

# Perhitungan Manual - Metode Tsukamoto

Nama: Azay Agustian

NIM: 231011402845

Kelas: 05TPLE013

Mata Kuliah: Kecerdasan Buatan

**Soal:** Tentukan berapa kemasan produksi makanan jenis ABC jika

- **Permintaan = 2000** kemasan
- **Persediaan = 450** kemasan

## 1. Asumsi & Fungsi Keanggotaan

Domain produksi  $z= 0 \dots 8000$  (sesuai grafik).

### Permintaan $x$

- **Turun** (linear turun antara 1000–3000):

$$\mu_{turun}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 1000 \\ \frac{3000 - x}{2000} & 1000 < x < 3000 \\ 0 & x \geq 3000 \end{cases}$$

- **Naik** (linear naik antara 1000–3000):

$$\mu_{naik}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 1000 \\ \frac{x - 1000}{2000} & 1000 < x < 3000 \\ 1 & x \geq 3000 \end{cases}$$

### Persediaan $y$

- **Sedikit** (turun antara 200–400):

$$\mu_{sedikit}(y) = \begin{cases} 1 & y \leq 200 \\ \frac{400-y}{200} & 200 < y < 400 \\ 0 & y \geq 400 \end{cases}$$

- **Sedang** (naik 200–400 lalu turun 400–600):

$$\mu_{sedang}(y) = \begin{cases} 0 & y \leq 200 \\ \frac{y-200}{200} & 200 < y < 400 \\ \frac{600-y}{200} & 400 < y < 600 \\ 0 & y \geq 600 \end{cases}$$

- **Banyak** (naik antara 400–800):

$$\mu_{banyak}(y) = \begin{cases} 0 & y \leq 400 \\ \frac{y-400}{400} & 400 < y < 800 \\ 1 & y \geq 800 \end{cases}$$

## Produksi z(konsekuensi)

- **Berkurang** (turun linear dari 1 → 0 pada 2000→7000):

$$\mu_{berkurang}(z) = \frac{7000-z}{5000} \text{ (untuk } 2000 < z < 7000\text{)}$$

- **Bertambah** (naik linear dari 0 → 1 pada 2000→7000):

$$\mu_{bertambah}(z) = \frac{z-2000}{5000} \text{ (untuk } 2000 < z < 7000\text{)}$$

## 2. Fuzzifikasi (hitung derajat keanggotaan numerik)

**Untuk  $x = 2000$**

- Hitung  $\mu_{turun}(2000)$ :

- $3000 - 2000 = 1000.$
- Pembagi = 2000.
- $\mu_{turun}(2000) = 1000 \div 2000 = 0.5.$
- Hitung  $\mu_{naik}(2000):$ 
  - $2000 - 1000 = 1000.$
  - Pembagi = 2000.
  - $\mu_{naik}(2000) = 1000 \div 2000 = 0.5.$

**Jadi:**  $\mu_{turun}(2000) = 0.5,$                             $\mu_{naik}(2000) = 0.5.$

### Untuk $y = 450$

- $\mu_{sedikit}(450)$ : karena  $450 \geq 400 \rightarrow \mu_{sedikit}(450) = 0.$
- $\mu_{sedang}(450)$ : berada pada interval 400–600  $\rightarrow$  gunakan  $\mu_{sedang} = (600 - y)/200.$ 
  - $600 - 450 = 150.$
  - Pembagi = 200.
  - $\mu_{sedang}(450) = 150 \div 200 = 0.75.$
- $\mu_{banyak}(450)$ : berada pada interval 400–800  $\rightarrow \mu_{banyak} = (y - 400)/400.$ 
  - $450 - 400 = 50.$
  - Pembagi = 400.
  - $\mu_{banyak}(450) = 50 \div 400 = 0.125.$

**Jadi:**  $\mu_{sedikit}(450) = 0,$                             $\mu_{sedang}(450) = 0.75,$                             $\mu_{banyak}(450) = 0.125.$

### 3. Aturan Fuzzy

1. IF Permintaan TURUN AND Persediaan BANYAK THEN Produksi BERKURANG
2. IF Permintaan TURUN AND Persediaan SEDANG THEN Produksi BERKURANG
3. IF Permintaan TURUN AND Persediaan SEDIKIT THEN Produksi BERTAMBAH
4. IF Permintaan NAIK AND Persediaan BANYAK THEN Produksi BERKURANG
5. IF Permintaan NAIK AND Persediaan SEDANG THEN Produksi BERTAMBAH
6. IF Permintaan NAIK AND Persediaan SEDIKIT THEN Produksi BERTAMBAH

#### **4. Hitung derajat kebenaran ( $\alpha$ ) tiap aturan**

Gunakan min .

- R1:  $\alpha_1 = \min(\mu_{turun}, \mu_{banyak}) = \min(0.5, 0.125) = 0.125$
- R2:  $\alpha_2 = \min(0.5, 0.75) = 0.5$
- R3:  $\alpha_3 = \min(0.5, 0) = 0$
- R4:  $\alpha_4 = \min(0.5, 0.125) = 0.125$
- R5:  $\alpha_5 = \min(0.5, 0.75) = 0.5$
- R6:  $\alpha_6 = \min(0.5, 0) = 0$

Ringkasan:

$$\begin{array}{lll} \alpha_1 = 0.125, & \alpha_2 = & \\ 0.5, & \alpha_3 = 0, & \alpha_4 = \\ 0.125, & \alpha_5 = & \\ 0.5, & \alpha_6 = 0. & \end{array}$$

#### **5. Dapatkan $z_i$ (nilai crisp) tiap aturan — invers fungsi consequent**

Jika konsekuensi = BERKURANG (fungsi turun):

$$\mu_{berkurang}(z) = \frac{7000 - z}{5000} = \alpha \Rightarrow 7000 - z = 5000\alpha \Rightarrow z = 7000 - 5000\alpha$$

Jika konsekuensi = BERTAMBAH (fungsi naik):

$$\mu_{bertambah}(z) = \frac{z - 2000}{5000} = \alpha \Rightarrow z - 2000 = 5000\alpha \Rightarrow z = 2000 + 5000\alpha$$

Hitung untuk aturan aktif ( $\alpha > 0$ ):

- R1 ( $\alpha_1=0.125$ , berkurang):

- $5000 \times 0.125 = 5000 \times \frac{1}{8} = 625.$
- $z_1 = 7000 - 625 = 6375.$

- R2 ( $\alpha_2=0.5$ , berkurang):

- $5000 \times 0.5 = 5000 \times \frac{1}{2} = 2500.$
- $z_2 = 7000 - 2500 = 4500.$

- R3 ( $\alpha_3=0 \rightarrow$  tidak aktif) → abaikan.

- R4 ( $\alpha_4=0.125$ , berkurang):

- Sama dengan R1  $\rightarrow z_4 = 6375.$

- R5 ( $\alpha_5=0.5$ , bertambah):

- $5000 \times 0.5 = 2500.$
- $z_5 = 2000 + 2500 = 4500.$

- R6 ( $\alpha_6=0 \rightarrow$  tidak aktif) → abaikan.

Ringkas nilai  $z_i$  aktif:

$z_1 = 6375,$	$z_2 =$
$4500,$	$z_4 =$
$6375,$	$z_5 = 4500.$

## 6. Defuzzifikasi (Tsukamoto — rata-rata terbobot)

Rumus:

$$Z = \frac{\sum_i \alpha_i z_i}{\sum_i \alpha_i}$$

Gunakan aturan aktif saja:  $i = 1, 2, 4, 5$ .

### Hitung pembilang

1.  $0.125 \times 6375$

- o  $6375 \div 8 = 6375 \times 0.125$ .
- o Bagi:  $6375 \div 2 = 3187.5$ ;  $3187.5 \div 2 = 1593.75$ ;  $1593.75 \div 2 = 796.875$ .
- o Jadi  $0.125 \times 6375 = 796.875$ .

2.  $0.5 \times 4500 = 4500 \div 2 = 2250$ .

3. R4: sama seperti R1  $\rightarrow 0.125 \times 6375 = 796.875$ .

4. R5: sama seperti R2  $\rightarrow 0.5 \times 4500 = 2250$ .

Sekarang jumlahkan:

- $796.875 + 2250 = 3046.875$ .
- $3046.875 + 796.875 = 3843.75$ .
- $3843.75 + 2250 = 6093.75$ .

**Pembilang = 6093{.}75**

### Hitung penyebut

$$\sum \alpha_i = 0.125 + 0.5 + 0.125 + 0.5.$$

Langkah:

- $0.125 + 0.5 = 0.625$ .
- $0.625 + 0.125 = 0.75$ .
- $0.75 + 0.5 = 1.25$ .

**Penyebut = 1{.}25**

## Hitung Z

$$Z = \frac{6093.75}{1.25}$$

- $6093.75 \times 4 = 24375$ (karena  $6093.75 \times 2 = 12187.5$ , kali 2 lagi = 24375)
- $1.25 \times 4 = 5$

Jadi  $Z = 24375 \div 5$ .

Lakukan pembagian:

- $24375 \div 5 = 4875$ (karena  $5 \times 4000 = 20000$ , sisa 4375;  $5 \times 800 = 4000$ , sisa 375;  $5 \times 75 = 375$ ).

Maka hasil akhir:  $Z = 4875$  kemasan.

## 7. Interpretasi

- Produksi = **4875 kemasan** (dibulatkan ke bilangan bulat).
- Artinya produksi **bertambah moderat** (nilai dekat 4500–5000), karena:
  - Permintaan berada di tengah (50% turun, 50% naik)
  - Persediaan lebih condong **sedang** ( $\mu_{\text{sedang}} = 0.75$ )
  - Beberapa aturan menghasilkan konsekuensi *bertambah* dan beberapa *berkurang* dengan bobot yang membuat rata-rata terbobot mengarah ke angka ~4875.



