

## PERTEMUAN 12

### APLIKASI LOGIKA FUZZY

#### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan materi pada pertemuan ini, mahasiswa mampu menentukan perhitungan logika fuzzy. Sub materi pada pertemuan ini yaitu:

1. Memahami Sistem kontrol frekuensi putar AC
2. Logika *fuzzy*

#### B. Uraian Materi

##### 1. Sistem control frekuensi putar AC

Terdapat AC pada sebuah ruangan. AC tersebut memiliki sistem kontrol dengan 3 variabel. Variabel tersebut yaitu kecepatan pada saat AC berputar, suhu pada suhu ruangan tersebut dan sumber frekuensi putar AC. AC tersebut memiliki kecepatan putar terbesar yaitu 5000 rpm dan terkecil 1000 rpm. Suhu ruangan terbesar yaitu 600 kelvin dan terkecil 100 kelvin. Dilain sisi AC tersebut memiliki frekuensi terbesar sebanyak 7000 rpm dan terkecil yaitu 2000 rpm. Sistem kontrol memiliki 4 aturan yaitu:

[A1] JIKA suhu TINGGI DAN kecepatan LAMBAT KEMUDIAN frekuensi KECIL.

[A2] JIKA suhu RENDAH DAN kecepatan LAMBAT KEMUDIAN frekuensi KECIL.

[A3] JIKA suhu TINGGI DAN kecepatan CEPAT KEMUDIAN frekuensi KECIL.

[A4] JIKA suhu RENDAH DAN kecepatan LAMBAT KEMUDIAN frekuensi KECIL.

##### 2. Aplikasi Logika fuzzy

Jika angka sensor suhu menunjukkan 300 kelvin, dilain sisi AC memiliki kecepatan 4000 rpm pada saat berputar. Berapakah sistem kontrol tersebut bisa menghasilkan sumber frekuensi? Buatlah penyelesaian melalui tsukamoto method, mamdani method dan sugeno method dimana urutan yang digunakan sugeno yaitu

[A1] JIKA suhu TINGGI DAN kecepatan LAMBAT KEMUDIAN frekuensi KECIL.

$$= 0,5*kec + 1700$$

[A2] JIKA suhu RENDAH DAN kecepatan LAMBAT KEMUDIAN frekuensi KECIL

$$= 2*kec-4000$$

[A3] JIKA suhu TINGGI DAN kecepatan CEPAT KEMUDIAN frekuensi KECIL

$$=0,5kec+2000$$

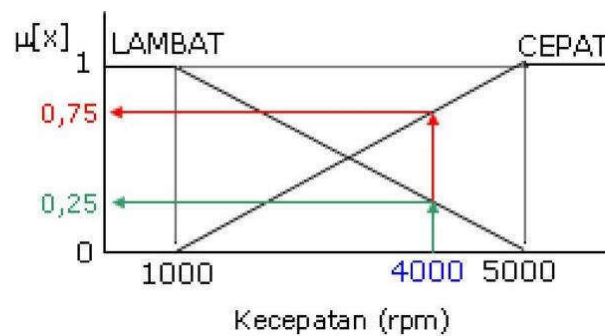
[A4] JIKA suhu RENDAH DAN kecepatan LAMBAT KEMUDIAN frekuensi KECIL.

$$= kec +700$$

**Solusi : Tsukamoto Method**

**Tahap ke-1: Fuzzifikasi**

a. Kecempatan; terdiridariatas LAMBAT and CEPAT seperti terlihat pada Gambar 12.1



**Gambar 12.1** variabel kecepatan yang memiliki Fungsi keanggotaan

$$\mu_{\text{LAMBAT}}[X] = \begin{cases} 1, & x \leq 1000 \\ = \frac{5000-x}{4000}, & 1000 \leq x \leq 5000 \\ 0, & x \geq 5000 \end{cases}$$

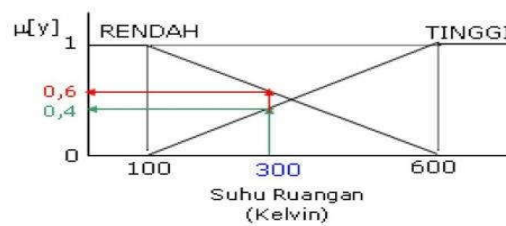
$$\mu_{\text{CEPAT}}[X] = \begin{cases} 0, & x \leq 1000 \\ = \frac{x-1000}{4000}, & 1000 \leq x \leq 5000 \\ 1, & x \geq 5000 \end{cases}$$

Kecepatan yang digunakan 400rpm yaitu:

$$\begin{aligned}\mu_{\text{LAMBAT}}[4000] &= (5000-4000) \\ &= 0,25 \\ \mu_{\text{CEPAT}}[4000] &= (4000-1000)/4000 \\ &= 0,75\end{aligned}$$

- b. Suhu terdiri atas 2 himp fuzzy, yaitu RENDAH sertaTINGGI (Gambar 12.2)

Suhu; terdiri-atas 2 himpunan fuzzy, yaitu:  
RENDAH dan TINGGI



**Gambar 12.2** Fungsi keanggotaan variabel suhu

$$\mu_{\text{RENDAHNYA}}[y] = \begin{cases} 1, & y \leq 100 \\ \frac{600-y}{500}, & 100 \leq y \leq 600 \\ 0, & y \geq 600 \end{cases}$$

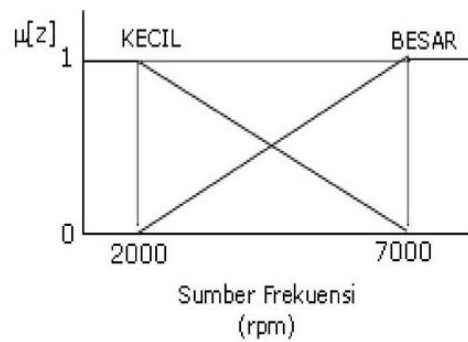
$$\mu_{\text{TINGGI}}[y] = \begin{cases} 0, & y \leq 100 \\ \frac{y-100}{500}, & 100 \leq y \leq 600 \\ 1, & y \geq 600 \end{cases}$$

Suhu yang digunakan 300 KELVIN yaitu:

$$\mu_{\text{RENDAH}}[300] = (600-300)/500 = 0,6$$

$$\mu_{\text{TINGGI}}[300] = (300-100)/50 = 0,4$$

- c. Frekuensi; terdiridariatas 2 himp fuzzy, yaitu KECIL and BESAR terlihat paga  
Gambar 12.3



**Gambar 12.3** fungsi keanggotaan variable frekuensi

$$\mu_{KECIL}[z] = \begin{cases} 1, & z \leq 2000 \\ \frac{7000-z}{5000}, & 2000 \leq z \leq 7000 \\ 0 & z \geq 7000 \end{cases}$$

$$\mu_{BESAR}[z] = \begin{cases} 0, & z \leq 2000 \\ \frac{z-2000}{5000}, & 2000 \leq z \leq 7000 \\ 1, & z \geq 7000 \end{cases}$$

### Tahap ke-2 :pembekuan Rule

Dalam tahap ini rule-rule yang dibentuk sesuai dengan yang diketahui dalam soal,

- [A1] IF kecepatan LAMBAT And suhu TINGGI THEN frekuensi KECIL;
- [A2] IF kecepatan LAMBAT And suhu RENDAH THEN frekuensi KECIL;
- [A3] IF kecepatan CEPAT And suhu TUNGGU THEN frekuensi BESAR;
- [A4] IF kecepatan CEPAT And suhu RENDAH THEN frekuensi BESAR;

**Tahap ke-3: Mesin Inferensia**

Tabel 12.1 penerapan Min untu setiap aturan

NO	Aturan	Penyelesaian
1	[A1] IF kecepatan LAMBAT And suhu TINGGI THEN frekuensi KECIL	$\alpha\text{-predikat}_1 = \mu_{\text{LAMBAT}} \cap \mu_{\text{TINGGI}}$ $= \min(\mu_{\text{LAMBAT}}[4000], \mu_{\text{TINGGI}}[300])$ $= \min(0,25; 0,4)$ $= 0,25$ Sehingga himpunan KECIL grafik sebagai berikut $(7000-z)/5000 = 0,25 \rightarrow z_1 = 5750 \text{ (rpm)}$
2	[A2] IF kecepatan LAMBAT And suhu RENDAH THEN frekuensi KECIL	$\alpha\text{-predikat}_2 = \mu_{\text{LAMBAT}} \cap \mu_{\text{REDAH}}$ $= \min$ $(\mu_{\text{LAMBAT}}[4000], \mu_{\text{REDAH}}[300])$ $= \min(0,25; 0,6)$ $= 0,25$ Sehingga himpunan KECIL grafik sebagai berikut $(7000-z)/5000 = 0,25 \rightarrow z_2 = 5750 \text{ (rpm)}$
3	[R3] IF kecepatan CEPAT And suhu TINGGI THEN frekuensi BESAR	$\alpha\text{-predikat}_3 = \mu_{\text{CEPAT}} \cap \mu_{\text{TINGGI}}$ $=$ $\min(\mu_{\text{CEPAT}}[4000], \mu_{\text{TINGGI}}[300])$ $= \min(0,75; 0,4)$ $= 0,4$ Sehingga himpunan KECIL grafik sebagai berikut $(Z-2000)/5000 = 0,4 \rightarrow Z_3 = 4000 \text{ (rpm)}$
4	[A4] IF kecepatan CEPAT And suhu RENDAH TINGGI frekuensi BESAR	$\alpha\text{-predikat}_4 = \mu_{\text{CEPAT}} \cap \mu_{\text{REDAH}}$ $=$ $\min(\mu_{\text{CEPAT}}[4000], \mu_{\text{REDAH}}[300])$ $= \min(0,75; 0,6)$ $= 0,6$ Sehingga himpunan KECIL grafik sebagai berikut $(Z-2000)/5000 = 0,6 \rightarrow Z_4 = 5000 \text{ (rpm)}$

**Tahap ke-4: Defuzzifikasi**

Hasil defizifikasi dengan rumus dibawah ini

$$z = \frac{\alpha \text{ pred1} * z1 + \alpha \text{ pred3} * \alpha \text{ pred4} * z4}{\alpha \text{ pred1} + \alpha \text{ pred2} + \alpha \text{ pred3} + \alpha \text{ pred4}}$$

$$z = \frac{0,25 * 5750 + 0,25 * 5720 + 0,4 * 4000 + 0,6 * 5000}{0,25 + 0,25 + 0,4 + 0,6} = \frac{7475}{1,5} = 4983$$

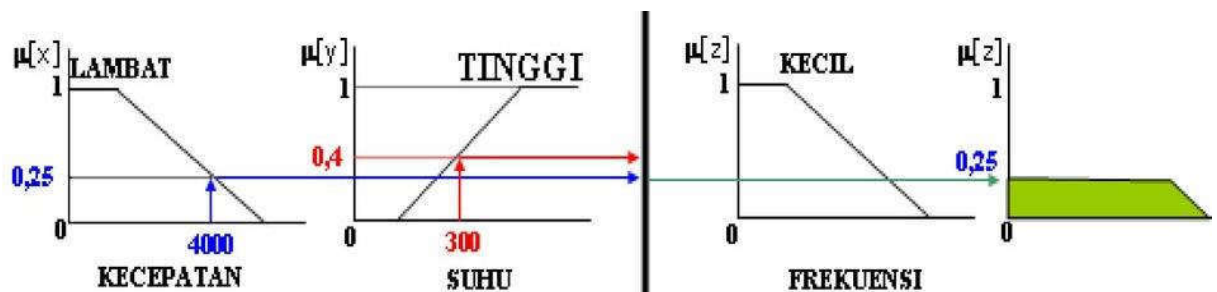
Sehingga frekuensi yang digunakan mestinya 4983

**Solusi :Metode mamdani**

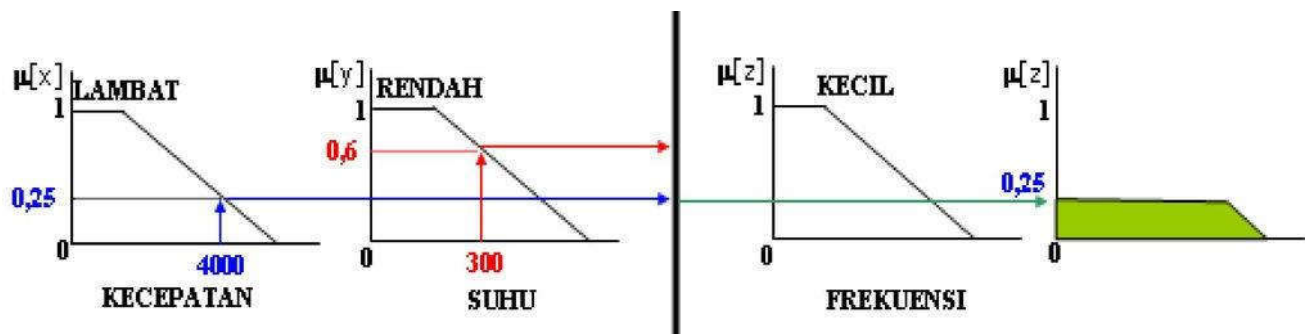
**Tahap ke-3 :Mesin Inferensia**

**Tabel 12.2** Mengimplementasikan fungsi MIN pada mamdani

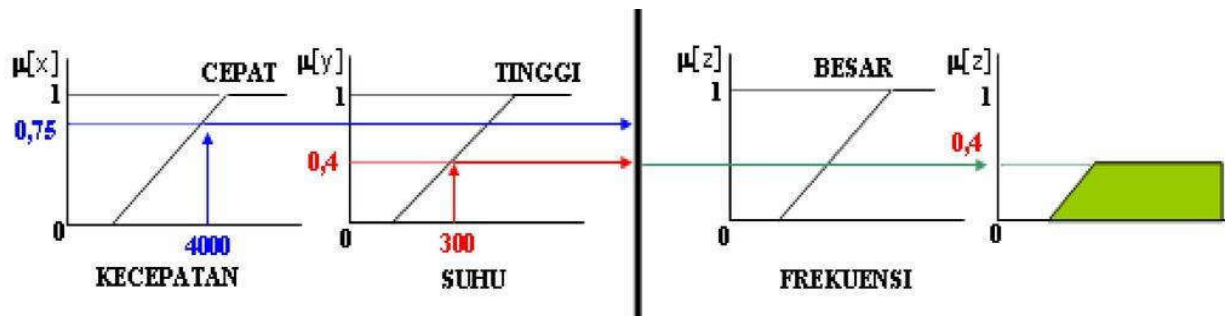
NO	Aturan	Penyelesaian
1	[A1] IF kecepatan LAMBAT And suhu TINGGI THEN frekuensi KECIL	$\alpha\text{-predikat}_1 = \mu_{\text{LAMBAT}} \cap \mu_{\text{TINGGI}}$ $= \min(\mu_{\text{LAMBAT}}[4000], \mu_{\text{TINGGI}}[300])$ $= \min(0,25; 0,4)$ $= 0,25$
2	[A2] IF kecepatan LAMBAT And suhu RENDAH THEN frekuensi KECIL	$\alpha\text{-predikat}_2 = \mu_{\text{LAMBAT}} \cap \mu_{\text{REDAH}}$ $= \min(\mu_{\text{LAMBAT}}[4000], \mu_{\text{REDAH}}[300])$ $= \min(0,25; 0,6)$ $= 0,25$
3	[A3] IF kecepatan CEPAT And suhu TINGGI THEN frekuensi BESAR	$\alpha\text{-predikat}_3 = \mu_{\text{CEPAT}} \cap \mu_{\text{TINGGI}}$ $= \min(\mu_{\text{CEPAT}}[4000], \mu_{\text{TINGGI}}[300])$ $= \min(0,75; 0,4) = 0,4$
4	[A4] IF kecepatan CEPAT And suhu RENDAH THEN frekuensi BESAR	$\alpha\text{-predikat}_4 = \mu_{\text{CEPAT}} \cap \mu_{\text{REDAH}}$ $= \min(\mu_{\text{CEPAT}}[4000], \mu_{\text{REDAH}}[300])$ $= \min(0,75; 0,6)$ $= 0,6$



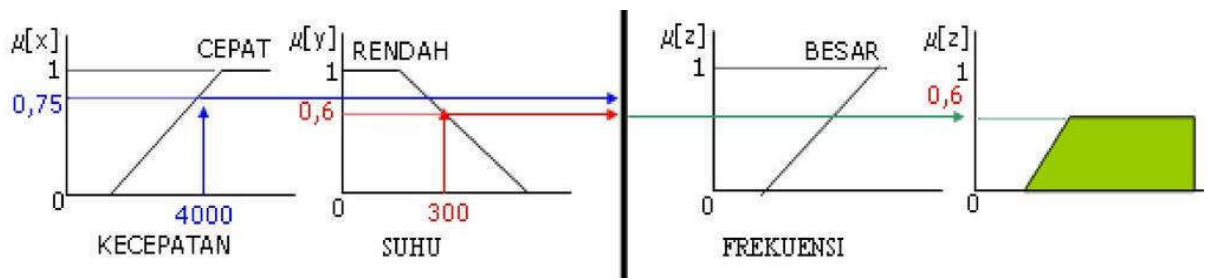
**Gambar 12.4** Grafik mamdani aturan 1



**Gambar 12.5** Grafik mamdani aturan 2



Gambar 12.6 Grafik mamdani aturan 3



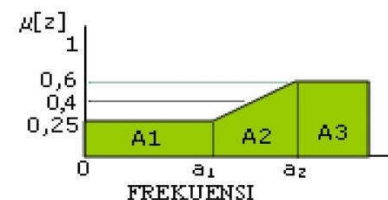
Gambar 12.7 Grafik mamdani aturan 4

Aturan mamdani dengan MAX

himpunan fuzzy yang baru. Carinilai a1 dan a2.

$$(a1-2000)/5000=0.25 \longrightarrow a1=3250$$

$$(a2-2000)/5000=0.60 \longrightarrow a2=5000$$



Sehingga himpunan fuzzy yang baru menjadi:

$$\mu[z]= \begin{cases} 0,25; & z \leq 3250 \\ (z-2000) / 5000; & 3250 \leq z \leq 5000 \\ 0,6; & z \geq 5000 \end{cases}$$

#### Tahap ke-4: Defuzzyfikasi

Pada tahap ini metode centroid digunakan.

$$z^* = \frac{\int \mu(z)zdz}{\int \mu(z)dz}$$

$$z^* = \frac{\int_0^{3250} 0,25zdz + \int_{3250}^{5000} \frac{(z-2000)}{500} zdz + \int_{5000}^{7000} 0,6zdz}{\int_0^{3250} 0,25dz + \int_{3250}^{5000} \frac{(z-2000)}{500} dz + \int_{5000}^{7000} 0,6dz}$$

$$z^* = \frac{1320312,5 + 3187515,625 + 7200000}{812,5 + 743,75 + 1200}$$

Jadi, *system control* menghasilkan sumber frekuensi putar AC sebanyak **4247,74**

### Solusi Sugendo Method

#### Tahap ke-3: Inferensia

**Tabel 12.3** Mencari  $\alpha$ -predikatSertanilai z terhadap setiapaturan:

No	Aturan	Penyelesaian
1	[A1] IF Kecepatan LAMBAT Andsuhu TINGGI THEN Frekuensi=0,5*kecepatan+1700	$\alpha$ -predikat <sub>2</sub> = $\mu_{\text{LAMBAT}} \cap \text{TINGGI}$ $= \min(\mu_{\text{LAMBAT}}[4000], \mu_{\text{TINGGI}}[300])$ $= \min(0,25; 0,4)$ $= 0,25$ Nilai $z_2: z_2 = 0,5 \cdot 4000 + 1700 = 2000 + 1700 = 3700$
2	[A2] IF Kecepatan LAMBAT Andsuhu RENDAH THEN Frekuensi=2*kecepatan-4000	$\alpha$ -predikat <sub>4</sub> = $\mu_{\text{LAMBAT}} \cap \text{RENDAH}$ $= \min(\mu_{\text{LAMBAT}}[4000], \mu_{\text{RENDAH}}[300])$ $= \min(0,25; 0,6)$ $= 0,25$ Nilai $z_2: z_2 = 2 \cdot 4000 - 4000 = 4000$
3	[A3] IF Kecepatan CEPAT Andsuhu TINGGI THEN Frekuensi=0,5*kecepatan+2000	$\alpha$ -predikat <sub>4</sub> = $\mu_{\text{CEPAT}} \cap \text{TINGGI}$ $= \min(\mu_{\text{CEPAT}}[4000], \mu_{\text{TINGGI}}[300])$ $= \min(0,25; 0,6)$ $= 0,25$ Nilai $z_2: z_2 = 0,5 \cdot 4000 + 2000 = 4000$
4	[A4] IF Kecepatan CEPAT Andsuhu RENDAH THEN Frekuensi=kecepatan+700	$\alpha$ -predikat <sub>4</sub> = $\mu_{\text{CEPAT}} \cap \text{rendah}$ $= \min(\mu_{\text{CEPAT}}[4000], \mu_{\text{rendah}}[300])$ $= \min(0,25; 0,6)$ $= 0,25$ Nilai $z_2: z_2 = 4000 + 7000 = 4700$



**Tahap ke-4: Defuzzyfikasi**

Persamaan yang dipakai untuk mencari nilai frekuensi AC

$$z = \frac{\alpha \text{ pred1} * z + \alpha \text{ pred2} * z2 + \alpha \text{ pred3} * z3 + \alpha \text{ pred4} * z4}{\alpha \text{ pred1} + \alpha \text{ pred2} + \alpha \text{ pred3} + \alpha \text{ pred4}}$$

$$z = \frac{0,25 * 3700 + 0,25 * 4000 + 0,4 * 4000 + 0,6 * 4700}{0,25 + 0,25 + 0,4 + 0,6} = \frac{6345}{1,5} = 4230$$

Sehingga frekuensi AC mestinya 4230 rpm

**C. Soal Latihan/Tugas**

1. Terdapat AC pada sebuah ruangan. AC tersebut memiliki sistem kontrol dengan 3 variabel. Variabel tersebut yaitu kecepatan pada saat AC berputar, suhu pada suhu ruangan tersebut dan sumber frekuensi putar AC. AC tersebut memiliki kecepatan putar terbesar yaitu 7000 rpm dan terkecil 3000 rpm. Suhu ruangan terbesar yaitu 800 kelvin dan terkecil 300 kelvin. Dilain sisi AC tersebut memiliki frekuensi terbesar sebanyak 9000 rpm dan terkecil yaitu 4000 rpm. Sistem kontrol memiliki 4 aturan yaitu:

[A1] JIKA suhu TINGGI DAN kecepatan LAMBAT KEMUDIAN frekuensi KECIL.

[A2] JIKA suhu RENDAH DAN kecepatan LAMBAT KEMUDIAN frekuensi KECIL.

[A3] JIKA suhu TINGGI DAN kecepatan CEPAT KEMUDIAN frekuensi KECIL.

[A4] JIKA suhu RENDAH DAN kecepatan LAMBAT KEMUDIAN frekuensi KECIL.

2. Terdapat AC pada sebuah ruangan. AC tersebut memiliki sistem kontrol dengan 3 variabel. Variabel tersebut yaitu kecepatan pada saat AC berputar, suhu pada suhu ruangan tersebut dan sumber frekuensi putar AC. AC tersebut memiliki kecepatan putar terbesar yaitu 8000 rpm dan terkecil 4000 rpm. Suhu ruangan terbesar yaitu 900 kelvin dan terkecil 400 kelvin. Dilain sisi AC tersebut memiliki frekuensi terbesar sebanyak 10000 rpm dan terkecil yaitu 5000 rpm. Sistem kontrol memiliki 4 aturan yaitu:

[A1] JIKA suhu TINGGI DAN kecepatan LAMBAT KEMUDIAN frekuensi KECIL.

[A2] JIKA suhu RENDAH DAN kecepatan LAMBAT KEMUDIAN frekuensi KECIL.

[A3] JIKA suhu TINGGI DAN kecepatan CEPAT KEMUDIAN frekuensi KECIL.

[A4] JIKA suhu RENDAH DAN kecepatan LAMBAT KEMUDIAN frekuensi KECIL.

Jika angka sensor suhu menunjukkan 600 kelvin, dilain sisi AC memiliki kecepatan 6000 rpm pada saat berputar. Berapakah sistem kontrol tersebut bisa menghasilkan sumber frekuensi?Buatlah penyelesaian melalui tsukamoto method,mamdani method dan sugeno method dimana arutan yang digunakan sugeno yaitu

#### **D. Referensi**

Sutojo T, Mulyanto E, Suhartono V.2011. kecerdasan buatan. ANDI. Yogyakarta.