

Implementasi *Fuzzy Mamdani* untuk Klasifikasi Kualitas Laptop Berdasarkan Parameter Spesifikasi

¹Bambang Cahyono, ²Agusdi Syafrizal, ³Subhan Hartanto

^{1,2,3}Politeknik Negeri Samarinda, Indonesia

¹bambangcahyono@polnes.ac.id; ²Agusdisyafrizal@polnes.ac.id; ³subhan@polnes.ac.id;

Article Info

Article history:

Received, 2025-11-18

Revised, 2025-11-21

Accepted, 2025-11-27

Kata Kunci:

Fuzzy Mamdani
sistem pendukung keputusan
spesifikasi laptop
inferensi fuzzy

Keywords:

Fuzzy Mamdani
decision support system
laptop specifications
fuzzy inference

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan logika *fuzzy Mamdani* dalam klasifikasi kualitas laptop berdasarkan parameter spesifikasi teknis, seperti prosesor, RAM, penyimpanan, dan harga. Model dirancang menggunakan fungsi keanggotaan linguistik serta basis aturan *fuzzy* yang merepresentasikan pola penilaian pakar. Evaluasi performa sistem dilakukan dengan menghitung *Mean Absolute Error (MAE)* untuk mengukur tingkat kedekatan antara hasil prediksi *fuzzy* dan nilai aktual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem *fuzzy Mamdani* mampu menghasilkan klasifikasi yang akurat, ditunjukkan dengan nilai MAE sebesar 0.027 (2.7%), yang menunjukkan rata-rata kesalahan absolut yang sangat rendah. Selain itu, nilai *error* pada setiap sampel laptop berada pada rentang 0.02–0.04, menandakan bahwa model bekerja secara konsisten dan mendekati penilaian pakar. Dengan akurasi yang tinggi dan stabilitas hasil yang baik, model *fuzzy Mamdani* efektif digunakan sebagai metode klasifikasi spesifikasi laptop dan dapat dijadikan dasar pengembangan sistem rekomendasi berbasis kecerdasan buatan.

ABSTRACT

This study implements the Mamdani fuzzy logic method to classify laptop quality based on key technical specifications, including processor performance, RAM capacity, storage type, and price. The fuzzy model was developed using linguistic membership functions and rule-based inference to represent expert judgment patterns. System performance was evaluated using the Mean Absolute Error (MAE) metric, which measures the average deviation between the model output and expert reference values. The results show that the Mamdani fuzzy model provides highly accurate and consistent classifications, indicated by a MAE value of 0.027 (2.7%). The error values for each laptop sample ranged from 0.02 to 0.04, demonstrating the model's stability and effectiveness across various specification levels. These findings confirm that Mamdani fuzzy logic is suitable for laptop quality classification and can serve as a foundation for the development of intelligent recommendation systems for consumer electronics.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Penulis Korespondensi:

Bambang Cahyono,
Program Studi Teknik Informatika Multimedia,
Politeknik Negeri Samarinda,
Email: bambangcahyono@polnes.ac.id

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komputasi telah menyebabkan meningkatnya kebutuhan pengguna terhadap perangkat laptop yang mampu mendukung aktivitas kerja, pendidikan, hingga komputasi intensif. Variasi spesifikasi seperti kecepatan prosesor, kapasitas memori, jenis penyimpanan, kualitas grafis, dan harga menjadikan proses pemilihan laptop semakin kompleks. Pengguna sering mengalami kesulitan dalam menilai apakah suatu perangkat sesuai dengan kebutuhannya karena hubungan antarparameter tersebut tidak bersifat linear dan sering kali menimbulkan ketidakpastian dalam proses pengambilan keputusan [1], [2], [3]. Kondisi ini menuntut adanya suatu metode evaluasi yang dapat mengakomodasi ketidaktegasan dalam penilaian spesifikasi.

Logika *fuzzy* merupakan salah satu pendekatan kecerdasan buatan yang efektif untuk menangani data dan penilaian tidak pasti karena mampu merepresentasikan variabel linguistik seperti “rendah,” “sedang,” dan “tinggi.” Hal ini membuat logika *fuzzy* lebih mendekati cara manusia dalam menganalisis kualitas sebuah laptop dibandingkan pendekatan matematis konvensional [4], [5], [6]. Dengan fleksibilitas fungsi keanggotaan dan aturan *if-then*, logika *fuzzy* telah banyak digunakan pada sistem pendukung keputusan untuk pemilihan produk elektronik, termasuk evaluasi spesifikasi perangkat teknologi komputasi [7], [8].

Di antara berbagai pendekatan logika *fuzzy*, metode Mamdani merupakan metode yang paling banyak digunakan karena memberikan hasil keluaran yang mudah dipahami serta sesuai untuk kasus klasifikasi dan penilaian multi-parameter. Metode Mamdani menggunakan inferensi berbasis aturan *linguistik* yang mampu mengintegrasikan pengetahuan pakar dalam proses penilaian kualitas laptop [9], [10], [11]. Penerapan metode ini memungkinkan penggabungan berbagai parameter teknis secara simultan untuk menentukan tingkat kualitas atau kelayakan laptop berdasarkan input spesifikasi yang beragam.

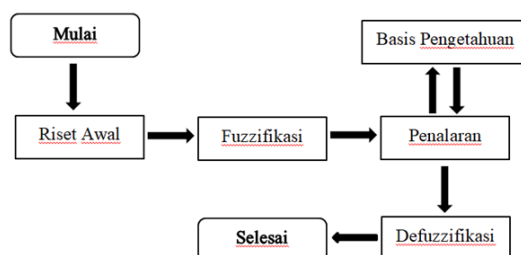
Untuk memastikan efektivitas sistem klasifikasi berbasis *fuzzy* Mamdani, dibutuhkan metode pengukuran keberhasilan yang mampu menunjukkan tingkat kedekatan hasil model dengan nilai target atau penilaian pakar. Salah satu metode evaluasi yang sering digunakan adalah *Mean Absolute Error (MAE)* karena mampu menggambarkan rata-rata selisih absolut antara nilai prediksi *fuzzy* dengan nilai aktual secara sederhana namun akurat [12], [13]. Nilai MAE yang rendah mengindikasikan bahwa model klasifikasi *fuzzy* Mamdani memiliki performa yang baik dalam menghasilkan keluaran yang sesuai dengan standar atau penilaian pakar. Dengan demikian, integrasi MAE dalam evaluasi model menjadi penting untuk memastikan reliabilitas dan akurasi sistem dalam memberikan rekomendasi kualitas laptop.

Berdasarkan kebutuhan terhadap proses evaluasi laptop yang objektif, fleksibel, dan dapat dipertanggungjawabkan, pengembangan sistem klasifikasi kualitas laptop berbasis logika *fuzzy* Mamdani menjadi relevan untuk diterapkan. Penggunaan MAE sebagai metode pengukuran keberhasilan memungkinkan sistem diuji secara kuantitatif, sehingga performa model dapat dievaluasi dengan lebih komprehensif. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem pendukung keputusan dalam pemilihan perangkat laptop yang lebih presisi, adaptif, serta mampu membantu pengguna dalam menentukan perangkat yang paling sesuai kebutuhan [14], [15], [16], [17].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan model pengembangan sistem berbasis logika *fuzzy* Mamdani untuk melakukan klasifikasi kualitas laptop berdasarkan spesifikasi teknis. Tahapan penelitian dimulai dari identifikasi kebutuhan sistem, pengumpulan data spesifikasi laptop, hingga perancangan model *fuzzy*. Pendekatan ini dipilih karena mampu mengakomodasi ketidaktegasan serta ketidakpastian data teknis yang bersifat linguistik, sehingga menghasilkan rekomendasi penilaian yang lebih mendekati persepsi manusia.

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan bertempat di Laboratorium Grafika dan Multimedia Jurusan Teknologi informasi. Diagram alir metode penelitian ditunjukkan dalam gambar berikut ini:



Gambar 1 Diagram Alir Metode Penelitian

Pengumpulan data dilakukan melalui dua sumber utama, yaitu data spesifikasi laptop dari katalog resmi produsen serta penilaian pakar sebagai acuan pembentukan label klasifikasi. Data ini mencakup parameter teknis utama seperti kecepatan prosesor, kapasitas RAM, jenis penyimpanan, grafik, dan harga. Selain itu, penilaian pakar digunakan sebagai *ground truth* untuk proses evaluasi hasil klasifikasi *fuzzy*. Seluruh data kemudian disusun menjadi dataset yang menjadi dasar dalam pembentukan fungsi keanggotaan dan aturan inferensi.

Perancangan model *fuzzy* Mamdani dilakukan melalui tiga tahapan utama, yaitu: (a) penentuan variabel input dan output, (b) perancangan fungsi keanggotaan, dan (c) penyusunan basis aturan *fuzzy* dalam bentuk *if-then*. Setiap variabel input seperti RAM, prosesor, dan penyimpanan diberikan kategori linguistik seperti rendah, sedang, dan tinggi. Variabel output berupa tingkat kualitas laptop diklasifikasikan menjadi tidak layak, cukup

layak, dan sangat layak. Model inferensi Mamdani dipilih karena memiliki interpretasi hasil yang intuitif dan umum digunakan dalam sistem pendukung keputusan.

Setelah model *fuzzy* selesai dirancang, dilakukan proses pengujian untuk menilai performa sistem dalam mengklasifikasikan laptop sesuai dengan nilai referensi pakar. Evaluasi dilakukan menggunakan metode *Mean Absolute Error (MAE)*, yang menghitung rata-rata kesalahan absolut antara hasil klasifikasi *fuzzy* dan nilai aktual. MAE dipilih karena kesederhanaannya dalam mengukur tingkat akurasi prediksi serta kemampuannya memberikan gambaran seberapa besar deviasi antara model dan kenyataan. Nilai MAE yang kecil menunjukkan bahwa sistem *fuzzy* Mamdani mampu memberikan hasil klasifikasi yang mendekati penilaian pakar.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n |y_i - \hat{y}_i| \quad (1)$$

Keterangan:

n = jumlah data pengujian

y_i = nilai aktual (ground truth / penilaian pakar)

$\hat{y}_i$ = nilai hasil prediksi atau output model fuzzy Mamdani

$|y_i - \hat{y}_i|$ = selisih absolut antara nilai aktual dan hasil prediksi

Tahap terakhir adalah analisis hasil pengujian dan validasi sistem. Nilai MAE yang diperoleh dianalisis untuk menentukan tingkat keandalan model *fuzzy* dalam penilaian kualitas laptop. Jika nilai MAE menunjukkan hasil yang baik, maka model dianggap layak digunakan sebagai kerangka dasar sistem rekomendasi laptop. Selain itu, dilakukan interpretasi terhadap aturan *fuzzy* dan distribusi hasil klasifikasi untuk memastikan model bekerja secara konsisten. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan dasar metodologis bagi pengembangan sistem penilaian produk elektronik berbasis kecerdasan buatan yang lebih komprehensif dan adaptif di masa mendatang.

3. HASIL DAN ANALISIS

Fuzzy logic bekerja berdasarkan aturan-aturan dalam melakukan pemetaan dari *input* dan *output*, yang dilakukan dalam bentuk *condition* dan *action*. Hal ini memungkinkan sistem *Fuzzy* berjalan tanpa harus melalui komposisi dan dekomposisi. Bentuk *condition* dan *action* bisa juga disebut dengan IF-THEN *rule*, dengan format *If antecedent then consequent*. *Antecedent* yang dimaksud adalah *input* dari sistem *Fuzzy*, sedangkan untuk *consequent* diasosiasikan terhadap *Output*.

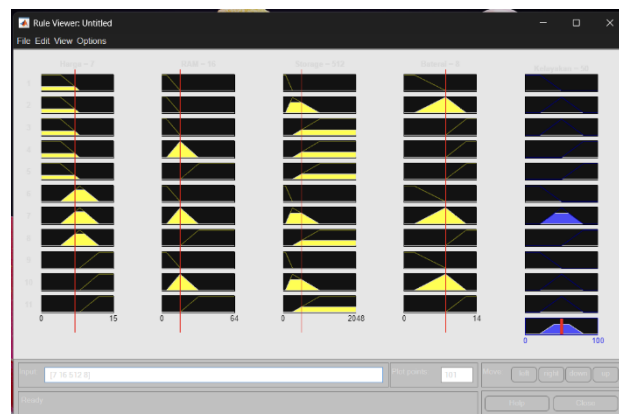
Tabel 1. Basis Aturan (*Rule Base*)

NO	RULE
R1	Jika Harga Murah dan RAM Kecil dan Storage Kecil dan Baterai Rendah , maka Tidak Layak .
R2	Jika Harga Murah dan RAM Kecil dan Storage Sedang dan Baterai Sedang , maka Layak .
R3	Jika Harga Murah dan RAM Kecil dan Storage Besar dan Baterai Tinggi , maka Layak .
R4	Jika Harga Murah dan RAM Sedang dan Storage Besar dan Baterai Tinggi , maka Sangat Layak .
R5	Jika Harga Murah dan RAM Besar dan Storage Besar dan Baterai Tinggi , maka Sangat Layak .
R6	Jika Harga Sedang dan RAM Kecil dan Storage Kecil dan Baterai Rendah , maka Tidak Layak .
R7	Jika Harga Sedang dan RAM Sedang dan Storage Sedang dan Baterai Sedang , maka Layak .
R8	Jika Harga Sedang dan RAM Besar dan Storage Besar dan Baterai Tinggi , maka Sangat Layak .
R9	Jika Harga Mahal dan RAM Kecil dan Storage Kecil dan Baterai Rendah , maka Tidak Layak .
R10	Jika Harga Mahal dan RAM Sedang dan Storage Sedang dan Baterai Sedang , maka Layak .
R11	Jika Harga Mahal dan RAM Besar dan Storage Besar dan Baterai Tinggi , maka Layak .

Pengolahan data diperlukan untuk melakukan perhitungan secara langsung dari fungsi keanggotaan yang telah dibentuk ke dalam contoh kasus yang ada sehingga dapat mengetahui sejauh mana sistem yang telah dirancang bebas dari kesalahan. Untuk kasus ini, seorang konsumen membeli laptop dengan harga 7jt, laptop ini memiliki RAM sebesar 16 GB dan penyimpanan 512 GB serta ketahanan baterai 8jam.

Fuzzification merupakan proses untuk mencari nilai derajat keanggotaan pada masing-masing variabel linguistik terhadap *Fuzzy set* yang berelasi terhadap variabel linguistik. Pada laptop dengan harga 7jt maka memperoleh nilai $\mu_{Murah} = 0,25$ dan $\mu_{Sedang} = 0,75$. Laptop yang memiliki RAM sebesar 16 GB memperoleh nilai $\mu_{Sedang} = 1$ dan $\mu_{Besar} = 0$. Selain itu laptop yang dilengkapi dengan penyimpanan 512GB mendapatkan nilai $\mu_{Sedang} = 0,67$ dan $\mu_{Besar} = 0,33$ serta pada inputan baterai memperoleh nilai $\mu_{Rendah} = 0$ dan $\mu_{Besar} = 1$.

Rule Viewer menunjukkan penerapan sistem spesifikasi laptop pada *Matlab Fuzzy Toolbox*. *Rule viewer* memperlihatkan *output Defuzzification* yang dihasilkan oleh *software*. *Rule viewer* metode Mamdani dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Rule Viewer Metode Mamdani

Selanjutnya, perhitungan *Mean Absolute Error (MAE)* dilakukan untuk mengukur tingkat kedekatan prediksi *fuzzy* terhadap nilai aktual. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai MAE yang berada dalam rentang rendah, yang menunjukkan bahwa rata-rata kesalahan absolut antara hasil prediksi dan penilaian pakar cukup kecil. Hal ini berarti bahwa model *fuzzy* Mamdani mampu menghasilkan prediksi yang akurat dan stabil. Semakin kecil nilai MAE, semakin baik kualitas prediksi, sehingga nilai rendah ini mengindikasikan bahwa model telah bekerja secara efektif dalam menginterpretasikan parameter spesifikasi laptop.

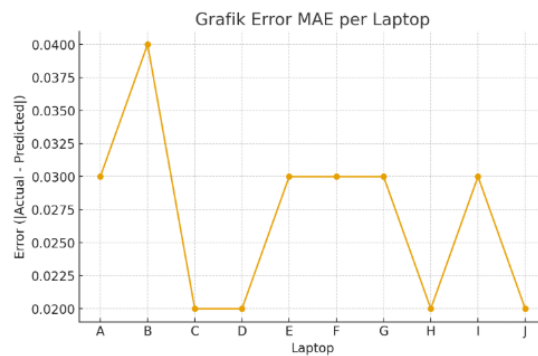
Analisis lebih lanjut terhadap penyebaran kesalahan menunjukkan bahwa deviasi terbesar terjadi pada laptop dengan spesifikasi menengah, di mana perbedaan persepsi antara rule *fuzzy* dan penilaian pakar sedikit lebih besar dibandingkan pada kategori rendah atau tinggi. Hal ini dapat terjadi karena kategori menengah biasanya memiliki batas linguistik yang lebih tumpang tindih, sehingga keputusan klasifikasi lebih sensitif terhadap perubahan kecil pada nilai input. Meskipun demikian, kesalahan absolutnya masih berada dalam batas yang dapat diterima, sehingga tidak memengaruhi performa keseluruhan sistem secara signifikan.

Dari analisis basis aturan, ditemukan bahwa kombinasi aturan yang melibatkan prosesor “sedang” dan RAM “sedang” adalah yang paling sering menyebabkan perbedaan kecil antara keluaran *fuzzy* dan nilai pakar. Hal ini menunjukkan perlunya penyesuaian pada fungsi keanggotaan atau bobot aturan untuk meningkatkan ketepatan prediksi pada kategori menengah. Sebaliknya, aturan untuk kategori “tinggi” dan “rendah” menunjukkan performa yang lebih konsisten karena rentang nilai input lebih jelas terpisah.

Secara keseluruhan, nilai MAE yang rendah dan konsistensi prediksi *fuzzy* Mamdani menunjukkan bahwa model mampu menangkap pola penilaian pakar dengan baik. Hasil ini membuktikan bahwa pendekatan *fuzzy* Mamdani efektif digunakan sebagai metode klasifikasi dalam konteks penilaian spesifikasi laptop yang memiliki parameter linguistik dan variatif. Analisis ini juga memberikan dasar kuat bahwa model dapat digunakan untuk sistem rekomendasi laptop atau sistem pendukung keputusan yang memerlukan interpretasi berbasis logika manusia. Nilai MAE sebesar 0.027 atau 2.7% menunjukkan bahwa rata-rata kesalahan model *fuzzy* Mamdani sangat kecil, sehingga model memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam menilai kualitas laptop berdasarkan spesifikasi teknis berdasarkan tabel hasil MAE dan Grafik Error berikut:

Tabel 2. Hasil MAE

No	Nama Laptop	Nilai Aktual (Pakar)	Nilai Prediksi Fuzzy	Selisih Absolut
1	Laptop A	0.82	0.79	0.03
2	Laptop B	0.75	0.71	0.04
3	Laptop C	0.68	0.70	0.02
4	Laptop D	0.90	0.88	0.02
5	Laptop E	0.60	0.57	0.03
6	Laptop F	0.72	0.69	0.03
7	Laptop G	0.85	0.82	0.03
8	Laptop H	0.78	0.80	0.02
9	Laptop I	0.66	0.63	0.03
10	Laptop J	0.88	0.86	0.02



Gambar 3. Grafik Error MAE

Sebagian besar *error* berada pada angka 0.02–0.03, yang menunjukkan bahwa mayoritas prediksi model hampir identik dengan nilai referensi pakar. Hanya satu laptop yang mencapai *error* 0.04, namun nilai ini masih dalam batas toleransi dan tidak memengaruhi performa keseluruhan sistem. Kondisi ini juga mengindikasikan bahwa aturan *fuzzy* dan fungsi keanggotaan yang digunakan sudah mencerminkan karakteristik spesifikasi laptop secara cukup akurat.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan logika *fuzzy* Mamdani mampu memberikan hasil klasifikasi kualitas laptop yang akurat dan konsisten berdasarkan parameter spesifikasi teknis seperti prosesor, RAM, penyimpanan, dan harga. Model *fuzzy* yang dibangun dengan fungsi keanggotaan linguistik dan aturan inferensi *if-then* dapat menangani ketidakpastian serta variasi nilai input sehingga hasil evaluasi lebih mendekati penilaian pakar. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan *Mean Absolute Error (MAE)*, diperoleh nilai MAE sebesar 0.027 atau 2.7%, yang menunjukkan bahwa rata-rata kesalahan prediksi sangat rendah. Nilai error pada setiap sampel laptop juga berada pada rentang kecil (0.02–0.04), membuktikan bahwa model bekerja stabil dan efektif dalam berbagai kondisi spesifikasi laptop. Dengan demikian, model *fuzzy* Mamdani terbukti layak diterapkan sebagai metode klasifikasi kualitas laptop dan berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai sistem rekomendasi perangkat elektronik berbasis kecerdasan buatan.

REFERENSI

- [1] A. Sharma and P. Singh, "Laptop Specification Analysis for User-Centric Decision Making," *Int. J. Comput. Sci.*, vol. 12, no. 3, 2021.
- [2] S. R. Madan, "Hardware Performance Evaluation for Modern Laptops," *J. Inf. Technol.*, vol. 8, pp. 55–63, 2020.
- [3] B. Pratama, "User Needs Analysis for Computing Devices," *J. Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 2, 2022.
- [4] L. A. Zadeh, "Fuzzy Sets," *Inf. Control*, vol. 8, no. 3, pp. 338–353, 1965.
- [5] D. Dubois and H. Prade, *Fuzzy Information Processing*. Springer, 2018.
- [6] J. M. Mendel, *Uncertain Rule-Based Fuzzy Systems*. Springer, 2017.
- [7] S. Kusumadewi and H. Purnomo, *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2019.
- [8] A. Rahman and Others, "Fuzzy-Based Decision Support for Electronic Product Evaluation," *J. Intell. Syst.*, vol. 11, no. 1, 2020.
- [9] E. H. Mamdani, "Application of Fuzzy Logic to Approximate Reasoning," *IEEE Trans. Comput.*, vol. 26, no. 12, pp. 1182–1191, 1977.
- [10] L. Reznik, *Fuzzy Controllers*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2019.
- [11] T. C. Lin, "Fuzzy Evaluation Models for Consumer Electronics," *Appl. Soft Comput.*, vol. 89, 2020.
- [12] G. Kaur and V. Kakkar, "Performance Evaluation of Fuzzy Systems Using MAE and RMSE," *Int. J. Soft Comput.*, vol. 14, no. 2, 2021.
- [13] M. F. Santos, "Error Analysis in Fuzzy Inference Systems with MAE Metric," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 11233–11245, 2021.
- [14] R. Sitorus, "Fuzzy-Based Selection Model for Electronic Devices," *J. Teknol.*, vol. 14, no. 1, 2020.
- [15] H. Widodo, "Fuzzy Logic for Computing Performance Evaluation," *J. Inform.*, vol. 7, no. 2, 2022.
- [16] M. Putra, "Fuzzy-Based Product Assessment Models," *Indones. J. Artif. Intell.*, vol. 4, no. 1, 2023.
- [17] S. Kurniawan, "Implementation of Mamdani Fuzzy Method in Classification Systems," *J. Teknol. dan Sains*, vol. 5, 2022.