

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Table 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Author/Tahun	Hasil Penelitian
1	Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Untuk Prediksi Persediaan Bahan Baku	Julio Warmnsyah, Dida Hilpiah, 2019	Pada penelitian ini ditemukan metode yang dapat memprediksi persediaan bahan baku yaitu menggunakan metode <i>fuzzy sugeno</i> . Hasil prediksi persediaan bahan baku dengan metode <i>fuzzy sugeno</i> mendapatkan nilai MAPE sebesar 38 %. Sesuai tabel evaluasi prediksi (tabel 8) nilai 38 % termasuk pada penilaian <i>Reasonable</i> (masuk akal).
2	Tingkat Kepuasan Mahasiswa Terhadap Kinerja Dosen Menggunakan Fuzzy Logic (STUDI KASUS DI STTIND PADANG)	Indah Febriyani, 2018	penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa penerapan Fuzzy Logic metode Mamdani dapat mengetahui tingkat kepuasan mahasiswa terhadap kinerja dosen di Program Studi Teknik Pertambangan STTIND Padang, untuk mengukur tingkat kepuasan Mahasiswa terhadap kinerja dosen ada 5 kriteria yang digunakan yaitu <i>tangible</i> , <i>reliability</i> , <i>responsiveness</i> , <i>assurance</i> dan <i>empathy</i> .
3	Analisis Kepuasan Pelanggan Terhadap Kualitas Produk Dan Pelayanan Dengan Menggunakan	Leni Susanti, 2022	Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan yaitu, berdasarkan hasil uji validasi dan reliabilitas dalam 25 butir pertanyaan yang digunakan untuk mendapatkan data dalam penyebaran kuesioner dinyatakan

	Komparasi <i>Fuzzy Inference System</i>		masing- masing pertanyaan bersifat valid & reliabel, sehingga layak untuk digunakan dimanapun dan kapanpun.
4	Analisis Kinerja Pelayanan Kesehatan Dengan Pendekatan Logika Fuzzy Sugeno	Desi Vinsensia, 2019	Pada penelitian ini mengukur nilai kualitas peayanan digunakan metode service quality dengan mengukur tingkat persepsi dan harapan berdasarkan dimensi kualitas pelayanan. Pada simulasi hasil matlab dengan nilai persepsi pasien 87 dan variable harapan 50 diperoleh dengan metode fuzzy sugeno nilai kualitas layanan sebesar 68,5. Hal ini menunjukkan kategori puas.
5	Model Evaluasi Kinerja Karyawan Dengan Metode Fuzzy Sugeno Pada Resto ABTL	Fanisya Alva Mustika, Sustrisno, 2016	Pada penelitian ini model evaluasi kinerja karyawan dibuat menggunakantools Matlab v7.9.0 (R2009b) dengan logika Fuzzy Sugeno. Setelah proses penginputan data selesai, maka selanjutnya akan dilakukan proses evaluasi kinerja karyawan yang akan menghasilkan output berupa nilai karyawan dan hasil kinerja karyawan.
6	Analisis Tingkatkepuasan Penumpang Terhadap Layanan Bendar Udara Hang Nadim Batam Dengan Pendekatan Logika Fuzzy	Joni Eka Candra,2022	Pada penelitian ini berdasarkan analisis dan pembahasan yang dilakukan terhadap 50 orang responden, dengan metode skala likert responden menyatakan cukup puas.
7	Analisis tingkat kepuasan masyarakat	Sestri Nova Rizki, 2016	Penelitian ini menganalisa tingkat kepuasan masyarakat terhadap kinerja kepolisian dalam

	dengan kualitas kinerja kepolisian menggunakan metode <i>fuzzy logic</i> sugeno		menyelesaikan masalah di lingkungan masyarakat baik dari segi pelayanan, tanggung jawab dan persepsi serta menghasilkan kepuasan bagi masyarakat Sungai Tarab Kabupaten Tanah Datar.
8	Analisis Fungsi Keanggotaan Dalam Fuzzy Inference System	Arta Trisades Pinem,2015	Pada penelitian ini merancang pengendali logika fuzzy, faktor mendasar yang harus dipenuhi adalah penskalaan dari nilai input-output, aturan dasar kendali fuzzy dan tipe fungsi keanggotan yang digunakan.
9	Analisis Tingkat Kepuasan Pelanggan Menggunakan Fuzzy Mamdani (Studi Kasus: Bursrain Bakery)	Ali Ikhwan, Mohammad Badri, Mega Andriani, Nurhadizah Saragih,2019	Pada penelitian ini Metode Fuzzy Mamdani, penarikan kesimpulan dapat mudah dimengerti oleh manusia. Oleh karena itu, metode ini dapat menghasilkan keputusan terbaik karena sesuai dengan naluri manusia. Hasil yang diperoleh dari input yang diberikan adalah rasa makanan dengan nilai 8 dengan domain [6 10]. Artinya, variabel rasa makanan enak. Dari input kualitas pelayanan diperoleh nilai 7 dengan domain [3 7]. Artinya, variabel kualitas pelayanan cukup baik. Dari input yang diberikan diperoleh output tingkat kepuasan konsumen sebesar 85,96% yang berarti bahwa pelanggan puas dengan rasa makanan dan kualitas pelayanan yang diberikan oleh Toko Busrain Bakery.
10	Analisis Tingkat Kepuasan Mahasiswa Terhadap Kinerja Dosen Dalam	Yanto Metusalake Snae, Gerlan Apriandy	Pada penelitian ini Tingkat kepuasan mahasiswa terhadap kinerja dosen dalam proses belajar mengajar secara offline maupun online di Program Studi S1 Keperawatan

	Proses Belajar Mengajar Menggunakan Fuzzy Logic	Manu, Diana Y.A.Fallo,2022	Angkatan 2019 Fakultas Kesehatan Universits Citra Bangsa menggunakan fuzzy logic, sudah dikatakan puas yang didapat melalui penilaian dari empat variabel indikator kompetensi yaitu kompetensi pedagogik, kompetensi profesional, kompetensi kepribadian dan kompetensi sosial sehingga di dapat hasil perhitungan menggunakan metode fuzzy logic tsukamoto secara manual didapat nilai 75 sesuai dengan kriteria penilaian Puas (65-80). Sehingga dikatakan puas terhadap kinerja dosen S1 Keperawatan Angkatan 2019 Universitas Citra Bangsa.
--	---	----------------------------	--

## 2.2 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* pertama kali ditemukan pada tahun 1965 oleh seorang ilmuwan di Amerika Serikat yang berkebangsaan Iran, yaitu Prof. Lutfi A. Zadeh. Profesor Zadeh merupakan seorang ilmuwan di bidang ilmu komputer di Universitas Barkley. Pengembangan logika *fuzzy* yang dilakukan oleh profesor Zadeh berawal dari anggapan sang profesor bahwa logika benar atau salah tidak dapat mempresentasikan pemikiran manusia.

Logika *fuzzy* adalah metodologi sistem kontrol pemecahan masalah, yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil, *embedded system*, jaringan PC, *multi-channel* atau workstation berbasis akuisisi data, dan sistem kontrol. Pada metodologi ini bisa digunakan pada perangkat keras, perangkat lunak, atau kombinasi keduanya. Dalam logika klasik dinyatakan bahwa segala sesuatu bersifat biner, yang hanya mempunyai dua kemungkinan, “Baik atau Buruk”, “Benar atau Salah”, dan lain-lain. Karna itu semua ini dapat mempunyai nilai keanggotaan 0 atau 1. Dan dalam logika fuzzy kemungkinan nilai keanggotaan berada di antara 0 dan 1. Yang artinya bisa saja suatu keadaan memiliki dua nilai “Baik atau Buruk”, “Benar atau salah” secara

bersamaan namun besar nilainya tergantung dari bobot keanggotaan yang dimilikinya.

Menurut Kusuma Dewi (2003), terdapat beberapa alasan mengapa menggunakan logika *fuzzy*, yaitu:

1. Logika *fuzzy* memiliki gagasan yang mudah untuk dimengerti.
2. Logika *fuzzy* mampu beradaptasi terhadap perubahan atau ketidakpastian yang menyertai suatu masalah.
3. Logika *fuzzy* memiliki sifat yang sangat fleksibel.

### **2.3 Himpunan Fuzzy**

Himpunan *fuzzy* adalah rentang nilai, masing-masing nilai mempunyai derajat keanggotaan antara 0 sampai dengan 1. Himpunan adalah kumpulan dari obyek-obyek yang berbeda. Obyek disini disebut elmen atau anggota dari himpunan (Marsudi, 2010). Menurut Prof. Zadeh, himpunan *fuzzy* yaitu suatu kelas obyek dengan kontinu nilai keanggotaan. Himpunan *fuzzy* adalah sebuah teori pengelompokan objek dalam batas yang samar. Himpunan tersebut dikaitkan dengan suatu fungsi yang menyatakan derajat kesesuaian unsur-unsur dalam semestanya dengan konsep yang merupakan syarat keanggotaan himpunan tersebut. Dan fungsi itu disebut fungsi keanggotaan dan nilai fungsi itu disebut derajat keanggotaan suatu unsur dalam himpunan itu, yang selanjutnya disebut himpunan samar (*fuzzy set*) (Susilo, 2003).

Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut, yaitu:

1. *Linguistik*, yaitu pemberian nama pada suatu grup untuk menggambarkan kondisi tertentu yang menggunakan kata-kata ungkapan seperti dingin, sejuk, panas, dll.
2. *Numeris*, yaitu merupakan angka atau nilai untuk menggambarkan ukuran suatu variabel, seperti: 1, 2, 3, 4, dst.
  - a. Variabel *fuzzy*, yaitu suatu symbol yang menggambarkan suatu kuantitas dalam sistem *fuzzy*. Seperti: umur, curah hujan, dll.
  - b. Himpunan *fuzzy*, adalah suatu yang mewakili keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.

- c. Semesta Pembicaraan, adalah rentang nilai yang bisa digunakan dalam variabel *fuzzy* yang mana nilai tersebut merupakan bilangan real. Nilai pada semesta pembicara bisa berbentuk bilangan positif atau negatif.
- d. *Domain* himpunan *fuzzy*, merupakan rentang nilai yang diperbolehkan dalam himpunan *fuzzy* berdasarkan dari nilai semesta pembicara. Seperti: tua = [30,50], muda = [0, 20], dewasa = [15,30].

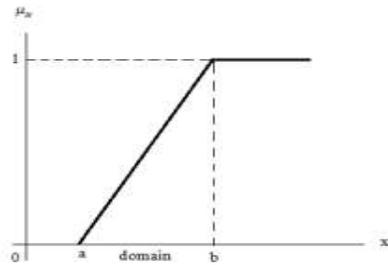
## 2.4 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu pemetaan titik-titik input suatu informasi ke dalam nilai keanggotaannya yang digambarkan dalam suatu kurva. Salah satu cara yang bisa digunakan untuk memperoleh nilai keanggotaan yakni menggunakan pendekatan fungsi. (Setyawan & Nikicha, 2020).

### 2.4.1 Representasi *Linear*

Terdapat 2 keadaan himpunan *fuzzy linear*, yaitu:

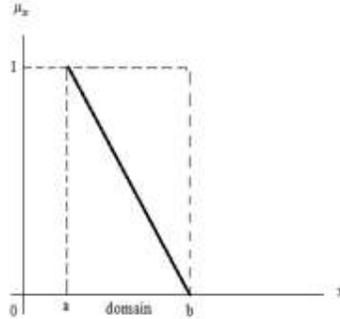
1. *Linear* Naik, merupakan kurva lurus yang bergerak naik mulai dari derajat keanggotaan terendah nol menuju ke derajat keanggotaan yang lebih tinggi satu. (Setyawan & Nikicha, 2020).



Gambar 2. 1 Kurva *linear* naik

$$\text{Fungsi keanggotaan : } \mu[x] \begin{cases} 0 & ; x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & ; a < x < b \\ 1 & ; x \geq b \end{cases} \quad (2.1)$$

2. *Linear Turun*, yaitu merupakan kurva yang bergerak turun yang dimulai dari satu yang merupakan nilai derajat keanggotaan tertinggi menuju ke derajat keanggotaan terendah yaitu nol. (Setyawan & Nikicha, 2020).

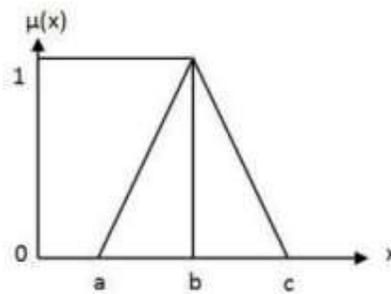


**Gambar 2. 2 Kurva *linear* turun**

$$\text{Fungsi keanggotaan : } \mu[x] \begin{cases} 0 & ; x \geq b \\ \frac{(b-x)}{(b-a)} & ; a < x < b \\ 1 & ; x \leq a \end{cases} \quad (2.2)$$

### 2.4.2 Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga, merupakan fungsi keanggotaan hasil penggabungan antara kurva *linear* naik dan kurva *linear* turun. (Setyawan & Nikicha, 2020).

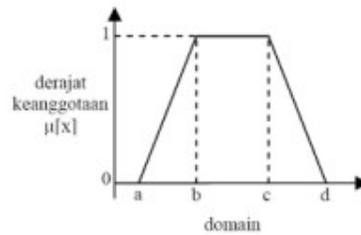


**Gambar 2. 3 Kurva segitiga**

$$\text{Fungsi keanggotaan : } \mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ or } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x = b \\ \frac{(c-x)}{(c-b)}; & b < x < c \end{cases} \quad (2.3)$$

### 2.4.3 Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium, sama seperti kurva segitiga yang membedakannya adalah kurva ini memiliki titik datar pada nilai keanggotaan satu yang membentuk trapesium. (Irwansyah & Faisal, 2019).

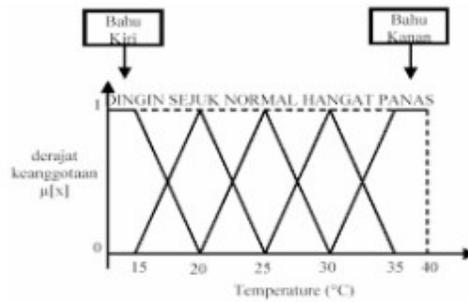


**Gambar 2. 4 Kurva trapesium**

$$\text{Fungsi keanggotaan: } \mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ or } x \geq d \\ \frac{(x-a)}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & c \leq x \leq d \\ 0; & x \geq d \end{cases} \quad (2.4)$$

### 2.4.4 Representasi Kurva Bahu

Kurva bahu, yaitu menggambarkan sebuah kurva kombinasi dari kurva bentuk segitiga pada bagian tengah dan kurva linear naik dan turun pada sisi kiri dan kanan yang membentuk seperti bahu. (Irwansyah & Faisal, 2019).



Gambar 2. 5 Kurva bahu

$$\text{Fungsi keanggotaan : } \mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq p \text{ or } x \geq s \\ \frac{(x-p)}{(q-p)}; & p \leq x \leq q \\ 1; & q \leq x \leq r \\ \frac{(s-x)}{(s-r)}; & \end{cases} \quad (2.5)$$

## 2.5 Operasi Logika Fuzzy

Operasi logika fuzzy dibutuhkan untuk melakukan tahap inferensi. Operasi logika fuzzy yaitu digunakan untuk menggabungkan dan memodifikasi sebuah himpunan fuzzy.  $\alpha$ -predikat atau *firing strength* merupakan hasil operasi dasar antara dua himpunan. Terdapat tiga operasi himpunan fuzzy. (Setyawan & Nikicha, 2020).

### 2.5.1 Operator OR (Union)

Operator OR adalah operasi gabungan pada suatu himpunan. Predikat pada operator OR di ambil dari nilai keanggotaan terbesar pada himpunan yang bersangkutan.

$$\mu(P \cup Q)(x) = \max\{\mu P(x), \mu Q(x)\} \quad (2.6)$$

### 2.5.2 Operator AND (Intersection)

Operator AND adalah operasi irisan pada suatu himpunan. Predikat pada operasi AND di ambil dari keanggotaan terkecil pada himpunan yang bersangkutan.

$$\mu(P \cap Q)(x) = \min\{\mu P(x), \mu Q(x)\} \quad (2.7)$$

### 2.5.3 Operator *NOT* (*complement*)

Operator *NOT* adalah operasi komplemen pada himpunan. Predikat pada operasi *NOT* di ambil dari mengurangkan nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari satu.

$$\mu A^c(x) = 1 - \mu A(x) \quad (2.8)$$

### 2.6 Fungsi Implikasi

Disetiap aturan-aturan yang dipergunakan akan berhubungan dengan suatu relasi *fuzzy*. Bentuk aturan yang umum digunakan dalam fungsi. (Sujarwata, 2014).

Fungsi implikasi yaitu:

$$\text{Jika } x \text{ adalah } P \text{ maka } y \text{ adalah } Q \quad (2.9)$$

Variabel *linguistik* digambarkan dengan huruf x dan y, sedangkan predikat *fuzzy* yang berkaitan dengan himpunan-himpunan *fuzzy* digambarkan dengan huruf P dan Q. kata “jika” disebut dengan enteseden sedangkan kata yang mengikuti kata “maka” disebut konsekuen.

### 2.7 Sistem Inferensi *Fuzzy*

*Fuzzy Inferensi System* (FIS) yaitu sebuah rancangan kerja komputasi yang berdasarkan pada konsep himpunan *fuzzy*, *rules fuzzy*, dan penalaran *fuzzy*.

Untuk mengambil keputusan sistem ini berfungsi dengan proses tertentu dengan aturan-aturan inferensi pada logika *fuzzy*. Ada empat komponen di dalam inferensi *fuzzy*, yaitu:

1. *Fuzzyfikasi*, yaitu proses merubah data yang akan digunakan dalam fungsi keanggotaan *fuzzy*.

2. Penalaran logika *fuzzy*, yaitu proses memetakan input himpunan *fuzzy* untuk mendapatkan output himpunan *fuzzy*.
3. Basis pengetahuan, ada 2 bagian yaitu:
  - a. Basis data, yaitu fungsi keanggotaan *fuzzy* yang berkaitan dengan nilai variabel yang akan digunakan.
  - b. Basis aturan, yaitu aturan-aturan yang memuat implikasi *fuzzy*.
4. *Defuzzyfikasi*, yaitu merupakan proses mengubah output himpunan *fuzzy* ke dalam nilai tegas (*crisp*).

### 2.7.1 Fuzzy sugeno

*Fuzzy Sugeno* adalah sistem inferensi *fuzzy* pada aturan-aturan yang digunakan dalam bentuk *IF-THEN* yang mana *output* bukan himpunan *fuzzy* tetapi berupa konstanta atau persamaan *linear*. (Puspita & Yulianti, 2016).

Dalam *fuzzy Sugeno* ada 2 yaitu:

1. Metode *Fuzzy Sugeno Orde-Nol*

Bentuk umum modelnya yaitu seperti berikut:

$$IF(X_1 IS A_1) \cap (X_2 IS A_2) \cap (X_3 IS A_3) \cap \dots \cap (X_n IS A_n) THEN z = k \quad (2.10)$$

Pada  $A_n$  yaitu himpunan *fuzzy* ke n yaitu sebagai enteseden sedangkan K yaitu konstanta.

2. Metode *Fuzzy Sugeno Orde-Satu*

Bentuk umum modelnya yaitu sebagai berikut:

$$IF(X_1 IS A_1) \cap (X_2 IS A_2) \cap (X_3 IS A_3) \cap \dots \cap (X_n IS A_n) THEN z = p_1 * x_1 + \dots + p_n * N_n + q_1 \quad (2.11)$$

$A_i$  merupakan himpunan *fuzzy* ke-l yaitu sebagai enteseden, sedangkan  $p_1$  adalah persamaan *linear*.

Untuk menapatkan *output* (hasil) maka digunakan langkah seperti berikut:

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*, yaitu menentukan semua variabel yang akan digunakan sebagai *input*, kemudian menentukan semesta pembicara dari variabel untuk membentuk suatu himpunan *fuzzy*.
2. Pembentukan aturan dasar *fuzzy*, menyusun basis aturan yang berupa implikasi *fuzzy* yang dinyatakan sebagai hubungan antar variabel *input* dan variabel *output*.

Bentuk umumnya seperti berikut:

$$\text{Jika } X \text{ adalah } P \text{ dan } Y \text{ adalah } Q, \text{ maka } Z = f(x,y) \quad (2.12)$$

Pada  $x$ ,  $y$  dan  $z$  yaitu sebagai variabel linguistik, sedangkan  $A$  dan  $B$  yaitu himpunan *fuzzy* ke-1 untuk  $z, y$  dan  $f(x,y)$  yaitu fungsi matematika. Banyaknya aturan yang ditemukan oleh banyaknya variabel linguistik untuk setiap variabel *input*. (Setyawan & Nikicha, 2020).

Dalam aturan *fuzzy* yaitu secara bersama-sama (simultan) membangun sebuah sistem. Dari bagian antesedennya memiliki variabel yang sama, dan konstanta juga memiliki variabel yang sama.

- $FR^1: \bar{x} \text{ is } A^1 \rightarrow y \text{ is } B^1$
- $FR^2: \bar{x} \text{ is } A^2 \rightarrow y \text{ is } B^2$
- $FR^3: \bar{x} \text{ is } A^3 \rightarrow y \text{ is } B^3$

Kemudian inferensi *fuzzy* akan mendapatkan hasil dari *input* berdasarkan data yang didapatkan sebelumnya.

### 3. Aturan Dasar Fuzzy

Sistem memiliki beberapa aturan, dalam melakukan inferensi *fuzzy* metode yang digunakan yaitu metode *minimum*. Yaitu dengan mencari nilai terendah dan mengubahnya ke *output* dengan operator *OR* (union). Pada proses penegasan yaitu himpunan *fuzzy* di dapatkan melalui aturan-aturan *fuzzy*, dan *output* yang didapatkan adalah suatu bilangan real. Pada metode Sugeno defuzzifikasi ( $Z^*$ ) menggunakan aturan dengan mencari nilai rata-rata terbobot.

$$Z^* = \frac{\sum_{i=1}^N \alpha_i z_i}{\sum_{i=1}^N \alpha_i}; i = 1, 2, 3, \dots, N \quad (2.13)$$

Dengan:

$\alpha_i$  = nilai keluaran pada aturan ke - $i$

$Z_i$  = drajat keanggotaan nilai keluaran pada aturan ke - $i$

$n$  = banyaknya aturan yang digunakan

## 2.8 Uji Validasi

Pengujian validasi terdapat hasil peramalan sehingga dapat diketahui sesuai atau tidaknya metode yang digunakan. Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan metode evaluasi ramalan dengan cara membandingkan hasil akhir. MAPE dihitung dengan menggunakan kesalahan absolute pada setiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu, kemudian rata-rata kesalahan persentase absolut tersebut. MAPE mengindikasikan seberapa besar kesalahan dalam meramal yang dibandingkan dengan nilai nyata. (Riset et.al., 2019)

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|x_i - f_i|}{x_i}}{n} \times 100 \quad (2.14)$$

Keterangan:

$x_i$  = Nilai aktual pada periode

$f_i$  = Nilai peramalan pada periode

$n$  = Jumlah periode