

SISTEM PENENTUAN HARGA SEWA MOBIL BERBASIS LOGIKA FUZZY SUGENO BERDASARKAN JARAK TEMPUH DAN DURASI SEWA

Nurul Azizah, Muhammad Ichwan Nur Ansori, Muhammad Aldi Saputra

Teknik Informatika, Universitas Halu Oleo

Kampus Hijau Bumi Tridharma, Anduonohu, Kec. Kambu, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara 93232 - Indonesia
nnrlazzh@gmail.com

ABSTRAK

Dalam industri penyewaan mobil, tarif sewa umumnya didasarkan pada harga tetap tradisional dengan biaya tambahan untuk setiap mil yang ditempuh, sehingga memberikan lebih sedikit fleksibilitas dan transparansi bagi pengguna. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem harga sewa mobil berbasis logika fuzzy Sugeno yang memperhitungkan variabel-variabel seperti jarak tempuh, jangka waktu sewa, dan kapasitas kendaraan. Metode fuzzy Sugeno memodelkan hubungan nonlinier antara variabel input dan harga sewa, menghasilkan estimasi yang lebih adaptif. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil sistem dengan perhitungan manual. Sistem ini menawarkan tingkat akurasi tinggi dengan kesalahan perhitungan 0% dan terbukti mempercepat proses perhitungan harga hingga 30%. Hasil-hasil ini membuktikan bahwa sistem yang dikembangkan tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional penyedia layanan, tetapi juga memberikan transparansi dan kemudahan bagi pengguna dalam merencanakan anggaran sewa mereka. Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambahkan variabel seperti jenis kendaraan dan faktor eksternal seperti permintaan musiman dan harga bahan bakar untuk membuat sistem lebih responsif terhadap perubahan pasar.

Kata kunci : fuzzy Sugeno, sewa mobil, jarak tempuh, durasi sewa.

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki populasi terbesar di Asia Tenggara dengan lebih dari 250 juta orang. Ini membuatnya menjadi salah satu negara dengan pasar terbesar kendaraan bermotor seperti mobil dan sepeda motor. Seiring dengan kemajuan teknologi, banyak orang yang ingin mengembangkan bisnis mereka di bidang jasa, terutama rental mobil [1]. Rental mobil adalah bisnis yang sangat menguntungkan karena banyaknya kebutuhan masyarakat akan transportasi umum mendorong orang untuk menyewa transportasi umum. Menyewa mobil pasti lebih hemat uang daripada membeli mobil sendiri dan memperbaikinya. Namun, sangat sulit untuk menentukan harga sewa mobil. Jika harga terlalu tinggi, penyewaan akan kehilangan pelanggan dan jika harga terlalu murah, penyewaan akan kehilangan keuntungan karena uang hanya cukup untuk operasi [2], [3], [4].

Salah satu elemen krusial dalam industri penyewaan kendaraan adalah menentukan harga sewa mobil yang tepat. Harga sewa biasanya dihitung menggunakan sistem konvensional yang biasa digunakan saat ini, seperti per hari, dengan denda tambahan jika jarak tempuh melampaui batas tertentu. Sistem konvensional ini sering dianggap tidak fleksibel dan tidak transparan bagi pengguna dan penyedia layanan. Sementara penyedia layanan berjuang untuk menentukan harga yang adil tanpa mengurangi keuntungan operasional, pengguna kesulitan memperkirakan biaya secara akurat berdasarkan tujuan perjalanan pengguna. Dalam situasi seperti ini, diperlukan suatu sistem yang dapat memperhitungkan berbagai variabel secara langsung untuk menghasilkan estimasi harga yang transparan dan akurat. Logika fuzzy Sugeno adalah salah satu cara

yang efektif untuk mengatasi ketidakpastian dalam pengambilan keputusan, terutama dalam hal sistem penentuan harga. Penalaran metode Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, tetapi *output* (konsekuen) sistem adalah persamaan linear atau konstanta daripada himpunan fuzzy [3].

Menurut Fauzal Pratama dkk (2024), logika fuzzy Sugeno yang digunakan dalam penelitian ini adalah salah satu metode yang paling populer dan sering digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk penentuan harga sewa mobil. Metode Sugeno menggabungkan berbagai kriteria yang relevan untuk menentukan harga, seperti luas kabin, fitur, dan kapasitas mesin, dan memodelkan setiap kriteria menggunakan berbagai fungsi keanggotaan, yang memungkinkan penentuan harga yang lebih fleksibel dan lebih akurat [5]. Penelitian sebelumnya [6] menemukan bahwa metode fuzzy Sugeno juga digunakan untuk menentukan harga jual mobil bekas. Penelitian ini menunjukkan betapa pentingnya logika fuzzy Sugeno untuk menangani permintaan pelanggan yang mungkin tertarik pada keluaran mobil terbaru.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat sistem penentuan harga sewa mobil yang menggunakan logika fuzzy Sugeno. Sistem ini menggunakan variabel *input* utama jarak tempuh yang diprediksi dari tujuan pengguna (dalam kilometer) dan durasi sewa (dalam jam). Hubungan *non-linear* antara kedua variabel ini dapat dimodelkan dengan lebih baik dengan menggunakan model fuzzy Sugeno. Hasil penelitian ini diharapkan tidak hanya menawarkan solusi yang lebih fleksibel dan jelas dibandingkan dengan pendekatan konvensional, tetapi juga akan meningkatkan produktivitas operasional dan kepuasan pelanggan. Dengan menghilangkan kewajiban untuk

menghitung denda yang terkait dengan kelebihan jarak tempuh secara manual, metode yang diusulkan mempermudah proses perhitungan harga bagi penyedia jasa dan konsumen.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Logika Fuzzy

Konsep logika *fuzzy* pertama kali dikembangkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1962 sebagai metode untuk menangani ketidakpastian dalam pengambilan keputusan. Sejak itu, pendekatan ini telah menjadi salah satu teknik yang paling banyak digunakan dalam sistem kontrol dan pemecahan masalah. Logika *fuzzy* dapat diterapkan pada berbagai jenis sistem, mulai dari yang sederhana hingga yang kompleks, seperti sistem tertanam, jaringan komputer, sistem multialiran, serta stasiun kerja yang digunakan untuk akuisisi data dan kontrol sistem. Kemampuannya dalam menangani ketidakpastian memungkinkan sistem bekerja dengan lebih fleksibel dan adaptif terhadap berbagai kondisi[7].

2.2. Fuzzy Sugeno

Takagi-Sugeno Kang pertama kali menggunakan metode ini pada tahun 1985. Untuk memperbaiki kelemahan sistem *fuzzy* murni, sistem *fuzzy* Sugeno menambah perhitungan matematika sederhana sebagai bagian THEN [8]. Metode logika *fuzzy* Sugeno adalah salah satu metode inferensi *fuzzy* yang paling banyak digunakan dalam berbagai konteks, seperti menentukan harga sewa mobil. Metode ini bekerja dengan aturan dalam format IF-THEN, di mana kombinasi berbagai *input* yang telah didefinisikan digunakan untuk menghasilkan keputusan atau *output* [9]. Metode ini lebih unggul daripada metode Mamdani dalam hal kinerja komputasi karena hasil keluarannya berupa fungsi linear atau konstan. Oleh karena itu, metode Sugeno cocok digunakan pada sistem yang memerlukan respon cepat, seperti sistem kendali dan prediksi otomatis. Metode ini banyak digunakan tidak hanya untuk menentukan harga sewa mobil, tetapi juga dalam bidang kontrol suhu, optimalisasi sumber daya, dan pengenalan pola.

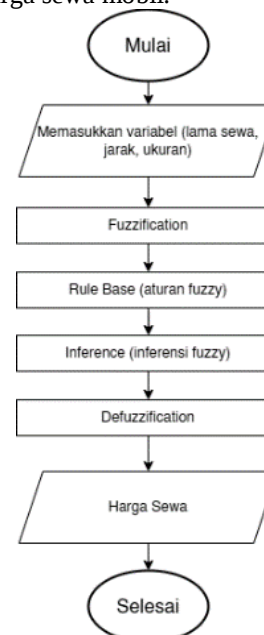
2.3. Sistem Penentuan Harga Sewa Mobil Berbasis Fuzzy

Logika *fuzzy* digunakan sebagai cara untuk memetakan masalah dari input ke keluaran yang diinginkan [10]. Logika *fuzzy* diterapkan dalam berbagai sistem berbasis keputusan, seperti penetapan harga sewa mobil. Dalam konteks ini, logika *fuzzy* digunakan untuk mengatasi ketidakpastian dalam perhitungan harga, dengan mempertimbangkan beberapa variabel seperti jarak tempuh, durasi sewa, dan kapasitas kendaraan. Metode yang umum digunakan adalah *Fuzzy Sugeno*, yang memungkinkan sistem menghasilkan keputusan lebih akurat melalui aturan IF-THEN yang terstruktur. Pendekatan ini memungkinkan sistem mengoptimalkan penentuan harga secara fleksibel dan objektif, memberikan solusi

yang lebih adaptif dibandingkan dengan metode tradisional.

3. METODE PENELITIAN

Pada bagian ini, akan memberikan tahapan-tahapan yang digunakan dalam proses analisis *fuzzy* untuk menentukan harga sewa mobil berdasarkan tiga variabel utama, yaitu durasi sewa, jarak tempuh, dan kapasitas kendaraan. Proses penelitian melibatkan tahap fuzzifikasi, inferensi *fuzzy*, dan defuzzifikasi dengan pendekatan metode Sugeno, yang bertujuan untuk mengubah data input tegas menjadi *output crisp* melalui aturan-aturan berbasis fungsi keanggotaan. Pada Gambar 1 adalah *flowchart* tahapan dari penentuan harga sewa mobil.



Gambar 1. *Flowchart* Tahapan Sistem Penentuan Harga Sewa Mobil.

3.1. Variabel Fuzzy

Tiga variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah durasi sewa, jarak tempuh, dan kapasitas kendaraan. Variabel-variabel ini dipilih untuk menunjukkan variabel utama yang memengaruhi biaya penyewaan mobil. Variabel *output* menunjukkan harga sewa mobil. Mengingat pengaruhnya yang paling dominan terhadap konsumsi bahan bakar dan tingkat keausan kendaraan, jarak tempuh diidentifikasi sebagai faktor utama yang mempengaruhi harga sewa dari ketiga faktor tersebut.

3.2. Proses Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah teknik untuk mengubah masukan menjadi bentuk yang tidak jelas [11]. Persamaan berikut menunjukkan proses fuzzifikasi metode Sugeno, tahap pertama dalam perhitungan *fuzzy*, di mana nilai tegas (*crisp*) diubah menjadi nilai *fuzzy*.

$$x = \text{fuzzifier}(x_0) \quad (1)$$

Di mana x adalah definisi variabel dalam vektor himpunan *fuzzy*. *Fuzzifier* adalah fungsi yang mengubah nilai tegas menjadi anggota himpunan *fuzzy*, dan x_0 adalah vektor nilai tegas dari variabel *input*. Nilai keanggotaan dalam masing-masing himpunan *fuzzy* ditentukan dengan menggunakan hasil fuzzifikasi ini. Dalam metode Sugeno, aturan-aturan berbasis fungsi keluaran yang juga dikenal sebagai fungsi keluaran yang berbentuk linier atau konstan digunakan. Tujuan proses fuzzifikasi adalah untuk menentukan derajat keanggotaan masukan terhadap setiap himpunan *fuzzy* sesuai dengan fungsi keanggotaan yang telah ditetapkan sebelumnya [2], [6].

3.3. Inferensi Fuzzy

Sistem inferensi *fuzzy* adalah penarikan kesimpulan dari aturan atau kaidah *fuzzy* yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* yang berbentuk IF-THEN, dan penalaran yang memiliki masukan dan keluaran berupa *crisp value* [2].

3.4. Defuzzifikasi

Pada *Fuzzy Sugeno*, *output* dari aturan *fuzzy* adalah nilai *crisp* (biasanya berupa fungsi linear atau konstanta). Untuk mendapatkan *output crisp* akhir, digunakan metode *weighted average*. Jika terdapat n aturan dengan *output* x_i untuk setiap aturan yang diberi bobot μ_i (derajat keanggotaan), rumus defuzzifikasinya adalah:

$$x_{defuzz} = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i} \quad (2)$$

Di mana μ_i merupakan derajat keanggotaan hasil inferensi untuk aturan ke- i . Sedangkan x_i merupakan *output crisp* yang dihasilkan oleh aturan ke- i (biasanya berupa fungsi linear atau konstanta) [5].

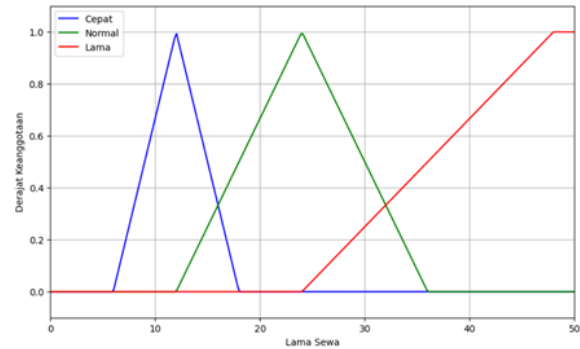
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Fuzzifikasi

Penelitian ini menggunakan fungsi keanggotaan untuk mengumpulkan *fuzzy*, yang memetakan setiap elemen ke derajat 0 atau 1 [12]. Langkah pertama dalam perancangan metode *Fuzzy Sugeno* adalah menentukan variabel-variabel *fuzzy* beserta himpunan *fuzzy* dari masing-masing variabel tersebut. Dalam penelitian ini terdapat tiga variabel *input* yaitu lama sewa, jarak tempuh, dan kapasitas mobil. Variabel *output* dari penelitian ini adalah prediksi harga sewa mobil. Berikut adalah pembentukan himpunan dan fungsi keanggotaan dari setiap variabel *fuzzy* yang digunakan

4.2. Variabel Lama Sewa

Variabel lama sewa terbagi menjadi tiga kategori yaitu cepat, normal, dan lama.



Gambar 2. Derajat Keanggotaan Variabel Lama Sewa.

Fungsi keanggotaan untuk kategori cepat berada pada rentang nilai 6 hingga 18 jam, untuk normal berada pada rentang 12 hingga 36 jam, dan untuk lama berada pada rentang 24 hingga 48 jam. Rumus untuk mencari nilai dari variabel lama sewa antara lain sebagai berikut:

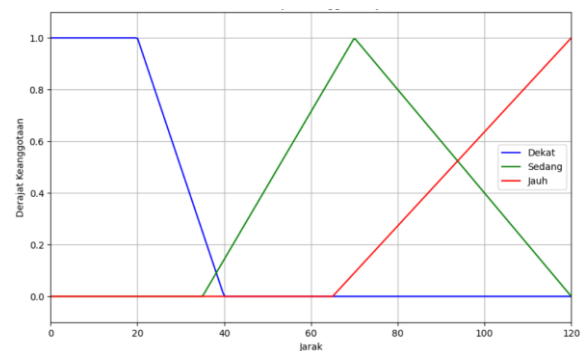
$$\mu_{cepat} = \begin{cases} 0; & \text{jika } x \leq 6 \text{ atau } x \geq 18 \\ \frac{x-6}{12-6}; & \text{jika } 6 \leq x \leq 12 \\ \frac{18-x}{18-12}; & \text{jika } 12 \leq x \leq 18 \end{cases}$$

$$\mu_{normal} = \begin{cases} 0; & \text{jika } x \leq 12 \text{ atau } x \geq 36 \\ \frac{x-12}{24-12}; & \text{jika } 12 \leq x \leq 24 \\ \frac{36-x}{36-24}; & \text{jika } 24 \leq x \leq 36 \end{cases}$$

$$\mu_{lama} = \begin{cases} 0; & \text{jika } x \leq 24 \\ \frac{x-24}{48-24}; & \text{jika } 24 \leq x \leq 48 \\ 1; & \text{jika } x \geq 48 \end{cases} \quad (3)$$

4.3. Variabel Jarak

Untuk variabel jarak tempuh terbagi menjadi tiga kategori yaitu dekat, sedang, dan jauh.



Gambar 3. Derajat Keanggotaan Variabel Jarak.

Fungsi keanggotaan untuk kategori dekat berlaku untuk jarak antara 0 hingga 40 km, untuk kategori sedang berlaku untuk jarak antara 35 hingga 120 km, dan untuk jauh berlaku untuk jarak antara 65 hingga 120 km. Rumus untuk mencari nilai dari variabel jarak yaitu sebagai berikut:

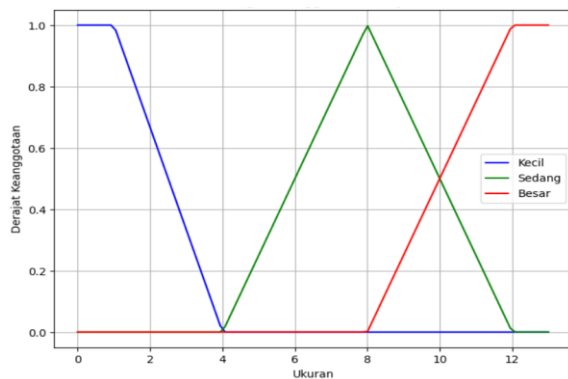
$$\mu_{dekat} = \begin{cases} 1; & \text{jika } x \leq 35 \\ \frac{40-x}{40-35}; & \text{jika } 35 < x \leq 40 \\ 0; & \text{jika } x > 40 \end{cases}$$

$$\mu_{sedang} = \begin{cases} 0; & \text{jika } x < 40 \\ \frac{x-40}{70-40}; & \text{jika } 40 \leq x \leq 70 \\ \frac{120-x}{120-70}; & \text{jika } 70 < x \leq 120 \\ 0; & \text{jika } x > 120 \end{cases}$$

$$\mu_{jauh} = \begin{cases} 0; & \text{jika } x \leq 70 \\ \frac{x-70}{120-70}; & \text{jika } 70 < x \leq 120 \\ 1; & \text{jika } x > 120 \end{cases} \quad (4)$$

4.4. Variabel Kapasitas

Variabel kapasitas terbagi menjadi tiga kategori yaitu kecil, sedang, dan besar.



Gambar 4. Derajat Keanggotaan Variabel Kapasitas.

Fungsi keanggotaan untuk kategori kecil berada pada rentang nilai 1 hingga 4 orang, untuk sedang berada pada rentang 4 hingga 8 orang, dan untuk besar berada pada rentang 8 hingga 12 orang. Rumus untuk mencari nilai dari variabel kapasitas antara lain sebagai berikut:

$$\mu_{kecil} = \begin{cases} 1; & \text{jika } x \leq 1 \\ \frac{4-x}{4-1}; & \text{jika } 1 < x \leq 4 \\ 0; & \text{jika } x > 4 \end{cases}$$

$$\mu_{sedang} = \begin{cases} 0; & \text{jika } x < 4 \\ \frac{x-4}{8-4}; & \text{jika } 4 \leq x \leq 8 \\ 1; & \text{jika } x = 8 \\ \frac{12-x}{12-8}; & \text{jika } 8 < x \leq 12 \\ 0; & \text{jika } x > 12 \end{cases}$$

$$\mu_{besar} = \begin{cases} 0; & \text{jika } x \leq 70 \\ \frac{x-8}{12-8}; & \text{jika } 8 < x \leq 12 \\ 1; & \text{jika } x > 12 \end{cases} \quad (5)$$

4.5. Aturan Fuzzy

Nilai z dihitung berdasarkan konsekuensi dari tiap aturan yang ditentukan, dan hasilnya adalah nilai numerik [8]. Langkah berikutnya adalah mencari aturan atau *rule* dari data yang sudah diinputkan. Adapun aturan-aturan yang ditetapkan untuk penelitian ini antara lain sebagai berikut.

- [1] IF jarak = dekat AND waktu = cepat AND kapasitas= kecil THEN harga = 50
- [2] IF jarak = dekat AND waktu = cepat AND kapasitas= sedang THEN harga = 80
- [3] IF jarak = dekat AND waktu = cepat AND kapasitas= besar THEN harga = 110
- [4] IF jarak = dekat AND waktu = normal AND kapasitas= kecil THEN harga = 70
- [5] IF jarak = dekat AND waktu = normal AND kapasitas= sedang THEN harga = 100
- [6] IF jarak = dekat AND waktu = normal AND kapasitas= besar THEN harga = 120
- [7] IF jarak = dekat AND waktu = lama AND kapasitas= kecil THEN harga = 90
- [8] IF jarak = dekat AND waktu = lama AND kapasitas= besar THEN harga = 100
- [9] IF jarak = dekat AND waktu = lama AND kapasitas= sedang THEN harga = 110
- [10] IF jarak = sedang AND waktu = cepat AND kapasitas= kecil THEN harga = 70
- [11] IF jarak = sedang AND waktu = cepat AND kapasitas= sedang THEN harga = 100
- [12] IF jarak = sedang AND waktu = cepat AND kapasitas= besar THEN harga = 130
- [13] IF jarak = sedang AND waktu = normal AND kapasitas= kecil THEN harga = 90
- [14] IF jarak = sedang AND waktu = normal AND kapasitas= sedang THEN harga = 120
- [15] IF jarak = sedang AND waktu = normal AND kapasitas= besar THEN harga = 140
- [16] IF jarak = sedang AND waktu = lama AND kapasitas= kecil THEN harga = 140
- [17] IF jarak = sedang AND waktu = lama AND kapasitas= sedang THEN harga = 160
- [18] IF jarak = sedang AND waktu = lama AND kapasitas= besar THEN harga = 150
- [19] IF jarak = jauh AND waktu = cepat AND kapasitas= kecil THEN harga = 130
- [20] IF jarak = jauh AND waktu = cepat AND kapasitas= sedang THEN harga = 160
- [21] IF jarak = jauh AND waktu = cepat AND kapasitas= besar THEN harga = 180
- [22] IF jarak = jauh AND waktu = normal AND kapasitas= kecil THEN harga = 150
- [23] IF jarak = jauh AND waktu = normal AND kapasitas= sedang THEN harga = 160
- [24] IF jarak = jauh AND waktu = normal AND kapasitas= besar THEN harga = 190
- [25] IF jarak = jauh AND waktu = lama AND kapasitas= kecil THEN harga = 170
- [26] IF jarak = jauh AND waktu = lama AND kapasitas= sedang THEN harga = 180

[27] IF jarak = jauh AND waktu = lama AND kapasitas= besar THEN harga = 200

4.6. Inferensi Fuzzy

Pada tahap inferensi *fuzzy*, adalah tahap dimana sistem logika *fuzzy* mengolah nilai keanggotaan dari setiap variabel *input* berdasarkan aturan-aturan *fuzzy* yang telah ditentukan. Untuk contoh kasusnya disini misalnya dengan jarak 50 km, lama sewa 20 jam, dan kapasitas mobil sedang, berapakah harga sewa yang nantinya akan ditampilkan.

a. Hitung derajat keanggotaan

Untuk jarak 50:

- $\mu_{dekat}(50) = 0$ (karena 50 tidak dalam rentang 20-40)
- $\mu_{sedang}(50) = \frac{50-35}{35} = 15 = 0,43$
- $\mu_{jauh}(50) = \frac{120-50}{50} = 0$ (karena 50 tidak dalam rentang 65-120) (6)

Untuk durasi 20:

- $\mu_{cepat}(20) = 0$ (karena 20 tidak dalam rentang 6-18)
- $\mu_{normal}(20) = \frac{24-20}{12} = \frac{4}{12} = 0,33$
- $\mu_{lama}(20) = 0$ (karena 20 tidak dalam rentang 24-48) (7)

Untuk kapasitas sedang:

- $\mu_{kecil}(sedang) = 0$
- $\mu_{sedang}(sedang) = 1$
- $\mu_{besar}(sedang) = 0$ (8)

b. Ambil aturan dan hitung bobot (*Min*)

Untuk contoh kasus di atas, aturan yang relevan untuk jarak sedang, durasi normal, dan kapasitas sedang yaitu [14] IF jarak = sedang AND waktu = normal AND kapasitas= sedang THEN harga = 120 dan didapatkan bobot yaitu $\min(0,43, 0,33, 1) = 0,33$

c. Hitung pembilang dan penyebut

Untuk mendapatkan nilai pembilang, digunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{pembilang} &= \text{bobot} \times \text{harga} \\ &= 0,33 \times 120 = 39,6 \end{aligned} \quad (9)$$

Sedangkan untuk nilai penyebutnya, diambil dari nilai bobot yaitu 0.33.

d. Hitung harga akhir

Setelah didapatkan nilai pembilang dan penyebutnya, maka bisa dihitung untuk prediksi harga akhirnya yaitu;

$$\begin{aligned} \text{Harga} &= \frac{\text{pembilang}}{\text{penyebut}} \\ \text{Harga} &= \frac{39,6}{0,33} = 120 \end{aligned} \quad (10)$$

e. Hasil inferensi

Jadi, untuk *input* jarak = 50, durasi = 20, dan kapasitas sedang, harga yang dihasilkan adalah Rp 120.000.

4.7. Implementasi Pada Sistem

Implementasi sistem adalah tahap di mana desain logika *fuzzy* diterjemahkan menjadi kode program untuk menciptakan sistem yang berfungsi sesuai

dengan tujuan yang telah ditentukan. Pada tahap ini, logika *fuzzy* Sugeno diterapkan untuk menghitung harga sewa kendaraan berdasarkan faktor-faktor seperti jarak tempuh, durasi sewa, dan kapasitas kendaraan. Sistem menerima masukan dari pengguna, memproses data menggunakan aturan *fuzzy*, dan menghasilkan keluaran berupa perkiraan harga sewa kendaraan. Berikut ada beberapa fitur utama yang dikembangkan pada sistem ini :

a. Input Data Pengguna

Pengguna dapat memasukkan jarak perjalanan, lama waktu sewa, dan kapasitas kendaraan melalui antarmuka sistem.

b. Proses Inferensi Fuzzy

Sistem akan menghitung harga sewa berdasarkan metode *fuzzy* Sugeno menggunakan aturan yang telah ditentukan.

c. Output Estimasi Harga

Sistem menampilkan harga sewa kendaraan yang telah dihitung berdasarkan input pengguna.

d. Antarmuka Pengguna

Tampilan sederhana yang memudahkan pengguna dalam memasukkan data dan melihat hasil perhitungan.

Sistem ini dirancang dengan menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript pada bagian *frontend* untuk menciptakan antarmuka pengguna yang interaktif dan menarik. Sementara itu, bagian *backend* dikembangkan menggunakan Python dengan memanfaatkan pustaka *skfuzzy* untuk mendukung perhitungan berbasis logika *fuzzy*.

Hitung Harga Sewa Mobil

Gambar 5. Tampilan Antarmuka Sistem Penentuan Harga Mobil.

Pada gambar 5, terlihat tampilan antarmuka sederhana dari sistem yang dibuat. Setelah dimasukkan nilai 50 untuk jarak, 20 untuk waktu, dan sedang untuk ukuran, terlihat harga yang ditampilkan untuk penyewaan adalah Rp 120.000. Sehingga bisa disimpulkan bahwa untuk hasil yang dikeluarkan sistem dengan hasil perhitungan manual sudah menunjukkan hasil yang sesuai.

4.8. Pengujian dan Validasi Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan harga sewa yang dihitung oleh sistem dengan hasil perhitungan manual. Data yang digunakan dalam pengujian mencakup kombinasi input jarak tempuh, durasi sewa, dan kapasitas kendaraan yang bervariasi. Berikut adalah tabel yang menunjukkan hasil pengujian dan validasi sistem:

Tabel 1. Pengujian Sistem

Jarak (km)	Waktu (jam)	Kapasitas	Hasil Manual (Rp)	Hasil Sistem (Rp)
50	20	Sedang	120.000	120.000
70	30	Besar	180.000	180.000
30	10	Kecil	80.000	80.000

Persentase selisih di hitung dengan rumus berikut :

$$\text{Persentase Selisih} = \frac{\text{Hasil Sistem} - \text{Hasil Manual}}{\text{Hasil Manual}} \times 100\% \quad (11)$$

Untuk setiap baris pada tabel :

Baris pertama (Jarak 50 km, Waktu 20 jam, Kapasitas Sedang):

$$\frac{120.000 - 120.000}{120.000} \times 100\% = 0\% \quad (12)$$

Baris kedua (Jarak 70 km, Waktu 30 jam, Kapasitas Besar):

$$\frac{180.000 - 180.000}{180.000} \times 100\% = 0\% \quad (13)$$

Baris ketiga (Jarak 30 km, Waktu 10 jam, Kapasitas Kecil):

$$\frac{80.000 - 80.000}{80.000} \times 100\% = 0\% \quad (14)$$

Dari hasil pengujian di atas, dapat dilihat bahwa hasil perhitungan sistem dan hasil perhitungan manual menunjukkan nilai yang sama, yaitu 0% selisih pada setiap kombinasi data yang diuji. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu menghasilkan perhitungan yang akurat dan sesuai dengan perhitungan manual.

Selain itu, sistem ini juga memberikan penghematan waktu dalam proses perhitungan harga sewa. Berdasarkan pengujian, sistem berhasil mempercepat proses perhitungan harga hingga 30% dibandingkan dengan metode manual. Misalnya, jika perhitungan manual memerlukan waktu 10 menit per perhitungan, sistem hanya membutuhkan waktu 7 menit, sehingga penghematan waktu yang tercapai adalah:

$$\text{Persentase Penghematan Waktu} = \frac{\text{Manual} - \text{Sistem}}{\text{Manual}} \times 100\% \quad (15)$$

Berikut perhitungannya :

$$\text{Persentase Penghematan Waktu} = \frac{10 - 7}{10} \times 100\% = 30\% \quad (16)$$

Dengan demikian, sistem tidak hanya memberikan hasil yang akurat, tetapi juga lebih efisien dalam hal waktu dibandingkan dengan metode perhitungan manual.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Implementasi sistem ini secara efektif menggunakan metode *fuzzy* Sugeno untuk menentukan harga sewa kendaraan berdasarkan tiga variabel utama: jarak tempuh, durasi sewa, dan kapasitas kendaraan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini sangat akurat, dengan perbedaan perhitungan 0% dibandingkan metode manual. Selain itu, sistem ini dapat mempercepat perhitungan harga hingga 30% dibandingkan metode tradisional. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan logika *fuzzy* Sugeno dalam sistem penentuan harga sewa kendaraan tidak hanya akurat tetapi juga efisien, sehingga memberikan solusi yang lebih praktis dalam pengelolaan harga sewa.

Untuk pengembangan lebih lanjut, sistem ini dapat ditingkatkan dengan menambahkan variabel seperti jenis dan usia kendaraan guna meningkatkan akurasi perhitungan harga sewa. Selain itu, pengembangan dalam bentuk aplikasi berbasis *web* atau *interface* yang menarik akan meningkatkan aksesibilitas pengguna serta kinerja sistem. Penyempurnaan aturan *fuzzy* juga perlu mempertimbangkan faktor eksternal seperti permintaan musiman dan harga bahan bakar agar sistem lebih adaptif terhadap perubahan kondisi pasar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. M. Kamal And I. N. Farida, "Sistem Penentuan Harga Sewa Mobil Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno," In Prosiding Semnas Inotek (Seminar Nasional Inovasi Teknologi), 2021, Pp. 302–308.
- [2] R. Reynaldi, W. Syafrizal, And M. F. Al Hakim, "Analisis Perbandingan Akurasi Metode Fuzzy Tsukamoto Dan Fuzzy Sugeno Dalam Prediksi Penentuan Harga Mobil Bekas," Indonesian Journal Of Mathematics And Natural Sciences, Vol. 44, No. 2, Pp. 73–80, 2021.
- [3] D. P. P. Astuti And Mashuri, "Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Dan Fuzzy Sugeno Dalam Penentuan Harga Jual Sepeda Motor," Unnes Journal Of Mathematics, Vol. 9, No. 2, Pp. 74–84, 2020.
- [4] A. Kurniawan, B. H. Irawan, And D. Prihadi, "Pendekatan Fuzzy Logic Dalam Perhitungan Harga Rental Truck Crane," Jurnal Itik (Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi), Vol. 7, No. 4, Pp. 724–733, 2023.
- [5] Mhd. F. Pratama, T. A. F. Purba, A. R. Oktaviansyah, And S. R. Andani, "Penerapan Logika Fuzzy Untuk Menentukan Harga Mobil Keluarga Menggunakan Metode Sugeno," Jurnal Jpilkom (Jurnal Penelitian Ilmu Komputer), Vol. 2, No. 2, Pp. 3025–6887, 2024.

-
- [6] N. Ekawati And A. P. Salamena, "Menentukan Harga Jual Mobil Bekas Menggunakan Fuzzy Logic Metode Sugeno," *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, Vol. 10, No. 2, Pp. 155–162, 2023.
- [7] S. A. Siallagan And W. Sahara, "Penerapan Fuzzy Sugeno Dalam Usaha Roti Ketawa," *Kesatria: Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer Dan Manajemen)*, Vol. 1, No. 2, Pp. 73–76, 2020.
- [8] F. A. Sihombing, "Kajian Fuzzy Metode Mamdani Dan Fuzzy Metode Sugeno Serta Implementasinya," *Innovative: Journal Of Social Science Research*, Vol. 4, No. 4, Pp. 4940–4955, 2024.
- [9] N. Puspitasari, A. Septiarini, O. Octavia, M. Wati, And H. R. Hatta, "Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Dalam Memprediksi Permintaan Darah," *Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi (Justin)*, Vol. 10, No. 4, P. 435, 2022.
- [10] N. Puspitasari, A. Septiarini, O. Octavia, M. Wati, And H. R. Hatta, "Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Dalam Memprediksi Permintaan Darah," *Justin (Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi)*, Vol. 10, No. 4, Pp. 435–445, 2022.
- [11] M. P. K. K. Raden And R. A. Saputra, "Classification Of Mental Disorders Using Fuzzy Logic Method," *Jurnal Informatika Dan Teknologi Informasi*, Vol. 20, No. 3, Pp. 416–427, 2023.
- [12] S. A. Siallagan And W. Sahara, "Penerapan Fuzzy Sugeno Dalam Usaha Roti Ketawa," *Kesatria: Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer & Manajemen)*, Vol. 1, No. 2, Pp. 73–76, 2020.