

## BAB II DASAR TEORI

### 2.1 Tinjauan Pustaka

#### 2.1.1 Penelitian Sebelumnya

Penyusunan skripsi ini mengambil beberapa referensi penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini. Berikut penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini, yaitu:

Tabel 2.1 Penelitian yang terkait dengan Penerapan *Fuzzy Tsukamoto* untuk Rekomendasi Peminjaman

Judul Penelitian	Kesimpulan
<p><b>Penerapan Algoritma <i>Apriori</i> untuk Rekomendasi Peminjaman Buku di Perpustakaan STMIK Widya Pratama</b></p> <p><b>Peneliti</b> Devi Sugianti dan Indrayanti</p> <p><b>Tahun</b> 2015</p> <p><b>Metode</b> <i>Algoritma Apriori</i></p> <p><b>Parameter (Variabel)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variabel <i>input</i> : no urut, nim, nama, kode buku, tgl pinjam, tgl harus kembali, tgl kembali, judul dan progdi.</li> <li>2. Variabel <i>output</i> : kombinasi judul buku.</li> </ol>	<p>Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Algoritma <i>Apriori</i> dapat digunakan untuk merekomendasikan peminjaman buku, dengan melihat kecenderungan mahasiswa dalam melakukan transaksi peminjaman. Dengan adanya informasi tersebut dapat untuk mengambil keputusan tentang tata letak buku serta stok buku.</li> <li>2. Penerapan data mining dengan metode <i>Apriori</i> yang dilakukan di STMIK Widya Pratama dengan menggunakan nilai <i>minimum support</i> adalah 0.04 dan dengan nilai <i>minimum conference</i> 0.4 maka diperoleh hasil judul buku (Metode Statistika Ed. Rev Cet. 6 maka akan meminjam Pengantar Statistika Ekonomi dan Bisnis jilid</li> </ol>

	1) dengan nilai <i>support</i> 0.01 dan nilai <i>confidence</i> 1. <sup>[7]</sup>
<p><b>Implementasi Algoritma <i>FP-Growth</i> untuk Sistem Rekomendasi Buku di Perpustakaan UKDW</b></p> <p><b>Peneliti</b> Rama Novta Miraldi, Antonius Rachmat &amp; Budi Susanto</p> <p><b>Tahun</b> 2014</p> <p><b>Metode</b> Algoritma <i>FP-Growth</i></p> <p><b>Parameter (Variabel)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variabel <i>input</i> : data transaksi.</li> <li>2. Variabel <i>output</i> : rekomendasi buku.</li> </ol>	<p>Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Algoritma <i>FP-Growth</i> dapat digunakan didalam kasus perekomendasiian buku dan mendapatkan hasil keluaran berupa rekomendasi buku yang terkait.</li> <li>2. Tingkat keakuratan <i>FP-Growth</i> dalam memberikan rekomendasi buku adalah sebesar 60,78%. <sup>[13]</sup></li> </ol>
<p><b>Model Evaluasi Performa Mahasiswa Tahun Pertama melalui Pendekatan <i>Fuzzy Inference System</i> dengan Metode <i>Tsukamoto</i></b></p> <p><b>Peneliti</b> Zaenal Abidin &amp; Zulkifli</p> <p><b>Tahun</b> 2013</p> <p><b>Metode</b> <i>Fuzzy Tsukamoto</i></p> <p><b>Parameter (Variabel)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variabel <i>input</i> : IP Semester 1 &amp; 2 dengan himpunan <i>fuzzy</i> sangat kurang, kurang, cukup, baik dan</li> </ol>	<p>Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:</p> <p>Metode <i>Tsukamoto</i> dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja mahasiswa tahun pertama. <sup>[14]</sup></p>

<p>sangat baik.</p> <p>2. Variabel <i>output</i> : Penilaian performa nilai indeks prestasi kumulatif dari semester 1 dan 2 terdiri atas 5 himpunan <i>fuzzy</i> yaitu sangat buruk, buruk, rata-rata, memuaskan dan sangat memuaskan.</p>	
<p><b>Pengembangan Sistem Rekomendasi Penelusuran Buku dengan Penggalian <i>Association Rule</i> menggunakan Algoritma <i>Apriori</i> (Studi Kasus Badan Perpustakaan dan Kearsipan Provinsi Jawa Timur)</b></p> <p><b>Peneliti</b> Nugroho Wandu, Rully A. Hendrawan dan Ahmad Mukhlason</p> <p><b>Tahun</b> 2012</p> <p><b>Metode</b> Algoritma <i>Apriori</i></p> <p><b>Parameter (Variabel)</b></p> <p>1. Variabel <i>input</i> : transaksi peminjaman dengan nilai <i>minsup</i> dan <i>mincof</i>.</p> <p>2. Variabel <i>output</i> : rekomendasi buku.</p>	<p>Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:</p> <p>1. Algoritma <i>Apriori</i> dapat menghasilkan rekomendasi buku berdasarkan transaksi peminjaman buku yang ada.</p> <p>2. Langkah <i>preparation</i> merupakan langkah penting sebelum melakukan <i>mining</i>. Bila persebaran data transaksi tidak merata seperti pada tugas akhir ini, maka dengan penggunaan <i>preparation</i>, data bisa disiapkan sehingga data bisa memenuhi ekspektasi. Ataupun, dari <i>preparation</i> bisa diketahui sebab hasil <i>mining</i> yang tidak memenuhi ekspektasi.</p> <p>3. Penentuan data transaksi untuk di-<i>mining</i> memerlukan cara yang lebih spesifik, salah satunya bertujuan mendapatkan data dengan banyak peminjaman dan sering muncul atau dengan kata</p>

	<p>lain yang dapat memenuhi batasan-batasan yang ditentukan sehingga menghasilkan rekomendasi yang baik (rekomendasi yang baik adalah <i>strong rules</i>).</p> <p>4. <i>Apriori</i> sangat bergantung pada banyaknya buku yang ada pada tiap transaksinya (<i>itemset</i>). Dalam penelitian ini nilai batasan <i>minsup</i> tidak bisa lebih dari empat, karena data transaksi terbanyak ada pada satu dan dua buku pertransaksi.</p> <p>5. Pengukuran validitas algoritma menggunakan dua skenario dan menunjukkan hasil yang sama dalam perhitungannya sehingga aplikasi dapat dikatakan valid.<sup>[9]</sup></p>
<p><b><i>Fuzzy Inference System dengan Metode Tsukamoto sebagai Pemberi Saran Pemilihan Konsentrasi (Studi Kasus: Jurusan Teknik Informatika UII)</i></b></p> <p><b>Peneliti</b> Arkham Zahri Rakhman, Helmanatun Nisa Wulandari, Geralvin Maheswara dan Sri Kusumadewi</p> <p><b>Tahun</b> 2012</p> <p><b>Metode</b> <i>Fuzzy Tsukamoto</i></p>	<p>Dengan memiliki kesimpulan bahwa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Fuzzy Inference System</i> (FIS) dengan metode <i>Tsukamoto</i> dapat digunakan untuk memberikan rekomendasi dalam pemilihan konsentrasi di Jurusan Teknik Informatika.</li> <li>2. Para pengambil keputusan (pengelola jurusan), dapat melakukan manipulasi data aturan pemberian rekomendasi berdasarkan nilai mata kuliah yang mendukung konsentrasi.</li> <li>3. Mahasiswa dapat melihat persentase nilai rekomendasi</li> </ol>

<p><b>Parameter (Variabel)</b></p> <p>1. Variabel <i>input</i> : matakuliah yang ada pada kurikulum teknik informatika UII.</p> <p>2. Variabel <i>output</i> : saran dalam menentukan konsentrasi studi khususnya pada jurusan Teknik Informatika UII.</p>	<p>didasarkan pada nilai mata kuliah yang dimiliki <sup>[15]</sup></p>
--	--

Berdasarkan hasil penelitian diatas maka perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilaksanakan oleh peneliti yaitu:

1. Lokasi penelitian dan hasil yang akan diterapkan yaitu di perpustakaan ST3 Telkom Purwokerto.
2. Algoritma yang digunakan untuk menghitung rekomendasi peminjaman buku *fuzzy Tsukamoto*.
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 100 data transaksi dari bulan September sampai dengan November 2016.
4. Variabel *input* yakni jumlah buku dan jumlah peminjaman buku serta variabel *output* dalam penelitian ini adalah rekomendasi buku.

### 2.1.2 Pemilihan Program

Tabel 2.2 Perbandingan Algoritma

Faktor Perbandingan	<i>Fuzzy Tsukamoto</i>	<i>A-Priori</i>	<i>FP-Growth</i>
<i>Input</i>	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Kombinasi Pola	Kombinasi Pola
<i>Output</i>	Himpunan <i>Fuzzy</i>	<i>Frequent pattern</i>	<i>Frequent pattern</i> dengan <i>conditional FP-tree</i> secara berulang-ulang
Performance	Stabil	Tidak Stabil	Tidak Stabil
Kecepatan	Cepat	Cepat	Cukup Cepat

Oleh karena itu, peneliti memilih menggunakan *Fuzzy Tsukamoto* yaitu :

1. Menyeleksi alternatif terbaik dari sejumlah alternatif
2. Cepat dan stabil

3. Dapat menghasilkan output antara 0 sampai 1

## 2.2 Logika *Fuzzy*

Dalam Bahasa Inggris, *fuzzy* mempunyai arti kabur atau tidak jelas. Jadi, logika *fuzzy* adalah logika yang kabur yang mengandung unsur ketidakpastian<sup>[16]</sup>. Logika *fuzzy* merupakan metode pengambilan keputusan yang digunakan untuk memecahkan masalah yang sulit didefinisikan secara model matematika atau dengan maksud menangani masalah ketidakpastian. Yang dimaksud dengan ketidakpastian adalah keraguan, ketidaktepatan dan kebenaran yang bersifat sebagian. Dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy*. Menurut Indriana Candra Dewi et all (2013), himpunan *fuzzy* disebut dengan himpunan tegas (*crisp*) dengan nilai keanggotaan suatu item  $x$  dalam suatu himpunan  $A$  yang dituliskan dengan  $\mu_A[x]$ , dimana memiliki dua buah kemungkinan nilai yaitu:

- a. Satu (1) yang artinya suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan tertentu.
- b. Nol (0) yang artinya suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan tertentu.

Misalkan dalam kehidupan sehari-hari, dewasa didefinisikan dengan usia 17 tahun ke atas. Jika menggunakan logika tegas, seseorang yang berusia 17 tahun kurang 1 hari dinyatakan sebagai tidak dewasa. Namun dalam logika *fuzzy*, orang tersebut dinyatakan dengan hampir dewasa<sup>[16]</sup>.

Logika *fuzzy* banyak memiliki keuntungan dibandingkan dengan metode lain dalam pengambilan keputusan berdasarkan pengurangan jumlah nilai pada derajat keanggotaan. Juga memiliki kemampuan penalaran seperti pemikiran manusia dengan memberikan informasi yang mengolah sumber informasi yang ambigu dan tidak akurat. Kelebihan-kelebihan metode *fuzzy* antara lain:

1. Sangat fleksibel.
2. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
3. Konsep matematis penalaran *fuzzy* mudah dimengerti dan sederhana.
4. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman secara langsung dari para pakar tanpa harus melalui proses pelatihan.
5. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.

6. Logika *fuzzy* berasal dari bahasa alami yang merupakan penalaran mirip dengan manusia.<sup>[18]</sup>

Contoh aplikasi dari penggunaan logika *fuzzy* yakni mesin cuci di Jepang dengan menggunakan logika *fuzzy* untuk menentukan putaran yang tepat secara otomatis berdasarkan jenis, banyaknya kotoran dan jumlah yang akan dicuci. Contoh aplikasi yang lain yakni transmisi otomatis pada mobil, kereta bawah tanah Sendai untuk mengontrol pemberhentian otomatis pada area tertentu, bidang Ekonomi pada sistem pemasaran yang kompleks dan bidang Ilmu Kedokteran dan Biologi untuk sistem diagnosis.

## 2.3 Logika dan Himpunan *Fuzzy*

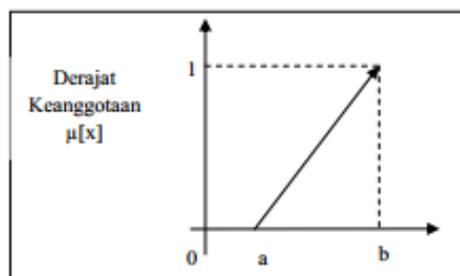
### 2.3.1 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan menurut Hasiholan & Sudradjat (2008) adalah kurva yang menerangkan mengenai pemetaan titik input dalam nilai keanggotaan (derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Himpunan *fuzzy* merupakan logika yang intuitif sehingga saat akan memilih berbagai fungsi keanggotaan *fuzzy* maka dipilih berdasarkan keinginan pemilik<sup>[17]</sup>. Beberapa fungsi keanggotaan *fuzzy*, yaitu:

#### 1. Representasi Linear

Representasi linear adalah pemetaan input ke derajat keanggotaan yang digambarkan sebagai garis lurus. Pada representasi linear terdapat dua kemungkinan, yaitu:

- a. Kenaikan himpunan dimulai dari nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke arah kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.<sup>[17]</sup>

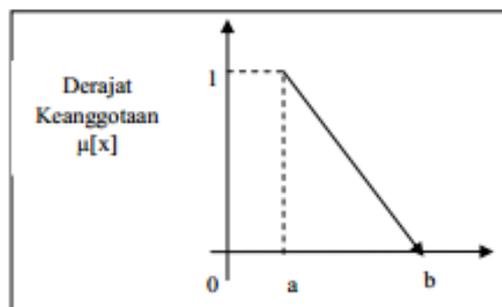


Gambar 2.1 Representasi Kurva Linear Naik<sup>[17]</sup>

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} 0; x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; a \leq x \leq b \\ 1; x \geq b \end{cases} \quad (2.1)$$

- b. Penurunan himpunan dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri akan bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah. <sup>[17]</sup>



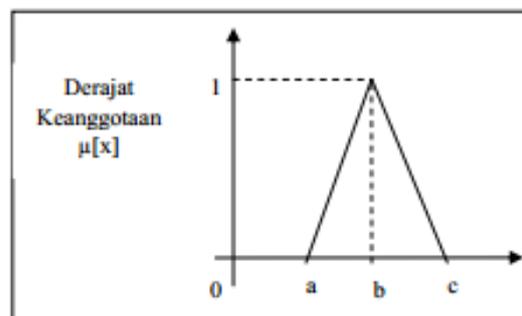
Gambar 2.2 Representasi Kurva Linear Turun <sup>[17]</sup>

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a}; a \leq x \leq b \\ 0; x \geq b \end{cases} \quad (2.2)$$

## 2. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya terbentuk dari gabungan antara dua garis linear. Fungsi ini terdapat hanya satu nilai  $x$  yang memiliki derajat keanggotaan sama dengan 1, yaitu ketika  $x = b$ . Tetapi, nilai-nilai disekitar  $b$  memiliki derajat keanggotaan yang turun cukup tajam (menjauhi 1). <sup>[17]</sup>



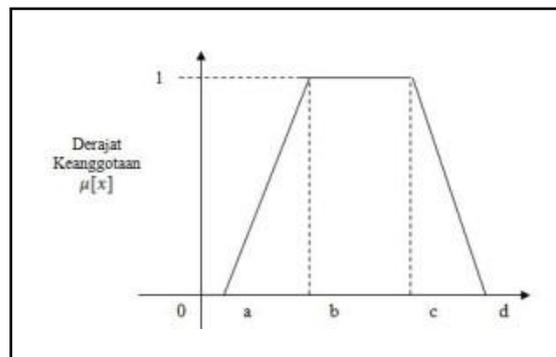
Gambar 2.3 Representasi Kurva Segitiga <sup>[17]</sup>

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x, a, b] = \left\{ \begin{array}{l} 0; x \leq a, \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; b \leq x \leq c \end{array} \right\} \quad (2.3)$$

### 3. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium terdapat beberapa nilai  $x$  yang memiliki derajat keanggotaan sama dengan 1, yaitu  $b \leq x \leq c$  dengan memiliki derajat keanggotaan untuk  $a < x < b$  dan  $c < x \leq d$  memiliki karakteristik yang sama dengan fungsi segitiga. <sup>[17]</sup>



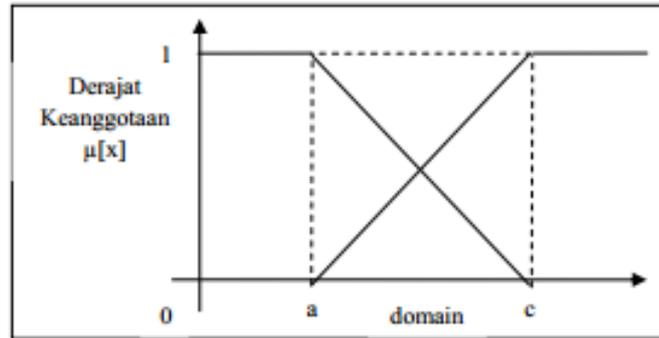
Gambar 2.4 Representasi Kurva Trapesium<sup>[17]</sup>

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x, a, b, c, d] = \left\{ \begin{array}{l} 0; x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; a \leq x \leq b \\ 1; b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; c \leq x \leq d \\ 0; x \geq d \end{array} \right\} \quad (2.4)$$

### 4. Representasi Kurva Bahu

Daerah yang terbentuk di tengah-tengah suatu variabel direpresentasikan dalam kurva segitiga pada sisi kanan dan kiri akan naik turun. Tetapi terkadang salah satu sisi variabel tersebut tidak mengalami perubahan. Himpunan *fuzzy* bahu digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy*. <sup>[17]</sup>

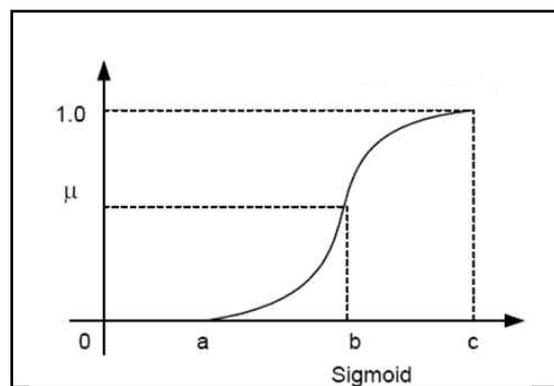
Gambar 2.5 Representasi Kurva Bahu<sup>[17]</sup>

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x, a, b] = \left. \begin{array}{l} 0; x \geq b \\ \frac{b-x}{b-a}; a \leq x \leq b \\ 1; x \geq a \\ 0; x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; a \leq x \leq b \\ 1; x \geq b \end{array} \right\} \quad (2.5)$$

#### 5. Representasi Kurva Sigmoid

Kurva sigmoid berbentuk kurva sigmoidal seperti huruf S. Setiap nilai  $x$  (anggota *crisp set*) dipetakan ke dalam interval  $[0, 1]$ .<sup>[17]</sup>

Gambar 2.6 Representasi Kurva Sigmoid<sup>[17]</sup>

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x, a, b, c] = \begin{cases} 0; x \leq a \\ 2\left(\frac{x-a}{c-a}\right)^2; a < x \leq b \\ 1 - 2\left(\frac{c-x}{c-a}\right)^2; b < x < c \\ 1; x \geq c \end{cases} \quad (2.6)$$

### 2.3.2 Operasi Logika Fuzzy

Operasi-operasi yang dapat dilakukan dalam logika *fuzzy* sama dengan dalam logika biasa. Operasi-operasi dalam logika *fuzzy* yakni:

#### 1. Gabungan

Gabungan antara himpunan A dan himpunan B diartikan sebagai himpunan yang dekat dengan A atau dekat dengan B<sup>[16]</sup>.

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

#### 2. Irisan

Irisan antara himpunan A dan himpunan B diartikan sebagai himpunan yang dekat dengan A juga dekat dengan B<sup>[16]</sup>.

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

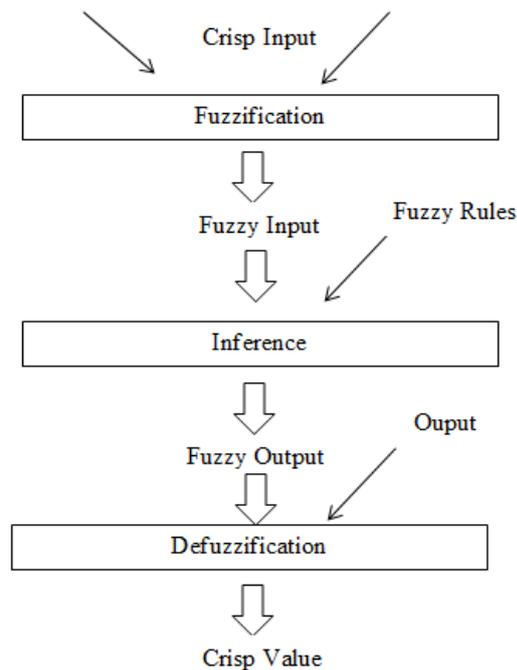
#### 3. Komplemen

Komplemen dari himpunan A diartikan sebagai himpunan yang tidak dekat dengan A<sup>[16]</sup>.

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

## 2.4 Kendali Logika Fuzzy

Sistem kendali logika *fuzzy* disebut sistem *Inference Fuzzy (Fuzzy Inference System)* yakni sistem yang dapat melakukan penalaran serupa dengan prinsip manusia dengan penalaran dengan nalurinya. Sistem kendali logika *fuzzy* terdiri dari beberapa tahapan seperti pada diagram berikut:

Gambar 2.7 Proses Kendali Logika *Fuzzy* <sup>[20]</sup>

Menurut Suyanto (2014), Sistem kendali logika *fuzzy* pada gambar 2.8 memiliki beberapa tahapan yakni:

#### 2.4.1 *Fuzzification*

*Fuzzification* adalah pemetaan nilai input berupa nilai tegas (*crisp value*) ke dalam fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* untuk diolah ke dalam mesin penalaran.

$$\text{Fuzzification} : x \longrightarrow \mu(x)$$

#### 2.4.2 *Inference*

Proses *inference* yakni proses penggabungan banyak aturan dari data yang tersedia. *Inference* menggunakan *fuzzy input* dan *fuzzy rules* sehingga menghasilkan *fuzzy output*.

Hasil dari proses *inference* direpresentasikan oleh suatu *fuzzy set* untuk setiap variabel bebas (pada *consequent*). Misalkan terdapat suatu sistem dengan  $n$  variabel bebas  $x_1, \dots, x_n$  dan  $m$  variabel tidak bebas  $y_1, \dots, y_m$ . Misalkan  $R$  adalah suatu basis dari sejumlah  $r$  aturan *fuzzy*.

$$\text{IF } P_1(x_1, \dots, x_n) \text{ THEN } Q_1(y_1, \dots, y_m)$$

$$\text{IF } P_r(x_1, \dots, x_n) \text{ THEN } Q_r(y_1, \dots, y_m)$$

Dimana  $P_1, \dots, P_r$  menyatakan *fuzzy predicate* untuk variabel bebas dan  $Q_1, \dots, Q_r$  menyatakan *fuzzy predicate* untuk variabel tidak bebas. Terdapat beberapa model aturan *fuzzy* yang digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi, yaitu:

a. Model *Mamdani*

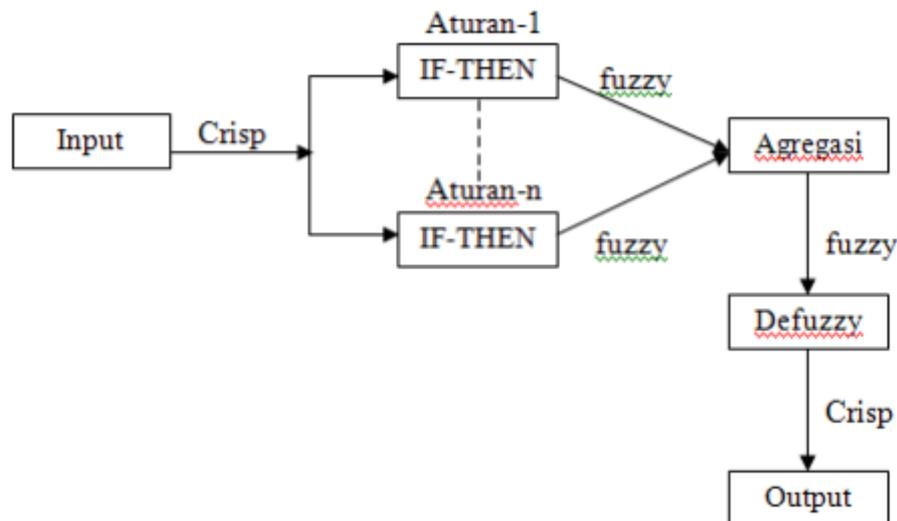
Pada model *mamdani* aturan *fuzzy* didefinisikan sebagai:

$$\text{IF } x_1 \text{ is } A_1 \text{ AND } \dots \text{ AND } x_n \text{ is } A_n \text{ THEN } y \text{ is } B$$

Dimana  $A_1, \dots, A_n$  dan  $B$  adalah nilai-nilai linguistik (atau *fuzzy set*) dan “ $x_1$  is  $A_1$ ” menyatakan bahwa nilai variabel  $x_1$  adalah anggota *fuzzy set*  $A_1$ .

b. Model *Tsukamoto*

Menurut Sri Kusumadewi dan Sri Hartati (2006) sistem *inference fuzzy* merupakan suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* yang berbentuk IF-THEN dan penalaran *fuzzy*. Secara garis besar, diagram blok proses inferensi *fuzzy* sebagai berikut:



Gambar 2.8 Diagram Blok Sistem *Inference Fuzzy* <sup>[22]</sup>

Sistem *inference fuzzy* menerima *input crisp*. *Input* dikirim ke basis pengetahuan yang berisi  $n$  aturan *fuzzy* dalam bentuk IF-THEN. *Fire strength* (nilai keanggotaan anteseden atau  $\alpha$ ) akan dicari pada setiap aturan. Apabila aturan lebih dari satu, maka akan dilakukan agregasi semua aturan. Selanjutnya pada hasil agregasi akan dilakukan

*defuzzifikasi* untuk mendapatkan nilai crisp sebagai *output* sistem. Salah satu metode FIS yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan adalah metode *Tsukamoto*. Pada metode *Tsukamoto*, implikasi setiap aturan berbentuk implikasi “Sebab-Akibat”/Implikasi “*Input-Output*” dimana antara anteseden dan konsekuen harus ada hubungannya. Setiap aturan direpresentasikan menggunakan himpunan-himpunan *fuzzy*, dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Untuk menentukan hasil tegas (*Crisp Solution*) digunakan rumus penegasan (*defuzzifikasi*) yang disebut “Metode rata-rata terpusat” (*Center Average Defuzzifier*).<sup>[23]</sup>

Misalkan terdapat variabel *input* yaitu  $x$  dan  $y$  dan variabel *output* yaitu  $z$ . Variabel  $x$  memiliki dua himpunan yaitu  $A1$  dan  $A2$ . Variabel  $y$  terbagi atas dua himpunan yaitu  $B1$  dan  $B2$  sedangkan variabel *output* terbagi atas dua himpunan yakni  $C1$  dan  $C2$ . Maka memiliki dua aturan sebagai berikut:

IF  $x$  is  $A1$  and  $y$  is  $B2$  THEN  $z$  is  $C1$

IF  $x$  is  $A2$  and  $y$  is  $B2$  THEN  $z$  is  $C1$

$\sigma$  – *predikat* untuk aturan pertama dan kedua, masing-masing adalah  $A1$  dan  $A2$  dengan menggunakan penalaran monoton maka diperoleh nilai  $z1$  pada aturan pertama dan  $z2$  pada aturan kedua.

### c. Model *Sugeno*

Model ini juga dikenal sebagai *Takagi-Sugeno-Kang* (TSK) model, yaitu varian dari model *Mamdani*. Model ini menggunakan aturan yang berbentuk:

IF  $x_1$  is  $A_1$  AND...AND  $x_n$  is  $A_n$  THEN  $y = f(x_1, \dots, x_n)$

Dimana  $f$  bisa berupa sembarang fungsi dari variabel-variabel input yang nilainya berada dalam interval variabel *output*. Biasanya, fungsi ini dibatasi dengan menyatakan  $f$  sebagai kombinasi linier dari variabel-variabel *input*:

$$F(x_1, \dots, x_n) = w_0 + w_1x_1 + \dots + w_nx_n$$

Dimana  $w_0, w_1, \dots, w_n$  adalah konstanta yang berupa bilangan real yang merupakan bagian dari spesifikasi aturan *fuzzy*.

### 2.4.3 Defuzzification

Menurut Suyanto (2014), *defuzzification* adalah pemetaan dari himpunan *fuzzy* ke himpunan tegas yakni mengubah *fuzzy input* menjadi *crisp value* berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Terdapat berbagai metode *defuzzification* yang telah berhasil diaplikasikan untuk berbagai masalah. Yakni:

#### a. Centroid Method

Metode yang disebut dengan *Center of Area* atau *Center of Gravity*. Metode ini merupakan metode yang paling penting dan menarik karena menghitung nilai *crisp* menggunakan rumus:

$$y^* = \frac{\sum y\pi_R(y)}{\sum \pi_R(y)} \quad (2.7)$$

Dimana  $y^*$  adalah nilai *crisp* dan  $\mu_R(y)$  adalah derajat keanggotaan dari  $y$ .

#### b. LOM (Largest of Maximum Method)

Dimana dengan mengambil nilai  $Z$  terbesar dari nilai derajat keanggotaan ( $\mu(z)$ ) yang maksimal. Dengan contoh sebagai berikut:

Rule	$(\mu(z))$	Z
1	0.25	5750
2	0.25	5750
3	0.4	4000
4	0.6	5000
5	0.6	3000

Maka nilai LOM adalah 5000.

#### c. SOM (Smallest of Maximum Method)

Dimana mengambil nilai  $z$  terkecil dari nilai derajat keanggotaan ( $\mu(z)$ ) yang maksimal. Dengan contoh sebagai berikut:

Rule	$(\mu(z))$	Z
1	0.25	5750
2	0.25	5750

3	0.4	4000
4	0.6	5000
5	0.6	3000

Maka nilai SOM dari tabel diatas adalah 3000.

d. *MOM (Mean of Maximum Method)*

Dimana mengambil nilai z rata-rata dari nilai derajat keanggotaan  $(\mu(z))$  yang maksimal.

Rule	$(\mu(z))$	Z
1	0.25	5750
2	0.25	5750
3	0.4	4000
4	0.6	5000
5	0.6	3000

Sehingga didapat dari contoh diatas nilai SOM=  $(5000+3000)/2 = 4000$ .

e. *Weighted Average*

Metode ini mengambil nilai rata-rata dengan menggunakan pembobotan berupa derajat keanggotaan. Sehingga  $y^*$  didefinisikan sebagai:

$$y^* = \sum \frac{\pi(y)(y)}{\pi(y)} \quad (2.8)$$

Dimana y adalah nilai *crisp* dan  $\mu(y)$  adalah derajat keanggotaan dari nilai. Dengan contoh sebagai berikut:

Rule	$(\mu(z))$	z	$Z = (\mu(z)) * z$
1	0.25	23000	5750
2	0.25	23000	5750
3	0.4	10000	4000
4	0.6	8333	5000
5	0.6	5000	3000
Total	2.6	69333	23500

$$\text{Jadi nilai dari } y^* = \frac{\sum (\mu(z)) * z}{\sum (\mu(z))} = \frac{23500}{2.6} = 9038$$