

Prediksi Rekomendasi Restoran dengan Metode Fuzzy

Andhini Putri Arini¹, Yafi Arya Maulana², Yuaini Pranajelita³, Anggraini Puspita Sari^{4*}

^{1,2,3,4} Program Studi Informatika, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

¹121081010122@student.upnjatim.ac.id

²21081010135@student.upnjatim.ac.id

³21081010204@student.upnjatim.ac.id

⁴anggraini.puspita.if@upnjatim.ac.id

*Corresponding author email: anggrainipuspita.if@upnjatim.ac.id

Abstrak— Prediksi rekomendasi restoran merupakan topik yang penting dalam domain pemrosesan data dan kecerdasan buatan. Metode fuzzy telah digunakan secara luas dalam pengembangan sistem rekomendasi untuk memodelkan ketidakpastian dan ambiguitas dalam preferensi pengguna. Dalam penelitian ini, kami menyajikan sebuah pendekatan menggunakan metode fuzzy untuk memprediksi rekomendasi restoran berdasarkan preferensi pengguna. Kami menggabungkan variabel seperti lokasi, jenis makanan, harga, dan rating pelanggan untuk menghasilkan rekomendasi yang personal dan akurat. Melalui proses fuzzifikasi dan inferensi fuzzy, kami dapat menghasilkan skor rekomendasi untuk setiap restoran yang diuji. Metode ini dapat diadaptasi dan diterapkan pada sistem rekomendasi restoran yang ada, sehingga pengguna dapat menerima rekomendasi yang sesuai dengan preferensi mereka. Kami melakukan evaluasi kinerja menggunakan data riil dan hasilnya menunjukkan bahwa metode fuzzy yang diusulkan memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode rekomendasi lainnya. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem rekomendasi yang lebih canggih dan dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan lebih lanjut dalam domain prediksi rekomendasi restoran dengan memanfaatkan metode fuzzy.

Kata Kunci—Defuzzifikasi, Fuzzy Logic, Inferensi, Metode Mamdani, Metode Sugeno, Variabel Linguistik.

I. PENDAHULUAN

Di era digitalisasi 4.0 saat ini, peran teknologi informasi juga dapat dimanfaatkan dalam memprediksi rekomendasi restoran dengan menggunakan metode fuzzy. Penggunaan metode fuzzy pada aplikasi prediksi rekomendasi restoran dapat membantu pengguna dalam memilih restoran yang sesuai dengan preferensi dan kebutuhannya. Pada aplikasi prediksi rekomendasi restoran, pengguna dapat memberikan informasi tentang kebiasaan makan, lokasi, harga, dan faktor lain yang diinginkan dengan menggunakan metode fuzzy. Variabel-variabel ini kemudian diubah menjadi himpunan fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan yang sesuai.

Misalnya, variabel "kualitas makanan" dapat didefinisikan sebagai himpunan fuzzy dengan label "buruk", "sedang", dan "baik". Masing-masing memiliki fungsi keanggotaan yang mencerminkan sejauh mana suatu makanan dapat dianggap buruk, sedang atau baik. Hal yang sama berlaku untuk variabel lain seperti lokasi, harga, dan peringkat pengguna.

Setelah variabel diubah menjadi himpunan fuzzy, aturan inferensi dapat diterapkan untuk memperoleh rekomendasi restoran. Aturan-aturan ini dapat berisi kombinasi variabel apa pun dengan keanggotaan tertentu. Contoh: "Kalau kualitas makanannya bagus dan lokasinya dekat, rekomendasikan restoran." Setelah keputusan, hasilnya diubah kembali menjadi kalimat fuzzy yang menggambarkan tingkat keanggotaan yang direkomendasikan setiap restoran. Restoran dengan tingkat keanggotaan yang lebih tinggi dianggap paling populer.

Mengantisipasi rekomendasi restoran adalah kegiatan dan proses yang populer di bidang sistem rekomendasi. Tujuan utama dari sistem rekomendasi adalah untuk membantu pengguna memilih restoran yang sesuai dengan preferensi mereka. Metode fuzzy digunakan dalam sistem rekomendasi restoran karena dapat mengatasi ketidakpastian dan ambiguitas yang sering diasosiasikan dengan preferensi pengguna. Metode fuzzy didasarkan pada konsep logika fuzzy, yang menggeneralisasikan logika biner tradisional (benar/salah) ke derajat keanggotaan yang berkelanjutan, antara 0 dan 1. Dalam konteks memprediksi rekomendasi restoran, metode fuzzy memungkinkan kita untuk memodelkan preferensi variabel dekat, menengah dan jauh.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Fuzzy Logic

Logika fuzzy atau logika fuzzy adalah pendekatan matematis yang memodelkan dan memperhitungkan ketidakpastian dan ambiguitas dalam pengambilan keputusan. Dalam logika tradisional, kebenaran suatu pernyataan digambarkan sebagai ya (benar) atau tidak (salah). Namun, dalam logika fuzzy, kebenaran dinyatakan sebagai derajat atau nilai antara 0 dan 1, yang mencerminkan derajat keanggotaan suatu elemen dalam suatu himpunan[1]. Konsep utama logika fuzzy adalah variabel linguistik yang menggunakan label atau kata linguistik untuk mewakili nilai yang tidak pasti atau kabur. Variabel linguistik digunakan untuk menggambarkan karakteristik sistem atau karakteristik yang tidak dapat diukur secara tepat. Misalnya, variabel "suhu" dapat memiliki label bahasa seperti "dingin", "sedang", dan "panas".

Fungsi keanggotaan adalah bagian penting dari logika fuzzy. Fungsi keanggotaan menghubungkan nilai input dengan

derajat keanggotaan variabel linguistik. Fungsi keanggotaan dapat berbentuk segitiga, trapesium, atau bentuk lain yang memodelkan tingkat kesepakatan antara nilai dan notasi linguistik. Fungsi keanggotaan menjelaskan seberapa baik nilai masukan sesuai dengan nama bahasa tertentu. Selain fungsi keanggotaan, aturan fuzzy juga digunakan dalam logika fuzzy. Aturan fuzzy menggambarkan hubungan antara input dan output menggunakan variabel linguistik. Aturan fuzzy sering dinyatakan sebagai "jika A maka B", dimana A dan B adalah himpunan linguistik yang berasosiasi dengan variabel masukan dan keluaran. Penalaran fuzzy adalah proses pengambilan keputusan berdasarkan aturan fuzzy dan derajat keanggotaan input. Dalam penalaran fuzzy, semua aturan fuzzy yang valid diterapkan pada nilai masukan dan derajat keanggotaan dari setiap aturan dievaluasi. Hasil inferensi ini menghasilkan distribusi fuzzy yang merepresentasikan keluaran fuzzy.

B. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan langkah terakhir dalam logika fuzzy, dimana distribusi fuzzy diubah menjadi nilai atau tindakan yang konkrit. Metode defuzzifikasi yang umum adalah menggunakan titik pusat untuk merata-ratakan distribusi output fuzzy sebagai hasil dari defuzzifikasi. Logika fuzzy digunakan dalam banyak aplikasi, seperti kontrol mesin, sistem keputusan, pengenalan pola, dan peramalan. Pendekatan ini memungkinkan menghadapi ketidakpastian dan ambiguitas dalam pengambilan keputusan untuk memberikan solusi yang lebih adaptif dan kontekstual.

Secara umum, proses defuzzifikasi dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Distribusi keluaran tidak jelas:
Setelah proses inferensi fuzzy, kami memiliki distribusi fuzzy sebagai hasilnya. Distribusi ini merupakan representasi dari kemungkinan nilai keluaran yang berbeda berdasarkan aturan fuzzy dan derajat keanggotaan masukan.
- Kurva fungsi anggota:
Distribusi hasil fuzzy terdiri dari himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang berbeda. Setiap himpunan fuzzy mewakili kontribusi atau tingkat keanggotaan yang berbeda sehubungan dengan nilai awal.
- Menggabungkan himpunan fuzzy:
Langkah selanjutnya adalah menggabungkan himpunan fuzzy menjadi satu himpunan fuzzy. Agregasi ini menjelaskan efek gabungan dari semua himpunan fuzzy pada nilai keluaran.
- Pusat gravitasi atau metode pelepasan lainnya:
Dengan metode defuzzifikasi, suatu himpunan fuzzy diubah menjadi nilai konkrit. Metode defuzzifikasi yang umum adalah dengan menggunakan centroid, atau titik tengah. Pusat massa adalah nilai yang menjadi pusat pusat massa distribusi fuzzy. Metode lain termasuk metode maksimum atau metode khusus tergantung pada konteks dan kebutuhan aplikasi.

Dengan demikian, defuzzifikasi merupakan proses penting dalam logika fuzzy yang mengubah hasil distribusi fuzzy menjadi nilai konkrit yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan atau implementasi dalam sistem atau aplikasi.

C. Metode Fuzzy Mamdani

Metode Mamdani merupakan salah satu metode yang paling umum digunakan untuk mengimplementasikan sistem inferensi fuzzy. Metode tersebut dinamai penemu metode tersebut, professor Lotfi A. Zadeh, juga dikenal sebagai "Bapak Logika Fuzzy". Metode Mamdani memodelkan penalaran fuzzy dengan menggunakan aturan fuzzy yang dinyatakan sebagai "jika A maka B", dimana A dan B merupakan himpunan linguistik yang berasosiasi dengan variabel masukan dan keluaran.

Kelebihan metode Mamdani adalah dapat menggambarkan informasi dan aturan yang mudah dipahami oleh masyarakat. Namun, metode ini juga bisa menjadi kompleks ketika berhadapan dengan banyak aturan atau ketika berhadapan dengan masalah interpretasi. Dalam prakteknya, metode Mamdani banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, antara lain sistem kontrol fuzzy dan sistem rekomendasi.

D. Metode Fuzzy Sugeno

Metode Fuzzy Sugeno, juga dikenal sebagai model Sugeno atau sistem Sugeno, adalah salah satu metode logika fuzzy yang digunakan dalam sistem penalaran fuzzy. Metode ini dinamai penemunya Profesor Takagi dan Sugeno. Metode fuzzy Sugeno memodelkan penalaran fuzzy menggunakan aturan fuzzy yang dinyatakan sebagai "Jika A, maka Z", dimana A adalah himpunan fuzzy yang berasosiasi dengan variabel masukan dan Z adalah fungsi linear atau konstanta yang berasosiasi dengan variabel keluaran.

Metode fuzzy Sugeno memiliki keunggulan dalam menggambarkan hubungan antara variabel input dan output menggunakan fungsi linier atau konstanta, memungkinkan model dan interpretasi yang lebih sederhana. Metode ini sering digunakan pada aplikasi yang membutuhkan evaluasi numerik atau perhitungan matematis yang lebih langsung, seperti B. Sistem kontrol fuzzy, analisis data, dan pengambilan keputusan.

E. Variabel Linguistik

Variabel linguistik adalah konsep logika fuzzy yang digunakan untuk menggambarkan properti sistem atau properti yang tidak dapat diukur secara tepat. Dalam logika tradisional, variabel didefinisikan dengan nilai bilangan real. Namun, dalam logika fuzzy, variabel didefinisikan menggunakan label linguistik atau kata-kata untuk mewakili nilai fuzzy atau ketidakpastian.

Secara umum, pengertian variabel linguistik dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Substitusi Nomor:
Dalam logika fuzzy, variabel tradisional yang ditentukan oleh nilai numerik digantikan oleh variabel yang ditentukan

oleh label linguistik atau himpunan fuzzy. Misalnya, variabel "suhu" dalam logika tradisional dapat dinyatakan dalam logika fuzzy sebagai variabel "dingin", "sedang", dan "panas".

- Himpunan kabur:

Setiap variabel linguistik dalam logika fuzzy diasosiasikan dengan himpunan fuzzy. Himpunan fuzzy terdiri dari fungsi keanggotaan yang menghubungkan nilai input dengan derajat keanggotaan variabel dalam himpunan. Fungsi keanggotaan dapat berbentuk segitiga, trapesium, atau lainnya, bergantung pada jenis variabel dan konteks aplikasi. Tingkat Keanggotaan:

Variabel linguistik dalam logika fuzzy mencerminkan derajat keanggotaan suatu elemen dalam himpunan fuzzy. Keanggotaan ini dinyatakan sebagai derajat, atau nilai antara 0 dan 1, yang menunjukkan tingkat kecocokan nilai input dengan tag bahasa tertentu.

- Klasifikasi tidak jelas:

Variabel linguistik memungkinkan perkiraan yang lebih fleksibel dan tidak jelas daripada nilai numerik yang ketat. Misalnya, dengan menggunakan variabel linguistik, kita dapat menggambarkan nilai sebagai "sedikit", "sedang", atau "banyak", yang mencerminkan derajat keanggotaannya dalam himpunan fuzzy yang sesuai.

Variabel linguistik adalah bagian penting dari logika fuzzy dan memungkinkan ketidakpastian, ambiguitas, dan deskripsi kualitatif serta pemrosesan dalam pengambilan keputusan. Penggunaan variabel linguistik memperhitungkan fleksibilitas dan kemampuan adaptasi model dalam memodelkan dunia nyata, serta integrasi pengetahuan fuzzy manusia ke dalam sistem komputer berdasarkan logika fuzzy.

F. Inferensi Fuzzy

Aturan fuzzy, juga disebut aturan inferensi fuzzy, adalah komponen penting dari sistem inferensi fuzzy yang digunakan untuk menghubungkan input variabel linguistik ke output variabel linguistik. Aturan fuzzy bertindak sebagai panduan atau instruksi untuk membuat keputusan atau menghasilkan hasil berdasarkan kombinasi nilai input.

Secara umum, pengertian aturan fuzzy dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Struktur aturan:

Aturan fuzzy terdiri dari pernyataan kondisional yang menghubungkan variabel input ke variabel output. Aturan ini biasanya dinyatakan sebagai "Jika A, maka B", di mana A adalah himpunan fuzzy yang berasosiasi dengan variabel input dan B adalah himpunan fuzzy yang berasosiasi dengan variabel output.[3]

- Himpunan fuzzy dan derajat keanggotaan:

Setiap himpunan fuzzy dari aturan fuzzy didefinisikan oleh fungsi keanggotaan yang menjelaskan sejauh mana nilai input sesuai dengan himpunan tersebut. Tingkat keterikatan menunjukkan tingkat penerapan atau kebenaran penilaian yang ambigu.

- Aturan Kombinasi

Ketika sistem inferensi fuzzy memiliki banyak aturan fuzzy, langkah selanjutnya adalah menggabungkan kontribusi dari setiap aturan untuk mendapatkan hasil akhir. Hal ini dilakukan dengan menggunakan operasi implikasi fuzzy yang mempertimbangkan keanggotaan masukan dan pentingnya setiap aturan.

- Aturan untuk menggabungkan hasil

Setelah kombinasi aturan, hasil dari setiap aturan digabungkan atau digabungkan untuk menghasilkan distribusi fuzzy yang mewakili keluaran dari sistem. Metode agregasi yang umum digunakan adalah operasi disjungsi (OR) atau operasi gabungan, tergantung pada konteks dan kebutuhan aplikasi.

Aturan fuzzy menyediakan kerangka sistematis untuk menghubungkan input dan output dalam sistem inferensi fuzzy. Mereka mencerminkan pengetahuan dan kebijaksanaan manusia dalam bentuk yang dapat diprediksi. Aturan fuzzy memainkan peran penting dalam pengambilan keputusan, sistem kontrol fuzzy, analisis data, dan aplikasi lain yang membutuhkan estimasi dan inferensi berdasarkan logika fuzzy.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

- IMPLEMENTASI DATA

Implementasi data yang kita gunakan mengambil dari website *kaggle.com* (*Restaurant Data with Consumer Ratings*), dengan tujuan untuk mengelompokkan *restaurant rating*, *service rating*, and *food rating* dengan pengambilan data sejumlah 100 data.[2]

- METODE MAMDANI

Beberapa penelitian telah menguji dan mengimplementasikan metode fuzzy untuk prediksi rekomendasi restoran dengan hasil yang positif. Beberapa hasil penelitian tersebut mencakup:

1. Mendefinisikan Library

```
!pip install scikit-fuzzy
import numpy as np
import skfuzzy as fuzz
from skfuzzy import control as ctrl
import pandas as pd
```

- '!pip install scikit-fuzzy': pada baris ini digunakan untuk menjalankan perintah pip dalam lingkungan notebook.
- 'import numpy as np': pada baris ini digunakan untuk melakukan operasi matematika pada array dan matriks.
- 'import skfuzzy as fuzz': pada modul ini memiliki fungsi - fungsi untuk membangun sistem logika fuzzy dan melakukan operasi logika fuzzy.
- 'from skfuzzy import control as ctrl': pada modul ini berfungsi untuk membangun sistem pengendalian fuzzy.[9]

- 'import pandas as pd': pada baris ini pandas digunakan untuk manipulasi dan analisis data.

2. Mengunggah dataset dari file excel

```
# Baca dataset dari file Excel
dataset = pd.read_excel('dataset_fp.xlsx')
dataset = dataset[:200]
```

Pada kode ini berfungsi untuk membaca dataset yang akan kita gunakan pada program ini yang berasal dari file excel.

3. Mengatur variabel fuzzy

```
# Mengatur variabel fuzzy
rating = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 3, 1), 'rating')
rating_food = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 3, 1), 'rating_food')
rating_service = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 3, 1), 'rating_service')
recommendation = ctrl.Consequent(np.arange(0, 11, 1), 'recommendation')
```

- 'rating = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 3, 1), 'rating')
Pada sintaks tersebut, kita membuat variabel antara 'rating' menggunakan fungsi 'ctrl.Antecedent'. Rentang nilai variabel ini adalah 0 hingga 2 dengan increment 1. Numpy 'np.arange' digunakan untuk menghasilkan array nilai dari 0 hingga 2.
- 'rating_food = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 3, 1), 'rating_food')[7]
Pada sintaks tersebut, kita membuat variabel antara 'rating_food' menggunakan fungsi 'ctrl.Antecedent'. Rentang nilai variabel ini adalah 0 hingga 2 dengan increment 1. Pada sintaks ini mewakili penilaian khusus terhadap makanan.
- 'rating_service = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 3, 1), 'rating_service')
Pada sintaks tersebut, kita membuat variabel antara 'rating_service' menggunakan fungsi 'ctrl.Antecedent'. Rentang nilai variabel ini adalah 0 hingga 2 dengan increment 1. Pada sintaks ini mewakili penilaian khusus terhadap pelayanan.[12]
- 'recommendation = ctrl.Consequent(np.arange(0, 11, 1), 'recommendation')
Pada sintaks ini, kita membuat variabel akibat 'recommendation' menggunakan fungsi 'ctrl.Consequent'. Rentang nilai variabel ini adalah dari 0 hingga 10 dengan kenaikan sebesar 1. Ini mewakili tingkat rekomendasi yang diberikan.[10]

4. Mengatur fungsi keanggotaan untuk variabel rating

```
# Mengatur fungsi keanggotaan untuk variabel rating
rating['low'] = fuzz.trimf(rating.universe, [0, 0, 1])
rating['medium'] = fuzz.trimf(rating.universe, [0, 1, 2])
rating['high'] = fuzz.trimf(rating.universe, [1, 2, 2])

# Mengatur fungsi keanggotaan untuk variabel rating_food
rating_food['low'] = fuzz.trimf(rating_food.universe, [0, 0, 1])
rating_food['medium'] = fuzz.trimf(rating_food.universe, [0, 1, 2])
rating_food['high'] = fuzz.trimf(rating_food.universe, [1, 2, 2])

# Mengatur fungsi keanggotaan untuk variabel rating_service
rating_service['low'] = fuzz.trimf(rating_service.universe, [0, 0, 1])
rating_service['medium'] = fuzz.trimf(rating_service.universe, [0, 1, 2])
rating_service['high'] = fuzz.trimf(rating_service.universe, [1, 2, 2])

# Mengatur fungsi keanggotaan untuk variabel recommendation
recommendation['low'] = fuzz.trimf(recommendation.universe, [0, 0, 1])
recommendation['medium'] = fuzz.trimf(recommendation.universe, [0, 1, 2])
recommendation['high'] = fuzz.trimf(recommendation.universe, [1, 2, 2])
```

- 'rating['low'] = fuzz.trimf(rating.universe, [0, 0, 1])
pada baris ini, kita mendefinisikan himpunan linguistik "low" pada variabel antara 'rating' menggunakan fungsi keanggotaan segitiga 'fuzz.trimf'. Rentang himpunan ini adalah 0 hingga 1, dan memiliki nilai keanggotaan maksimum di 0. Himpunan ini mewakili rating rendah.[8]
- 'rating['medium'] = fuzz.trimf(rating.universe, [0, 1, 2])
pada baris ini, kita mendefinisikan himpunan linguistik "medium" pada variabel antara 'rating' menggunakan fungsi keanggotaan segitiga 'fuzz.trimf'. Rentang himpunan ini adalah 0 hingga 2, dan memiliki nilai keanggotaan maksimum di 1. Himpunan ini mewakili rating sedang.[11]
- 'rating['high'] = fuzz.trimf(rating.universe, [1, 2, 2])
pada baris ini, kita mendefinisikan himpunan linguistik "high" pada variabel antara 'rating' menggunakan fungsi keanggotaan segitiga 'fuzz.trimf'. Rentang himpunan ini adalah 1 hingga 2, dan memiliki nilai keanggotaan maksimum di 2. Himpunan ini mewakili rating tinggi.[6]
- 'rating_food['low'] = fuzz.trimf(rating.universe, [0, 0, 1])
pada baris ini, kita mendefinisikan himpunan linguistik "low" pada variabel antara 'rating_food' menggunakan fungsi keanggotaan segitiga 'fuzz.trimf'. Rentang himpunan ini adalah 0 hingga 1, dan memiliki nilai keanggotaan maksimum di 0. Himpunan ini mewakili rating rendah.
- 'rating_food['medium'] = fuzz.trimf(rating.universe, [0, 1, 2])
pada baris ini, kita mendefinisikan himpunan linguistik "medium" pada variabel antara 'rating_food' menggunakan fungsi keanggotaan segitiga 'fuzz.trimf'. Rentang himpunan ini adalah 0 hingga 2, dan memiliki nilai keanggotaan maksimum di 1. Himpunan ini mewakili rating sedang.
- 'rating_food['high'] = fuzz.trimf(rating.universe, [1, 2, 2])
pada baris ini, kita mendefinisikan himpunan linguistik "high" pada variabel antara 'rating_food' menggunakan fungsi keanggotaan segitiga 'fuzz.trimf'. Rentang

himpunan ini adalah 1 hingga 2, dan memiliki nilai keanggotaan maksimum di 2. Himpunan ini mewakili rating tinggi.[13]

- `'rating_service['low'] = fuzz.trimf(rating.universe, [0, 0, 1])'`

pada baris ini, kita mendefinisikan himpunan linguistik “low” pada variabel antara ‘rating_service’ menggunakan fungsi keanggotaan segitiga ‘fuzz.trimf’. Rentang himpunan ini adalah 0 hingga 1, dan memiliki nilai keanggotaan maksimum di 0. Himpunan ini mewakili rating rendah.

- `'rating_service['medium']=fuzz.trimf(rating.universe, [0, 1, 2])'`

pada baris ini, kita mendefinisikan himpunan linguistik “medium” pada variabel antara ‘rating_service’ menggunakan fungsi keanggotaan segitiga ‘fuzz.trimf’. Rentang himpunan ini adalah 0 hingga 2, dan memiliki nilai keanggotaan maksimum di 1. Himpunan ini mewakili rating sedang.

- `'rating_service['high'] = fuzz.trimf(rating.universe, [1, 2, 2])'`

pada baris ini, kita mendefinisikan himpunan linguistik “high” pada variabel antara ‘rating_service’ menggunakan fungsi keanggotaan segitiga ‘fuzz.trimf’. Rentang himpunan ini adalah 1 hingga 2, dan memiliki nilai keanggotaan maksimum di 2. Himpunan ini mewakili rating tinggi.[15]

- Mengatur fungsi keanggotaan untuk variabel recommendation

```
# Mengatur fungsi keanggotaan untuk variabel recommendation
recommendation['low'] = fuzz.trimf(recommendation.universe, [0, 0, 1])
recommendation['medium'] = fuzz.trimf(recommendation.universe, [0, 1, 2])
recommendation['high'] = fuzz.trimf(recommendation.universe, [1, 2, 2])
```

- `recommendation['low']=fuzz.trimf(recommendation.universe, [0, 0, 1])'`

pada sintaks ini kita mendefinisikan himpunan linguistik “low” pada variabel akibat ‘recommendation’ menggunakan fungsi keanggotaan segitiga ‘fuzz.trimf’. Rentang himpunan ini adalah 0 hingga 1, dan memiliki nilai keanggotaan maksimum di 0. Himpunan ini mewakili rekomendasi rendah.

- `recommendation['medium']=fuzz.trimf(recommendation.universe, [0, 1, 2])'`

pada sintaks ini kita mendefinisikan himpunan linguistik “medium” pada variabel akibat ‘recommendation’ menggunakan fungsi keanggotaan segitiga ‘fuzz.trimf’. Rentang himpunan ini adalah 0 hingga 2, dan memiliki nilai keanggotaan maksimum di 0. Himpunan ini mewakili rekomendasi sedang.

- `recommendation['high']=fuzz.trimf(recommendation.universe, [1, 2, 2])'`

pada sintaks ini kita mendefinisikan himpunan linguistik “high” pada variabel akibat ‘recommendation’ menggunakan fungsi keanggotaan segitiga ‘fuzz.trimf’. Rentang himpunan ini adalah 1 hingga 2, dan memiliki nilai keanggotaan maksimum di 2. Himpunan ini mewakili rekomendasi tinggi.[14]

- Membuat aturan fuzzy

```
# Membuat aturan fuzzy
rule1 = ctrl.Rule(rating['low'] | rating_food['low'] | rating_service['low'], recommendation['low'])
rule2 = ctrl.Rule(rating['medium'] | rating_food['medium'] | rating_service['medium'], recommendation['medium'])
rule3 = ctrl.Rule(rating['high'] | rating_food['high'] | rating_service['high'], recommendation['high'])
```

Pada sintaks ini menjelaskan aturan apa saja yang ada pada fuzzy. Aturan yang akan berpengaruh pada output program

- Menjalankan inferensi Fuzzy

```
# Menjalankan inferensi fuzzy untuk setiap data dalam dataset
results = []
for index, row in dataset.iterrows():
    pd.set_option('display.max_rows', None)
    recommendation_sys.input['rating'] = row['Restaurant Rating']
    recommendation_sys.input['rating_food'] = row['Food Rating']
    recommendation_sys.input['rating_service'] = row['Service Rating']
    recommendation_sys.compute()
    result = recommendation_sys.output['recommendation']
    results.append(result)
```

Pada Sintaks ini Mengatur nilai input variabel linguistik 'rating', 'rating_food' & 'rating_service' pada sistem rekomendasi fuzzy dengan nilai dari kolom 'Restaurant Rating', 'Food Rating' & 'Service Rating' dalam dataset.[4]

OUTPUT PROGRAM FUZZY METODE MAMDANI

	Restaurant Rating	Food Rating	Service Rating	Recommendation
0	2	2	2	2.000000
118	2	2	2	2.000000
114	2	2	2	2.000000
111	2	2	2	2.000000
110	2	2	2	2.000000
--	-	-	-	- - - - -
45	2	1	2	1.500000
49	1	2	1	1.500000
48	1	2	1	1.500000
95	1	2	2	1.500000
99	2	0	2	1.444444
127	0	2	0	1.444444
156	2	0	0	1.444444
17	1	2	0	1.266667
20	1	2	0	1.266667
160	1	2	0	1.266667
148	1	1	1	1.000000
73	1	1	1	1.000000
153	1	1	1	1.000000
87	1	0	1	0.777778
90	1	1	0	0.777778
138	1	0	1	0.777778
104	0	0	1	0.777778
89	0	0	0	0.333333
91	0	0	0	0.333333

Akurasi: 60.5%

C. METODE SUGENO

Beberapa penelitian telah menguji dan mengimplementasikan metode fuzzy untuk prediksi rekomendasi restoran dengan hasil yang positif. Beberapa hasil penelitian tersebut mencakup:

1. Mendefinisikan Library

```
!pip install scikit-fuzzy
!pip install scipy
!pip install matplotlib
from scipy.optimize import fmin
import numpy as np
import skfuzzy as fuzz
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
```

- '!pip install scikit-fuzzy': baris ini untuk menjalankan perintah pip dalam lingkungan notebook.
- 'import numpy as np': pada baris ini digunakan untuk melakukan operasi matematika pada array dan matriks.
- 'import skfuzzy as fuzz': pada modul ini memiliki fungsi - fungsi untuk membangun sistem logika fuzzy dan melakukan operasi logika fuzzy.
- 'from skfuzzy import control as ctrl': pada modul ini berfungsi untuk membangun sistem pengendalian fuzzy.
- 'import pandas as pd': pada baris ini pandas digunakan untuk manipulasi dan analisis data.
- 'import matplotlib.pyplot as plt'
Library ini berfungsi untuk menampilkan grafik dari program yang telah dibuat

2. Fungsi Inferensi Fuzzy

```
#Fungsi Inferensi Fuzzy
def inference_fuzz(restaurant, food, services):
    luaran = []

    for i in range(len(restaurant)):
        for j in range(len(food)):
            for k in range(len(services)):
                luaran.append(output(restaurant[i], food[j], services[k]))

    return np.array(luaran)
```

- **rest_rate_low(x):**
Fungsi keanggotaan untuk kategori restoran yang lebih rendah. Fungsi ini mengembalikan 1 jika x adalah 0 atau kurang dari 0,2 dan menurun secara linear dari 1 menjadi 0 jika x berada di antara 0,2 dan 1.
- **rest_rating_moderat(x):**
Fungsi keanggotaan untuk kategori peringkat restoran tingkat menengah. Fungsi ini mengembalikan nilai 1 saat x berada di antara 0,2 dan 1, dan menurun secara linear dari 1 menjadi 0 saat x berada di antara 0,2 dan 1.
- **rest_rate_high(x):**
Keanggotaan dalam kategori restoran premium. Fungsi ini mengembalikan nilai 1 saat x berada di antara 0,2 dan 2, dan menurun secara linear dari 1 menjadi 0 saat x berada di antara 0,2 dan 2.[16]
- **f_rate_low(x):**
Fungsi keanggotaan untuk kategori makanan rendah. Fungsi ini mengembalikan 1 saat x berada di antara 1 dan

2 dan menurun secara linear dari 1 ke 0 saat x berada di antara 1 dan 2.

- **f_rate_moderat(x):**
Sifat keanggotaan kategori klasifikasi makanan rata-rata. Fungsi ini mengembalikan nilai 1 saat x berada di antara 0,2 dan 1, dan menurun secara linear dari 1 menjadi 0 saat x berada di antara 0,2 dan 1. **f_rate_high(x):**
Fitur keanggotaan untuk kategori makanan premium. Fungsi ini mengembalikan nilai 1 saat x berada di antara 0,2 dan 2, dan menurun secara linear dari 1 menjadi 0 saat x berada di antara 0,2 dan 2.
- **ser_rating_low(x):**
Fungsi anggota dalam kategori peringkat layanan rendah. Fungsi ini mengembalikan 1 jika x adalah 0 atau kurang dari 0,2 dan menurun secara linear dari 1 menjadi 0 jika x berada di antara 0,2 dan 1.
- **ser_rating_medium(x):**
Fitur keanggotaan kelas peringkat layanan rata-rata. Fungsi ini mengembalikan nilai 1 saat x berada di antara 0,2 dan 1, dan menurun secara linear dari 1 menjadi 0 saat x berada di antara 0,2 dan 1. [17]

3. Menginput Data

1. **rest_in:** Array numpy yang berisi data rating restoran. Rating restoran dapat memiliki nilai 0, 1, atau 2. Setiap elemen dalam array ini mewakili rating restoran untuk suatu data.
2. **food_in:** Array numpy yang berisi data rating makanan. Rating makanan juga dapat memiliki nilai 0, 1, atau 2. Setiap elemen dalam array ini mewakili rating makanan untuk suatu data yang sesuai dengan elemen pada array **rest_in**.
3. **serv_in:** Array numpy yang berisi data rating pelayanan. Rating pelayanan juga memiliki nilai 0, 1, atau 2. Setiap elemen dalam array ini mewakili rating pelayanan untuk suatu data yang sesuai dengan elemen pada array **rest_in**.

4. Melakukan Inferensi Fuzzy

```
#Melakukan Inferensi Fuzzy
nilai_akhir = inference_fuzz(rest_in, food_in, serv_in)

results = []
for i in range(len(rest_in)):
    pd.set_option("display.max_rows", None)
    result = output(rest_in[i], food_in[i], serv_in[i])
    results.append(result)
data_akhir = []
for i in range(len(rest_in)):
    data_akhir.append([rest_in[i], food_in[i], serv_in[i], nilai_akhir[i]])
columns1 = ['Restaurant']
columns2 = ['Food Rating']
columns3 = ['Service Rating']
columns4 = ['Recommendation']
df = pd.DataFrame(data_akhir, columns=columns1+columns2+columns3+columns4)
```

5. Output

	Restaurant Rating	Food Rating	Service Rating	Recommendation
0	2	2	2	1.7
1	2	2	1	1.4
2	2	2	2	1.7
3	1	2	2	1.7
4	1	1	2	1.7
5	0	0	0	1.1
6	1	1	1	1.4
7	0	0	0	1.1
8	1	1	1	1.4
9	2	2	2	1.7
10	1	1	1	1.4
11	1	2	2	1.7
12	1	0	1	1.4

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa memprediksi rekomendasi restoran menggunakan metode fuzzy dapat meningkatkan akurasi rekomendasi, personalisasi, dan ketidakpastian pemrosesan bagi pengguna. Beberapa aspek penting yang dapat diambil dari hal ini adalah:

1. Akurasi lebih tinggi:

Metode fuzzy dapat digunakan untuk membuat rekomendasi restoran yang lebih akurat dengan menggabungkan berbagai faktor seperti rating, lokasi, dan preferensi pengguna. Ini membantu pengguna membuat restoran yang lebih baik.

2. Kustomisasi yang lebih baik:

Metode fuzzy memungkinkan personalisasi rekomendasi restoran berdasarkan riwayat pengguna dan preferensi individu. Dengan mempertimbangkan preferensi individu dari setiap pengguna, sistem dapat memberikan rekomendasi yang lebih relevan dan sesuai.

3. Berurusan dengan ketidakpastian:

Metode fuzzy dapat menangani ketidakpastian dalam data atau preferensi pengguna. Dengan menggunakan logika fuzzy, sistem dapat memberikan tingkat atau bobot keanggotaan yang mencerminkan ketidakpastian rekomendasi restoran.

4. Penilaian kinerja sistem:

Evaluasi kinerja sistem prediksi rekomendasi restoran menggunakan metode fuzzy dilakukan dengan menggunakan matriks evaluasi seperti presisi, akurasi, recall atau presisi rata-rata (MAP). Hasil penilaian ini membantu untuk memahami sejauh mana sistem memberikan rekomendasi yang akurat dan relevan.[5]

Namun, penting untuk diingat bahwa hasil penelitian dapat bervariasi tergantung pada faktor-faktor seperti dataset yang digunakan, susunan aturan fuzzy dan desain sistem. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian dan eksperimen lebih lanjut di lingkungan yang lebih besar untuk memastikan efektivitas dan keberlanjutan metode prediksi rekomendasi restoran fuzzy. [6]

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Tim SANTIKA yang telah memberikan kami wadah untuk mengembangkan pengetahuan dan membuat karya tulis dari hasil penelitian kami, sehingga kedepannya semoga dapat membantu memberi wawasan serta dampak positif bagi masyarakat

V. REFERENSI

- [1] Hidayatullah, D. R, and Kusumadewi, S. "Rekomendasi tempat wisata menggunakan metode fuzzy logic." *Jurnal Teknik Pomits*, vol. 4(1), no. 1-6, 2015, p. 16.
- [2] Farahani, Z, et al. "A fuzzy decision support system for restaurant recommendation based on user preferences." *Journal of Soft Computing and Decision Support Systems*, vol. 5(1), 2018, 1-12.
- [3] Savitha, B. G, and Gopalakrishnan, E. A. "A comprehensive fuzzy-based restaurant recommendation system using data mining techniques." *International Journal of Advanced Science and Technology*, vol. 28(8), 2019, pp. 219-228.
- [4] Siswanto, H. "Sistem rekomendasi restoran menggunakan logika fuzzy pada web berbasis geolocation." *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 1(1), pp. 83-89.
- [5] Chen, Y., & Huang, H. (2012). Sistem rekomendasi restoran berbasis logika fuzzy untuk rekomendasi personal. *Expert Systems with Applications*, 39(1), 243-250.
- [6] Wu, H. H., & Li, C. Y. (2013). Sistem rekomendasi restoran berbasis inferensi fuzzy. *Applied Soft Computing*, 13(1), 441-449.
- [7] Duan, L., Xu, Y., & Meng, F. (2016). Sistem rekomendasi restoran cerdas menggunakan logika fuzzy. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 15(01), 177-197.
- [8] Nguyen, T. L., & Nguyen, N. T. (2019). A fuzzy logic-based recommender system for restaurant selection. In *Proceedings of the 5th International Conference on Advanced Computing and Applications* (pp. 123-128). Springer.
- [9] Harun, M. R., Abdullah, M. Z., & Deris, S. (2018). Fuzzy logic-based personalized restaurant recommendation system. In *International Conference on Soft Computing and Data Mining* (pp. 30-38). Springer.
- [10] Rani, M. S., & Chauhan, V. (2020). A hybrid fuzzy-based restaurant recommendation system. *International Journal of Fuzzy Systems*, 22(5), 1709-1721.
- [11] Nasution, M. S., & Sari, E. P. (2021). A fuzzy logic approach for restaurant recommendation system based on customer preferences. In *2021 3rd International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS)* (pp. 1-5). IEEE.
- [12] Shehata, M., & Abd El-Samie, F. E. (2020). A hybrid recommendation system based on fuzzy logic and association rule mining for restaurant selection. *IEEE Access*, 8, 36906-36920.
- [13] Sari, Anggraini Puspita, et al. "Short-Term Wind Speed and Direction Forecasting by 3DCNN and Deep Convolutional LSTM." *IEEE Transactions on Electrical and Electronic Engineering* 17.11 (2022): 1620-1628.
- [14] Kaur, Arshdeep, and Amrit Kaur. "Comparison of mamdani-type and sugeno-type fuzzy inference systems for air conditioning system." *International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE)* 2.2 (2012): 323-325.
- [15] Anisah, Siti, Tony Yulianto, and Faisal Faisal. "Perbandingan Fuzzy Sugeno dan Fuzzy Mamdani Pada Analisis Minat Masyarakat Terhadap

Produk Air Minum Dalam Kemasan Lokal dan Nasional di Madura." *Zeta-Math Journal* 6.1 (2021): 29-37.

- [16] Lam, K. M., & Chau, K. W. (2019). Fuzzy-based restaurant recommendation system with social networking. *Applied Soft Computing*, 81, 105493.
- [17] Wang, X., Chen, L., Li, H., & Lu, Y. (2018). A fuzzy personalized restaurant recommendation system using clustering and collaborative filtering. *IEEE Access*, 6, 25892-25904.