

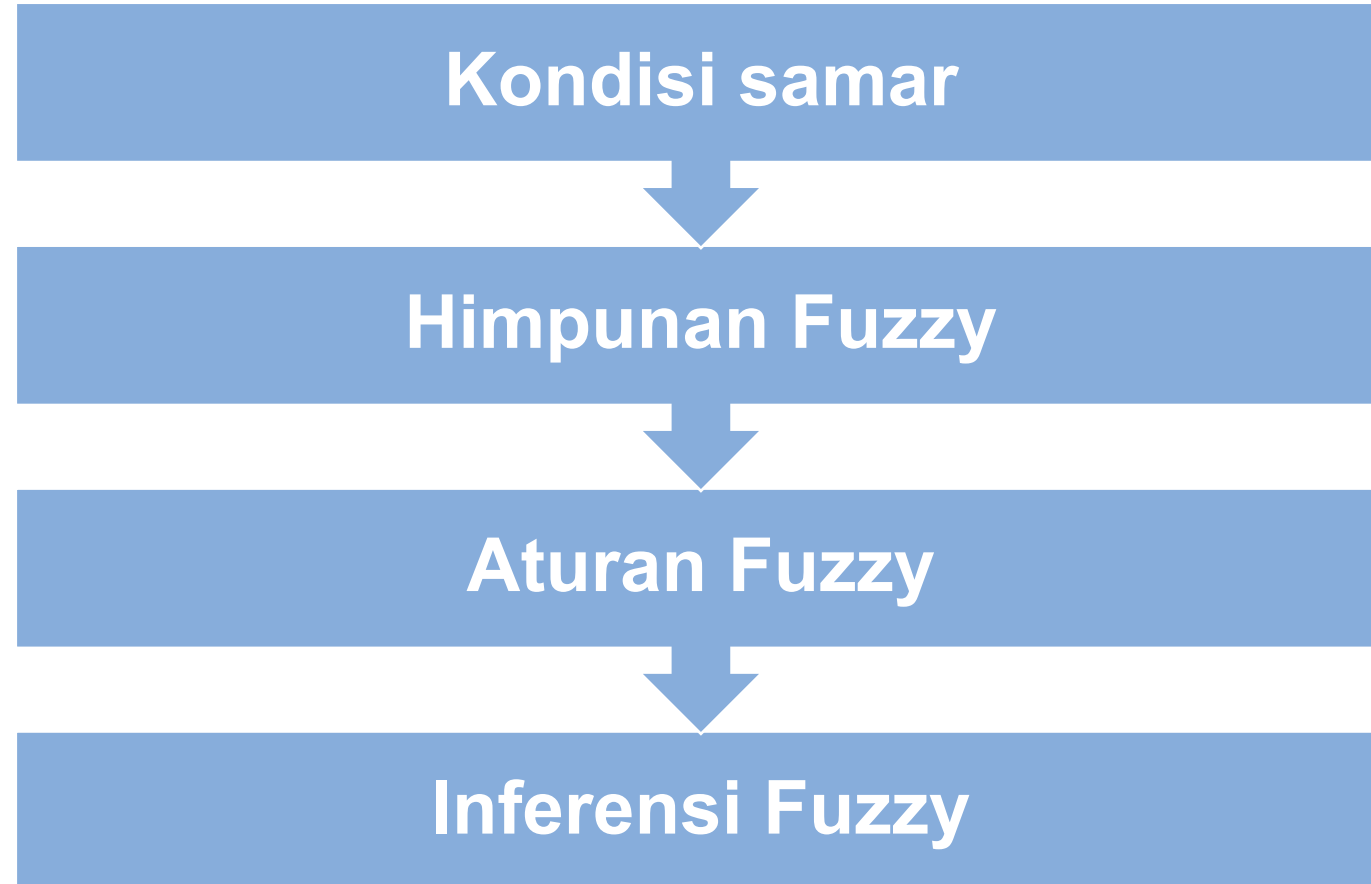


**TEKNIK INFORMATIKA**  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MATARAM



# Sistem Fuzzy

Ramaditia D





Manusia cenderung menggunakan bahasa dalam bentuk sesuatu yang dapat dipahami secara umum, bukan dalam bentuk bahasa matematika yang mementingkan akurasi. Misalkan, kita mengatakan:

- ✓ "Benda itu **sangat** berat"
- ✓ "Joko adalah mahasiswa yang **tinggi**"
- ✓ "Cuaca di kota ini **panas**"
- ✓ "Kampus ini **jauh** dari kost mahasiswa"



Semua kata berwarna merah tadi:

- Bersifat fuzzy/samar maknanya.
- Sulit diterjemahkan ke bahasa yang lebih tepat
- Jika salah menerjemahkan, maka dapat menyebabkan hilangnya nilai semantik (makna)

Expert System harus mampu memanfaatkan informasi tidak-tepat dalam penalarannya.

- ✓ Teori fuzzy set atau himpunan samar dikemukakan pertama oleh Lotfi Zadeh 1965.
- ✓ Dengan teori Fuzzy sets kita dapat merepresentasikan dan menangani masalah ketidak-pastian dalam hal ini bisa berarti keraguan, ketidak tepatan, kurang lengkapan informasi dan kebenaran yang bersifat sebagian.



- Pada tahun 1990 pertama kali dibuat mesin cuci dengan **logika fuzzy** di Jepang (Matsushita Electric Industrial Company). Sistem fuzzy digunakan untuk **menentukan putaran yang tepat** secara otomatis berdasarkan jenis dan banyaknya kotoran serta jumlah yang akan dicuci.
- **Input** yang digunakan adalah: seberapa kotor, jenis kotoran, dan banyaknya yang dicuci. Mesin ini menggunakan sensor optik, mengeluarkan cahaya ke air dan mengukur bagaimana cahaya tersebut sampai ke ujung lainnya. Makin kotor, maka sinar yang sampai makin redup. Di samping itu, sistem juga dapat menentukan jenis kotoran (daki atau minyak).

- Transmisi otomatis pada mobil. Mobil Nissan telah menggunakan sistem fuzzy pada transmisi otomatis, dan mampu menghemat bensin 12 – 17%.
- Ilmu kedokteran dan biologi, seperti sistem diagnosis yang didasarkan pada logika fuzzy, penelitian kanker, manipulasi peralatan biologis yang didasarkan pada logika fuzzy, dll.
- Ilmu lingkungan, seperti kendali kualitas air, prediksi cuaca, dll.
- Teknik, seperti perancangan jaringan komputer, prediksi adanya gempa bumi, dll.

Sama-sama menangani ketidak-pastian tetapi perbedaan terdapat pada masalah jenis ketidak-pastian yang ditangani.

Contoh Kasus:

- Anda sedang terdampar di sebuah pulau gersang tanpa air. Pada suatu hari Anda menemukan dua buah peti masing-masing peti berisi 50 botol air mineral.
- Pada peti pertama terdapat tulisan peringatan "1 dari 50 botol ini berisi cairan kimia mematikan yang warna dan rasa seperti air mineral, Anda akan mati seketika ketika meminumnya".
- Pada peti kedua "Satu plastik cairan kimia mematikan telah dicampurkan ke dalam 50 botol air secara tidak merata, Anda tidak akan mati jika meminum 1 botol, tetapi Anda akan mati ketika meminum 50 botol".
- Karena dehidrasi berat, Anda membutuhkan 1 botol air agar tetap hidup. Botol dari peti manakah yang Anda minum?



- Istilah-istilah yang merepresentasikan fakta yang samar disebut sebagai *variabel linguistik*.
- Berikut merupakan contoh variabel linguistik beserta nilai tipikal yang mungkin dalam suatu sistem fuzzy :

Variabel Linguistik	Nilai Tipikal
Suhu	Panas, dingin
Ketinggian	Pendek, cukup, tinggi
Kelajuan	Sangat lambat, lambat, cepat

Dalam sistem pakar fuzzy (fuzzy expert system), variabel linguistik digunakan pada aturan-aturan fuzzy (fuzzy rules).

Perhatikan contoh di bawah ini:

- ❑ R1: **IF** Kelajuan rendah **THEN** Buat akselerasi menjadi tinggi
- ❑ R2: **IF** Suhu udara rendah **AND** Tekanan cukup **THEN** Buat kelajuan menjadi rendah
- ❖ Jangkauan (range) nilai yang mungkin dalam variabel linguistik disebut sebagai ***universe of discourse (semesta pembicaraan)***.
- ❖ Contoh, misalkan "kelajuan" pada R1 dapat **memiliki range antara 0 sampai 200 km/jam**.
- ❖ "Kelajuan rendah" menempati sebagian segmen dari universe of discourse, dimana segmen tersebut dinamakan domain, misalkan domain kelajuan rendah adalah 0 sampai 30 km/jam.

- ❑ Dalam bahasa inggris, aturan tersebut dinamakan sebagai crisp rule yang diartikan sebagai clear dan distinct.
- ❑ Himpunan yang membedakan anggota dan non anggotanya dengan batasan yang **jelas** disebut sebagai crisp set.
- ❑ Himpunan crisp adalah himpunan yang memiliki nilai keanggotaan ( $\mu$ ) = ya (1) atau tidak (0) untuk menyatakan suatu obyek merupakan anggota dari satu himpunan.
- ❑ Contoh:  $C = \{x \mid x \text{ integer, } x > 2\}$ .

- Pada himpunan tegas (crisp set), nilai keanggotaan suatu item  $x$  dalam suatu himpunan  $A$  (ditulis  $\mu_A[x]$ ) memiliki 2 kemungkinan :
  - Satu (1), artinya  $x$  adalah anggota  $A$
  - Nol (0), artinya  $x$  bukan anggota  $A$

$$f_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{if } x \notin A \\ 1, & \text{if } x \in A \end{cases}.$$

- Contoh → Jika diketahui :  
 $S = \{1,2,3,4,5,6\}$  adalah semesta pembicaraan  
 $A = \{1,2,3\}$   
 $B = \{3,4,5\}$

maka :

- ❖ Nilai keanggotaan 2 pada  $A$ ,  $\mu_A[2] = 1$ , karena  $2 \in A$
- ❖ Nilai keanggotaan 4 pada  $A$ ,  $\mu_A[4] = 0$ , karena  $4 \notin A$
- ❖ Nilai keanggotaan 2 pada  $B$  ?
- ❖ Nilai keanggotaan 5 pada  $B$  ?

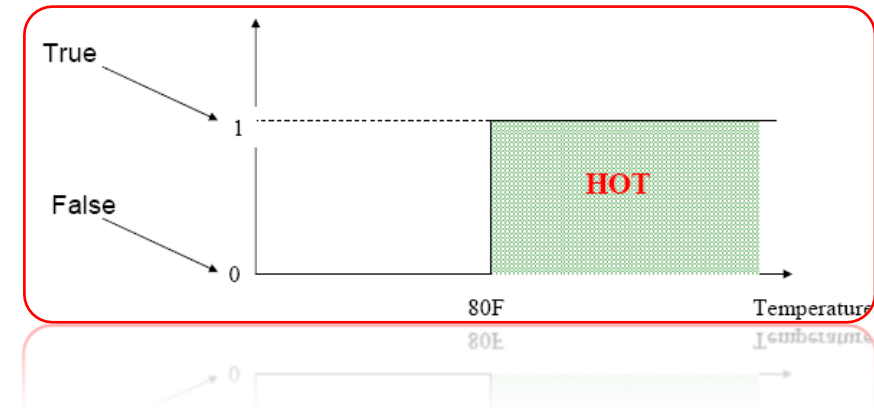
- ❑ Kasus pemberian beasiswa. Kita ingin memutuskan apakah seorang mahasiswa layak mendapatkan beasiswa atau tidak.
- ❑ Misalkan kita hanya memperhatikan 2 parameter, yaitu IP dan tes psikologi (TP). Universitas membuat aturan bahwa mahasiswa yang layak mendapatkan beasiswa adalah mahasiswa yang memiliki  $IP \geq 3,00$  dan  $TP \geq 8,00$ .
- ❑ **A memiliki  $IP=3,00$  dan  $TP = 8,00$**  sedang **B memiliki  $IP = 2,99$  dan  $TP = 8,5$** .
- ❑ Berdasarkan aturan tersebut maka A mendapat beasiswa, sedangkan B tidak. Aturan seperti itu dirasa tidak adil, karena B dengan selisih standar IP hanya 0,01 dan TP nya jauh lebih besar tidak mendapat beasiswa.

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

- *If Suhu  $\geq 80$  °F, disebut panas*
- *If Suhu  $< 80$  °F, disebut tidak panas*

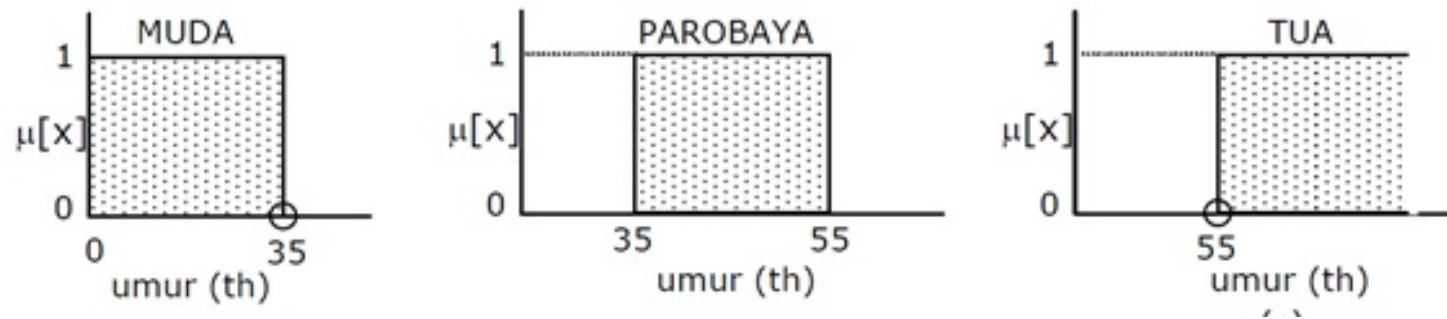
Kasus :

- Suhu = 100 °F, maka Panas
  - Suhu = 80.1 °F, maka Panas
  - Suhu = 79.9 °F, maka tidak panas
  - Suhu = 50 °F, maka tidak panas
- 
- Fungsi keanggotaan dari himpunan tegas gagal membedakan antara anggota pada himpunan yang sama
  - Ada problem-problem yang terlalu kompleks untuk didefinisikan secara tepat



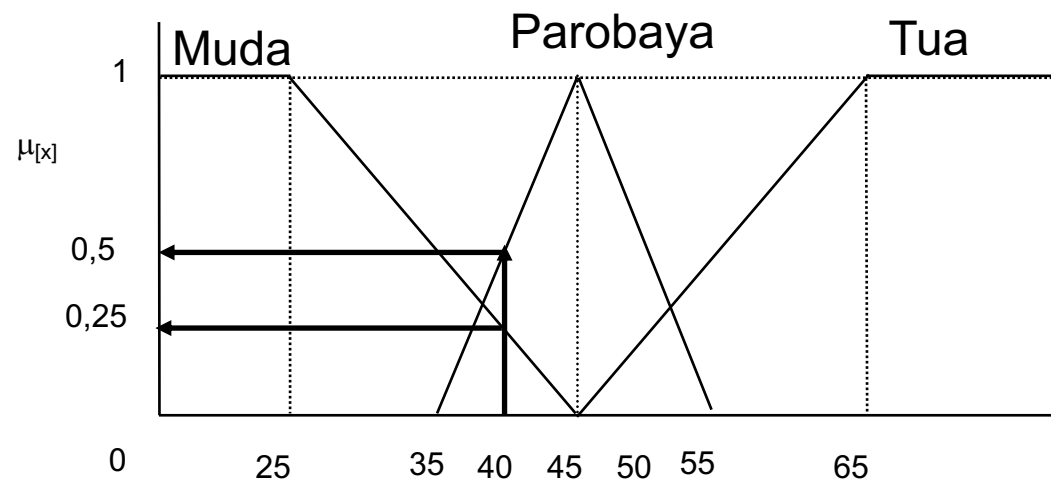
Misal variable umur dibagi menjadi 3 katagori :

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

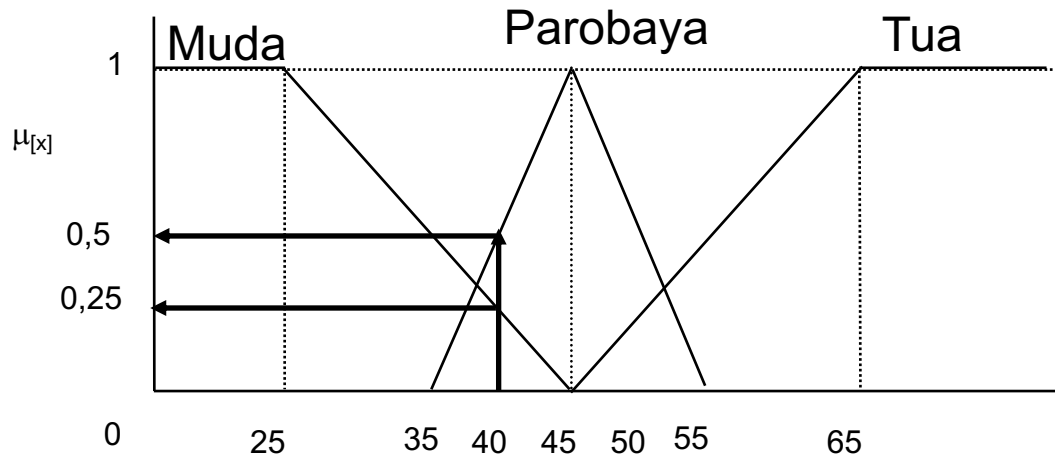


- Apabila seseorang berusia 34 tahun, maka ia dikatakan MUDA
- Apabila seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikatakan TIDAK MUDA
- Apabila seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikatakan PAROBAYA
- Apabila seseorang berusia 35 tahun kurang 1 hari, maka ia dikatakan TIDAK PAROBAYA
- Apabila seseorang berusia 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 kategori 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 :







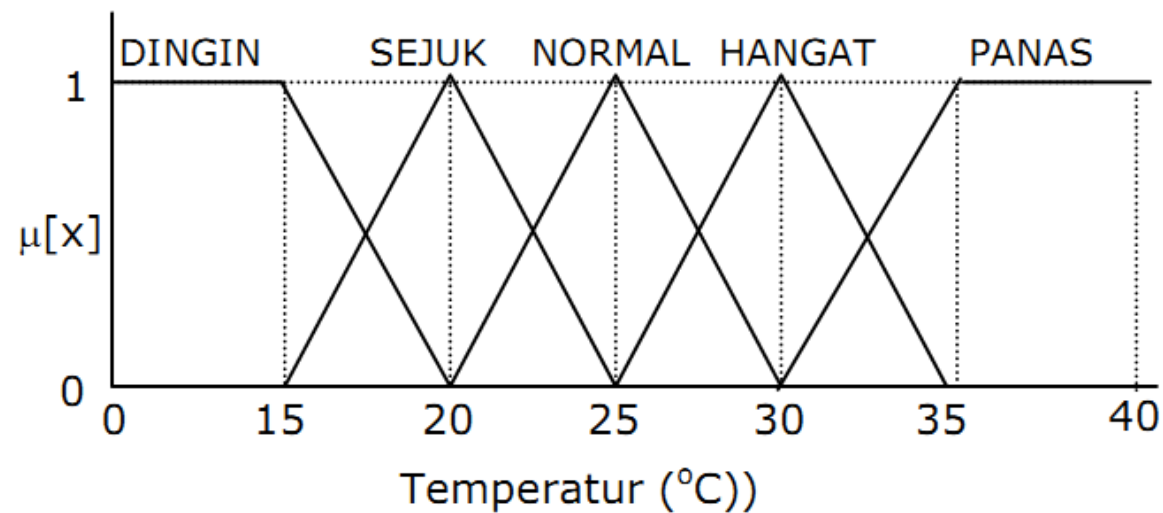
$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x \text{ is totaly in } A \\ 0, & \text{if } x \text{ is not in } A \\ \in (0,1), & \text{if } x \text{ is partialy in } A \end{cases}.$$

## Misalkan, himpunan A = Muda

- ✓ Apabila  $x$  memiliki nilai keanggotaan fuzzy  $\mu_A[x] = 0$  berarti  $x$  tidak menjadi anggota himpunan A,
- ✓ Apabila  $x$  memiliki nilai keanggotaan fuzzy  $\mu_A[x]=1$  berarti  $x$  menjadi anggota penuh pada himpunan A.
- ✓ Apabila  $x$  memiliki nilai keanggotaan fuzzy  $0 < \mu_A[x] < 1$  berarti  $x$  menjadi anggota sebagian pada himpunan A.

- **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. Misal variabel umur memiliki 3 himpunan fuzzy, muda, parobaya, tua
- **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, tua
  - **Numeris**, yaitu suatu nilai yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, seperti 20, 25, 10, dsb
- **Semesta Pembicaraan**, yaitu keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Contoh: semesta pembicaraan untuk variabel umur  $[0, 90]$ .
- **Domain**, yaitu keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Misal : Muda  $[0, 35]$

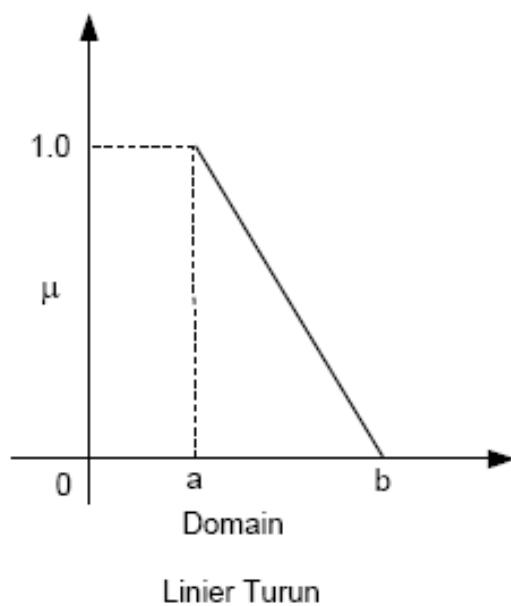
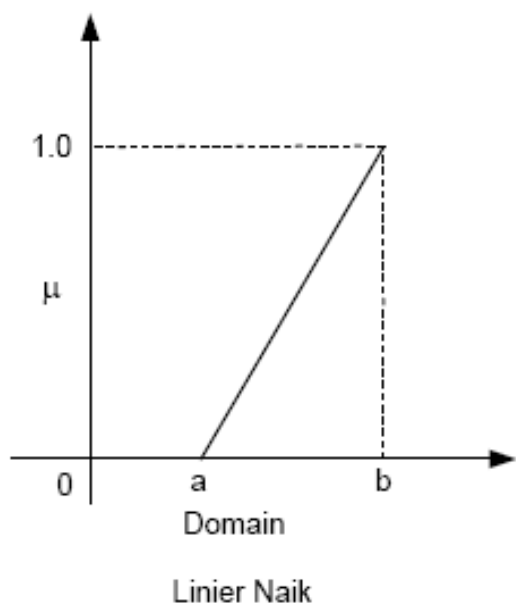
Variabel temperatur, terbagi menjadi 5 himpunan fuzzy, yaitu: DINGIN, SEJUK, NORMAL, HANGAT, dan PANAS.



**Bagaimana Semesta Untuk Kasus Ini?**  
**Bagaimana Domain Untuk Kasus Ini?**

Membership Function Himpunan Fuzzy adalah suatu fungsi (kurva) yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1.

1. Representasi linier



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

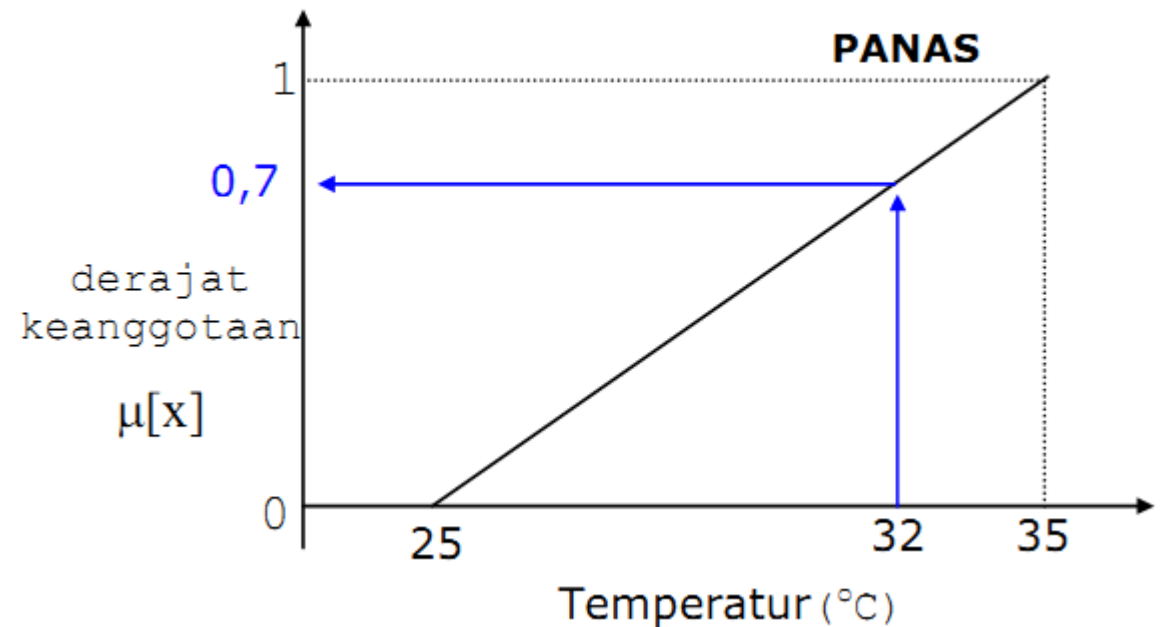
$$\mu[X] = \begin{cases} (b-x)/(b-a); & a \leq x < b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$



# Contoh Representasi Linier

20

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



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

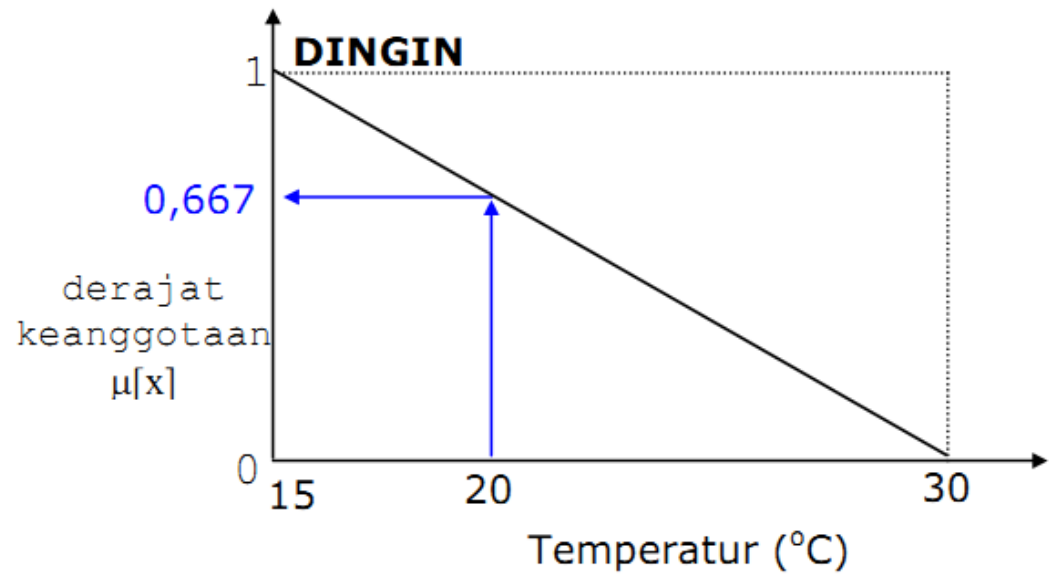
$$\mu_{\text{Panas}}(27) = ?$$

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

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

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

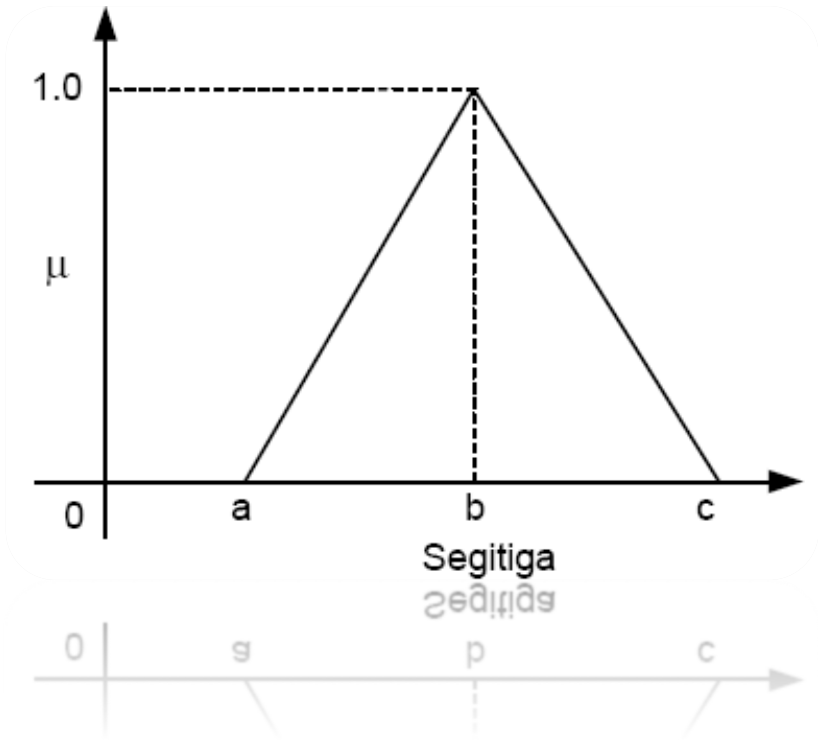
$$\begin{aligned}\mu_{\text{dingin}}(25) &= ? \\ \mu_{\text{dingin}}(17) &= ?\end{aligned}$$



## 2. Representasi Segitiga (triangular)

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

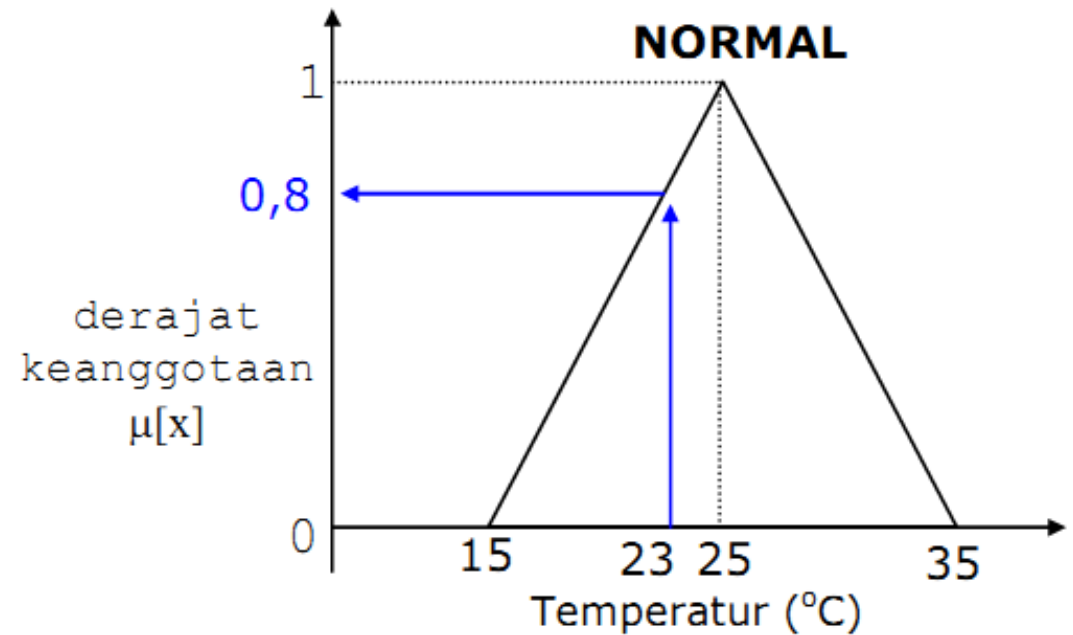
$$triangle(x : a, b, c) = \left\{ \begin{array}{l} 0, x \leq a \\ \frac{x - a}{b - a}, a \leq x \leq b \\ \frac{c - x}{c - b}, b \leq x \leq c \\ 0, c \leq x \end{array} \right\}$$



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

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

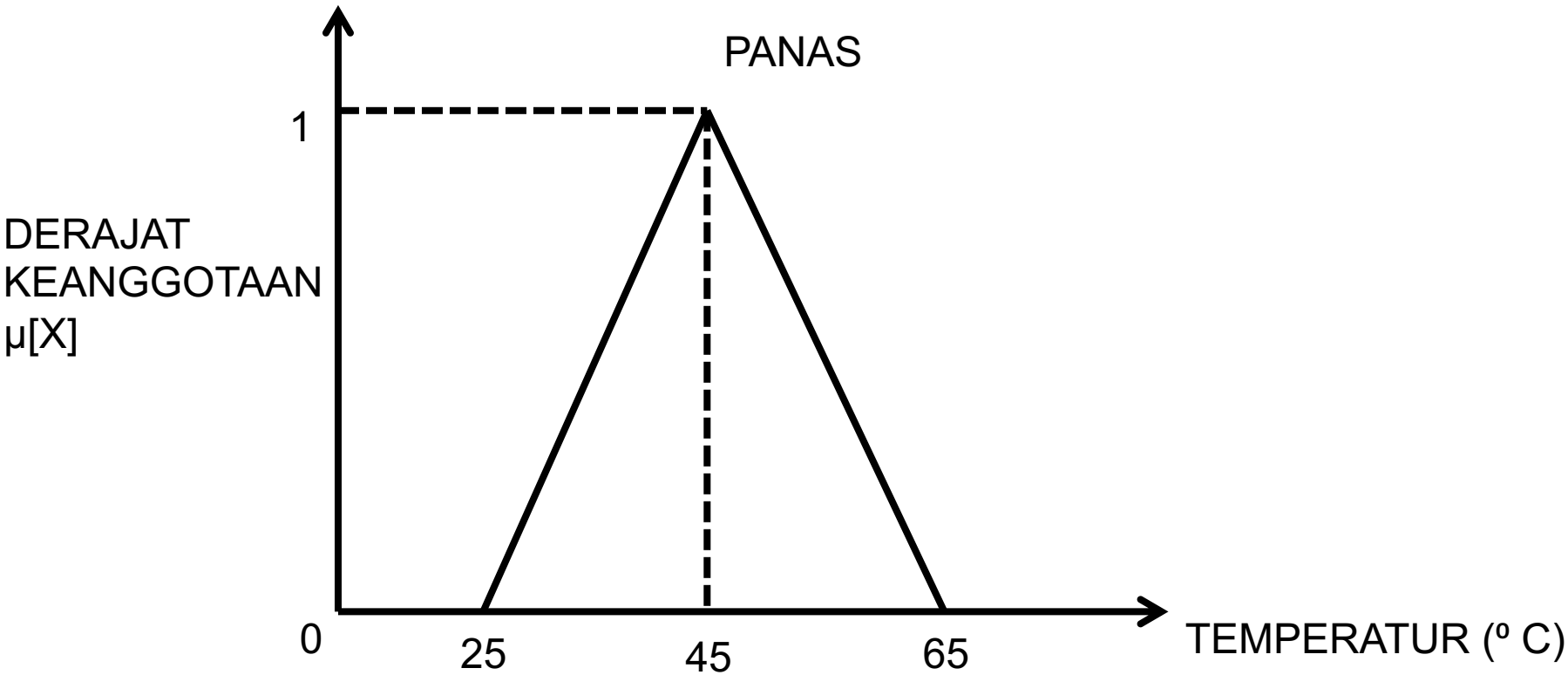
$$\mu_{\text{NORMAL}}(19) = ?$$





Fungsi keanggotaan untuk himpunan PANAS pada variabel temperatur seperti terlihat pada gambar berikut.

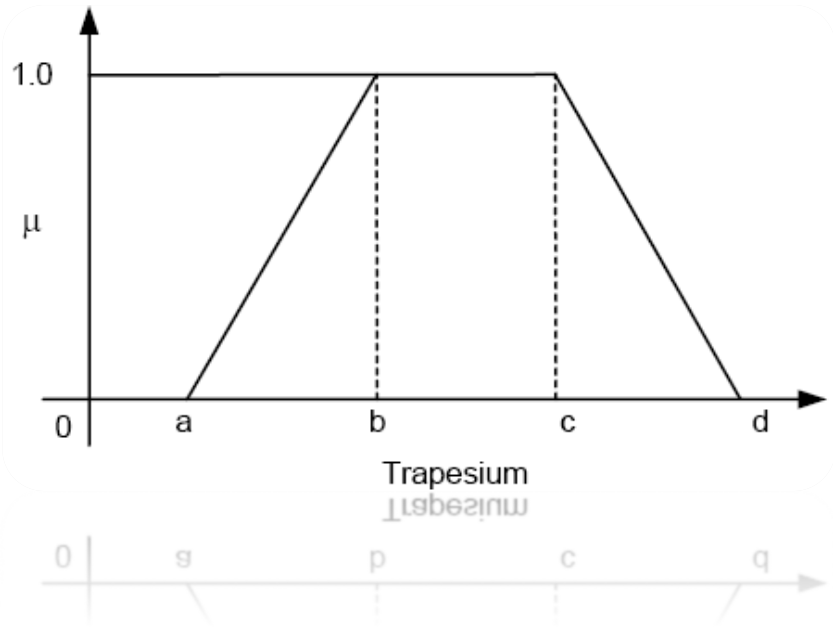
Berapa derajat keanggotaan 10, 30, 50 dan 70 pada himpunan PANAS jika domain himpunan tersebut adalah [25, 65]?



3. Representasi Trapezium

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

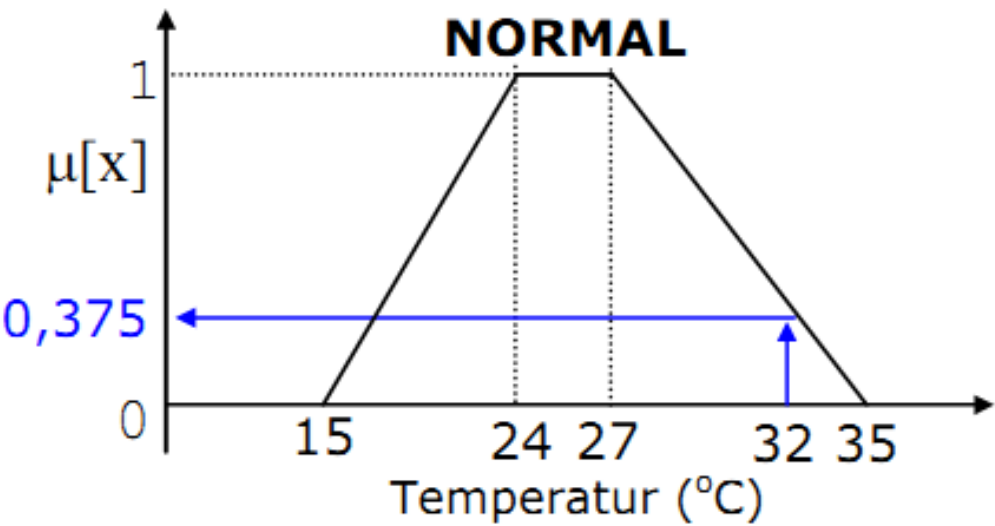
$$trapezoid(x; a, b, c, d) = \left\{ \begin{array}{ll} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{array} \right\}$$



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

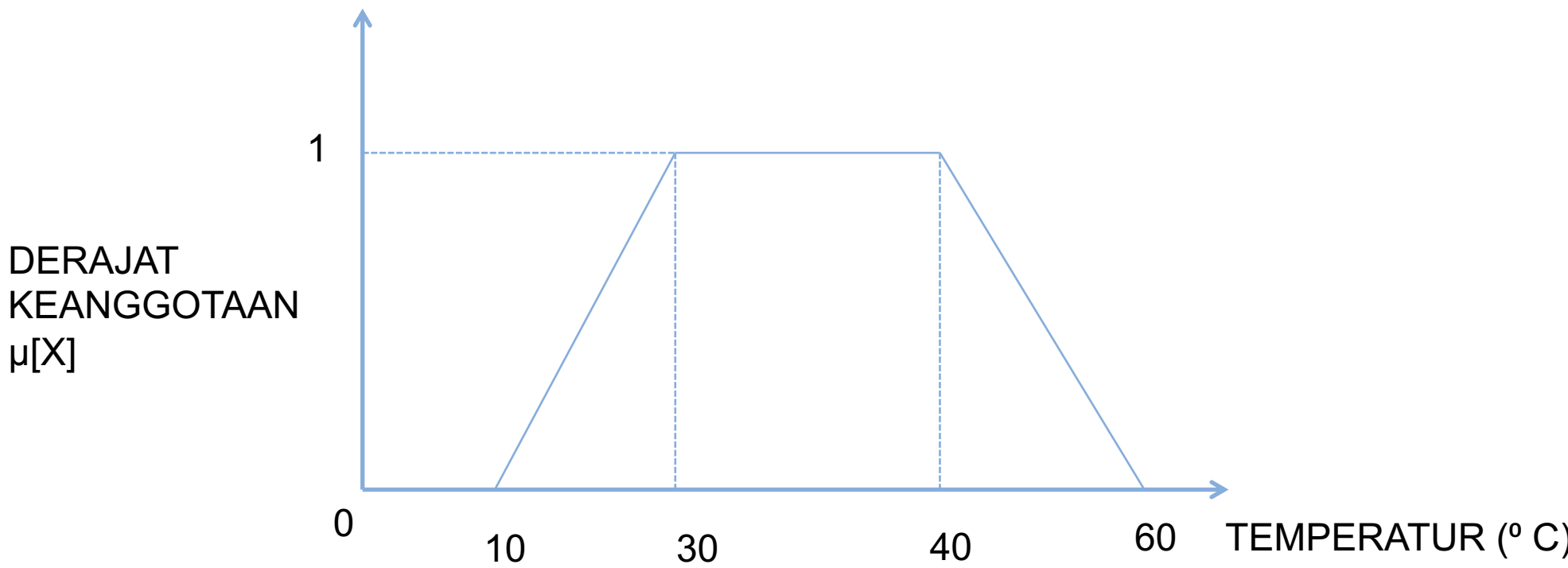
$$\begin{aligned}\mu_{\text{NORMAL}}[32] &= (35-32)/(35-27) \\ &= 3/8 = 0,375\end{aligned}$$

$$\mu_{\text{NORMAL}}(21) = ?$$



Fungsi keanggotaan untuk himpunan DINGIN pada variabel temperatur seperti terlihat pada gambar berikut.

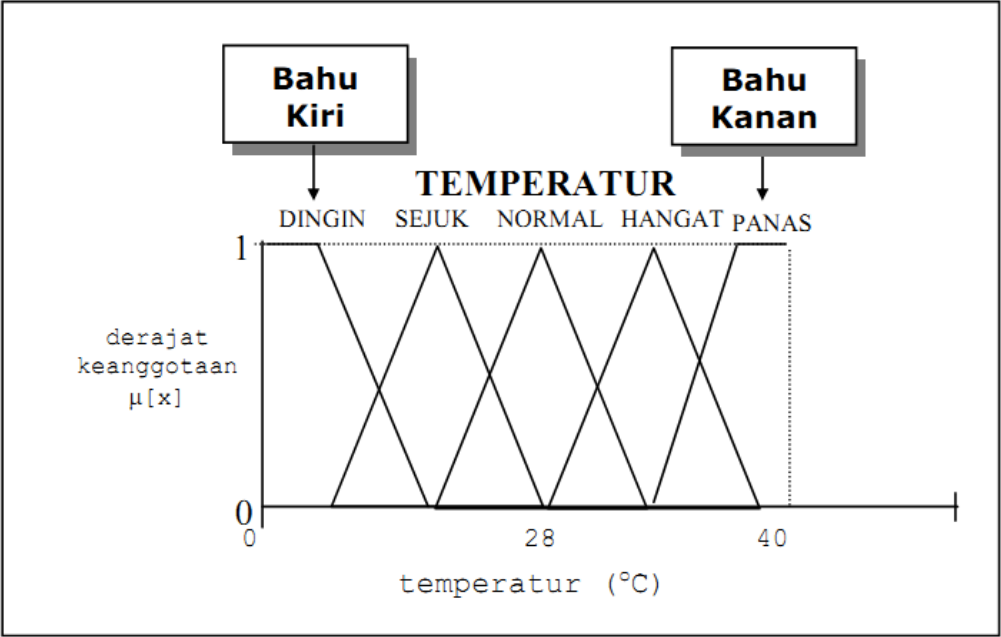
Berapa derajat keanggotaan 5, 15, 35, 45 dan 65 pada himpunan DINGIN jika domain himpunan DINGIN tersebut adalah [10, 60]?



## 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.



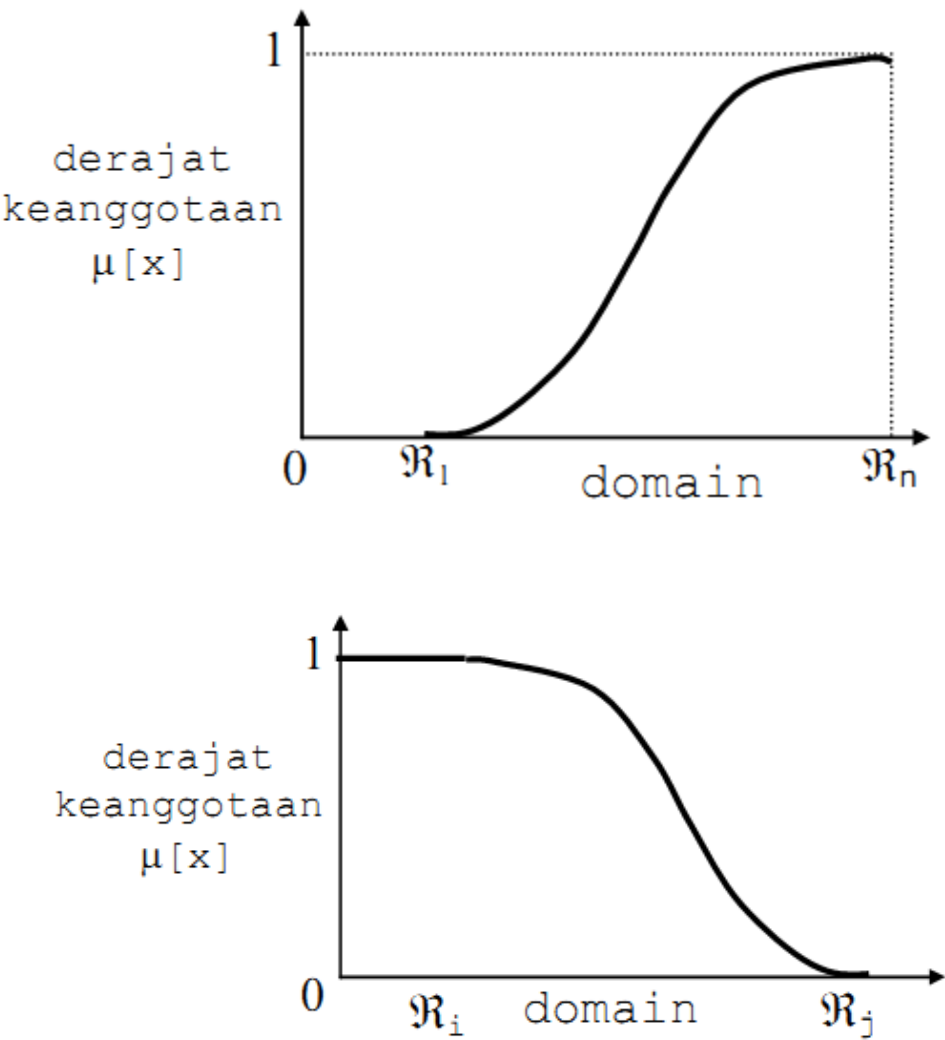
**Himpunan fuzzy 'bahu', bukan segitiga.**  
**Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, demikian juga bahu kanan bergerak dari salah ke benar.**

5. Representasi Kurva-S

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)





# Representasi Kurva S

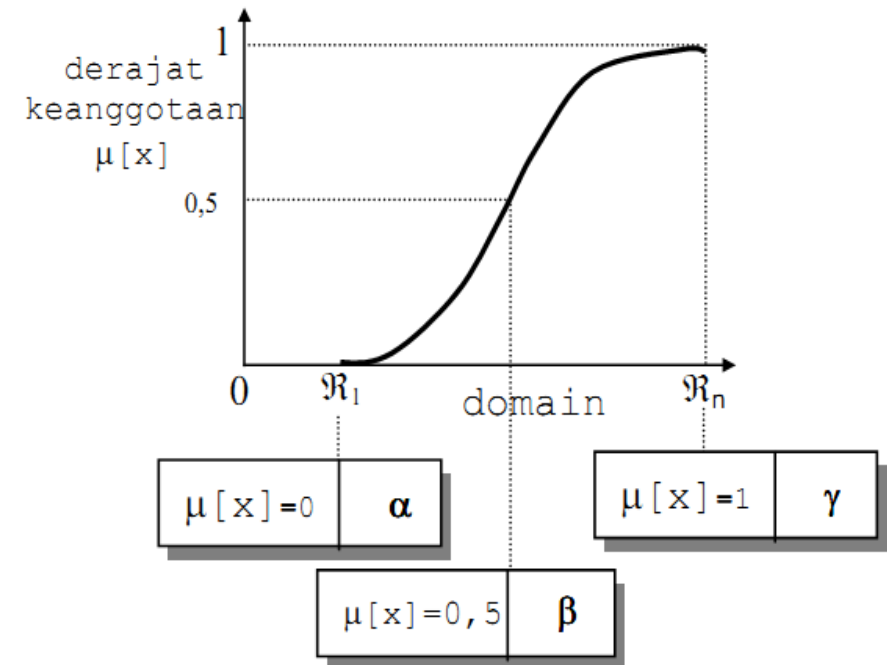
30

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 ( $\alpha$ ), nilai keanggotaan lengkap ( $\gamma$ ), dan titik infleksi atau crossover ( $\beta$ ) yaitu titik yang memiliki domain 50% benar.

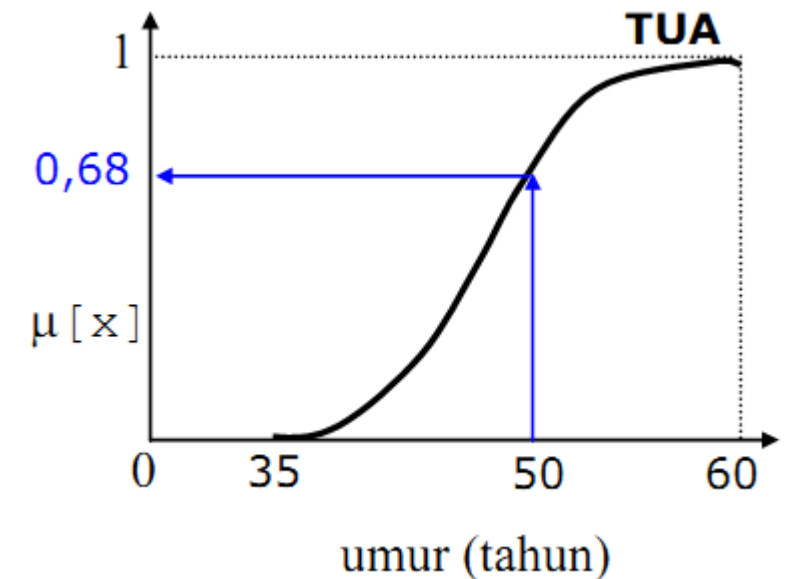


## Contoh Representasi Bentuk S

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

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

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





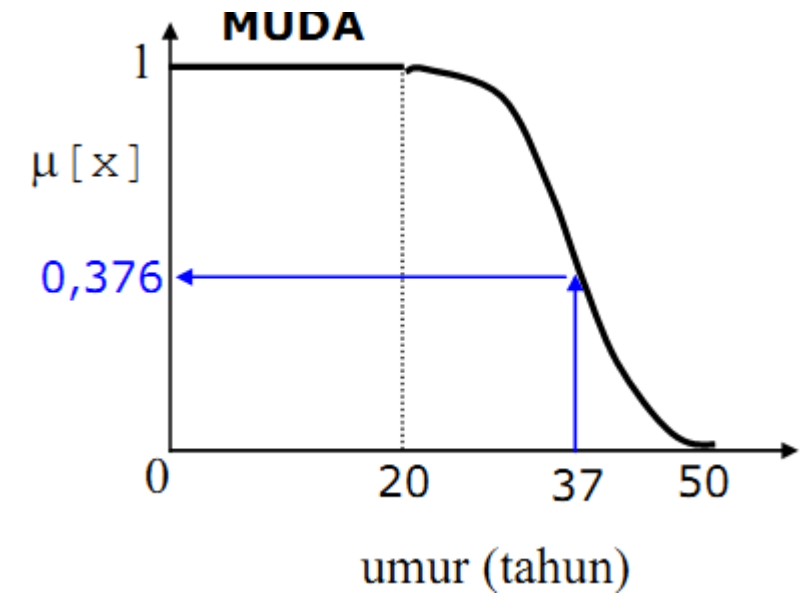


## Contoh Representasi Bentuk S

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

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

$$\mu \text{ Muda } (42) = ?$$



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

**1. Operator AND**, berhubungan dengan **operasi *intersection*** pada himpunan,  $\alpha$  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  $\mu_{MUDA}[27] = 0,6$   
dan nilai keanggotaan 2 juta pada himpunan penghasilan TINGGI adalah  $\mu_{GAJITINGGI}[2juta] = 0,8$   
maka  $\alpha$  predikat untuk usia MUDA dan berpenghasilan TINGGI adalah nilai keanggotaan minimum :

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

2. **Operator OR**, berhubungan dengan *operasi union* pada himpunan,  $\alpha$  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  $\alpha$  predikat untuk usia MUDA atau berpenghasilan TINGGI adalah nilai keanggotaan maksimum :

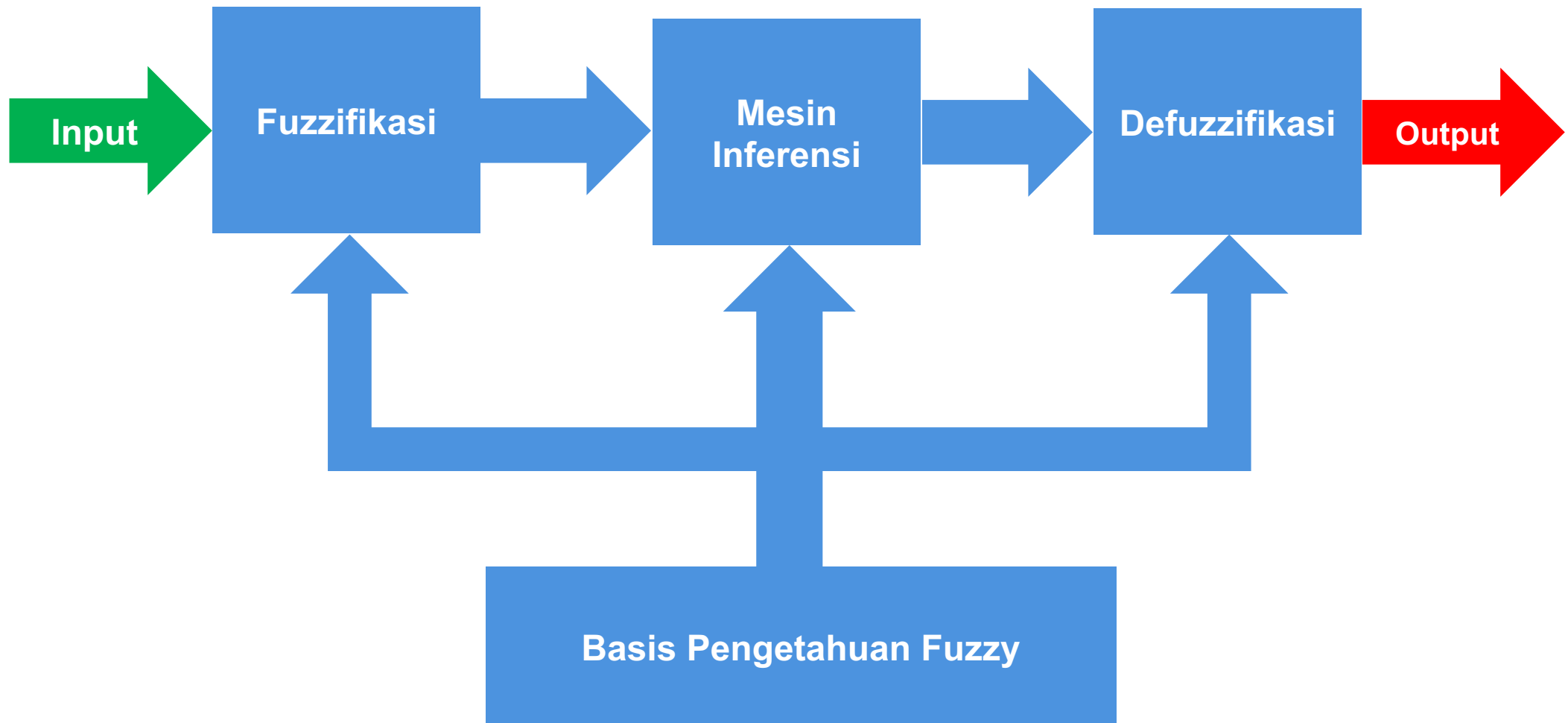
$$\begin{aligned} \mu_{MUDA \cup GAJITINGGI} &= \max(\mu_{MUDA}[27], \mu_{GAJITINGGI}[2juta]) \\ &= \max(0,6 ; 0,8) \\ &= 0,8 \end{aligned}$$

3. **Operasi NOT**, berhubungan dengan operasi *komplemen* pada himpunan,  $\alpha$  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  $\alpha$  predikat untuk usia TIDAK MUDA adalah:

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



1. Fuzzyfikasi
2. Pembentukan basis pengetahuan fuzzy (rule dalam bentuk IF-THEN).
3. Mesin inferensi (fungsi implikasi max-min atau dot-product)
4. Defuzzyfikasi

○ Secara umum :

If (X is A) and (Y is B) then (Z is C)

Dimana A, B, dan C adalah himpunan fuzzy.

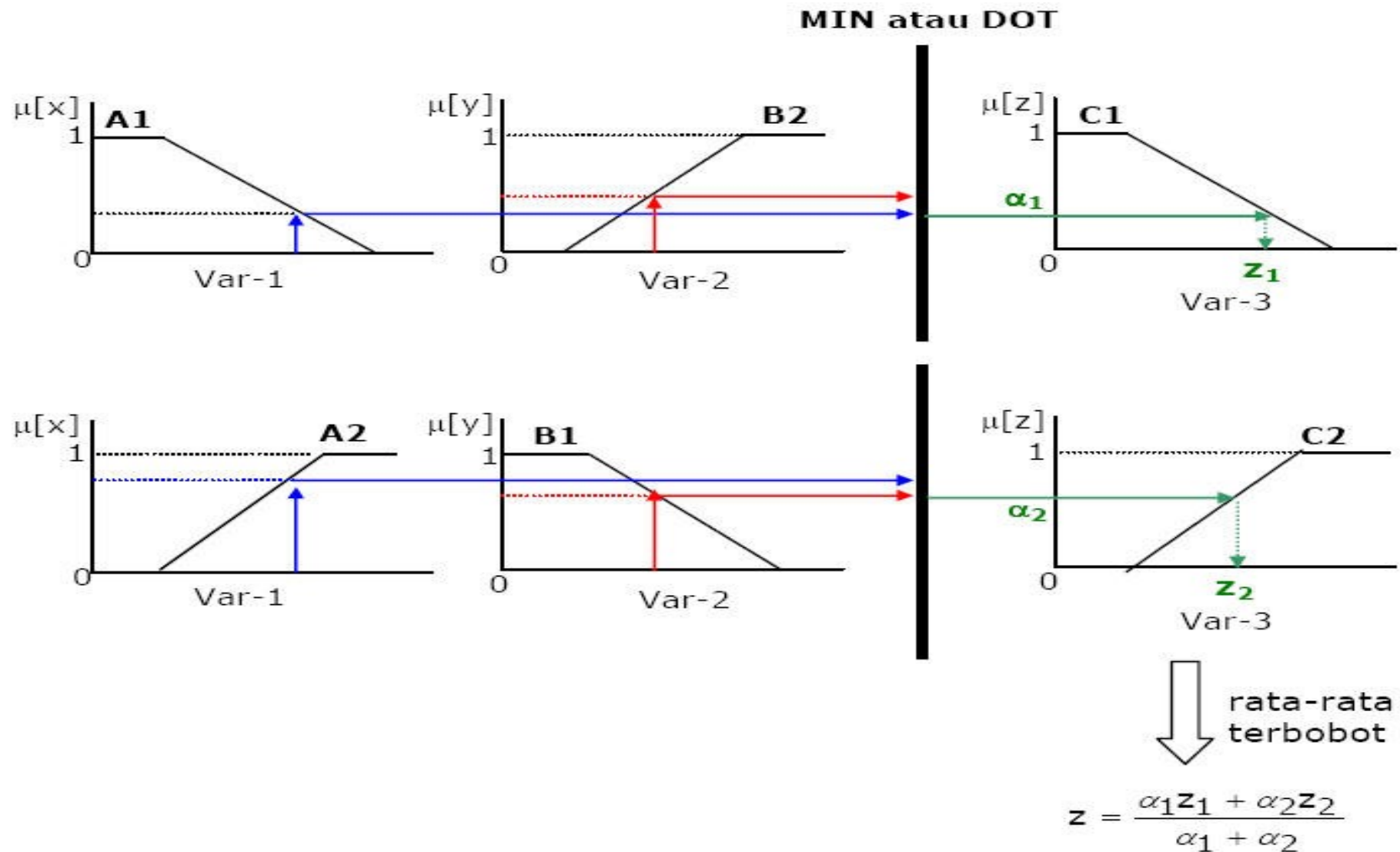
□ Misalkan diketahui 2 rule berikut.

If (x is A1) and (y is B1) then (z is C1)

If (x is A2) and (y is B2) then (z is C2)

- Inferensi dilakukan dengan menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai  $\alpha$ -predikat tiap-tiap rule  $(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n)$ . Nilai  $\alpha$ -predikat digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (crisp) untuk  $z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$ .

- ✓ Defuzzyfikasi dilakukan menggunakan fungsi rata-rata : 
$$z^* = \frac{\sum \alpha_i z_i}{\sum \alpha_i}$$





- 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 sebagai berikut:

[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

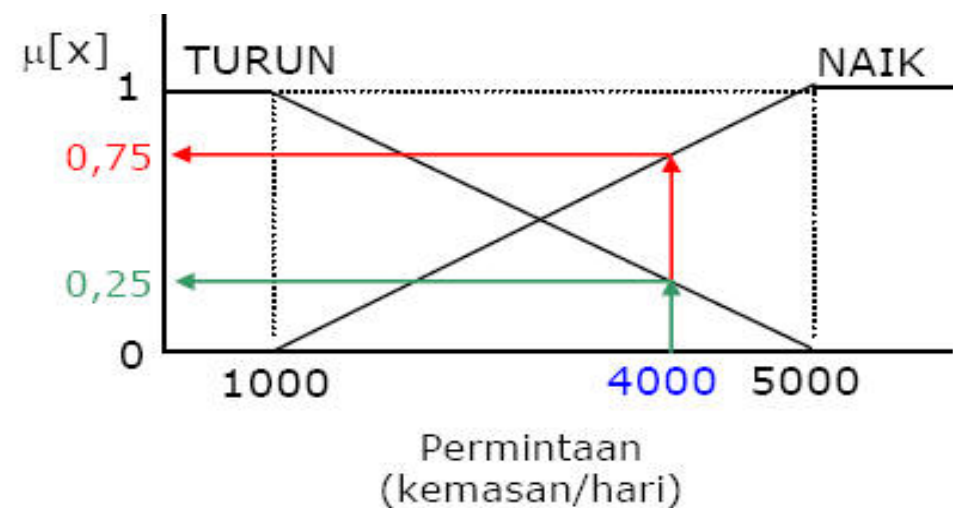
**THEN** Produksi Barang BERTAMBAH;

[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?

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



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

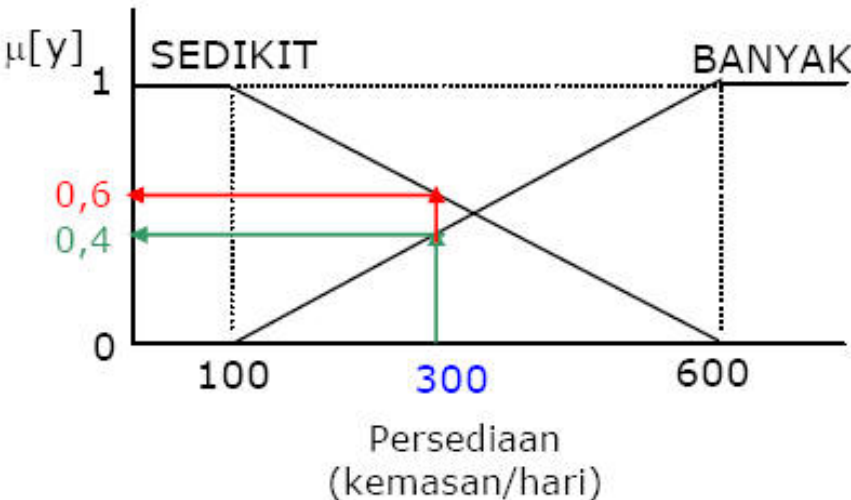
$$\mu_{\text{PmtNAIK}}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 1000 \\ \frac{x - 1000}{4000}, & 1000 \leq x \leq 5000 \\ 1, & x \geq 5000 \end{cases}$$

Kita bisa mencari nilai keanggotaan Permintaan:

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

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

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



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

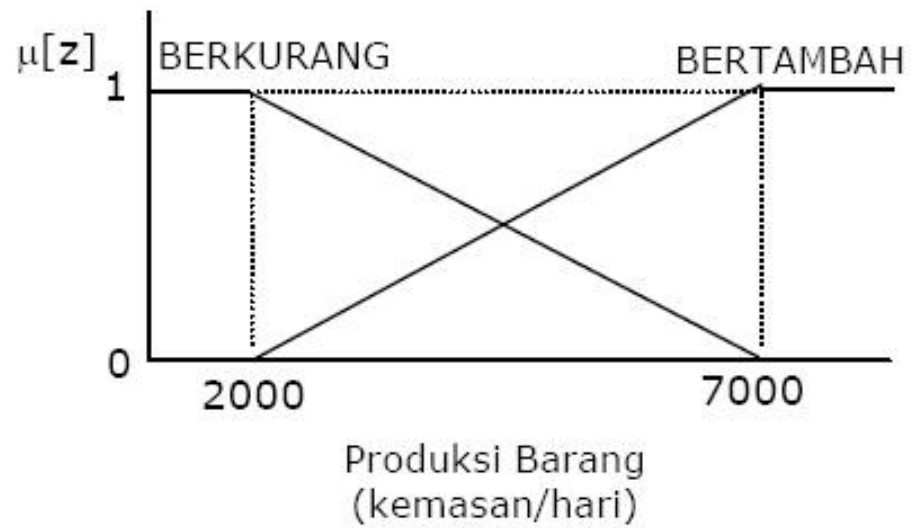
$$\mu_{\text{PsdBANYAK}}[y] = \begin{cases} 0, & y \leq 100 \\ \frac{y - 100}{500}, & 100 \leq y \leq 600 \\ 1, & y \geq 600 \end{cases}$$

- Kita bisa mencari nilai keanggotaan Persediaan:

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

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

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



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

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

- 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;

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

- ❖ Lihat himpunan Produksi Barang BERKURANG,  
 $(7000-z)/5000 = 0,25 \rightarrow z_1 = 5750$





➤ Hitung Nilai Z untuk rule 2

[R2] IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT  
THEN Produksi Barang BERKURANG;

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

❖ Lihat himpunan Produksi Barang BERKURANG,  
 $(7000-z)/5000 = 0,25 \rightarrow z_2 = 5750$



➤ Hitung Nilai Z untuk rule 3

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

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

❖ Lihat himpunan Produksi Barang BERTAMBAH,  
 $(z-2000)/5000 = 0,4 \rightarrow z_3 = 4000$



➤ Hitung Nilai Z untuk rule 4

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

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

❖ Lihat himpunan Produksi Barang BERTAMBAH,  
 $(z-2000)/5000 = 0,6 \rightarrow z_4 = 5000$



➤ Nilai Z ditentukan berdasarkan:

$$\begin{aligned} z &= \frac{(\alpha_{\text{predikat}_1} * z_1) + (\alpha_{\text{predikat}_2} * z_2) + (\alpha_{\text{predikat}_3} * z_3) + (\alpha_{\text{predikat}_4} * z_4)}{\alpha_{\text{predikat}_1} + \alpha_{\text{predikat}_2} + \alpha_{\text{predikat}_3} + \alpha_{\text{predikat}_4}} \\ &= \frac{(0,25 * 5750) + (0,25 * 5750) + (0,4 * 4000) + (0,6 * 5000)}{0,25 + 0,25 + 0,4 + 0,6} \\ &= 4983 \end{aligned}$$

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

Suatu perusahaan kerupuk udang setiap harinya rata-rata menerima permintaan sekitar 54.000 kaleng dan dalam 4 bulan terakhir permintaan tertinggi sebesar 65.000 kaleng.

Kerupuk udang yang masih tersedia di gudang setiap harinya rata-rata 8000 pak, sedangkan kapasitas gudang maksimum hanya dapat menampung 14.000 pak.

Sampai saat ini, perusahaan baru mampu memproduksi barang maksimum 110.000 kemasan per hari dan minimum 50.000 kemasan per hari.

Apabila sistem produksinya menggunakan aturan fuzzy sebagai berikut :

- ☐ [R1] If permintaan turun and persediaan banyak then produksi barang berkurang.
- ☐ [R2] If permintaan naik and persediaan sedikit then produksi barang bertambah.
- ☐ [R3] If permintaan naik and persediaan banyak then produksi barang bertambah.
- ☐ [R4] If permintaan turun and persediaan sedikit then produksi barang berkurang.

Tentukanlah jumlah kerupuk udang yang harus diproduksi hari ini, jika ada permintaan sebanyak 63.000 pak, dan persediaan yang masih ada di gudang sebanyak 7.500 pak.