

UNIVERSITA BINANIAGA INDONESIA

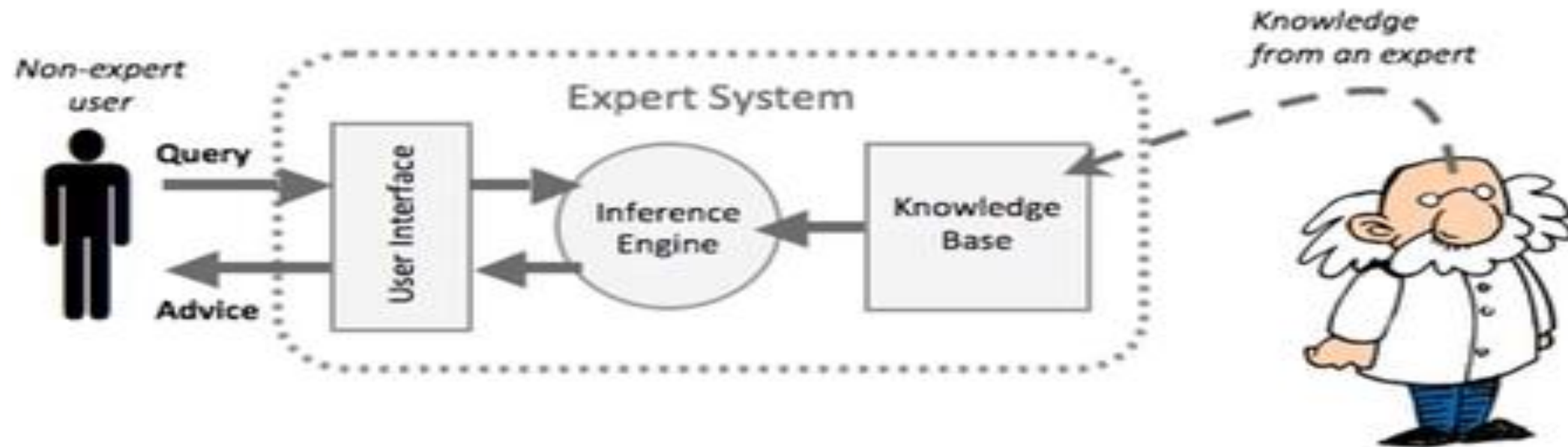
be smart, be a professional, and be

 universitas.binaniaga | www.unb

KAIDAH FUZZY LOGIC DAN FUZZY MODEL

SISTEM PAKAR
#pertemuan13
M. Miftahudin

MODEL SISTEM PAKAR





100 km / jam



50 km / jam



10 km / jam



Adi; tinggi = 170 cm



Ida; tinggi = 169 cm



Edi; tinggi = 150 cm

APA ITU LOGIKA FUZZY?

Logika Fuzzy merupakan logika yang merepresentasikan nilai **samar, ketidakpastian, kebenaran sebagian** atau “*degree of truth*”.

Logika fuzzy merupakan pengembangan dari Logika Boolean yang hanya bernilai 0 dan 1. Logika Fuzzy menjadi salah satu dasar dari pengembangan komputer modern.

APA ITU LOGIKA FUZZY?

- ❑ Logika fuzzy pertama kali dikembangkan oleh **Prof. Lotfi Aliasker Zadeh** melalui tulisannya pada tahun 1965 tentang Teori Himpunan Fuzzy.
- ❑ Prof. Lotfi Asker Zadeh adalah seorang ilmuwan Amerika Serikat berkebangsaan Iran dari Universitas California di Barkeley.



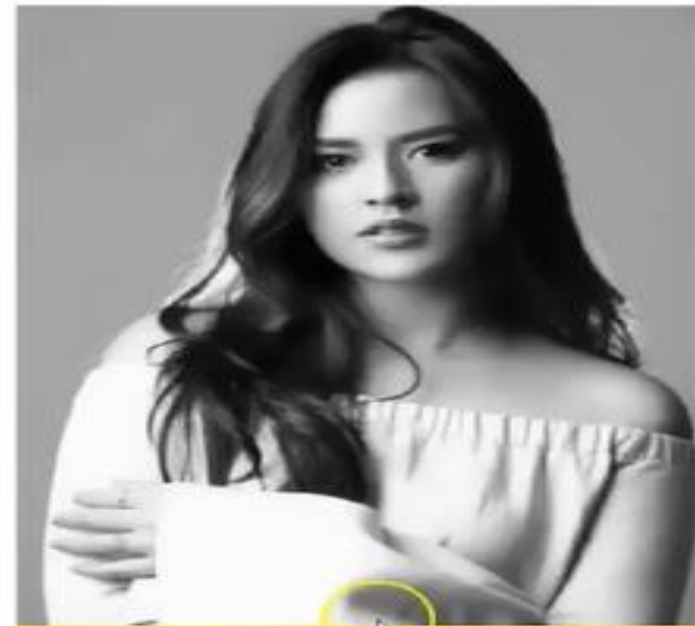
APA ITU LOGIKA FUZZY?

- ❑ Logika **Boolean** (logika **klasik**, logika **crisp**) menyatakan bahwa segala hal dapat direpresentasikan dengan nilai **biner** (0 dan 1, benar dan salah, iya dan tidak, hitam dan putih). Tidak ada nilai di antaranya (**precise**). Notasi $\rightarrow \{0, 1\}$
- ❑ Logika **Fuzzy** memungkinkan nilai keanggotaan **antara 0 dan 1** dalam bentuk **linguistik**, sehingga memungkinkan keberadaan konsep tidak pasti seperti “agak”, “sedikit”, “lumayan”, “sangat”, dll. Ada nilai antara 0 dan 1 (**imprecise**). Notasi $\rightarrow [0, 1]$

APA ITU LOGIKA FUZZY?

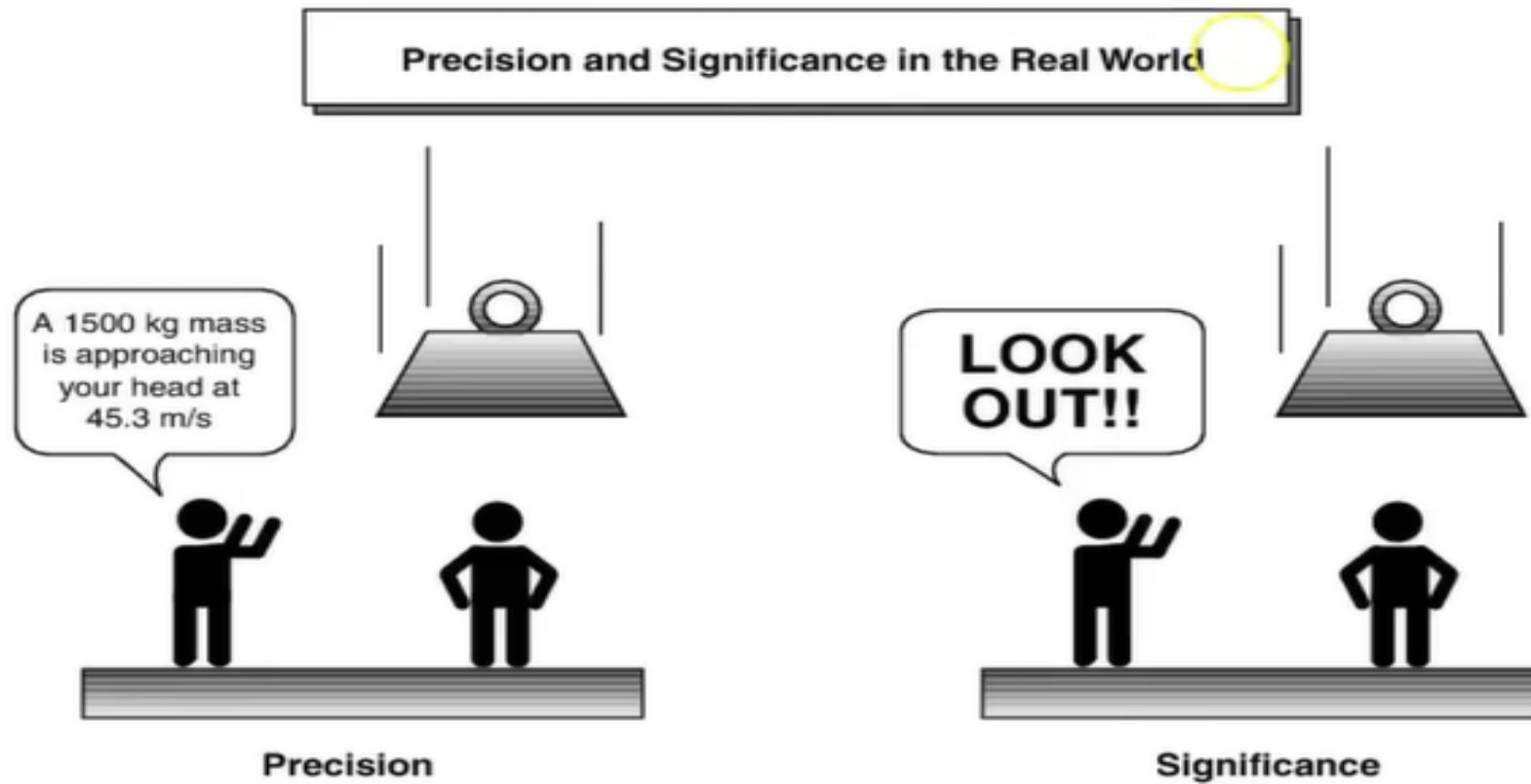


Logika Boolean, hanya ada 0 dan 1 (**hitam dan putih**)



Logika Fuzzy, ada nilai di antara 0 dan 1 (nilai **abu-abu**)

APA ITU LOGIKA FUZZY?



APA ITU LOGIKA FUZZY?



Pemanas shower
otomatis

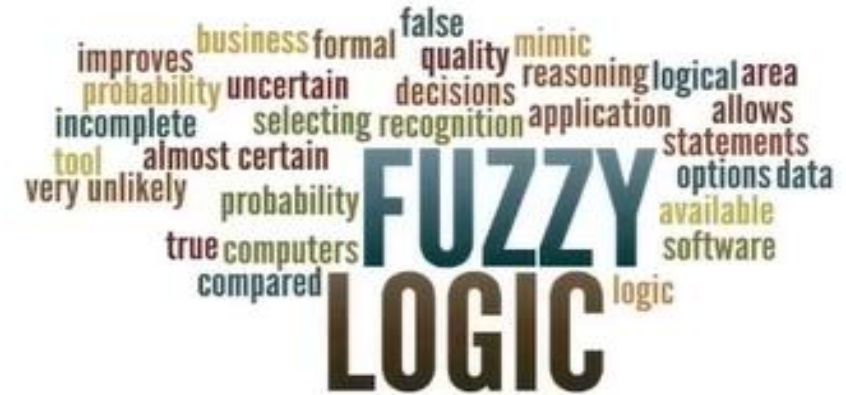
Jika **suhu** < **60°** nyalakan pemanas

- Apakah batas suhunya sama untuk seluruh anggota keluarga?
- Musim panas? Musim dingin?
- Siang? Malam?
- **Nilai suhu optimal menjadi tidak pasti / samar / fuzzy.**

PENERAPAN LOGIKA FUZZY DI PERANGKAT



TEORI DASAR LOGIKA FUZZY



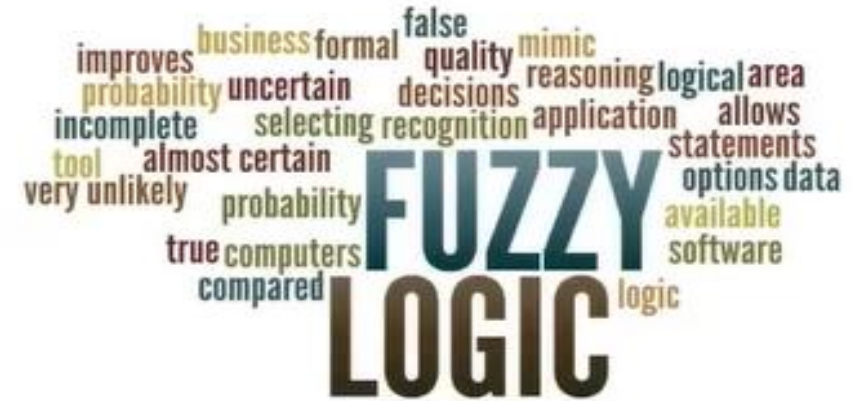
❑ Variabel Fuzzy

- Variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem fuzzy.
- Contoh: umur, kecepatan, suhu, tinggi badan, penghasilan, dll

❑ Himpunan Fuzzy

- Kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dalam variabel fuzzy.
- Atribut himpunan fuzzy:
 - **Linguistik**, yaitu nama suatu kelompok yang mewakili keadaan tertentu dengan menggunakan **bahasa alami** (natural). Contoh: suhu → panas, sedang, dingin; tinggi badan → pendek, sedang, tinggi; dll
 - **Numerik**, yaitu ukuran nilai variabel dalam bentuk angka numerik, contoh: 10, 30, 50, dll

TEORI DASAR LOGIKA FUZZY



□ **Semesta Pembicaraan**

- Keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dengan variabel fuzzy
- Contoh:
 - Semesta pembicaraan variabel umur adalah $[0, \infty]$
 - Semesta pembicaraan variabel suhu adalah $[0, 100]$

□ **Domain himpunan Fuzzy**, yaitu seluruh nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy.

FUNGSI KEANGGOTAAN

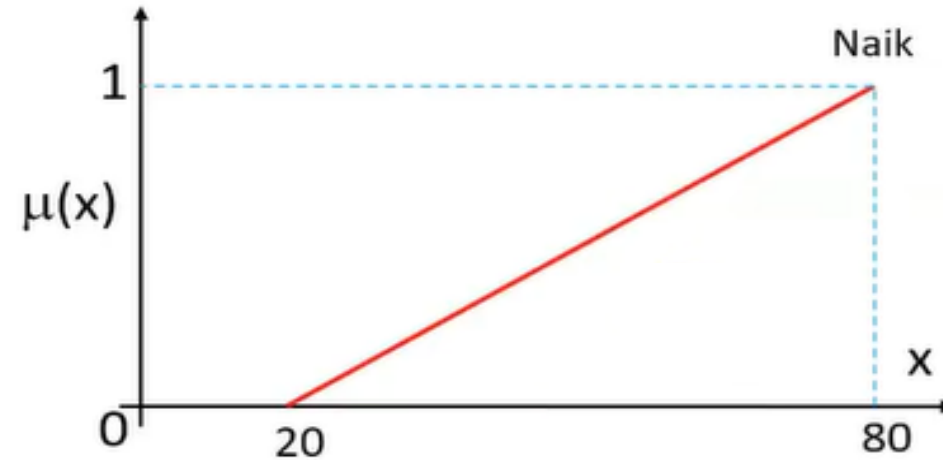
- ❑ **Fungsi keanggotaan** merupakan grafik yang mewakili besar dari derajat keanggotaan masing-masing variabel input yang berada dalam interval antara 0 dan 1.
- ❑ **Derajat keanggotaan** sebuah variabel **x** dilambangkan dengan simbol $\mu(x)$.
- ❑ **Fungsi Keanggotaan:**
 1. Kurva Linear: Naik, Turun
 2. Kurva Segitiga
 3. Kurva Trapesium
 4. Kurva Bahu
 5. Kurva S (Sigmoid): Pertumbuhan, Penyusutan
 6. Kurva Lonceng: Pi, Beta, Gaus

FUNGSI KEANGGOTAAN: LINEAR

Kurva Linear Naik



$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

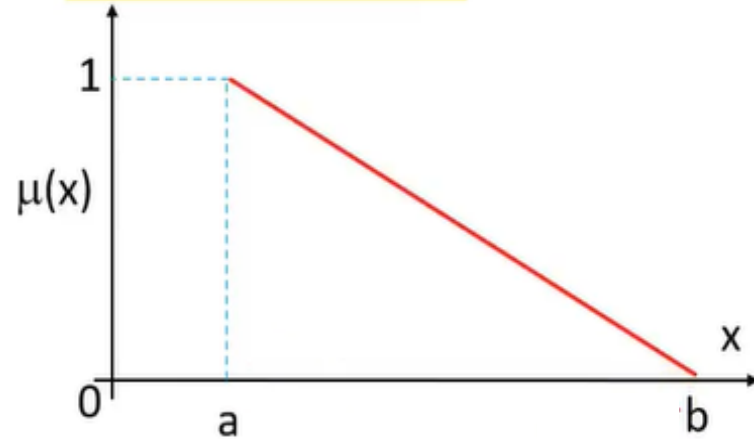


Berapa derajat keanggotaan
dengan nilai $x = 42$ pada
himpunan naik?

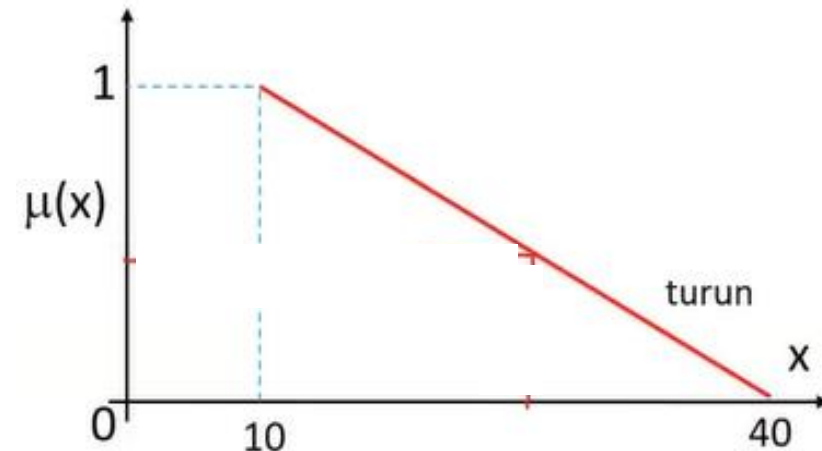
$$\mu(42) = \frac{42 - 20}{80 - 20} = \frac{22}{60} = 0,36$$

FUNGSI KEANGGOTAAN: LINEAR

Kurva Linear Turun



$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \geq b \\ \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \leq a \end{cases}$$

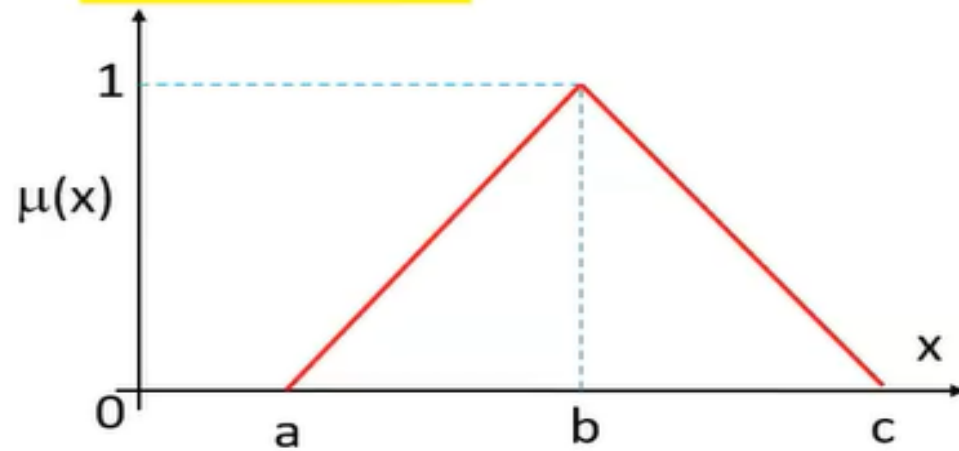


Berapa derajat keanggotaan
dengan nilai $x = 24$ pada
himpunan turun?

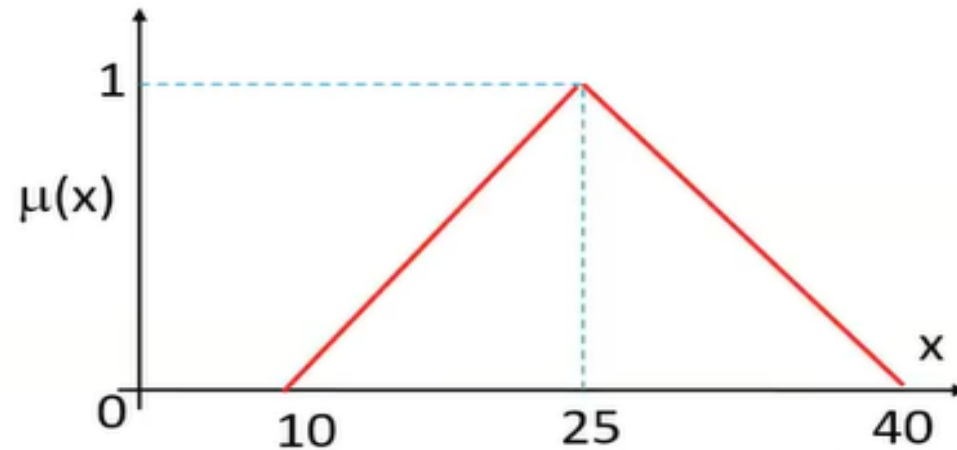
$$\mu(24) = \frac{40 - 24}{40 - 10} = \frac{16}{30} = 0,53$$

FUNGSI KEANGGOTAAN: SEGITIGA

Kurva Segitiga



$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ or } x \geq c \\ \frac{x - a}{b - a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{c - x}{c - b}; & b \leq x \leq c \end{cases}$$

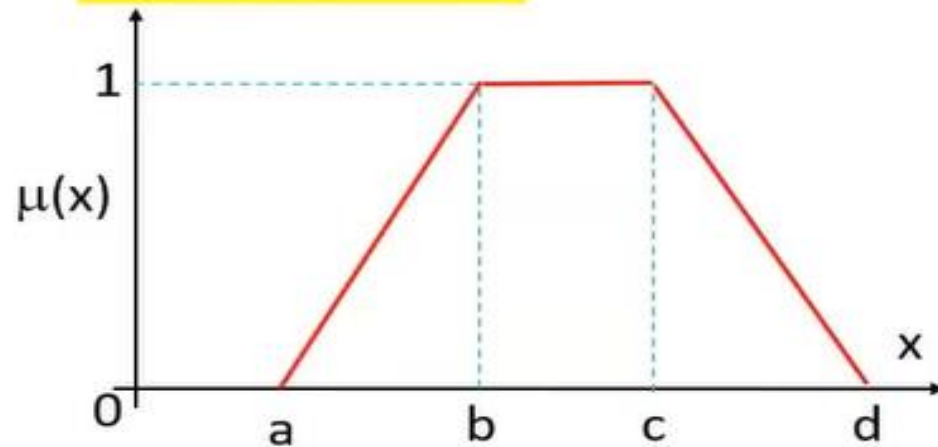


Berapa derajat keanggotaan
dengan nilai $x = 24$ pada
himpunan di atas?

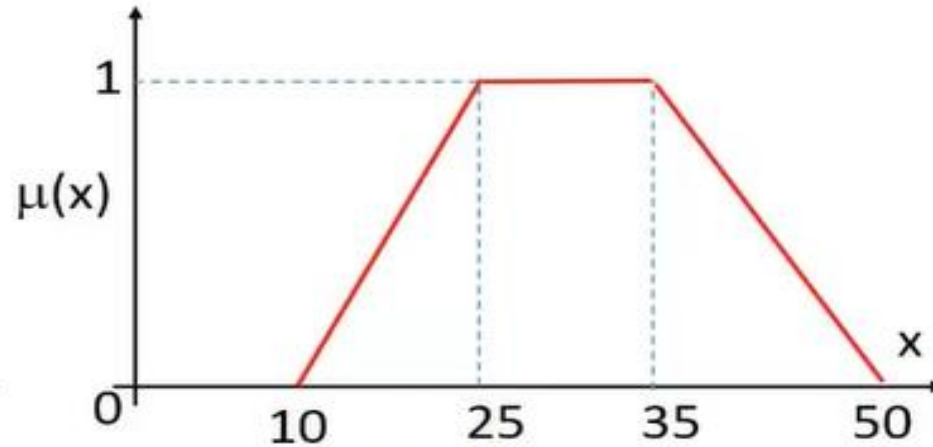
$$\mu(24) = \frac{24 - 10}{25 - 10} = \frac{14}{15} = 0,93$$

FUNGSI KEANGGOTAAN: TRAPESIUM

Kurva Trapesium



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

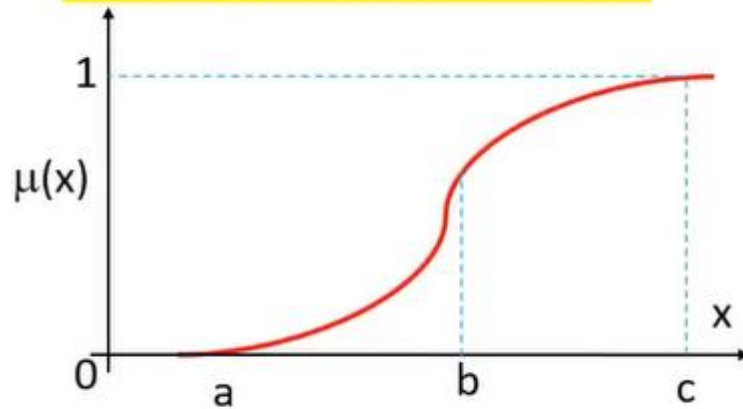


Berapa derajat keanggotaan
dengan nilai $x = 24$ pada
himpunan di atas?

$$\mu(24) = \frac{24 - 10}{25 - 10} = \frac{14}{15} = 0,93$$

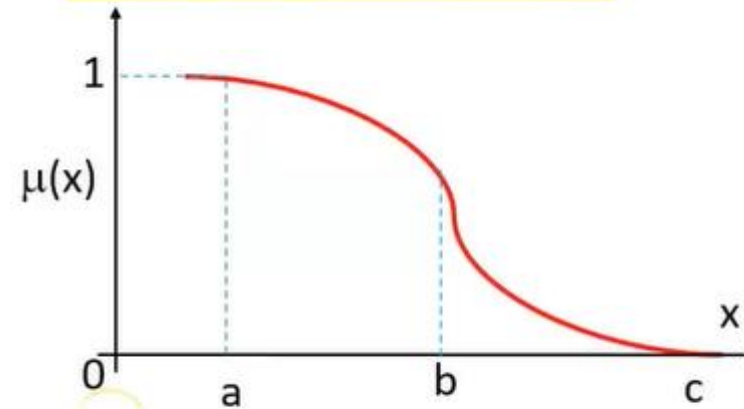
FUNGSI KEANGGOTAAN: S (SIGMOID)

Kurva Sigmoid Pertumbuhan



$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ 2\left(\frac{x-a}{c-a}\right)^2; & a \leq x \leq b \\ 1 - 2\left(\frac{x-a}{c-a}\right)^2; & b \leq x \leq c \\ 1; & x \geq c \end{cases}$$

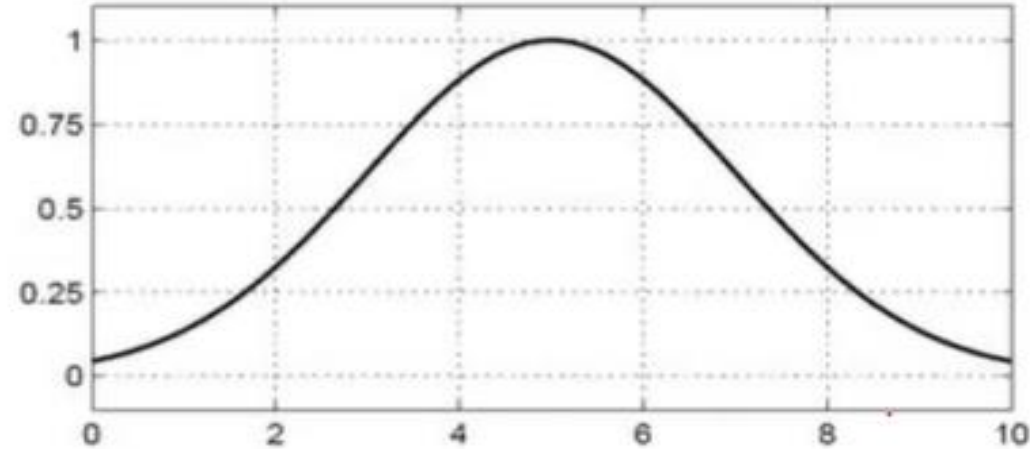
Kurva Sigmoid Penyusutan



$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ 1 - 2\left(\frac{c-x}{c-a}\right)^2; & a \leq x \leq b \\ 2\left(\frac{c-x}{c-a}\right)^2; & b \leq x \leq c \\ 0; & x \geq c \end{cases}$$

FUNGSI KEANGGOTAAN: LONCENG (PI)

Kurva Lonceng (Pi)



$$G(x, \beta, \gamma) = \begin{cases} S(x; \gamma - \beta, \gamma - \beta/2, \gamma); & x \leq \gamma \\ 1 - S(x; \gamma, \gamma + \beta/2, \gamma + \beta); & x > \gamma \end{cases}$$

OPERASI HIMPUNAN FUZZY

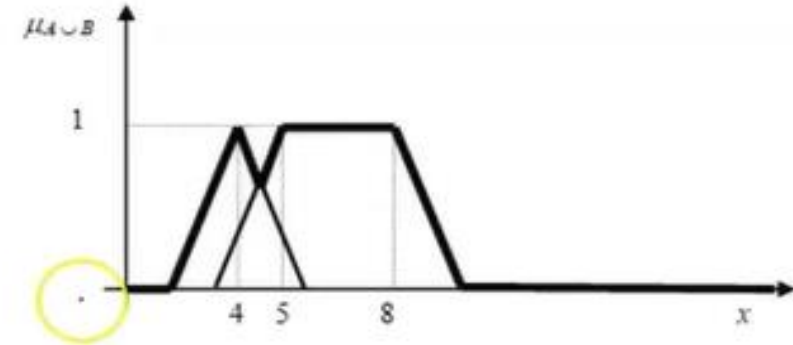
- ❑ Operasi himpunan diperlukan untuk proses penalaran atau inferensi
- ❑ Operasi himpunan melibatkan operasi terhadap derajat keanggotaan $\mu(x)$
- ❑ Derajat keanggotaan hasil operasi dua buah himpunan fuzzy disebut dengan α -predikat

OPERASI HIMPUNAN FUZZY

❑ Operasi Gabungan (Union)

- Disebut operasi max, dengan operator OR
- Dinyatakan sebagai:

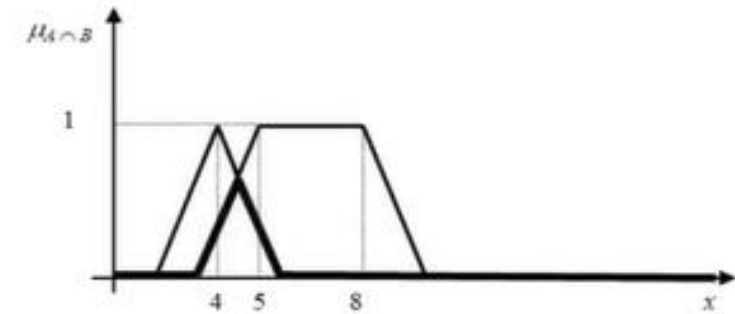
$$\mu_{A \cup B} = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) \text{ dimana } x \in X$$



❑ Operasi Irisan (Intersection)

- Disebut operasi min, dengan operator AND
- Dinyatakan sebagai:

$$\mu_{A \cap B} = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) \text{ dimana } x \in X$$

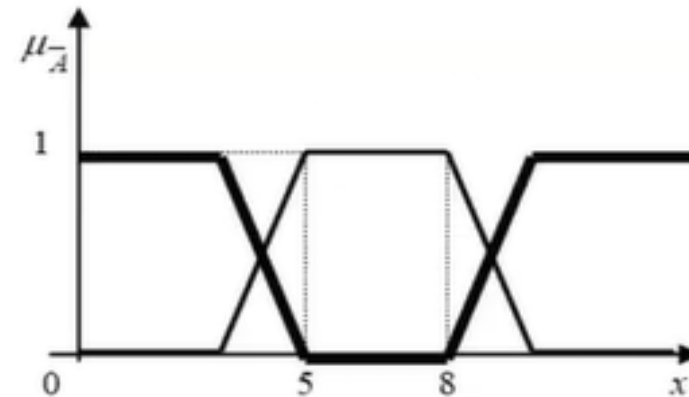


OPERASI HIMPUNAN FUZZY

❑ Operasi Komplemen (Complement)

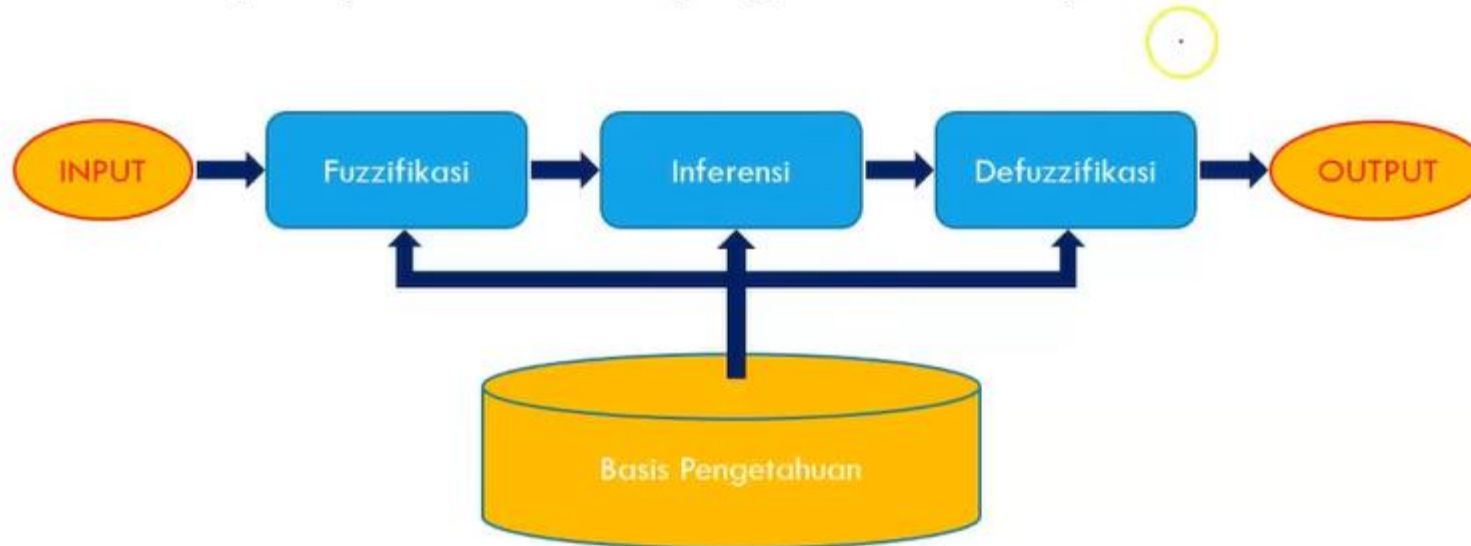
- Disebut operasi NOT
- Dinyatakan sebagai:

$$\mu_{A^c}(x) = 1 - \mu_A(x) \text{ dimana } x \in X$$



SISTEM INFERENSI FUZZY

- **Basis pengetahuan** adalah kumpulan aturan (rule) dalam bentuk pernyataan if-then yang dibuat oleh pakar



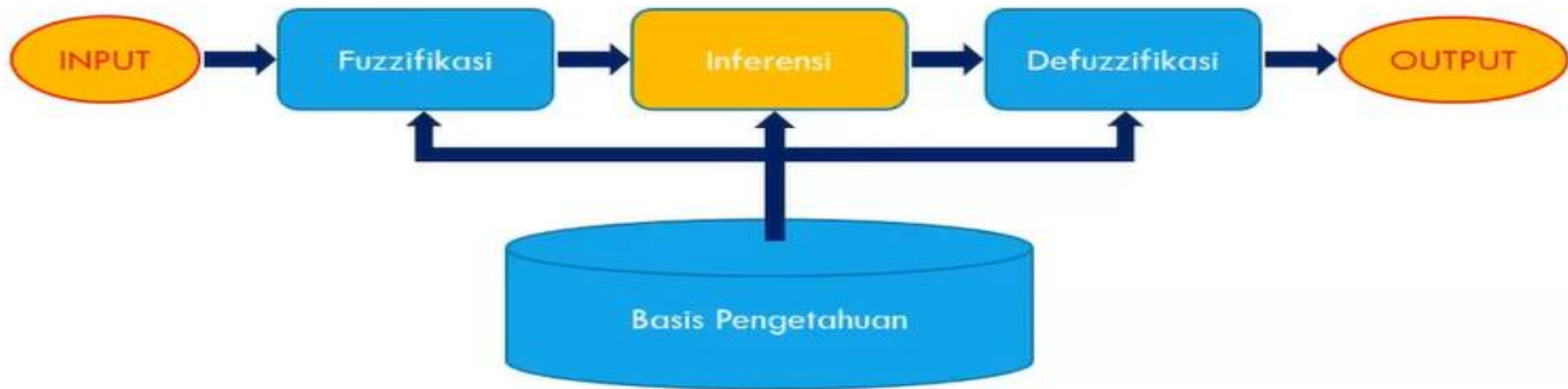
SISTEM INFERENSI FUZZY

- ❑ **Fuzzifikasi** merupakan proses mengubah input sistem yang mempunyai nilai tegas (crisp) menjadi variabel linguistik (fuzzy) menggunakan fungsi keanggotaan yang disimpan pada basis pengetahuan



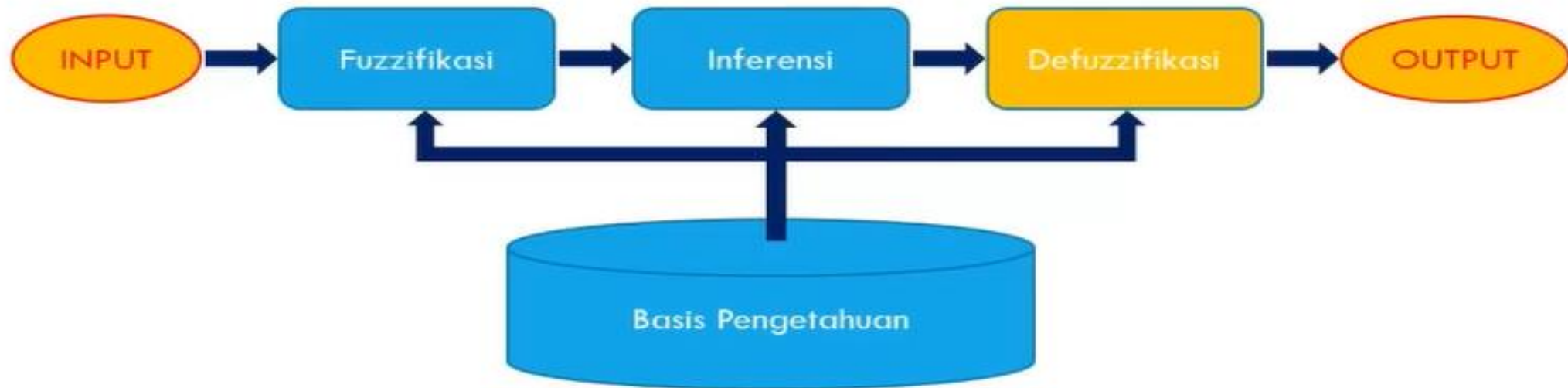
SISTEM INFERENSI FUZZY

- **Inferensi** merupakan proses mengubah input fuzzy menjadi output fuzzy dengan cara mengikuti aturan-aturan (if-then) yang telah ditetapkan pada Basis Pengetahuan fuzzy.



SISTEM INFERENSI FUZZY

- **Defuzzifikasi** merupakan proses mengubah hasil dari tahap inferensi menjadi output yang bernilai tegas (crisp) menggunakan fungsi keanggotaan yang telah ditetapkan.



CONTOH SOAL

- Kata/istilah berikut yang tidak menimbulkan kekaburan semantik adalah

- A. dingin
- B. pandai
- C. tinggi
- D. cantik
- E. mamalia

Himpunan berikut yang tidak terdefinisi sebagai himpunan tegas adalah

- A. $K = \{\text{binatang berkaki enam}\}$
- B. $L = \{x \mid x < 2, x \in \mathbb{R}\}$
- C. $M = \{x \mid -2 < x < -1, x \in \mathbb{Z}\}$
- D. $N = \{\text{nama } \textit{superhero} \text{ Marvel}\}$
- E. $O = \{\text{nama ilmuwan genius}\}$

Diketahui himpunan tegas:

$$S = \{a, b, c, d, e, f, g, h, i, j\}$$

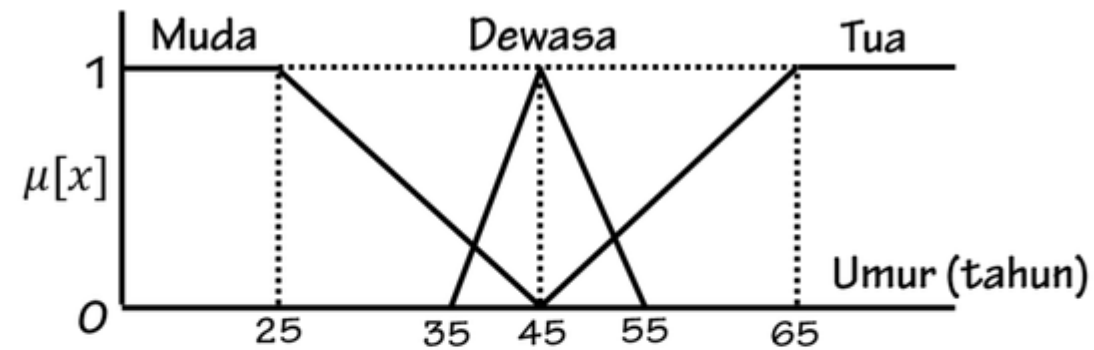
$$P = \{e, f, g, h\}$$

$$Q = \{a, b, c, i, j\}.$$

Nilai keanggotaan $\mu_P[i]$, $\mu_Q[a]$, dan $\mu_Q[h]$ berturut-turut adalah \dots

- A. 1, 1, dan 1
- B. 0, 1, dan 0
- C. 0, 1, dan 1
- D. 1, 1, dan 0
- E. 0, 0, dan 0

Diketahui nilai keanggotaan untuk variabel UMUR secara grafis seperti gambar berikut.



Seseorang yang berumur 40 tahun mempunyai nilai $\mu_{\text{Muda}}[40]$ dan $\mu_{\text{Dewasa}}[40]$ masing-masing sebesar

- A. 0,6 dan 0,8
- B. 0,25 dan 0,5
- C. 1 dan 0
- D. 0,8 dan 0,6
- E. 0,2 dan 0,4

LATIHAN

1. Buatlah grafik fungsi keanggotaan fuzzy untuk memetakan **berat badan** seseorang berdasarkan nilai **body mass index (bmi)** menjadi himpunan fuzzy {"UNDERWEIGHT", "NORMAL", "OVERWEIGHT", "OBESITY"}. Silahkan cari literature untuk mengetahui rentang nilai BMI.
2. Buatlah grafik fungsi keanggotaan fuzzy untuk memetakan nilai **IPK lulusan** mahasiswa menjadi himpunan fuzzy {"TINGGI", "SEDANG", "RENDAH"}. Rentang nilai boleh Anda tentukan sendiri.
3. Sebuah **kamera cerdas** dipasang di jalan tol untuk mengamati kondisi lalu lintas. Kamera dapat menghitung **jumlah kendaraan** pada jalan tol dua jalur sepanjang 40 meter. Buatlah grafik fungsi keanggotaan fuzzy untuk memetakan jumlah kendaraan menjadi himpunan fuzzy {"MACET", "SEDANG", "LANCAR"} !

UNIVERSITA BINANIAGA INDONESIA

be smart, be a professional, and be

 [universitas.binaniaga](https://www.instagram.com/universitas.binaniaga) | www.unbin.ac.id

THANK YOU

-  Muhamad Miftahudin
-  0813 80453975
-  m.miftahudin@unbin.ac.id