

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya yang telah menerapkan metode Fuzzy Mamdani, dalam penelitian ini penulis menggunakan penelitian sebelumnya sebagai referensi. Berikut beberapa penelitian sebelumnya :

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis/Tahun	Hasil Penelitian
1	ANALISIS DAN IMPLEMENTASI METODE FUZZY-MAMDANI PADA TINGKAT KEPUASAN NASABAH	MELISA PUTRI AYU SIMATUPANG, 2021	Dalam penelitian ini metode fuzzy Mamdani menunjukkan bahwa secara keseluruhan nasabah sudah merasa puas terhadap pelayanan yang diberikan.
2	Penerapan Fuzzy Mamdani Pda Penilaian Kinerja Dosen (Studi Kasus STMIK Kaputama Binjai)	Magdalena Simanjuntak, Achmad Fauzi, 2017	Pada penelitian ini pemanfaatan metode fuzzy mamdani dapat membantu menentukan dosen yang terbaik dengan menggunakan perhitungan tabel aturan pada metode fuzzy mamdani.

3	Analisa Tingkat Kepuasan Penumpang Trans Metro Pekanbaru Menggunakan Metode Fuzzy Logic	Fajrial,Lucky Lhaura Van FC, Lisnawita, 2019	Pada penelitian ini penggunaan Fuzzy Logic mempermudah pemecahan masalah tanpa model matematika. Hasil penelitian ini melihat kepuasan penumpang tran metro pekanbaru dengan dipengaruhi kecepatan waktu, dan biaya dan kemudahan yang ditawarkan pada jasa yang diberikan.
4	Analisis Tingkat Kepuasan Pelanggan Menggunakan Fuzzy Mamdani (Studi Kasus: Busrain	Ali Ikhwan, Mohammad Badri, Mega Andriani, Nurhadizah Saragih, 2019	Dalam penelitian ini metode fuzzy mamdani menghasilkan keputusan terbaik dalam penilaian kepuasan pelanggan pada pelayanan Toko Busrain Bakery
5	Analisis Fuzzy Logic Menentukan Pemilihan Motor Honda Dengan Metode Mamdani	Januardi Nasir, Johnson Suprianto, 2017	Berdasarkan hasil aplikasi yang dibuat dengan visual basic untuk mendukung perusahaan dalam

			menentukan pembelian motor
6	Model Fuzzy Mamdani Untuk Penilaian Tingkat Kepuasan Pelayanan Pengaduan Masyarakat	Martin, Lala Nilawati, 2018	Pada penelitian ini penggunaan metode mamdani dapat memperlihatkan aturan keterhubungan antara variable, ini membuktikan korelasi varibel dalam menentukan hasil kepuasan
7	Aplikasi Fuzzy Mamdani Untuk Menganalisis Kepuasan Mahasiswa Terhadap Pelayanan Akademik UIN Raden Intan Lampung (Studi Kasus : Program Studi Pendidikan Matematika)	Nur Kholifah	Pada penelitian ini perhitungan fuzzy Mamdani terlihat bahwa hasil menyatakan kepuasan mahasiswa dengan nilai selisih dari hitung manual dan matlab dan dinyatakan puas
8	Analisa Tingkat Kepuasan Mahasiswa Terhadap Perkuliahan Daring Pada Era Pandemi Covid-19	Dodi Sukma R.A, Roki Hardianto, Heleni Filtri, 2021	Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tingkat kepuasan mahasiswa berada dibilangan

			real yang termasuk kategori puas
9	Analisis Kepuasan Masyarakat Terhadap Kualitas Pelayanan Pengadilan Agama Kabupaten Kediri Dengan Pendekatan Logiks Fuzzy	Niska Shofia, Lilia Sinta W, Putri Kusuma A, 2017	Berdasarkan pada pembahasan penelitian yang dilakukan hasil pengukuran tingkat kualitas pelayanan bahwa penilaian masyarakat pada pelayananMeja Informasi Pengadila Agama Kabupaten Kediri adalah baik.
10	Tingkat Kepuasan Mahasiswa Terhadap Kinerja Dosen Menggunakan Fuzzy Logic (Studi Kasus Di STTIND Padang)	Indah Febriyani,2018	Dari penelitian ini disimpulkan bahwa penerapan fuzzy mamdani dapat mengetahui tingkat kepuasan mahasiswa terhadap kinerja dosen. Yang menunjukkan bahwa mahasiswa sudah cukup puas dengan kinerja dosen.

2.2 Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah logika yang berhubungan dengan konsep kebenaran parsial, dan logika klasik sendiri menyatakan bahwa segala sesuatu dapat dinyatakan dalam bentuk biner (0 atau 1). Logika fuzzy dapat menggunakan nilai

keanggotaan dari 0 sampai 1. Berbagai teori dalam pengembangan logika fuzzy menunjukkan bahwa logika fuzzy dapat digunakan untuk memodelkan sistem yang berbeda. Logika fuzzy dikatakan mampu memetakan input ke output tanpa mengabaikan faktor-faktor yang ada. Logika fuzzy dianggap sangat fleksibel dan memungkinkan data yang ada.

Logika fuzzy adalah logika dengan nilai ambigu atau ketidakjelasan antara benar dan salah. Dalam logika fuzzy, nilainya bisa benar atau salah pada saat yang bersamaan. Namun, kebenaran dan jumlah kesalahan tergantung pada bobot keanggotaan. Logika fuzzy dapat dianggap sebagai kotak hitam yang menghubungkan ruang input ke ruang output. Kotak hitam berisi satu atau lebih metode yang dapat digunakan untuk mengolah data masukan menjadi keluaran dalam format informasi yang sesuai (Sri Kusumadewi, 2002).

2.3 Himpunan Fuzzy

Pada himpunan tegas (crisp set), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A(x)$, memiliki dua kemungkinan, yaitu (Kusumadewi & Hari, 2010) :

- 1) Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau
- 2) Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Himpunan fuzzy didasarkan pada gagasan untuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik ke himpunan tajam sehingga fungsi tersebut berisi bilangan real dalam interval $[0,1]$. Nilai keanggotaan menunjukkan bahwa elemen dari alam semesta percakapan tidak hanya 0 atau 1, tetapi juga nilai di antaranya. Artinya, nilai kebenaran elemen tersebut adalah Nilai benar atau salah. Nilai 0 berarti salah, nilai 1 berarti benar, dan nilai masih antara benar dan salah. (Sri Kusumadewi, 2002).

Himpunan fuzzy memiliki dua atribut, yaitu (Kusumadewi & Hari, 2010) :

- 1) Linguistik yaitu penamaan suatu grup yang memiliki suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa, seperti: muda, parobaya dan tua.
- 2) Numeris yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, seperti: 40, 25, 50 dan sebagainya.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy, yaitu :

- a) Variabel fuzzy Variabel fuzzy merupakan suatu lambang atau kata yang menunjukkan kepada suatu yang tidak tertentu dalam sistem fuzzy.
- b) Himpunan fuzzy Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy.
- c) Semesta Pembicaraan Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy .
- d) Domain Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy.

2.4 Fungsi Keanggotaan

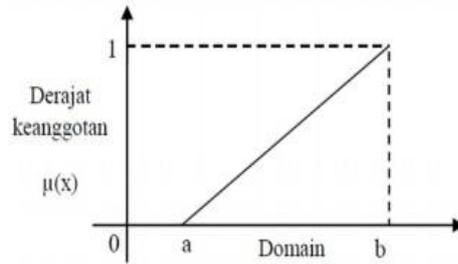
Fungsi keanggotaan adalah kurva yang menunjukkan hubungan antara titik data masukan dan nilai keanggotaannya (sering disebut derajat keanggotaan), dengan interval 0 hingga 1. Fungsi keanggotaan merupakan bagian penting dari himpunan fuzzy. Salah satu cara untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan pendekatan fungsional. Ada beberapa fungsi yang bisa Anda gunakan. (Kusumadewi & Hari, 2010).

2.4.1 Representasi Linear

Dalam representasi linier, pemetaan input ke derajat keanggotaan direpresentasikan sebagai garis lurus. Format ini adalah pilihan paling sederhana dan paling tepat untuk mendekati konsep yang kurang jelas.

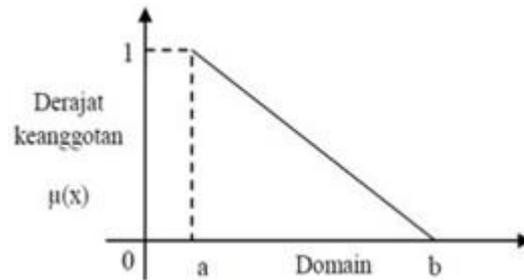
Ada 2 keadaan himpunan fuzzy yang linear, antara lain :

- a) Representasi linier naik, yaitu himpunan peningkatan yang ditetapkan dimulai dengan nilai domain dengan keanggotaan nol dan bergerak ke kanan menuju nilai domain dengan keanggotaan yang lebih tinggi.



Gambar 2. 1 Representasi Linear Naik

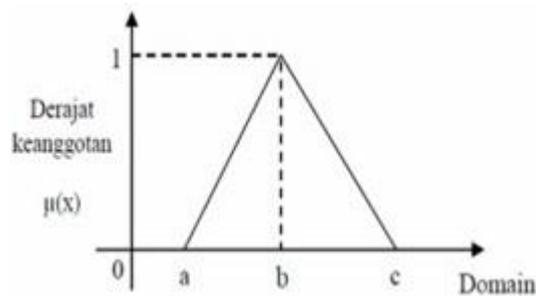
- b) Representasi linier turun, merupakan kebalikan dari representasi linier naik. Garis lurus yang dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



Gambar 2. 2 Representasi Linear Turun

2.4.2 Representasi Kurva Segitiga

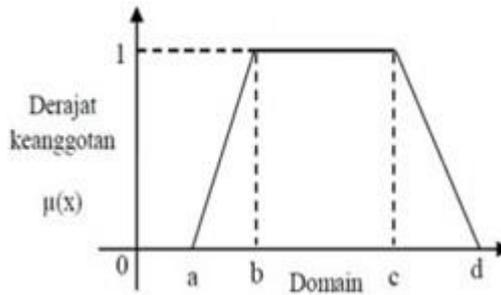
Grafik segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis lurus (linear).



Gambar 2. 3 Representasi Kurva Segitiga

2.4.3 Representasi Kurva Trapesium

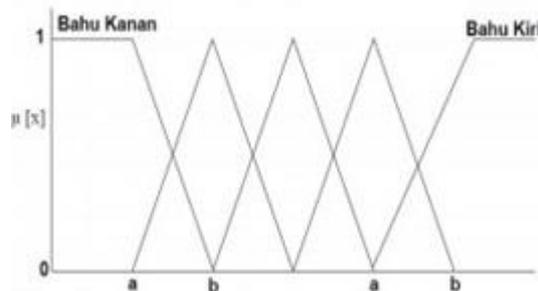
Representasi kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk representasi kurvasegitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



Gambar 2. 4 Representasi Kurva Trapesium

2.4.4 Representasi Kurva Bentuk Bahu

Representasi kurva bentuk bahu merupakan daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik turun. Himpunan *fuzzy* bahu digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy*. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah dan bahu kanan bergerak dari salah ke benar.



Gambar 2. 5 Representasi Kurva Bentuk Bahu

2.5 Operator Dasar Zadeh untuk Operasi Himpunan Fuzzy

Ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk menggabungkan dan memodifikasi himpunan fuzzy. Daya tembak atau predikat merupakan hasil dari nilai penggabungan yang dijalankan oleh dua set. Ada tiga operator basis yang dibuat oleh Zadeh, yaitu (Cox, 1994) dalam (Kusumadewi & Hari, 2010).

2.5.1 Operator AND

Operator ini berhubungan dengan operasi intersection pada himpunan. Fire strength sebagai hasil operasi menggunakan operator AND diambil, dengan nilai keanggotaan terkecil di set elemen yang ditentukan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A(x), \mu_B(y))$$

2.5.2 Operator OR

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan. Fire strength sebagai hasil operasi dengan OR diperoleh dengan mendapatkan nilai keanggotaan maksimum antara elemen-elemen dalam himpunan masalah.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A(x), \mu_B(y))$$

2.5.3 Operator NOT

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi menggunakan operator NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen-elemen dalam himpunan masalah dari 1.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A(x)$$

2.6 Implikasi Fuzzy

Setiap aturan dasar pengetahuan fuzzy (proposisi) dikaitkan dengan hubungan fuzzy. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah:

$$\text{IF } x \text{ is } A, \text{ THEN } y \text{ is } B$$

Dengan x dan y adalah skalar, dan A dan B adalah himpunan wajib. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai enteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen (Kusumadewi & Hari, 2010). Proposisi dapat diperluas dengan menggunakan operator fuzzy, seperti :

IF (x_1 is A_1) o (x_2 is A_2) o (x_3 is A_3) o ... o (x_n is A_n) o THEN y is B
 dengan o adalah operator (misal : OR atau AND). Secara umum ada 2 fungsi implikasi yang dapat di gunakan, yaitu :

1. Min (Minimum)

Fungsi ini akan memotong output himpunan fuzzy.

2. Dot (Product)

Fungsi ini akan menskala output himpunan fuzzy.

2.7 Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem inferensi fuzzy adalah cara untuk menarik kesimpulan dari seperangkat aturan fuzzy. Metode mamdani merupakan metode yang lebih diterima oleh banyak pihak karena metode ini lebih intuitif dan lebih cocok apabila input diterima dari manusia (Sri Kusumadewi, 2002). Metode Mamdani memiliki output yang berupa nilai-nilai dalam domain himpunan fuzzy yang dikategorikan dalam komponen linguistik.

Pada dasarnya sistem inferensi fuzzy terdiri dari empat unit, yaitu (Susilo, 2006) :

1) Unit pengaburan (*fuzzification unit*)

Unit fuzzifikasi mengubah masukan yang tegas menjadi masukan kabur. Untuk masing-masing variabel masukan ditentukan suatu fungsi pengaburan (*fuzzification function*) yang akan mengubah nilai variabel masukan yang tegas (yang biasanya dinyatakan dalam bilangan real) menjadi nilai pendekatan yang kabur.

2) Unit penalaran logika kabur (*fuzzy logic reasoning unit*)

Unit penalaran kabur menerima masukan kabur hasil pengolahan unit pengaburan untuk disimpulkan berdasarkan kaidah-kaidah yang tersedia dalam basis pengetahuan.

3) Unit basis pengetahuan (*knowledge base unit*)

a. Basis data (*data base*), yang memuat fungsi-fungsi keanggotaan dari himpunan-himpunan kabur yang terkait dengan nilai dari variabelvariabel linguistik yang dipakai.

b. Basis kaidah (*rule base*), yang memuat kaidah-kaidah berupa implikasi fuzzy.

4) Unit penegasan (*defuzzification unit*)

Langkah terakhir dikerjakan oleh unit defuzzifikasi yaitu menerjemahkan himpunan-himpunan keluaran itu kedalam nilai-nilai tegas. Nilai tegas inilah yang kemudian direalisasikan dalam bentuk suatu tindakan yang dilaksanakan dalam proses itu.

2.8 Metode *Fuzzy-Mamdani*

Metode Mamdani atau biasa disebut metode min-max. Pada tahun 1975 Ebrahim Mamdani memperkenalkan metode ini. Metode *fuzzy* Mamdani adalah metode sistem inferensi fuzzy yang digunakan untuk menarik kesimpulan tentang masalah yang tidak pasti. Empat langkah diperlukan untuk mendapatkan output (Kusumadewi & Hari, 2010) :

a. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

Pada metode Mamdani baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

b. Aplikasi fungsi implikasi

Pada metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah *min(minimum)*.

$$\min (\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i))$$

c. Komposisi Aturan

Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu (Kusumadewi & Hari, 2010) :

1. Metode *max (maximum)*

Untuk mendapatkan solusi himpunan *fuzzy* metode max bekerja dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, lalu digunakan nilai untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan menerapkan ke *output* dengan menggunakan operator OR (*union*).

$$\mu_{sf}(x_i) = \max (\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i))$$

Dimana:

$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-*i*;

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-*i*

2. Metode *Additive (Sum)*

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan *bounded-sum* terhadap semua *output* daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan :

$$\mu_{sf}(x_i) = \min (1, \mu_{sf}(x_i) + \mu_{kf}(x_i))$$

Dimana:

$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-*i*;

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-*i*

3. Metode Probabilistik OR (probor)

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan *product* terhadap semua *output* daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan :

$$\mu_{sf}(x_i) = (\mu_{sf}(x_i) + \mu_{kf}(x_i)) - (\mu_{sf}(x_i) * \mu_{kf}(x_i))$$

Dimana:

$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-*i*;

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-*i*

d. Penegasan (*defuzzification*)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Ada beberapa metode defuzzifikasi pada komposisi aturan mamdani, antara lain (Kusumadewi & Hari, 2010) :

1. Metode *centroid* (*Composite Moment*)

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titikpusat (z^*) daerah *fuzzy*. Secara umum ditulis :

$$z^* = \frac{\int_a^b z \cdot \mu(z) dz}{\int_a^b \mu(z) dz}$$

untuk domain kontinu, dengan z^* adalah nilai hasil *defuzzification* dan

$\mu(z)$ adalah derajat keanggotaan titik tersebut, sedangkan z adalah nilai domain ke-*i*.

2. Metode Bisektor

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*.

3. Metode *Mean of Maximum* (MOM)

Solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang

memiliki nilai keanggotaan maksimum.

4. Metode *Largest of Maximum* (LOM)

Solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

5. Metode *Smallest of Maximum* (SOM)

Solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan yang maksimum.

2.9 Uji Validasi

Hasil uji validasi termasuk hasil prediksi, sehingga dapat menentukan apakah metode prediksi yang Anda gunakan sudah sesuai. Mean Absolute Error Percent Error (MAPE) Ini adalah metode evaluasi prediktif yang membandingkan hasil ramalan dengan kejadian sebenarnya. MAPE dihitung dengan membagi kesalahan mutlak setiap periode dengan dan menggunakan pengamatan aktual untuk periode tersebut. Kedua, kesalahan rata-rata adalah persen mutlak.