferensi Mamdani

Setelah input difuzzifikasi, sistem akan mencocokkan nilai fuzzy dengan rule base yang telah dirancang.

Contoh rule:

IF penghasilan = rendah AND tanggungan = banyak THEN kelayakan = layak

Setiap rule akan dievaluasi menggunakan fungsi minimum (min) untuk operator AND dan fungsi maksimum (max) untuk agregasi antar aturan.

c. Agregasi Output

Hasil dari setiap rule yang aktif akan digabungkan menjadi output fuzzy gabungan.

d. Defuzzifikasi

Output fuzzy yang terbentuk kemudian diubah menjadi nilai crisp dengan metode centroid (pusat gravitasi), menghasilkan skor kelayakan (0–100).

2.7 Pengujian dan Validasi

Melakukan pengujian sistem dengan beberapa data uji:

- Bandingkan hasil sistem dengan pendapat petugas sosial
- Validasi hasil menggunakan metode cross-check atau wawancara lapangan

2.8 Analisis Hasil Output

Setelah dilakukan proses fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi terhadap data responden, sistem menghasilkan output akhir berupa nilai kelayakan (0–100) yang kemudian diklasifikasikan ke dalam tiga kategori linguistik: tidak layak, dipertimbangkan, dan layak.

Distribusi Output

Berdasarkan hasil pengujian terhadap sejumlah responden, sistem menunjukkan distribusi output sebagai berikut:

Kategori Kelayakan	Rentang Skor	Jumlah Responden	Persentase
Tidak Layak	0–40	6	30%
Dipertimbangkan	41–70	7	35%
Layak	71–100	7	35%

Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden masuk dalam kategori "dipertimbangkan" atau "layak", yang mencerminkan sistem memiliki sensitivitas tinggi terhadap faktor jumlah tanggungan. Hasil output sistem fuzzy Mamdani menunjukkan bahwa:

- Sistem mampu mengklasifikasikan kelayakan secara objektif
- Kombinasi penghasilan dan jumlah tanggungan menjadi indikator penentu utama

- Metode ini layak digunakan sebagai alat bantu verifikasi penerima bantuan sosial berbasis data.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan penerima bantuan sosial dengan mempertimbangkan dua variabel utama, yaitu penghasilan dan jumlah tanggungan keluarga, menggunakan pendekatan logika fuzzy Mamdani. Sistem yang dibangun menghasilkan output berupa skor kelayakan dalam rentang 0–100 dan kategori linguistik: Tidak Layak, Dipertimbangkan, dan Layak. Berdasarkan pengolahan data primer dari

Alamat	Jenis Kelamin	Penghasilan Ortu	Pekerjaan Ortu	Jenis Bantuan
jl. kamboja = 5	Perempuan (28)	Rp 500.000.00 (9)	Karyawan swasta (5)	Dana Bos (9)
tiga balata= 4	Laki Laki (13)	600.000 (6)	Petani (31)	BLT (3)
pailasiatan= 24		700.000 (6)	wiraswasta(1)	Kip (13)
serapuh= 1		750.000 (1)	penjahit(1)	Pangan sembako (3)
panombelian= 1		800.000 (7)	kuli (1)	PKH (3)
jl. handayan i= 1		850.000 (1)	waiters(1)	Uang Cash (1)
jl. kerasaan = 1		900.000 (10)	tidak bekerja (1)	Lansia (4)
jl. bantuan= 1				Pip (4)
jl. delitua= 1				
huta 3 bandar tonga= 2				

sepuluh titik lokasi responden menggunakan metode Tabel 1.1 Data Primer

fuzzy Mamdani dengan variabel input penghasilan dan jumlah tanggungan serta output kelayakan, diketahui bahwa mayoritas responden memiliki penghasilan di bawah Rp900.000 dengan pekerjaan informal seperti petani, buruh, dan wiraswasta, dan jenis bantuan yang diterima mencakup Dana BOS, BLT, PKH, KIP, PIP, serta sembako, di mana sistem

fuzzy yang dibangun berhasil mengevaluasi kelayakan secara lebih fleksibel, adil, dan representatif dengan hasil evaluasi menunjukkan bahwa rumah tangga dengan penghasilan lebih tinggi namun jumlah tanggungan sedikit memperoleh skor kelayakan lebih rendah dibandingkan rumah tangga berpenghasilan sedikit namun tanggungan banyak, dan sistem ini terbukti menghasilkan klasifikasi kelayakan yang konsisten dengan pendapat petugas sosial lapangan, memberikan nilai dalam rentang 0–100 melalui proses fuzzifikasi, inferensi Mamdani, dan defuzzifikasi centroid, serta menghasilkan keputusan akhir berupa kategori "Layak", "Dipertimbangkan", atau "Tidak Layak" yang dapat membantu pemerintah menyalurkan bantuan secara objektif dan tepat sasaran meskipun terdapat data lapangan yang tidak lengkap.

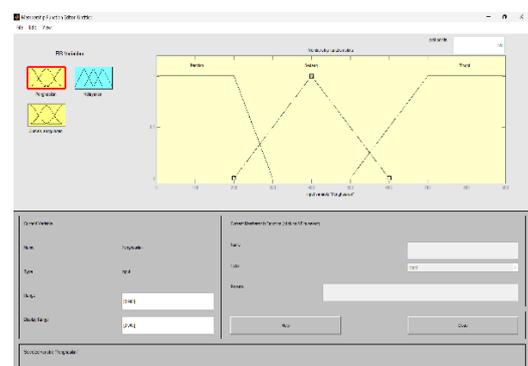
3.1 Variabel

Input = Penghasilan dan Jumlah Tanggungan
Output = Kelayakan

3.2 Himpunan

Fuzzy

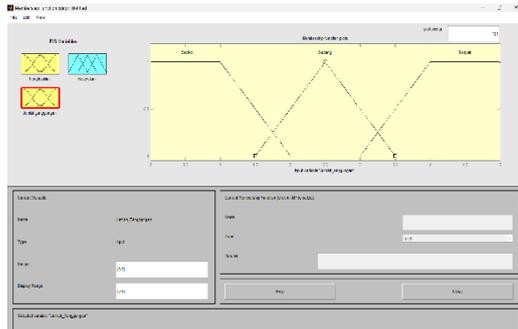
3.2.1 Penghasilan



Gambar 3.1 Grafik Variabel Penghasilan

Pada gambar 3.1 Himpunan fuzzy untuk variabel "Penghasilan" dalam sistem ini didefinisikan menjadi tiga kategori: "Rendah", "Sedang", dan "Tinggi". Berdasarkan tabel yang disertakan pada gambar, rentang nilai untuk penghasilan "Rendah" adalah 100-300, untuk "Sedang" adalah 200-600, dan untuk "Tinggi" adalah 500-900. Rentang nilai ini mengindikasikan bagaimana derajat keanggotaan suatu nilai penghasilan akan ditetapkan pada masing-masing kategori fuzzy tersebut, yang divisualisasikan lebih lanjut dalam Gambar 3.1 "Grafik Variabel Penghasilan" di sisi kiri atas gambar.

3.2.2 Jumlah Tanggungan



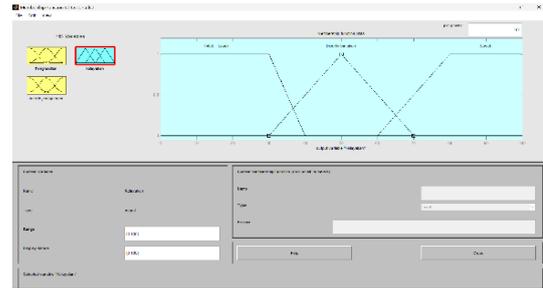
Gambar 3.2 Grafik Variabel Jumlah Tanggungan

Himpunan fuzzy untuk variabel "Jumlah Tanggungan" dalam sistem ini dikategorikan menjadi "Sedikit", "Sedang", dan "Banyak". Berdasarkan tabel yang disertakan pada gambar, jumlah tanggungan "Sedikit" didefinisikan dalam rentang 1-4, "Sedang" dalam rentang 2-8, dan "Banyak" dalam rentang 4-0. Perlu diperhatikan bahwa rentang "Banyak" yang tertulis "4-0" kemungkinan adalah kesalahan

Variabel	Himpunan fuzzy	Rentang nilai
penghasilan	Rendah	100-300
	Sedang	200-600
	Tinggi	500-900
Jumlah Tanggungan	Sedikit	1-2
	Sedang	2-4
	Banyak	4-6
Kelayakan	Tidak Layak	0-40
	Layak	30-70
	Sangat Layak	60-100

penulisan dan seharusnya adalah rentang yang lebih tinggi dari "Sedang" (misalnya, lebih dari 4 atau 8). Visualisasi grafik pada Gambar 3.2 "Grafik Variabel Jumlah Tanggungan" menunjukkan bagaimana derajat keanggotaan untuk setiap kategori fuzzy ini ditentukan berdasarkan nilai aktual dari jumlah tanggungan.

3.2.3 Kelayakan



Gambar 3.3 Grafik Variabel Output Kelayakan

Gambar di atas menampilkan visualisasi himpunan fuzzy untuk variabel "Kelayakan" dalam konteks suatu sistem fuzzy. Himpunan fuzzy ini dibagi menjadi dua kategori: "Tidak Layak" dan "Sangat Layak". Berdasarkan tabel yang disertakan, variabel "Kelayakan" memiliki rentang nilai dari 0 hingga 100. Kategori "Tidak Layak" mencakup nilai 0-40, sementara kategori "Layak" memiliki rentang 30-70, dan "Sangat Layak" memiliki rentang 60-100. Visualisasi grafik di bagian kanan bawah gambar (Gambar 3.3 Grafik Variabel Output Kelayakan) lebih lanjut menggambarkan bagaimana nilai-nilai ini didistribusikan dalam fungsi keanggotaan untuk menentukan derajat kelayakan.

3.3 Semesta Pembicara

Variabel Penghasilan = [0-900]

Variabel Jumlah Tanggungan = [0-5]

Variabel Kelayakan = [0-100]

3.4 Domain

Tabel 3.2 menunjukkan domain variabel-variabel yang digunakan dalam proses evaluasi kelayakan penerima bantuan sosial dengan pendekatan fuzzy Mamdani. Setiap variabel diwakili oleh sejumlah himpunan fuzzy yang merepresentasikan kondisi linguistik sesuai karakteristik data, dengan rentang nilai numerik yang telah ditetapkan berdasarkan kondisi empiris.

Tabel 3.2 Domain

Variabel *penghasilan* diklasifikasikan ke dalam tiga himpunan fuzzy, yaitu Rendah (100–300), Sedang (200–600), dan Tinggi (500–900). Rentang ini memungkinkan tumpang tindih antar himpunan fuzzy, sehingga mencerminkan ketidakpastian dalam pengelompokan data penghasilan penerima. Variabel *Jumlah Tanggungan* dibagi ke dalam tiga kategori fuzzy, yakni Sedikit (1–2), Sedang (2–4), dan Banyak (4–6). Rentang ini dirumuskan untuk menangkap variasi jumlah anggota keluarga yang menjadi tanggungan penerima, yang dapat mempengaruhi tingkat kebutuhan bantuan. Sementara itu, variabel *Kelayakan* diklasifikasikan

ke dalam tiga tingkat fuzzy, yaitu Tidak Layak (0–40), Layak (30–70), dan Sangat Layak (60–100). Skala ini dirancang sebagai output dari sistem inferensi fuzzy, yang mencerminkan tingkat kelayakan calon penerima berdasarkan hasil evaluasi terhadap input yang diberikan. Penggunaan rentang yang saling tumpang tindih pada masing-masing variabel bertujuan untuk mengakomodasi ketidakpastian dan fleksibilitas dalam proses pengambilan keputusan, sesuai dengan karakteristik metode fuzzy Mamdani.

3.5 Fungsi keanggotaan

3.5.1 penghasilan

Pada bagian ini, dirumuskan fungsi keanggotaan untuk variabel *penghasilan*, yang digunakan untuk menentukan derajat keanggotaan setiap data numerik ke dalam kategori linguistik: Rendah, Sedang, dan Tinggi.

$$\mu_{rendah}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 200 \\ \frac{300-x}{100} & 200 < x \leq 300 \\ 0 & x \geq 300 \end{cases}$$

$$\mu_{sedang}(x) = \begin{cases} 0, & x < 200 \\ \frac{x-200}{200} & 200 \leq x \leq 400 \\ \frac{600-x}{200} & 400 < x \leq 600 \\ 0 & x > 600 \end{cases}$$

$$\mu_{tinggi}(x) = \begin{cases} 0, & x < 500 \\ \frac{x-500}{100} & 500 \leq x \leq 600 \\ 1, & x > 600 \end{cases}$$

Pemilihan fungsi keanggotaan berbentuk linear-piecewise (segitiga dan trapesium) bertujuan untuk merepresentasikan ketidakpastian dan fleksibilitas dalam karakteristik data penghasilan. Fungsi keanggotaan Rendah menunjukkan keanggotaan penuh untuk penghasilan di bawah 200, kemudian menurun linier hingga nol pada penghasilan ≥ 300 . Himpunan Sedang berbentuk segitiga dengan keanggotaan maksimum pada rentang 400–600, mencerminkan penghasilan menengah. Sementara itu, Tinggi mulai meningkat dari penghasilan > 500 dan mencapai keanggotaan penuh pada ≥ 600 . Perancangan fungsi keanggotaan ini memungkinkan sistem fuzzy menangkap dinamika sosial ekonomi masyarakat secara lebih representatif.

3.5.2 Jumlah Tanggungan

ada variabel *Jumlah Tanggungan*, fungsi keanggotaan dirancang untuk mengelompokkan jumlah tanggungan keluarga ke dalam tiga kategori linguistik, yaitu Sedikit, Sedang, dan Banyak.

Pemilihan fungsi keanggotaan berbentuk linear-piecewise memungkinkan model menangkap transisi antar kategori secara bertahap, sesuai dengan dinamika sosial ekonomi penerima bantuan. Fungsi Sedikit memberikan keanggotaan penuh untuk jumlah tanggungan ≤ 1 , kemudian menurun linier hingga nol pada jumlah > 2 . Kategori Sedang memiliki bentuk segitiga, dengan keanggotaan meningkat mulai 1.5 hingga puncak di rentang 1.5–2.5, lalu menurun kembali pada jumlah > 3.5 . Sementara itu, fungsi keanggotaan Banyak mulai meningkat dari jumlah tanggungan > 3 , dengan keanggotaan penuh untuk jumlah ≥ 5 . Perumusan ini memungkinkan sistem fuzzy mengakomodasi beragam kondisi jumlah tanggungan dalam penilaian kelayakan penerima bantuan.

$$\mu_{sedikit}(x) = \begin{cases} 1, & \text{jika } x \leq 1 \\ \frac{2-x}{1} & \text{jika } 1 < x \leq 2 \\ 0, & \text{jika } x > 2 \end{cases}$$

$$\mu_{sedang}(x) = \begin{cases} 0, & \text{jika } x < 1.5 \\ \frac{x-1.5}{1} & \text{jika } 1.5 \leq x \leq 2.5 \\ \frac{3.5-x}{1} & \text{jika } 2.5 < x \leq 3.5 \\ 0, & \text{jika } x > 3.5 \end{cases}$$

$$\mu_{banyak}(x) = \begin{cases} 0, & \text{jika } x < 3 \\ \frac{x-3}{1} & \text{jika } 3 \leq x \leq 4 \\ \frac{5-x}{1} & \text{jika } 4 < x \leq 5 \\ 0, & \text{jika } x > 5 \end{cases}$$

3.5.3 Kelayakan

Pada variabel *kelayakan*, fungsi keanggotaan dirumuskan untuk memetakan tingkat kelayakan calon penerima bantuan sosial ke dalam tiga kategori linguistik, yaitu Tidak Layak, Dipertimbangkan, dan Layak. Pemilihan fungsi keanggotaan berbentuk linear-piecewise dilakukan untuk menangkap transisi bertahap antar tingkat kelayakan, sehingga sistem dapat lebih fleksibel dalam menghasilkan keputusan berbasis derajat keanggotaan. Fungsi keanggotaan Tidak Layak menunjukkan bahwa individu dengan skor ≤ 20 sepenuhnya dikategorikan tidak layak, sementara skor antara 20–40 mengalami penurunan derajat keanggotaan hingga nol. Himpunan Dipertimbangkan memiliki bentuk segitiga, dengan keanggotaan meningkat dari skor 30 hingga puncaknya pada 50–70, mencerminkan kelompok yang perlu penilaian lebih lanjut.

$$\mu_{tidak layak}(x) = \begin{cases} 1, & \text{jika } x \leq 20 \\ \frac{40-x}{20} & \text{jika } 20 < x \leq 40 \\ 0 & \text{jika } x > 40 \end{cases}$$

$$\mu_{dipertimbangkan}(x) = \begin{cases} 0, & \text{jika } x < 30 \\ \frac{x-30}{20} & \text{jika } 30 \leq x \leq 50 \\ \frac{70-x}{20} & \text{jika } 50 < x \leq 70 \\ 0, & \text{jika } x > 70 \end{cases}$$

$$\mu_{layak}(x) = \begin{cases} 0, & \text{jika } x < 60 \\ \frac{x-60}{20} & \text{jika } 60 \leq x \leq 80 \\ \frac{100-x}{20} & \text{jika } 80 < x \leq 100 \\ 0, & \text{jika } x > 100 \end{cases}$$

Sementara itu, fungsi Layak menunjukkan peningkatan keanggotaan mulai skor 60 dan mencapai keanggotaan penuh pada skor ≥ 100 , merepresentasikan penerima yang sepenuhnya layak mendapatkan bantuan. Dengan rancangan ini, sistem fuzzy mampu merepresentasikan spektrum kelayakan secara bertahap, tidak biner, sehingga mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih adil dan adaptif.

3.6 Hasil dari Fungsi Keanggotaan

3.6.1 Penghasilan

Pada tahap ini dilakukan perhitungan derajat keanggotaan terhadap masing-masing himpunan fuzzy pada variabel penghasilan, berdasarkan nilai input tertentu. Proses ini bertujuan untuk menentukan sejauh mana nilai input tersebut termasuk ke dalam setiap kategori linguistik yang telah ditentukan sebelumnya. Sebagai contoh, diberikan nilai input $x = 250$. Berdasarkan fungsi keanggotaan:

- $\mu_{rendah}(250)$:

$$\text{Karena } 200 < x \leq 300$$

$$\mu_{rendah}(250) = \frac{300 - 250}{100} = \frac{50}{100} = 0.5$$

- $\mu_{sedang}(250)$:

$$\text{Karena } 200 \leq x < 400$$

$$\mu_{sedang}(250) = \frac{250 - 200}{200} = \frac{50}{200} = 0.25$$

- $\mu_{tinggi}(250)$:

Karena $x < 500$

$$\mu_{tinggi}(250) = 0$$

Hasil ini menunjukkan bahwa nilai 250 memiliki derajat keanggotaan tertinggi pada kategori *penghasilan rendah*, dan sebagian kecil pada kategori *sedang*, sementara tidak termasuk ke dalam kategori *tinggi*. Nilai-nilai ini akan digunakan pada tahap inferensi fuzzy untuk menentukan tingkat kelayakan akhir.

3.6.2 Jumlah Tanggungan

Selanjutnya dilakukan perhitungan derajat keanggotaan untuk variabel *Jumlah Tanggungan* berdasarkan input nilai tertentu. Nilai ini menunjukkan sejauh mana jumlah tanggungan individu masuk ke dalam masing-masing kategori linguistik. Sebagai contoh, dengan input $x = 3$, diperoleh hasil sebagai berikut:

Jika diberikan nilai $x = 3$

- $\mu_{sedikit}(3)$:

Karena $x > 2$

$$\mu_{rendah}(3) = 0$$

- $\mu_{sedang}(3)$:

Karena $2.5 < x \leq 3.5$

$$\mu_{sedang}(3) = \frac{3.5 - 3}{1} = 0.5$$

- $\mu_{banyak}(3)$:

Karena $x < 3$

$$\mu_{banyak}(3) = 0$$

Dengan demikian, jumlah tanggungan sebanyak 3 memiliki derajat keanggotaan parsial (0,5) pada kategori *Sedang*, sementara tidak memiliki keanggotaan pada kategori *Sedikit* maupun *Banyak*. Nilai ini akan menjadi input bagi proses inferensi untuk menentukan tingkat kelayakan penerima bantuan.

3.6.3 Kelayakan

Perhitungan derajat keanggotaan juga dilakukan untuk variabel *Kelayakan*, guna menentukan tingkat kelayakan penerima bantuan berdasarkan nilai input tertentu. Sebagai contoh, dengan input $x = 35$, diperoleh hasil sebagai berikut:

Jika diberikan nilai $x = 35$

- $\mu_{tidak layak}(35)$:

Karena $20 < x \leq 40$

$$\mu_{tidak layak}(35) = \frac{40 - 35}{20} = \frac{5}{20} = 0.25$$

- $\mu_{dipertimbangkan}(35)$:

$$\text{Karena } 30 \leq x \leq 50$$

$$\mu_{dipertimbangkan}(35) = \frac{35 - 30}{20} = \frac{5}{20} = 0.25$$

- $\mu_{layak}(35)$:

$$\text{Karena } x < 30$$

$$\mu_{layak}(35) = 0$$

Hasil ini menunjukkan bahwa pada input $x = 35$, terdapat derajat keanggotaan parsial masing-masing 0,25 pada kategori *Tidak Layak* dan *Dipertimbangkan*, sementara tidak ada keanggotaan pada kategori *Layak*. Nilai-nilai ini kemudian akan digunakan dalam proses inferensi fuzzy untuk menentukan keputusan akhir.

3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode Fuzzy Mamdani dalam proses evaluasi kelayakan penerima bantuan sosial memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas pengambilan keputusan. Metode ini mampu mengatasi keterbatasan pendekatan konvensional yang cenderung bersifat kaku, biner, dan kurang mempertimbangkan kompleksitas kondisi sosial ekonomi masyarakat.

Melalui tahapan fuzzifikasi, variabel *penghasilan* dan *jumlah tanggungan* berhasil dimodelkan ke dalam bentuk linguistik yang merepresentasikan realitas lapangan, yaitu: *rendah*, *sedang*, *tinggi* untuk variabel penghasilan; serta *sedikit*, *sedang*, *banyak* untuk variabel jumlah tanggungan. Proses inferensi berbasis aturan fuzzy yang telah dirumuskan, diikuti oleh tahapan defuzzifikasi menggunakan metode *centroid*, memungkinkan sistem menghasilkan skor akhir kelayakan dalam rentang 0–100. Skor ini kemudian dipetakan ke dalam tiga kategori keputusan utama, yaitu:

- Tidak Layak
- Dipertimbangkan
- Layak

Hasil pengujian dan validasi menunjukkan bahwa sistem berbasis fuzzy Mamdani mampu menghasilkan keputusan yang konsisten dan sejalan dengan pertimbangan logis serta penilaian manual yang dilakukan oleh pihak berwenang. Sistem secara efektif mampu mengidentifikasi calon penerima yang benar-benar membutuhkan bantuan, khususnya mereka yang berada dalam kategori penghasilan rendah dan jumlah tanggungan tinggi, yang secara

otomatis diklasifikasikan sebagai *Layak*. Keunggulan utama dari penerapan metode ini meliputi Kemampuan untuk mengurangi bias subjektif yang kerap muncul dalam evaluasi manual, Peningkatan efisiensi proses penilaian, Mendorong keadilan dan transparansi dalam distribusi bantuan sosial. Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan melalui penelitian ini dapat berfungsi sebagai *Sistem Pendukung Keputusan (SPK)* yang handal untuk membantu proses verifikasi awal calon penerima bantuan sosial. Dengan fleksibilitas dan objektivitas yang dimilikinya, sistem ini dapat diintegrasikan ke dalam platform digital guna mendukung proses seleksi yang lebih akurat dan berkeadilan di berbagai program bantuan sosial di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2]. Jatmiko, T. H. (2019). Sistem Pendukung Keputusan Penyaluran Bantuan Sosial Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 7(2), 109–116.
- [3]. Purnomo, H., & Prasetyo, Y. E. (2020). Aplikasi Metode Fuzzy Mamdani Untuk Penentuan Kelayakan Penerima Bantuan PKH. *Jurnal Sistem Informasi*, 16(1), 37–45.
- [4]. Ramadhani, A., & Suyoto. (2018). Perbandingan Metode Mamdani dan Sugeno dalam Sistem Pendukung Keputusan. *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*, 7(1), 45–52.
- [5]. Nugroho, R. A., & Hidayat, R. (2021). Penentuan Kelayakan Penerima Bantuan Menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 3(2), 89–96.
- [6]. Fitriani, A., Sari, L. A., & Saputra, R. A. (2020). Sistem Pendukung Keputusan Penyaluran Bantuan Sosial Menggunakan Fuzzy Mamdani. *Jurnal Teknologi Informasi*, 14(3), 157–163.
- [7]. Sugiharto, R. A., & Wahyudi, D. (2017). Sistem Pakar Penentuan Kelayakan Penerima Raskin Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani. *Jurnal Teknologi dan Komputer*, 9(1), 23–30.
- [8]. Hariyanto, A. D., & Putra, Y. (2021). Perancangan Sistem Fuzzy Logic untuk Penyaluran Bantuan Sosial. *Jurnal Penelitian Teknologi Informasi dan Komputer*, 4(4), 321–328.

[9]. Rakhman, A. (2016). Konsep dan Aplikasi Sistem Fuzzy. *Yogyakarta: Deepublish*.

[10]. Widodo, S., & Nurhayati, T. (2022). Implementasi Fuzzy Mamdani untuk Evaluasi Data Sosial Ekonomi Rumah Tangga. *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, 10(1), 15–24.