

Analisis Fuzzy Inference System Mamdani untuk Menilai Kelayakan Pemilihan Mobil Berdasarkan Kriteria Pengguna

Nanda Novita^{1*}, Muhammad Huda Firdaus², Yuan Anisa³, Nurul Khairina⁴

^{1,3,4} Universitas Medan Area, Medan, Indonesia

² Akademi Informatika Dan Komputer Medicom, Medan, Indonesia

ABSTRAK

Pengambilan keputusan pembelian mobil merupakan proses kompleks yang dipengaruhi oleh faktor subjektif dan objektif seperti harga, efisiensi bahan bakar, dan kenyamanan. Khusus bagi pengemudi transportasi online, kriteria seperti durabilitas dan biaya perawatan rendah menjadi krusial. Ketidakpastian preferensi linguistik (misalnya definisi "hemat" atau "nyaman") sering menjadi keterbatasan metode konvensional. Penelitian ini mengusulkan Sistem Inferensi Fuzzy Mamdani (FIS Mamdani) untuk memodelkan preferensi pengguna dan mengatasi ambiguitas tersebut. Dengan kemampuan menerjemahkan informasi linguistik ke dalam kaidah "IF-THEN" yang intuitif, FIS Mamdani memungkinkan interpretasi preferensi secara akurat. Berdasarkan data aktual mobil Toyota, sistem ini menggunakan tiga variabel input: Harga Mobil, Efisiensi Bahan Bakar, dan Kapasitas Mesin, dengan satu variabel output: Kelayakan Pembelian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan nilai crisp output 55.7 (pada kondisi Harga=450 juta, Efisiensi=18 km/l, Kapasitas Mesin=1.8L), mobil-mobil dengan kategori Cukup Layak adalah Toyota Avanza, Yaris, dan Rush. Pendekatan ini terbukti memberikan rekomendasi terstruktur dan personal, sekaligus mengurangi ketidakpastian dalam pengambilan keputusan pembelian mobil.

ABSTRACT

Car purchasing decision-making is a complex process influenced by both subjective and objective factors such as price, fuel efficiency, and comfort. For online transportation drivers in particular, criteria such as durability and low maintenance costs are crucial. The uncertainty of linguistic preferences—such as the definitions of “economical” or “comfortable”—often poses a limitation for conventional methods. This study proposes the use of a Mamdani Fuzzy Inference System (FIS) to model user preferences and overcome such ambiguity. With its ability to translate linguistic information into intuitive "IF-THEN" rules, the Mamdani FIS enables accurate interpretation of user preferences. Based on actual Toyota car data, the system uses three input variables: Car Price, Fuel Efficiency, and Engine Capacity, with one output variable: Purchasing Suitability. Research results show that, with a crisp output value of 55.7 (under the conditions of Price = IDR 450 million, Fuel Efficiency = 18 km/l, Engine Capacity = 1.8L), vehicles classified as “Quite Suitable” include the Toyota Avanza, Yaris, and Rush. This approach has proven to provide structured and personalized recommendations, while also reducing uncertainty in car purchasing decision-making.

Kata Kunci: Fuzzy Mamdani, keputusan pembelian, kelayakan, preferensi, rekomendasi

Email: * nandanovita@staff.uma.ac.id

DOI: <http://dx.doi.org/10.30829/jistech.v10i1.23109>

Diterima 8 Januari 2025; Direvisi 12 Juni 2025; Disetujui 25 Juni 2025



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Pendahuluan

Keputusan membeli mobil itu rumit, banyak faktor yang memengaruhi setiap orang. Biasanya orang memikirkan harga, efisiensi bahan bakar, kapasitas penumpang, fitur keamanan, dan kenyamanan[1][2]. Namun, dengan pesatnya pertumbuhan layanan transportasi online seperti taksi atau sewa mobil online, muncul kriteria tambahan yang unik. Mereka butuh kendaraan yang bukan hanya efisien dan nyaman untuk pribadi, tapi juga tahan lama, kapasitas penumpang optimal, dan biaya perawatan rendah untuk operasional harian yang intensif. Sifat subjektif dari kriteria-kriteria ini (misalnya, apa itu "murah" atau "nyaman") jadi tantangan besar bagi cara pengambilan keputusan biasa yang butuh angka pasti. Dalam kondisi ideal, semua kriteria bisa diukur dan diproses oleh algoritma. Tapi kenyataannya, banyak informasi preferensi pengguna itu bersifat linguistik dan tidak jelas.

Contohnya, "hemat" bensin bisa berarti 15 km/liter bagi satu orang, tapi 20 km/liter bagi yang lain. Apalagi bagi pengemudi taksi online, efisiensi bahan bakar sangat penting karena langsung memengaruhi pendapatan harian. Kapasitas penumpang dan kenyamanan optimal juga sangat berpengaruh pada kepuasan pelanggan dan rating mereka. Ketidakpastian inilah yang bikin metode tradisional susah kasih rekomendasi yang benar-benar personal dan sesuai kebutuhan tiap individu, termasuk pengemudi mobil online.

Menyadari keterbatasan metode konvensional, Sistem Inferensi Fuzzy (FIS) muncul sebagai pendekatan menjanjikan untuk mengatasi masalah pengambilan keputusan di lingkungan yang tidak pasti[3][4]. FIS dirancang khusus untuk meniru penalaran manusia dan menangani informasi yang tidak presisi, membuatnya sangat cocok untuk bidang di mana kriteria evaluasi bersifat kualitatif atau linguistik. Kemampuannya mengubah input yang ambigu menjadi output yang bisa diukur adalah poin penting yang perlu kita pelajari lebih lanjut, terutama dalam membantu calon pembeli mobil, baik untuk pribadi maupun operasional taksi atau sewa mobil online. Di antara berbagai jenis FIS, FIS Mamdani menonjol karena mudahnya dalam menggambarkan aturan-aturan linguistik secara intuitif[5]. Ini berarti, pengetahuan dari ahli atau preferensi umum pengguna bisa langsung diterjemahkan ke dalam aturan "JIKA-MAKA" yang gampang dipahami[6][7]. Contohnya, "JIKA Harga Sangat Murah DAN Bahan Bakar Sangat Hemat MAKA Kelayakan Sangat Tinggi." Kemudahan interpretasi ini sangat membantu membangun dan memvalidasi dasar pengetahuan sistem, yang sangat relevan untuk mempertimbangkan kebutuhan spesifik pengemudi mobil online seperti keandalan, biaya operasional rendah, dan kenyamanan penumpang.

Meskipun punya potensi besar, penerapan FIS Mamdani dalam menilai kelayakan mobil ini tidak lepas dari tantangan. Salah satu masalah utamanya adalah bagaimana membangun fungsi keanggotaan (membership function) yang secara akurat mewakili rentang linguistik setiap kriteria. Penentuan batas-batas untuk "murah," "sedang," atau "tinggi" harus dilakukan dengan cermat agar sistem bisa menafsirkan input pengguna secara tepat dan relevan, termasuk mempertimbangkan skala harga yang kompetitif untuk segmen pengemudi mobil online. Selain itu, menyusun basis kaidah (rule base) yang lengkap dan bebas dari pertentangan juga jadi isu penting. Semakin banyak kriteria dan himpunan fuzzy, semakin banyak kombinasi kaidah yang mungkin, yang menambah kompleksitas perancangan[8][9]. Masalahnya terletak pada bagaimana memastikan setiap kaidah yang ditentukan bisa menangkap detail preferensi pengguna dengan tepat, termasuk prioritas pengemudi mobil online terhadap efisiensi, durabilitas, kapasitas, dan kenyamanan penumpang, dan menghasilkan output kelayakan yang masuk akal dan konsisten.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam bagaimana FIS Mamdani dapat diterapkan dan dievaluasi untuk menilai kelayakan pemilihan mobil, baik untuk penggunaan pribadi maupun operasional taksi atau sewa mobil online. Fokus utamanya adalah bagaimana sistem ini bisa memodelkan preferensi pengguna melalui variabel fuzzy dan aturan inferensi untuk akhirnya, memberikan rekomendasi yang lebih personal dan akurat, membantu pengguna menavigasi kerumitan pasar mobil dan membuat keputusan pembelian yang lebih baik.

Pada penelitian ini merujuk dari penelitian sebelumnya dengan menerapkan pengambilan keputusan berdasarkan prinsip logika fuzzy mamdani dimana pengambilan data berdasarkan nyata dari brosur jenis-jenis mobil Toyota (Toyota Rush, Avanza, Yaris, Agya, Innova, Fortuner, Camry) dengan indikatornya harga, efisiensi bahan bakar dan kapasitas mesin. Dengan pendekatan ini, calon pembeli dapat mempertimbangkan semua faktor penting secara lebih terstruktur dan sistematis. Sehingga, keputusan yang diambil akan lebih sesuai dengan keinginan dan kebutuhan mereka. Selain itu, penerapan logika fuzzy Mamdani juga dapat mengurangi ketidakpastian dalam pengambilan keputusan, memberikan kepercayaan lebih bagi konsumen terhadap pilihan yang mereka.

Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem pendukung keputusan untuk pemilihan mobil penumpang menggunakan prinsip logika fuzzy Mamdani[10]. Pendekatan ini dipilih karena kemampuannya dalam mengolah informasi yang bersifat subjektif dan tidak pasti, sebuah karakteristik umum dalam proses pengambilan keputusan konsumen[11]. Penelitian ini secara spesifik merujuk pada penelitian sebelumnya yang telah berhasil menerapkan logika fuzzy Mamdani dalam konteks pengambilan keputusan, dan akan mengadaptasinya untuk skenario pemilihan mobil[12].

1. Pengumpulan Data Mobil

Pengambilan data pada penelitian ini akan didasarkan pada data nyata (aktual) yang bersumber dari brosur resmi atau informasi terpercaya dari berbagai jenis mobil penumpang merek Toyota. Model mobil yang akan menjadi fokus analisis meliputi: Toyota Rush, Avanza, Yaris, Agya, Innova, Fortuner, Camry. Untuk setiap model mobil tersebut, data yang dikumpulkan akan mencakup tiga indikator utama yang relevan bagi calon pembeli:

Harga: Nilai crisp (numerik) dari harga jual mobil. Efisiensi Bahan Bakar: Data konsumsi bahan bakar (misalnya dalam km/liter) yang representatif untuk penggunaan kombinasi kota dan luar kota. Kapasitas Mesin: Ukuran kapasitas mesin (misalnya dalam liter atau cc) serta informasi terkait tenaga kuda (HP) jika tersedia.

2. Penentuan Variabel dan Himpunan Fuzzy

Berdasarkan indikator yang telah dikumpulkan, variabel-variabel untuk sistem fuzzy akan didefinisikan[13][14],

a. **Variabel Input:** Harga, Efisiensi Bahan Bakar, Kapasitas Mesin

- b. **Variabel Output:** Kelayakan Pembelian Mobil
Selanjutnya, fungsi keanggotaan (membership function) untuk setiap variabel akan dirancang. Proses ini melibatkan penetapan kategori linguistik (himpunan fuzzy) dan mendefinisikan derajat keanggotaan untuk nilai-nilai dalam rentang setiap kriteria.
- c. **Penyusunan Basis Aturan Fuzzy (Rule Base)**
Basis aturan fuzzy akan dibangun dalam format kaidah "IF-THEN", yang merepresentasikan hubungan antara kombinasi input fuzzy dengan tingkat kelayakan pembelian. Aturan-aturan ini akan disusun mengacu pada pengalaman atau pengetahuan dari pakar otomotif, serta dapat divalidasi dengan intuisi umum calon pembeli. Contoh struktur aturan:
3. **Proses Inferensi Fuzzy Mamdani**
Model akan mengimplementasikan mekanisme inferensi fuzzy Mamdani melalui tahapan[15][16][17]
Fuzzifikasi: Mengubah nilai crisp dari data mobil Toyota .Aplikasi Operator Fuzzy: Menggabungkan derajat keanggotaan dari anteseden dalam setiap aturan menggunakan operator fuzzy (misalnya, operator MIN untuk konjungsi "AND").
 - a. Implikasi: Menentukan output fuzzy dari setiap aturan yang teraktivasi dengan memotong (truncating) himpunan fuzzy konsekuen pada tingkat derajat keanggotaan hasil anteseden.
 - b. Agregasi: Menggabungkan semua output fuzzy dari aturan yang teraktivasi menjadi satu himpunan fuzzy komposit yang merepresentasikan kelayakan pembelian secara keseluruhan.
4. **Defuzzifikasi**
Tahap terakhir adalah defuzzifikasi, di mana himpunan fuzzy komposit dari output kelayakan akan dikonversi menjadi nilai crisp (nilai pasti) yang dapat diinterpretasikan. Metode Centroid (Pusat Gravitasi) akan digunakan untuk menghasilkan nilai numerik tunggal yang menunjukkan tingkat kelayakan mobil tersebut. Nilai crisp ini kemudian akan dipetakan kembali ke kategori linguistik seperti "Layak", "Cukup Layak", atau "Tidak Layak", memberikan keputusan akhir yang jelas bagi konsumen.
5. **Hasil**
Model yang telah dikembangkan akan melalui tahap evaluasi dan validasi untuk memastikan akurasi dan keandalan sistem.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini melibatkan tiga variabel input, yaitu harga mobil, efisiensi bahan bakar, dan kapasitas mesin, serta satu variabel output, yaitu kelayakan pembelian mobil. Setiap variabel input memiliki indikator-indikator tertentu yang akan dianalisis untuk menentukan kelayakan pemilihan mobil. Total indikator yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 12 indikator. Indikator-indikator tersebut meliputi harga mobil yang dibagi menjadi tiga kategori: mahal, sedang, dan murah; efisiensi bahan bakar yang terdiri dari irit, sedang, dan boros; serta kapasitas mesin yang dikategorikan menjadi besar, sedang, dan kecil. Untuk variabel output, kelayakan pembelian juga dikategorikan dalam tiga tingkat, yaitu layak, cukup layak, dan tidak layak. Indikator-indikator ini akan dianalisis secara sistematis dalam proses penentuan kelayakan pembelian mobil menggunakan pendekatan logika fuzzy.

Adapun jenis-jenis mobil Toyota berdasarkan variabel-variabel yang telah ditentukan yaitu:

Tabel 1. Jenis-jenis mobil Toyota berdasarkan brosur

No	Model Mobil	Harga (IDR)	Efisiensi Bahan Bakar (Km/L)	Kapasitas Mesin
1	Toyota Avanza	Rp 250 juta - Rp 280 juta	12 km/l (kota), 15 km/l (luar kota)	1.3L (97 HP)
2	Toyota Innova	Rp 400 juta - Rp 550 juta	9 km/l (kota), 12 km/l (luar kota)	2.0L (139 HP)
3	Toyota Fortuner	Rp 600 juta - Rp 900 juta	8 km/l (kota), 10 km/l (luar kota)	2.4L (150 HP, Diesel)
4	Toyota Agya	Rp 150 juta - Rp 180 juta	18 km/l (kota), 22 km/l (luar kota)	1.0L (67 HP)
5	Toyota Camry	Rp 700 juta - Rp 900 juta	10 km/l (kota), 14 km/l (luar kota)	2.5L (178 HP)
6	Toyota Yaris	Rp 250 juta - Rp 300 juta	13 km/l (kota), 16 km/l (luar kota)	1.5L (107 HP)
7	Toyota Rush	Rp 300 juta - Rp 350 juta	11 km/l (kota), 14 km/l (luar kota)	1.5L (104 HP)

Berikut langkah-langkah dalam penggunaan fuzzy mamdani

Tabel 2. Himpunan Fuzzy

No	Fungsi	Variabel	Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicaraan	Domain Himpunan Fuzzy
1	Input	Harga Mobil	Murah	[100 800]	[100 500]
			Sedang		[400 600]
			Mahal		[500 800]
2		Efisiensi Bahan	Irit	[0 50]	[0 20]
			Normal		[15 25]
			Boros		[10 50]
3	Output	Kapasitas Mesin	Kecil	[0 3.5]	[0 1.3]
			Sedang		[1.3 2.0]
			Besar		[2.0 3.5]
4		Kelayakan Pembelian	Tidak layak	[0 100]	[0 50]
			Cukup Layak		[40 60]
			Layak		[50 100]

Kriteria dan aturan fuzzy:

Basis aturan fuzzy ini terdiri dari 27 kaidah "JIKA-MAKA" yang merepresentasikan hubungan logis antara himpunan fuzzy dari variabel input (Harga Mobil, Efisiensi Bahan Bakar, Kapasitas Mesin) dengan himpunan fuzzy dari variabel output (Kelayakan Pembelian). Setiap aturan menggambarkan skenario spesifik dan hasil kelayakannya.

Variabel Input dan Himpunan Fuzzy:

- Harga Mobil: Murah (M), Sedang (S), Mahal (H)
- Efisiensi Bahan Bakar: Irit (I), Normal (N), Boros (B)
- Kapasitas Mesin: Kecil (K), Sedang (S), Besar (B)

Variabel Output dan Himpunan Fuzzy:

- Kelayakan Pembelian: Tidak Layak (TL), Cukup Layak (CL), Layak (L)
- Berikut adalah daftar lengkap 27 aturan fuzzy:

Kelompok Aturan 1: Harga Mobil = Murah

- JIKA Harga M DAN Efisiensi I DAN Kapasitas K MAKA Kelayakan L
(Sangat baik: Murah, Irit, Kecil - ideal untuk mobilitas perkotaan dan efisiensi biaya)
- JIKA Harga M DAN Efisiensi I DAN Kapasitas S MAKA Kelayakan L.
(Baik: Murah, Irit, Sedang - cocok untuk keluarga kecil)
- JIKA Harga M DAN Efisiensi I DAN Kapasitas B MAKA Kelayakan CL.
(Cukup Baik: Murah, Irit, Besar - bagus untuk fungsionalitas, tapi kapasitas besar mungkin berlebihan untuk irit)
- JIKA Harga M DAN Efisiensi N DAN Kapasitas K MAKA Kelayakan CL.
(Cukup Baik: Murah, Normal, Kecil - stDANar, tidak terlalu timewa efisiensinya)
- JIKA Harga M DAN Efisiensi N DAN Kapasitas S MAKA Kelayakan CL.
(Cukup Baik: Murah, Normal, Sedang - pilihan umum yang seimbang)
- JIKA Harga M DAN Efisiensi N DAN Kapasitas B MAKA Kelayakan TL.
(Tidak Layak: Murah, Normal, Besar - kapasitas besar dengan efisiensi normal mungkin boros untuk tujuan ekonomi)
- JIKA Harga M DAN Efisiensi B DAN Kapasitas K MAKA Kelayakan TL.
(Tidak Layak: Murah, Boros, Kecil - kombinasi yang tidak menarik)
- JIKA Harga M DAN Efisiensi B DAN Kapasitas S MAKA Kelayakan TL.
(Tidak Layak: Murah, Boros, Sedang - biaya operasional tinggi)
- JIKA Harga M DAN Efisiensi B DAN Kapasitas B MAKA Kelayakan TL.
(Tidak Layak: Murah, Boros, Besar - paling tidak efisien)

Kelompok Aturan 2: Harga Mobil = Sedang

- JIKA Harga S DAN Efisiensi I DAN Kapasitas K MAKA Kelayakan L.
(Baik: Sedang, Irit, Kecil - investasi yang baik untuk efisiensi)
- JIKA Harga S DAN Efisiensi I DAN Kapasitas S MAKA Kelayakan L.
(Baik: Sedang, Irit, Sedang - sangat seimbang dan efisien)
- JIKA Harga S DAN Efisiensi I DAN Kapasitas B MAKA Kelayakan CL.
(Cukup Baik: Sedang, Irit, Besar - bagus untuk ruang, tapi harganya naik)
- JIKA Harga S DAN Efisiensi N DAN Kapasitas K MAKA Kelayakan CL.
(Cukup Baik: Sedang, Normal, Kecil - stDANar, tidak terlalu menonjol)

5. JIKA Harga S DAN Efisiensi N DAN Kapasitas S MAKA Kelayakan CL.
(Contoh: Toyota Avanza, Yaris, Rush) – Kombinasi seimbang yang banyak diminati.
6. JIKA Harga S DAN Efisiensi N DAN Kapasitas B MAKA Kelayakan CL.
(Cukup Baik: Sedang, Normal, Besar – cocok untuk keluarga besar, tapi efisiensi biasa)
7. JIKA Harga S DAN Efisiensi B DAN Kapasitas K MAKA Kelayakan TL.
(Tidak Layak: Sedang, Boros, Kecil – tidak proporsional)
8. JIKA Harga S DAN Efisiensi B DAN Kapasitas S MAKA Kelayakan TL.
(Tidak Layak: Sedang, Boros, Sedang – biaya operasional tinggi)
9. JIKA Harga S DAN Efisiensi B DAN Kapasitas B MAKA Kelayakan TL.
(Tidak Layak: Sedang, Boros, Besar – kombinasi kurang baik)

Kelompok Aturan 3: Harga Mobil = Mahal

1. JIKA Harga H DAN Efisiensi I DAN Kapasitas K MAKA Kelayakan CL.
(Cukup Baik: Mahal, Irit, Kecil – mungkin mobil listrik/hybrid premium, irit tapi mahal di awal)
2. JIKA Harga H DAN Efisiensi I DAN Kapasitas S MAKA Kelayakan CL.
(Cukup Baik: Mahal, Irit, Sedang – keseimbangan antara kemewahan dan efisiensi)
3. JIKA Harga H DAN Efisiensi I DAN Kapasitas B MAKA Kelayakan CL.
(Cukup Baik: Mahal, Irit, Besar – SUV/MPV premium yang irit, bagus tapi mahal)
4. JIKA Harga H DAN Efisiensi N DAN Kapasitas K MAKA Kelayakan TL.
(Tidak Layak: Mahal, Normal, Kecil – harga tidak sebanding dengan benefit)
5. JIKA Harga H DAN Efisiensi N DAN Kapasitas S MAKA Kelayakan TL.
(Tidak Layak: Mahal, Normal, Sedang – kurang menarik secara keseluruhan)
6. JIKA Harga H DAN Efisiensi N DAN Kapasitas B MAKA Kelayakan CL.
(Cukup Layak: Mahal, Normal, Besar – mobil keluarga/SUV besar yang umum, tapi efisiensinya standar)
7. JIKA Harga H DAN Efisiensi B DAN Kapasitas K MAKA Kelayakan TL.
(Tidak Layak: Mahal, Boros, Kecil – kombinasi terburuk untuk mobil kecil)
8. JIKA Harga H DAN Efisiensi B DAN Kapasitas S MAKA Kelayakan TL.
(Tidak Layak: Mahal, Boros, Sedang – sangat tidak efisien dan mahal)
9. JIKA Harga H DAN Efisiensi B DAN Kapasitas B MAKA Kelayakan TL.

Untuk menyusun fungsi keanggotaan dalam sistem logika fuzzy mamdani perlu mendefinisikan fungsi keanggotaan untuk setiap variabel fuzzy (input dan output). Fungsi keanggotaan ini untuk menggambarkan nilai input atau output dalam suatu himpunan fuzzy.

1. Fungsi keanggotaan untuk variabel harga mobil

Berikut fungsi keanggotaan untuk harga mobil:

Murah (Fuzzy set) $\mu_{Murah}(x)$ untuk harga mobil x akan memiliki bentuk segitiga pada rentang [100,500]

$$\mu_{Murah}(x) = \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq 100 \\ \frac{x-100}{400} & \text{jika } 100 < x \leq 500 \\ \frac{500-x}{400} & \text{jika } 500 < x \leq 800 \\ 0 & \text{jika } x > 800 \end{cases}$$

Sedang (Fuzzy set) $\mu_{Sedang}(x)$ untuk harga mobil

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq 400 \\ \frac{x-400}{200} & \text{jika } 400 < x \leq 600 \\ \frac{800-x}{200} & \text{jika } 600 < x \leq 800 \\ 0 & \text{jika } x > 800 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan $\mu_{Mahal}(x)$ untuk harga mobil

$$\mu_{Mahal}(x) = \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq 500 \\ \frac{x-500}{300} & \text{jika } 500 < x \leq 800 \\ 1 & \text{jika } x > 800 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan $\mu_{Irit}(x)$ untuk variabel efisiensi bahan bakar akan berbentuk segitiga pada rentang [0,20]

$$\mu_{Irit}(x) \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq 0 \\ \frac{x}{20} & \text{jika } 0 < x \leq 20 \\ 1 & \text{jika } 20 \leq x \leq 50 \\ 0 & \text{jika } x > 50 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan $\mu_{Normal}(x)$ untuk variabel efisiensi bahan bakar akan berbentuk segitiga pada rentang [15,25]

$$\mu_{Normal}(x) \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq 15 \\ \frac{x-15}{10} & \text{jika } 15 < x \leq 25 \\ 1 & \text{jika } 25 \leq x \leq 50 \\ 0 & \text{jika } x > 50 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan $\mu_{Boros}(x)$ untuk variabel efisiensi bahan bakar akan berbentuk segitiga pada rentang [10,50]

$$\mu_{Boros}(x) \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq 10 \\ \frac{x-10}{40} & \text{jika } 10 < x \leq 50 \\ 1 & \text{jika } x > 50 \end{cases}$$

2. Fungsi keanggotaan $\mu_{Kecil}(x)$ untuk variabel kapasitas mesin akan berbentuk segitiga pada rentang [0,1.3]

$$\mu_{Kecil}(x) \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq 0 \\ \frac{x}{1.3} & \text{jika } 0 < x \leq 1.3 \\ 1 & \text{jika } 1.3 \leq x \leq 3.5 \\ 0 & \text{jika } x > 3.5 \end{cases}$$

3. Fungsi keanggotaan $\mu_{Sedang}(x)$ untuk variabel kapasitas mesin akan berbentuk segitiga pada rentang [1.3,2.0]

$$\mu_{Sedang}(x) \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq 1.3 \\ \frac{x-1.3}{0.7} & \text{jika } 1.3 < x \leq 2.0 \\ 1 & \text{jika } 2.0 \leq x \leq 3.5 \\ 0 & \text{jika } x > 3.5 \end{cases}$$

4. Fungsi keanggotaan $\mu_{Besar}(x)$ untuk variabel kapasitas mesin akan berbentuk segitiga pada rentang [2.0,3.5]

$$\mu_{Besar}(x) \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq 2.0 \\ \frac{x-2.0}{1.5} & \text{jika } 2.0 < x \leq 3.5 \\ 1 & \text{jika } x > 3.5 \end{cases}$$

5. Fungsi keanggotaan $\mu_{Tidak Layak}(x)$ untuk kelayakan pembelian akan berbentuk segitiga pada rentang [0,50]

$$\mu_{Tidak Layak}(x) \begin{cases} 1 & \text{jika } x \leq 50 \\ 0 & \text{jika } x > 50 \end{cases}$$

6. Fungsi keanggotaan $\mu_{Cukup Layak}(x)$ untuk kelayakan pembelian akan berbentuk segitiga pada rentang [40,60]

$$\mu_{Cukup Layak}(x) \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq 40 \\ \frac{x-40}{20} & \text{jika } 40 < x \leq 60 \\ 1 & \text{jika } 60 < x \leq 100 \\ 0 & \text{jika } x > 100 \end{cases}$$

7. Fungsi keanggotaan $\mu_{Layak}(x)$ untuk kelayakan pembelian akan berbentuk segitiga pada rentang [40,60]

$$\mu_{Layak}(x) \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq 50 \\ \frac{x-50}{50} & \text{jika } 50 < x \leq 100 \\ 1 & \text{jika } x > 100 \end{cases}$$

Berikut langkah-langkah dalam menentukan kelayakan pembelian berdasarkan harga mobil, efisiensi bahan bakar, dan kapasitas mesin:

Fuzzifikasi

Tahap ini mengubah variabel input (seperti harga mobil, efisiensi bahan bakar, kapasitas mesin) menjadi fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan:

1. Fuzzifikasi Harga Mobil

Dari fungsi keanggotaan Harga Mobil:

- Murah ($x = 450$) :

$$\mu_{Murah}(450) = \frac{450 - 100}{400} = 0.875$$

- Sedang ($x = 450$)

$$\mu_{Sedang}(450) = \frac{450 - 400}{200} = 0.25$$

- Mahal ($x = 450$)

$$\mu_{Mahal}(450) = 0$$

2. Fuzzifikasi Efisiensi Bahan

Dari fungsi keanggotaan Bahan:

- Irit ($x = 18$) :

$$\mu_{Irit}(18) = \frac{18}{20} = 0.9$$

- Normal ($x=18$)

$$\mu_{Normal}(18) = \frac{18 - 15}{10} = 0.3$$

- Boros ($x = 450$)

$$\mu_{Boros}(18) = 0$$

3. Fuzzifikasi Efisiensi Mesin

Dari fungsi keanggotaan Mesin:

- Kecil ($x = 1.8$) :

$$\mu_{Kecil}(1.8) = 0$$

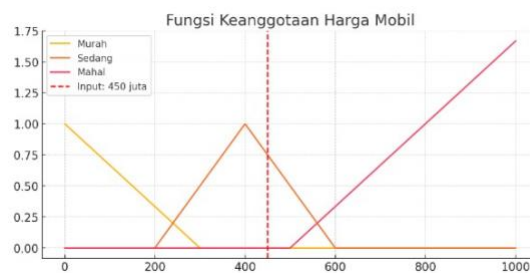
- Sedang ($x=1.8$) :

$$\mu_{Sedang}(1.8) = \frac{1.8 - 1.3}{0.7} = 0.714$$

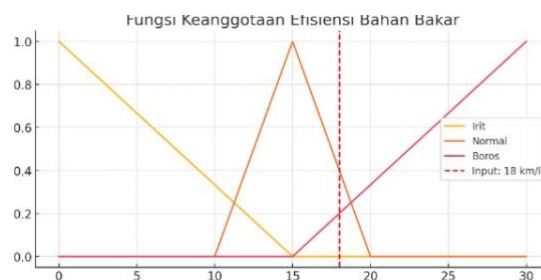
- Besar ($x=1.8$):

$$\mu_{Besar}(1.8) = 0$$

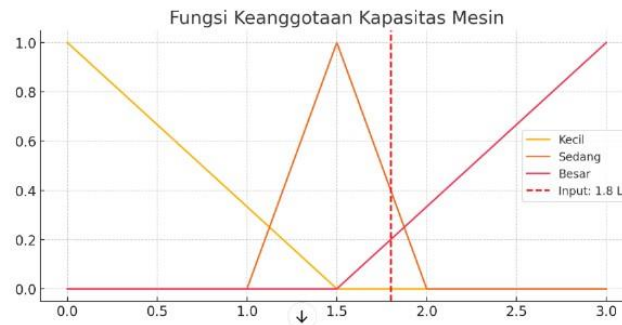
Berikut ini tampilan grafik derajat keanggotaan:



Gambar 1. Fungsi Keanggotaan Harga Mobil



Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Efisiensi Bahan Bakar



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Kapasitas Mesin

Berdasarkan grafik fungsi keanggotaan telah ditampilkan. Berikut adalah derajat keanggotaan untuk input yang diberikan:

- Harga Mobil (450 juta): Derajat keanggotaan dalam kategori "Sedang" adalah 0.75.
- Efisiensi Bahan Bakar (18 km/l): Derajat keanggotaan dalam kategori "Irit" adalah 0.0.
- Kapasitas Mesin (1.8 L): Derajat keanggotaan dalam kategori "Sedang" adalah 0.4

Penerapan aturan fuzzy

Setelah fuzzifikasi, untuk menerapkan aturan fuzzy yang telah didefinisikan untuk menghasilkan output fuzzy. Dari input fuzzifikasi, kita memiliki: Jika Harga Mobil adalah Murah dan Efisiensi Bahan adalah Irit dan Kapasitas Mesin adalah Kecil, maka Kelayakan Pembelian adalah Layak. Harga Mobil (Murah) = 0.875, Efisiensi Bahan (Irit) = 0.9, Kapasitas Mesin (Sedang) = 0.714

Aturan 1 menggunakan AND (perpaduan antara harga mobil,efisiensi bahan, dan kapasitas mesin).maka derajat kebenaran untuk aturan ini adalah minimum dari nilai keanggotaan input : Derajat Aturan = $\min (0.875, 0.9, 0.714) = 0.714$, Hasil output untuk layak $\mu_{layak} = 0.714$

Jika Harga Mobil adalah Sedang dan Efisiensi Bahan adalah Normal dan Kapasitas Mesin adalah Sedang, maka Kelayakan Pembelian adalah Cukup Layak.

Dari input fuzzifikasi, kita memiliki: Harga Mobil (Murah) = 0.875, Efisiensi Bahan (Irit) = 0.9, Kapasitas Mesin (Sedang) = 0.714

Aturan 2 menggunakan And juga, dari input fuzzifikasi

- Harga Mobil (sedang) = 0.25
- Harga Bahan (Normal) = 0.3
- Harga Mesin (Sedang) = 0.714

Maka derajat kebenaran aturan ini adalah : Derajat Aturan 2 = $\min (0.25, 0.3, 0.714) = 0.25$, Hasil output untuk Cukup Layak : $\mu_{Cukup layak} = 0.25$

Agregasi Output

Pada tahap ini, menggabungkan hasil output dari semua aturan yang diterapkan. Dengan dua aturan yang diterapkan: Layak: 0.714, Cukup Layak: 0.25, Output fuzzy yang dihasilkan adalah himpunan yang menggabungkan hasil dari kedua aturan ini.

Defuzzifikasi

Setelah mengagregasi hasil output fuzzy, kita perlu mengubah hasil tersebut menjadi nilai crisp (nyata) menggunakan metode defuzzifikasi. Salah satu metode yang umum digunakan adalah metode centroid, yang menghitung titik pusat area di bawah kurva fuzzy.

Rumus centroid:

$$\text{Centroid} = \frac{\sum(\mu(x).x)}{\sum(\mu(x))}$$

Hasil output fuzzy adalah sebagai berikut (diambil dari hasil agregasi): Tidak Layak: 0.4 pada rentang [0, 50], Cukup Layak: 0.25 pada rentang [40, 60], Layak: 0.714 pada rentang [50, 100]. Kemudian menghitung centroid dari output fuzzy tersebut. Asumsikan kita memiliki titik tengah untuk masing-masing rentang: Titik tengah Tidak Layak = 25, Titik tengah Cukup Layak = 50, Titik tengah Layak = 75

Perhitungan centroid dengan menggunakan rumus centroid :

$$\text{Centroid} = \frac{(0.4.25) + (0.25.50) + (0.714.75)}{0.4 + 0.25 + 0.714}$$

$$\text{Centroid} = \frac{10 + 12.5 + 53.55}{1.364}$$

$$\text{Centroid} = \frac{76.05}{1.364} = 55.7$$

Hasil Defuzzifikasi:

Nilai crisp untuk Kelayakan Pembelian adalah 55.7, yang berarti keputusan kelayakan pembelian adalah Cukup Layak. Nilai 55.7 ini jatuh dalam rentang "Cukup Layak" berdasarkan definisi himpunan fuzzy output pada Tabel 2, di mana "Cukup Layak" memiliki domain himpunan fuzzy [40 - 60]. Analisis nilai 55.7 ini memberikan panduan yang sangat berarti bagi calon pembeli mobil, Indikasi Keseimbangan (Bukan Ideal, Bukan Buruk): Angka 55.7 berada sedikit di atas titik tengah (50) dari semesta pembicaraan output kelayakan [0-100], dan berada di tengah-tengah rentang "Cukup Layak". Ini secara praktis berarti bahwa mobil yang dianalisis (misalnya, Toyota Avanza, Toyota Yaris dan Toyota Rush yang sering jatuh di kategori ini) bukanlah pilihan yang paling ideal ("Layak") dari segi kriteria yang dipertimbangkan (harga, efisiensi bahan bakar, kapasitas mesin), namun juga bukanlah pilihan yang buruk ("Tidak Layak").

Dengan demikian, berdasarkan input nilai Harga Mobil = 450, Efisiensi Bahan = 18, dan Kapasitas Mesin = 1.8, hasil defuzzifikasi menunjukkan bahwa Kelayakan Pembelian adalah Cukup Layak dengan nilai crisp 55.7.

Berdasarkan perbandingan input dengan kriteria mobil yang tersedia, mobil yang paling memenuhi kriteria kelayakan pembelian berdasarkan harga, efisien bahan bakar, dan kapasitas mesin adalah:

1. Toyota Avanza:
 - a. Harga: Rp 250 juta - Rp 280 juta
 - b. Efisiensi Bahan Bakar: 12 km/l (di kota), 15 km/l (luar kota)
 - c. Kapasitas Mesin: 1.3L
 - d. Cocok untuk pembeli yang mencari mobil dengan harga terjangkau dan cukup efisien bahan bakar.
2. Toyota Yaris:
 - a. Harga: Rp 250 juta - Rp 300 juta
 - b. Efisiensi Bahan Bakar: 13 km/l (di kota), 16 km/l (luar kota)
 - c. Kapasitas Mesin: 1.5L
 - d. Menawarkan efisiensi bahan bakar yang lebih baik dan lebih sporty, meskipun kapasitas mesinnya lebih kecil dari 1.8L.
3. Toyota Rush:
 - a. Harga: Rp 300 juta - Rp 350 juta
 - b. Efisiensi Bahan Bakar: 11 km/l (di kota), 14 km/l (luar kota)
 - c. Kapasitas Mesin: 1.5L

Kesimpulan

Berdasarkan analisis sistem fuzzy dengan nilai crisp 55.7 pada parameter Harga Mobil = Rp450 juta, Efisiensi Bahan Bakar = 18 km/l, dan Kapasitas Mesin = 1.8L, ketiga mobil Toyota yang masuk kategori Cukup Layak—Avanza, Yaris, dan Rush—menawarkan pilihan berbeda sesuai kebutuhan: Toyota Avanza cocok untuk prioritas harga terjangkau dan ruang lega, Toyota Yaris unggul dalam efisiensi bahan bakar dan desain sporty, sedangkan Toyota Rush menjadi solusi optimal bagi yang memerlukan SUV kompak dengan kapasitas mesin lebih besar.

Daftar Pustaka

- [1] N. K. Nur, P. R. Rangan, and Mahyuddin, *Sistem Transportasi*, vol. 1, no. 69. 2021.
- [2] Zulkifli, Choirunnisak, and Choiriyah, "Implikasi Kenaikan Tarif Ojek Online Bagi Mitra Pengemudi Di Kota Palembang," *J. Bisnis dan Manaj.*, vol. 1, no. 4, pp. 1007–1028, 2023, doi: 10.61930/jurbisman.v1i4.283.
- [3] A. Yudhistira and A. Wirasto, "Penggunaan Logika Fuzzy dalam Deteksi Penyakit Kanker," pp. 15–32, 2024.
- [4] D. Kartika, S. A. Lusinia, and I. K. Dewi, "Fuzzy Tsukamoto Method Analysis of Hospital Patient Satisfaction Assessment," vol. 4, pp. 5267–5279, 2024.
- [5] Yulmaini, "Penggunaan Metode Fuzzy Inference System (Fis) Mamdani Dalam Pemilihan Peminatan Mahasiswa Untuk Tugas Akhir," vol. 15, no. 1, 2015.
- [6] Y. Yulia and S. A. Arnomo, "Penerapan Fuzzy Inferensi System Menggunakan Metode Mamdani Dalam Menentukan Besarnya Pemakaian Listrik Rumah Tangga Di Kota Batam," *J. Desain Dan Anal. Teknol.*, vol. 3, no. 2, pp. 154–162, 2024, doi: 10.58520/jddat.v3i2.64.
- [7] T. M. Purba and P. Gultom, "Analisis Perbandingan Fuzzy Inference System Metode Mamdani dan Sugeno dalam Optimisasi Produksi Barang," vol. 4, pp. 4076–4088, 2024.
- [8] "ANALISA PERMODELAN PENJADWALAN YANG OPTIMAL DENGAN LOGIKA FUZZY MAMDANI-ALGORITMA GENETIKA DAN LOGIKA FUZZY SUGENO-ALGORITMA GENETIKA THESIS OLEH: MUCH . ZUYIINAL HAQQUL BARIR," 2024.
- [9] Herlina, L., "Perancangan Model Integrasi Perencanaan Produksi dan Distribusi Pada Rantai Pasok Agroindustri Udang (Kasus PT.X)" Disertasi, Sekolah Pascasarjana Institusi Petanian Bogor, 2021
- [10] A. Andi, "Analisis Komparasi Algoritma Fuzzy Dalam Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Sepeda Motor Bekas," *J. TIMES*, vol. 12, no. 2, pp. 71–78, 2023, doi: 10.51351/jtm.12.2.2023711.
- [11] H. Susyanto, "Pengaruh Kepemimpinan, Keterlibatan Karyawan Dan Kepuasan Kerja Terhadap Kesiapan

- Untuk Berubah Dalam Menghadapi Perubahan Organisasi,” *J. Ekon. Bisnis, dan Akunt.*, vol. 21, no. 1, pp. 1156–1167, 2019, doi: 10.32424/jeba.v21i1.1287.
- [12] R. R. Rosalinda, W. Gustrifa, and A. P. Sari, “Analisis Akurasi Prediksi Akselerasi Mobil Listrik Berdasarkan Kecepatan dan Daya Baterai Menggunakan Fuzzy Logic Metode Sugeno dan Mamdani,” vol. 3, pp. 107–112, 2023.
- [13] A. S. Mugirahayu, L. Linawati, and A. Setiawan, “Penentuan Status Kewaspadaan COVID-19 Pada Suatu Wilayah Menggunakan Metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani,” *J. Sains dan Edukasi Sains*, vol. 4, no. 1, pp. 28–39, 2021, doi: 10.24246/juses.v4i1p28–39.
- [14] R. Widiasmara, R. Rafi, L. Putra, M. I. Basori, and A. Puspita, “Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Logic Sugeno dengan Tsukamoto dalam Keputusan Prediksi Kemungkinan Lulus Mahasiswa Tepat Waktu,” vol. 3, pp. 79–85, 2023.
- [15] A. Ferdian, A. R. AlTahtawi, and S. Yahya, “Perancangan dan Implementasi Sistem Kendali Tegangan Boost Converter Menggunakan Fuzzy Integral Controller,” *Pros. SEMNASTERA*, pp. 78–84, 2021.
- [16] T. Elektro and S. Itn, “SIMULASI SISTEM MANAGEMENT ENERGI BATERAI DAYA PLTS,” vol. 08, pp. 169–182, 2024.
- [17] A. N. Salim and A. Rahman, “Implementasi Fuzzy-Mamdani untuk Pengendalian Suhu dan Kekeruhan Air Aquascape Berbasis IoT,” *J. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 2, pp. 126–135, 2023.