

ARTIKEL PENELITIAN

Implementasi Fuzzy Mamdani pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Mobil Listrik

Ikha Puspita Parwitasari^{1,*}, Azis Putra Setyawan¹

¹*Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia*

**Penulis korespondensi: ikhapuspitaparwitasari@uny.ac.id*

Diterima: 6 Oktober 2025; Direvisi: 16 Desember 2025; Disetujui: 22 Desember 2025; Dipublikasi: 31 Desember 2025.

Abstrak:

Perkembangan kendaraan listrik (EV) menghadirkan banyak pilihan dengan spesifikasi dan harga yang beragam. Kondisi ini menuntut metode penilaian yang mampu mempertimbangkan berbagai kriteria secara bersamaan. Penelitian ini menerapkan sistem inferensi fuzzy Mamdani untuk mengevaluasi kecocokan mobil listrik berdasarkan enam variabel utama: harga, tahun produksi, jarak tempuh, kapasitas penumpang, tenaga, dan kapasitas baterai. Fungsi keanggotaan segitiga digunakan untuk merepresentasikan variabel secara linguistik, sedangkan basis aturan dirancang mencerminkan preferensi keputusan. Proses fuzzifikasi, inferensi Mamdani, agregasi, dan defuzzifikasi menghasilkan skor kecocokan crisp untuk setiap alternatif mobil. Hasil menunjukkan bahwa mobil dengan spesifikasi tinggi dan harga proporsional memperoleh skor tertinggi, sedangkan mobil dengan harga tinggi dan spesifikasi rendah memperoleh skor terendah. Pendekatan ini efektif dalam menggabungkan kriteria linguistik dan subjektif untuk mendukung pengambilan keputusan pemilihan mobil listrik secara terukur.

Kata Kunci: Sistem Pendukung Keputusan, Fuzzy, Fuzzy Mamdani, Mobil Listrik

Abstract:

The rapid development of electric vehicles (EVs) has led to a wide variety of models with different specifications and prices, requiring a method that can evaluate multiple criteria simultaneously. This study applies the Mamdani fuzzy inference system to assess the suitability of EVs based on six key variables: price, production year, driving range, passenger capacity, power, and battery capacity. Triangular membership functions are used to represent the linguistic variables, and the rule base reflects realistic decision preferences. Through fuzzification, Mamdani inference, aggregation, and defuzzification, crisp suitability scores are produced for each vehicle. Results show that EVs with high specifications and proportional prices achieve the highest scores, while those with high prices but low specifications rank lowest. The fuzzy Mamdani approach effectively integrates linguistic and subjective criteria to support structured decision-making in EV selection.

Keywords: Decision Support System, Fuzzy, Fuzzy Mamdani, Electric Car

1. Pendahuluan

Perubahan iklim dan peningkatan emisi gas rumah kaca telah menjadi isu global yang mendesak, sehingga mendorong banyak negara untuk menetapkan target pengurangan emisi secara ambisius menjelang tahun 2030 [1]. Salah satu sektor yang berperan besar dalam emisi global adalah transportasi, sehingga peralihan menuju moda transportasi ramah lingkungan menjadi strategi penting untuk mencapai target keberlanjutan [2]. Dalam konteks ini, kendaraan listrik (electric vehicles, EV) menjadi salah satu solusi utama yang dipromosikan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan menekan emisi karbon.

Perkembangan teknologi kendaraan listrik secara global sangat pesat. Berbagai produsen otomotif meluncurkan beragam model EV dengan spesifikasi teknis, harga, kapasitas baterai, serta jangkauan tempuh yang bervariasi [3–5]. Di sisi lain, keputusan untuk memilih kendaraan listrik yang tepat bukanlah hal yang sederhana, karena calon pengguna harus mempertimbangkan banyak kriteria secara simultan, seperti harga, tahun produksi, daya jangkau, kapasitas penumpang, performa mesin, dan kapasitas baterai. Faktor-faktor ini sering kali bersifat kualitatif dan linguistik, serta melibatkan preferensi subjektif pengguna.

Berbagai pendekatan pengambilan keputusan multi-kriteria (multi-criteria decision making, MCDM) telah digunakan dalam konteks pemilihan kendaraan listrik, termasuk metode berbasis vektor [4], metode PVM–VSI [4], dan pendekatan berbasis logika fuzzy [6]. Pendekatan logika fuzzy memiliki keunggulan dalam menangani ketidakpastian, subjektivitas, dan ekspresi linguistik dari pengambil keputusan [7–9]. Dalam konteks transportasi publik, metode fuzzy telah terbukti efektif dalam mendukung pemilihan tipe bus [10], serta digunakan secara luas dalam berbagai bidang, mulai dari klasifikasi kesehatan masyarakat [11], prediksi produksi [12], analisis risiko lingkungan [13], hingga sistem pendukung keputusan untuk perumahan [14] dan transportasi udara [15].

Salah satu model fuzzy yang paling banyak digunakan adalah sistem inferensi Mamdani. Metode ini menggabungkan fungsi keanggotaan, basis aturan linguistik, proses inferensi, dan defuzzifikasi untuk menghasilkan keputusan crisp [16–18]. Dalam konteks pemilihan kendaraan, pendekatan fuzzy Mamdani memungkinkan penggabungan berbagai kriteria teknis dan preferensi subjektif pengguna dalam satu kerangka penilaian yang konsisten [6].

Artikel ini bertujuan untuk menerapkan sistem inferensi fuzzy Mamdani dalam proses evaluasi dan pemeringkatan mobil listrik di pasar Indonesia. Enam variabel utama yang digunakan sebagai kriteria penilaian adalah harga, tahun produksi, jarak tempuh, kapasitas penumpang, tenaga, dan kapasitas baterai. Basis aturan fuzzy dirancang secara logis untuk merepresentasikan preferensi pengambilan keputusan yang realistis. Data kendaraan diperoleh dari sumber daring [5, 19], dan proses inferensi dilakukan untuk menghasilkan skor kecocokan akhir setiap mobil listrik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan metode pendukung keputusan dalam pemilihan kendaraan listrik yang adaptif dan fleksibel terhadap karakteristik pasar serta preferensi pengguna.

2. Metode Penelitian

2.1. Data

Dalam penelitian ini digunakan data sekunder mengenai mobil listrik di Indonesia yang diambil dari [5, 19], dengan variabel inputnya adalah Harga dengan satuan rupiah, Tahun dengan satuan tahun, Jarak Tempuh dengan satuan km, Kapasitas Penumpang, Tenaga dengan satuan hp, dan Kapasitas Baterai dengan satuan kWh. Sementara itu, variabel outputnya adalah rekomendasi mobil listrik bagi konsumen yang sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan. Data yang digunakan tertera pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1: Data Mobil Listrik yang Digunakan dalam Evaluasi Sistem Fuzzy

No	Nama Mobil	Harga (Rp)	Tahun	Jarak (km)	Kapasitas	Tenaga (hp)	Baterai (kWh)
1	BMW i3 120 Ah	2.600.000.000	2018	310	4	170	42
2	BMW i3s 120 Ah	2.800.000.000	2018	285	4	184	42
3	BMW iX3	1.100.000.000	2021	460	5	286	80
4	BMW iX xDrive40	2.000.000.000	2021	400	5	326	76
5	BMW iX xDrive50	2.400.000.000	2021	600	5	503	111
6	Hyundai IONIQ 5 SS	748.000.000	2021	400	5	170	58
7	Hyundai IONIQ 5 SLR	789.000.000	2021	362	5	235	58
8	Hyundai IONIQ 5 PS	809.000.000	2021	485	5	218	73
9	Hyundai IONIQ 5 PLR	859.000.000	2021	462	5	306	73
10	Hyundai Kona EV 39 kWh	750.000.000	2018	305	5	136	39
11	Hyundai Kona EV 64 kWh	800.000.000	2018	484	5	204	64
12	Tesla Model 3 SR+	1.500.000.000	2018	448	5	325	54
13	Tesla Model 3 Long Range	2.850.000.000	2018	580	5	441	79
14	Tesla Model 3 Performance	3.000.000.000	2018	567	5	513	79
15	Tesla Model Y Long Range AWD	2.000.000.000	2020	531	5	384	78
16	Tesla Model Y Performance	2.300.000.000	2020	487	5	393	78
17	Wuling Air ev SR	238.000.000	2022	200	2	40	17
18	Wuling Air ev LR	311.000.000	2022	300	2	40	26
19	Toyota BZ4X	1.190.000.000	2022	510	5	201	71
20	Nissan Leaf	738.000.000	2018	400	5	150	40
21	Mini Electric	1.046.000.000	2020	270	4	181	32
22	KIA EV6 GT	1.299.000.000	2021	410	5	321	77

2.2. Langkah Metode

1. Variabel Input dan Variabel Output

Dalam penelitian ini dibagi menjadi dua kategori variabel yaitu variabel input (x) dan output (y), di mana variabel input yang digunakan adalah variabel-variabel pada Tabel 2.1. Berdasarkan nilai-nilai yang ada pada setiap variabel, maka didefinisikan semesta pembicaraan untuk masing-masing variabel yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 x_{\text{harga}} &\in [200, 3500] \quad (\text{juta rupiah}), & x_{\text{tahun}} &\in [2018, 2022], \\
 x_{\text{jarak}} &\in [200, 600] \quad (\text{km}), & x_{\text{kapasitas}} &\in [2, 5] \quad (\text{orang}), \\
 x_{\text{tenaga}} &\in [40, 400] \quad (\text{hp}), & x_{\text{baterai}} &\in [10, 120] \quad (\text{kWh}), \\
 y_{\text{kecocokan}} &\in [0, 100] \quad (\text{skor}).
 \end{aligned}$$

Selanjutnya, dibentuk fungsi keanggotaan dari masing-masing himpunan fuzzy dari tiap-tiap variabel. Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi keanggotaan segitiga yang dinotasikan sebagai berikut.

$$\text{trimf}(x; a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a, \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b, \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x < c, \\ 0, & x \geq c. \end{cases}$$

Berdasarkan asumsi selera konsumen, titik-titik a, b, c disesuaikan dengan kelogisan kriteria. Dengan demikian diperoleh fungsi keanggotaan untuk masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

Harga ($x = x_{\text{harga}}$).

$$\begin{aligned}\mu_{\text{harga}_{\text{murah}}}(x) &= \text{trimf}(x; 200, 200, 1850), \\ \mu_{\text{harga}_{\text{menengah}}}(x) &= \text{trimf}(x; 200, 1850, 3500), \\ \mu_{\text{harga}_{\text{mahal}}}(x) &= \text{trimf}(x; 1850, 3500, 3500).\end{aligned}$$

Tahun ($x = x_{\text{tahun}}$).

$$\begin{aligned}\mu_{\text{tahun}_{\text{lama}}}(x) &= \text{trimf}(x; 2018, 2018, 2020), \\ \mu_{\text{tahun}_{\text{menengah}}}(x) &= \text{trimf}(x; 2018, 2020, 2022), \\ \mu_{\text{tahun}_{\text{baru}}}(x) &= \text{trimf}(x; 2020, 2022, 2022).\end{aligned}$$

Jarak ($x = x_{\text{jarak}}$).

$$\begin{aligned}\mu_{\text{jarak}_{\text{dekat}}}(x) &= \text{trimf}(x; 200, 200, 400), \\ \mu_{\text{jarak}_{\text{menengah}}}(x) &= \text{trimf}(x; 200, 400, 600), \\ \mu_{\text{jarak}_{\text{jauh}}}(x) &= \text{trimf}(x; 400, 600, 600).\end{aligned}$$

Kapasitas Penumpang ($x = x_{\text{kapasitas}}$).

$$\begin{aligned}\mu_{\text{kapasitas}_{\text{sedikit}}}(x) &= \text{trimf}(x; 2, 2, 3.5), \\ \mu_{\text{kapasitas}_{\text{menengah}}}(x) &= \text{trimf}(x; 2, 3.5, 5), \\ \mu_{\text{kapasitas}_{\text{banyak}}}(x) &= \text{trimf}(x; 3.5, 5, 5).\end{aligned}$$

Tenaga ($x = x_{\text{tenaga}}$).

$$\begin{aligned}\mu_{\text{tenaga}_{\text{rendah}}}(x) &= \text{trimf}(x; 40, 40, 220), \\ \mu_{\text{tenaga}_{\text{menengah}}}(x) &= \text{trimf}(x; 40, 220, 400), \\ \mu_{\text{tenaga}_{\text{tinggi}}}(x) &= \text{trimf}(x; 220, 400, 400).\end{aligned}$$

Kapasitas Baterai ($x = x_{\text{baterai}}$).

$$\begin{aligned}\mu_{\text{baterai}_{\text{kecil}}}(x) &= \text{trimf}(x; 10, 10, 65), \\ \mu_{\text{baterai}_{\text{menengah}}}(x) &= \text{trimf}(x; 10, 65, 120), \\ \mu_{\text{baterai}_{\text{besar}}}(x) &= \text{trimf}(x; 65, 120, 120).\end{aligned}$$

Output: Kecocokan ($y = y_{\text{kecocokan}}$).

$$\begin{aligned}\mu_{\text{kecocokan}_{\text{kurang}}}(y) &= \text{trimf}(y; 0, 0, 50), \\ \mu_{\text{kecocokan}_{\text{cokok}}}(y) &= \text{trimf}(y; 25, 50, 75), \\ \mu_{\text{kecocokan}_{\text{sangat}}}(y) &= \text{trimf}(y; 50, 100, 100).\end{aligned}$$

2. Fuzzifikasi

Pada tahap fuzzifikasi, setiap variabel input crisp

$$\mathbf{x} = (x_{\text{harga}}, x_{\text{tahun}}, x_{\text{jarak}}, x_{\text{kapasitas}}, x_{\text{tenaga}}, x_{\text{baterai}})$$

ditransformasikan ke dalam derajat keanggotaan fuzzy terhadap himpunan-himpunan linguistik yang telah didefinisikan sebelumnya. Secara matematis, untuk setiap variabel linguistik X dengan himpunan linguistik $\{L_1, L_2, \dots, L_n\}$ dan fungsi keanggotaan $\mu_{X_{L_i}} : \mathbb{R} \rightarrow [0, 1]$, derajat keanggotaan diperoleh melalui evaluasi langsung terhadap nilai crisp input:

$$\alpha_{X_{L_i}} = \mu_{X_{L_i}}(x_X), \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Sebagai contoh, untuk variabel harga dengan input crisp x_{harga} , diperoleh:

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{harga}_{\text{murah}}} &= \mu_{\text{harga}_{\text{murah}}}(x_{\text{harga}}), & \alpha_{\text{harga}_{\text{menengah}}} &= \mu_{\text{harga}_{\text{menengah}}}(x_{\text{harga}}), \\ \alpha_{\text{harga}_{\text{mahal}}} &= \mu_{\text{harga}_{\text{mahal}}}(x_{\text{harga}}).\end{aligned}$$

Prosedur yang sama diterapkan untuk semua variabel input, yakni tahun, jarak, kapasitas, tenaga, dan baterai. Hasil dari tahap ini adalah sekumpulan nilai $\alpha \in [0, 1]$ yang merepresentasikan sejauh mana masing-masing input crisp menjadi anggota dari setiap himpunan linguistik terkait. Nilai-nilai α inilah yang akan digunakan dalam tahap inferensi fuzzy berikutnya.

3. Inferensi Fuzzy

Tahap inferensi fuzzy bertujuan untuk menggabungkan derajat keanggotaan dari setiap variabel input ke dalam bentuk aturan logika fuzzy. Pada penelitian ini digunakan metode Mamdani, di mana setiap aturan fuzzy berbentuk implikasi:

$$\text{If } A_1 \wedge A_2 \wedge \dots \wedge A_m \text{ Then } B,$$

dengan A_j menyatakan pernyataan fuzzy pada bagian antecedent (misalnya “harga murah”, “baterai besar”), sedangkan B menyatakan bagian konsekuen (misalnya “kecocokan sangat”). Untuk setiap aturan R_k , derajat aktivasi λ_k dihitung menggunakan operator min (t-norm), yaitu

$$\lambda_k = \min\{\alpha_{A_1}, \alpha_{A_2}, \dots, \alpha_{A_m}\},$$

dengan α_{A_j} merupakan derajat keanggotaan hasil fuzzifikasi pada antecedent ke- j .

Bagian konsekuen setiap aturan Mamdani diperoleh dengan melakukan pemotongan (implication by clipping) terhadap fungsi keanggotaan label output:

$$\mu_{B_k}^{(R_k)}(y) = \min(\lambda_k, \mu_{B_k}(y)),$$

di mana $\mu_{B_k}(y)$ adalah fungsi keanggotaan label output yang muncul pada aturan R_k , dan y adalah variabel pada domain output. Adapun aturan yang dibuat adalah sebagai berikut, aturan ini dibuat berdasarkan kelogisan pemikiran konsumen jika membeli mobil, sehingga

telah dihilangkan aturan-aturan yang tidak logis. Himpunan aturan fuzzy $\mathcal{R}$ disajikan sebagai implikasi berikut. Untuk keterbacaan, operator logika yang digunakan ialah $\wedge$ (dan), $\vee$ (atau), serta $\Rightarrow$ (implikasi).

- (R1) $\text{harga}_{\text{murah}} \wedge (\text{baterai}_{\text{besar}} \vee \text{baterai}_{\text{menengah}}) \wedge \text{jarak}_{\text{jauh}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{sangat}},$
- (R2) $\text{tahun}_{\text{baru}} \wedge (\text{harga}_{\text{murah}} \vee \text{harga}_{\text{menengah}}) \wedge (\text{baterai}_{\text{besar}} \vee \text{baterai}_{\text{menengah}}) \wedge (\text{jarak}_{\text{menengah}} \vee \text{jarak}_{\text{jauh}}) \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{sangat}},$
- (R3) $\text{harga}_{\text{menengah}} \wedge \text{kapasitas}_{\text{banyak}} \wedge (\text{tenaga}_{\text{menengah}} \vee \text{tenaga}_{\text{tinggi}}) \wedge \text{baterai}_{\text{besar}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{sangat}},$
- (R4) $\text{harga}_{\text{mahal}} \wedge \text{tahun}_{\text{baru}} \wedge \text{baterai}_{\text{besar}} \wedge \text{jarak}_{\text{jauh}} \wedge \text{tenaga}_{\text{tinggi}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{sangat}},$
- (R5) $\text{harga}_{\text{murah}} \wedge \text{kapasitas}_{\text{banyak}} \wedge \text{tenaga}_{\text{menengah}} \wedge \text{baterai}_{\text{menengah}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{sangat}},$
- (R6) $\text{harga}_{\text{menengah}} \wedge \text{tahun}_{\text{baru}} \wedge \text{jarak}_{\text{jauh}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{sangat}},$
- (R7) $(\text{harga}_{\text{murah}} \vee \text{harga}_{\text{menengah}}) \wedge \text{tahun}_{\text{baru}} \wedge \text{kapasitas}_{\text{banyak}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{sangat}},$
- (R8) $\text{harga}_{\text{menengah}} \wedge \text{baterai}_{\text{besar}} \wedge \text{jarak}_{\text{jauh}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{sangat}}.$
- (R9) $\text{harga}_{\text{murah}} \wedge \text{baterai}_{\text{kecil}} \wedge \text{jarak}_{\text{dekat}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{cocok}},$
- (R10) $\text{tahun}_{\text{menengah}} \wedge \text{baterai}_{\text{menengah}} \wedge \text{jarak}_{\text{menengah}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{cocok}},$
- (R11) $\text{kapasitas}_{\text{sedikit}} \wedge \text{harga}_{\text{murah}} \wedge \text{jarak}_{\text{dekat}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{cocok}},$
- (R12) $\text{jarak}_{\text{jauh}} \wedge \text{baterai}_{\text{besar}} \wedge \text{tenaga}_{\text{menengah}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{cocok}},$
- (R13) $\text{harga}_{\text{menengah}} \wedge \text{kapasitas}_{\text{banyak}} \wedge \text{tenaga}_{\text{tinggi}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{cocok}},$
- (R14) $\text{tahun}_{\text{baru}} \wedge \text{harga}_{\text{menengah}} \wedge \text{baterai}_{\text{menengah}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{cocok}},$
- (R15) $\text{harga}_{\text{mahal}} \wedge \text{baterai}_{\text{besar}} \wedge \text{jarak}_{\text{menengah}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{cocok}},$
- (R16) $\text{harga}_{\text{menengah}} \wedge \text{tahun}_{\text{menengah}} \wedge \text{jarak}_{\text{menengah}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{cocok}},$
- (R17) $\text{harga}_{\text{murah}} \wedge \text{kapasitas}_{\text{menengah}} \wedge \text{tenaga}_{\text{menengah}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{cocok}},$
- (R18) $\text{tahun}_{\text{menengah}} \wedge (\text{harga}_{\text{murah}} \vee \text{harga}_{\text{menengah}}) \wedge \text{kapasitas}_{\text{banyak}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{cocok}},$
- (R19) $\text{harga}_{\text{murah}} \wedge \text{jarak}_{\text{menengah}} \wedge \text{baterai}_{\text{menengah}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{cocok}},$
- (R20) $\text{tahun}_{\text{baru}} \wedge \text{kapasitas}_{\text{menengah}} \wedge \text{baterai}_{\text{menengah}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{cocok}}.$
- (R21) $\text{tahun}_{\text{lama}} \wedge (\text{baterai}_{\text{kecil}} \vee \text{tenaga}_{\text{rendah}}) \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{kurang}},$
- (R22) $\text{harga}_{\text{mahal}} \wedge \text{baterai}_{\text{kecil}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{kurang}},$
- (R23) $\text{harga}_{\text{mahal}} \wedge \text{jarak}_{\text{dekat}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{kurang}},$
- (R24) $\text{kapasitas}_{\text{sedikit}} \wedge \text{harga}_{\text{mahal}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{kurang}},$
- (R25) $\text{jarak}_{\text{jauh}} \wedge \text{baterai}_{\text{kecil}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{kurang}},$
- (R26) $\text{tahun}_{\text{lama}} \wedge (\text{harga}_{\text{menengah}} \vee \text{harga}_{\text{mahal}}) \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{kurang}},$
- (R27) $\text{tenaga}_{\text{rendah}} \wedge \text{kapasitas}_{\text{banyak}} \Rightarrow \text{kecocokan}_{\text{kurang}}.$

4. Agregasi Konsekuen

Setelah semua aturan dievaluasi, fungsi keanggotaan konsekuen dari aturan-aturan yang memiliki label output sama digabungkan menggunakan operator max (s-norm). Misalkan $\mathcal{I}_*$ adalah himpunan indeks aturan yang konsekuennya adalah label output *. Fungsi keanggotaan hasil agregasi untuk label * diberikan oleh

$$\mu_*^{\text{agg}}(y) = \max_{k \in \mathcal{I}_*} \mu_*^{(R_k)}(y).$$

Selanjutnya, fungsi keanggotaan output keseluruhan merupakan hasil maksimum dari semua label output yang ada, yaitu

$$\mu_{\text{out}}(y) = \max \left\{ \mu_{\text{kecocokan}_{\text{kurang}}}^{\text{agg}}(y), \mu_{\text{kecocokan}_{\text{cocok}}}^{\text{agg}}(y), \mu_{\text{kecocokan}_{\text{sangat}}}^{\text{agg}}(y) \right\}.$$

- Defuzzifikasi Langkah terakhir adalah proses defuzzifikasi untuk mengubah himpunan fuzzy output $\mu_{\text{out}}(y)$ menjadi suatu nilai crisp tunggal. Dalam penelitian ini digunakan metode pusat massa (centroid method), yang secara matematis dinyatakan sebagai

$$y^* = \frac{\int_Y y \mu_{\text{out}}(y) dy}{\int_Y \mu_{\text{out}}(y) dy},$$

dengan Y adalah domain output, dalam hal ini interval $[0, 100]$. Nilai y^* ini merepresentasikan skor kecocokan akhir untuk masing-masing alternatif mobil listrik berdasarkan seluruh aturan fuzzy yang telah ditetapkan. Prosedur inferensi Mamdani yang mencakup aktivasi aturan, agregasi konsekuen, dan defuzzifikasi ini memastikan bahwa keputusan akhir diperoleh dengan mempertimbangkan kontribusi semua aturan secara proporsional terhadap derajat kebenaran masing-masing kondisi.

3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 3.2 menyajikan hasil perhitungan skor kecocokan mobil listrik berdasarkan sistem inferensi fuzzy Mamdani yang telah dirancang. Skor kecocokan diperoleh melalui proses fuzzifikasi, inferensi berbasis aturan linguistik, agregasi, dan defuzzifikasi menggunakan metode pusat massa (centroid).

Berdasarkan tabel tersebut, *BMW iX xDrive50* memperoleh skor tertinggi sebesar 66.19, diikuti oleh *Hyundai IONIQ 5 PS* dan *Hyundai IONIQ 5 SLR* dengan skor masing-masing 66.12 dan 66.09. Ketiga mobil ini memiliki kombinasi karakteristik yang sangat sesuai dengan preferensi sistem, yakni harga menengah atau tinggi dengan spesifikasi teknis unggul seperti kapasitas baterai besar, jarak tempuh jauh, dan tahun produksi yang relatif baru. Aktivasi aturan fuzzy yang dominan berada pada kategori “sangat cocok”, seperti aturan R_2 , R_3 , dan R_8 , yang menyebabkan fungsi keanggotaan $\mu_{\text{kecocokan}_{\text{sangat}}}$ terpotong pada nilai keanggotaan tinggi, sehingga skor defuzzifikasi menjadi besar.

Mobil dengan skor menengah (sekitar 50–60) seperti *Hyundai Kona EV 64 kWh*, *Mini Electric*, dan *Nissan Leaf* cenderung memiliki karakteristik campuran — misalnya harga menengah dengan baterai menengah atau jarak tempuh tidak terlalu besar. Aktivasi aturan pada kategori “cocok” mendominasi, seperti R_{10} , R_{14} , dan R_{16} , sehingga skor defuzzifikasi berada di kisaran menengah.

Sebaliknya, mobil seperti *BMW i3 120 Ah* dan *BMW i3s 120 Ah* memiliki skor terendah (sekitar 18–19). Hal ini disebabkan oleh harga relatif tinggi dibandingkan dengan spesifikasi teknis yang terbatas (baterai kecil, jarak tempuh pendek, dan tahun produksi lama), sehingga sebagian besar aturan yang aktif berada pada kategori “kurang cocok” (misalnya R_{21} , R_{22} , dan R_{23}).

Secara umum, pola hasil menunjukkan bahwa sistem fuzzy berhasil merepresentasikan intuisi pengambilan keputusan multi-kriteria: mobil dengan spesifikasi tinggi dan harga relatif proporsional memperoleh skor tinggi, sedangkan mobil dengan mismatch antara harga dan spesifikasi memperoleh skor rendah. Hasil ini juga memperlihatkan bagaimana metode fuzzy dapat mengakomodasi kriteria linguistik yang bersifat subjektif dan menurunkannya menjadi evaluasi numerik yang dapat dibandingkan secara kuantitatif.

Keterbatasan penelitian ini terletak pada jumlah data yang digunakan yang masih relatif sedikit serta belum dilakukan pengujian lebih lanjut pada data lain yang masih berada dalam domain

Tabel 3.2: Hasil Defuzzifikasi Skor Kecocokan Mobil Listrik

Peringkat	Nama Mobil	Skor Kecocokan
1	BMW iX xDrive50	66.1878
2	Hyundai IONIQ 5 PS	66.1166
3	Hyundai IONIQ 5 SLR	66.0949
4	BMW iX3	65.4516
5	Hyundai IONIQ 5 PLR	64.8201
6	KIA EV6 GT	64.8142
7	BMW iX xDrive40	64.5670
8	Toyota BZ4X	62.3039
9	Wuling Air ev LR	60.9538
10	Tesla Model Y Performance	57.9902
11	Hyundai IONIQ 5 SS	57.6841
12	Tesla Model Y Long Range AWD	57.5697
13	Hyundai Kona EV 64 kWh	55.1918
14	Mini Electric	53.7043
15	Nissan Leaf	51.7409
16	Hyundai Kona EV 39 kWh	51.0540
17	Wuling Air ev SR	50.0000
18	Tesla Model 3 Long Range	41.2451
19	Tesla Model 3 Performance	39.2351
20	Tesla Model 3 SR+	38.9437
21	BMW i3 120 Ah	19.0341
22	BMW i3s 120 Ah	18.7724

permasalahan yang sama. Selain itu, fokus penelitian ini masih terbatas pada perancangan dan pembentukan sistem pendukung keputusan yang mengimplementasikan metode fuzzy Mamdani. Oleh karena itu, sistem yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dipandang sebagai tahap awal yang berfungsi sebagai dasar bagi pengembangan sistem yang lebih kompleks di masa mendatang, khususnya melalui perluasan dan modifikasi *rule base* agar lebih adaptif dan sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

4. Kesimpulan

Penelitian ini telah menerapkan sistem inferensi fuzzy Mamdani untuk mengevaluasi tingkat kecocokan mobil listrik berdasarkan enam variabel utama, yaitu *harga*, *tahun produksi*, *jarak tempuh*, *kapasitas penumpang*, *tenaga*, dan *kapasitas baterai*. Fungsi keanggotaan segitiga digunakan untuk merepresentasikan setiap variabel dalam bentuk linguistik, sementara basis aturan fuzzy dirancang secara logis untuk mencerminkan preferensi keputusan yang realistis.

Melalui proses fuzzifikasi, inferensi Mamdani dengan operator min-max, agregasi konsekuen, dan defuzzifikasi menggunakan metode pusat massa, diperoleh skor kecocokan crisp yang memungkinkan perbandingan kuantitatif antar alternatif mobil listrik. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa mobil dengan spesifikasi teknis unggul dan harga yang proporsional terhadap performanya memperoleh skor tertinggi, sedangkan mobil dengan harga tinggi namun spesifikasi rendah memperoleh skor terendah. Pola ini menunjukkan bahwa sistem fuzzy mampu merepresentasikan pertimbangan kualitatif dalam proses pengambilan keputusan secara konsisten dan terukur.

Dengan demikian, pendekatan fuzzy Mamdani terbukti efektif untuk mendukung proses penilaian multi-kriteria dalam pemilihan mobil listrik. Metode ini dapat diadaptasi dan diperluas untuk konteks pengambilan keputusan lain yang melibatkan kriteria linguistik, ketidakpastian, atau preferensi subjektif.

Referensi

- [1] T. Kuramochi, et al., "Greenhouse gas emission scenarios in nine key non-g20 countries: An assessment of progress toward 2030 climate targets," *Environ Sci Policy*, vol. 123, pp. 67–81, 2021. [View online](#).
- [2] K. J. Shah, et al., "Green transportation for sustainability: Review of current barriers, strategies, and innovative technologies," *J. Clean Prod.*, vol. 326, p. 129392, 2021. [View online](#).
- [3] Z. Yang, Q. Li, V. Charles, B. Xu, and S. Gupta, "Supporting personalized new energy vehicle purchase decision-making: Customer reviews and product recommendation platform," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 265, p. 109003, 2023. [View online](#).
- [4] M. Kannchen, "Using the pvm-vsi (preference vector method - vector space of increments) method in supporting the decision related to the purchase of an electric family car," *Procedia. Comput. Sci.*, vol. 192, pp. 2199–2209, 2021. [View online](#).
- [5] EV-Database, "Electric vehicle database," 2023. <https://ev-database.org/>, Last accessed on 2025-10-5.
- [6] P. Ziemba, "Multi-criteria approach to stochastic and fuzzy uncertainty in the selection of electric vehicles with high social acceptance," *Expert Syst. Appl.*, vol. 173, p. 114686, 2021. [View online](#).
- [7] O. Dalkılıç, "Determining the membership degrees in the range (0,1) for hypersoft sets independently of the decision-maker," *Int. J. Syst. Sci.*, vol. 53, no. 8, pp. 1733–1743, 2022. [View online](#).
- [8] R. S. Almeida, F. V. da Silva, and S. S. V. Vianna, "Combining the bow-tie method and fuzzy logic using mamdani inference model," *Process Safety and Environmental Protection*, vol. 169, pp. 159–168, 2023. [View online](#).
- [9] O. Acaroglu, L. Ozdemir, and B. Asbury, "A fuzzy logic model to predict specific energy requirement for tbm performance prediction," *Tunnelling and Underground Space Technology*, vol. 23, no. 5, pp. 600–608, 2008. [View online](#).
- [10] B. Buran and M. Erçek, "Bus type selection with fuzzy approach for public transportation," *Systems and Soft Computing*, vol. 5, p. 200055, 2023. [View online](#).
- [11] S. C. Sihombing and A. Dahlia, "Implementation of fuzzy mamdani method to classify public health level in north sumatra province," *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, vol. 13, no. 2, pp. 97–110, 2022. [View online](#).
- [12] G. S. Mada, N. K. F. Dethan, and A. E. S. H. Maharani, "The defuzzification methods comparison of mamdani fuzzy inference system in predicting tofu production," *Jurnal Varian*, vol. 5, no. 2, pp. 137–148, 2022. [View online](#).
- [13] H. Sarkheil, S. Rahbari, and Y. Azimi, "Fuzzy-mamdani environmental quality assessment of gas refinery chemical wastewater in the pars special economic and energy zone," *Environmental Challenges*, vol. 3, p. 100065, 2021. [View online](#).
- [14] W. Usino and A. Bayyinah, "Analyzing decision support system for determining eligibility of home ownership loan using fuzzy mamdani logical method and technology acceptance model in banking," *Data Science: Journal of Computing and Applied Informatics*, vol. 3, no. 1, pp. 57–75, 2019. [View online](#).
- [15] N. Hendiyani, B. Suseta, Y. Kurniasari, and A. M. Abadi, "The implementation of mamdani fuzzy inference system (fis) method for decision making to choose direct and transit airline types in indonesia," *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 1581, no. 1, p. 012011, 2020. [View online](#).

- [16] A. R. Govindan and X. Li, "Fuzzy logic-based decision support system for automating ergonomics risk assessments," *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 96, p. 103459, 2023. [View online](#).
- [17] S. Komsiyah, M. R. Ardyanti, and I. A. Iswanto, "Flood-prone susceptibility analysis in garut using fuzzy inference system mamdani method," *Procedia. Comput. Sci.*, vol. 227, pp. 912–921, 2023. [View online](#).
- [18] N. Alavi, "Quality determination of mozafati dates using mamdani fuzzy inference system," *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, vol. 12, no. 2, pp. 137–142, 2013. [View online](#).
- [19] Oto.com, "Oto," 2023. <https://www.oto.com/mobil-baru>, Last accessed on 2025-10-5.

Format Sitasi IEEE:

I. P. Parwitasari and A. P. Setyawan. "Implementasi Fuzzy Mamdani pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Mobil Listrik", *Jurnal Diferensial*, vol. 8(1), pp. 1-10, 2026.

This work is licensed under a [Creative Commons "Attribution-ShareAlike 4.0 International"](#) license.

