

LOGIKA FUZZY

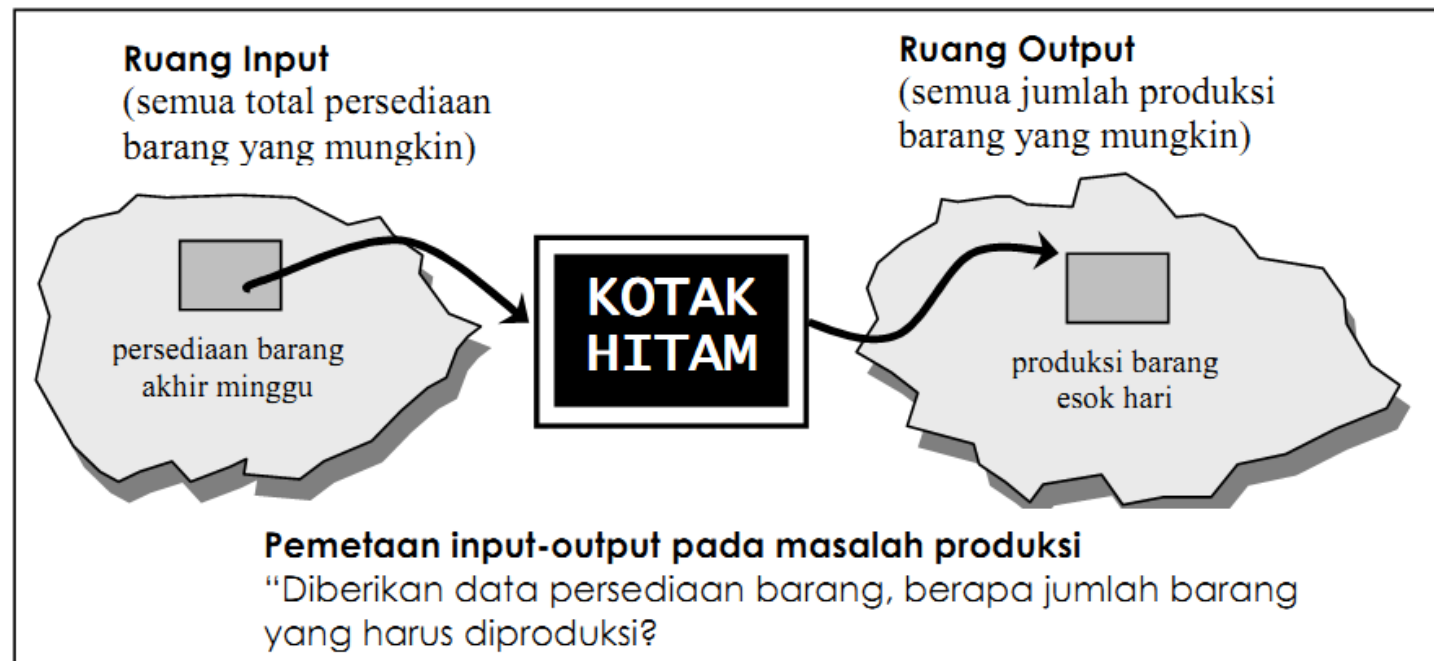
SEMESTER II

PERTEMUAN KE – 7,9 & 10

DOSEN : ELISAWATI,M.KOM

Logika fuzzy

- ▶ Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Sebagai contoh :



Definisi Logika Fuzzy

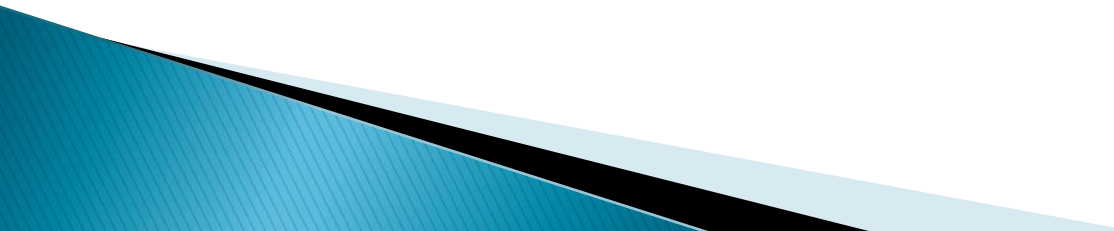
- ▶ **Logika Fuzzy** adalah peningkatan dari logika Boolean yang mengenalkan *konsep kebenaran sebagian*. Di mana logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah binary (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak), logika fuzzy menggantikan kebenaran boolean dengan *tingkat kebenaran*.
- ▶ Logika Fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan *antara 0 dan 1*, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan", dan "sangat". Dia berhubungan dengan set fuzzy dan teori kemungkinan. Fuzzy diperkenalkan oleh **Dr. Lotfi Zadeh** dari Universitas California, Berkeley pada 1965.

Logika fuzzy

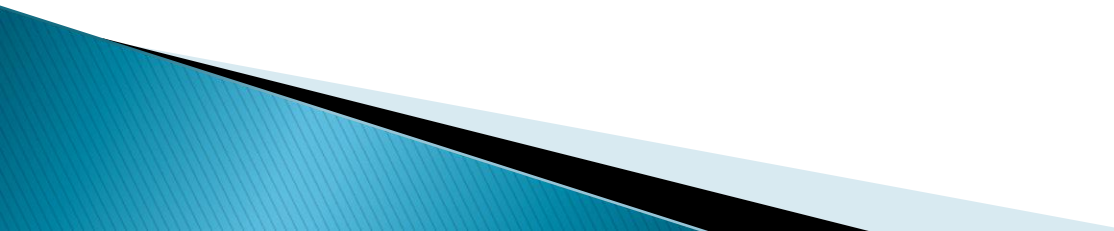
▶ Sebagai contoh :

- ✓ Manajer pergudangan mengatakan pada manajer produksi seberapa banyak persediaan barang pada akhir minggu ini kemudian manajer produksi akan menetapkan jumlah barang yang harus diproduksi esok hari.
- ✓ Pelayan restoran memberikan pelayanan terhadap tamu, kemudian tamu akan memberikan tip yang sesuai atas baik tidaknya pelayan yang diberikan.
- ✓ Anda mengatakan pada saya seberapa sejuk ruangan yang anda inginkan, saya akan mengatur putaran kipas yang ada pada ruangan ini.

Alasan digunakannya logika fuzzy

- ▶ Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy, antara lain:
 - ✓ Konsep logika fuzzy mudah di mengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah di mengerti.
 - ✓ Logika fuzzy sangat fleksibel
 - ✓ Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat
- 

Alasan digunakannya logika fuzzy

- ✓ Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
 - ✓ Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan
 - ✓ Logika fuzzy dapat bekerja sama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional
 - ✓ Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami.
- 

Himpunan fuzzy

- ▶ Pada himpunan tegas (crisp), nilai keanggotaan suatu item dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A\{x\}$, memiliki 2 kemungkinan, yaitu:
 - ✓ Satu, yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan.
 - ✓ Nol, yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Himpunan fuzzy

► Contoh :

Jika diketahui :

$$S = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$$

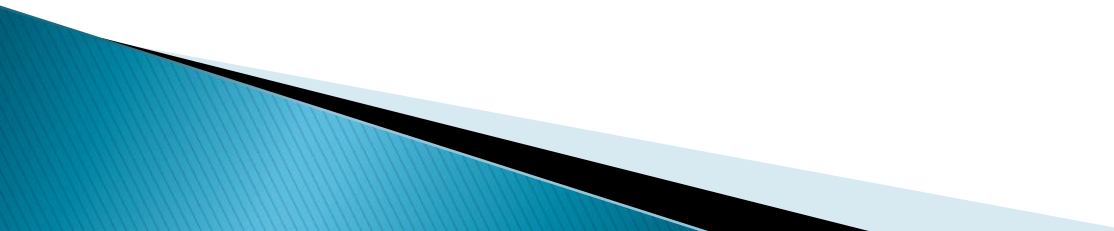
$$A = \{1, 2, 3\}$$

$$B = \{3, 4, 5\}$$

bisa dikatakan bahwa :

- ✓ Nilai keanggotaan 2 pada himpunan A, $\mu_A[2]=1$, karena $2 \in A$.
- ✓ Nilai keanggotaan 3 pada himpunan A, $\mu_A[3]=1$, karena $3 \in A$.

Himpunan fuzzy

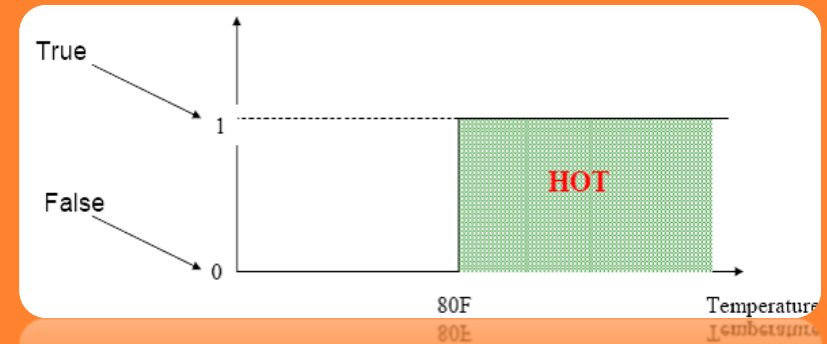
- ✓ Nilai keanggotaan 4 pada himpunan A, $\mu_A[4]=0$, karena $4 \notin A$. /
 - ✓ Nilai keanggotaan 2 pada himpunan B, $\mu_B[2]=0$, karena $2 \notin B$. /
 - ✓ Nilai keanggotaan 3 pada himpunan B, $\mu_B[3]=1$, karena $3 \in B$.
- 

Contoh 2:

"Jika suhu lebih tinggi atau sama dengan 80 °F, maka suhu disebut panas, sebaliknya disebut tidak panas"

Kasus :

- Suhu = 100 °F, maka Panas
- Suhu = 80.1 °F, maka Panas
- Suhu = 79.9 °F, maka tidak panas
- Suhu = 50 °F, maka tidak panas

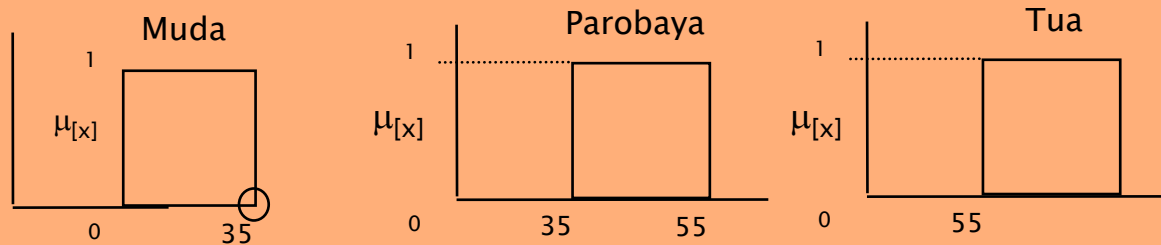


- ▶ *If Suhu ≥ 80 °F, disebut panas*
- ▶ *If Suhu < 80 °F, disebut tidak panas*
- ▶ Fungsi keanggotaan dari himpunan tegas gagal membedakan antara anggota pada himpunan yang sama
- ▶ Ada problem-problem yang terlalu kompleks untuk didefinisikan secara tepat

Contoh 3 :

Misal variable umur dibagi menjadi 3 katagori :

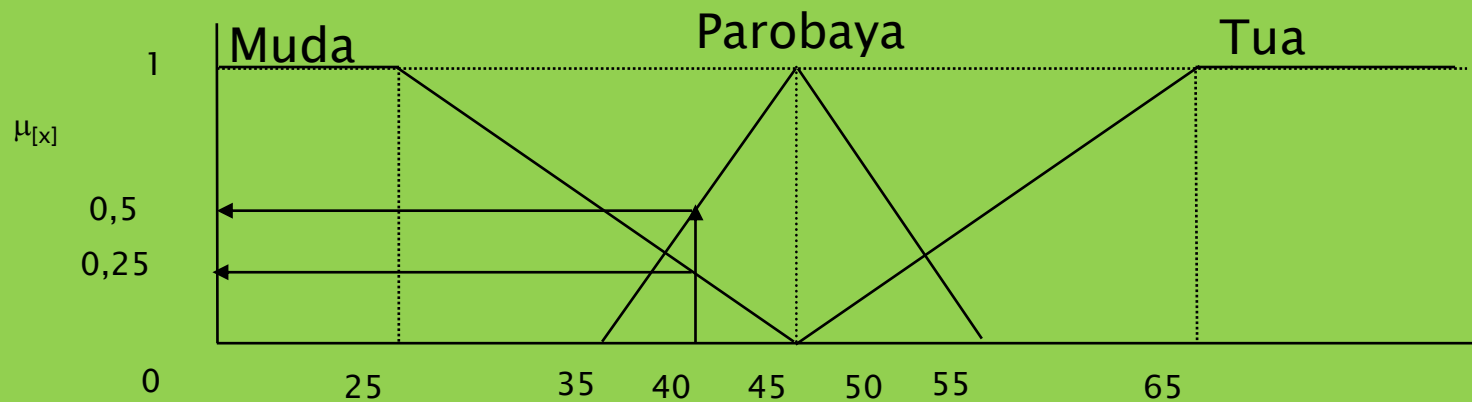
- ▶ **MUDA** umur < 35 tahun
- ▶ **PAROBAYA** $35 \leq \text{umur} \leq 55$ tahun
- ▶ **TUA** umur > 55 tahun



Gambar 2a. Keanggotaan himpunan biasa (crisp) umur muda dan parobaya

- ▶ Apabila seseorang berusia 34 tahun, maka ia dikatakan MUDA
- ▶ Apabila seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikatakan TIDAK MUDA
- ▶ Apabila seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikatakan PAROBAYA
- ▶ Apabila seseorang berusia 35 tahun kurang 1 hari, maka ia dikatakan TIDAK PAROBAYA
- ▶ Apabila seseorang berusia 55 tahun, maka ia dikatakan TIDAK TUA
- ▶ Apabila seseorang berusia 55 tahun lebih $\frac{1}{2}$ hari, maka ia dikatakan TUA

- ▶ Dari sini bisa dikatakan bahwa pemakaian **himpunan crisp** untuk menyatakan umur sangat tidak adil, adanya perubahan kecil saja pada suatu nilai mengakibatkan perbedaan katagori yang cukup signifikan
- ▶ Himpunan fuzzy digunakan untuk mengantisipasi hal tersebut. Seseorang dapat masuk dalam 2 himpunan yang berbeda. MUDA dan PAROBAYA, PAROBAYA dan TUA, dsb. Seberapa besar eksistensinya dapat dilihat pada nilai/derajat keanggotaannya. Gambar berikut menunjukkan himpunan fuzzy untuk variabel umur :



Himpunan fuzzy

- ▶ Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa :
 - ✓ Seseorang yang berumur 40 tahun, termasuk dalam himpunan MUDA dengan $\mu_{MUDA}[40]=0,25$; namun dia juga termasuk dalam himpunan PAROBAYA dengan $\mu_{PAROBAYA}[40]=0,5$.
 - ✓ Seseorang yang berumur 50 tahun, termasuk dalam himpunan TUA dengan $\mu_{TUA}[50]=0,25$; namun dia juga termasuk dalam himpunan PAROBAYA dengan $\mu_{PAROBAYA}[50]=0,5$.
 - ✓ Kalau pada himpunan crisp, nilai keanggotaan hanya ada 2 kemungkinan, yaitu 0 atau 1, pada himpunan fuzzy nilai keanggotaan fuzzy $\mu_A[x]=0$ berarti x tidak menjadi anggota himpunan A, demikian pula apabila x memiliki nilai keanggotaan fuzzy $\mu_A[x]=1$ berarti x menjadi anggota penuh pada himpunan A.

Himpunan fuzzy

- ▶ Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut, yaitu :
 - ✓ linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti : MUDA, PAROBAYA dan TUA
 - ✓ Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti : 40, 25, 50 dsb.

Himpunan fuzzy

- ▶ Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy, yaitu :
 - ✓ Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy. Contoh : umur, temperatur, permintaan dsb.
 - ✓ Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy. Contoh variabel dan himpunan fuzzy : Variabel umur, terbagi menjadi 3 himpunan fuzzy, yaitu MUDA, PAROBAYA, dan TUA.
 - ✓ Semesta pembicaraan merupakan keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya

Himpunan fuzzy

Contoh Semesta pembicaraan:

semesta pembicaraan untuk variabel umur : [0 - tidak terhingga]

- ✓ Domain merupakan himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy.

Contoh Domain:

MUDA = [0 45]

PAROBAYA = [35 55]

TUA = [45 tidak terhingga]

Tugas

Buatlah himpunan fuzzy pada variabel Temperatur di bawah ini :

DINGIN = [0 20]

SEJUK = [15 25]

NORMAL = [20 30]

HANGAT = [25 35]

PANAS = [30 40]

Tentukan :

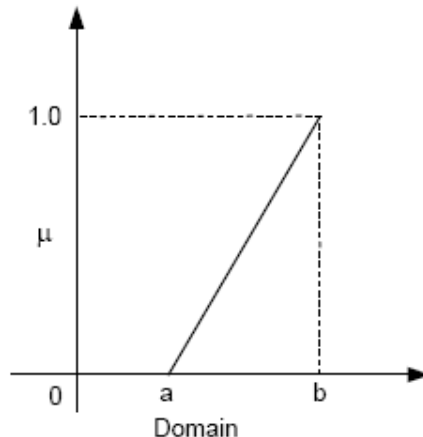
- a. Variabel dan himpunan Fuzzy
- b. Semesta pembicaraan dan Domain

FUNGSI KEANGGOTAAN HIMPUNAN FUZZY (MEMBERSHIP FUNCTION)

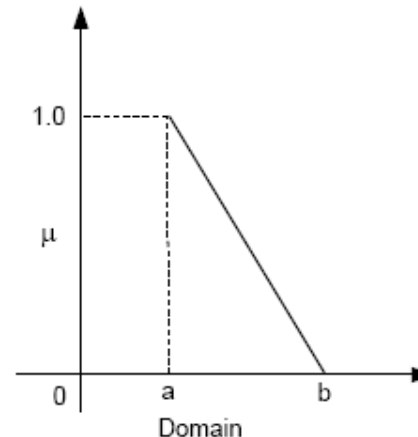
- Adalah suatu fungsi (kurva) yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1.
- Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan :

1

Representasi Linier



$$\begin{aligned}\mu[x] &= 0; x \leq a \\ &= (x-a)/(b-a); a < x \leq b \\ &= 1; x > b\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\mu[x] &= (b-x)/(b-a); a \leq x < b \\ &= 0; x \geq b\end{aligned}$$

FUNGSI KEANGGOTAAN HIMPUNAN FUZZY (MEMBERSHIP FUNCTION)

1 Representasi linier

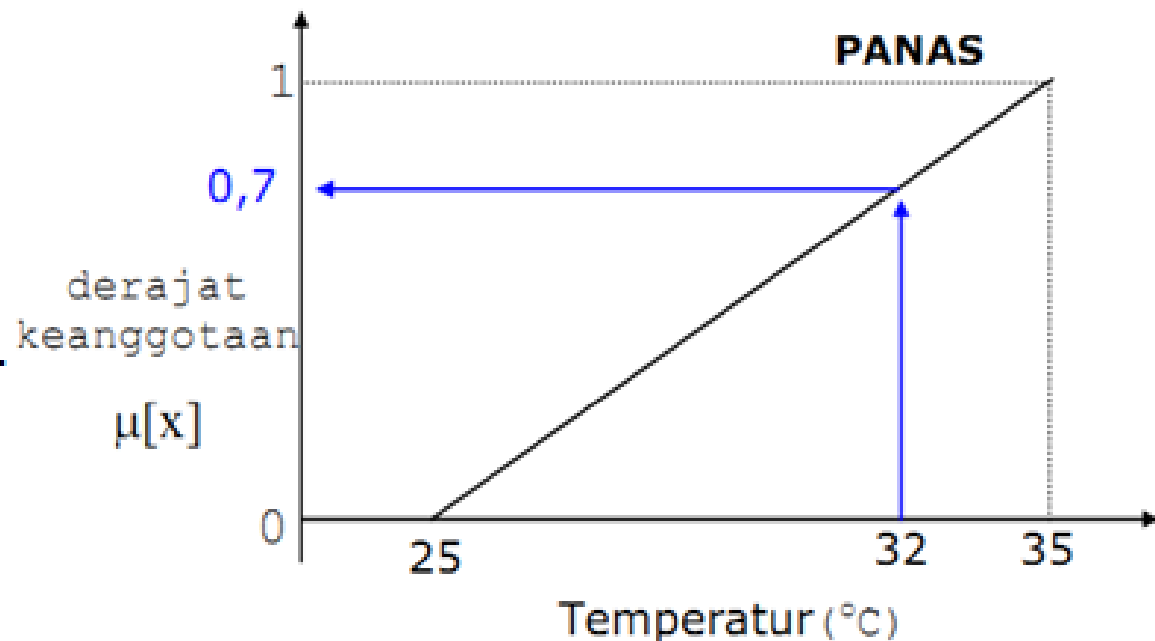
Contoh:

Fungsi keanggotaan untuk himpunan PANAS pada variabel temperatur ruangan seperti terlihat pada Gambar

$$\begin{aligned}\mu_{\text{PANAS}}[32] &= (32-25)/(35-25) \\ &= 7/10 = 0,7\end{aligned}$$

$$\mu_{\text{Panas}}(27) = \text{????}$$

$$\mu_{\text{Panas}}(34) = \text{????}$$



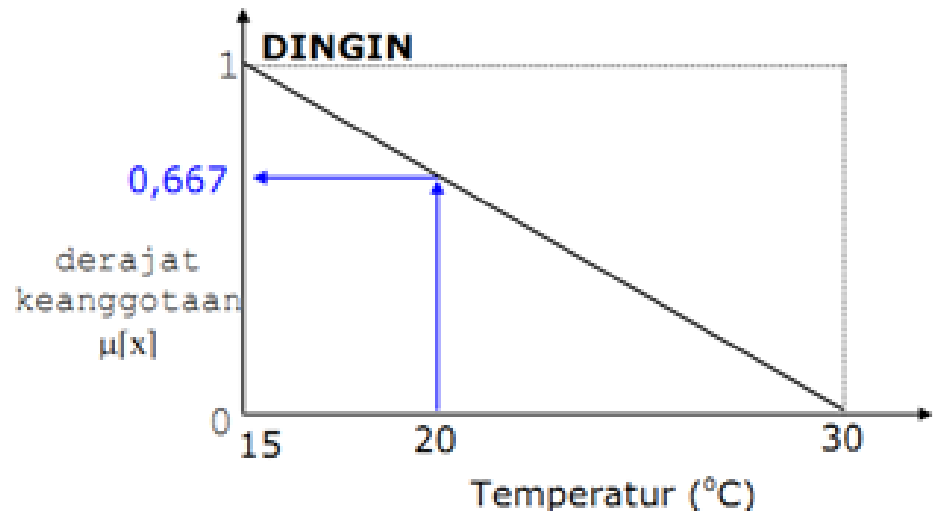
FUNGSI KEANGGOTAAN HIMPUNAN FUZZY (MEMBERSHIP FUNCTION)

1

Representasi linier

Contoh:

Fungsi keanggotaan untuk himpunan DINGIN pada variabel temperatur ruangan seperti terlihat pada Gambar



$$\begin{aligned}\mu_{\text{DINGIN}}[20] &= (30-20)/(30-15) \\ &= 10/15 = 0,667\end{aligned}$$

$$\mu_{\text{dingin}}(25) = \text{????}$$

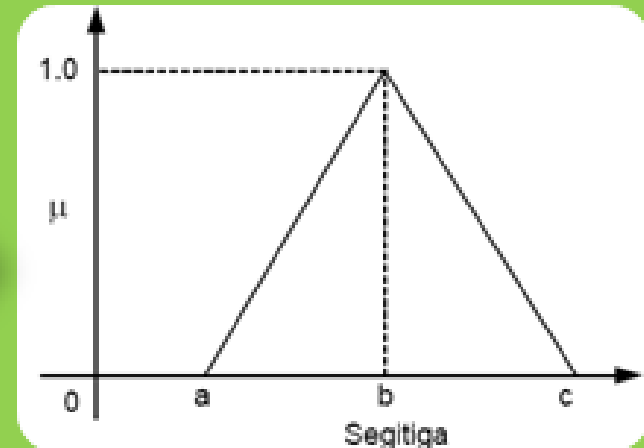
$$\mu_{\text{dingin}}(17) = \text{????}$$

2

Representasi segitiga (triangular)

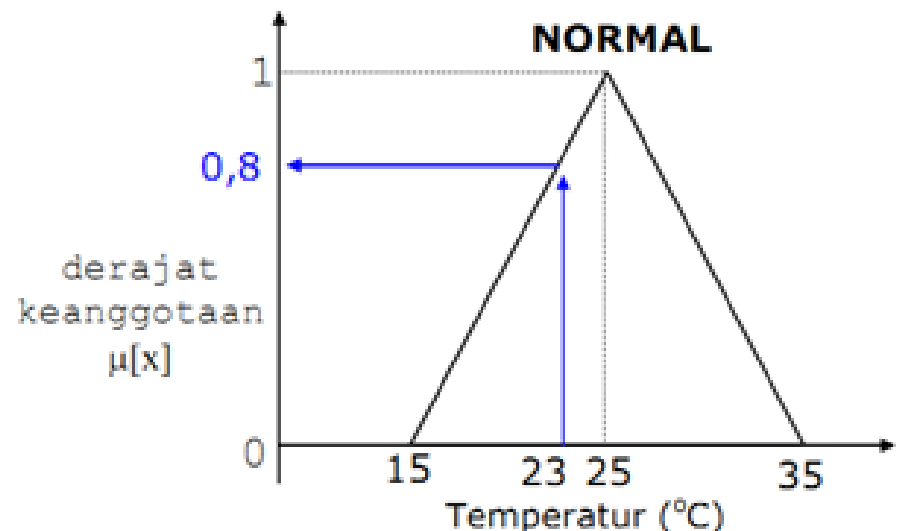
Ditentukan oleh 3 parameter $\{a, b, c\}$ sebagai berikut :

$$\text{triangle}(x: a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases}$$



Fungsi keanggotaan untuk himpunan NORMAL pada variabel temperatur ruangan seperti terlihat pada Gambar

$$\begin{aligned} \mu_{\text{NORMAL}}[23] &= (23-15)/(25-15) \\ &= 8/10 = 0,8 \end{aligned}$$

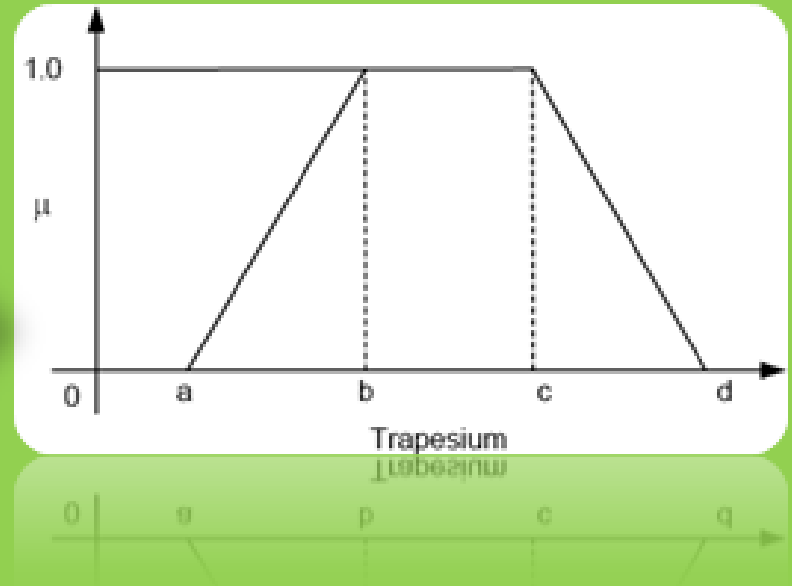


3

Representasi Trapezium

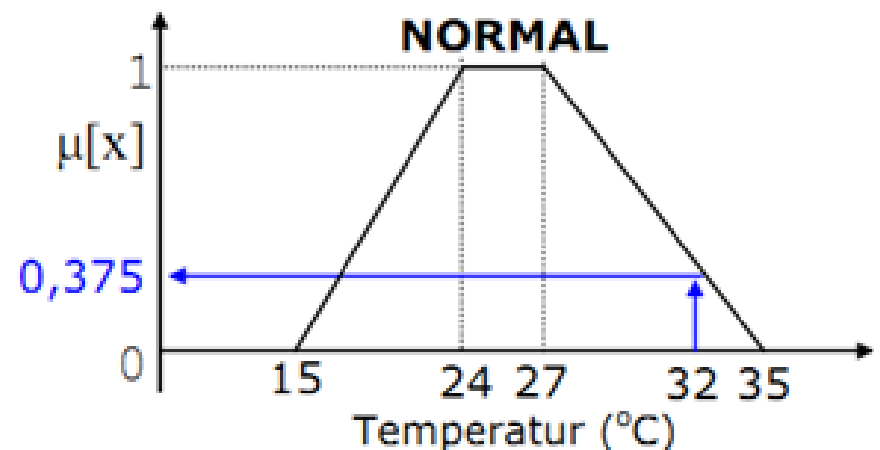
Ditentukan oleh 4 parameter {a,b,c,d} sebagai berikut :

$$\text{trapezoid}(x; a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases}$$



Fungsi keanggotaan untuk himpunan **NORMAL** pada variabel temperatur ruangan seperti terlihat pada Gambar

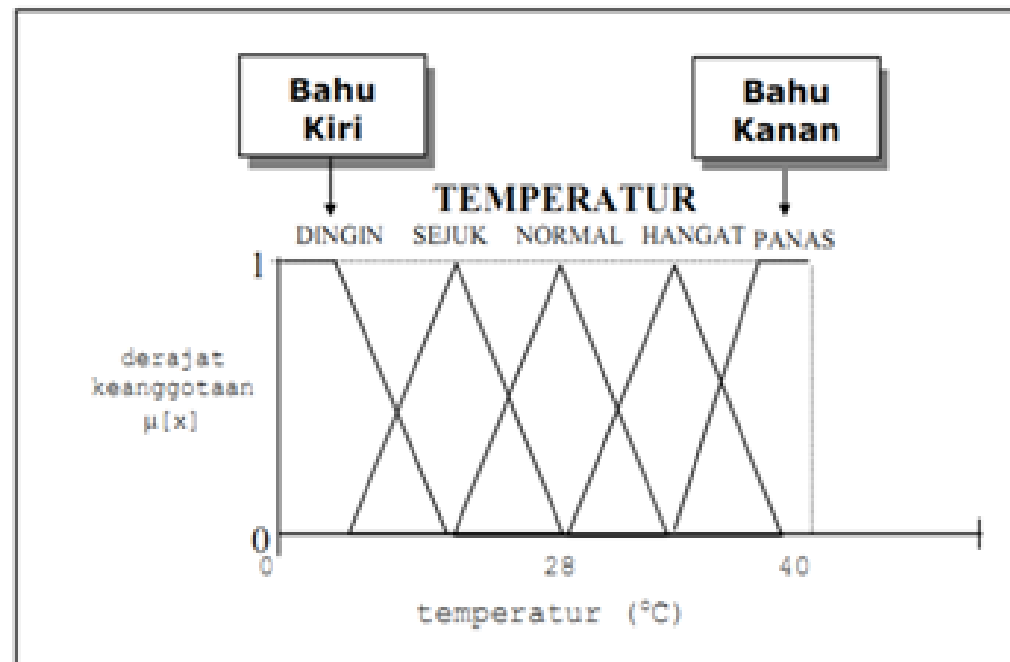
$$\begin{aligned} \mu_{\text{NORMAL}}[23] &= (35-32)/(35-27) \\ &= 3/8 = 0,375 \end{aligned}$$



4

REPRESENTASI BENTUK BAHU

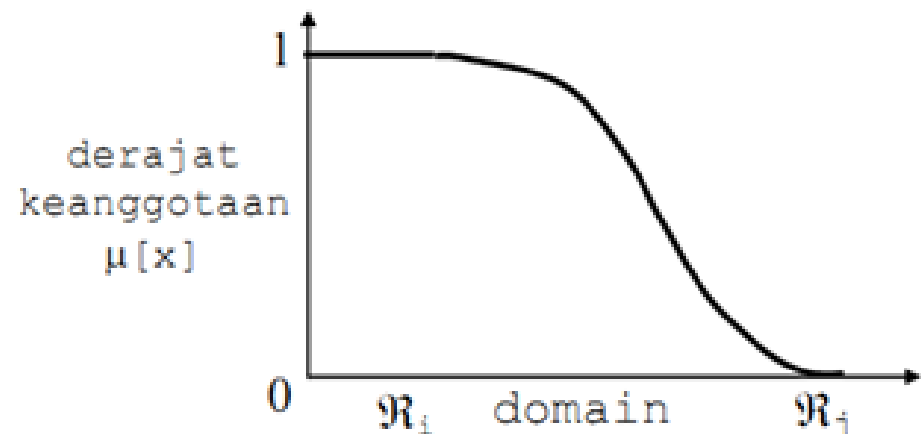
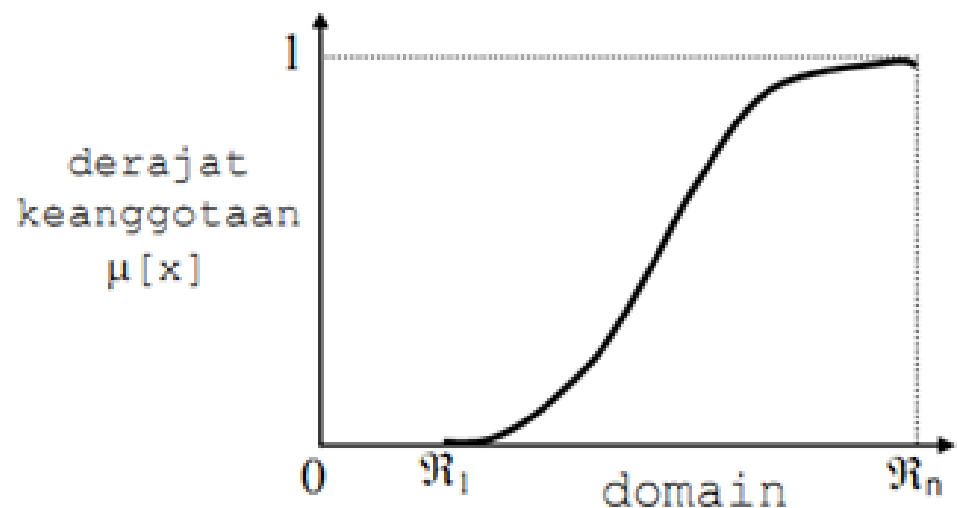
Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun (misalkan: DINGIN bergerak ke SEJUK bergerak ke HANGAT dan bergerak ke PANAS). Tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan. Sebagai contoh, apabila telah mencapai kondisi PANAS, kenaikan temperatur akan tetap berada pada kondisi PANAS. Himpunan fuzzy 'bahu', bukan segitiga, digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah fuzzy. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, demikian juga bahu kanan bergerak dari salah ke benar.

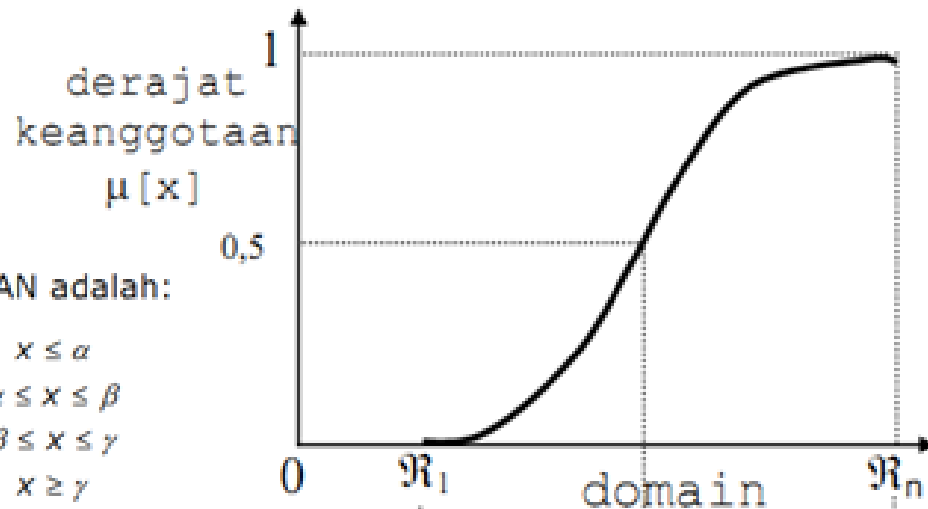


Kurva PERTUMBUHAN dan PENYUSUTAN merupakan kurva-S atau sigmoid yang berhubungan dengan kenaikan dan penurunan permukaan secara tak linear.

Kurva-S untuk PERTUMBUHAN akan bergerak dari sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0) ke sisi paling kanan (nilai keanggotaan = 1). Fungsi keanggotaannya akan tertumpu pada 50% nilai keanggotaannya yang sering disebut dengan titik infleksi

Kurva-S untuk PENYUSUTAN akan bergerak dari sisi paling kanan (nilai keanggotaan = 1) ke sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0)





$\mu[x] = 0$	α
--------------	----------

$\mu[x] = 1$	γ
--------------	----------

$\mu[x] = 0,5$	β
----------------	---------

Fungsi keanggotaan pada kurva PERTUMBUHAN adalah:

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq \alpha \\ 2((x - \alpha) / (\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \alpha \leq x \leq \beta \\ 1 - 2((\gamma - x) / (\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \beta \leq x \leq \gamma \\ 1 & \rightarrow x \geq \gamma \end{cases}$$

Sedangkan fungsi keanggotaan pada kurva PENYUSUTAN adalah:

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 1 & \rightarrow x \leq \alpha \\ 1 - 2((x - \alpha) / (\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \alpha \leq x \leq \beta \\ 2((\gamma - x) / (\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \beta \leq x \leq \gamma \\ 0 & \rightarrow x \geq \gamma \end{cases}$$

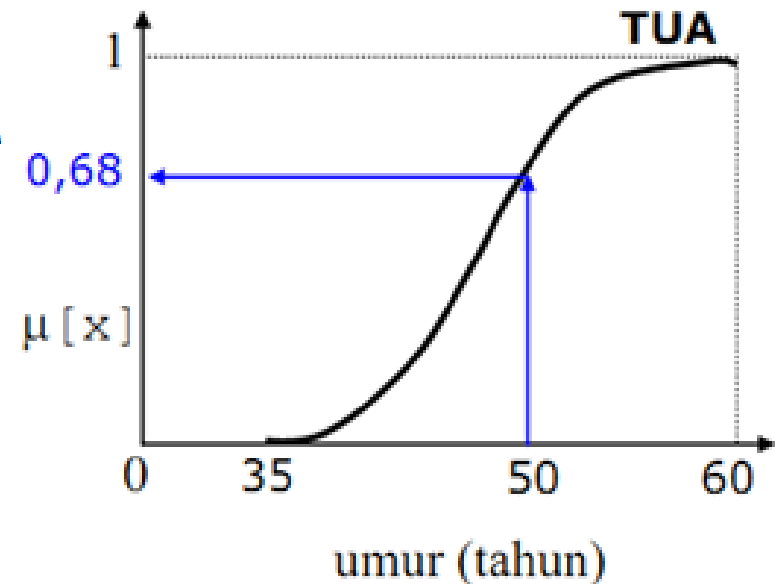
Kurva-S didefinisikan dengan menggunakan 3 parameter, yaitu: nilai keanggotaan nol (α), nilai keanggotaan lengkap (γ), dan titik infleksi atau crossover (β) yaitu titik yang memiliki domain 50% benar.

Contoh

Fungsi keanggotaan untuk himpunan TUA pada variabel umur seperti terlihat pada Gambar

$$\begin{aligned}\mu_{TUA}[50] &= 1 - 2((60-50)/(60-35))^2 \\ &= 1 - 2(10/25)^2 \\ &= 0,68\end{aligned}$$

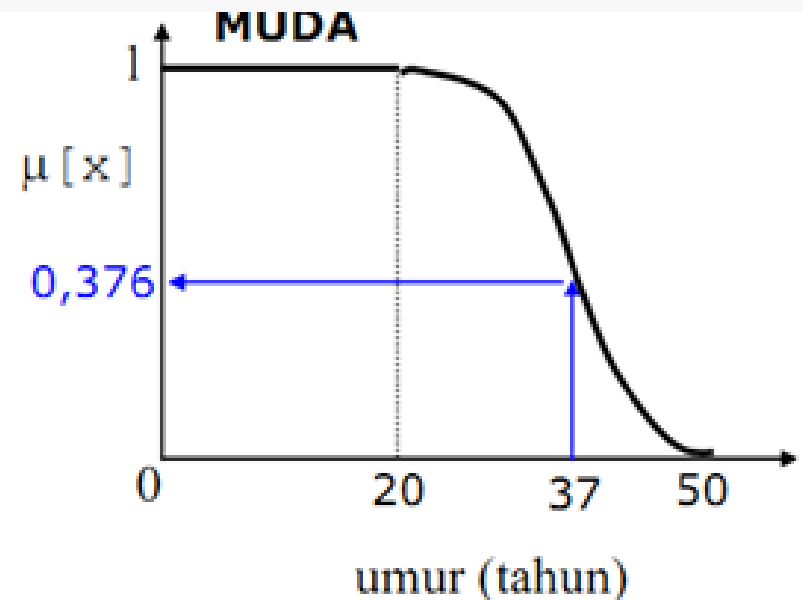
$\mu_{tua}(42) = \text{????}$



Contoh

Fungsi keanggotaan untuk himpunan MUDA pada variabel umur seperti terlihat pada Gambar

$$\begin{aligned}
 \mu_{\text{Muda}}(37) &= 2((50-37)/(50-20))^2 \\
 &= 2(13/30)^2 \\
 &= 0,376
 \end{aligned}$$



REPRESENTASI BENTUK LONCENG (BELL CURVE)

Untuk merepresentasikan bilangan fuzzy, biasanya digunakan kurva berbentuk lonceng. Kurva berbentuk lonceng ini terbagi atas 3 kelas, yaitu:

- himpunan fuzzy PI,
- beta,
- Gauss.

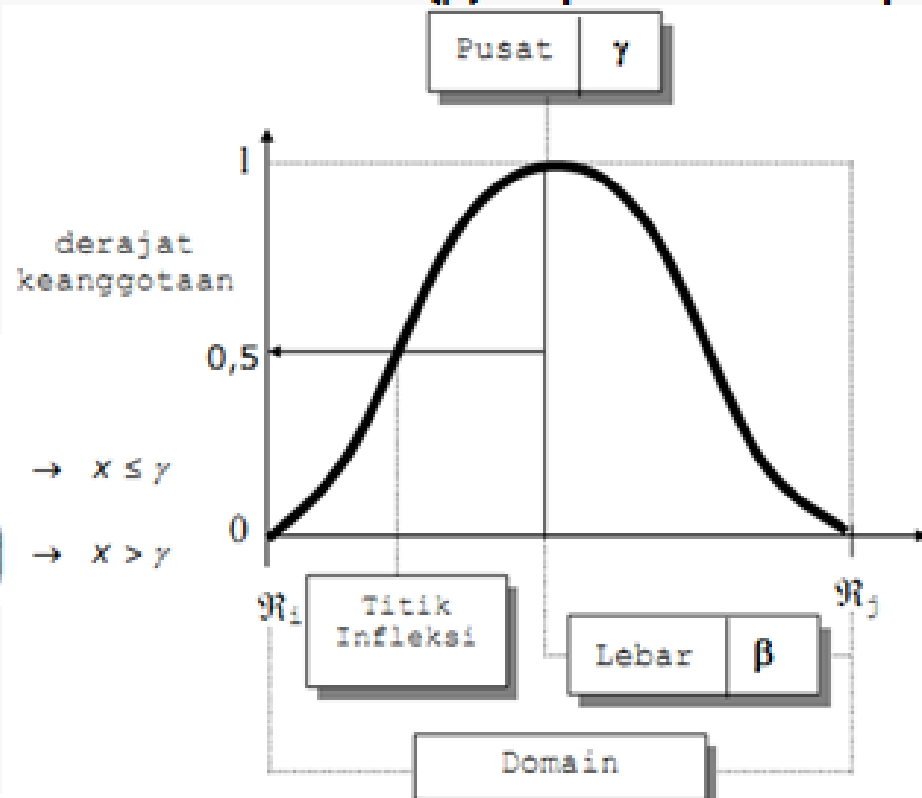
REPRESENTASI BENTUK LONCENG (BELL CURVE)

Kurva PI

Kurva PI berbentuk lonceng dengan derajat keanggotaan 1 terletak pada pusat dengan domain (γ), dan lebar kurva (β) seperti terlihat pada Gambar

Fungsi Keanggotaan:

$$\Pi(x, \beta, \gamma) = \begin{cases} S\left(x; \gamma - \beta, \gamma - \frac{\beta}{2}, \gamma\right) & \rightarrow x \leq \gamma \\ 1 - S\left(x; \gamma, \gamma + \frac{\beta}{2}, \gamma + \beta\right) & \rightarrow x > \gamma \end{cases}$$



REPRESENTASI BENTUK LONCENG (BELL CURVE)

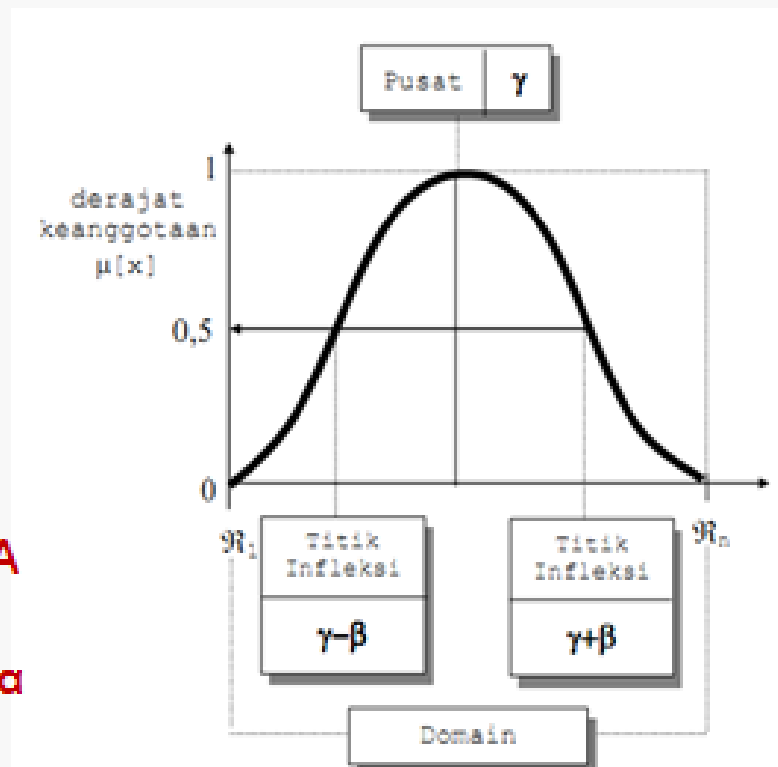
Kurva Beta

Seperti halnya kurva PI, kurva BETA juga berbentuk lonceng namun lebih rapat. Kurva ini juga didefinisikan dengan 2 parameter, yaitu nilai pada domain yang menunjukkan pusat kurva (γ), dan setengah lebar kurva (β) seperti terlihat pada Gambar

Fungsi Keanggotaan:

$$B(x; \gamma, \beta) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x - \gamma}{\beta} \right)^2}$$

Salah satu perbedaan mencolok kurva BETA dari kurva PI adalah, fungsi keanggotaannya akan mendekati nol hanya jika nilai (β) sangat besar.



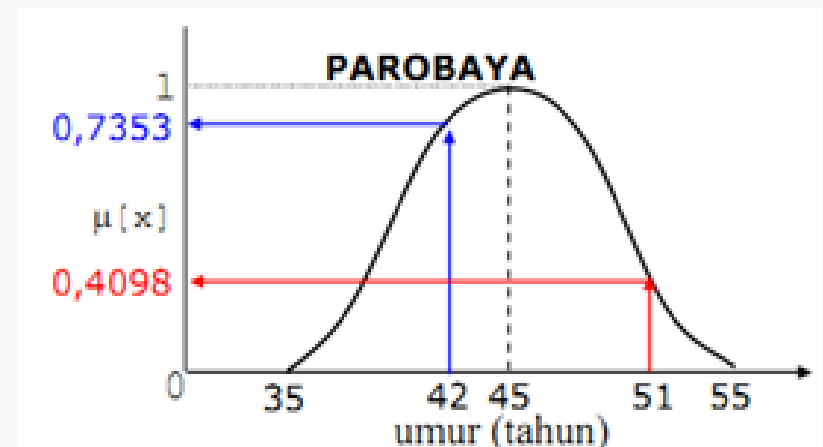
REPRESENTASI BENTUK LONCENG (BELL CURVE)

Kurva Beta

Fungsi keanggotaan untuk himpunan SETENGAH BAYA pada variabel umur seperti terlihat pada Gambar

$$\begin{aligned}\mu_{1/2BAYA}[42] &= 1/(1+((42-45)/5)^2) \\ &= 0,7353\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{1/2BAYA}[51] &= 1/(1+((51-45)/5)^2) \\ &= 0,4098\end{aligned}$$



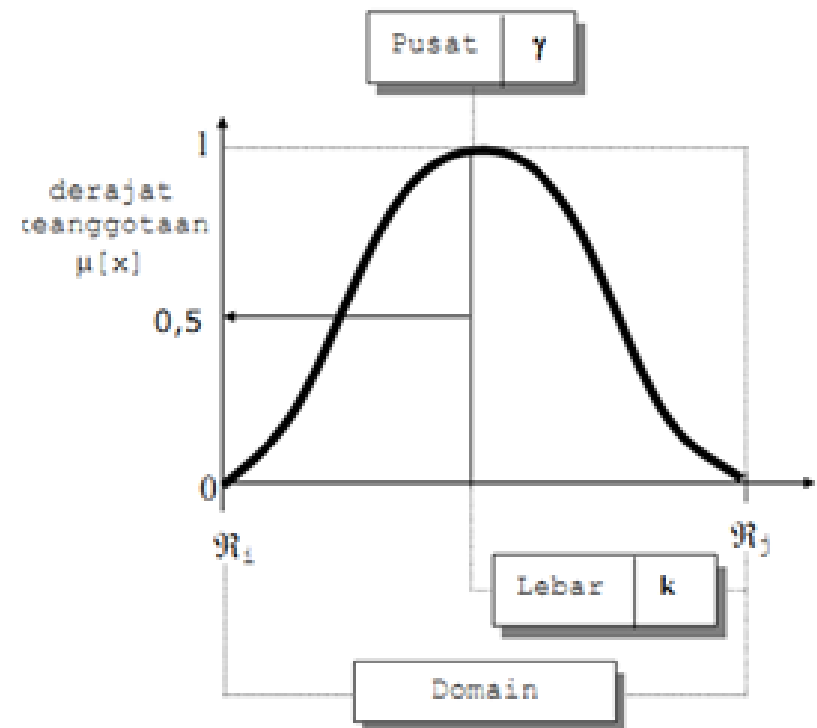
REPRESENTASI BENTUK LONCENG (BELL CURVE)

Kurva Gauss

Jika kurva PI dan kurva BETA menggunakan 2 parameter yaitu (γ) dan (β), kurva GAUSS juga menggunakan (γ) untuk menunjukkan nilai domain pada pusat kurva, dan (k) yang menunjukkan lebar kurva

Fungsi Keanggotaan:

$$G(x; k, \gamma) = e^{-k(\gamma - x)^2}$$



OPERASI LOGIKA (OPERASI HIMPUNAN FUZZY)

Operasi logika adalah operasi yang **mengkombinasikan** dan memodifikasi **2 atau lebih** himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan baru hasil operasi dua himpunan disebut *firing strength* atau α predikat, ada 3 operasi dasar yang diciptakan oleh Zadeh :

1. **Operator AND**, berhubungan dengan **operasi intersection** pada himpunan, α predikat diperoleh dengan mengambil nilai minimum antar kedua himpunan.

$$\mu A \cap B = \min(\mu A[x], \mu B[y])$$

Misal nilai keanggotaan umur 27 pada himpunan muda adalah $\mu \text{MUDA}[27] = 0,6$

dan nilai keanggotaan 2 juta pada himpunan penghasilan TINGGI adalah $\mu \text{GAJITINGGI}[2\text{juta}] = 0,8$

maka α -predikat untuk usia MUDA dan berpenghasilan TINGGI adalah nilai keanggotaan minimum :

$$\begin{aligned}\mu \text{MUDA} \cap \text{GAJITINGGI} &= \min(\mu \text{MUDA}[27], \mu \text{GAJITINGGI}[2\text{juta}]) \\ &= \min(0,6 ; 0,8) \\ &= 0,6\end{aligned}$$

2. **Operator OR**, berhubungan dengan **operasi union** pada himpunan, α predikat diperoleh dengan mengambil nilai maximum antar kedua himpunan.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y])$$

Misal nilai keanggotaan umur 27 pada himpunan muda adalah $\mu_{MUDA}[27] = 0,6$ dan nilai keanggotaan 2 juta pada himpunan penghasilan TINGGI adalah $\mu_{GAJITINGGI}[2juta] = 0,8$

maka α -predikat untuk usia MUDA atau berpenghasilan TINGGI adalah nilai keanggotaan maksimum :

$$\begin{aligned}\mu_{MUDA \cup GAJITINGGI} &= \max(\mu_{MUDA}[27], \mu_{GAJITINGGI}[2juta]) \\ &= \max(0,6 ; 0,8) \\ &= 0,8\end{aligned}$$

3. **Operasi NOT**, berhubungan dengan operasi *komplemen* pada himpunan, α predikat diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan dari 1.

Misal nilai keanggotaan umur 27 pada himpunan muda adalah $\mu_{\text{MUDA}}[27] = 0,6$ maka \neg -predikat untuk usia TIDAK MUDA adalah :

$$\begin{aligned}\mu_{\text{MUDA}'}[27] &= 1 - \mu_{\text{MUDA}}[27] \\ &= 1 - 0,6 \\ &= 0,4\end{aligned}$$

IMPLIKASI

- ▶ Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi fuzzy. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah:

IF x is A THEN y is B

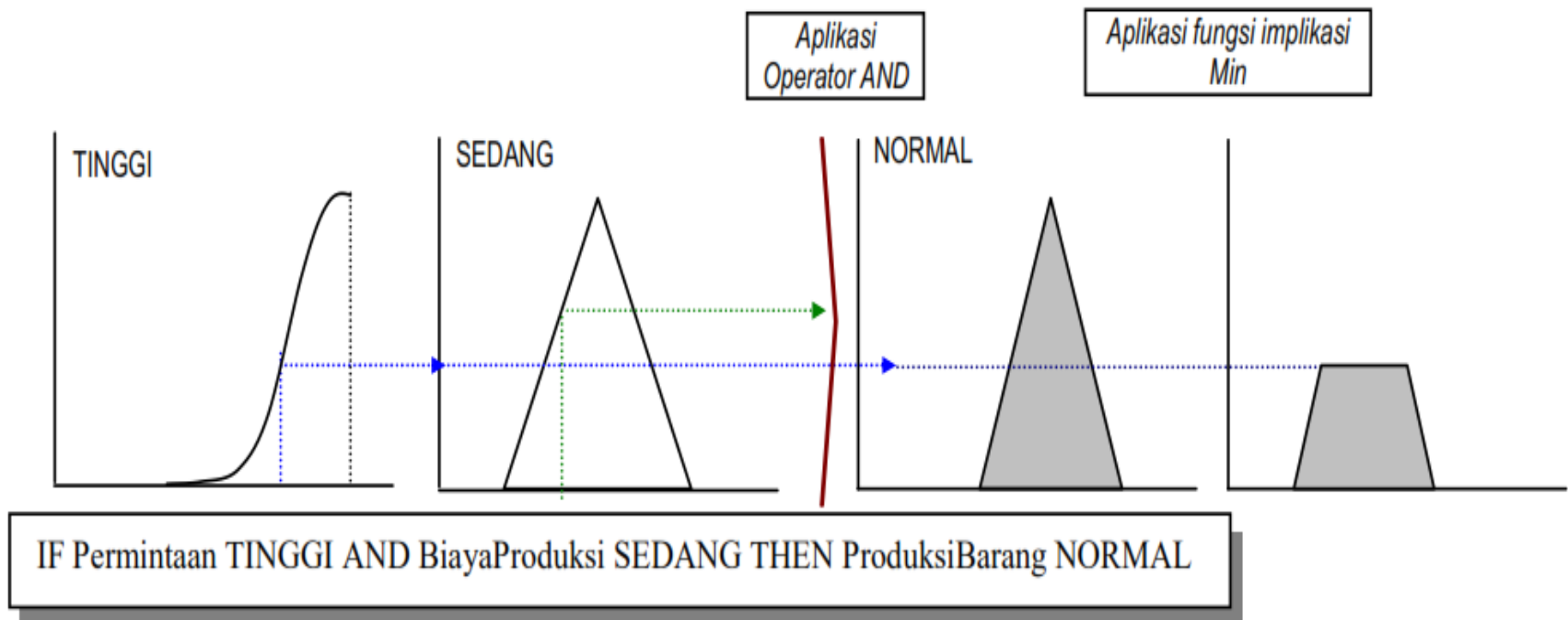
- ▶ dengan x dan y adalah skalar, dan A dan B adalah himpunan fuzzy. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator fuzzy, seperti:

IF $(x_1 \text{ is } A_1) \bullet (x_2 \text{ is } A_2) \bullet (x_3 \text{ is } A_3) \bullet \dots \bullet (x)$ THEN y is B

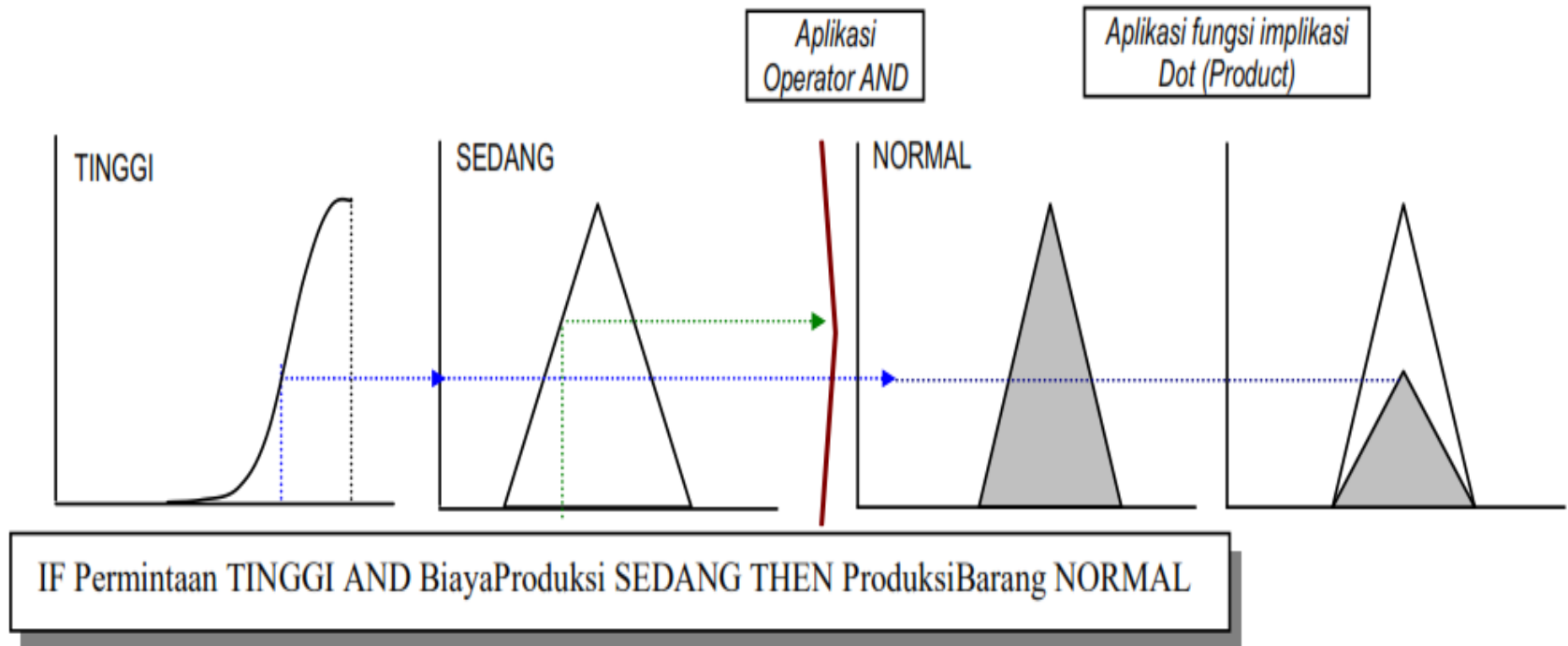
- ▶ dengan \bullet adalah operator (misal: OR atau AND).

Ada 2 fungsi implikasi yang dapat digunakan, yaitu:

- ▶ **Min (minimum).** Fungsi ini akan memotong output himpunan fuzzy. Gambar dibawah ini menunjukkan salah satu contoh penggunaan fungsi min.



- ▶ Dot (product). Fungsi ini akan menskala output himpunan fuzzy. Gambar dibawah ini menunjukkan salah satu contoh penggunaan fungsi dot.

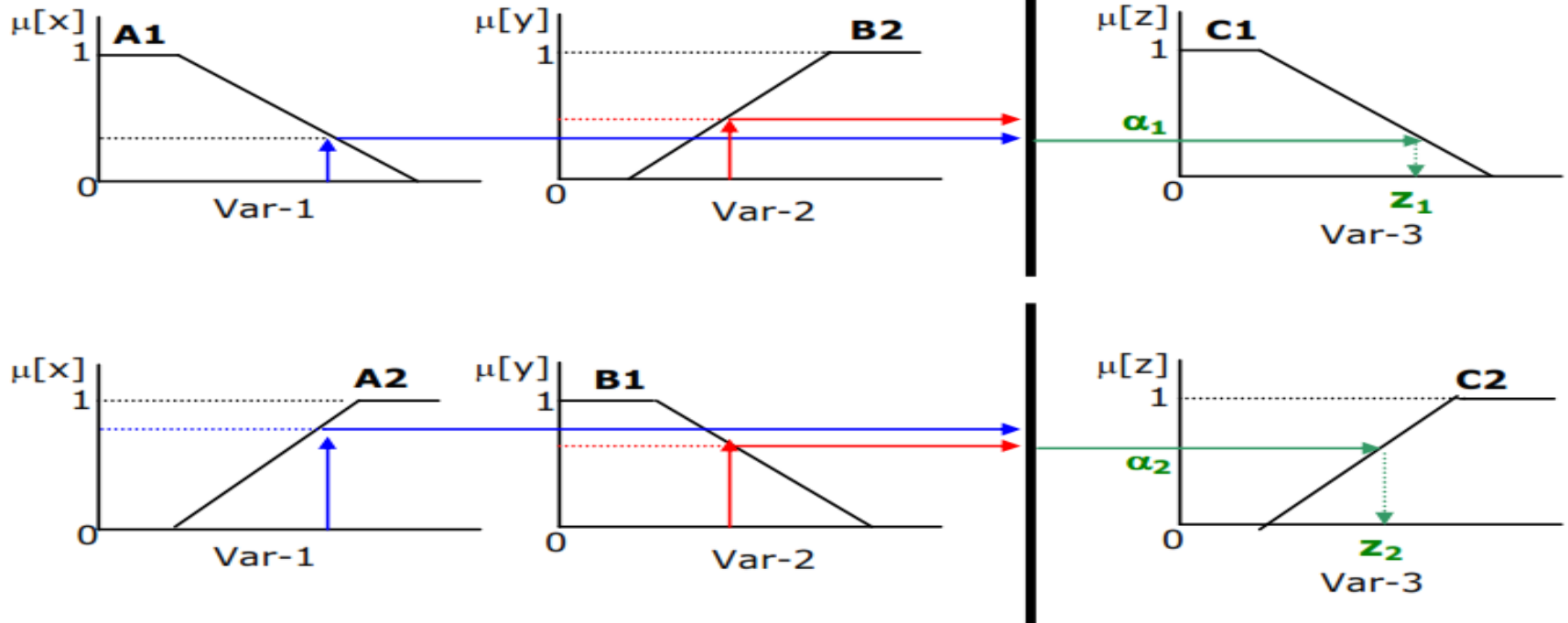


SISTEM INFERENSI FUZZY

► Metode Tsukamoto

Pada Metode Tsukamoto, setiap konsekuensi pada aturan yang berbentuk IF-Then harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton seperti Gambar di bawah ini. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan apredikat (fire strength). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.

MIN atau DOT



rata-rata terbobot

$$z = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2}{\alpha_1 + \alpha_2}$$

Soal :

Suatu perusahaan makanan kaleng akan memproduksi makanan jenis ABC. Dari data 1 bulan terakhir, permintaan terbesar hingga mencapai 5000 kemasan/hari, dan permintaan terkecil sampai 1000 kemasan/hari. Persediaan barang digudang terbanyak sampai 600 kemasan/hari, dan terkecil pernah sampai 100 kemasan/hari. Dengan segala keterbatasannya, sampai saat ini, perusahaan baru mampu memproduksi barang maksimum 7000 kemasan/hari, serta demi efisiensi mesin dan SDM tiap hari diharapkan perusahaan memproduksi paling tidak 2000 kemasan. Apabila proses produksi perusahaan tersebut menggunakan 4 aturan fuzzy sbb:

[R1] IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK THEN Produksi Barang BERKURANG;

{R2} IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT THEN Produksi Barang BERKURANG;

[R3] IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK THEN Produksi Barang BERTAMBAH;

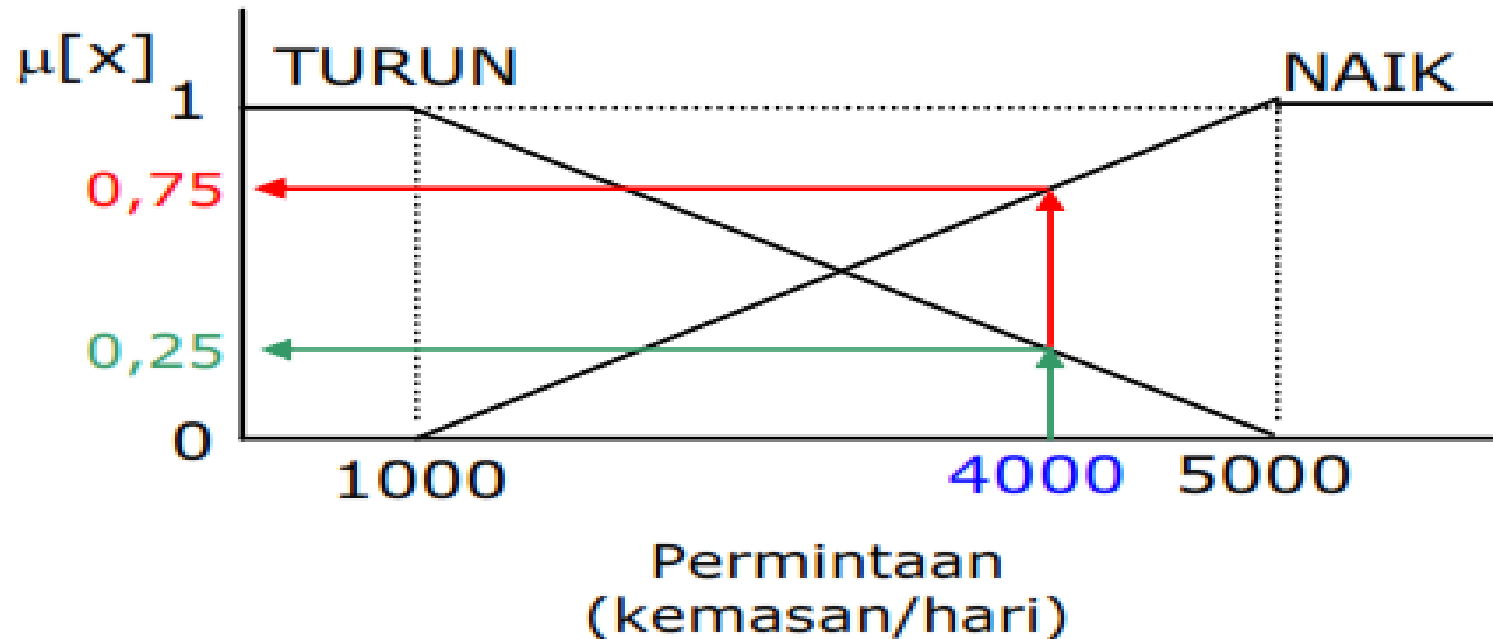
[R4] IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT THEN Produksi Barang BERTAMBAH;

Berapa kemasan makanan jenis ABC yang harus diproduksi, jika jumlah permintaan sebanyak 4000 kemasan, dan persediaan di gudang masih 300 kemasan?

Solusi :

Ada 3 variabel fuzzy yang akan dimodelkan, yaitu:

- ▶ Permintaan; terdiri-atas 2 himpunan fuzzy, yaitu: NAIK dan TURUN



Fungsi Keanggotaan

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

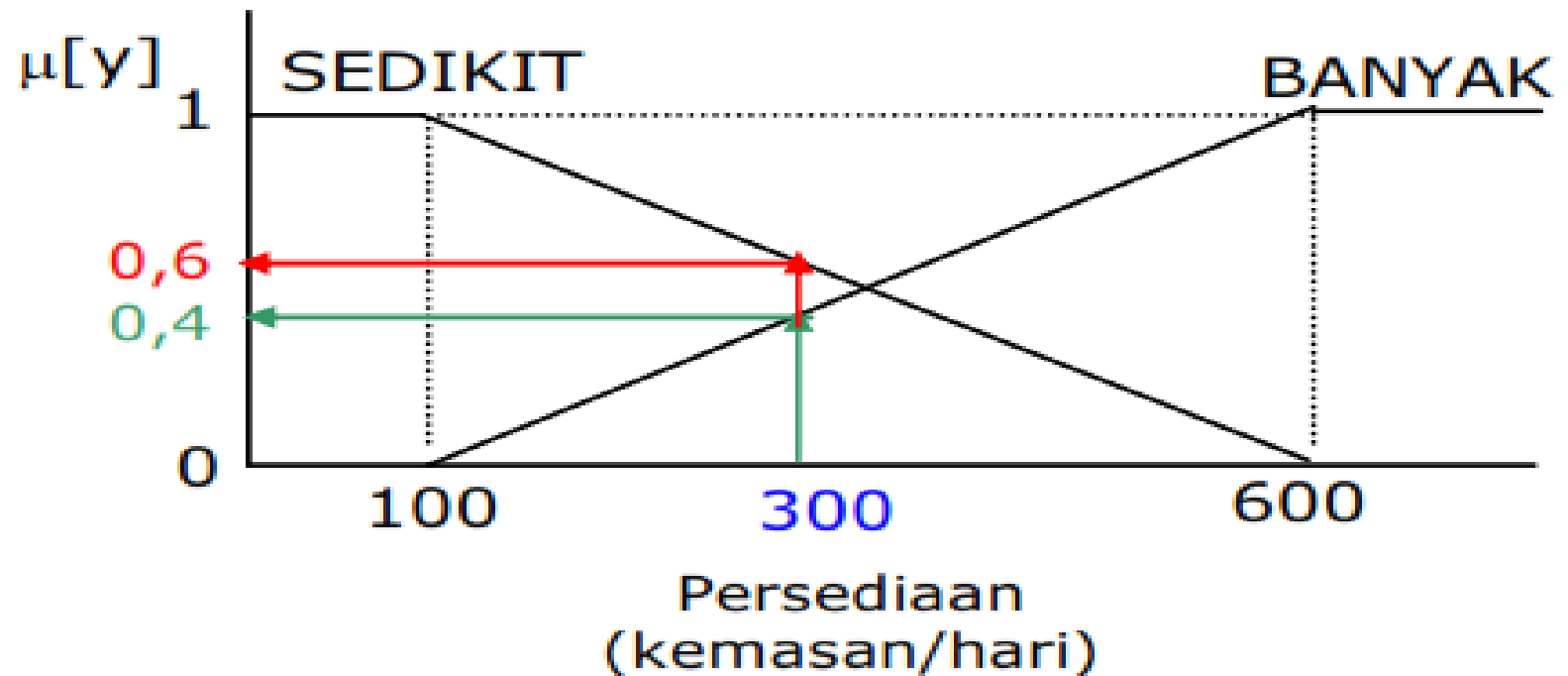
$$\mu_{\text{PmtNAIK}}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 1000 \\ \frac{x - 1000}{4000}, & 1000 \leq x \leq 5000 \\ 1, & x \geq 5000 \end{cases}$$

Kita bisa mencari nilai keanggotaan:

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

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

- Persediaan; terdiri-atas 2 himpunan fuzzy, yaitu: SEDIKIT dan BANYAK



Fungsi Keanggotaan

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

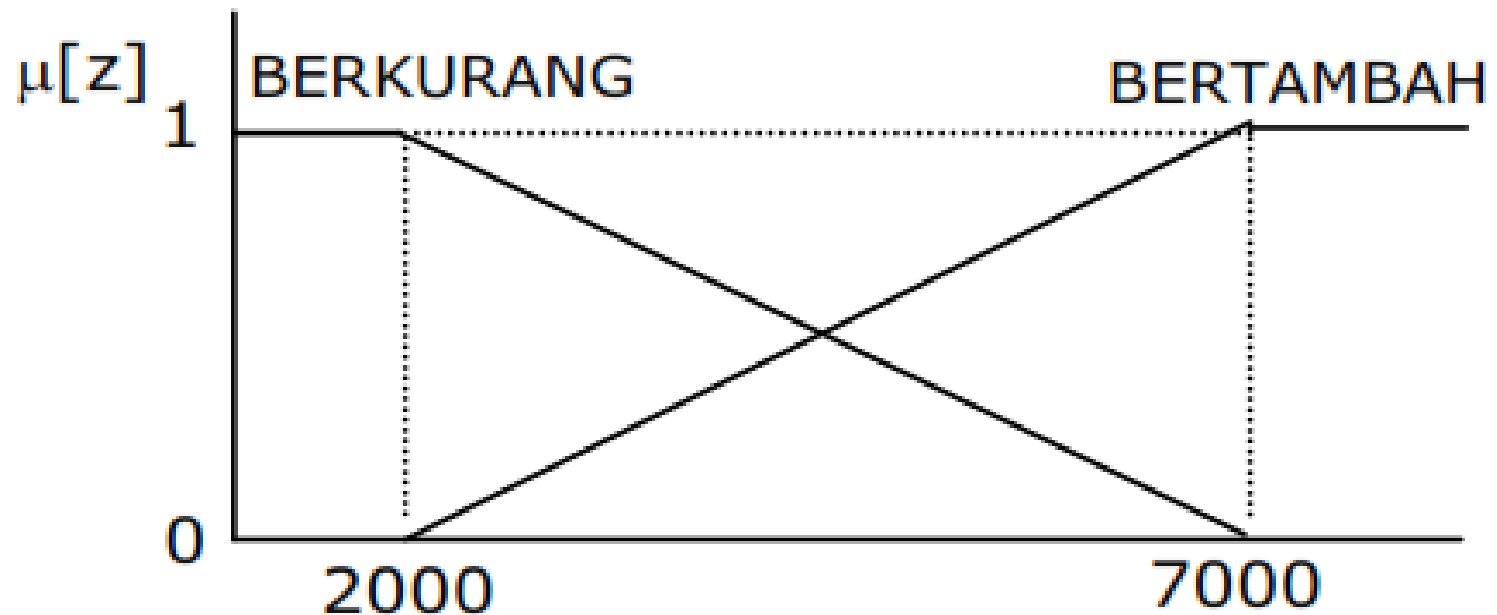
$$\mu_{\text{PsdBANYAK}}[Y] = \begin{cases} 0, & y \leq 100 \\ \frac{y - 100}{500}, & 100 \leq y \leq 600 \\ 1, & y \geq 600 \end{cases}$$

Kita bisa mencari nilai keanggotaan:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{PsdSEDIKIT}}[300] &= (600 - 300) / 500 \\ &= 0,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{PsdBANYAK}}[300] &= (300 - 100) / 500 \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

- ▶ Produksi barang; terdiri-atas 2 himpunan fuzzy, yaitu: BERKURANG dan BERTAMBAH



Fungsi Keanggotaan

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

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

- ▶ Sekarang kita cari nilai z untuk setiap aturan dengan menggunakan fungsi MIN pada aplikasi fungsi implikasinya:

[R1] IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK
THEN Produksi Barang BERKURANG;

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_1 &= \mu_{\text{PmtTURUN}} \cap \mu_{\text{PsdBANYAK}} \\ &= \min(\mu_{\text{PmtTURUN}}[4000], \mu_{\text{PsdBANYAK}}[300]) \\ &= \min(0,25; 0,4) \\ &= 0,25\end{aligned}$$

Lihat himpunan Produksi Barang BERKURANG,

$$(7000-z)/5000 = 0,25 \quad \text{--->} \quad z_1 = 5750$$

{R2} IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT
THEN Produksi Barang BERKURANG;

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_2 &= \mu_{\text{PmtTURUN}} \cap \mu_{\text{PsdSEDIKIT}} \\ &= \min(\mu_{\text{PmtTURUN}}[4000], \mu_{\text{PsdSEDIKIT}}[300]) \\ &= \min(0,25; 0,6) \\ &= 0,25\end{aligned}$$

Lihat himpunan Produksi Barang BERKURANG,
 $(7000-z)/5000 = 0,25 \quad \text{--->} \quad z_2 = 5750$

[R3] IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK
THEN Produksi Barang BERTAMBAH;

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_3 &= \mu_{\text{PmtNAIK}} \cap \mu_{\text{PsdBANYAK}} \\ &= \min(\mu_{\text{PmtNAIK}}[4000], \mu_{\text{PsdBANYAK}}[300]) \\ &= \min(0,75; 0,4) \\ &= 0,4\end{aligned}$$

Lihat himpunan Produksi Barang BERTAMBAH,
 $(z-2000)/5000 = 0,4 \quad \text{--->} \quad z_3 = 4000$

[R4] IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT
THEN Produksi Barang BERTAMBAH;

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_4 &= \mu_{\text{PmtNAIK}} \cap \mu_{\text{PsdBANYAK}} \\ &= \min(\mu_{\text{PmtNAIK}}[4000], \mu_{\text{PsdSEDIKIT}}[300]) \\ &= \min(0,75; 0,6) \\ &= 0,6\end{aligned}$$

Lihat himpunan Produksi Barang BERTAMBAH,

$$(z-2000)/5000 = 0,6 \quad \text{--->} \quad z_4 = 5000$$

Dari sini kita dapat mencari berapakah nilai z, yaitu:

$$z = \frac{\alpha\text{pred}_1 * z_1 + \alpha\text{pred}_2 * z_2 + \alpha\text{pred}_3 * z_3 + \alpha\text{pred}_4 * z_4}{\alpha\text{pred}_1 + \alpha\text{pred}_2 + \alpha\text{pred}_3 + \alpha\text{pred}_4}$$

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

Jadi jumlah makanan kaleng jenis ABC yang harus diproduksi sebanyak **4983** kemasan.

Metode Sugeno

Penalaran dengan metode SUGENO hampir sama dengan penalaran MAMDANI, hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh TakagiSugeno Kang pada tahun 1985.

- ▶ Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

IF (x1 is A1) • (x2 is A2) • (x3 is A3) • • (xN is A) THEN z=k

- ▶ Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu

- ▶ IF (x1 is A1) • • (xN is AN) THEN z = p1*x1 + ... +pN*xN + q

berikut (dengan asumsi bahwa jumlah permintaan selalu lebih tinggi dibanding dengan jumlah persediaan):

- [R1] IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK
THEN Produksi Barang = Permintaan - Persediaan;
- {R2} IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT
THEN Produksi Barang = Permintaan;
- [R3] IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK
THEN Produksi Barang = Permintaan;
- [R4] IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT
THEN Produksi Barang = $1,25 * \text{Permintaan} - \text{Persediaan}$;

Sekarang kita cari α -predikat dan nilai z untuk setiap aturan:

[R1] IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK
THEN Produksi Barang = Permintaan - Persediaan;

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_1 &= \mu_{\text{PmtTURUN}} \cap \mu_{\text{PsdBANYAK}} \\ &= \min(\mu_{\text{PmtTURUN}}[4000], \mu_{\text{PsdBANYAK}}[300]) \\ &= \min(0,25; 0,4) \\ &= 0,25\end{aligned}$$

$$\text{Nilai } z_1: z_1 = 4000 - 300 = 3700$$

{R2} IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT
THEN Produksi Barang = Permintaan;

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_2 &= \mu_{\text{PmtTURUN}} \cap \mu_{\text{PsdSEDIKIT}} \\ &= \min(\mu_{\text{PmtTURUN}}[4000], \mu_{\text{PsdSEDIKIT}}[300]) \\ &= \min(0,25; 0,6) \\ &= 0,25\end{aligned}$$

$$\text{Nilai } z_2: z_2 = 4000$$

[R3] IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK
THEN Produksi Barang = Permintaan;

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_3 &= \mu_{\text{PmtNAIK}} \cap \mu_{\text{PsdBANYAK}} \\ &= \min(\mu_{\text{PmtNAIK}}[4000], \mu_{\text{PsdBANYAK}}[300]) \\ &= \min(0,75; 0,4) \\ &= 0,4\end{aligned}$$

$$\text{Nilai } z_3: z_3 = 4000$$

[R4] IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT
THEN Produksi Barang = $1,25 \times \text{Permintaan} - \text{Persediaan}$;

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_4 &= \mu_{\text{PmtNAIK}} \cap \mu_{\text{PsdSEDIKIT}} \\ &= \min(\mu_{\text{PmtNAIK}}[4000], \mu_{\text{PsdSEDIKIT}}[300]) \\ &= \min(0,75; 0,6) \\ &= 0,6\end{aligned}$$

$$\text{Nilai } z_4: z_4 = 1,25 \times 4000 - 300 = 4700$$

Dari sini kita dapat mencari berapakah nilai z, yaitu:

$$z = \frac{\alpha_{\text{pred}_1} * z_1 + \alpha_{\text{pred}_2} * z_2 + \alpha_{\text{pred}_3} * z_3 + \alpha_{\text{pred}_4} * z_4}{\alpha_{\text{pred}_1} + \alpha_{\text{pred}_2} + \alpha_{\text{pred}_3} + \alpha_{\text{pred}_4}}$$

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

Jadi jumlah makanan kaleng jenis ABC yang harus diproduksi sebanyak **4230** kemasan.

Tugas

Untuk mengukur frekuensi putar kipas angin secara otomatis digunakan sistem kontrol yang dapat mengontrol sumber frekuensi putar kipas angin. Sistem kontrol ini dipengaruhi oleh tiga variabel yaitu kecepatan putar kipas angin, suhu ruangan, dan sumber frekuensi putar kipas angin. Berdasarkan data spesifikasi dari pabrik, kecepatan putar kipas angin kecil 1000 rpm (rotary per menit) dan terbesar 4000 rpm, kemampuan sensor suhu ruangan berada dalam interval 100 kelvin hingga 500 kelvin, sedangkan sumber frekuensi putar kipas angin hanya mampu menyediakan frekuensi sebesar 2000 rpm hingga 6000 rpm. Apabila sistem kontrol ruangan tersebut menggunakan 4 rule berikut :

- [R1] IF kecepatan LAMBAT and Suhu TINGGI Then frekuensi KECIL
- [R2] IF kecepatan LAMBAT and suhu RENDAH then frekuensi KECIL
- [R3] IF kecepatan CEPAT and suhu TINGGI then frekuensi BESAR
- [R4] IF kecepatan CEPAT and suhu RENDAH then frekuensi BESAR

Berapa sumber frekuensi putar angin yang di hasilkan sistem kontrol tersebut bila pada saat itu sensor suhu menunjukkan angka 200 Kelvin, sedangkan kipas angin berputar dengan kecepatan 3000 rpm ? Selesaikan dengan menggunakan metode :

1. Mamdani (Matlab)
2. Tsukamoto (Perhtungan manual)

3. Sugeno, tetapi rule-rulanya berubah sebagai berikut:
(Matlab)


[R1] IF kecepatan LAMBAT and suhu TINGGI then
frekuensi = $0,5 * \text{kecepatan} + 1700$

[R2] IF kecepatan LAMBAT and suhu RENDAH then
frekuensi = $2 * \text{kecepatan} - 3000$

[R3] IF kecepatan CEPAT and suhu TINGGI then
frekuensi = $0,5 * \text{kecepatan} + 2000$

[R4] IF kecepatan CEPAT and suhu RENDAH then
frekuensi = $\text{kecepatan} + 700$





Thank You