

Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Dalam Klasifikasi Kategori Berat Badan Berbasis IMT

Matelda Yunanta Ambon^{1*}, Juniver Veronika Lili², Victor Bandhaso³, Masna Wati⁴

Anandita Septiarini⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Informatika, Universitas Mulawarman

*mateldayunantaambon@gmail.com

Abstrak

Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan metode klasifikasi berat badan berdasarkan perbandingan berat dan tinggi badan. Namun, akurasi sering dipertanyakan karena tidak mempertimbangkan faktor usia dan jenis kelamin yang turut memengaruhi komposisi tubuh. Penelitian ini mengimplementasikan logika fuzzy Mamdani untuk mengklasifikasikan berat badan berdasarkan IMT dengan mempertimbangkan usia dan jenis kelamin. Sistem menggunakan fungsi keanggotaan fuzzy untuk menentukan kategori Kurus, Normal, Gemuk, dan Obesitas secara dinamis, dan dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan visualisasi interaktif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan klasifikasi yang lebih adaptif dan personal. Nilai defuzzifikasi, seperti 59.48 untuk IMT 24.22, menunjukkan klasifikasi sesuai standar WHO, yakni kategori Normal. Sistem juga membuktikan bahwa klasifikasi dapat berbeda untuk IMT yang sama jika usia atau jenis kelamin berbeda, sebagaimana ditunjukkan dalam visualisasi multi-demografis. Metode defuzzifikasi centroid menghasilkan output yang stabil dan representatif. Evaluasi menunjukkan sistem memiliki akurasi tinggi, konsistensi rule base, serta kemampuan menangani ketidakpastian data. Dengan demikian, sistem ini menjadi alternatif yang lebih fleksibel dibandingkan metode konvensional dalam klasifikasi berat badan.

Kata kunci : Berat Badan, Fuzzy Mamdani, IMT, Jenis Kelamin, Klasifikasi, Usia

Abstract

Body Mass Index (BMI) is a common method used to classify body weight based on the ratio of weight to height. However, its accuracy is often questioned because it does not account for age and gender, which also influence body composition. This study implements the Mamdani fuzzy logic approach to classify body weight based on BMI while considering age and gender. The system utilizes fuzzy membership functions to dynamically determine categories such as Underweight, Normal, Overweight, and Obese, and is developed using the Python programming language with interactive visualizations. Testing results show that the system can provide more adaptive and personalized classifications. Defuzzification values, such as 59.48 for a BMI of 24.22, indicate a classification consistent with WHO standards—namely, the Normal category. The system also demonstrates that classification results may vary for the same BMI when age or gender differs, as illustrated in multi-demographic visualizations. The centroid defuzzification method produces stable and representative outputs. Evaluation results show high accuracy, consistency in rule base, and an ability to handle data uncertainty. Thus, this system serves as a more flexible alternative to conventional methods in body weight classification.

Keywords : BMI, Classification, Fuzzy Mamdani, Gender, Weight, Age.

1. Pendahuluan

Indeks Massa Tubuh (IMT) Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan salah satu parameter yang umum digunakan untuk menilai status gizi dan kesehatan seseorang berdasarkan

perbandingan berat dan tinggi badan. IMT banyak digunakan di bidang kesehatan masyarakat, klinik, maupun pemantauan pribadi untuk menentukan apakah seseorang termasuk kategori berat badan kurang, normal, berlebih,

atau obesitas sesuai standar WHO [1]. Namun, metode klasifikasi IMT konvensional memiliki keterbatasan dalam menangani variasi kondisi individu dan ketidakpastian data. IMT tidak sepenuhnya merepresentasikan komposisi tubuh atau kondisi kesehatan secara menyeluruh, dan perbedaan kecil pada nilai IMT dapat menyebabkan perubahan kategori yang signifikan[2]. Sistem klasifikasi manual atau berbasis ambang tetap juga memiliki kelemahan. Pertama, kurang fleksibel dalam menangani nilai IMT yang berada di batas antar kategori, sehingga rawan bias[3]. Kedua, metode ini kaku karena tidak mempertimbangkan ketidakpastian input dan faktor pendukung lain. Ketiga, hasil klasifikasi sering kali subjektif dan tidak konsisten antar pengguna[4]. Untuk mengatasi masalah tersebut, pendekatan berbasis kecerdasan buatan seperti logika fuzzy menawarkan solusi yang lebih adaptif. Logika fuzzy Mamdani efektif karena memodelkan penalaran manusia dengan aturan IF-THEN yang fleksibel dan menghasilkan output linguistik yang mudah dipahami. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa metode ini lebih toleran terhadap variasi data dibanding metode konvensional[5][6]. Salah satunya, Rustam dan Gunawan (2021) mengembangkan aplikasi fuzzy untuk menghitung kebutuhan kalori harian berdasarkan berat badan, tinggi badan, dan aktivitas fisik. Hasilnya, metode fuzzy Mamdani

terbukti meningkatkan akurasi dan toleransi terhadap ketidakpastian dalam klasifikasi status gizi dan berat badan[7].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem klasifikasi kategori berat badan berbasis IMT menggunakan logika fuzzy Mamdani. Sistem ini diharapkan mampu mengoptimalkan proses klasifikasi dengan mempertimbangkan nilai IMT secara dinamis menggunakan basis aturan fuzzy. Selain itu, sistem ini dirancang untuk memberikan hasil klasifikasi yang lebih adaptif dan konsisten dibandingkan metode konvensional. Signifikansi penelitian ini terletak pada beberapa aspek penting. Pertama, kontribusi terhadap pengembangan sistem klasifikasi status gizi berbasis kecerdasan buatan dengan logika fuzzy Mamdani. Kedua, sistem ini dapat menjadi solusi alternatif yang lebih fleksibel dan akurat dibandingkan metode klasifikasi IMT konvensional. Ketiga, hasil penelitian ini dapat menjadi landasan pengembangan sistem monitoring kesehatan berbasis teknologi fuzzy yang lebih kompleks, dengan potensi integrasi ke sistem digital health dan Internet of Things (IoT) di masa mendatang[8].

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Penelitian Terkait

Tinjauan penelitian terdahulu menjadi sumber referensi penting dalam memperkaya landasan

teori dan kerangka analisis untuk penelitian ini. Penulis mengutip beberapa penelitian sebelumnya yang relevan sebagai acuan untuk memperdalam kajian dan mendukung pengembangan sistem klasifikasi berat badan menggunakan logika fuzzy Mamdani.

- Penelitian yang dilakukan oleh Faradisa, I. S., Muhammad, R. P., dan Girindraswari, D. A. (2022) berjudul "*A Design of Body Mass Index (BMI) and Body Fat Percentage Device Using Fuzzy Logic*" mengembangkan perangkat untuk menentukan kategori IMT dan persentase lemak tubuh secara otomatis menggunakan logika fuzzy Mamdani. Pengujian menunjukkan bahwa klasifikasi sistem ini konsisten dengan perhitungan manual dan alat standar, sehingga dapat digunakan untuk pemantauan gizi secara real-time^[9].
- Penelitian yang dilakukan Zhang et al. (2021) berjudul "*Demographic-aware BMI Classification using Fuzzy Logic Approach*" menambahkan variabel demografis seperti usia dan jenis kelamin dalam sistem fuzzy Mamdani untuk meningkatkan akurasi klasifikasi IMT. Penelitian ini menekankan bahwa faktor demografis berpengaruh terhadap distribusi lemak tubuh, sehingga model fuzzy yang dikembangkan menjadi lebih relevan dan representatif dibandingkan pendekatan konvensional^[11].
- Kumar dan Sharma (2020) dalam *Journal of Intelligent Systems* melalui penelitian berjudul "*Fuzzy Logic-based Decision Support System for Nutritional Status Classification*" merancang sistem pendukung keputusan bagi tenaga medis untuk menilai status gizi berdasarkan IMT. Sistem ini menggunakan metode fuzzy Mamdani dengan input berupa berat dan tinggi badan serta fungsi keanggotaan linguistik, dan menghasilkan klasifikasi yang mudah dipahami dan cukup akurat untuk keperluan medis awal^[10].
- Penelitian oleh Aulia dan Warisa (2021) yang berjudul "*Menentukan Tingkat Produksi Bakso Dari Tahun 2019–2020 Dengan Teknik Artificial Intelligence Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani*" mengimplementasikan metode fuzzy Mamdani untuk memprediksi kebutuhan produksi warung bakso. Hasil sistem digunakan untuk memperkirakan biaya dan hasil produksi tertinggi selama periode tersebut. Penelitian ini mendukung efektivitas logika fuzzy sebagai alat bantu pengambilan keputusan berbasis data historis dan ketidakpastian^[12].
- Mardhavi, A., Sihananto, A. N., dan Nurlaili, A. L. (2025) pada penelitian berjudul "*Implementasi Logika Fuzzy Untuk Pemeriksaan Gizi Berdasarkan IMT Pada*

Aplikasi Fitpriority mengembangkan aplikasi pemeriksaan status gizi berbasis fuzzy Mamdani. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan fuzzy Mamdani mampu meningkatkan fleksibilitas dan akurasi klasifikasi gizi^[13].

- Penelitian oleh Permana dan Patwari (2021) yang berjudul "*Komparasi Metode Klasifikasi Data Mining Decision Tree dan Naïve Bayes Untuk Prediksi Penyakit Diabetes*" membandingkan metode klasifikasi decision tree dan naïve Bayes untuk prediksi diabetes. Hasilnya, decision tree memberikan akurasi lebih tinggi (95,58%, AUC 0,981) dibanding naïve Bayes. Meski tidak menggunakan logika fuzzy, penelitian ini tetap relevan karena sama-sama mengembangkan sistem klasifikasi berbasis kecerdasan buatan dalam bidang kesehatan^[14].

2.2. Landasan Teori

1. Indeks Massa Tubuh

Indeks Massa Tubuh (IMT) adalah indikator yang digunakan secara luas untuk mengukur status gizi seseorang berdasarkan perbandingan berat badan dan tinggi badan. IMT dihitung dengan rumus:

$$IMT = \frac{Berat\ Badan(kg)}{(Tinggi\ Badan\ (m))^2} \quad (1)$$

IMT dikategorikan ke dalam beberapa klasifikasi seperti kurus, normal, gemuk, dan obesitas, sesuai standar WHO. Meski praktis untuk

keperluan epidemiologi dan skrining kesehatan, IMT tidak membedakan massa otot dan lemak tubuh^{[1][10]}.

2. Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah metode kecerdasan buatan yang menangani data yang tidak pasti dan ambigu. Tidak seperti logika biner yang hanya mengenal 0 dan 1, logika fuzzy menggunakan nilai keanggotaan (μ) antara 0 hingga 1. Langkah-langkah dalam logika fuzzy meliputi:

- Fuzzifikasi : Mengubah nilai input tegas (crisp) menjadi fuzzy.
- Evaluasi Aturan : Menentukan output fuzzy berdasarkan aturan IF-THEN.
- Agregasi : Menggabungkan hasil evaluasi semua aturan.
- Defuzzifikasi : Mengubah output fuzzy menjadi nilai tegas.

Keunggulan logika fuzzy adalah kemampuannya memodelkan pengetahuan pakar dalam bentuk linguistik yang mudah dipahami^{[4][5][11]}.

3. Logika Fuzzy Mamdani

Metode Mamdani merupakan pendekatan fuzzy yang populer karena menggunakan aturan linguistik yang sederhana, seperti:

IF IMT = "Gemuk" AND Usia = "Dewasa" THEN Status = "Gemuk"

Metode ini banyak digunakan untuk klasifikasi dan pengambilan keputusan karena hasilnya mudah dipahami. Dalam klasifikasi berat badan,

Mamdani membantu menentukan kategori berdasarkan IMT dan faktor lain seperti jenis kelamin dan usia [9].

4. Faktor Usia dan Jenis Kelamin dalam Penentuan Status Gizi

Perbedaan komposisi tubuh antara pria dan wanita, serta perubahan seiring usia, menjadikan klasifikasi gizi lebih akurat jika mempertimbangkan faktor usia dan jenis kelamin.

5. Pemrograman Python untuk Sistem Fuzzy
Python merupakan bahasa pemrograman yang fleksibel dan banyak digunakan dalam pengembangan sistem logika fuzzy karena kemampuannya dalam mengelola proses fuzzifikasi hingga defuzzifikasi secara efisien^[16].

3. Metode Penelitian

Kerangka kerja penelitian disusun secara sistematis agar proses penelitian berjalan efisien dan terarah. Gambar alur proses dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1 Alur Penelitian

Berdasarkan diagram alur pada Gambar 1, penelitian ini diawali dengan:

1. Studi Literatur

Peneliti melakukan kajian pustaka terkait konsep Indeks Massa Tubuh (IMT), logika fuzzy

Mamdani, serta studi sebelumnya mengenai klasifikasi status berat badan dan implementasi sistem berbasis fuzzy.

2. Analisis Kebutuhan Sistem

Dilakukan identifikasi kebutuhan sistem, termasuk penentuan input (IMT, usia, jenis kelamin) dan output (kategori berat badan), serta perangkat lunak pendukung.

3. Perancangan Sistem Fuzzy Mamdani

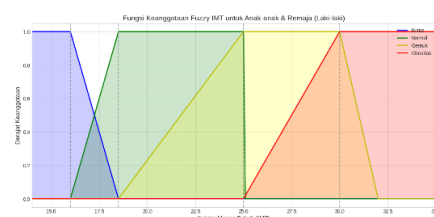
Pada tahap ini, dilakukan perancangan sistem logika fuzzy Mamdani dengan komponen berikut:

a Penentuan variabel input dan output

- Input : IMT, Usia (Anak, Dewasa, Lansia), Jenis Kelamin (Laki-laki, Perempuan)
- Otput : Kategori Berat Badan (Kurus, Normal, Gemuk, Obesitas)

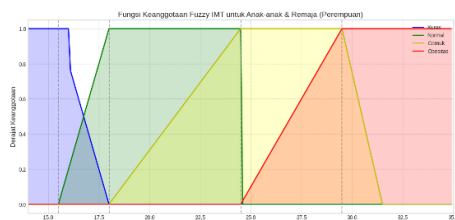
b Penentuan fungsi keanggotaan (membership function)

Fungsi keanggotaan untuk setiap variabel menggunakan bentuk segitiga (triangular) dan trapesium (trapezoidal). Berikut ini visualisasi fungsi keanggotaan ditampilkan menggunakan bahasa pemrograman python berbasis notebook interaktif.

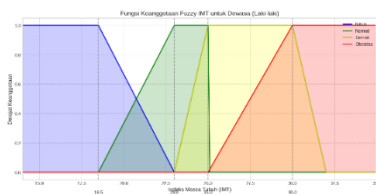


Gambar 2 Grafik Fungsi keanggotaan Fuzzy

IMT untuk Anak-anak & Remaja (Laki-laki) Pada gambar 2 menampilkan fungsi keanggotaan fuzzy IMT untuk anak-anak dan remaja laki-laki, terdiri dari kategori Kurus, Normal, Gemuk, dan Obesitas. *Kurus* maksimal pada $IMT \leq 16.0$ dan turun hingga 18.5. *Normal* aktif di $IMT 16.0-25.0$, dengan puncak di 18.5–25.0. *Gemuk* mulai naik dari 18.5, maksimum di 25.0–30.0, lalu turun hingga 32.0. *Obesitas* aktif mulai $IMT 25.0$ dan mencapai maksimum pada $IMT \geq 30.0$.



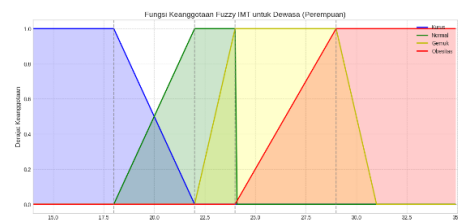
Gambar 3 Grafik Fungsi keanggotaan Fuzzy IMT untuk Anak-anak & Remaja (Perempuan) Pada gambar 3 memperlihatkan fungsi keanggotaan fuzzy IMT untuk anak-anak dan remaja perempuan dengan empat kategori: Kurus, Normal, Gemuk, dan Obesitas. *Kurus* maksimal pada $IMT \leq 15.5$ dan menurun hingga 18.0. *Normal* aktif pada $IMT 15.5-24.5$, dengan puncak di 18.0–24.5. *Gemuk* naik dari $IMT 18.0$, puncak di 24.5–29.5, lalu turun hingga 31.5. *Obesitas* mulai dari $IMT 24.5$ dan maksimum pada $IMT \geq 29.5$.



Gambar 4 Grafik Fungsi keanggotaan Fuzzy

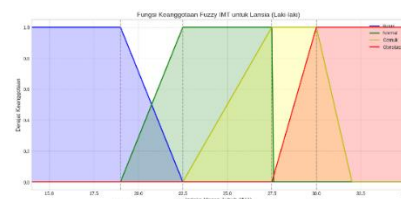
IMT untuk Dewasa (Laki-laki)

Pada gambar 4 menampilkan fungsi keanggotaan fuzzy IMT untuk pria dewasa, terdiri dari kategori Kurus, Normal, Gemuk, dan Obesitas. *Kurus* maksimum pada $IMT \leq 18.5$ dan menurun hingga 23.0. *Normal* aktif di $IMT 18.5-25.0$, dengan puncak di 23.0–25.0. *Gemuk* mulai naik dari 23.0, maksimum di 25.0–30.0, lalu turun hingga 32.0. *Obesitas* dimulai dari $IMT 25.0$ dan maksimum pada $IMT \geq 30.0$.



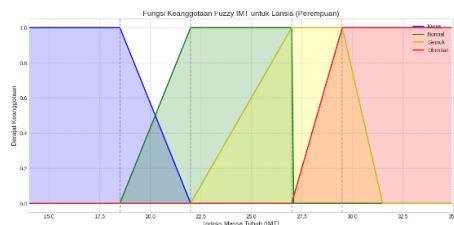
Gambar 5 Grafik Fungsi keanggotaan Fuzzy IMT untuk Dewasa (Perempuan)

Pada gambar 5 menunjukkan fungsi keanggotaan fuzzy IMT untuk perempuan dewasa dengan empat kategori: Kurus, Normal, Gemuk, dan Obesitas. *Kurus* maksimum pada $IMT \leq 18.0$ dan menurun hingga 22.0. *Normal* aktif pada $IMT 18.0-24.0$, puncak di 22.0–24.0. *Gemuk* naik dari 22.0, maksimum di 24.0–29.0, lalu turun hingga 31.0. *Obesitas* dimulai dari $IMT 24.0$ dan mencapai maksimum pada $IMT \geq 29.0$.



Gambar 6 Grafik Fungsi keanggotaan Fuzzy IMT untuk Lansia (Laki-laki)

Pada gambar 6 memperlihatkan fungsi keanggotaan fuzzy IMT untuk lansia laki-laki dengan empat kategori: Kurus, Normal, Gemuk, dan Obesitas. *Kurus* maksimum pada IMT ≤ 19.0 dan menurun hingga 22.5. *Normal* aktif di IMT 19.0–27.5, dengan puncak di 22.5–27.5. *Gemuk* naik dari 22.5, maksimum di 27.5–30.0, lalu turun hingga 32.0. *Obesitas* dimulai dari IMT 27.5 dan maksimum pada IMT ≥ 30.0 .



Gambar 7 Grafik Fungsi keanggotaan Fuzzy IMT untuk Lansia (Perempuan)

Pada gambar 7 menunjukkan fungsi keanggotaan fuzzy IMT untuk lansia perempuan dalam empat kategori: Kurus, Normal, Gemuk, dan Obesitas. *Kurus* maksimum pada IMT ≤ 18.5 dan menurun hingga 22.0. *Normal* aktif di IMT 18.5–27.0, dengan puncak di 22.0–27.0. *Gemuk* naik dari 22.0, maksimum di 27.0–29.5, lalu turun hingga 31.5. *Obesitas* mulai dari IMT 27.0 dan mencapai maksimum pada IMT ≥ 29.5 .

c Penyusunan aturan fuzzy (fuzzy rule base)

Aturan menghubungkan tiga variabel input—Jenis Kelamin, Usia, dan IMT—dengan output Kategori Berat Badan, menggunakan logika linguistik IF-THEN, seperti : IF Jenis Kelamin = Laki-laki AND Usia = Anak AND IMT = Normal

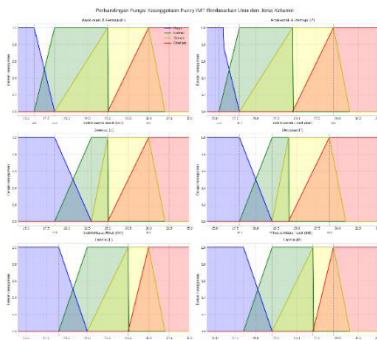
THEN Kategori = Normal.

Dari kombinasi seluruh kemungkinan input, disusun 24 aturan yang menjadi dasar proses inferensi Mamdani (lihat Tabel 1).

Tabel 1. Aturan Fuzzy

No	Jenis Kelamin	Usia	IMT	Kategori
1	Laki-laki	Anak	Kurus	Kurus
2	Laki-laki	Anak	Normal	Normal
3	Laki-laki	Anak	Gemuk	Gemuk
4	Laki-laki	Anak	Obesitas	Obesitas
5	Laki-laki	Dewasa	Kurus	Kurus
6	Laki-laki	Dewasa	Normal	Normal
7	Laki-laki	Dewasa	Gemuk	Gemuk
8	Laki-laki	Dewasa	Obesitas	Obesitas
9	Laki-laki	Lansia	Kurus	Kurus
10	Laki-laki	Lansia	Normal	Normal
11	Laki-laki	Lansia	Gemuk	Gemuk
12	Laki-laki	Lansia	Obesitas	Obesitas
13	Perempuan	Anak	Kurus	Kurus
14	Perempuan	Anak	Normal	Normal
15	Perempuan	Anak	Gemuk	Gemuk
16	Perempuan	Anak	Obesitas	Obesitas
17	Perempuan	Dewasa	Kurus	Kurus
18	Perempuan	Dewasa	Normal	Normal
19	Perempuan	Dewasa	Gemuk	Gemuk
20	Perempuan	Dewasa	Obesitas	Obesitas
21	Perempuan	Lansia	Kurus	Kurus
22	Perempuan	Lansia	Normal	Normal
23	Perempuan	Lansia	Gemuk	Gemuk
24	Perempuan	Lansia	Obesitas	Obesitas

Setelah seluruh aturan fuzzy ditetapkan, langkah selanjutnya adalah memvisualisasikan fungsi keanggotaan untuk setiap kategori berat badan berdasarkan IMT, usia, dan jenis kelamin. Visualisasi ini bertujuan menunjukkan perbedaan rentang dan bentuk fungsi keanggotaan di masing-masing kelompok. Hasil visualisasi ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 8 Visualisasi Perbandingan Fungsi Keanggotaan

Gambar 8 fungsi keanggotaan fuzzy IMT untuk berbagai kelompok usia dan jenis kelamin dalam empat kategori: Kurus, Normal, Gemuk, dan Obesitas. Perbedaan terlihat pada rentang IMT antar kelompok, seperti batas *Normal* yang lebih lebar pada dewasa dibanding anak-anak atau lansia. Terdapat pula selisih kecil antara laki-laki dan perempuan, khususnya pada batas *Gemuk* dan *Obesitas*. Visualisasi ini menunjukkan bagaimana sistem fuzzy Mamdani mengklasifikasikan berat badan secara fleksibel berdasarkan usia dan jenis kelamin.

d Penentuan metode defuzzifikasi

Tahap ini merupakan proses pemilihan metode defuzzifikasi untuk menghasilkan nilai tegas (*crisp value*) dari hasil inferensi fuzzy. Metode yang digunakan adalah Centroid (Center of Gravity) karena:

- Umum digunakan dalam logika fuzzy Mamdani.
- Hasilnya representatif karena mencakup seluruh area kurva.
- Stabil dan akurat untuk berbagai variasi input.

Rumus Centroid:

$$z = \frac{\sum(\mu(x) \times zi)}{\sum \mu(zi)} \quad (2)$$

Keterangan:

- $\mu(x)$ = Derajat keanggotaan dari hasil fuzzifikasi tiap kategori.
- zi = Nilai tegas (konsekuen) yang mewakili tiap kategori.
- $\sum(\mu(x) \times zi)$ = Total hasil perkalian antara derajat keanggotaan dan nilai konsekuen.
- $\sum \mu(zi)$ = Total derajat keanggotaan dari semua kategori aktif
- z = Nilai output crisp hasil defuzzifikasi.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Penelitian

Pengujian dilakukan dengan memasukkan data berat badan, tinggi badan, usia, dan jenis kelamin ke dalam sistem klasifikasi berat badan berbasis IMT menggunakan logika fuzzy Mamdani. Sistem menghasilkan beberapa jenis output, antara lain:

1. Output Utama Sistem

Perhitungan nilai IMT

Sebelum diproses dalam sistem fuzzy, nilai Indeks Massa Tubuh (IMT) dihitung terlebih dahulu menggunakan rumus (1). Misalnya, pengguna dengan berat 70 kg dan tinggi 170 cm (1.70 m) memiliki IMT sebesar:

$$IMT = \frac{70}{(1.70)^2} = 24.22 \text{ kg/m}^2$$

Nilai IMT ini menjadi input utama dalam proses

fuzzifikasi, dan dipetakan ke kategori Kurus, Normal, Gemuk, atau Obesitas berdasarkan derajat keanggotaannya. Contoh output sistem ditampilkan pada Gambar 9.

```

KATEGORI BERAT BADAN BERDASAR INDEKS PASA TUBUH (IMT/PMI)
PERBANDINGAN JUMLAH KELAMIN DAN USIA DENGAN METODE FUZZY MAMDANI

Masukan berat badan (kg): 70
Masukan tinggi badan (cm): 170
Masukan usia (tahun): 24
Masukan jenis kelamin (L/P): L

Nilai Perhitungan IMT (Fuzzy Mamdani)

Kategori Usia : Dewasa (Laki-laki)
Jenis Kelamin : Laki-laki
Berat Badan : 70.0 kg
Tinggi Badan : 170.0 cm
Indeks Massa Tubuh : 24.22 kg/m²

Nilai Fuzzy Inference System:
Derajat Kurus : 0.0000
Derajat Normal : 1.0000
Derajat Gemuk : 0.0000
Derajat Obesitas : 0.0000
Output Defuzzifikasi : 59.48

Kategori Berat Badan : Normal (Ideal)
Kesimpulan : Perawatan aktivitas fisik kardio (150 menit/minggu) dan latihan kekuatan 2x seminggu
    
```

Gambar 9. Output Sistem

Dari hasil tersebut, diketahui bahwa nilai IMT sebesar 24.22 kg/m² menghasilkan output defuzzifikasi sebesar 59.48, yang berada dalam rentang kategori Normal (Ideal) berdasarkan rentang nilai defuzzifikasi yang telah ditentukan sebelumnya.

2. Output Perbandingan Multi-Demografis

Sistem membandingkan hasil klasifikasi berdasarkan usia dan jenis kelamin meski berat dan tinggi sama, seperti gambar di bawah ini.

Perbandingan Klasifikasi dengan Berat dan Tinggi yang Sama:

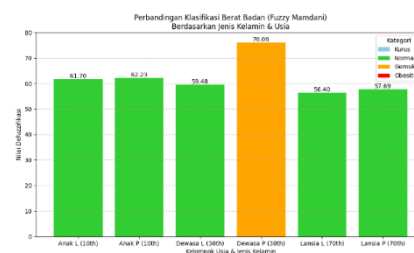
Kelompok	Kategori	Nilai
Anak-anak & Remaja (L, 10th)	Normal (Ideal)	61.70
Anak-anak & Remaja (P, 10th)	Normal (Ideal)	62.23
Dewasa (L, 30th)	Normal (Ideal)	59.48
Dewasa (P, 30th)	Gemuk (Overweight)	76.06
Lansia (L, 70th)	Normal (Ideal)	56.40
Lansia (P, 70th)	Normal (Ideal)	57.69

Gambar 10 Perbandingan Multi-Demografis
Dari hasil Hasil perbandingan menunjukkan bahwa nilai defuzzifikasi berbeda meskipun IMT sama, karena pengaruh usia dan jenis kelamin. Misalnya:

- Seorang Wanita dewasa (30 tahun) dengan berat 70 kg dan tinggi 170 cm diklasifikasikan sebagai *Gemuk*.

- Anak laki-laki dan perempuan usia 10 tahun malah lebih condong ke kategori *Gemuk* karena proporsi tubuh pada usia tersebut berbeda secara fisiologis.
- Untuk lansia, nilai defuzzifikasi lebih rendah, menunjukkan toleransi yang lebih besar terhadap berat badan, karena faktor usia.

memperjelas perbedaan klasifikasi antar usia dan jenis kelamin dengan berat dan tinggi yang sama, sistem menyajikan visualisasi perbandingan multi-demografis pada Gambar 11.



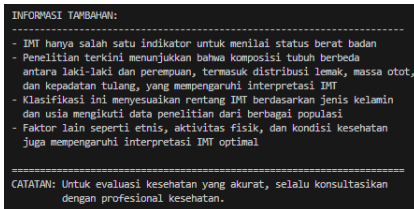
Gambar 11 Visualisasi Grafik Perbandingan Multi-Demografis

Gambar 11 menampilkan grafik batang hasil defuzzifikasi dari berbagai kelompok usia dan jenis kelamin dengan berat dan tinggi yang sama. Warna batang menunjukkan kategori berat badan. Meski nilai IMT sama, hasil klasifikasi berbeda, menunjukkan pengaruh usia dan jenis kelamin dalam interpretasi status berat badan oleh sistem fuzzy Mamdani.

3. Output Informasi Tambahan

Bagian ini menekankan bahwa IMT bukan satu-satunya indikator kesehatan, karena interpretasinya dipengaruhi oleh faktor fisiologis, usia, jenis kelamin, serta faktor eksternal seperti

etnis, aktivitas, dan kondisi medis.

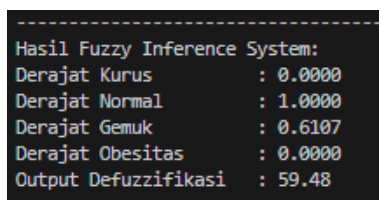


Gambar 12 Output Informasi Tambahan

Pada Gambar 12 menampilkan blok “INFORMASI TAMBAHAN” yang berisi poin penting terkait perbedaan komposisi tubuh, penyesuaian klasifikasi, dan pengaruh faktor luar terhadap interpretasi IMT. Di akhir, terdapat catatan bahwa evaluasi kesehatan sebaiknya dikonsultasikan pada tenaga medis.

4.2. Pembahasan Proses Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan tahap penting dalam logika fuzzy untuk mengubah hasil inferensi berupa derajat keanggotaan menjadi nilai tegas (*crisp*). Penelitian ini menggunakan metode centroid (center of gravity). Nilai IMT yang telah dihitung difuzzifikasi ke dalam kategori Kurus, Normal, Gemuk, dan Obesitas, dengan derajat keanggotaan masing-masing ditampilkan pada Gambar 13.



Gambar 13 Derajat Keanggotaan Hasil Fuzzifikasi

ini kemudian digunakan dalam proses defuzzifikasi, dengan tiap kategori memiliki nilai

konsekuen yang merupakan titik tengah rentang kategori, sebagaimana dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 2. Nilai Konsekuen Tiap Kategori Output

No.	Kategori	Nilai Konsekuen
1	Kurus	25
2	Normal	50
3	Gemuk	75
4	Obesitas	100

Nilai konsekuen tersebut diterapkan dalam *rule base* sistem, yang diimplementasikan dalam program Python dengan potongan kode pada Gambar 14 berikut:

```
# Rule base sesuai dengan interpretasi klinis standar
# Nilai Z disesuaikan untuk konsistensi dengan klasifikasi WHO
rules = [
    (nilai_kurus, 25),
    (nilai_normal, 50),
    (nilai_gemuk, 75),
    (nilai_obesitas, 100)
]
```

Gambar 14 Rule Base dan Nilai Konsekuen

Selanjutnya, nilai defuzzifikasi dihitung menggunakan rumus (2). Dengan memasukkan nilai-nilai ke dalam persamaan:

$$= \frac{(0.0000 \times 25) + (1.0000 \times 50) + (0.6107 \times 75) + (0.0000 \times 100)}{0.0000 + 1.0000 + 0.6107 + 0.0000}$$

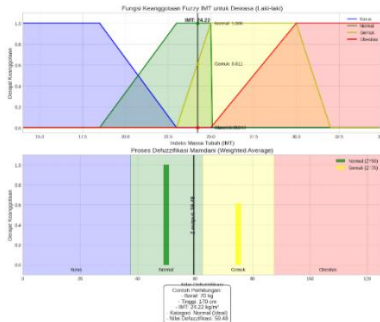
$$= \frac{(0) + (50) + (45.80) + (0)}{1.6107} = \frac{95.80}{1.6107} = 59.48$$

Nilai defuzzifikasi ini kemudian dibandingkan dengan rentang kategori output berdasarkan nilai konsekuen yang telah ditetapkan, yaitu:

- 0–37.5 : Kurus (*Underweight*)
- 37.5–62.5 : Normal (*Ideal*)
- 62.5–87.5 : Gemuk (*Overweight*)
- 87.5–100 : Obesitas

Nilai defuzzifikasi sebesar 59.48 berada dalam rentang 37.5–62.5, sehingga diklasifikasikan sebagai Normal. Untuk memperjelas proses ini, ditampilkan visualisasi hasil inferensi fuzzy dan

posisi centroid sebagai nilai defuzzifikasi yang menentukan kategori akhir.



Gambar 15 Visualisasi Proses Defuzzifikasi

Pada Gambar 15 menampilkan area inferensi fuzzy dari tiap kategori (Kurus, Normal, Gemuk, Obesitas), dengan garis vertikal menunjukkan titik centroid di 59.48 sebagai hasil defuzzifikasi. Visualisasi ini menunjukkan kontribusi setiap kategori dalam pembentukan nilai akhir, memperjelas proses dari fuzzy ke nilai tegas, serta memvalidasi hasil berada di kategori Normal.

4.3. Analisis Hasil dan Evaluasi

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem klasifikasi berat badan dengan logika fuzzy Mamdani lebih adaptif dibanding metode IMT konvensional. Dengan mempertimbangkan usia dan jenis kelamin, sistem mampu menghasilkan output yang lebih personal. Proses inferensi dan defuzzifikasi berjalan baik dengan rule base yang logis dan visualisasi yang mendukung pemahaman hasil. Meski demikian, sistem masih terbatas pada input IMT, usia, dan jenis kelamin, tanpa mempertimbangkan faktor lain seperti aktivitas fisik atau komposisi tubuh. Pengujian juga terbatas pada data simulasi. Diperlukan

pengujian lanjutan dengan data lebih beragam. Selain itu, antarmuka command-line kurang ramah pengguna, sehingga disarankan pengembangan ke GUI atau aplikasi web/mobile.

5. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem klasifikasi berat badan berbasis Indeks Massa Tubuh (IMT) menggunakan logika fuzzy Mamdani yang mempertimbangkan faktor usia dan jenis kelamin. Sistem menunjukkan kemampuan adaptif dalam menghasilkan klasifikasi yang lebih personal dan relevan dibanding pendekatan IMT konvensional. Melalui proses inferensi dan defuzzifikasi yang logis, sistem mampu menyesuaikan hasil dengan karakteristik demografis pengguna. Visualisasi hasil dan uji multi-demografis membuktikan keakuratan dan fleksibilitas model fuzzy yang digunakan. Namun, sistem masih terbatas pada input IMT, usia, dan jenis kelamin, serta antarmuka berbasis command-line. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan penambahan variabel seperti aktivitas fisik dan riwayat kesehatan, serta implementasi dalam bentuk aplikasi berbasis web atau mobile untuk meningkatkan fungsionalitas dan aksesibilitas sistem.

6. Daftar Pustaka

- [1] Abdulloh, H. K. (2023). *Implementasi Logika Fuzzy Pada Body Mass Index*. El

- Sains: Jurnal Elektro, 4(2), 29–34.
- [2] Apriansyah, A., Fauzi, A., & Faisal, S. (2023). Penerapan Fuzzy Logic Untuk Menentukan Indeks Massa Tubuh (IMT) Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 7(1), 292–299.
- [3] Febriany, N., Agustina, F., & Marwati, R. (2018). Aplikasi Metode Fuzzy Mamdani Dalam Penentuan Status Gizi Dan Kebutuhan Kalori Harian Balita Menggunakan Software MATLAB. *Jurnal EurekaMatika*, 5(1), 93–100.
- [4] Purnomo, A. S., & Sidiq, A. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Status Gizi Balita Menggunakan Metode Fuzzy Inferensi Sugeno Berdasarkan Metode Antropometri.
- [5] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- [6] Pratama, R. Amalia, dan S. Nurhidayat, "Implementasi Logika Fuzzy untuk Pemeriksaan Gizi Berdasarkan Indeks Massa Tubuh," *Jurnal CICES*, vol. 11, no. 1, pp. 57–69, 2025.
- [7] Rustam, Y. W. A., & Gunawan, H. (2021). Perancangan Aplikasi Perhitungan Kebutuhan Kalori Tubuh Harian Berdasarkan Asupan Konsumsi Makanan Menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal Informasi*, 9(1). <https://ojs.stmik-im.ac.id/index.php/INFORMASI/article/view/174>
- [8] Astuti, D., & Handayani, S. R. (2023). Implementasi Fuzzy Mamdani Dalam Sistem Monitoring Kesehatan Berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Informasi*, 11(1), 15–22.
- [9] Faradisa, I. S., Muhammad, R. P., & Girindraswari, D. A. (2022). A Design of Body Mass Index (BMI) and Body Fat Percentage Device Using Fuzzy Logic. *Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, 4(2), 94–106.
- [10] L. Zhang, H. Wang, and J. Liu, "Triangular and trapezoidal membership functions in fuzzy BMI classification systems," *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 420, pp. 45–62, 2021.
- [11] L. Zhang, M. Chen, and R. Anderson, "Comparative analysis of membership functions for body weight classification," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 29, no. 8, pp. 2341–2352, 2021.
- [12] D. Aulia and W. Warisa, "Menentukan Tingkat Produksi Bakso Dari Tahun 2019-2020 Dengan Teknik Artificial Intelligence Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani," *Jurnal INFOTEK (Jurnal Informatika dan Teknologi)*, vol. 4, no. 1, pp. 11–18, 2021, doi: 10.29408/jit.v4i1.3058.
- [13] S. M. Arif Mardhavi, Andreas Nugroho Sihananto, dan Afina Lina Nurlaili, "Implementasi Logika Fuzzy Untuk Pemeriksaan Gizi Berdasarkan IMT Pada Aplikasi Fitpriority," *CICES (Cyberpreneurship Innovative and Creative Exact and Social Science)*, vol. 11, no. 1, pp. 57–69, Feb. 2025, doi: 10.33050/cices.v11i1.3502.
- [14] B. A. C. Permana and I. K. D. Patwari, "Komparasi Metode Klasifikasi Data Mining Decision Tree dan Naïve Bayes Untuk Prediksi Penyakit Diabetes," *Jurnal INFOTEK (Jurnal Informatika dan Teknologi)*, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, 2021, doi: 10.29408/jit.v4i1.2994.
- [15] Apriansyah, A. Fauzi, dan S. Faisal, "Penerapan Fuzzy Logic Untuk Menentukan Indeks Massa Tubuh (IMT) Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Manajemen Informatika dan Bisnis*, vol. 3, no. 2, pp. 45–52, 2021.
- [16] S. Johnson and P. Williams, "Validation methodologies for fuzzy logic systems in healthcare applications," *Journal of Biomedical Informatics*, vol. 108, pp. 103–115, 2020.