

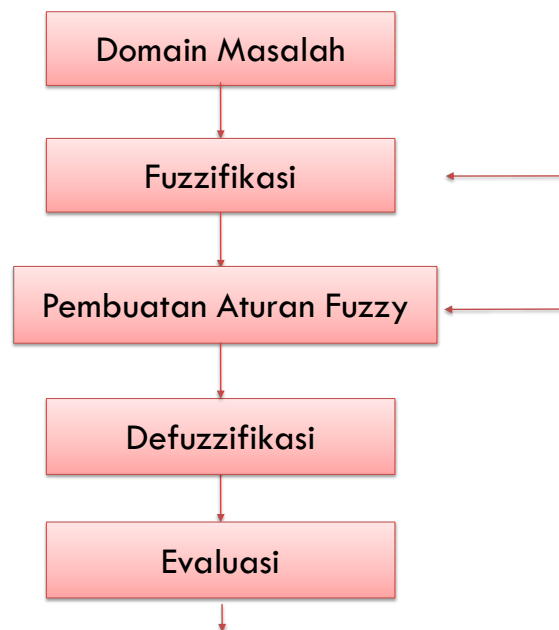
**FUZZY EXPERT SYSTEM  
FUZZY INFERENCE SYSTEM  
FUZZY REASONING**



Toto Haryanto

**MATA KULIAH SISTEM PAKAR  
DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

**PENGEMBANGAN SISTEM PAKAR FUZZY**



## PENALARAN FUZZY

- Digunakan untuk menghasilkan suatu keputusan tunggal / crisp saat defuzzifikasi
- Penggunaan akan bergantung dari domain masalah yang terjadi
- Pada Fuzzy Inference System dikenal 3 jenis
  - Tsukamoto
  - Mamdani
  - Sugeno

## Perbandingan Tsukamoto, Mamdani, Sugeno

Penalaran	Input	Output	Defuzzifikasi	Penggunaan
<b>Tsukamoto</b>	Himpunan Fuzzy	Himpunan Fuzzy	Weighted Average	Humannis Controll
<b>Mamdani</b>	Himpunan Fuzzy	Himpunan Fuzzy	CoG Lom Som Mom Bisector	Humanis
<b>Sugeno</b>	Himpunan Fuzzy	- Konstanta - Linear (orde 1)	Weighted Average	Control l

## PENALARAN TSUKAMOTO

### • Contoh Kasus

Suatu perusahaan tekstil akan memproduksi pakaian dengan jenis XYZ. Dari 1 bulan terakhir, permintaan terbesar mencapai 5000 potong per hari, dan permintaan terkecil mencapai 1000 potong per hari. Persediaan barang di gudang tiap bulan paling banyak 600 potong. dan persediaan terkecil mencapai 100 potong per bulan. Dikarenakan memiliki keterbatasan, perusahaan ini hanya mampu memproduksi pakaian paling banyak 7000 potong per hari. Untuk efisiensi, mesin dan SDM setiap hari diharapkan perusahaan memproduksi paling tidak 2000 potong pakaian. *Berapa potong pakaian jenis XYZ yang harus diproduksi apabila terdapat permintaan sejumlah 4000 potong dan persediaan di gudang terdapat 300 potong.*

## PENALARAN TSUKAMOTO

### • Contoh Kasus (Rule)

- [R1] : IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK THEN  
Produksi Pakaian BERKURANG
- [R2] : IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT THEN  
Produksi Pakaian BERKURANG
- [R3] : IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK THEN  
Produksi Pakaian BERTAMBAH
- [R4] : IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT THEN  
Produksi Pakaian BERTAMBAH

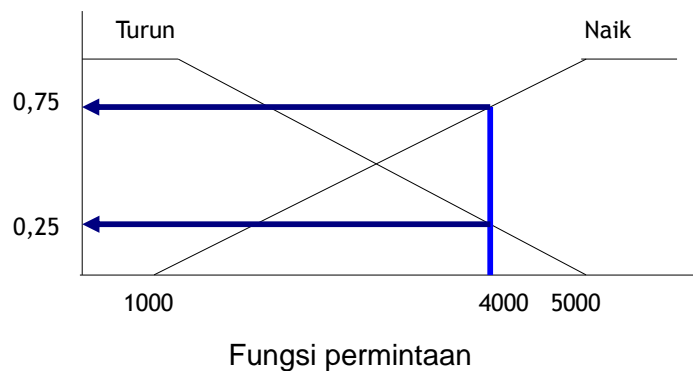
## PENALARAN TSUKAMOTO

- **Penyelesaian**

- Untuk menyelesaikan masalah tersebut perhatikan variabel yang digunakan dalam proses fuzzifikasi yang harus Kita lakukan.
- Input : 1. Permintaan [1000 5000]  
{TURUN NAIK}
- 2. Persediaan [100 600]  
{SEDIKIT BANYAK}
- Output : Jumlah Produksi [2000 7000]  
{BERKURANG BERTAMBAH}

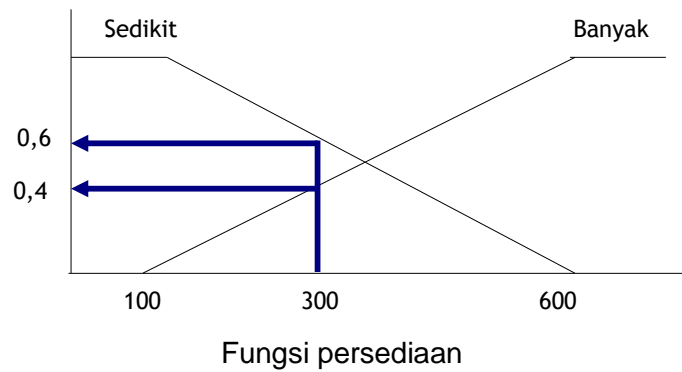
## PENALARAN TSUKAMOTO

- **Representasi Fuzzy Input Permintaan**



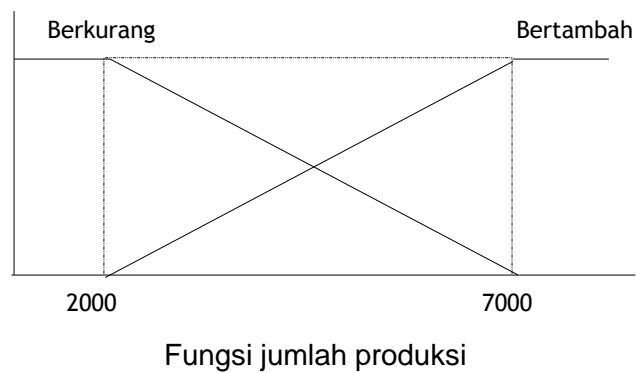
## PENALARAN TSUKAMOTO

- Representasi Fuzzy Input Persediaan



## PENALARAN TSUKAMOTO

- Representasi Fuzzy Output Jumlah Produksi



## PENALARAN TSUKAMOTO

- Perhatikan Aturan Yang digunakan berdasarkan input yang diberikan pada Masalah
- *Berapa potong pakaian jenis XY Z yang harus diproduksi apabila terdapat permintaan sejumlah 4000 potong dan persediaan di gudang terdapat 300 potong.*
- 4000 : termasuk dalam kategori turun dan naik  
300 : termasuk dalam kategori banyak dan sedikit
- **Jadi, Semua Aturan / Rule digunakan**

## PENALARAN TSUKAMOTO

- Proses Implikasi [R1]
- **IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK THEN  
Produksi Pakaian BERKURANG**
- $\alpha_{\text{predikat}_1} = \min(\mu_{\text{Turun}} [4000], \mu_{\text{Banyak}} [300])$
- $= \min(0,25; 0,4)$ 
  - »  $= 0,25$
- **Lihat Himpunan Berkurang pada Output**
  - »  $(7000-z) / (7000-2000) = 0,25$
  - »  $z1 = 5750$

## PENALARAN TSUKAMOTO

- Proses Implikasi [R2]
- **IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT THEN  
Produksi Pakaian BERKURANG**
- $\alpha_{\text{predikat}_2} = \min (\mu_{\text{Turun}} [4000], \mu_{\text{Sedikit}} [300])$
- $= \min (0,25; 0,6)$ 
  - »  $= 0,25$
  - » **Lihat Himpunan Berkurang pada Output**
  - »  $(7000-z) / (7000-2000) = 0,25$
  - »  $z_2 = 5750$

## PENALARAN TSUKAMOTO

- Proses Implikasi [R3]
- IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK THEN  
Produksi Pakaian BERTAMBAH**
- $\alpha_{\text{predikat}_3} = \min (\mu_{\text{Naik}} [4000], \mu_{\text{Banyak}} [300])$
- $= \min (0,75; 0,4)$
- $= 0,4$
- Lihat Himpunan Bertambah pada Output**
- $(z-2000) / (7000-2000) = 0,4$
- $z_3 = 4000$

## PENALARAN TSUKAMOTO

Proses Implikasi [R4]

**IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT THEN  
Produksi Pakaian BERTAMBAH**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{predikat}_4} &= \min (\mu_{\text{Naik}} [4000], \mu_{\text{Sedikit}} [300]) \\ &= \min (0,75; 0,6) \\ &= 0,6\end{aligned}$$

**Lihat Himpunan Bertambah pada Output**

$$(z-2000) / (7000-2000) = 0,6$$

$$z_4 = 5000$$

## PENALARAN TSUKAMOTO (DEFUZZIFIKASI)

Perhitungan Nilai Crisp pada Penalaran Tsukamoto  
Diperoleh dengan menggunakan Rata-rata terbobot  
sebagai berikut :

$$Z = \frac{0,25 \times 5750 + 0,25 \times 5750 + 0,4 \times 4000 + 0,6 \times 5000}{0,25 + 0,25 + 0,4 + 0,6} = \frac{7475}{1,5} = 4983$$

Dengan demikian, jumlah pakaian jenis XYZ yang harus  
diproduksi berjumlah 4983 potong

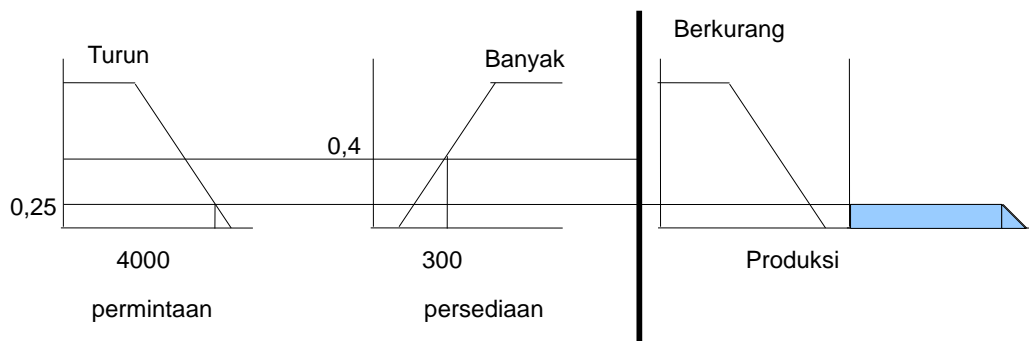


## PENALARAN MAMDANI

- Metode Mamdani dikenal dengan metode Min-Max yang diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975.
- Dengan Menggunakan Kasus yang sama, tentukan berapa jumlah pakaian yang harus diproduksi apabila kita menggunakan metode Mamdani ?

## PENALARAN MAMDANI

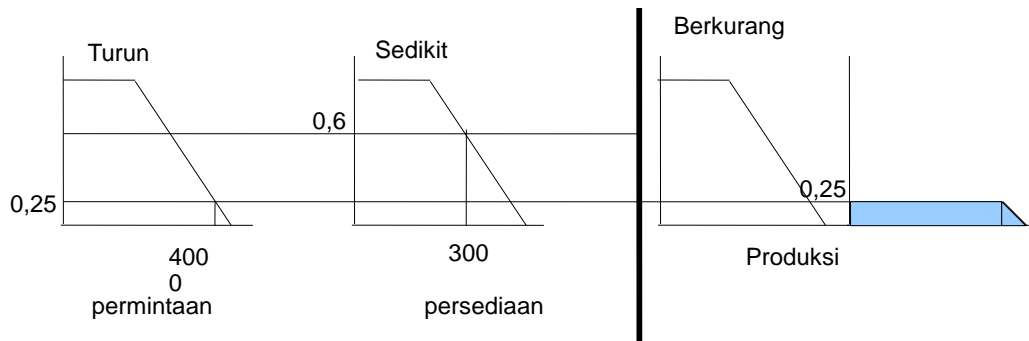
- [R1]  
**IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK THEN  
 Produksi Pakaian BERKURANG**



## PENALARAN MAMDANI

[R2]

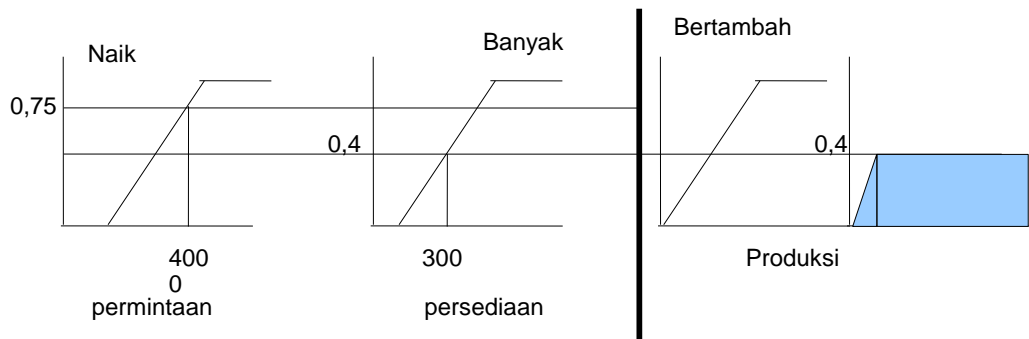
**IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT THEN  
Produksi Pakaian BERKURANG**



## PENALARAN MAMDANI

[R3]

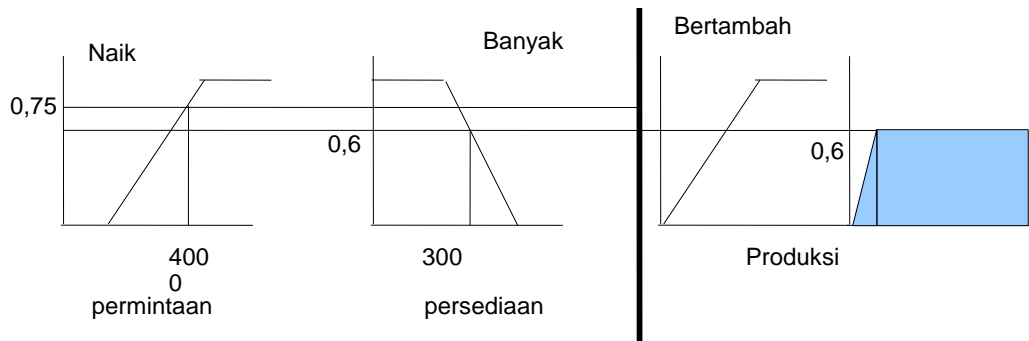
**IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK THEN  
Produksi Pakaian BERTAMBAH**



## PENALARAN MAMDANI

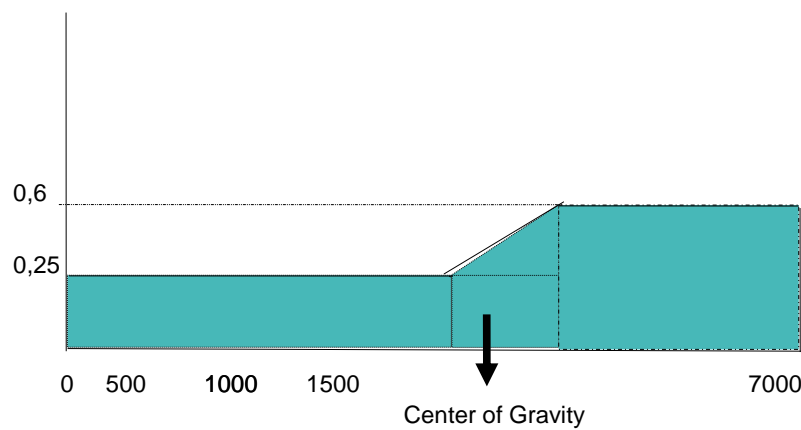
• [R4]

IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT THEN  
Produksi Pakaian BERTAMBAH



## PENALARAN MAMDANI (AGREGASI/KOMPOSISI)

Menggunakan Nilai Maksimum Dari Daerah Hasil setiap Rule



## METODE PENALARAN MAMDANI (AGREGASI/KOMPOSISI)

- Center of Gravity
- LOM : Mencari nilai z terbesar dari nilai  $\mu_f$  maksimum
- SOM : Mencari nilai z terkecil dari nilai  $\mu_f$  maksimum
- MOM : Mencari rata-rata z dari nilai  $\mu_f$  maksimum

### Center of Gravity

$$z = \frac{\int_z z\mu(z)dz}{\int_z \mu(z)dz} \qquad z = \frac{\sum_{j=1}^n z_j\mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)}$$

## LOM (largest of maximum method)

- Mengambil nilai z terbesar 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

Nilai LOM = 5000

## SOM (smallest of maximum method)

- Mengambil nilai z terkecil 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

Nilai SOM = 3000

## MOM (mean of maximum method)

- 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

$$\text{Nilai SOM} = (5000+3000) / 2 = 4000$$

## Bisector (membagi domain hasi menjadi 2)

- Membagi 2 area dari derajat keanggotaan yang diperoleh
- Mengambil nilai z lebih besar dari hasil pembagian di atas

Rule	$\mu(z)$	Z
1	0,25	5750
2	0,25	5750
3	0,4	4000
4	0,6	5000
5	0,6	3000

- Sum  $\mu(z) = 2,1$
- Sum  $\mu(z) / 2 = 1,05$

Ambil nilai z dari yang hasil penjumlahan  $\mu(z) \geq 1,05 \rightarrow 5000$

## PENALARAN SUGENO

- Pada penalaran ini output bukan berupa himpunan fuzzy
- Output dalam hal ini berupa konstanta (orde 0) atau kombinasi linear dari input (orde 1)
- Dengan demikian, aturan / rule harus dimodifikasi sedemikian rupa.

## RULE PADA PENALARAN SUGENO

- [R1] : IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK THEN  
Produksi Pakaian Permintaan - Persediaan
- [R2] : IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT THEN  
Produksi Pakaian  $1.25 * \text{Permintaan} - \text{Persediaan}$
- [R3] : IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK THEN  
Produksi Pakaian Permintaan
- [R4] : IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT THEN  
Produksi Pakaian 5700

## DEFUZZIFIKASI PENALARAN SUGENO

- Dilakukan dengan Prinsip Rata-rata Terboboti (weighted average)

## KASUS PADA PENALARAN SUGENO

- Dengan Menggunakan Kasus yang sama

Suatu perusahaan tekstil akan memproduksi pakaian dengan jenis XYZ Dari 1 bulan terakhir, permintaan terbesar mencapai 5000 potong per hari, dan permintaan terkecil mencapai 1000 potong per hari. Persediaan barang di gudang tiap bulan paling banyak 600 potong per hari dan persediaan terkecil mencapai 100 potong per hari. Dikarenakan memiliki keterbatasan, perusahaan ini hanya mampu memproduksi pakaian paling banyak 7000 potong per hari. Untuk efisiensi, mesin dan SDM setiap hari diharapkan perusahaan memproduksi paling tidak 2000 potong pakaian. ***Berapa potong pakaian jenis XYZ yang harus diproduksi apabila terdapat permintaan sejumlah 4000 potong dan persediaan di gudang terdapat 300 potong.***

- Tentukan jumlah potong pakaian yang harus diproduksi dengan menggunakan penalaran Sugeno!



## PENYELESAIAN

- Fuzzifikasi dan proses mendapatkan derajat keanggotaan sama dengan Mamdani dan Tsukamoto
- Pada saat membaca output aturan yang berbeda
- R1 :  $\alpha_{\text{predikat}_1} = 0,25 \rightarrow (4000-300)$
- R2 :  $\alpha_{\text{predikat}_2} = 0,25 \rightarrow (1.25*4000-300)$
- R3 :  $\alpha_{\text{predikat}_3} = 0,4 \rightarrow (4000)$
- R4 :  $\alpha_{\text{predikat}_4} = 0,6 \rightarrow (5700)$

## PENYELESAIAN (Defuzzifikasi)

- Menggunakan Metode Weighted Average
- Hasil Defuzzifikasi = 4746,67

## Penugasan

- Mencari Jurnal / Paper tentang Fuzzy Expert System
- Informasi yang harus didapatkan:
  - Variabel Fuzzy dan Metode Representasi
  - Metode Penalaran yang digunakan
    - Mamdani / Tsukamoto/Sugeno