

Knowledge-Based Decision Support System for Hotel Room Recommendation and Maintenance Prioritization Using Mamdani Fuzzy Logic

Sri Widaningsih^{1*}, Agus Suheri², Mohammad Hasnan Ali³

¹²³Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Suryakencana, Cianjur, Indonesia

Email: ^{1*}sriwida@unsur.ac.id., ²agusuheri@unsur.ac.id, ³ahasnan32@gmail.com

(*: corresponding author)

Abstract - To improve service quality, hotel management must make decisions quickly and accurately, particularly by providing hotel room recommendations to guests and determining room maintenance priorities by reception staff. However, these decisions are often challenged by uncertainty and subjective considerations. This research is primarily driven by the goal of constructing a knowledge-based decision support system. at Hotel Pusaka Mulya that not only facilitates hotel administrative management but also supports accurate room recommendation decisions based on guest preferences and effective prioritization of room maintenance activities. A knowledge-based decision support system leveraging the Mamdani fuzzy reasoning technique is developed as the core of this proposed framework. The input variables for room recommendation include price, facilities, comfort level, and number of occupants, while the output variable is the room type, consisting of Standard, Standard 1, Superior 1, Superior 2, and Superior 3. Meanwhile, the input variables for maintenance priority determination are cost, time, and level of damage, with output categories classified as low, medium, and high priority. The Mamdani fuzzy inference process consists of four stages: fuzzification, implication, aggregation using the MAX operator, and defuzzification using the centroid method. The software development process follows the waterfall model, encompassing the phases of analysis, design, implementation, and testing. The testing results demonstrate that the Mamdani Fuzzy is capable of generating recommendations efficiently and accurately in accordance with the defined decision criteria based on an 80% validation accuracy for room recommendations and an 85% accuracy for determining improvement priorities.

Keywords: Decision Support System, Fuzzy Logic, Mamdani, Room Recommendation, Repair Priority

Abstrak – Untuk meningkatkan kualitas pelayanan, pihak hotel perlu mengambil keputusan dengan cepat dan tepat seperti pada pemberian rekomendasi pemilihan kamar hotel kepada pengunjung dan penentuan prioritas perawatan kamar oleh resepsionis. Tetapi penentuan tersebut menghadapi beberapa kendala seperti ketidakpastian dan faktor subjektivitas. Penelitian ini berorientasi untuk merancang suatu sistem pendukung keputusan guna memberikan keputusan pemberian rekomendasi kamar yang sesuai dengan preferensi pengunjung dan penentuan prioritas perawatan kamar dengan tepat di Hotel Pusaka Mulya. Selain itu juga digunakan untuk mempermudah pengelolaan administrasi hotel. Metode yang diusulkan adalah dengan membangun Sistem Pendukung Keputusan berbasis pengetahuan menggunakan metode fuzzy inferensia Mamdani. Input variabel untuk rekomendasi kamar adalah harga, fasilitas, kenyamanan dan jumlah orang dengan output berupa jenis kamar yaitu Standar, Standar 1, Superior 1, Superior 2 dan Superior 3. Sedangkan variabel input untuk penentuan prioritas perawatan yaitu biaya, waktu, dan tingkat kerusakan dan variabel outputnya yaitu rendah, menengah dan tinggi. Terdapat empat tahapan dalam perhitungan fuzzy Mamdani yaitu fuzzifikasi, fungsi implikasi, agregasi menggunakan fungsi MAX dan defuzzifikasi dengan metode centroid. Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan yaitu metode waterfall mulai dari analisis, desain, implementasi, dan pengujian. Dari hasil pengujian Fuzzy Mamdani berhasil memberikan hasil rekomendasi yang cepat dan sesuai dengan akurasi validasi rekomendasi kamar sebesar 80% dan penentuan prioritas perbaikan sebesar 85%.

Kata Kunci: Logika Fuzzy, Mamdani, Prioritas Perawatan, Rekomendasi Kamar, Sistem Pendukung Keputusan.

1. PENDAHULUAN

Salah satu sektor yang mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan sektor pariwisata adalah industri perhotelan [1]. Industri perhotelan merupakan salah satu penyumbang pendapatan daerah secara langsung [2],[3],[4],[5] dan berkontribusi terhadap pendapatan negara secara tidak langsung melalui sistem perpajakan nasional. Pendapatan daerah berhasil ditingkatkan oleh keberadaan industri perhotelan, khususnya melalui penyerapan pajak hotel dan restoran serta penarikan retribusi daerah dan memberikan dampak pada peningkatan PAD (Pendapatan Asli Daerah) sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi daerah [6].

Tetapi, Industri perhotelan juga memiliki tantangan yang cukup besar seiring dengan meningkatnya persaingan dan fluktuasi kondisi perekonomian yang terjadi. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kondisi perhotelan seperti kebijakan pemangkasan anggaran pemerintahan, penurunan pendapatan dan okupansi, turunnya daya beli masyarakat hingga tuntutan efisiensi biaya operasional.

Dalam situasi tersebut, manajemen hotel dituntut untuk mengambil keputusan secara cepat dan tepat, khususnya dalam menentukan strategi untuk dapat meningkatkan kualitas pelayanan kepada para pengunjung agar tetap mampu bersaing dan mempertahankan tingkat hunian kamar secara berkelanjutan. Dalam praktiknya, proses pengambilan keputusan sering kali masih dilakukan secara manual atau berdasarkan pengalaman subjektif. Hal ini dapat menimbulkan ketidakkonsistenan hasil keputusan, kurang optimalnya pemanfaatan data, serta lambatnya

respons terhadap perubahan kondisi operasional. Keputusan yang kurang akurat dapat berdampak pada menurunnya kepuasan pelanggan, meningkatnya keluhan, serta pemborosan biaya operasional akibat perawatan yang tidak terjadwal dengan baik. Kompleksitas dalam pengambilan keputusan terkait pemilihan jenis kamar yang sesuai dengan preferensi tamu serta penentuan prioritas perawatan fasilitas hotel menjadi tantangan tersendiri bagi manajemen hotel.

Hotel Pusaka Mulya merupakan hotel non-bintang yang berlokasi di Kabupaten Cianjur. Hotel ini melayani kebutuhan penginapan masyarakat umum. Tingkat okupansi harian hotel tergolong relatif stabil, dengan mayoritas tamu berasal dari tamu lokal, pendatang, tamu transit, serta pelaku perjalanan bisnis skala kecil. Dalam pengelolaan kegiatan administrasi, keuangan maupun pencatatan reservasi kamar belum menggunakan sistem terkomputerisasi sehingga dengan proses pencatatan data yang masih dilakukan secara manual menimbulkan risiko kesalahan pencatatan, serta kesulitan dalam melakukan pencarian dan pengolahan data secara cepat dan akurat. Proses rekapitulasi data reservasi dan laporan keuangan memerlukan waktu yang relatif lama karena masih dilakukan secara manual. Selain itu hotel belum memiliki sistem pendukung yang dapat memberikan rekomendasi tipe kamar sesuai dengan preferensi dan kebutuhan tamu, sehingga dalam kondisi tertentu pemilihan kamar masih bergantung pada pertimbangan subjektif petugas dan berpotensi menimbulkan ketidaksesuaian dengan kebutuhan tamu. Di sisi lain, mekanisme penentuan prioritas perawatan kamar belum didukung oleh sistem yang sistematis, sehingga menyulitkan staf dalam menentukan kamar mana yang harus diprioritaskan untuk dilakukan perawatan.

Permasalahan ini bersifat multi-kriteria dan mengandung ketidakpastian, karena melibatkan faktor harga, fasilitas, serta preferensi pelanggan yang bersifat subjektif. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang mampu membantu pengambilan keputusan secara lebih objektif, konsisten, dan berbasis pengetahuan. Untuk menangani proses pengambilan keputusan yang sifatnya semi-terstruktur dan tidak terstruktur, digunakan sebuah sistem berbasis komputer yang dikenal sebagai *Decision Support System* (DSS). Sistem ini mengolah data, model analisis, dan pengetahuan yang relevan untuk merumuskan berbagai alternatif solusi. Melalui penyediaan informasi yang komprehensif, DSS bertujuan memfasilitasi para pengambil kebijakan dalam meraih hasil yang paling optimal. Aplikasi ini dikembangkan untuk mengelola data, pengetahuan, dan informasi serta memberikan dukungan kepada pengambil keputusan, yang menggambarkan penilaian dan preferensi pengambil keputusan [7]. Perkembangan DSS telah berevolusi menuju *Intelligent Decision Support System* yang mengintegrasikan basis pengetahuan, kecerdasan buatan, serta metode *fuzzy logic* untuk menangani ketidakpastian dalam proses pengambilan keputusan [8, 9] untuk meningkatkan kualitas keputusan.

Salah satu pendekatan adalah dengan *penerapan Knowledge-Based Decision Support System* yang dipadukan dengan metode logika fuzzy. Logika fuzzy dapat menangani ketidakpastian [10], data yang bersifat linguistik [11] seperti “murah”, “lama”, atau “nyaman” dan efektif menangani permasalahan dengan banyak kriteria [12]. Logika fuzzy digunakan pada bidang seperti produksi [13], pendidikan [14], maupun perhotelan [15]. Walaupun penelitian mengenai penerapan logika fuzzy di industri perhotelan telah banyak dilakukan tetapi terdapat *research gap* dimana mayoritas SPK terdahulu dirancang secara terpisah seperti untuk ketersediaan kamar [15]. Kebaruan (novelty) yang diusulkan dalam penelitian ini adalah pengembangan prototipe *Knowledge-Based Decision Support System* terintegrasi yang menggabungkan dua modul inferensi fuzzy Mamdani sekaligus ke dalam satu kesatuan basis pengetahuan (*shared knowledge-base*). Sistem ini tidak hanya memproses variabel preferensi tamu (harga, fasilitas, kenyamanan, okupansi) untuk menghasilkan rekomendasi tipe kamar (K1–K5), melainkan secara simultan menghubungkannya dengan modul penentuan prioritas perawatan kamar berbasis metrik kerusakan (biaya, waktu, tingkat kerusakan).

Pada penelitian ini, rekomendasi pemilihan kamar hotel dan perawatan kamar menggunakan *fuzzy inference system* metode Mamdani untuk menghindari kelemahan pada metode Tsukamoto yang mensyaratkan output dideskripsikan dengan Himpunan Fuzzy yang memiliki fungsi keanggotaan yang konsisten naik atau turun. Metode Mamdani lebih fleksibel karena konsekuen aturan dapat direpresentasikan dalam bentuk himpunan fuzzy yang tidak harus monoton. Metode ini dianggap lebih intuitif dan mampu merepresentasikan penalaran manusia secara lebih baik dalam berbagai sistem pengambilan Keputusan sehingga lebih cocok diterapkan dalam DSS. Sedangkan metode Sugeno interpretabilitasnya lebih rendah karena output pada konsekuen aturan menggunakan persamaan matematis (fungsi linear atau konstanta) [16]. Tetapi untuk beberapa kasus dengan *output* numerik, metode Tsukamoto dan Sugeno memberikan nilai akurasi yang lebih tinggi karena *output crisp* melalui fungsi matematis dan perhitungan yang lebih terstruktur [17], [18]. Agar dapat menghasilkan keputusan yang menyerupai penalaran manusia, logika Fuzzy Mamdani memproses data melalui serangkaian langkah yang terdiri dari fuzzifikasi, pembentukan basis aturan (IF-THEN), penarikan kesimpulan (inferensi), dan diakhiri dengan defuzzifikasi.

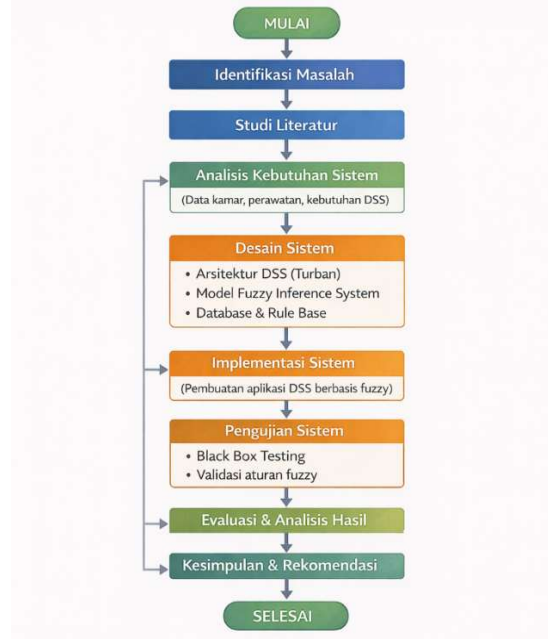
Dengan demikian, penerapan *Knowledge-Based Intelligent DSS* berbasis logika fuzzy diharapkan dapat membantu manajemen hotel dalam memberikan rekomendasi jenis kamar yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan, dan menentukan prioritas serta waktu perawatan kamar secara optimal. Strategi ini tidak hanya

meningkatkan kualitas pelayanan, tetapi juga mendukung efisiensi operasional dan keberlanjutan bisnis hotel di tengah kondisi ekonomi yang dinamis.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Metode Pengembangan Sistem

Langkah-langkah penelitian digambarkan dalam bentuk *flowchart* yang digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

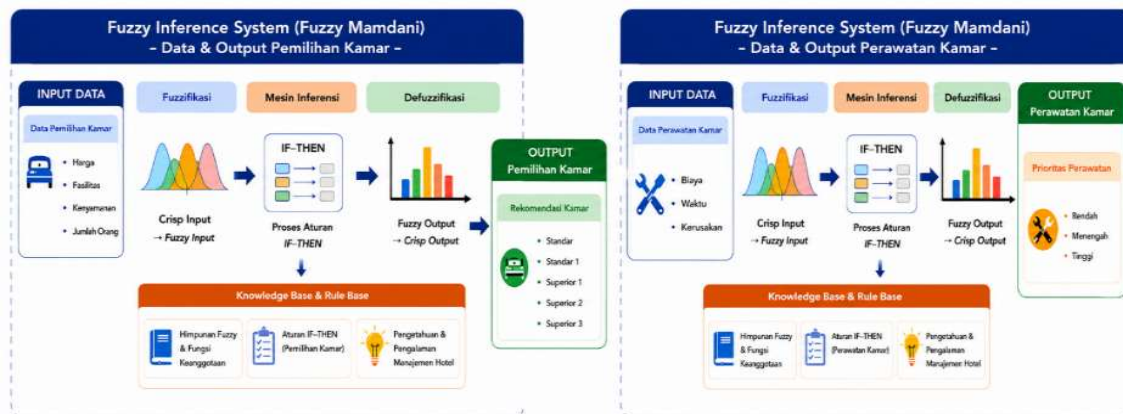
- Identifikasi masalah**
Masalah yang dihadapi Hotel Pusaka Mulya diidentifikasi berkenaan dengan permasalahan administrasi maupun pemberian rekomendasi mengenai pemilihan kamar dan penentuan prioritas perawatan kamar hotel. Dilakukan observasi operasional hotel, wawancara kepada pihak manajemen hotel untuk menggali permasalahan yang muncul serta analisis dokumen terkait. Pihak pengambilan keputusan pada penelitian ini adalah manajer hotel. Sumber data berasal dari dokumen mengenai reservasi dan perawatan kamar pada bulan Desember 2025 hingga Maret 2026.
- Studi pustaka**
Mengkaji teori-teori dan penelitian sebelumnya yang berhubungan mengenai DSS, *knowledge based*, logika fuzzy dan *fuzzy inference system*, teori *software engineering*.
- Rekayasa perangkat lunak**
Rekayasa perangkat lunak mengikuti tahapan dalam *Software Development Life Cycle* (SDLC) model *waterfall* yang terdiri dari:
- Analisis kebutuhan sistem**
Mengidentifikasi kebutuhan sistem berdasarkan hasil identifikasi masalah dan menentukan kebutuhan data serta fungsi sistem. Kebutuhan sistem dimodelkan dengan *Unified Modelling Language* (UML).
- Desain sistem**
Merancang arsitektur DSS, antar muka, model fuzzy, rancangan basis data.
- Implementasi sistem**
Mengembangkan *system* yang telah dirancang dengan bahasa pemrograman PHP, pembuatan database dengan MySQL, menerapkan logika fuzzy dalam DSS.
- Pengujian sistem**
Melakukan pengujian sistem secara *black box* dan validasi hasil keputusan. Validasi menggunakan pengujian dimana jika kategori crisp output yang dihasilkan oleh komputasi sistem sama persis dengan klasifikasi keputusan yang diambil secara manual oleh manajer atau resepsionis untuk kasus yang sama.
- Evaluasi dan analisis hasil**
Menganalisis hasil pengujian sistem dan mengevaluasi kinerja sistem dalam mendukung pengambilan keputusan.

i. Kesimpulan dan rekomendasi

Kesimpulan serta rekomendasi yang dapat dikembangkan di masa mendatang diuraikan pada tahapan ini.

2.2. Metode Fuzzy Mamdani

Alur kerja metode fuzzy Mamdani pada penelitian ini dipisahkan untuk penentuan rekomendasi kamar dan penentuan prioritas perawatan. Untuk alur kerja fuzzy inference system ditunjukkan pada Gambar 2. Dimana variabel *input* untuk penentuan rekomendasi kamar menggunakan variabel harga, fasilitas, kenyamanan dan jumlah orang.



Gambar 2. Alur Kerja Fuzzy Inference System

Berikut ini adalah tahapan pengambilan keputusan menggunakan metode fuzzy Mamdani [17], [18]:

- Fuzzifikasi**
Melalui pemanfaatan fungsi keanggotaan, nilai tegas (crisp value) dikonversi menjadi nilai fuzzy dalam proses pembentukan himpunan fuzzy.
- Aplikasi fungsi implikasi**
Menghubungkan variabel-variabel input berupa nilai fuzzy menggunakan aturan penalaran dengan bentuk IF – THEN. Operator minimum diterapkan sebagai fungsi implikasi di dalam pendekatan Fuzzy Mamdani.
- Komposisi aturan (agregasi)**
Proses pembentukan satu himpunan fuzzy keluaran tunggal dari akumulasi seluruh aturan yang ada dikenal sebagai agregasi, di mana metode Maximum digunakan sebagai dasarnya.
- Defuzzifikasi**
Mengubah kembali hasil dari tahapan agregasi menjadi nilai tegas untuk mengambil keputusan dalam sistem nyata. Pendekatan centroid merupakan salah satu teknik defuzzifikasi yang bekerja dengan cara menentukan titik pusat grafik (z^*) dari wilayah fuzzy tersebut. Formulasi matematika untuk metode ini adalah sebagai berikut:

Untuk semesta kontinu:

$$z^* = \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz} \quad (1)$$

Untuk semesta diskrit:

$$z^* = \frac{\sum z_j \mu(z_j)}{\sum \mu(z_j)} \quad (2)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Skenario Pengujian untuk Rekomendasi Kamar

Untuk menunjukkan kinerja mesin inferensi Fuzzy Mamdani secara komprehensif, analisis perhitungan rekomendasi kamar dilakukan melalui dua skenario pengujian dengan karakteristik input yang berbeda.

- Skenario I (Kondisi Batas Ekstrem):** Menggunakan input Harga = 350.000, Fasilitas = 5, Kenyamanan = 3, dan Jumlah Orang = 4.

- b. Skenario II (Kondisi Interseksi/Multi-Aturan): Desain nilai input berada di area persimpangan kurva keanggotaan guna membuktikan proses agregasi dan defuzzifikasi Mamdani berjalan secara penuh. Menggunakan input harga = 300.000; Fasilitas = 4,5; Kenyamanan = 2,5; Jumlah orang = 3

3.2. Penerapan Skenario Pertama

Berikut ini adalah perhitungan fuzzy Mamdani sebagai pendukung keputusan rekomendasi pemilihan kamar untuk skenario I.

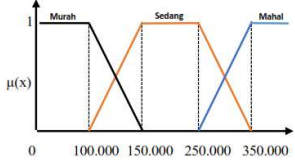
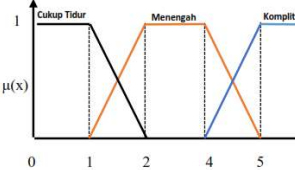
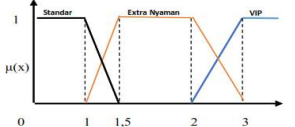
a. Fuzzifikasi

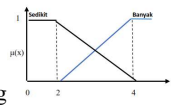
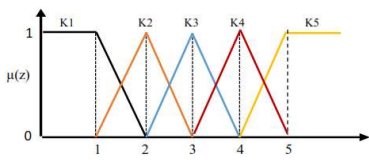
Penentuan rekomendasi kamar pada penelitian ini berdasarkan empat variabel yaitu harga, fasilitas, kenyamanan, dan jumlah orang. Nilai ini diperoleh dari hasil wawancara dengan manajer hotel. Tabel 1 menunjukkan himpunan fuzzy untuk masing-masing variabel beserta domainnya. Untuk representasi kurva dan fungsi keanggotaan setiap variabel ditunjukkan tabel 2.

Tabel 1. Himpunan Fuzzy Rekomendasi Kamar

Fungsi	Nama Variabel	Himpunan Fuzzy
Input	Harga	Murah, Sedang, Mahal
	Fasilitas	Cukup tidur, Menengah, Komplit
	Kenyamanan	Standar, Extra nyaman, VIP
	Jumlah orang	Sedikit, Banyak
Output	Kamar	K1 (Standar), K2 (Standar 1), K3 (Superior 1), K4 (Superior 2), K5 (Superior 3)

Tabel 2. Bentuk Kurva dan Formulasi Fungsi Keanggotaan Variabel Rekomendasi Kamar

Representasi Kurva	Fungsi Keanggotaan
Variabel Harga 	$\mu_{Murah}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 100.000 \\ \frac{150.000-x}{150.000-100.000}, & 100.000 < x < 150.000 \\ 0, & x \geq 150.000 \end{cases}$ $\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 100.000 \text{ atau } x \geq 350.000 \\ \frac{x-100.000}{150.000-100.000}, & 100.000 < x < 150.000 \\ 1, & 150.000 \leq x \leq 250.000 \\ \frac{350.000-x}{350.000-250.000}, & 250.000 < x < 350.000 \end{cases}$ $\mu_{Mahal}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 250.000 \\ \frac{x-250.000}{350.000-250.000}, & 250.000 < x < 350.000 \\ 1, & x \geq 350.000 \end{cases}$
Variabel Fasilitas 	$\mu_{Cukup\ Tidur}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 1 \\ \frac{2-x}{2-1}, & 1 < x < 2 \\ 0, & x \geq 2 \end{cases}$ $\mu_{Komplit}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 4 \\ \frac{x-4}{5-4}, & 4 < x < 5 \\ 1, & x \geq 5 \end{cases}$ $\mu_{Menengah}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 1 \text{ atau } x \geq 5 \\ \frac{x-1}{2-1}, & 1 < x < 2 \\ 1, & 2 \leq x \leq 4 \\ \frac{5-x}{5-4}, & 4 < x < 5 \end{cases}$
Variabel Kenyamanan 	$\mu_{Standar}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 1 \\ \frac{1.5-x}{1.5-1}, & 1 < x < 1.5 \\ 0, & x \geq 1.5 \end{cases}$ $\mu_{VIP}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 2 \\ \frac{x-2}{3-2}, & 2 < x < 3 \\ 1, & x \geq 3 \end{cases}$ $\mu_{Extra\ Nyaman}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 1 \text{ atau } x \geq 3 \\ \frac{x-1}{1.5-1}, & 1 < x < 1.5 \\ 1, & 1.5 \leq x \leq 2 \\ \frac{3-x}{3-2}, & 2 < x < 3 \end{cases}$

Representasi Kurva	Fungsi Keanggotaan	
Variabel Jumlah Orang 	$\mu_{\text{Sedikit}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 2 \\ \frac{4-x}{4-2}, & 2 < x < 4 \\ 0, & x \geq 4 \end{cases}$	$\mu_{\text{Banyak}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 2 \\ \frac{x-2}{4-2}, & 2 < x < 4 \\ 1, & x \geq 4 \end{cases}$
Variabel Kamar 	$\mu_{K1}(z) = \begin{cases} 1, & z \leq 1 \\ \frac{2-z}{2-1}, & 1 < z < 2 \\ 0, & z \geq 2 \end{cases}$ $\mu_{K2}(z) = \begin{cases} 0, & z \leq 1 \text{ atau } z \geq 3 \\ \frac{z-1}{2-1}, & 1 < z < 2 \\ 1, & z = 2 \\ \frac{3-z}{3-2}, & 2 < z < 3 \end{cases}$ $\mu_{K3}(z) = \begin{cases} 0, & z \leq 2 \text{ atau } z \geq 4 \\ \frac{z-2}{3-2}, & 2 < z < 3 \\ 1, & z = 3 \\ \frac{4-z}{4-3}, & 3 < z < 4 \end{cases}$	$\mu_{K4}(z) = \begin{cases} 0, & z \leq 3 \text{ atau } z \geq 5 \\ \frac{z-3}{4-3}, & 3 < z < 4 \\ 1, & z = 4 \\ \frac{5-z}{5-4}, & 4 < z < 5 \end{cases}$ $\mu_{K5}(z) = \begin{cases} 0, & z \leq 4 \\ \frac{z-4}{5-4}, & 4 < z < 5 \\ 1, & z \geq 5 \end{cases}$

Pada proses ini dicari derajat keanggotaan pada kurva fungsi keanggotaan untuk Harga=350.000, Fasilitas=5, kenyamanan = 3, jumlah orang = 4. Masukkan nilai input tegas ke dalam fungsi keanggotaan berdasarkan kurva yang terdapat pada tabel 2, sehingga dihasilkan nilai keanggotaan untuk nilai input yang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai Keanggotaan Variabel Rekomendasi Kamar Skenario I

Harga	Fasilitas	Kenyamanan	Jumlah Orang
$\mu_{\text{murah}}(350) = 0$	$\mu_{\text{cukup tidur}}(5) = 0$	$\mu_{\text{standar}}(3) = 0$	$\mu_{\text{sedikit}}(4) = 0$
$\mu_{\text{sedang}}(350) = 0$	$\mu_{\text{menengah}}(5) = 0$	$\mu_{\text{extranyaman}}(3) = 0$	$\mu_{\text{banyak}}(4) = 1$
$\mu_{\text{mahal}}(350) = 1$	$\mu_{\text{kumplit}}(5) = 1$	$\mu_{\text{VIP}}(3) = 1$	

b. Aplikasi fungsi implikasi

Pada tahap ini dicari α predikat untuk setiap aturan. Pada tabel 4 merupakan aturan-aturan yang digunakan untuk rekomendasi penentuan kamar. Aturan-aturan ini diperoleh dari penyaringan kombinasi aturan yang terbentuk dan ditentukan oleh pengambil keputusan yaitu manajer hotel.

Tabel 4. Aturan yang digunakan untuk Rekomendasi Kamar

No	Aturan
R1	IF Harga Murah AND Fasilitas Cukup Tidur AND Kenyamanan Standar AND Jumlah Orang Sedikit THEN Kamar K1
R2	IF Harga Murah AND Fasilitas Komplit AND Kenyamanan Extra Nyaman AND Jumlah Orang Sedikit THEN Kamar K2
R3	IF Harga sedang AND Fasilitas Komplit AND Kenyamanan Extra Nyaman AND Jumlah Orang Sedikit THEN Kamar K3
R4	IF Harga Mahal AND Fasilitas Menengah AND Kenyamanan Extra Nyaman AND Jumlah Orang Banyak THEN Kamar K4
R5	IF Harga Mahal AND Fasilitas Komplit AND Kenyamanan VIP AND Jumlah Orang Banyak THEN Kamar K5

c. Pengujian Aturan

Uji kelima aturan pada Tabel 4 menggunakan operasi Min

- [R1] $\alpha_{\text{pred1}} = \text{Min}(\mu_{\text{HargaMurah}} \cap \mu_{\text{FasilitasCukupTidur}} \cap \mu_{\text{KenyamananStandar}} \cap \mu_{\text{JumlahOrangSedikit}})$
 $= \text{Min}(0,0,0,0) = 0$
- [R2] $\alpha_{\text{pred2}} = \text{Min}(\mu_{\text{HargaMurah}} \cap \mu_{\text{FasilitasKomploit}} \cap \mu_{\text{KenyamananExtraNyaman}} \cap \mu_{\text{JumlahOrangSedikit}})$
 $= \text{Min}(0,1,0,0) = 0$
- [R3] $\alpha_{\text{pred3}} = \text{Min}(\mu_{\text{HargaSedang}} \cap \mu_{\text{FasilitasKomploit}} \cap \mu_{\text{KenyamananExtraNyaman}} \cap \mu_{\text{JumlahOrangSedikit}})$
 $= \text{Min}(0,1,0,0) = 0$
- [R4] $\alpha_{\text{pred4}} = \text{Min}(\mu_{\text{HargaMahal}} \cap \mu_{\text{FasilitasMenengah}} \cap \mu_{\text{KenyamananExtraNyaman}} \cap \mu_{\text{JumlahOrangBanyak}})$
 $= \text{Min}(1,0,0,1) = 0$
- [R5] $\alpha_{\text{pred5}} = \text{Min}(\mu_{\text{HargaMahal}} \cap \mu_{\text{FasilitasKomploit}} \cap \mu_{\text{KenyamananVip}} \cap \mu_{\text{JumlahOrangBanyak}})$
 $= \text{Min}(1,1,1,1) = 1$

Hasil Implikasi: Hanya aturan R5 yang aktif dengan kekuatan penuh ($\alpha = 1$).

d. Agregasi (komposisi aturan)

Komposisi antar-seluruh aturan dilakukan dengan menerapkan metode maksimum terhadap luaran yang diperoleh dari fungsi implikasi masing-masing aturan tersebut.

$$\alpha_{\text{agregasi}}(z) = \max(0,0,0,1) = 1$$

e. Defuzzifikasi

Metode yang umum digunakan adalah Centroid. Karena hanya himpunan K5 yang aktif penuh maka:

$$z^* = \frac{\int_4^5 z \mu(z) dz}{\int_4^5 \mu(z) dz} = 4,667$$

Hasil defuzzifikasi nilai crisp output = 4,667 karena $4 \leq 4,667 \leq 5$, maka nilai berada pada daerah K5 atau superior 3.

3.3. Penerapan Skenario II

Untuk perhitungan skenario II mengikuti tahap yang sama dengan perhitungan skenario I. Berikut ini adalah perhitungan skenario II dengan input harga = 300.000; Fasilitas = 4,5; Kenyamanan = 2,5; Jumlah orang = 3. Nilai keanggotaan terdapat pada Tabel 5.

a. Nilai Keanggotaan

Tabel 5. Nilai Keanggotaan Variabel Rekomendasi Kamar Skenario II

Harga	Fasilitas	Kenyamanan	Jumlah Orang
$\mu_{\text{murah}}(300) = 0$	$\mu_{\text{cukup}}(4,5) = 0$	$\mu_{\text{standar}}(2,5) = 0$	$\mu_{\text{sedikit}}(3) = 0,5$
$\mu_{\text{sedang}}(300) = 0,5$	$\mu_{\text{menengah}}(4,5) = 0,5$	$\mu_{\text{extranyaman}}(2,5) = 0,5$	$\mu_{\text{banyak}}(3) = 0,5$
$\mu_{\text{mahal}}(300) = 0,5$	$\mu_{\text{kumplit}}(4,5) = 0,5$	$\mu_{\text{VIP}}(2,5) = 0,5$	

b. Fungsi Implikasi

$$[R1] \text{ apred1} = \min(0;0;0;0,5) = 0$$

$$[R2] \text{ apred2} = \min(0;0,5;0,5;0,5) = 0$$

$$[R3] \text{ apred3} = \min(0,5;0,5;0,5;0,5) = 0,5$$

$$[R4] \text{ apred4} = \min(1;0,5;0,5;0,5) = 0,5$$

$$[R5] \text{ apred5} = \min(0,5;0,5;0,5;0,5) = 0,5$$

c. Agregasi

Karena kurva output K3, K4, dan K5 saling beririsan pada domain rentang $z = 2$ hingga $z = 5$, daerah hasil agregasi membentuk sebuah grafik multi-trapesium kontinu bersambung dengan tinggi konstan $\mu(z) = 0,5$ pada rentang domain $[2, 5]$.

d. Defuzzifikasi

$$z^* = \frac{\int_2^5 z \cdot 0,5 dz}{\int_2^5 0,5 dz} = 3,5$$

Nilai tegas yang dihasilkan oleh sistem adalah 3,5. Berdasarkan fungsi keanggotaan output, nilai $z^* = 3,5$ berada di tengah irisan area K3 dan K4. Dalam implementasi program, sistem melakukan pembulatan ke atas berdasarkan prinsip *revenue optimization* sehingga menghasilkan keputusan rekomendasi jenis K4 (Superior 2).

3.4. Perhitungan Prioritas Perawatan Kamar

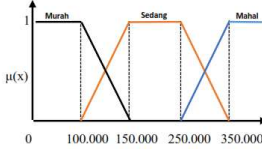
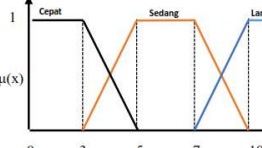
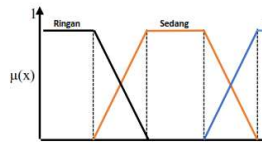
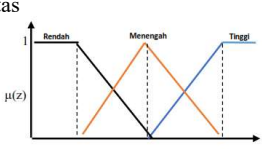
a. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Tabel 6 menunjukkan himpunan fuzzy untuk masing-masing variabel. Untuk representasi kurva dan fungsi keanggotaan setiap variabel ditunjukkan Tabel 7.

Tabel 6. Himpunan Fuzzy Prioritas Perawatan Kamar

Fungsi	Nama Variabel	Himpunan Fuzzy
Input	Biaya	Murah, Sedang, Mahal
	Waktu	Cepat, Sedang, Lama
	Kerusakan	Ringan, Sedang, Berat
Output	Prioritas	Rendah, Menengah, Tinggi

Tabel 7. Bentuk Kurva dan Formulasi Fungsi Keanggotaan Variabel Prioritas Perawatan Kamar

Representasi Kurva	Fungsi Keanggotaan
Biaya 	$\mu_{Murah}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 100.000 \\ \frac{150.000-x}{50.000} & ; 100.000 < x < 150.000 \\ 0 & ; x \geq 150.000 \end{cases}$ $\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 100.000 \text{ atau } x \geq 350.000 \\ \frac{x-100.000}{50.000} & ; 100.000 < x < 150.000 \\ 1 & ; 150.000 \leq x \leq 250.000 \\ \frac{350.000-x}{100.000} & ; 250.000 < x < 350.000 \end{cases}$ $\mu_{Mahal}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 250.000 \\ \frac{x-250.000}{100.000} & ; 250.000 < x < 350.000 \\ 1 & ; x \geq 350.000 \end{cases}$
Waktu 	$\mu_{Cepat}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 3 \\ \frac{5-x}{2} & ; 3 < x < 5 \\ 0 & ; x \geq 5 \end{cases}$ $\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 3 \text{ atau } x \geq 10 \\ \frac{x-3}{2} & ; 3 < x < 5 \\ 1 & ; 5 \leq x \leq 7 \\ \frac{10-x}{3} & ; 7 < x < 10 \end{cases}$ $\mu_{Lama}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 7 \\ \frac{x-7}{3} & ; 7 < x < 10 \\ 1 & ; x \geq 10 \end{cases}$
Kerusakan 	$\mu_{Ringan}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 30 \\ \frac{50-x}{20} & ; 30 < x < 50 \\ 0 & ; x \geq 50 \end{cases}$ $\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 30 \text{ atau } x \geq 100 \\ \frac{x-30}{20} & ; 30 < x < 50 \\ 1 & ; 50 \leq x \leq 70 \\ \frac{100-x}{30} & ; 70 < x < 100 \end{cases}$ $\mu_{Berat}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 70 \\ \frac{x-70}{30} & ; 70 < x < 100 \\ 1 & ; x \geq 100 \end{cases}$
Prioritas 	$\mu_{Rendah}(z) = \begin{cases} 1 & ; z \leq 1 \\ 2-z & ; 1 < z < 2 \\ 0 & ; z \geq 2 \end{cases}$ $\mu_{Menengah}(z) = \begin{cases} 0 & ; z \leq 1 \text{ atau } z \geq 3 \\ z-1 & ; 1 < z < 2 \\ 1 & ; z = 2 \\ 3-z & ; 2 < z < 3 \end{cases}$ $\mu_{Tinggi}(z) = \begin{cases} 0 & ; z \leq 2 \\ z-2 & ; 2 < z < 3 \\ 1 & ; z \geq 3 \end{cases}$

b. Uji skenario

Desain nilai *input* berada di area persimpangan kurva keanggotaan guna membuktikan proses agregasi dan defuzzifikasi Mamdani berjalan secara penuh. Menggunakan input Tingkat Kerusakan = 40, Waktu perbaikan = 4, biaya = 125.000. Nilai Keanggotaan ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Keanggotaan

Kerusakan	Waktu	Biaya
$\mu_{Ringan}(40) = 0,5$	$\mu_{cepat}(4) = 0,5$	$\mu_{murah}(125) = 0,5$
$\mu_{sedang}(40) = 0,5$	$\mu_{sedang}(4) = 0,5$	$\mu_{sedang}(125) = 0,5$
$\mu_{berat}(40) = 0$	$\mu_{lama}(4) = 0$	$\mu_{mahal}(125) = 0$

c. Fungsi Implikasi

Pada tabel 9 merupakan aturan-aturan yang digunakan untuk prioritas perawatan kamar. Aturan-aturan ini diperoleh dari penyaringan kombinasi aturan yang terbentuk dan ditentukan oleh pengambil keputusan yaitu manajer hotel.

Tabel 9. Aturan yang Digunakan Prioritas Perawatan Kamar

No	Aturan
R1	IF Kerusakan Ringan AND Waktu Cepat AND Biaya Murah THEN Prioritas Rendah
R2	IF Kerusakan Ringan AND Waktu Sedang AND Biaya Sedang THEN Prioritas Menengah
R3	IF Kerusakan Sedang AND Waktu Sedang AND Biaya Sedang THEN Prioritas Menengah
R4	IF Kerusakan Sedang AND Waktu Lama AND Biaya Mahal THEN Prioritas Tinggi
R5	IF Kerusakan Berat AND Waktu Lama AND Biaya Mahal THEN Prioritas Tinggi

$$[R1] \alpha_{pred1} = \min(0,5; 0,5; 0,5) = 0,5$$

$$[R2] \alpha_{pred2} = \min(0,5; 0,5; 0,5) = 0,5$$

$$[R3] \alpha_{pred3} = \min(0,5; 0,5; 0,5) = 0,5$$

$$[R4] \alpha_{pred4} = \min(0,5; 0) = 0$$

$$[R5] \alpha_{pred5} = \min(0; 0) = 0$$

d. Agregasi

Karena wilayah *output* Rendah dan Menengah sama-sama terpotong pada tinggi $\mu = 0,5$, fungsi agregasi menyatukan kedua kurva tersebut. Berdasarkan domain koordinat masing-masing fungsi *output*, daerah hasil kombinasi membentuk grafik trapesium kontinu bersambung dengan tinggi konstan $\mu(z) = 0,5$ dari titik awal semesta $z = 0$ hingga batas atas $z = 2,5$

$$\mu_{\text{agregasi}}(z) = 0,5 \text{ untuk } 0 \leq z \leq 2,5$$

e. Defuzzifikasi

$$z^* = \frac{\int_0^{2,5} z \cdot 0,5 \, dz}{\int_0^{2,5} 0,5 \, dz} = 1,25$$

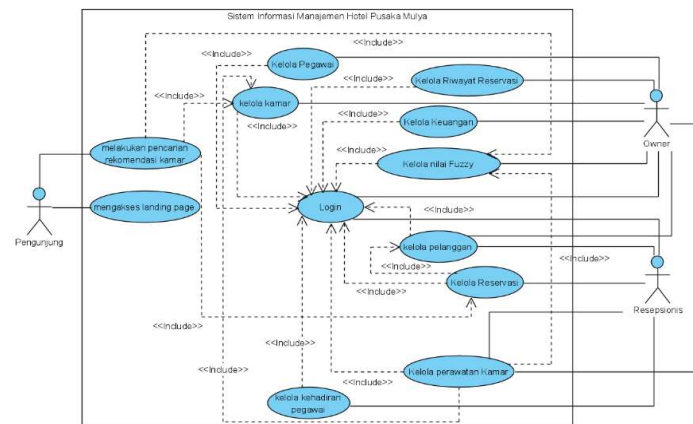
Nilai tegas akhir yang dihasilkan sistem adalah 1,25. Berdasarkan grafik fungsi *output*, nilai $z^* = 1,25$ berada di rentang irisan kategori Rendah dan Menengah, namun karena sudah melewati ambang batas 1,0, sistem menetapkan hasil akhir penentuan perawatan berupa prioritas menengah.

3.5. Analisis Kebutuhan Sistem

Unified Modeling Language (UML) digunakan untuk memodelkan fungsi-fungsi yang akan diterapkan dalam sistem pendukung keputusan untuk rekomendasi dan perawatan kamar di Hotel Pusaka Mulya.

a. Use Case Diagram

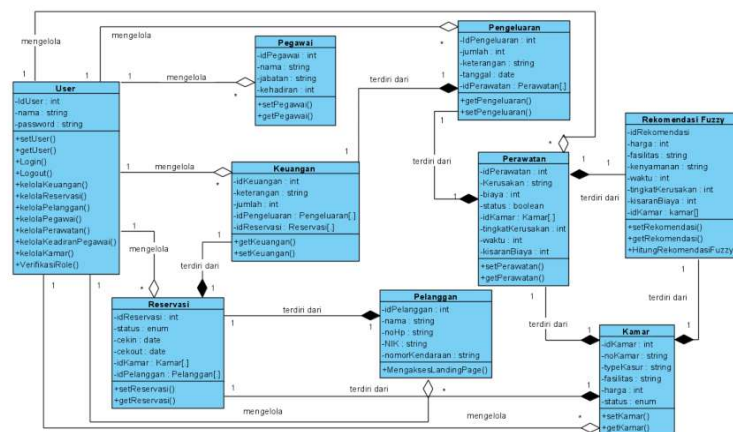
Interaksi antara pengguna yang terdiri dari pengujung hotel, pemilik hotel maupun resepsionis dengan sistem direpresentasikan melalui *use case diagram*. Diagram ini juga menunjukkan aktivitas yang dapat dilakukan aktor sesuai dengan perannya. Representasi *use case diagram* terdapat di Gambar 3.



Gambar 3. Use Case Diagram

b. Class Diagram

Gambar 4 menunjukkan *class diagram* Sistem Pendukung Keputusan (SPK) Hotel Pusaka Mulya yang menggambarkan struktur kelas, atribut, metode, serta hubungan antar kelas dalam sistem. Kelas utama terdiri dari user, reservasi, pelanggan, kamar, keuangan, pengeluaran, perawatan, pegawai, dan rekomendasi fuzzy.



Gambar 4. Class Diagram

3.6. Perancangan Aplikasi SPK

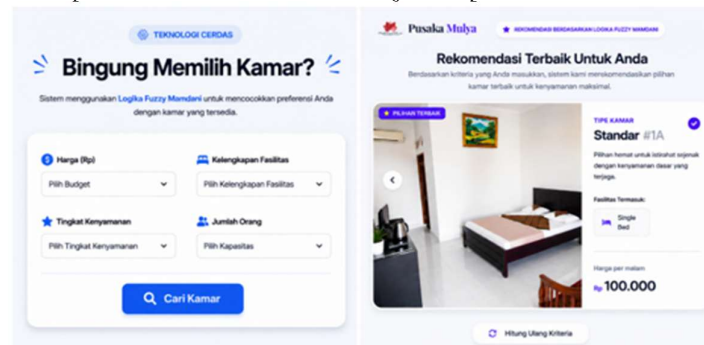
Perancangan aplikasi berdasarkan arsitektur Sistem Penunjang Keputusan (SPK) yang dibangun oleh beberapa elemen kunci, meliputi pengelolaan data, manajemen model, subsistem pengetahuan, serta *user interface* (antarmuka pengguna). Arsitektur SPK ditunjukkan Gambar 5.



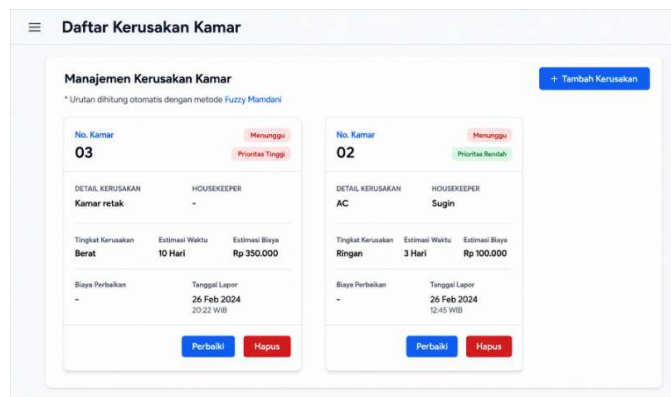
Gambar 5. Arsitektur SPK Berbasis Pengetahuan

3.7. Implementasi

Pengunjung memasukkan variabel yang menjadi dasar pemilihan kamar, kemudian sistem menampilkan hasil rekomendasi. Antarmuka *input* dan hasil rekomendasi ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Antarmuka Input dan Hasil Rekomendasi Pemilihan Kamar



Gambar 7. Antarmuka Penentuan Prioritas Perawatan Kamar

Untuk menentukan prioritas perawatan kamar, resepsionis mengisi variabel-variabel yang dipertimbangkan dalam penentuan prioritas yaitu tingkat kerusakan, estimasi waktu dan estimasi biaya. Antarmuka penentuan prioritas perawatan kamar ditunjukkan pada Gambar 7.

3.8. Pengujian

a. Pengujian Fungsionalitas Utama SPK

Tujuan pengujian ini adalah memastikan fungsional SPK yang dibuat dapat berjalan sesuai dengan kondisi. Hasil pengujian pada tabel 10 menunjukkan bahwa aplikasi rekomendasi kamar sudah sesuai.

Tabel 10. Pengujian

Fitur	Input	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
Reservasi	Input data konsumen, Pilih kamar, tanggal check in, tanggal check out	Reservasi berhasil, hitung total harga	Reservasi berhasil, total harga ditampilkan	Pass
Rekomendasi kamar	Semua Variabel Input rekomendasi kamar dipilih	Sistem menampilkan rekomendasi kamar berdasarkan perhitungan fuzzy Mamdani	Rekomendasi kamar tampil	Pass
Perawatan kamar	Jenis kamar tidak dipilih, jenis kerusakan, tingkat kerusakan dan biaya kerusakan diisi	Gagal disimpan, jenis kamar wajib diisi	Gagal menyimpan data	Pass
Pengeluaran	Jenis dan jumlah pengeluaran tidak diisi	Gagal disimpan, jenis dan jumlah pengeluaran wajib diisi	Gagal menyimpan data	Pass

b. Validasi Hasil Keputusan Fuzzy

Uji validasi dilakukan dengan membandingkan hasil keputusan manual yang dilakukan oleh manajer dan resepsionis hotel dengan hasil dari SPK yang dibangun. Validasi hasil rekomendasi kamar diuji dari data reservasi hotel selama Januari 2026 hingga Maret 2026 diambil sebanyak 25 data. Terdapat 20 data hasil SPK yang sesuai dengan keputusan secara manual sehingga diperoleh nilai akurasi sekitar 80%. Sedangkan untuk prioritas perawatan kamar dilihat dari data kerusakan kamar selama Januari 2026 hingga Maret 2026 diperoleh sebanyak 20 kerusakan dan dinyatakan valid oleh sistem sebanyak 17 data sehingga diperoleh akurasi sebesar 85%.

4. KESIMPULAN

Sistem yang dibangun telah mampu mengelola administrasi hotel menjadi terkomputerisasi, meliputi proses reservasi, pencatatan data tamu, pengelolaan data kamar, serta pencatatan transaksi. Selain itu dengan sistem pendukung keputusan dengan fuzzy Mamdani dapat memberikan rekomendasi tipe kamar dan prioritas perawatan kamar. Dengan demikian, sistem tidak hanya membantu dalam pemilihan kamar, tetapi juga mendukung manajemen hotel dalam menjaga kualitas dan kondisi kamar secara optimal. Agar rekomendasi tipe kamar dapat lebih akurat dan spesifik, dapat ditambahkan variabel lainnya seperti aktor lama menginap, pemandangan kamar, dan tingkat okupansi hotel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Fakultas Teknik Universitas Suryakencana melalui Program Hibah Penelitian Fakultas Tahun Anggaran 2026. Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dan kontribusi semua pihak sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Yulianto and C. U. Mayasari, "Hubungan Jumlah Objek Wisata, Hotel Dan Biro Perjalanan Dengan Jumlah Wisatawan Ke D.I.Y.," *Pariwisata*, vol. 8, no. 2, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/jp>
- [2] R. Azzahra and H. Hendrawan, "Pengaruh Penerimaan Pajak Hotel Dan Pajak Restoran Terhadap Pendapatan Asli Daerah Di Badan Pendapatan Daerah Kota Bogor," *General Bookkeeping Service Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 70–78, 2024.
- [3] R. Nengsih and B. Saputra, "Analisis Kontribusi Pajak Hotel dan Pajak Restoran Terhadap Pendapatan Asli Daerah: Studi Pada Kota Wisata Bukittinggi," *Jurnal Ilmu Administrasi (AsIAN)*, vol. 13, no. 2, pp. 1–5, 2025, doi: 10.47828/jianaasian.v13i2.364.
- [4] H. T. Nauli, M. Ismail, and M. Susanti, "Pengaruh Penerimaan Pajak Hotel Dan Pajak Restoran Terhadap Pendapatan Asli Daerah (Studi Kasus Pada Badan Pendapatan Daerah Kota Bekasi)," *Performance*, vol. 14, no. 1, pp. 305–316, 2024.
- [5] S. A. Laksono, "Pengaruh Pajak Hotel dan Pajak Restoran terhadap Pendapatan Asli Daerah (PAD) Kota Jambi Tahun 2013–2024," *ARZUSIN*, vol. 5, no. 5, pp. 2359–2379, 2025, doi: 10.58578/arzusin.v5i5.7513.
- [6] N. Sanida and D. Rahayu, "Pengaruh Jumlah Wisatawan dan Jumlah Hotel terhadap Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Lampung," *Jurnal Humanitas*, vol. 12, no. 2, pp. 704–719, 2026.
- [7] P. I. Mallios and N. F. Matsatsinis, "Decision support system applications (1980-2022). Classification and statistical analysis," *Int. J. Decision Support Systems*, vol. 5, no. 2, pp. 173–212, 2025.
- [8] M. Sánchez-Marrè, *Intelligent Decision Support Systems*. Switzerland: Springer Cham, 2022, doi: 10.1007/978-3-030-87790-3.

- [9] G. Tsihrintzis, M. Virvou, H. Doukas, and L. Jain, "Introduction to Advances in Artificial Intelligence-Empowered Decision Support Systems," in *Advances in Artificial Intelligence-Empowered Decision Support Systems*, 2024, pp. 1–11. doi: 10.1007/978-3-031-62316-5_1.
- [10] L. Li and Y. Xu, "An extended hesitant fuzzy set for modeling multi-source uncertainty and its applications in multiple-attribute decision-making," *Expert Syst. Appl.*, vol. 238, p. 121834, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121834>.
- [11] A. Kumar and S. Bhadoriya, "A Critical Review Of Fuzzy Inference Systems For Decision Support Applications With Special Reference To The Mamdani Model," *International Journal of Engineering Science Technologies*, vol. 6, no. 6, pp. 36–44, 2022, doi: 10.29121/ijest.v6.i6.2022.754.
- [12] F. N. Shahmohammad, Y. Pourrahimian, and N. Akbari-Gharalari, "Synthesizing complexity: Trends, challenges, and future directions in fuzzy-based multicriteria decision-making (FMCDM) methods," *Appl. Soft Comput.*, vol. 167, p. 112362, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2024.112362>.
- [13] R. Ananda Zilasar, Y. Agus Pranoto, and F. X. Ariwibisono, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Produk Kaca Dan Cermin Menggunakan Metode Fuzzy AHP," *Idealis: Indonesia Journal Information System*, vol. 9, no. 1, pp. 21–29, 2026, [Online]. Available: <http://jom.fti.budiluhur.ac.id/index.php/IDEALIS/indexRomazAnandaZilasar> [<http://jom.fti.budiluhur.ac.id/index.php/IDEALIS/index>]
- [14] R. N. Aini and A. U. Hamdani, "Perancangan Model SPK Dalam Penilaian Guru Terbaik Menggunakan Metode Fuzzy Dan SAW Studi Kasus : SDIT Yasir Cipondoh," *Idealis: Indonesia Journal Information System*, no. 2, pp. 182–189, 2019.
- [15] M. R. T. Nugroho, R. Winanjaya, and Susiani, "Implementasi Metode Fuzzy Mamdani dalam Menangani Ketersediaan Kamar Pada Tahun 2022 di Hotel Inna Parapat," *Jomlai: Journal of Machine Learning and Artificial Intelligence*, vol. 2, no. 2, pp. 97–104, 2023, doi: 10.55123/jomlai.v2i2.2368.
- [16] Furizal, A. Ma'arif, S. A. Wijaya, Murni, and I. Suwarno, "Analysis and Performance Comparison of Fuzzy Inference Systems in Handling Uncertainty: A Review," *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 5, no. 4, pp. 1203–1215, 2024, doi: 10.18196/jrc.v5i4.22123.
- [17] R. Rumpfot, Y. A. Lesnussa, and D. L. Rahakbauw, "Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani, Sugeno Dan Tsukamoto Untuk Menentukan Jumlah Produksi Batu Pecah," *Jurnal Ilmiah Matematika*, vol. 12, no. 1, pp. 157–168, 2024.
- [18] A. Burhanuddin, "Analisis Komparatif Inferensi Fuzzy Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno Terhadap Produktivitas Padi di Indonesia," *Ledger: Journal Informatic and Information Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 48–57, 2023.