

# Penerapan Logika Fuzzy Tsukamoto Sebagai Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Mata Kuliah Pilihan Mahasiswa Ilmu Komputer XYZ

Muhammad Reza Alhafiz\*, Sriani

Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Deli Serdang, Indonesia  
Email: <sup>1\*</sup>muhammadrezaalhafiz12@gmail.com, <sup>2</sup>sriani@uinsu.ac.id  
Email Penulis Korespondensi: muhammadrezaalhafiz12@gmail.com  
Submitted 31-12-2025; Accepted 02-02-2026; Published 19-02-2026

## Abstrak

Pemilihan mata kuliah pilihan merupakan kendala bagi mahasiswa Ilmu Komputer Universitas XYZ karena berpengaruh terhadap penguatan kompetensi, sementara panduan pengambilan keputusan yang objektif masih terbatas. Penelitian ini bertujuan membangun sistem pendukung keputusan berbasis web untuk merekomendasikan mata kuliah peminatan menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto. Data diperoleh melalui kuesioner mahasiswa semester 5 hingga 7 dan diolah menjadi empat variabel input, yaitu Robotika, Matematika, Pemrograman, dan Analisis. Setiap variabel dimodelkan ke dalam tiga himpunan fuzzy (Lemah, Lumayan, Kuat) menggunakan fungsi keanggotaan trapesium, kemudian diproses melalui inferensi berbasis aturan IF-THEN dengan total 162 aturan. Nilai keluaran diperoleh melalui defuzzifikasi rata-rata terbobot untuk menghasilkan rekomendasi mata kuliah. Pengujian dilakukan dengan membandingkan keluaran sistem terhadap perhitungan manual dan dievaluasi menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Hasil pengujian menunjukkan nilai MAPE sebesar  $\pm 0,1096\%$ , yang menandakan bahwa implementasi metode Tsukamoto pada sistem telah sesuai dengan perhitungan manual. Penelitian ini berkontribusi dalam menyediakan sistem pendukung keputusan yang terstruktur dan objektif untuk membantu mahasiswa menentukan mata kuliah pilihan sesuai kompetensi yang dimiliki.

**Kata Kunci:** Logika Fuzzy Tsukamoto; Sistem Pendukung Keputusan; Rekomendasi; Mata Kuliah Peminatan

## Abstract

The selection of elective courses poses a challenge for Computer Science students at XYZ University because it influences competency development, while objective decision-making guidance remains limited. This study aims to develop a web-based decision support system to recommend specialization elective courses using the Fuzzy Tsukamoto method. Data were collected through questionnaires from students in semesters five to seven and processed into four input variables: Robotics, Mathematics, Programming, and Analysis. Each variable was modeled into three fuzzy sets (Weak, Moderate, Strong) using trapezoidal membership functions and processed through IF-THEN rule-based inference with a total of 162 rules. Output values were obtained through weighted average defuzzification to generate course recommendations. System testing was conducted by comparing system outputs with manual calculations and evaluated using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The results showed a MAPE value of approximately  $\pm 0.1096\%$ , indicating that the implementation of the Tsukamoto method in the system is consistent with manual calculations. This study contributes to providing a structured and objective decision support system to assist students in determining elective courses based on their competencies.

**Keywords:** Tsukamoto Fuzzy Logic; Decision Support System; Recommendation; Interest Course

## 1. PENDAHULUAN

Pemilihan mata kuliah pilihan merupakan bagian penting dalam perjalanan akademik mahasiswa Ilmu Komputer karena keputusan ini ikut menentukan arah penguatan kompetensi, ketertarikan bidang, dan kesiapan menghadapi tugas akhir [1]. Mata kuliah pilihan pada dasarnya memberi ruang fleksibilitas agar mahasiswa dapat mengambil topik yang selaras dengan kemampuan serta minatnya [2]. Namun dalam praktiknya, banyak mahasiswa masih mengalami kebingungan ketika harus menentukan mata kuliah yang paling tepat, terutama karena belum tersedianya panduan yang kuat dan mekanisme rekomendasi yang benar-benar membantu secara objektif [3].

Kesalahan dalam memilih mata kuliah pilihan dapat muncul dari beberapa kondisi, misalnya mahasiswa belum memahami keterkaitan mata kuliah dengan rencana bidang tugas akhir, kurang cocoknya tingkat kemampuan dengan tuntutan mata kuliah, serta informasi mata kuliah yang belum dipahami secara menyeluruh [4]. Dampaknya bukan hanya pada hasil belajar, tetapi juga dapat memicu keraguan saat menentukan tema penelitian, menurunkan motivasi, dan bahkan memperpanjang masa studi karena mahasiswa perlu melakukan penyesuaian ulang terhadap bidang yang dipilih [5].

Situasi tersebut menunjukkan perlunya pendekatan yang lebih terstruktur untuk membantu mahasiswa mengambil keputusan secara lebih tepat [6]. Salah satu solusi yang relevan adalah membangun sistem pendukung keputusan yang mampu menghasilkan rekomendasi berdasarkan kondisi mahasiswa secara terukur, bukan sekadar pertimbangan subjektif [7]. Dalam konteks ini, logika fuzzy dapat digunakan karena mampu menangani kondisi penilaian yang tidak selalu “hitam-putih”, melainkan berada pada spektrum tertentu, sehingga rekomendasi yang dihasilkan lebih fleksibel dan mendekati cara berpikir manusia ketika menghadapi ketidakpastian [8].

Penelitian ini mengusulkan penerapan Logika Fuzzy Tsukamoto untuk membantu menentukan mata kuliah pilihan yang sesuai bagi mahasiswa Ilmu Komputer XYZ. Fokus penelitian meliputi: mengidentifikasi kriteria yang berpengaruh, menerapkan proses inferensi Tsukamoto dalam membentuk rekomendasi, serta mengimplementasikannya ke dalam sistem pendukung keputusan berbasis web [9]. Variabel yang digunakan mencakup Robotika, Pemrograman, Matematika, dan Analisis, yang dihimpun melalui kuesioner pada mahasiswa semester 5 hingga semester 7. Masing-masing variabel

dipetakan ke dalam tiga himpunan keanggotaan, kemudian diproses dengan basis aturan fuzzy yang disusun untuk kebutuhan semester 5 dan semester 7 (total aturan mencapai 162), sehingga output akhir dapat diperoleh dalam bentuk nilai tegas (crisp) melalui mekanisme rata-rata terbobot [10].

Dengan dukungan implementasi berbasis website, proses rekomendasi dapat dilakukan secara otomatis dan real-time, serta diharapkan membantu mahasiswa memilih mata kuliah pilihan secara lebih objektif sesuai profil kemampuannya [11]. Pada akhirnya, sistem ini ditujukan untuk meningkatkan ketepatan pengambilan mata kuliah, memperkuat kesiapan akademik mahasiswa, dan mendukung efektivitas proses pembelajaran maupun perencanaan tugas akhir [12].

Penerapan metode Logika Fuzzy Tsukamoto telah banyak digunakan dalam berbagai sistem pendukung keputusan dan terbukti mampu menghasilkan keputusan yang objektif dan terukur. Quddustiani et al. (2021) menerapkan metode Fuzzy Tsukamoto untuk membantu siswa menentukan jurusan berdasarkan nilai akademik IPA, IPS, dan Bahasa, dengan proses fuzzifikasi, inferensi IF-THEN, serta defuzzifikasi rata-rata terbobot untuk memperoleh rekomendasi jurusan terbaik [13]. Sementara itu, Harahap dan Purba (2021) menggunakan metode yang sama untuk menentukan dokter terbaik berdasarkan variabel kode etik, pendidikan, masa kerja, dan pelayanan, yang menghasilkan peringkat dokter secara objektif dan menggantikan proses penilaian subjektif [14]. Kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa Fuzzy Tsukamoto efektif dalam menghasilkan keluaran tegas sebagai dasar pengambilan keputusan.

Meskipun metode Logika Fuzzy Tsukamoto telah banyak diterapkan pada berbagai permasalahan sistem pendukung keputusan, seperti penentuan jurusan siswa dan pemilihan dokter terbaik, penelitian-penelitian tersebut umumnya difokuskan pada konteks pendidikan menengah atau penilaian kinerja sumber daya manusia. Selain itu, variabel yang digunakan masih bersifat umum dan belum secara spesifik merepresentasikan profil kompetensi akademik mahasiswa perguruan tinggi. Oleh karena itu, masih terdapat celah penelitian dalam penerapan metode Fuzzy Tsukamoto pada konteks rekomendasi mata kuliah pilihan mahasiswa, khususnya dengan mempertimbangkan aspek kompetensi akademik yang lebih terstruktur. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan menerapkan metode Fuzzy Tsukamoto untuk merekomendasikan mata kuliah pilihan berdasarkan empat variabel kompetensi utama, yaitu Robotika, Matematika, Pemrograman, dan Analisis, sehingga diharapkan mampu memberikan rekomendasi yang lebih relevan, objektif, dan sesuai dengan kebutuhan akademik mahasiswa Ilmu Komputer.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi yang diperlukan sebagai bahan masukan dalam sistem pendukung keputusan pemilihan mata kuliah pilihan. Data diperoleh dari mahasiswa Program Studi Ilmu Komputer XYZ yang sedang mengikuti semester 5 hingga semester 7, karena pada masa ini mahasiswa mulai memilih mata kuliah pilihan dalam KRS. Proses pengumpulan data dilakukan dengan cara mendistribusikan kuesioner kepada peserta untuk mendapatkan nilai atau penilaian yang mewakili kondisi mahasiswa terhadap variabel-variabel dalam penelitian. Selain itu, data juga diperkuat melalui wawancara dan observasi kepada pihak Program Studi agar kebutuhan sistem dan pertanyaan dalam kuesioner sesuai dengan kondisi nyata [15]. Data yang terkumpul selanjutnya dipersiapkan sebagai input yang akan diproses pada tahap analisis dan perhitungan fuzzy.

### 2.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan sebagai dasar perhitungan sistem terdiri dari empat variabel input, yaitu Robotika, Matematika, Pemrograman, dan Analisis. Variabel Robotika merepresentasikan kemampuan dasar yang berkaitan dengan perangkat keras, sistem digital, jaringan, dan dasar pendukungnya, yang disusun dari mata kuliah relevan seperti Jaringan Komputer, Sistem Digital, Arsitektur dan Organisasi Komputer, serta Fisika. Variabel Matematika menggambarkan kemampuan matematis sebagai fondasi pemodelan dan analisis komputasi, yang dapat disusun dari Kalkulus Dasar, Kalkulus Lanjut, Matematika Diskrit, dan Aljabar Linear. Variabel Pemrograman menggambarkan keterampilan algoritmik dan pengkodean, yang bersumber dari Algoritma dan Pemrograman, Pemrograman Visual, Struktur Data, serta Kecerdasan Buatan. Variabel Analisis menggambarkan kemampuan menelaah masalah dan pemahaman sistem/informasi berbasis data, yang dapat disusun dari Statistika Dasar, Basis Data, Sistem Informasi Manajemen, dan Technopreneur. Adapun variabel output penelitian ini adalah rekomendasi mata kuliah pilihan yang dihasilkan oleh sistem berdasarkan hasil pengolahan nilai keempat variabel input tersebut [16].

**Tabel 1.** Variabel Penelitian

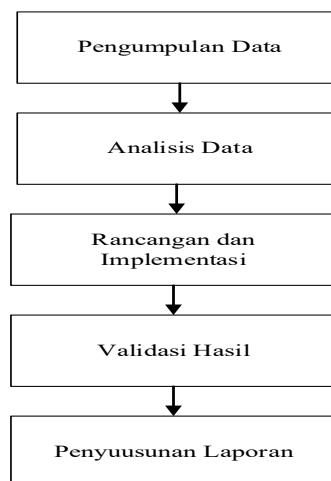
| No | Variabel | Indikator                                                                                       |
|----|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Robotika | 1. Jaringan Komputer<br>2. Sistem Digital<br>3. Arsitektur dan Organisasi Komputer<br>4. Fisika |

|    |             |                                |
|----|-------------|--------------------------------|
| 2. | Matematika  | 5. Kalkulus Dasar              |
|    |             | 6. Kalkulus Lanjut             |
| 3. | Pemrograman | 7. Matematika Diskrit          |
|    |             | 8. Aljabar Linear              |
|    |             | 9. Algoritma dan Pemrograman   |
|    |             | 10. Pemrograman Visual         |
|    |             | 11. Struktur Data              |
| 4. | Analisis    | 12. Kecerdasan Buatan          |
|    |             | 13. Statistika Dasar           |
|    |             | 14. Basis Data                 |
|    |             | 15. Sistem Informasi Manajemen |
|    |             | 16. Technopreneur              |

Tabel 1 menunjukkan variabel penelitian yang digunakan sebagai dasar penilaian dalam sistem pendukung keputusan pemilihan mata kuliah pilihan. Variabel tersebut terdiri atas Robotika, Matematika, Pemrograman, dan Analisis, yang masing-masing dibentuk dari indikator mata kuliah terkait sehingga merepresentasikan kompetensi akademik mahasiswa Ilmu Komputer dan menjadi input dalam proses perhitungan menggunakan metode Logika Fuzzy Tsukamoto.

### 2.3 Tahapan Penelitian

Penelitian dijalankan dengan tahapan yang terstruktur agar seluruh proses berjalan dengan teratur, mulai dari pengumpulan data hingga penyusunan laporan. Di awal penelitian, peneliti mengumpulkan data dengan memberikan kuesioner kepada mahasiswa yang sedang duduk di semester 5 hingga semester 7 sebagai sumber utama data. Selanjutnya, data tersebut dianalisis untuk mengetahui pola dan mengelompokkan nilai-nilainya ke dalam kategori linguistik yang diperlukan dalam proses fuzzy. Setelah itu, dilakukan perancangan dan implementasi sistem pendukung keputusan berbasis web yang menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto. Sistem tersebut kemudian diuji menggunakan data yang telah dianalisis untuk mengetahui apakah rekomendasi yang dihasilkan sesuai dengan tujuan penelitian. Tahap terakhir adalah membuat laporan yang berisi seluruh proses dan hasil penelitian, termasuk analisis, pembahasan, kesimpulan, serta saran yang diberikan [17].



**Gambar 1.** Tahapan Penelitian

Gambar 1 menunjukkan diagram alur tahapan penelitian dalam pengembangan sistem pendukung keputusan pemilihan mata kuliah. Proses penelitian dimulai dengan pengumpulan dan analisis data untuk menentukan variabel penelitian, dilanjutkan dengan perancangan dan implementasi sistem yang menggunakan metode Logika Fuzzy Tsukamoto. Metode ini mencakup tahapan fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi. Tahap terakhir adalah validasi hasil, dengan membandingkan keluaran sistem dan perhitungan manual. Konsep ini menjadi pusat dari diagram tersebut, menjelaskan bahwa peningkatan pendapatan secara sistematis mengarah pada peningkatan konsumsi, tetapi tidak secara proporsional.

### 2.4 Metode Fuzzy Tsukamoto

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Logika Fuzzy Tsukamoto yang mencakup beberapa tahapan, yaitu fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi sebagai dasar untuk menentukan rekomendasi. Pada tahap fuzzifikasi, nilai input (crisp) dari setiap variabel diubah menjadi derajat keanggotaan dalam himpunan fuzzy sesuai dengan fungsi keanggotaan yang telah ditetapkan. Selanjutnya, pada tahap inferensi, aturan IF-THEN diterapkan untuk menarik kesimpulan. Di sini,

nilai kekuatan aturan digunakan sebagai dasar untuk menentukan hasil. Dalam proses ini, keanggotaan dan aturan yang diterapkan memainkan peran penting dalam menentukan output akhir [18].

$$\alpha_i = \min (\mu_{A_1}(x_1), \mu_{A_2}(x_2), \dots, \mu_{A_n}(x_n)) \quad (1)$$

Dimana :

$\alpha_i$ : nilai  $\alpha$ -predikat atau tingkat kekuatan aturan fuzzy ke- $i$

$x$ : nilai masukan (crisp) pada variabel

$A$ : himpunan fuzzy pada variabel

$\min (\cdot)$ : operator minimum yang merepresentasikan logika AND

$n$ : jumlah variabel input pada aturan fuzzy

Setiap aturan menghasilkan nilai keluaran tegas ( $z$ ) berdasarkan fungsi keanggotaan konsekuen yang bersifat monoton. Tahap akhir adalah defuzzifikasi menggunakan metode rata-rata terbobot untuk memperoleh nilai keluaran akhir (crisp), yang dihitung dengan persamaan:

$$Z = \frac{\sum(\alpha_i \times z_i)}{\sum \alpha_i} \quad (2)$$

Dimana :

$Z$ : nilai keluaran akhir (crisp) hasil defuzzifikasi

$\alpha_i$ : nilai  $\alpha$ -predikat dari aturan fuzzy ke- $i$

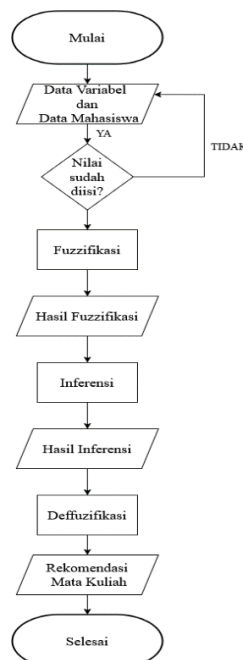
$z_i$ : nilai keluaran tegas (crisp) yang dihasilkan oleh aturan ke- $i$

$\sum$ : simbol penjumlahan seluruh aturan fuzzy yang aktif

Nilai crisp tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan rekomendasi mata kuliah pilihan pada sistem pendukung keputusan berbasis web[19]. Metode Logika Fuzzy Tsukamoto dipilih dalam penelitian ini karena menghasilkan keluaran yang bersifat tegas (crisp) pada setiap aturan fuzzy yang diaktifkan, sehingga sesuai untuk sistem pendukung keputusan yang membutuhkan rekomendasi akhir dalam bentuk nilai numerik yang mudah dibandingkan. Dibandingkan dengan metode Fuzzy Mamdani yang menghasilkan keluaran berupa himpunan fuzzy serta metode Fuzzy Sugeno yang umumnya menggunakan fungsi linier atau konstanta sebagai keluaran, Fuzzy Tsukamoto memberikan kejelasan nilai output dan transparansi proses pengambilan keputusan, sehingga dinilai lebih tepat untuk diterapkan pada permasalahan rekomendasi mata kuliah pilihan [20], [21].

## 2.5 Rancangan Sistem

Rancangan sistem pada penelitian ini berupa sistem pendukung keputusan berbasis web yang mengolah nilai mahasiswa menjadi rekomendasi mata kuliah pilihan secara otomatis [22]. Sistem menerima input nilai yang merepresentasikan variabel Robotika, Matematika, Pemrograman, dan Analisis, kemudian melakukan proses perhitungan Fuzzy Tsukamoto mulai dari fuzzifikasi hingga defuzzifikasi untuk menghasilkan nilai akhir rekomendasi. Setelah proses selesai, sistem menampilkan hasil rekomendasi kepada pengguna sehingga keputusan pemilihan mata kuliah dapat dilakukan dengan pertimbangan yang lebih objektif sesuai profil kemampuan mahasiswa, serta mendukung proses pemilihan yang lebih cepat dan konsisten karena seluruh tahapan dilakukan oleh sistem [23].



Gambar 2. Flowchart sistem

Pada Gambar 2 menggambarkan implementasi dari tahapan penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya. Proses dimulai dari penginputan data mahasiswa sebagai hasil tahap pengumpulan dan analisis data, yang kemudian diproses melalui tahapan fuzzifikasi berdasarkan variabel penelitian yang telah ditentukan. Selanjutnya, sistem melakukan inferensi menggunakan aturan IF-THEN metode Fuzzy Tsukamoto untuk menghasilkan nilai  $\alpha$ -predikat, yang kemudian dikonversi menjadi nilai tegas melalui proses defuzzifikasi. Nilai keluaran tersebut digunakan oleh sistem pendukung keputusan berbasis web untuk menghasilkan rekomendasi mata kuliah pilihan, sehingga diagram alur sistem menunjukkan keterkaitan yang konsisten antara tahapan penelitian dan proses implementasi metode yang digunakan.

## 2.6 Margin of Error

Pengukuran margin of error pada penelitian ini dilakukan untuk melihat tingkat kesalahan hasil keluaran sistem terhadap nilai pembanding (aktual), dan salah satu ukuran yang dapat digunakan adalah MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) karena menampilkan kesalahan dalam bentuk persentase sehingga mudah dipahami [24]. Dalam penerapannya, nilai keluaran sistem berupa skor crisp hasil defuzzifikasi dibandingkan dengan nilai aktual/pembanding yang ditetapkan sebagai referensi, kemudian dihitung rata-rata persentase selisih absolutnya pada seluruh data uji. Semakin kecil nilai MAPE, semakin rendah tingkat kesalahan sistem dan semakin baik kedekatan hasil perhitungan sistem terhadap acuan yang digunakan, sehingga dapat menjadi indikator evaluasi akurasi model Fuzzy Tsukamoto yang dibangun dalam penelitian ini [25].

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Data Uji Coba

Data uji coba menggunakan lima mahasiswa sebagai sampel untuk menunjukkan alur perhitungan Fuzzy Tsukamoto secara lengkap. Responden diminta mengisi kuesioner berdasarkan nilai mata kuliah yang telah mereka tempuh pada semester sebelumnya.

**Tabel 2.** Skor responden

| Responden | Robotika |   |   |   | Matematika |   |   |   | Pemrograman |    |    |    | Analisis |    |    |    |
|-----------|----------|---|---|---|------------|---|---|---|-------------|----|----|----|----------|----|----|----|
|           | 1        | 2 | 3 | 4 | 5          | 6 | 7 | 8 | 9           | 10 | 11 | 12 | 13       | 14 | 15 | 16 |
| 1         | 3        | 4 | 4 | 4 | 4          | 4 | 4 | 4 | 4           | 4  | 3  | 3  | 4        | 4  | 4  | 4  |
| 2         | 3        | 3 | 3 | 4 | 4          | 4 | 4 | 4 | 4           | 4  | 3  | 3  | 4        | 3  | 3  | 3  |
| 3         | 3        | 4 | 4 | 3 | 3          | 4 | 4 | 4 | 4           | 3  | 3  | 3  | 4        | 3  | 3  | 4  |
| 4         | 3        | 4 | 4 | 4 | 3          | 2 | 3 | 3 | 3           | 4  | 2  | 1  | 2        | 3  | 4  | 4  |
| 5         | 3        | 4 | 4 | 2 | 3          | 1 | 2 | 3 | 3           | 4  | 1  | 1  | 4        | 3  | 4  | 2  |

Tabel 2 menampilkan data skor responden yang diperoleh dari hasil pengisian kuesioner oleh mahasiswa, yang merepresentasikan nilai pada masing-masing indikator untuk variabel Robotika, Matematika, Pemrograman, dan Analisis sebagai dasar pengolahan pada tahap selanjutnya.

Setelah seluruh item kuesioner untuk setiap variabel diisi, skor yang diperoleh dikonversi terlebih dahulu ke bentuk nilai huruf (A–E), kemudian diubah kembali menjadi nilai desimal sebagaimana sistem penilaian mata kuliah pada umumnya.

**Tabel 3.** Data yang sudah dikonversi untuk uji coba

| Responden | Robotika |   |   |   | Matematika |   |   |   | Pemrograman |    |    |    | Analisis |    |    |    |
|-----------|----------|---|---|---|------------|---|---|---|-------------|----|----|----|----------|----|----|----|
|           | 1        | 2 | 3 | 4 | 5          | 6 | 7 | 8 | 9           | 10 | 11 | 12 | 13       | 14 | 15 | 16 |
| 1         | C        | B | B | B | B          | B | B | B | B           | B  | C  | C  | B        | B  | B  | B  |
| 2         | C        | C | C | B | B          | B | B | B | B           | B  | C  | C  | B        | C  | C  | C  |
| 3         | C        | B | B | C | C          | B | B | B | B           | C  | C  | C  | B        | C  | C  | B  |
| 4         | C        | B | B | B | E          | D | C | C | C           | B  | D  | E  | D        | C  | B  | B  |
| 5         | C        | B | B | D | C          | E | D | C | C           | B  | E  | E  | B        | C  | B  | D  |

Tabel 3 menunjukkan hasil konversi skor responden pada setiap indikator diubah menjadi nilai huruf berdasarkan sistem penilaian akademik, yang selanjutnya digunakan sebagai tahap transisi menjadi nilai numerik sebagai input dalam proses perhitungan metode Logika Fuzzy Tsukamoto, berikut ini adalah ketentuan transisi nilainya :

- 5 → A → 4.00
- 4 → B → 3.00
- 3 → C → 2.00
- 2 → D → 1.00

Selanjutnya, nilai desimal tersebut dikonversi menjadi nilai numerik yang digunakan sebagai input sistem. Dengan demikian, data yang diuji merupakan hasil konversi dari empat variabel input, yaitu Robotika, Matematika, Pemrograman, dan Analisis, yang kemudian dirangkum sebagai dasar pengolahan pada tahap berikutnya dan disajikan pada tabel berikut.

**Tabel 4.** Nilai konversi data uji coba mahasiswa

| No | Nama Mahasiswa            | Kriteria Penilaian |            |             |          |
|----|---------------------------|--------------------|------------|-------------|----------|
|    |                           | Robotika           | Matematika | Pemrograman | Analisis |
| 1. | Muhammad Rashya Alifandra | 68.75              | 75.00      | 62.50       | 75.00    |
| 2. | Rivandi Khadafi           | 56.25              | 75.00      | 62.50       | 56.25    |
| 3. | M. Fajar Hidayah Kembaren | 62.50              | 68.75      | 56.25       | 62.50    |
| 4. | Muhammad Andika Iswandi   | 68.75              | 31.25      | 37.50       | 56.25    |
| 5. | Kahfi Habibi Lubis        | 56.25              | 31.25      | 31.25       | 56.25    |

Tabel 4 menampilkan nilai numerik hasil konversi data uji coba mahasiswa pada variabel Robotika, Matematika, Pemrograman, dan Analisis. Nilai-nilai tersebut digunakan sebagai nilai masukkan (input) pada tahap fuzzifikasi dalam proses perhitungan metode Logika Fuzzy Tsukamoto untuk menghasilkan rekomendasi mata kuliah pilihan.

### 3.2 Fuzzifikasi

Pada tahap fuzzifikasi, setiap nilai numerik pada keempat kriteria diubah menjadi derajat keanggotaan pada himpunan fuzzy Lemah, Lumayan, dan Kuat. Penelitian ini menggunakan fungsi keanggotaan trapesium dengan parameter Lemah (0, 0, 20, 40), Lumayan (20, 40, 60, 80), dan Kuat (60, 80, 100, 100) untuk merepresentasikan perubahan nilai secara bertahap. Visualisasi grafik trapesium dapat ditampilkan sebagai berikut:

a. Fungsi Keanggotaan Lemah:

$$\mu_{Lemah}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1, & 0 < x \leq 20 \\ \frac{60-x}{60-40}, & 20 < x < 40 \\ 0, & x \geq 40 \end{cases}$$

b. Fungsi Keanggotaan Sedang:

$$\mu_{Lumayan}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 20 \text{ atau } x \geq 80 \\ \frac{x-20}{40-20}, & 20 < x < 40 \\ 1, & 40 \leq x \leq 60 \\ \frac{80-x}{80-60}, & 60 < x < 80 \end{cases}$$

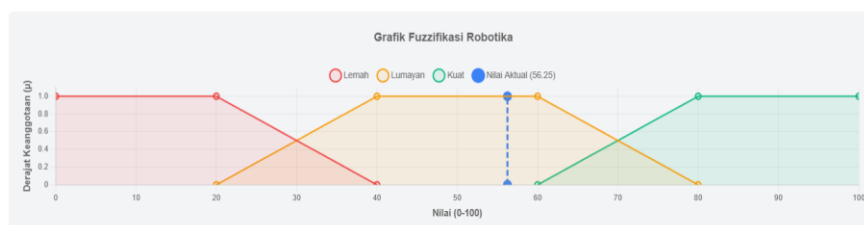
c. Fungsi Keanggotaan Tinggi:

$$\mu_{Kuat}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 60 \text{ atau } x \geq 100 \\ \frac{x-60}{80-60}, & 60 < x < 80 \\ 1, & 80 \leq x \leq 100 \\ 0, & x \geq 100 \end{cases}$$

Untuk memperjelas penerapan metode yang digunakan, berikut disajikan contoh perhitungan pada tahap fuzzifikasi untuk salah satu data calon.

a. Variabel Robotika

Sebagai ilustrasi penerapan metode Logika Fuzzy Tsukamoto, berikut ditampilkan grafik hasil fuzzifikasi untuk salah satu variabel input, yaitu variabel Robotika.



**Gambar 3.** Grafik fuzzifikasi Robotika

Gambar 3 menunjukkan grafik fuzzifikasi variabel Robotika yang merepresentasikan derajat keanggotaan nilai input terhadap himpunan fuzzy Lemah, Lumayan, dan Kuat berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditetapkan. Fungsi nilai keanggotaan nilai robotika:

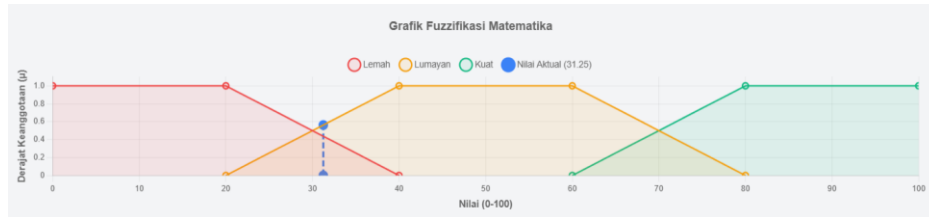
$$\mu_{Lemah} = 0$$

$$\mu_{Lumayan} = 1.00$$

$$\mu_{Kuat} = 0$$

b. Variabel Matematika

Sebagai ilustrasi penerapan metode Logika Fuzzy Tsukamoto, berikut ditampilkan grafik hasil fuzzifikasi untuk salah satu variabel input, yaitu variabel Matematika.



**Gambar 4.** Grafik fuzzifikasi Matematika

Gambar 4 menunjukkan grafik fuzzifikasi variabel Matematika yang menggambarkan derajat keanggotaan nilai input terhadap himpunan fuzzy Lemah, Lumayan, dan Kuat berdasarkan fungsi keanggotaan yang digunakan. Berikut adalah fungsi nilai keanggotaan nilai matematika:

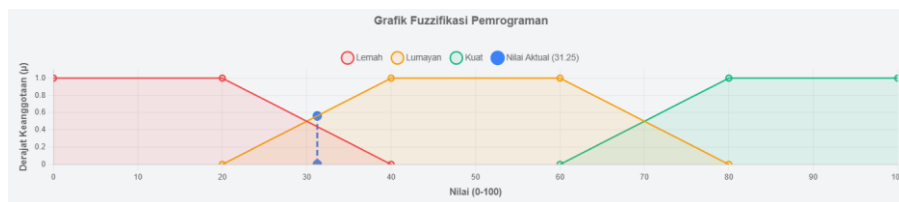
$$\mu_{Lemah} = \frac{40 - 31.25}{40 - 20} = \frac{8.75}{20} = 0.4375$$

$$\mu_{Lumayan} = \frac{31.25 - 20}{40 - 20} = \frac{11.25}{20} = 0.56$$

$$\mu_{Kuat} = 0$$

#### c. Variabel Pemrograman

Sebagai ilustrasi penerapan metode Logika Fuzzy Tsukamoto, berikut ditampilkan grafik hasil fuzzifikasi untuk salah satu variabel input, yaitu variabel Pemrograman.



**Gambar 5.** Grafik fuzzifikasi Pemrograman

Gambar 5 menampilkan grafik fuzzifikasi variabel Pemrograman yang menunjukkan derajat keanggotaan nilai input terhadap himpunan fuzzy Lemah, Lumayan, dan Kuat sesuai dengan fungsi keanggotaan yang telah ditetapkan. Berikut adalah fungsi nilai keanggotaan nilai pemrograman:

$$\mu_{Lemah} = \frac{40 - 31.25}{40 - 20} = \frac{8.75}{20} = 0.4375$$

$$\mu_{Lumayan} = \frac{31.25 - 20}{40 - 20} = \frac{11.25}{20} = 0.56$$

$$\mu_{Kuat} = 0$$

#### d. Variabel Analisis

Sebagai ilustrasi penerapan metode Logika Fuzzy Tsukamoto, berikut ditampilkan grafik hasil fuzzifikasi untuk salah satu variabel input, yaitu variabel Analisis.



**Gambar 6.** Grafik fuzzifikasi Analisis

Gambar 6 menunjukkan grafik fuzzifikasi variabel Analisis yang merepresentasikan derajat keanggotaan nilai input terhadap himpunan fuzzy Lemah, Lumayan, dan Kuat sebagai dasar proses inferensi pada tahap selanjutnya. Berikut ini fungsi nilai keanggotaan nilai analisis:

$$\mu_{Lemah} = 0$$

$$\mu_{Lumayan} = 1.00$$

$$\mu_{Kuat} = 0$$

Setelah proses perhitungan fuzzifikasi selesai, diperoleh nilai fuzzifikasi untuk masing-masing data calon uji coba. Seluruh hasil tiap calon kemudian disusun dan dirangkum secara sistematis dalam sebuah tabel.

**Tabel 5.** Seluruh hasil fuzzifikasi data ujicoba

| Nama Mahasiswa            | Hasil Fuzzifikasi |          |            |             |          |
|---------------------------|-------------------|----------|------------|-------------|----------|
|                           | Himpunan          | Robotika | Matematika | Pemrograman | Analisis |
| Muhammad Rashya Alifandra | Lemah             | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 0.00     |
|                           | Lumayan           | 0.56     | 0.25       | 0.875       | 0.25     |
|                           | Kuat              | 0.4375   | 0.75       | 0.125       | 0.75     |
| Rivandi Khadafi           | Lemah             | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 0.00     |
|                           | Lumayan           | 1.00     | 0.25       | 0.88        | 1.00     |
|                           | Kuat              | 0.00     | 0.75       | 0.125       | 0.00     |
| M. Fajar Hidayah Kembaren | Lemah             | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 0.00     |
|                           | Lumayan           | 0.875    | 0.56       | 1.00        | 0.875    |
|                           | Kuat              | 0.125    | 0.4375     | 0.00        | 0.125    |
| Muhammad Andika Iswandi   | Lemah             | 0.00     | 0.4375     | 0.125       | 0.00     |
|                           | Lumayan           | 0.56     | 0.56       | 0.875       | 1.00     |
|                           | Kuat              | 0.4375   | 0.00       | 0.00        | 0.00     |
| Kahfi Habibi Lubis        | Lemah             | 0.00     | 0.4375     | 0.4375      | 0.00     |
|                           | Lumayan           | 1.00     | 0.56       | 0.56        | 1.00     |
|                           | Kuat              | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 0.00     |

Tabel 5 menunjukkan hasil fuzzifikasi seluruh data uji coba mahasiswa dalam bentuk derajat keanggotaan pada masing-masing himpunan fuzzy untuk variabel Robotika, Matematika, Pemrograman, dan Analisis. Nilai derajat keanggotaan ini menjadi dasar dalam proses inferensi pada tahap selanjutnya.

### 3.3 Inferensi

Setelah derajat keanggotaan diperoleh, sistem melakukan inferensi dengan mencocokkan hasil fuzzifikasi ke aturan IF–THEN Tsukamoto yang dibentuk dari kombinasi himpunan Lemah, Lumayan, dan Kuat pada empat variabel input. Aturan yang terpenuhi menghasilkan nilai aktivasi ( $\alpha$ ) yang dihitung menggunakan operator minimum pada antecedent, lalu digunakan untuk menentukan nilai tegas ( $z$ ) sebagai keluaran.

| Aturan Fuzzy yang Aktif |                                                                                                                                                               |                                                                    |                 |  |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------|--|
| ID Rule                 | Kondisi                                                                                                                                                       | Output                                                             | Nilai $\alpha$  |  |
| R28                     | JIKA Robotika = LUMAYAN ( $\mu=1.00$ ) AND Matematika = LEMAH ( $\mu=0.44$ ) AND Pemrograman = LEMAH ( $\mu=0.44$ ) AND Analisis = LUMAYAN ( $\mu=1.00$ )     | MAKA Machine Learning = Kurang Cocok   Logika Fuzzy = Kurang Cocok | $\alpha = 0.44$ |  |
| R32                     | JIKA Robotika = LUMAYAN ( $\mu=1.00$ ) AND Matematika = LEMAH ( $\mu=0.44$ ) AND Pemrograman = LUMAYAN ( $\mu=0.56$ ) AND Analisis = LUMAYAN ( $\mu=1.00$ )   | MAKA Machine Learning = Kurang Cocok   Logika Fuzzy = Cukup Cocok  | $\alpha = 0.44$ |  |
| R36                     | JIKA Robotika = LUMAYAN ( $\mu=1.00$ ) AND Matematika = LUMAYAN ( $\mu=0.56$ ) AND Pemrograman = LEMAH ( $\mu=0.44$ ) AND Analisis = LUMAYAN ( $\mu=1.00$ )   | MAKA Machine Learning = Cukup Cocok   Logika Fuzzy = Cukup Cocok   | $\alpha = 0.44$ |  |
| R41                     | JIKA Robotika = LUMAYAN ( $\mu=1.00$ ) AND Matematika = LUMAYAN ( $\mu=0.56$ ) AND Pemrograman = LUMAYAN ( $\mu=0.56$ ) AND Analisis = LUMAYAN ( $\mu=1.00$ ) | MAKA Machine Learning = Cukup Cocok   Logika Fuzzy = Cukup Cocok   | $\alpha = 0.56$ |  |

**Gambar 7.** Aturan Fuzzy yang aktif

Gambar 7 menunjukkan aturan fuzzy yang aktif dalam proses inferensi menggunakan metode Logika Fuzzy Tsukamoto, di mana aturan-aturan tersebut diaktifkan oleh nilai derajat keanggotaan hasil fuzzifikasi dan digunakan sebagai dasar perhitungan nilai  $\alpha$ -predikat serta keluaran tegas pada tahap selanjutnya.

Setelah mendapatkan aturan yang aktif, sistem menampilkan rincian perhitungan inferensi untuk setiap aturan (rule) yang aktif, termasuk nilai aktivasi ( $\alpha$ ) dan nilai keluaran tegas ( $z$ ) yang dihasilkan dari masing-masing aturan.

| Perhitungan Inferensi                                                                                                            |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| $z_{\text{Logika Fuzzy}} = 40.00 - (0.44 \times (40.00 - 0.00)) = 22.30$                                                         |  |
| <b>R32: ML=Kurang Cocok, Logika Fuzzy=Cukup Cocok</b>                                                                            |  |
| $\alpha = \min(\mu_{\text{Lumayan}}=1.00, \mu_{\text{Lemah}}=0.44, \mu_{\text{Lumayan}}=0.56, \mu_{\text{Lumayan}}=1.00) = 0.44$ |  |
| $z_{\text{Machine Learning}} = 40.00 - (0.44 \times (40.00 - 0.00)) = 22.50$                                                     |  |
| $z_{\text{Logika Fuzzy}} = 30.00 - (0.44 \times (70.00 - 30.00)) = 47.50$                                                        |  |
| <b>R38: ML aCukup Cocok, Logika Fuzzy=Cukup Cocok</b>                                                                            |  |

**Gambar 8.** Perhitungan inferensi pada sistem

Gambar 8 menampilkan proses perhitungan inferensi pada sistem menggunakan metode Logika Fuzzy Tsukamoto, yang menunjukkan nilai  $\alpha$ -predikat dan nilai keluaran tegas (z) yang dihasilkan dari setiap aturan fuzzy yang aktif. Terlihat bahwa sejumlah aturan aktif berhasil diidentifikasi, dan pada setiap aturan tersebut ditentukan nilai fuzzifikasi paling rendah sebagai dasar perhitungan.

- Rule ke 29 (Semester 7):  
Machine Learning = Kurang Cocok & Logika Fuzzy = Kurang Cocok  
 $\alpha$  (alpha) =  $\min(1.00, 0.4375, 0.44, 1.00) = 0.4375$   
 $Z_{Machine\ Learning} = 40 - 0.4375 (40-0) = 22.5$   
 $Z_{Logika\ Fuzzy} = 40 - 0.4375 (40-0) = 22.5$
- Rule ke 32 (Semester 7):  
Machine Learning = Kurang Cocok & Logika Fuzzy = Cukup Cocok  
 $\alpha$  (alpha) =  $\min(1.00, 0.4375, 0.56, 1.00) = 0.4375$   
 $Z_{Machine\ Learning} = 40 - 0.4375 (40-0) = 22.5$   
 $Z_{Logika\ Fuzzy} = 30 + 0.4375(70-30) = 47.5$
- Rule ke 38 (Semester 7):  
Machine Learning = Cukup Cocok & Logika Fuzzy = Cukup Cocok  
 $\alpha$  (alpha) =  $\min(1.00, 0.56, 0.4375, 1.00) = 0.4375$   
 $Z_{Machine\ Learning} = 30 + 0.4375(70-30) = 47.5$   
 $Z_{Logika\ Fuzzy} = 30 + 0.4375(70-30) = 47.5$
- Rule ke 41 (Semester 7):  
Machine Learning = Cukup Cocok & Logika Fuzzy = Cukup Cocok  
 $\alpha$  (alpha) =  $\min(1.00, 0.56, 0.56, 1.00) = 0.56$   
 $Z_{Machine\ Learning} = 30 + 0.56 (70-30) = 52.4$   
 $Z_{Logika\ Fuzzy} = 30 + 0.56 (70-30) = 52.4$

### 3.4 Defuzzifikasi

Tahap defuzzifikasi bertujuan untuk menggabungkan hasil dari beberapa aturan yang berlaku menjadi satu nilai akhir yang jelas (crisp) dengan menggunakan metode rata-rata yang diberi bobot berdasarkan nilai  $\alpha$  dan z pada setiap aturan. Nilai crisp tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk menentukan tingkat kesesuaian mata kuliah dan menghasilkan rekomendasi akhir.

| Machine Learning                                                             |      |       |       | Logika Fuzzy                                                                  |      |       |       |
|------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|-------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|
| Atas                                                                         | A    | Z     | A x Z | Atas                                                                          | A    | Z     | A x Z |
| R29                                                                          | 0.44 | 22.50 | 9.84  | R29                                                                           | 0.44 | 22.50 | 9.84  |
| R32                                                                          | 0.44 | 22.50 | 9.84  | R32                                                                           | 0.44 | 47.50 | 20.78 |
| R38                                                                          | 0.44 | 47.50 | 20.78 | R38                                                                           | 0.44 | 47.50 | 20.78 |
| R41                                                                          | 0.56 | 52.50 | 29.34 | R41                                                                           | 0.56 | 52.50 | 29.34 |
| $\sum \alpha \times z$                                                       |      |       | 69.80 | $\sum \alpha \times z$                                                        |      |       | 80.74 |
| $\sum \alpha = 0.44 + 0.44 + 0.44 + 0.56$                                    |      |       | 1.88  | $\sum \alpha = 0.44 + 0.44 + 0.44 + 0.56$                                     |      |       | 1.88  |
| Hasil Defuzzifikasi:                                                         |      |       |       | Hasil Defuzzifikasi:                                                          |      |       |       |
| $R^* = \frac{\sum \alpha \times z}{\sum \alpha} = \frac{69.8}{1.88} = 37.13$ |      |       |       | $R^* = \frac{\sum \alpha \times z}{\sum \alpha} = \frac{80.74}{1.88} = 42.95$ |      |       |       |
| 37.13                                                                        |      |       |       | 42.95                                                                         |      |       |       |
| Nilai Rekomendasi Machine Learning                                           |      |       |       | Nilai Rekomendasi Logika Fuzzy                                                |      |       |       |

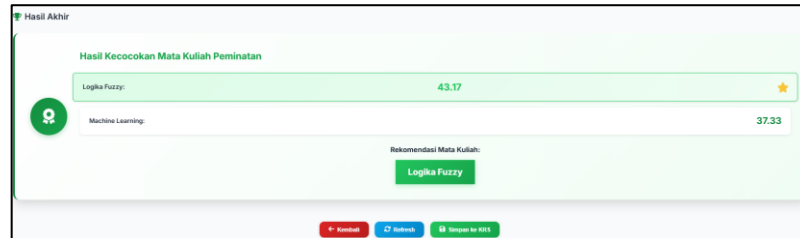
Gambar 9. Proses Defuzzifikasi

Gambar 9 menunjukkan proses defuzzifikasi menggunakan metode rata-rata terbobot untuk menggabungkan nilai  $\alpha$ -predikat dan nilai keluaran tegas (z) dari aturan fuzzy yang aktif sehingga diperoleh nilai akhir sebagai dasar penentuan rekomendasi. Dari proses defuzzifikasi tersebut maka di peroleh perhitungan berikut:

- Machine Learning:  
 $\sum (\alpha \times z) = (0.44 \times 22.4) + (0.44 \times 22.54) + (0.44 \times 47.6) + (0.56 \times 52.4)$   
 $= 9.84 + 9.84 + 20.78 + 29.34$   
 $= 69.8$   
 $\sum (\alpha) = 0.4375 + 0.4375 + 0.4375 + 0.56 = 1.8725$   
Hasil =  $\frac{69.8}{1.8725}$   
 $= 37.22$
- Logika Fuzzy:  
 $\sum (\alpha \times z) = (0.4375 \times 22.50) + (0.4375 \times 47.50) + (0.4375 \times 47.50) + (0.56 \times 52.50)$   
 $= 9.84 + 20.78 + 20.78 + 29.34$   
 $= 80.74$

$$\begin{aligned}\Sigma (\alpha) &= 0.4375 + 0.4375 + 0.4375 + 0.56 = 1.8725 \\ \text{Hasil} &= \frac{80.74}{1.8725} \\ &= 43.11\end{aligned}$$

Pada sisi implementasi, sistem menampilkan proses perhitungan defuzzifikasi hingga halaman hasil akhir kecocokan mata kuliah sebagai keluaran akhir dan dipilih lah matakuliah paling cocok berdasarkan nilai kecocokan paling besar.



**Gambar 10.** Hasil akhir kecocokan matakuliah

Gambar 10 menampilkan hasil akhir kecocokan mata kuliah yang dihasilkan oleh sistem pendukung keputusan berbasis metode Logika Fuzzy Tsukamoto, di mana mata kuliah dengan nilai kecocokan tertinggi dipilih sebagai rekomendasi.

### 3.5 Validasi Model

Setelah seluruh keluaran sistem dan hasil perhitungan manual Fuzzy Tsukamoto diperoleh, tahap berikutnya adalah membandingkan keduanya untuk menilai tingkat kesesuaian (validitas) sistem dalam memprediksi mata kuliah peminatan yang paling tepat bagi mahasiswa Ilmu Komputer XYZ. Pengujian ini dilakukan agar dapat diketahui apakah nilai keluaran yang dihasilkan sistem berada pada rentang yang sejalan dengan perhitungan manual, sehingga rekomendasi peminatan yang diberikan dapat dipercaya.

**Tabel 6.** Perbandingan hasil data uji coba

| No | Nama Mahasiswa            | Sistem                                                                     | Manual                                                                     |
|----|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Muhammad Rashya Alifandra | Jaringan Syaraf Tiruan: <b>60.80</b><br>&<br>Mirkrokontroler: <b>62.95</b> | Jaringan Syaraf Tiruan: <b>60.77</b><br>&<br>Mirkrokontroler: <b>62.91</b> |
| 2. | Rivandi Khadafi           | Jaringan Syaraf Tiruan: <b>57</b><br>&<br>Mirkrokontroler: <b>51</b>       | Jaringan Syaraf Tiruan: <b>57</b><br>&<br>Mirkrokontroler: <b>51</b>       |
| 3. | M. Fajar Hidayah Kembaren | Machine Learning: <b>59.82</b><br>&<br>Logika Fuzzy: <b>54.46</b>          | Machine Learning: <b>59.79</b><br>&<br>Logika Fuzzy: <b>54.43</b>          |
| 4. | Muhammad Andika Iswandi   | Jaringan Syaraf Tiruan: <b>46.05</b><br>&<br>Mirkrokontroler: <b>51.58</b> | Jaringan Syaraf Tiruan: <b>46.01</b><br>&<br>Mirkrokontroler: <b>51.55</b> |
| 5. | Kahfi Habibi Lubis        | Machine Learning: <b>37.33</b><br>&<br>Logika Fuzzy: <b>43.17</b>          | Machine Learning: <b>37.22</b><br>&<br>Logika Fuzzy: <b>43.11</b>          |

Tabel 6 menyajikan perbandingan antara hasil keluaran sistem dan hasil perhitungan manual untuk setiap data uji coba, yang digunakan sebagai dasar dalam proses validasi guna menilai tingkat kesesuaian dan keakuratan metode Logika Fuzzy Tsukamoto yang diterapkan.

Untuk mengukur tingkat perbedaan tersebut, peneliti menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) karena MAPE mampu menggambarkan rata-rata besar kesalahan prediksi dalam bentuk persentase, sehingga lebih mudah diinterpretasikan sebagai *margin error* dan memudahkan penentuan tingkat akurasi sistem. Selain itu, MAPE relevan digunakan pada penelitian ini karena keluaran metode Tsukamoto menghasilkan nilai tegas (crisp) yang dapat dibandingkan secara langsung dengan nilai acuan (hasil manual). Semakin kecil nilai MAPE, maka semakin dekat hasil sistem terhadap perhitungan manual, yang berarti sistem semakin valid dalam memberikan rekomendasi peminatan.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{A_i - F_i}{A_i} \right| \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

$A_i$  = Nilai Manual (Aktual/acuan)

$F_i$  = Nilai Sistem (Prediksi)

$n$  = Jumlah data yang dibandingkan

Karena setiap mahasiswa punya 2 keluaran mata kuliah, maka total perbandingan:  
5 mahasiswa  $\times$  2 nilai = 10 data  $\rightarrow n = 10$

$$APE_i = \left| \frac{A_i - F_i}{A_i} \right| \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan :

$A_i$ : nilai aktual atau nilai acuan (hasil perhitungan manual)

$F_i$ : nilai hasil prediksi atau keluaran sistem

Dimana dihitung per nilai (10 nilai):

Mahasiswa “Muhammad Rahsyah Alifandra”

a. JST:  $A$  (Manual) = 60.77,  $F$  (Sistem) = 60.80

$$APE = \left| \frac{60.77 - 60.80}{60.77} \right| \times 100\% = 0,049\%$$

b. Mikrokontroler: Manual = 62.91, Sistem = 62.95

$$APE = \left| \frac{60.91 - 60.95}{60.91} \right| \times 100\% = 0,066\%$$

Setelah semua nilai APE mahasiswa dihitung, maka didapatkan nilai MAPE sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{10} (0.049 + 0.066 + 0 + 0 + 0.050 + 0.055 + 0.086 + 0.058 + 0.593 + 0.139) = 0.001096$$

$$MAPE = 0.001096 \times 100\% = 0,1096\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan, sistem berbasis Fuzzy Tsukamoto pada penelitian ini menunjukkan tingkat kesalahan yang sangat rendah pada data uji. Nilai MAPE yang mendekati 0,1096% mengindikasikan bahwa keluaran sistem hampir sepenuhnya sejalan dengan perhitungan manual, sehingga sistem berpotensi kuat untuk mendukung proses penentuan rekomendasi mata kuliah peminatan bagi mahasiswa Ilmu Komputer XYZ. Namun, perlu dicatat bahwa pengujian masih dilakukan pada lima sampel, sehingga capaian MAPE mendekati 0.1096% belum tentu konsisten apabila diterapkan pada jumlah data yang lebih besar dan variasi kondisi yang lebih beragam; oleh karena itu, peluang munculnya selisih hasil tetap mungkin terjadi pada pengujian lanjutan di masa mendatang.

Hasil uji coba menunjukkan bahwa penerapan Logika Fuzzy Tsukamoto pada sistem pendukung keputusan menghasilkan keluaran yang sangat konsisten dengan perhitungan manual, dengan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar  $\pm 0,1096\%$ . Nilai kesalahan yang sangat rendah ini sejalan dengan penelitian sejenis yang menerapkan Fuzzy Tsukamoto pada sistem pendukung keputusan, seperti penentuan jurusan siswa dan pemilihan dokter terbaik [13], [14], yang menegaskan keampuhan metode ini dalam menghasilkan nilai keluaran yang stabil. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat bukti empiris bahwa Fuzzy Tsukamoto efektif digunakan dalam permasalahan pengambilan keputusan berbasis multi-kriteria.

Perbedaan utama penelitian ini dibandingkan penelitian sebelumnya terletak pada konteks dan perancangan variabel, yaitu penggunaan variabel kompetensi akademik mahasiswa perguruan tinggi (Robotika, Matematika, Pemrograman, dan Analisis) untuk rekomendasi mata kuliah pilihan. Kesesuaian antara keluaran sistem dan perhitungan manual tidak dimaknai sebagai klaim prediksi sempurna, melainkan sebagai validasi bahwa implementasi metode telah dilakukan secara tepat sesuai prinsip matematis Fuzzy Tsukamoto. Secara implikatif, sistem ini berfungsi sebagai alat bantu objektif dalam pengambilan keputusan akademik, yang mendukung mahasiswa memilih mata kuliah sesuai profil kompetensinya tanpa menggantikan peran dosen pembimbing atau kebijakan program studi, sehingga memperkuat kontribusi ilmiah penelitian dalam pengembangan sistem pendukung keputusan di lingkungan perguruan tinggi.

## 4. KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa penerapan logika fuzzy Tsukamoto pada sistem pendukung keputusan mampu menghasilkan rekomendasi mata kuliah yang terukur, konsisten, dan objektif berdasarkan empat variabel kompetensi utama, yaitu Robotika, Matematika, Pemrograman, dan Analisis. Proses fuzzifikasi, inferensi berbasis 162 aturan IF–THEN, serta defuzzifikasi rata-rata terbobot menghasilkan nilai keluaran yang tepat. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem dapat digunakan langsung dalam menentukan minat akademik mahasiswa Ilmu Komputer. Hasil pengujian menunjukkan kesalahan sistem dengan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar  $\pm 0,1096\%$ , yang menandakan tingkat kesalahan sangat rendah. Temuan ini menegaskan bahwa metode fuzzy Tsukamoto telah diimplementasikan secara tepat dan berkontribusi dalam menyediakan sistem pendukung keputusan yang valid dan andal untuk membantu mahasiswa dalam memilih mata kuliah sesuai dengan profil kompetensi akademiknya.

## REFERENCES

- [1] A. T. Hidayat, D. S. Wahyuni, and I. G. B. Subawa, “SISTEM PEMILIHAN KONSENTRASI MAHASISWA BERBASIS PSI PADA PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA,” *Kumpul. Artik. Mhs. Pendidik. Tek. Inform.*, vol. 14, no. 2, pp. 202–213,

- Jul. 2025, doi: 10.23887/karmapati.v14i2.100049.
- [2] A. Q. Aini and I. Sylvia, "Sistem Pemilihan Mata Pelajaran Pilihan dalam Implementasi Kurikulum Merdeka di SMA Negeri 2 Lubuk Basung," *Naradidik J. Educ. Pedagog.*, vol. 4, no. 2, pp. 318–331, 2025, doi: 10.24036/nara.v4i2.328.
  - [3] M. Tahir and N. Sitompul, "Penerapan Algoritma Fp-Growth Dalam," *J. Ilm. NERO*, vol. 6, no. 1, pp. 59–66, 2021, doi: <https://doi.org/10.21107/nero.v8i2>.
  - [4] B. R. Takaendengan, A. Anwar, W. Takaendengan, and P. E. Kobandaha, "Identifikasi Kesalahan Jawaban Mahasiswa pada Mata Kuliah Analisis Real Berdasarkan Newmann's Error Analysis," *Euler J. Ilm. Mat. Sains dan Teknol.*, vol. 10, no. 2, pp. 235–243, 2022, doi: 10.34312/euler.v10i2.16777.
  - [5] I. G. Purnawinadi, "Hambatan Mahasiswa Keperawatan Dalam Menyelesaikan Skripsi," *Klabat J. Nurs.*, vol. 6, no. 1, p. 112, 2024, doi: 10.37771/kjn.v6i1.1092.
  - [6] M. Farid, T. Ibrahim, Hasbiyallah, and O. Arifudin, "Mekanisme Pengambilan Keputusan Berbasis Sistem Informasi Manajemen Dalam Lembaga Pendidikan Islam," *J. Tahsinia*, vol. 6, no. 1, pp. 86–103, 2025.
  - [7] R. F. Ramadhan and A. A. Widodo, "Penilaian Mahasiswa Berprestasi Menggunakan Metode Simple Additive Weighting Berbasis Decision Support System," *J. Sist. Inf. dan Inform.*, vol. 1, no. 2, pp. 90–97, 2022, doi: 10.33379/jusifor.v1i2.1695.
  - [8] V. A. E. P and Y. P. Purba, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Harga Jual Laptop Bekas Menggunakan Logika Fuzzy Inference System Metode Mamdani," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 6, pp. 10392–10397, 2025, doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v9i6.16492>.
  - [9] M. G. Khairi and Armansyah, "Model Keputusan Pemilihan Asisten Laboratorium Menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto," *Rabit J. Teknol. dan Sist. Inf. Univrab*, vol. 10, no. 2, pp. 176–185, 2025, doi: 10.36341/rabit.v10i2.5881.
  - [10] I. Muhandhis, A. S. Ritonga, and M. H. Murdani, "Implementasi Metode Inferensi Fuzzy Tsukamoto Untuk Memprediksi Curah Hujan Dasarian Di Sumenep," *J. Ilm. Educic Pendidik. dan Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 01–10, 2021, doi: 10.21107/educic.v8i1.8907.
  - [11] H. Hendry, S. Supiyandi, C. Rizal, M. Eka, and Z. Zulham, "Implementasi Sistem Informasi Pengaduan Masyarakat Berbasis Web dengan Automatic Ticketing Workflow," *J. Komput. Teknol. Inf. Sist. Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 1411–1416, 2025.
  - [12] A. A. Zulfa, T. Ibrahim, and O. Arifudin, "Peran Sistem Informasi Akademik Berbasis Web Dalam Upaya Meningkatkan Efektivitas Dan Efisiensi Pengelolaan Akademik Di Perguruan Tinggi," *J. Tahsinia*, vol. 5, no. 2, pp. 82–89, 2025, doi: <https://doi.org/10.57171/jt.v6i1.615>.
  - [13] H. Quddustiani, U. Athiyah, M. R. Kartika, R. Hidayat, and L. R. Nabila, "Penentuan Jurusan Siswa Sekolah Menengah Atas menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto," *J. Dinda Data Sci. Inf. Technol. Data Anal.*, vol. 1, no. 2, pp. 82–87, 2021, doi: 10.20895/dinda.v1i2.205.
  - [14] L. Harahap and S. D. Purba, "Decision Support System for Choosing the Best Doctor at Sari Mutiara Hospital Using the Fuzzy Tsukamoto Method," *J. ICT Inf. Commun. Technol.*, vol. 12, no. 2, pp. 2086–7867, 2021, Accessed: Feb. 18, 2025. [Online]. Available: <http://ejournal.marqchainstitute.or.id/index.php/JICT/article/view/20>
  - [15] Husnailail *et al.*, "Teknik Pemeriksaan Keabsahan Data dalam Riset Imiah," *J. Genta Mulia*, vol. Vol 15, no. 2, p. hlm 71-73, 2024.
  - [16] P. Gloria and E. Sedyono, "Perancangan Sistem Rekomendasi Pemberian Beasiswa dengan Metode Fuzzy Tsukamoto," *J. Inf. Technol. Ampera*, vol. 3, no. 2, pp. 124–147, 2022, doi: 10.51519/journalita.volume3.issue2.year2022.page124-147.
  - [17] M. S. A. Riky Rizki Junaidi, M. . Widyawati, S.E., M. . Syafrinadina, S.E., M. S. Leni Saleh, SEI., M.Sc., and M. . Ir. Nurul Aziza, S.T., *BUKU REFERENSI METODOLOGI PENELITIAN*, 1st ed., vol. 1. Jambi: Penerbit Buku Sonpedia, 2025.
  - [18] H. Fawi and Sriani, "Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Untuk Analisis Resiko Kredit Macet," *JSiI (Jurnal Sist. Informasi)*, vol. 11, no. 2, pp. 36–41, 2024, doi: 10.30656/jsii.v11i2.9181.
  - [19] M. H. Anwar, M. Furqan, and Suhardi, "Decision Support System for Selection of Scholarship Recipient Students Using Tsukamoto Method Fuzzy Logic," *Int. J. Inf. Syst. Technol. Akreditasi*, vol. 8, no. 158, pp. 6–11, 2024.
  - [20] P. Gultom, *Pengantar Himpunan Kabur.* umsu press, 2025. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=8sRDEQAAQBAJ>
  - [21] M. Daffa and S. Sriani, "Penerapan Logika Fuzzy Sugeno untuk Deteksi Tingkat Depresi Kerja Karyawan," *J. Teknol. Sist. Inf. dan Apl.*, vol. 6, no. 3, pp. 484–493, 2023, doi: 10.32493/jtsi.v6i3.32020.
  - [22] B. Rizky Prayudhi, K. Auliasari, and D. Rudhistiar, "Sistem Pendukung Keputusan Rekomendasi Penggunaan Media Pembelajaran Online Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (Ahp)," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 1, pp. 317–324, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i1.4616.
  - [23] D. Aulia, S. F. M. Mar'ah, H. B. P. Alam, and M. K. Gibran, "Perancangan Sistem Informasi Pendataan Perjalanan Dinas Berbasis Web Di BKAD Provsu," *J. Minfo Polgan*, vol. 13, no. 2, pp. 1938–1943, 2024, doi: 10.33395/jmp.v13i2.14321.
  - [24] Windi Nurlaela, Annisa Indah Pratiwi, and Hilda Tri Yulianti, "Analisis Metode Moving Average, Exponential Smoothing, dan Arima dalam Peramalan Permintaan untuk Pengendalian Stok Floor Rear," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 4, no. 3, pp. 1066–1075, 2025, doi: 10.55826/jtmit.v4i3.1134.
  - [25] Y. Nora Marlim and A. Hajjah, "Sistem Peramalan Persediaan Barang Menggunakan Metode Brown Exponential Smoothing," *JOISIE (Journal Inf. Syst. Informatics Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 146–152, 2021, doi: 10.35145/joisie.v5i2.1738.