

PENERAPAN METODE FUZZY TSUKAMOTO DALAM PEMILIHAN LOKASI BISNIS F&B (STUDI KASUS : KOTA MALANG)

Muhammad Yazid Abu Sahal, Suryo Adi Wibowo, Yosep Agus Pranoto

Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang

Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia

yazidabusahal@gmail.com

ABSTRAK

Pemilihan lokasi usaha F&B yang strategis menjadi salah satu faktor penting dalam menunjang kesuksesan bisnis, khususnya di Kota Malang yang memiliki tingkat persaingan cukup tinggi. Namun, proses pemilihan lokasi sering kali dilakukan secara subjektif tanpa dukungan analisis yang sistematis. Penelitian ini dilakukan untuk merancang sistem pendukung keputusan berbasis web yang memanfaatkan metode Fuzzy Tsukamoto, guna membantu pelaku usaha F&B dalam menilai kelayakan suatu lokasi secara objektif. Sistem dikembangkan dengan tujuh parameter utama, yaitu aksesibilitas, visibilitas, daya beli masyarakat, jumlah kompetitor, ketersediaan infrastruktur, lingkungan sekitar, dan ketersediaan parkir. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu menghitung skor kelayakan dan mengklasifikasikan lokasi menjadi Layak, Kurang Layak, dan Tidak Layak. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem “NEMULOKASI” berbasis web dengan metode Fuzzy Tsukamoto dapat berfungsi dengan sangat baik. Seluruh fitur lulus uji fungsional dengan tingkat keberhasilan 100%. Pengujian metode menunjukkan hasil perhitungan sistem identik dengan perhitungan manual, dengan rata-rata error 0%. Sementara itu, uji pengguna menghasilkan tingkat kepuasan tinggi, di mana mayoritas responden menilai sistem mudah digunakan, tampilannya informatif, dan hasilnya membantu dalam pengambilan keputusan..

Kata kunci : *Sistem Pendukung Keputusan, Lokasi Bisnis, Fuzzy Tsukamoto, Pemilihan Lokasi.*

1. PENDAHULUAN

Pemilihan lokasi bisnis merupakan faktor fundamental bagi keberhasilan usaha, khususnya di sektor Food and Beverage (F&B) yang sangat kompetitif. Lokasi strategis meningkatkan visibilitas dan aksesibilitas, kunci untuk menarik pelanggan [1]. Sebaliknya, lokasi yang kurang tepat dapat menghambat pertumbuhan dan berdampak pada penurunan pendapatan. Tantangan ini seringkali dihadapi pelaku usaha baru yang terbatas pengalaman [2].

Kota Malang, dengan pertumbuhan ekonomi dan persaingan F&B yang tinggi, seringkali menyaksikan pengusaha mengandalkan intuisi dalam menentukan lokasi. Pendekatan subjektif ini berisiko mengabaikan faktor kuantitatif penting seperti aksesibilitas, visibilitas, daya beli masyarakat, tingkat persaingan (kompetitor), ketersediaan infrastruktur, ketersediaan parkir, dan lingkungan sekitar. Akibatnya, keputusan lokasi yang suboptimal dapat memengaruhi profitabilitas dan kelangsungan [3].

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, penelitian ini mengadopsi pendekatan metode Fuzzy Tsukamoto dalam sistem pendukung keputusan (SPK) agar dapat menghasilkan keputusan yang lebih terukur dan tidak bias. Metode ini dipilih karena kemampuannya mengelola ketidakpastian dan subjektivitas data, mengubah variabel linguistik menjadi nilai numerik yang sistematis [4]. Dengan pendekatan ini, parameter-parameter kunci lokasi F&B dapat diolah untuk menghasilkan rekomendasi yang lebih objektif dan akurat.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem berbasis web yang membantu calon pengusaha F&B di Kota Malang mengevaluasi alternatif lokasi secara terstruktur. Diharapkan, kontribusi ini dapat mempermudah pengambilan keputusan lokasi yang tepat, mendukung pertumbuhan bisnis F&B yang efektif dan efisien di wilayah tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Metode Fuzzy Tsukamoto telah banyak diterapkan di berbagai bidang. Pada [5], metode ini digunakan untuk menentukan siswa teladan berbasis web dengan mempertimbangkan nilai rapor, kepribadian, dan absensi, serta menghasilkan akurasi 100% antara perhitungan manual dan sistem. Pada [6], metode ini diterapkan dalam pemilihan ketua himpunan berbasis website dengan kriteria kepemimpinan, komunikasi, dan visi.

Sistem monitoring kelayakan air minum berbasis IoT dengan parameter pH, kekeruhan, dan suhu air juga memanfaatkan metode ini [7]. Sementara itu, [8] menunjukkan efektivitasnya dalam menentukan harga sewa kamar kost berdasarkan fasilitas dan luas kamar.

Kajian terkait faktor pemilihan lokasi bisnis juga telah dilakukan. Faktor akses, visibilitas, ekspansi, lingkungan, dan persaingan terbukti berpengaruh pada kesuksesan usaha mikro kecil di Dumai [9]. Sewa lahan dan fasilitas berpengaruh signifikan terhadap keuntungan UMKM di Lumajang, sedangkan jarak ke pasar tidak berpengaruh signifikan [10].

Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa metode Fuzzy Tsukamoto relevan dan efektif digunakan dalam sistem pendukung keputusan dengan kriteria kompleks dan data yang ambigu atau subjektif, sehingga sesuai untuk permasalahan pemilihan lokasi bisnis F&B.

2.2. Logika Fuzzy Tsukamoto

Fuzzy Tsukamoto adalah salah satu pendekatan dalam inferensi fuzzy yang memiliki ciri khas pada aturan IF-THEN, di mana setiap konsekuensi dinyatakan dalam bentuk fungsi keanggotaan yang bersifat monoton [4]. Proses ini menghasilkan nilai akhir berupa bilangan tegas (*crisp*) melalui penggabungan derajat keanggotaan (*alpha-predikat*) dengan defuzzifikasi rata-rata berbobot.

Tahapan-tahapan Metode Fuzzy Tsukamoto meliputi:

a. Fuzzifikasi

Tahap ini melibatkan transformasi nilai input *crisp* menjadi variabel linguistik fuzzy dengan menerapkan fungsi keanggotaan yang sesuai untuk setiap variabel input.

$$\mu_{Tinggi}(x) = \begin{cases} 0, & \text{jika } x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{jika } a < x < b \\ 1, & \text{jika } x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

b. Pembentukan Aturan Fuzzy

Pada tahap ini, aturan-aturan IF-THEN dibentuk untuk merepresentasikan hubungan antara variabel *input* dan *output* berdasarkan pengetahuan dan pengalaman.

c. Inferensi Fuzzy

Proses ini melibatkan penerapan input fuzzy ke dalam aturan-aturan fuzzy untuk menghasilkan output fuzzy. Dalam metode Tsukamoto, fungsi implikasi MIN (minimum) atau AND sering digunakan untuk menggabungkan derajat keanggotaan dari premis-premis dalam aturan. Nilai yang dihasilkan dari operasi ini disebut *alpha-predikat* (*fire strength*), yang menunjukkan derajat kebenaran dari aturan tersebut.

$$\alpha_i = \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (2)$$

di mana α_i adalah nilai *alpha-predikat* untuk aturan ke-*i*, $\mu_A(x)$ adalah derajat keanggotaan *x* pada himpunan A, dan $\mu_B(y)$ adalah derajat keanggotaan *y* pada himpunan B

d. Mencari Nilai Z / Defuzzifikasi

Tahap terakhir di mana *output fuzzy* diubah menjadi nilai *crisp* yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan. Metode Tsukamoto menggunakan metode rata-rata terbobot (*weighted average*) untuk defuzzifikasi. Dalam metode ini, setiap aturan memberikan kontribusi terhadap nilai akhir berdasarkan *alpha-predikatnya* dan nilai *output crisp* yang sesuai dengan aturan tersebut.

Rumus rata-rata terbobot:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot Z_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i} \quad (3)$$

di mana *Z* adalah nilai *crisp* hasil defuzzifikasi, α_i adalah nilai *alpha-predikat* aturan ke-*i*, dan Z_i adalah nilai *output crisp* untuk aturan ke-*i*

2.3. Pemilihan Lokasi Bisnis F&B

Pemilihan lokasi bisnis adalah faktor kunci dalam strategi pemasaran dan pengembangan usaha. Faktor utama yang perlu dipertimbangkan meliputi aksesibilitas, visibilitas, daya beli masyarakat, tingkat persaingan (kompetitor), ketersediaan infrastruktur, ketersediaan parkir, dan lingkungan sekitar. Aksesibilitas yang baik mempermudah pelanggan, sementara biaya operasional yang rendah meningkatkan profitabilitas. Tingkat persaingan dan keberadaan infrastruktur juga sangat memengaruhi potensi pasar dan keberhasilan bisnis [11].

Di Kota Malang, dengan dinamika sektor F&B yang pesat, pemilihan lokasi bisnis F&B semakin penting. Penelitian Adhiarta menunjukkan bahwa kriteria seperti lingkungan, aksesibilitas, dan fasilitas harus dipertimbangkan dalam memilih lokasi usaha [11]. Dengan analisis mendalam terhadap faktor-faktor ini, pengusaha dapat membuat keputusan lebih rasional dan meminimalkan risiko kesalahan. Oleh karena itu, pemilihan lokasi bisnis yang strategis adalah kunci untuk keberhasilan usaha, terutama dalam sektor F&B di Kota Malang. Dengan mempertimbangkan berbagai faktor yang relevan dan melakukan analisis yang komprehensif, pengusaha dapat meminimalkan risiko dan memaksimalkan peluang untuk mencapai keberhasilan dalam usaha mereka.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Pengambilan Data

Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui survei langsung di beberapa lokasi di Kota Malang serta melalui proses validasi nilai dan bobot linguistik setiap parameter berdasarkan masukan dari para pelaku usaha terkait.

3.2. Himpunan Input dan Himpunan Output

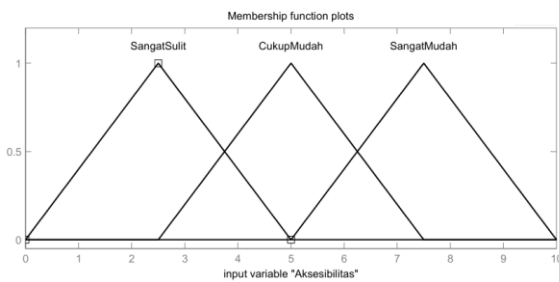
Himpunan input dan output pada sistem ini digunakan dalam proses penilaian kelayakan lokasi bisnis F&B, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Tabel Himpunan Input

Parameter	Linguistik/Himpunan	Nilai	a	b	c
K1 (Aksesibilitas)	Sulit	2.2	0	2.5	5
	Cukup	5.3	2.5	5	7.5
	Mudah	7.8	5	7.5	10
K2 (Visibilitas)	Tidak Terlihat	2.3	0	2.5	5
	Terlihat Sebagian	5.2	2.5	5	7.5
	Sangat Terlihat	8.1	5	7.5	10
K3 (Daya Beli)	Rendah	2.3	0	2.5	5
	Menengah	5.6	3.5	5.5	7.5
	Tinggi	8.3	6	8	10

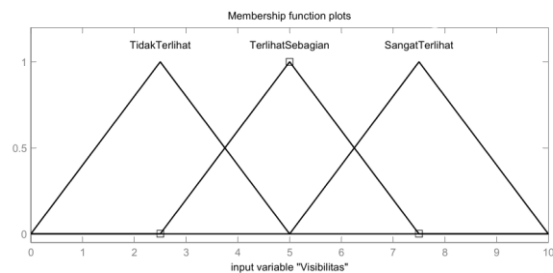
Parameter	Linguistik/Himpunan	Nilai	a	b	c
K4 (Kompetitor)	Sedikit (baik)	7.9	6	8	10
	Sedang	5.3	3	5	7
	Banyak (buruk)	1.8	0	2	4
K5 (Infrastruktur)	Tidak Memadai	2.1	0	2.5	5
	Cukup	5.4	2.5	5	7.5
	Memadai	7.9	5	7.5	10
K6 (Lingkungan)	Sangat Dekat	610	400	550	700
	Cukup Dekat	420	250	350	450
	Jauh	190	100	200	300
K7 (Parkir)	Sempit	110	0	100	225
	Sedang	310	175	300	425
	Luas	490	375	500	625

Grafik Gambar 1 menunjukkan fungsi keanggotaan parameter *Aksesibilitas* yang terdiri dari tiga kategori linguistik, yaitu "Sangat Sulit", "Cukup Mudah", dan "Sangat Mudah".



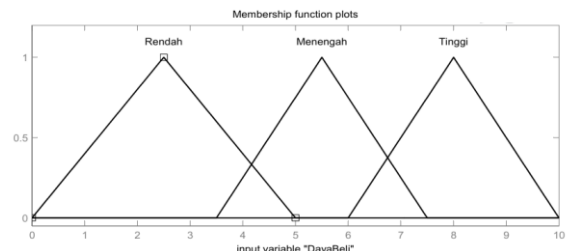
Gambar 1. Grafik Himpunan Aksesibilitas

Grafik Gambar 2 menggambarkan fungsi keanggotaan parameter *Visibilitas*, dengan kategori "Tidak Terlihat", "Terlihat Sebagian", dan "Sangat Terlihat". Parameter ini menilai sejauh mana lokasi bisnis dapat terlihat oleh calon konsumen



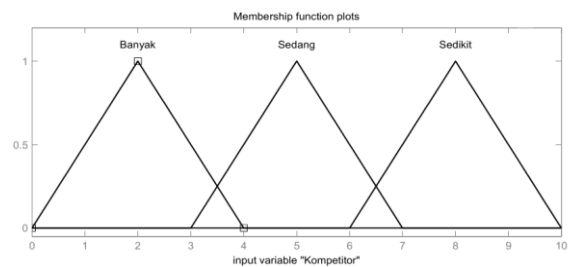
Gambar 2. Grafik Himpunan Visibilitas

Grafik Gambar 3 ini menunjukkan fungsi keanggotaan parameter *Daya Beli Masyarakat* yang terbagi menjadi "Rendah", "Menengah", dan "Tinggi". Parameter ini mengukur kemampuan finansial konsumen di sekitar lokasi



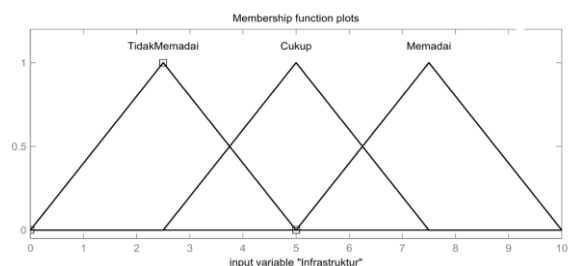
Gambar 3. Grafik Himpunan Daya Beli

Grafik Gambar 4 menunjukkan fungsi keanggotaan parameter Kompetitor dengan kategori "Banyak", "Sedang", dan "Sedikit". Parameter ini mengindikasikan jumlah pesaing yang berada di sekitar lokasi usaha



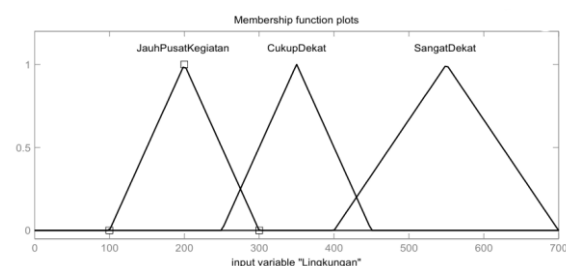
Gambar 4. Grafik Himpunan Kompetitor

Grafik Gambar 5 menunjukkan fungsi keanggotaan parameter Infrastruktur dengan kategori "Tidak Memadai", "Cukup", dan "Memadai". Parameter ini menunjukkan tingkat ketersediaan fasilitas pendukung di lokasi usaha.



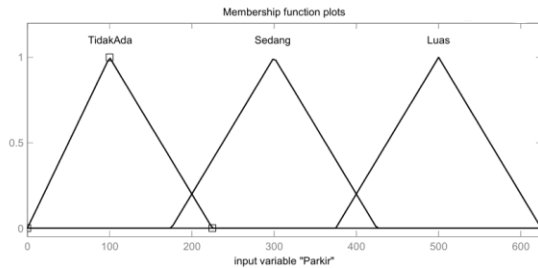
Gambar 5. Grafik Himpunan Infrastruktur

Grafik Gambar 6 memperlihatkan fungsi keanggotaan parameter Lingkungan Sekitar dengan kategori "Jauh/Pusat Keramaian", "Cukup Dekat", dan "Sangat Dekat". Parameter ini mengindikasikan kedekatan lokasi usaha dengan pusat aktivitas Masyarakat.



Gambar 6. Grafik Himpunan Lingkungan

Grafik Gambar 7 memperlihatkan fungsi keanggotaan parameter *Parkir* dengan kategori "Tidak Ada", "Sedang", dan "Luas". Parameter ini mengindikasikan ketersediaan lahan parkir bagi pelanggan.



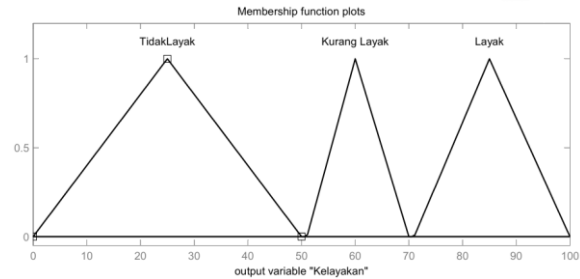
Gambar 7. Grafik Himpunan Parkir

Tabel 2 menunjukkan klasifikasi hasil akhir berupa status kelayakan lokasi dengan tiga kategori, yaitu "Layak" (71–100), "Kurang Layak" (51–70), dan "Tidak Layak" (0–50).

Tabel 2. Tabel Himpunan Output

Status Kelayakan	Rentang
Layak	71 – 100
Kurang Layak	51 – 70
Tidak Layak	0 – 50

Grafik Gambar 8 menunjukkan fungsi keanggotaan *Output Kelayakan Lokasi*, yang menjadi hasil akhir proses inferensi metode Fuzzy Tsukamoto.



Gambar 8. Grafik Himpunan Kelayakan

3.3. Aturan Fuzzy

Tabel 3 menunjukkan 10 aturan fuzzy yang akan digunakan dalam pengujian metode, aturan tersebut yang nanti akan menentukan apakah Lokasi layak atau tidak Ketika memakai salah satu aturan fuzzy.

Tabel 3. Tabel Aturan Fuzzy

No	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Output
1	SM	ST	T	SDK	M	SD	L	L
2	CM	TS	T	SDG	C	CD	L	KL
3	SM	ST	M	SDG	M	SD	S	L
4	SS	TT	R	B	TM	J	TA	TL
5	SM	ST	R	B	C	CD	S	KL
6	CM	TS	M	SDG	C	CD	S	KL
7	SM	ST	T	SDK	TM	SD	L	KL
8	SS	TT	R	SDG	TM	J	TA	TL
9	SM	ST	T	SDG	M	SD	L	L
10	CM	TS	T	B	C	CD	S	KL

Keterangan :

SS = Sangat Sulit
CM = Cukup Mudah
SM = Sangat Mudah

TT = Tidak Terlihat
TS = Terlihat Sebagian
ST = Sangat Terlihat

R = Rendah
M = Menengah
T = Tinggi

B = Banyak (>3 pesaing)
SDG = Sedang (2 pesaing)
SDK = Sedikit (1 pesaing)

TM = Tidak Memadai
C = Cukup
M = Memadai

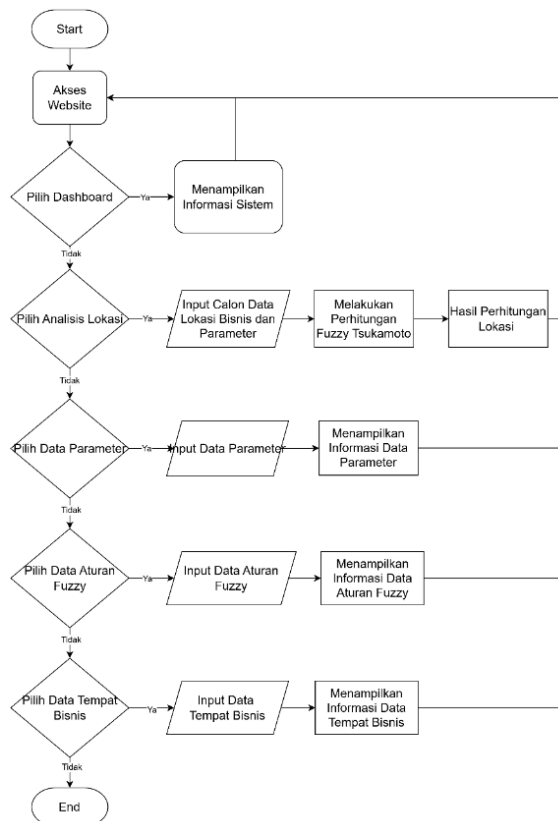
J = Jauh Pusat Kegiatan
CD = Cukup Dekat
SD = Sangat Dekat

TA = Tidak Ada
S = Sedang
L = Luas

L = Layak
TL = Tidak Layak
KL = Kurang Layak

3.4. Diagram Alur Sistem

Gambar 9 menunjukkan alur sistem Fuzzy Tsukamoto pada website, dimulai setelah melakukan Login, admin akan diarahkan ke Dashboard yang menampilkan data ringkasan dan status sistem. Menu Analisis Lokasi Bisnis & Perhitungan merupakan fitur utama bagi admin untuk mengelola dan memproses data lokasi secara lebih mendalam. Admin dapat menginput data lokasi, menjalankan proses fuzzy, serta melihat hasil analisis beserta tahapan-tahapan seperti fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi



Gambar 9. Flowchart sistem

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tampilan Antarmuka Login

Gambar 10 menunjukkan halaman login yang dapat digunakan untuk masuk ke dalam web dimana user memasukkan username serta password yang telah dibuat

Gambar 10. Tampilan login

4.2. Tampilan Antarmuka Dashboard

Gambar 11 menampilkan Form Input Analisis Lokasi, tempat pengguna dapat memasukkan data yang akan dianalisis dan dihitung

Gambar 11. Tampilan dashboard

4.3. Tampilan Antarmuka Analisis Lokasi

Gambar 12 menampilkan Form Input Analisis Lokasi, tempat pengguna dapat memasukkan data yang akan dianalisis dan dihitung

Gambar 12. Analisis lokasi

4.4. Tampilan Tahapan Fuzzifikasi

Gambar 13 menampilkan proses Fuzzifikasi. Halaman ini memberikan informasi di mana nilai crisp (input angka) dari setiap parameter diubah menjadi derajat keanggotaan pada himpunan fuzzy

Parameter	Nilai Linguistik (Input)	Nilai Crisp (Input)	Derajat Keanggotaan (μ)
Aksesibilitas	Tinggi (4,5)	2,15	$\mu_{Aksesibilitas}(2,15) = 0,409$
Keamanan	Tidak Terbatas	1,8	$\mu_{Keamanan}(1,8) = 0,409$
Persebaran	Banyak (2,5)	2,3	$\mu_{Persebaran}(2,3) = 0,409$
Infrastruktur	Tidak Terbatas	1,8	$\mu_{Infrastruktur}(1,8) = 0,409$
Lingkungan sekitar	Jauh dari Pusat Kegiatan (1,8)	1,8	$\mu_{Lingkungan\ sekitar}(1,8) = 0,409$

Gambar 13. Tampilan fuzzifikasi

4.5. Tampilan Tahapan Inferensi

Gambar 14 menampilkan tahapan Inferensi yang menunjukkan bagaimana sistem mengevaluasi aturan fuzzy berdasarkan derajat keanggotaan dari tahap Fuzzifikasi

Gambar 14. Tampilan inferensi

4.6. Tampilan Tahapan Defuzzifikasi

Gambar 15 menampilkan proses Defuzzifikasi. Proses ini mengubah hasil fuzzy menjadi nilai crisp atau Skor Akhir

Step 3: Defuzzifikasi (Nilai Z & Skor Akhir)

Defuzzifikasi mengubah hasil fuzzy menjadi nilai crisp (Skor Akhir). Nilai fuzzy tersebut digunakan untuk menghitung skor akhir dengan rumus: $Skor\ Akhir = \frac{\sum (Z_i \times W_i)}{\sum W_i}$

No	Hasil Fuzzy	W (produk)	Nilai Z	W ²	Z x W
1	1	0.0007	0.00	0.0003	0.0000
2	1	0.0007	0.00	0.0003	0.0000
3	1	0.0007	0.00	0.0003	0.0000
4	1	0.0007	0.00	0.0003	0.0000
5	1	0.0007	0.00	0.0003	0.0000
Total		0.0028		0.0012	0.0000

Rumus: Skor Akhir = $\frac{\sum (Z_i \times W_i)}{\sum W_i}$

Skor Akhir = $\frac{0.0003}{0.0028} = 0.1071$

59.00

Gambar 15. Tampilan defuzzifikasi

4.7. Tampilan Antarmuka Data Parameter

Gambar 16 menampilkan halaman Kelola Parameter Fuzzy yang digunakan untuk mengatur dan mengkonfigurasi himpunan fuzzy dari setiap parameter penilaian.

Kelola Parameter Fuzzy

Detail Himpunan Fuzzy

No	Nama Parameter	Detail Himpunan Fuzzy	Nilai
1	Aksesibilitas	• Nilai Rendah (Crisp 0.0007) [A, B, C] • Nilai Sedang (Crisp 0.0007) [A, B, C] • Nilai Tinggi (Crisp 0.0007) [A, B, C]	0.0007
2	Daya beli	• Nilai Rendah (Crisp 0.0007) [A, B, C] • Nilai Sedang (Crisp 0.0007) [A, B, C] • Nilai Tinggi (Crisp 0.0007) [A, B, C]	0.0007
3	Infrastruktur	• Nilai Rendah (Crisp 0.0007) [A, B, C] • Nilai Sedang (Crisp 0.0007) [A, B, C] • Nilai Tinggi (Crisp 0.0007) [A, B, C]	0.0007
4	Lingkungan sekitar	• Nilai Rendah (Crisp 0.0007) [A, B, C] • Nilai Sedang (Crisp 0.0007) [A, B, C] • Nilai Tinggi (Crisp 0.0007) [A, B, C]	0.0007
5	Persaingan	• Nilai Rendah (Crisp 0.0007) [A, B, C] • Nilai Sedang (Crisp 0.0007) [A, B, C] • Nilai Tinggi (Crisp 0.0007) [A, B, C]	0.0007

Gambar 16. Tampilan data parameter

4.8. Tampilan Antarmuka Data Aturan Fuzzy

Gambar 17 menampilkan halaman Kelola Aturan Fuzzy (IF-THEN). Berfungsi sebagai pusat pengaturan logika inferensi sistem

Kelola Aturan Fuzzy

Detail Aturan Fuzzy (IF-THEN)

No	Kondisi (IF)	Kesimpulan (THEN)	Nilai
1	Nilai Rendah	Nilai Rendah	0.0007
2	Nilai Sedang	Nilai Sedang	0.0007
3	Nilai Tinggi	Nilai Tinggi	0.0007
4	Nilai Rendah	Nilai Sedang	0.0007
5	Nilai Sedang	Nilai Tinggi	0.0007

Gambar 17. Tampilan aturan fuzzy

4.9. Tampilan Antarmuka Data Tempat Bisnis

Gambar 18 menampilkan halaman Data Tempat Bisnis yang memuat daftar lokasi yang telah terdaftar dalam sistem. Setiap entri menampilkan nama tempat, deskripsi singkat, serta koordinat latitude dan longitude

Data Tempat Bisnis

Detail Tempat Bisnis

No	Nama Tempat	Deskripsi	Latitude	Longitude	Nilai
1	Arahan Jalan Raya	Pusat kota, pemerintahan, pendidikan, kesehatan	-7.9828	112.6089	0.0007
2	Arahan Jalan Raya	Pusat kota, pemerintahan, pendidikan, kesehatan	-7.9828	112.6089	0.0007
3	Arahan Jalan Raya	Pusat kota, pemerintahan, pendidikan, kesehatan	-7.9828	112.6089	0.0007
4	Arahan Jalan Raya	Pusat kota, pemerintahan, pendidikan, kesehatan	-7.9828	112.6089	0.0007
5	Arahan Jalan Raya	Pusat kota, pemerintahan, pendidikan, kesehatan	-7.9828	112.6089	0.0007
6	Arahan Jalan Raya	Pusat kota, pemerintahan, pendidikan, kesehatan	-7.9828	112.6089	0.0007
7	Arahan Jalan Raya	Pusat kota, pemerintahan, pendidikan, kesehatan	-7.9828	112.6089	0.0007
8	Arahan Jalan Raya	Pusat kota, pemerintahan, pendidikan, kesehatan	-7.9828	112.6089	0.0007
9	Arahan Jalan Raya	Pusat kota, pemerintahan, pendidikan, kesehatan	-7.9828	112.6089	0.0007
10	Arahan Jalan Raya	Pusat kota, pemerintahan, pendidikan, kesehatan	-7.9828	112.6089	0.0007

Gambar 18. Tampilan data tempat bisnis

4.10. Pengujian Fungsional

Pengujian Fungsional dilakukan untuk mengecek dari setiap fitur fitur yang ada dengan tujuan agar setiap fitur berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian fungsional seperti fitur login, analisis lokasi, aturan metode, dan lokasi bisnis yang mana disimulasikan dengan beberapa skenario dan menghasilkan hasil uji fitur sesuai.

Tabel 4. Pengujian Fungsional Fitur Sistem

No	Fitur	Simulasi Uji Fitur	Tujuan Uji Fitur	Hasil Uji Fitur
1	Login	Memasukkan email dan password yang valid	Pengguna berhasil masuk dan diarahkan ke halaman dashboard.	Sesuai
		Memasukkan email dan password yang tidak valid	Muncul notifikasi kesalahan: "Email atau password salah."	Sesuai
		Klik button login tanpa mengisi email dan password pada text-input	Muncul pesan peringatan: "Email dan password wajib diisi."	Sesuai
2	Halaman Analisis Lokasi	Pengguna memilih salah satu lokasi bisnis dari menu pilihan yang tersedia.	Nama lokasi terisi otomatis di field lokasi dan siap diinput parameternya.	Sesuai
		Mengisi semua parameter penilaian fuzzy (Aksesibilitas, Visibilitas, Daya Beli, Persaingan, Ketersediaan Infrastruktur, Lingkungan Sekitar, Ketersediaan Parkir).	Semua nilai parameter tersimpan dan siap dihitung oleh sistem.	Sesuai
		Mengklik tombol "Reset Form" setelah mengisi parameter	Semua input parameter dikosongkan kembali ke kondisi awal	Sesuai
		Mengklik tombol "Hitung Kelayakan" setelah mengisi parameter.	Sistem menampilkan halaman hasil analisis lokasi.	Sesuai
		Mengklik tombol "Step 1: Fuzzifikasi" pada Halaman Hasil Analisis Lokasi.	Sistem menampilkan nilai keanggotaan fuzzy dari masing-masing parameter.	Sesuai

No	Fitur	Simulasi Uji Fitur	Tujuan Uji Fitur	Hasil Uji Fitur
		Mengklik tombol "Step 2: Inferensi" pada Halaman Hasil Analisis Lokasi.	Sistem menampilkan rule yang aktif beserta nilai α dan Z.	Sesuai
		Mengklik tombol "Step 3: Defuzzifikasi" pada Halaman Hasil Analisis Lokasi.	Sistem menampilkan nilai akhir (skor) kelayakan lokasi dan status Layak/Tidak Layak.	Sesuai
3	Halaman Data Parameter	Text-input nama parameter dan skala linguistik diisi semua.	Parameter berhasil ditambahkan dan tampil dalam daftar parameter.	Sesuai
		Text-input nama parameter diisi tetapi skala linguistik semua tidak diisi.	Muncul peringatan bahwa skala linguistik harus diisi.	Sesuai
		Text-input nama parameter tidak diisi tetapi skala linguistik semua diisi.	Muncul peringatan bahwa nama parameter harus diisi.	Sesuai
		Text-input nama parameter dan skala linguistik tidak diisi semua.	Sistem menolak input dan menampilkan pesan kesalahan.	Sesuai
4	Halaman Data Aturan Fuzzy (Admin)	Mengakses halaman "Kelola Aturan Fuzzy".	Halaman aturan fuzzy terbuka dan daftar aturan ditampilkan.	Sesuai
		Memilih linguistic dropdown parameter dan memilih linguistic kelayakan	Aturan berhasil ditambahkan ke sistem.	Sesuai
		Memilih nilai linguistic dropdown parameter dan mengosongkan nilai linguistic kelayakan	Muncul peringatan bahwa kelayakan wajib diisi.	Sesuai
		Memilih nilai linguistic kelayakan dan mengosongkan nilai linguistic parameter	Muncul peringatan bahwa semua parameter wajib diisi	Sesuai
5	Halaman Data Tempat Bisnis	Text-input Nama Tempat bisnis, deskripsi lokal dan latitude longitude diisi semua.	Data lokasi bisnis berhasil disimpan dan muncul di daftar tempat bisnis.	Sesuai
		Text-input Nama Tempat Bisnis tidak diisi.	Muncul peringatan bahwa nama tempat wajib diisi.	Sesuai
		Text-input Deskripsi Lokasi tidak diisi.	Muncul peringatan bahwa deskripsi lokasi wajib diisi.	Sesuai
		Text-input Latitude Longitude tidak diisi.	Muncul peringatan bahwa koordinat lokasi wajib diisi.	Sesuai
		Text-input Nama Tempat bisnis, deskripsi lokal dan latitude longitude tidak diisi	Sistem menolak penyimpanan dan menampilkan pesan peringatan	Sesuai

Pengujian fungsional Tabel diatas setiap fitur yang berhasil diuji akan diberi Kesimpulan sesuai. Data pengujian diatas menunjukkan hasil pengujian 100% sesuai dan 0% tidak sesuai.

4.11. Pengujian Metode

Pengujian Metode pada tabel 5 merupakan pengujian metode pada 10 skenario linguistik yang berbeda beda.

Tabel 5. Pengujian Metode

No	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Nilai Z (Manual)	Nilai Z (Sistem)	Presentase Error (%)
1	SM	ST	T	SDK	M	SD	L	88.40	88.4	0.0%
2	CM	TS	M	SDG	C	CD	S	56.70	56.7	0.0%
3	SS	TT	R	B	TM	J	TA	8.00	8	0.0%
4	SM	ST	R	SDK	C	CD	S	56.70	56.7	0.0%
5	SM	ST	T	SDK	TM	J	L	93.04	93.4	0.0%
6	CM	TS	M	B	C	J	S	66.96	66.9	0.0%
7	SS	TT	M	SDG	TM	J	TA	8.00	8	0.0%
8	SM	ST	T	SDK	C	SD	L	8.00	8	0.0%
9	SM	TT	M	B	C	J	TA	8.00	8	0.0%
10	CM	TS	T	SDK	M	CD	L	78.36	8	0.0%
Total										0%

Berdasarkan hasil pengujian yang ada pada tabel 6, sistem menunjukkan akurasi yang sangat tinggi dengan rata-rata presentase error hanya 0.0%. Dengan demikian, implementasi metode Fuzzy Tsukamoto dalam sistem telah sesuai.

4.12. Pengujian User

Tabel 6. Evaluasi Pengguna

No	Pertanyaan	S	CS	TS
1.	Tampilan desain sistem ini menarik dan mudah dipahami	8	7	0
2.	Saya tidak kesulitan dalam mengoperasikan sistem	8	6	1
3.	Proses pengisian data lokasi cukup mudah dan tidak membingungkan	6	9	0
4.	Informasi parameter seperti aksesibilitas, daya beli, dll, sudah cukup jelas	6	7	2
5.	Hasil akhir berupa skor kelayakan dan status lokasi mudah dimengerti	8	7	0
6.	Sistem ini membantu saya menilai kelayakan lokasi secara lebih objektif	8	7	0
7.	Perhitungan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto terasa lebih akurat/logis dibanding hanya mengandalkan intuisi	7	8	0
8.	Saya merasa sistem ini bermanfaat untuk pemilik atau calon pelaku usaha F&B	11	4	0
9.	Sistem bekerja dengan baik dan tidak mengalami error saat digunakan	10	5	0
Total		72	60	3
Presentase Total		53.3 %	44.4 %	2.2%

Keterangan :

S : Setuju

CS : Cukup Setuju

TS : Tidak Setuju

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian user dimana hasil pengujian terhadap 15 responden, mayoritas pengguna memberikan respons positif terhadap sistem yang dikembangkan. Sebanyak 53,3% responden menyatakan “Setuju” terhadap fitur dan tampilan sistem, disusul 44,4% yang “Cukup Setuju”, dan hanya 2,2% yang “Tidak Setuju”. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem dinilai mudah digunakan, tampilannya dipahami dengan baik, dan mampu memberikan informasi yang berguna serta logis dalam menilai kelayakan lokasi bisnis F&B.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem “NEMULOKASI” berbasis web dengan metode Fuzzy Tsukamoto dapat berfungsi dengan sangat baik. Seluruh fitur lulus uji fungsional dengan tingkat keberhasilan 100%. Pengujian metode menunjukkan hasil perhitungan sistem identik dengan perhitungan manual, dengan rata-rata error 0%. Sementara itu, uji pengguna menghasilkan tingkat kepuasan tinggi, di mana mayoritas responden menilai sistem mudah digunakan, tampilannya informatif, dan hasilnya membantu dalam pengambilan keputusan. Ke depannya, sistem ini masih sangat memungkinkan untuk dikembangkan lebih lanjut, misalnya dengan menambahkan metode pembobotan seperti AHP atau SAW agar hasilnya lebih valid, serta integrasi dengan Google Places API agar data kompetitor dan fasilitas sekitar bisa terdeteksi secara otomatis. Selain itu, sistem juga dapat diarahkan untuk memberikan rekomendasi yang lebih spesifik sesuai jenis usaha kuliner tertentu. Pemilihan dan bobot parameter pun sebaiknya disesuaikan dengan konteks wilayah lokasi, seperti area kampus yang cenderung menekankan aspek harga dan porsi, atau area perkantoran yang lebih menekankan kenyamanan dan kecepatan pelayanan. Dengan penyesuaian tersebut, sistem akan menjadi lebih adaptif, aplikatif, dan tepat sasaran dalam memberikan rekomendasi lokasi usaha.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Maulida, P. F. (2024). PENGARUH HARGA, LOKASI USAHA DAN KUALITAS PRODUK TERHADAP KEPUTUSAN PEMBELIAN USAHA MA'E FRIED CHICKEN KUTAI KARTANEGARA. *Jurnal Locus Penelitian Dan Pengabdian*, 3(1), 112–125. <https://doi.org/10.58344/locus.v3i1.2449>.
- [2] Hariroh, N. F. M. R., Hermiati, N. N. F., & Yuningsih, N. N. (2022). Peran Entrepreneurial self efficacy pada analisis perilaku kewirausahaan terhadap keberhasilan usaha mikro kecil menengah. *ARBITRASE Journal of Economics and Accounting*, 3(2), 259–264. <https://doi.org/10.47065/arbitrase.v3i2.500>.
- [3] Elshifa, A., Perdana, M. a. C., Matiala, T. F., Yasin, F., & Mokodenseho, S. (2023). Analisis Pengaruh Pendidikan, Pelatihan, dan Dukungan Kelembagaan terhadap Keberhasilan Usaha Mikro. *Sanskara Ekonomi Dan Kewirausahaan*, 1(03), 123–134. <https://doi.org/10.58812/sek.v1i03.118>.
- [4] Walipah, W., & Naim, N. (2023). Pengaruh karakteristik wirausaha, inovasi produk terhadap keberhasilan usaha. *Deleted Journal*, 2(1), 43–48. <https://doi.org/10.55338/jeama.v2i1.61>
- [5] Putra, R. K., Pranoto, Y. A., & Irawan, J. D. (2023). PENERAPAN METODE FUZZY TSUKAMOTO UNTUK MENENTUKAN SISWA TELADAN BERBASIS WEB DI SD KRISTEN KALAM KUDUS MALANG. *JATI*

- (*Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*), 6(2), 1162–1166.
<https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5396>
- [6] Mashudi, R. A., Achmadi, S., & Wahyuni, F. S. (2023). PENERAPAN METODE FUZZY TSUKAMOTO DALAM PEMILIHAN KETUA HIMPUNAN BERBASIS WEBSITE (STUDI KASUS PROGRAM STUDI INFORMATIKA ITN MALANG). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 1033–1041.
<https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5426>
- [7] Hizbul Qulub, Suryo Adi Wibowo, & Faisol, A. (2024). RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KELAYAKAN AIR MINUM BERBASIS IOT MENGGUNAKAN METODE FUZZY TSUKAMOTO. *JATI*, 7(5), 3082–3089.
<https://doi.org/10.36040/jati.v7i5.7602>
- [8] Aliyah Putri Wannia, & Wahyuddin Nasution. (2024). Implementasi Metode *Fuzzy Tsukamoto* untuk Menentukan Harga Sewa Kamar Kost. *BEES Bulletin of Electrical and Electronics Engineering*, 4(1), 19–24.
<https://doi.org/10.47065/bees.v4i2.4281>
- [9] Bismihayati, E. (2022). Pengaruh Lokasi Terhadap Kesuksesan Usaha Mikro Kecil Menengah di Kelurahan Sukajadi Kota Dumai. *Journal of Applied Business Administration*, 6(2), 272–279.
<https://doi.org/10.30871/jaba.v6i2.4315>
- [10] Putri, M. R. (2023). Analisis Faktor-Faktor Pemilihan Lokasi Terhadap Keuntungan UMKM Di Kabupaten Lumajang. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 3(7), 12849–12854.
<https://doi.org/10.47492/jip.v3i7.2548>
- [11] ADHIARTA, I. G. M. (2021). KRITERIA PEMILIHAN LOKASI USAHA PADA SEKTOR F&B DI KOTA MALANG. *JURNAL MANAJEMEN BISNIS*, 10(2), 115–128