

LOGIKA FUZZY

Definisi

- **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. Dia diperkenalkan oleh **Dr. Lotfi Zadeh** dari Universitas California, Berkeley pada 1965.

Himpunan Fuzzy

- 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

- Contoh 1 :

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 $4 \notin A$

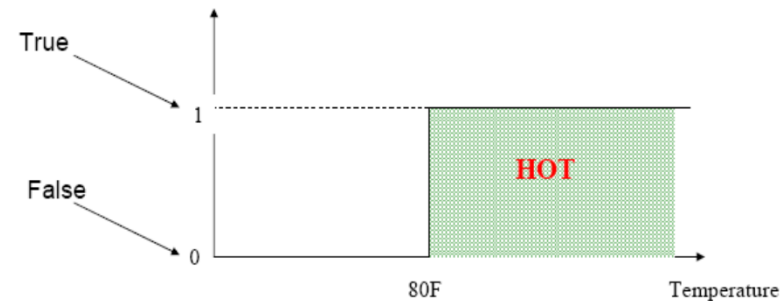
Himpunan Fuzzy(contd)

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 oF, disebut panas*
 - *If Suhu < 80 oF, 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

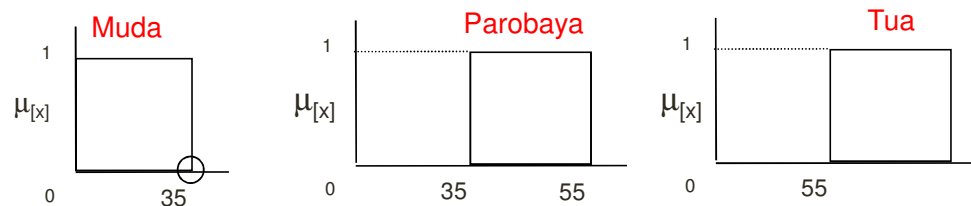


Himpunan Fuzzy(contd)

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

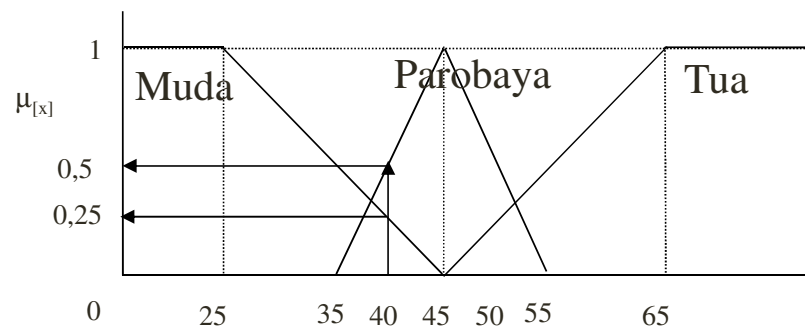


Gambar 2a. Keanggotaan himpunan biasa (crisp) umur muda dan parobaya

- 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

Himpunan Fuzzy(contd)

- 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. Sesorang 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 :

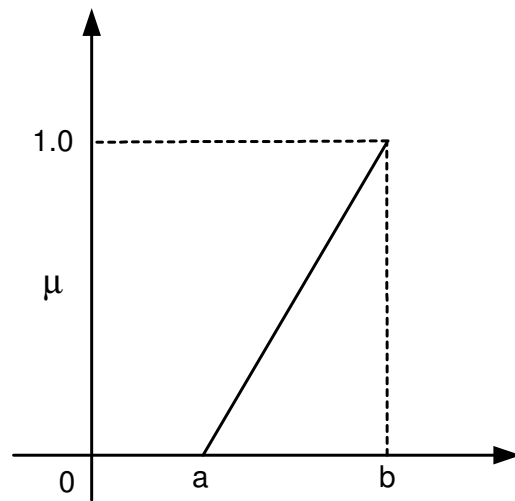


Gambar 2b. Himpunan Fuzzy untuk variable umur

FUNGSI KEANGGOTAAN HIMPUNAN FUZZY (MEMBERSHIP FUNCTION)

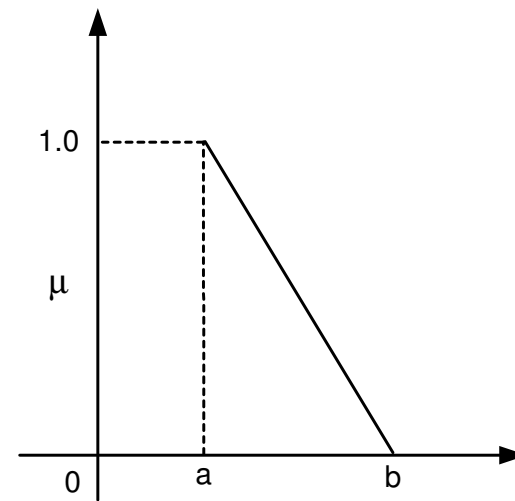
- Adalah suatu fungsi (kurva) yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1.
- Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan :
 1. Linier
 2. Segitiga
 3. Trapesium
 4. Sigmoid
 5. Phi

Fungsi Keanggotaan: Fungsi Linier



Linier Naik

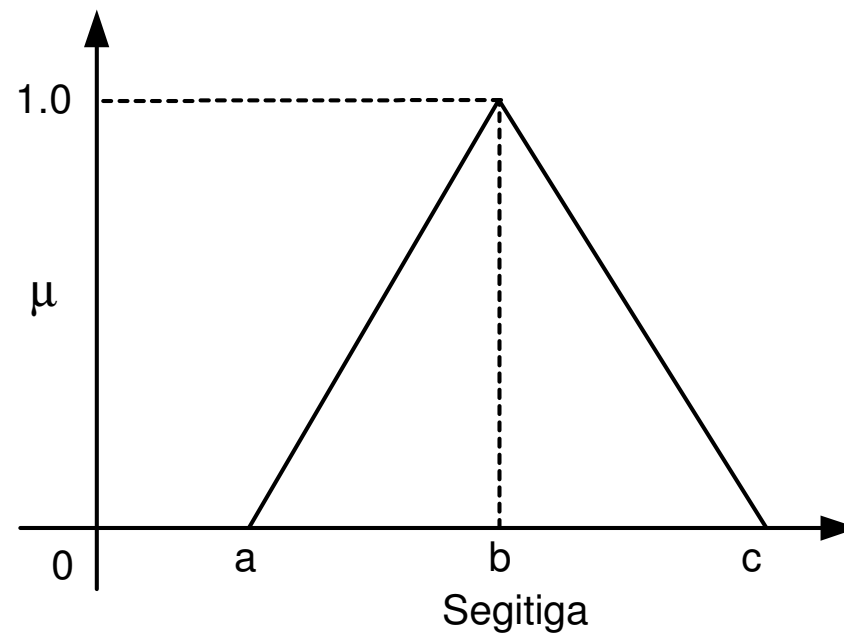
$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x-a)/(b-a); & a < x \leq b \\ 1; & x > b \end{cases}$$



Linier Turun

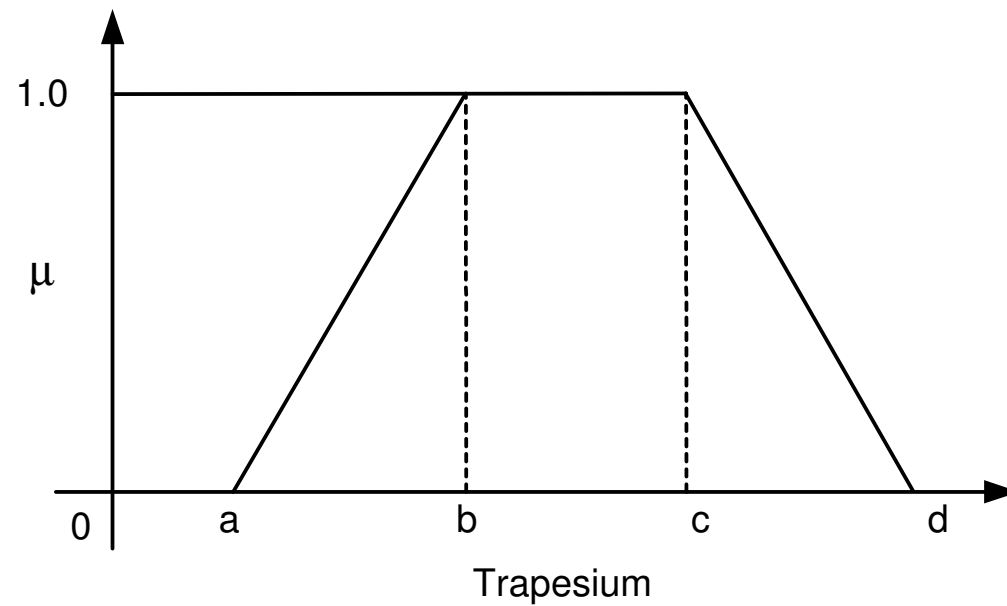
$$\mu[x] = \begin{cases} (b-x)/(b-a); & a \leq x < b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

Fungsi Keanggotaan: Segitiga



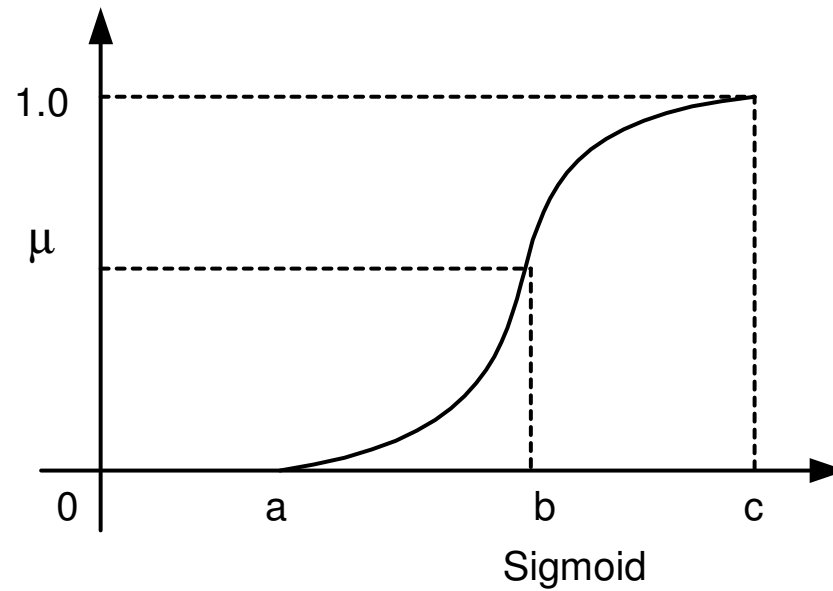
$$\begin{aligned}\mu[x] &= 0; \quad x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ &= (x-a)/(b-a); \quad a < x \leq b \\ &= (c-x)/(c-b); \quad b < x < c\end{aligned}$$

Fungsi Keanggotaan: Trapezium



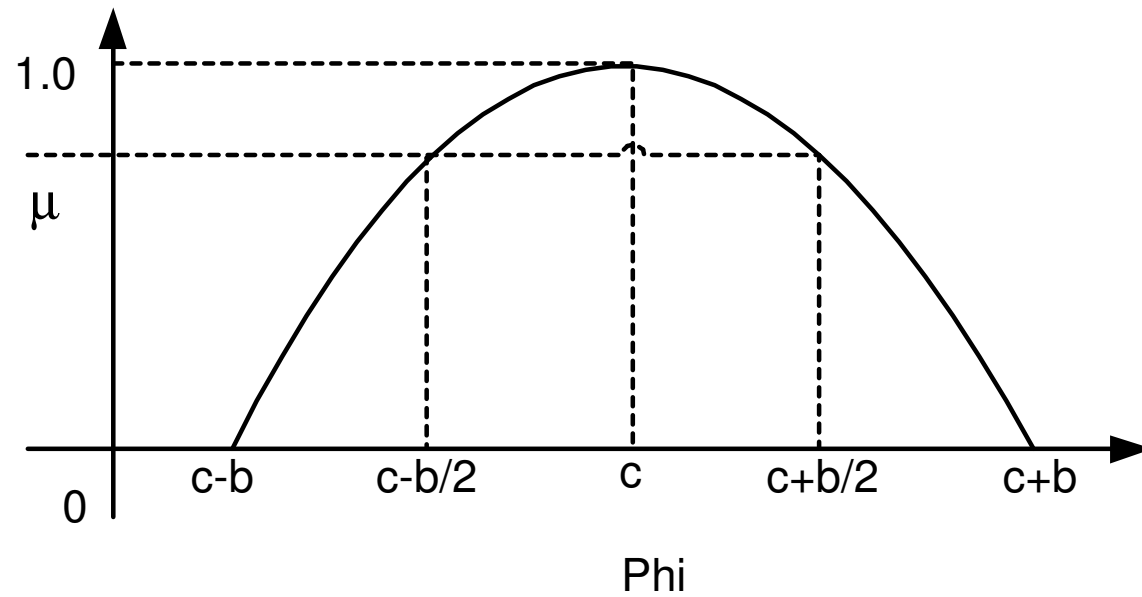
$$\begin{aligned}\mu[x] = & 0; x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ & (x-a)/(b-a); a < x \leq b \\ & 1; b < x \leq c \\ & (d-x)/(d-c); c < x < d\end{aligned}$$

Fungsi Keanggotaan: Sigmoid



$$\mu[x;a,b,c]_{\text{sigmoid}} = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ 2((x-a)/(c-a))^2; & a < x \leq b \\ 1 - 2((c-x)/(c-a))^2; & b < x < c \\ 1; & x \geq c \end{cases}$$

Fungsi Keanggotaan: Phi



$$\mu[x;a,b,c]_{\text{phi}} = \mu[x;c-b,c-b/2,c]_{\text{sigmoid}}; \quad x \leq c$$

$$\mu[x;c,c+b/2,c+b]_{\text{sigmoid}}; \quad x > c$$

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, terdapat 3 operasi dasar pada himpunan fuzzy :
 - OR (Union)
 - AND (Intersection)
 - NOT (Complement)

OR (Union)

- Fuzzy union (\cup): union dari 2 himpunan adalah maksimum dari tiap pasang elemen element pada kedua himpunan
- Contoh:
 - $A = \{1.0, 0.20, 0.75\}$
 - $B = \{0.2, 0.45, 0.50\}$
 - $A \cup B = \{\text{MAX}(1.0, 0.2), \text{MAX}(0.20, 0.45), \text{MAX}(0.75, 0.50)\}$
 $= \{1.0, 0.45, 0.75\}$

OR (Union)

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 atau berpenghasilan TINGGI adalah nilai keanggotaan maksimum :

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

AND (Intersection)

- Fuzzy intersection (\cap): irisan dari 2 himpunan fuzzy adalah minimum dari tiap pasang elemen pada kedua himpunan.

- contoh.

- $A \cap B = \{\text{MIN}(1.0, 0.2), \text{MIN}(0.20, 0.45), \text{MIN}(0.75, 0.50)\} = \{0.2, 0.20, 0.50\}$

- 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 :

$$\mu_{\text{MUDA} \cap \text{GAJITINGGI}}$$

$$= \min(\mu_{\text{MUDA}}[27], \mu_{\text{GAJITINGGI}}[2\text{juta}])$$

$$= \min(0,6 ; 0,8)$$

$$= 0,6$$

NOT (Complement)

- Komplemen dari variabel fuzzy dengan derajat keanggotaan= x adalah $(1-x)$.
- Komplemen ($_c$): komplemen dari himpunan fuzzy terdiri dari semua komplemen elemen.
- Contoh
 - $A^c = \{1 - 1.0, 1 - 0.2, 1 - 0.75\} = \{0.0, 0.8, 0.25\}$
 - Misal nilai keanggotaan umur 27 pada himpunan muda adalah $\mu_{MUDA}[27] = 0,6$ maka α -predikat untuk usia TIDAK MUDA adalah :
$$\begin{aligned}\mu_{MUDA'}[27] &= 1 - \mu_{MUDA}[27] \\ &= 1 - 0,6 \\ &= 0,4\end{aligned}$$

Contoh

Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan: fire strength atau α -predikat

AND

$$\mu_{A \cap B} [x] = \min(\mu_A[x], \mu_B[x])$$

Misalkan nilai keanggotaan IP 3.2 pada himpunan **IPtinggi** adalah 0.7 dan nilai keanggotaan 8 semester pada himpunan **LulusCepat** adalah 0.8 maka α -predikat untuk IPtinggi **dan** LulusCepat:

$$\begin{aligned}\mu_{\text{IPtinggi} \cap \text{LulusCepat}} &= \min(\mu_{\text{IPtinggi}}[3.2], \mu_{\text{LulusCepat}}[8]) \\ &= \min(0.7, 0.8) = 0.7\end{aligned}$$

OR

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

α -predikat untuk IPtinggi **atau** LulusCepat:

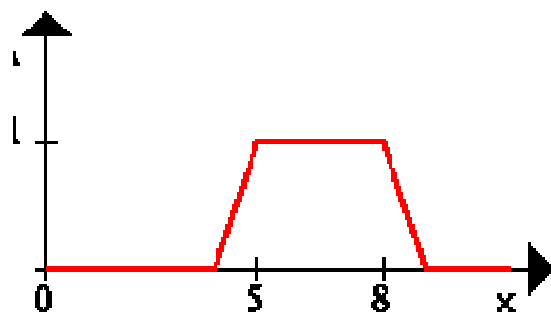
$$\begin{aligned}\mu_{\text{IPtinggi} \cup \text{LulusCepat}} &= \max(\mu_{\text{IPtinggi}}[3.2], \mu_{\text{LulusCepat}}[8]) \\ &= \max(0.7, 0.8) = 0.8\end{aligned}$$

NOT (Complement)

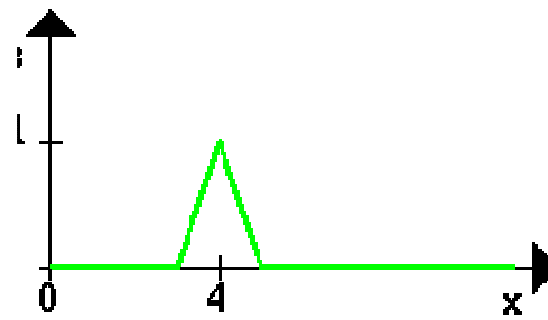
$$\mu_{A'} [x] = 1 - \mu_A[x]$$

α -predikat untuk **BUKAN IPtinggi** :

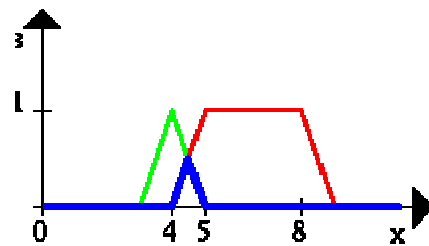
$$\mu_{\text{IPtinggi}'} = 1 - \mu_{\text{IPtinggi}}[3.2] = 1 - 0.7 = 0.3$$



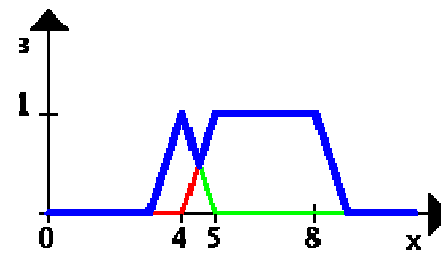
A



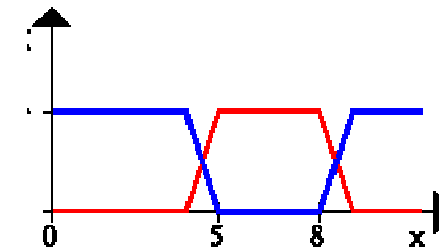
B



$A \wedge B$

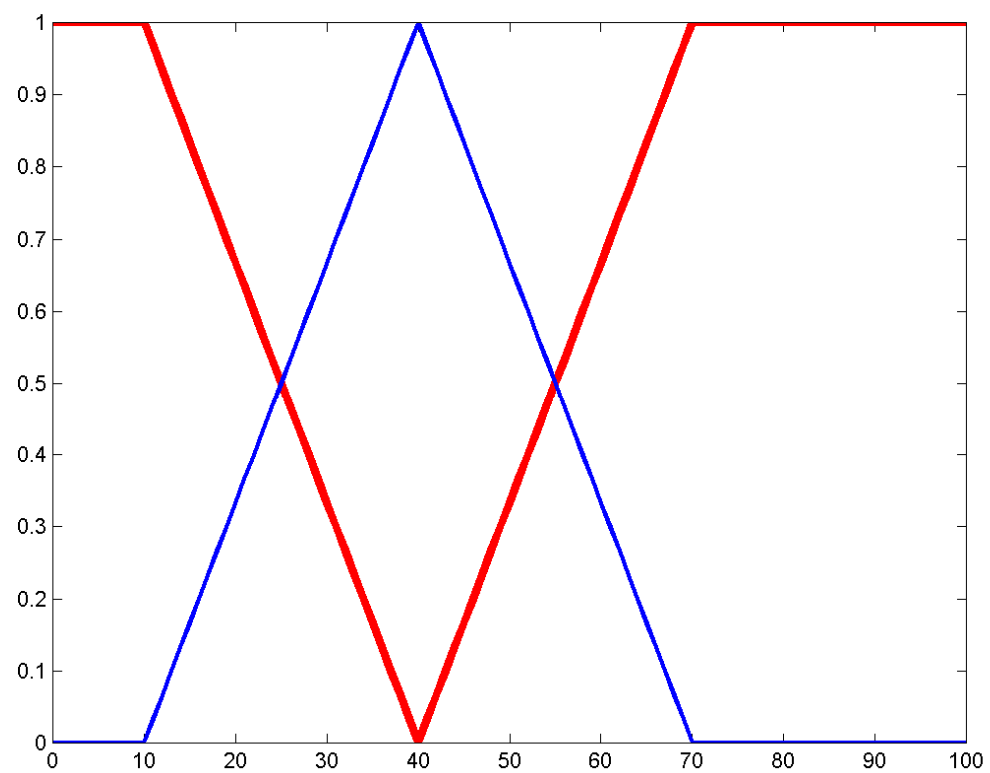


$A \vee B$

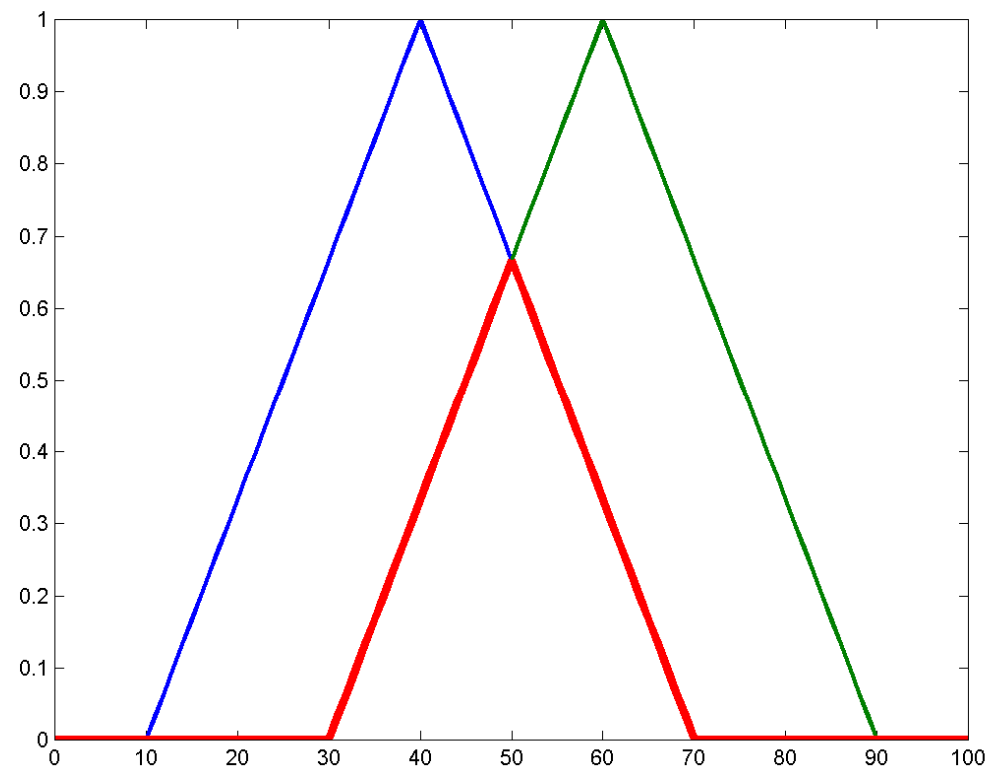


$\neg A$

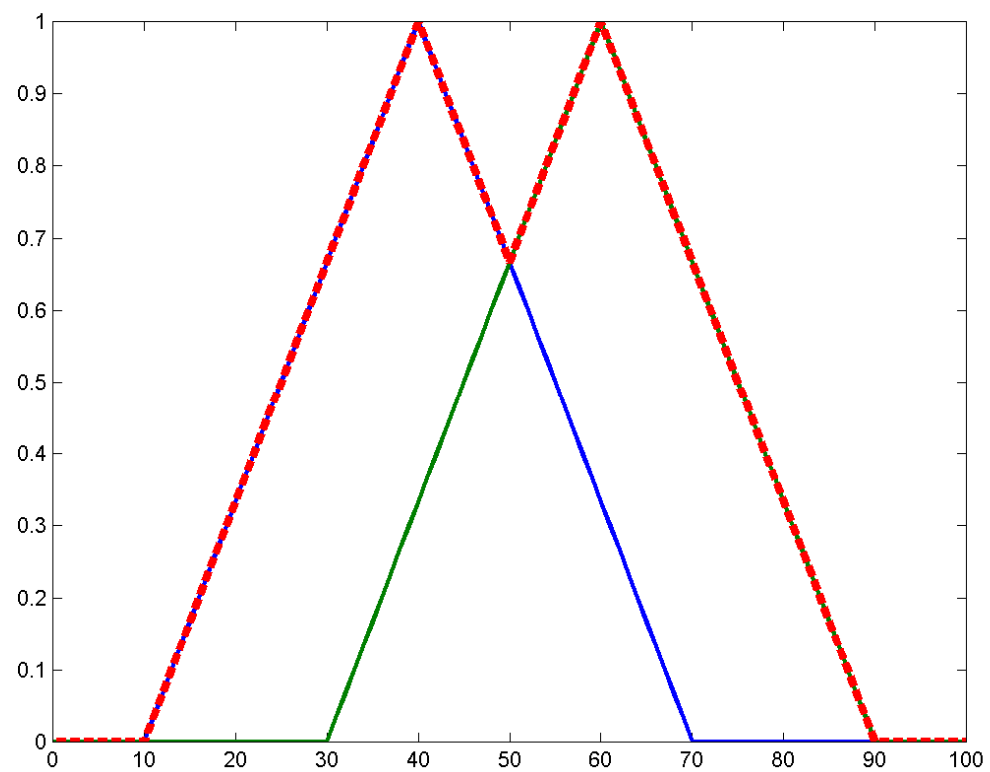
A'



$A \cap B$



$A \cup B$



Penalaran monoton (Aturan Fuzzy If Then)

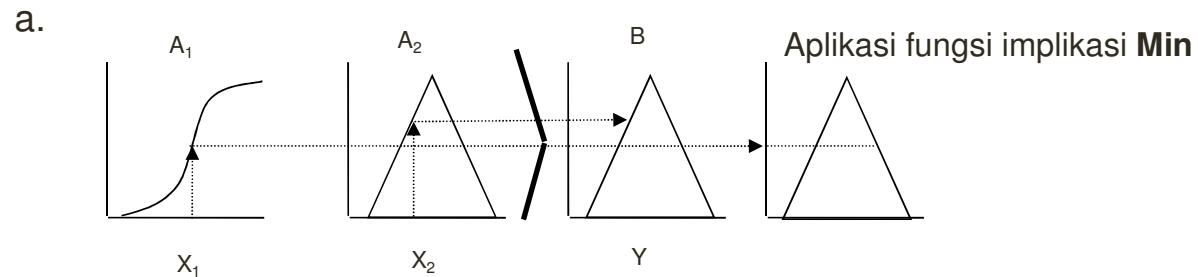
- Metode penalaran secara monoton digunakan sebagai dasar untuk teknik implikasi fuzzy. Meskipun penalaran ini sudah jarang sekali digunakan, namun kadang masih digunakan untuk penskalaan fuzzy. Jika 2 variabel fuzzy direlasikan dengan implikasi sederhana sebagai berikut :

If x is A Then Y is B

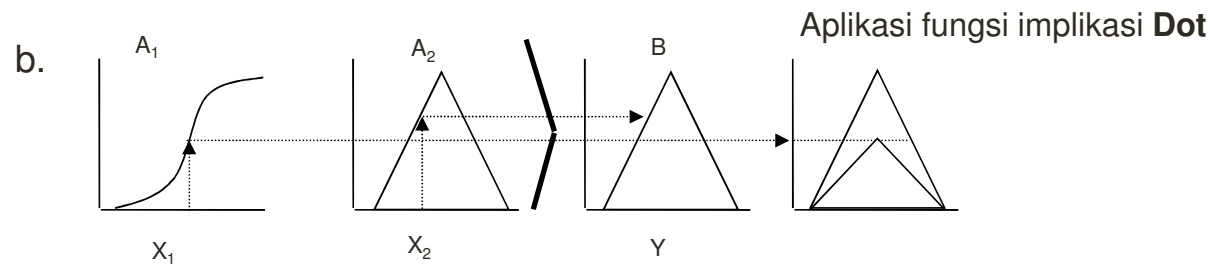
atau $y=f((x,A),B)$

maka sistem fuzzy dapat berjalan tanpa harus melalui komposisi dan dekomposisi fuzzy. Nilai output dapat diestimasi secara langsung dari nilai keanggotaan yang berhubungan dengan antesedennya

Contoh Implementasi



If X_1 is A_1 and X_2 is A_2 Then Y is B



If X_1 is A_1 and X_2 is A_2 Then Y is B

Gambar 4. (a) Aplikasi fungsi implikasi menggunakan operator **min**.
(b) Aplikasi fungsi implikasi menggunakan operator **dot**.

FUNGSI IMPLIKASI

- Bentuk umum aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi :

IF x is A THEN y is B

dengan x dan y adalah skalar, A dan B adalah himpunan fuzzy.

Proposisi yang mengikuti IF disebut anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut konsekuen.

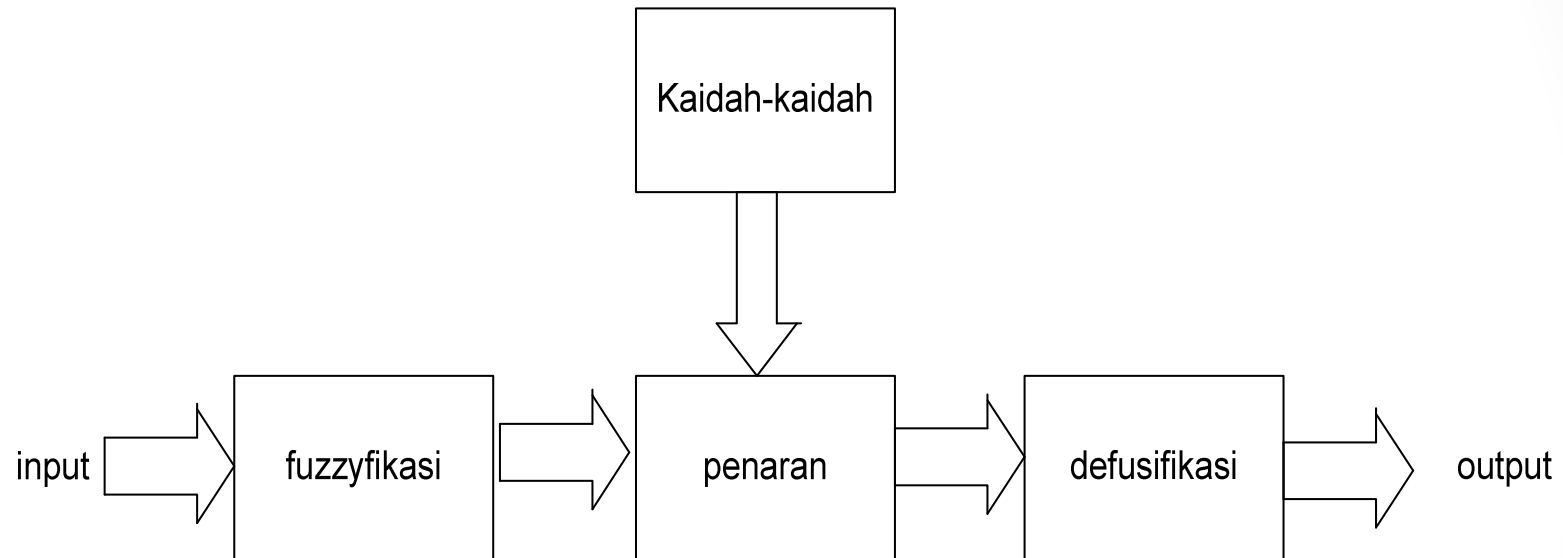
Secara umum, ada dua fungsi implikasi, yaitu :

1. Min (minimum), fungsi ini akan memotong output himpunan fuzzy
2. Dot (product), fungsi ini akan menskala output himpunan fuzzy

Fuzzy Inference Systems

- Model Fuzzy Mamdani
- Model Fuzzy Sugeno
- Model Fuzzy Tsukamoto

Fuzzy Inference Systems



Pengantar

- Operasi dari sistem pakar fuzzy tergantung dari eksekusi 4 fungsi utama:
 - **Fuzzification:** definisi dari himpunan fuzzy dan penentuan derajat keanggotaan dari *crisp input* pada sebuah himpunan fuzzy
 - **Inferensi:** evaluasi kaidah/aturan/rule fuzzy untuk menghasilkan output dari tiap rule
 - **Composisi:** agregasi atau kombinasi dari keluaran semua rule
 - **Defuzzification:** perhitungan *crisp output*

Model Mamdani

- Sering dikenal dengan nama Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975.
- Untuk mendapatkan output diperlukan 4 tahapan :
 1. Pembentukan himpunan fuzzy Variabel input maupun output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan
 2. Aplikasi fungsi implikasi Fungsi implikasi yang digunakan adalah Min

Model Mamdani(Contd)

3. Komposisi aturan Ada tiga metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy :
 - a. Metode Max
 - b. Metode Additive (SUM)
 - c. Metode Probabilistik OR
4. Penegasan (defuzzy) Input dari defuzzifikasi adalah suatu himpunan yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut.

Beberapa metode defuzzifikasi aturan MAMDANI :

- a. Metode Centroid (Composite Moment)
- b. Metode Bisektor
- c. Metode Mean of Maximum (MOM)
- d. Metode Largest of Maximum (LOM)
- e. Metode Smallest of Maximum (SOM)

Model Fuzzy Mamdani

Contoh: persoalan sederhana dengan 2 input, 1 output dan 3 rules

Rule: 1

IF x is A3
OR y is B1
THEN z is C1

Rule: 2

IF x is A2
AND y is B2
THEN z is C2

Rule: 3

IF x is A1
THEN z is C3

Rule: 1

IF project_funding is adequate
OR project_staffing is small
THEN risk is low

Rule: 2

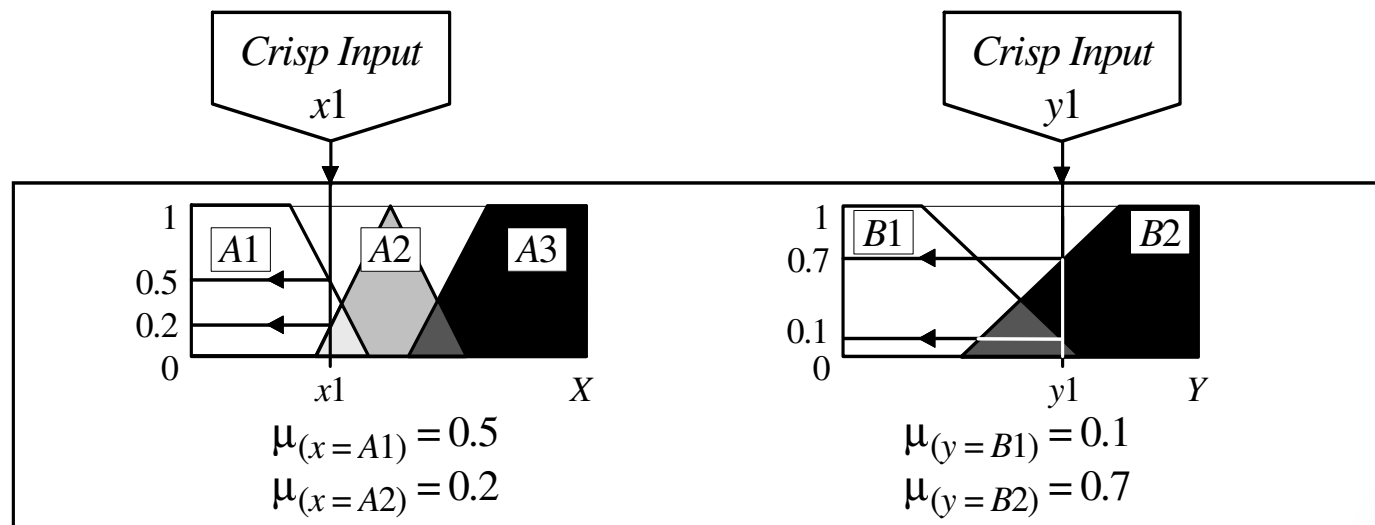
IF project_funding is marginal
AND project_staffing is large
THEN risk is normal

Rule: 3

IF project_funding is inadequate
THEN risk is high

Mamdani fuzzy inference

Fuzzifikasi: menentukan derajat keanggotaan input $x1$ dan $y1$ pada himpunan fuzzy

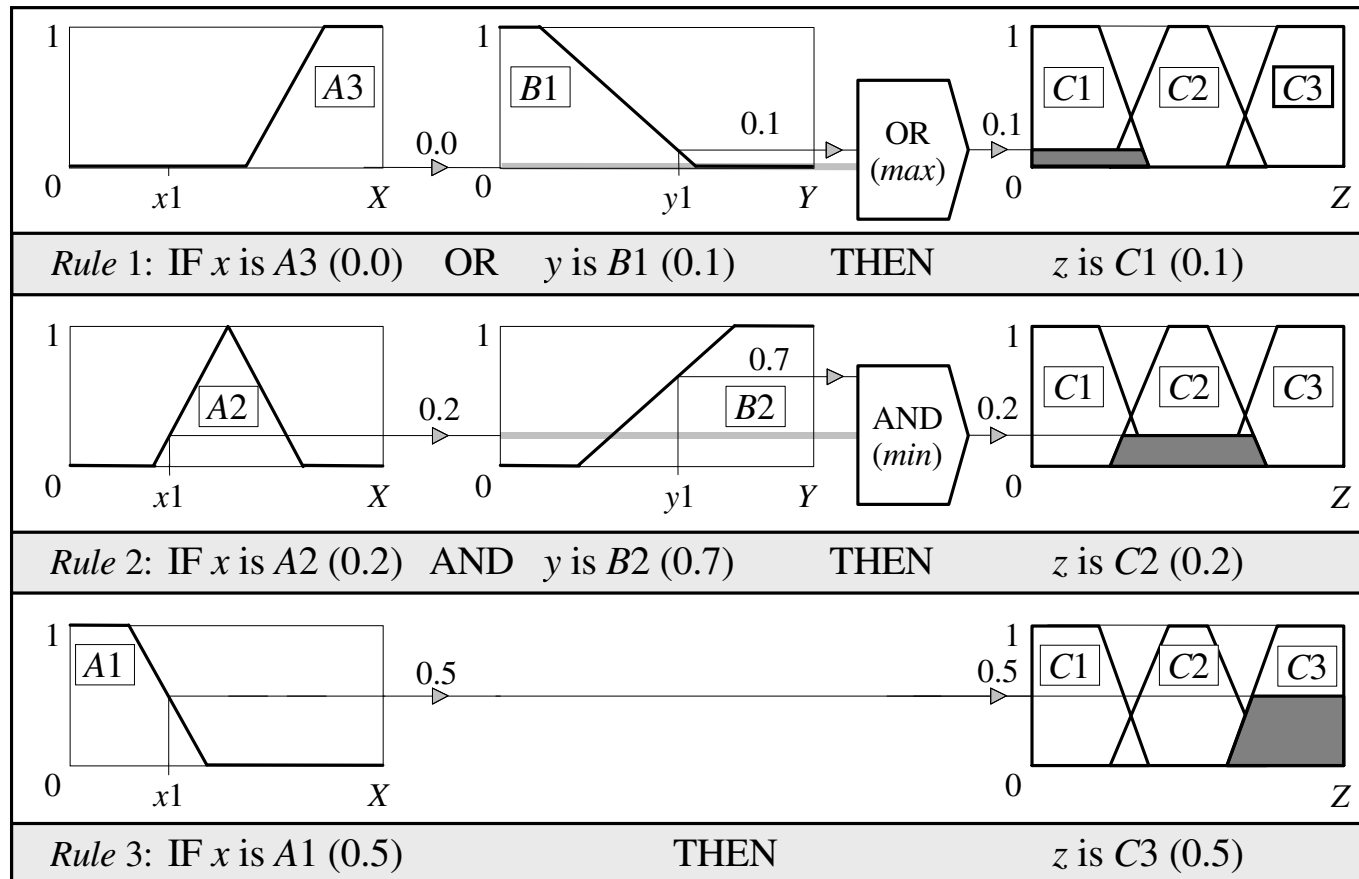


Model Fuzzy Mamdani

Inferensi: aplikasikan fuzzified inputs, $\mu(x=A1) = 0.5$, $\mu(x=A2) = 0.2$, $\mu(y=B1) = 0.1$ and $\mu(y=B2) = 0.7$, ke anteseden dari aturan fuzzy

Untuk aturan fuzzy dengan anteseden lebih dari 1, operator fuzzy (AND atau OR) digunakan untuk mencapai sebuah nilai tunggal yang merepresentasikan hasil rule fuzzy. Nilai ini kemudian diaplikasikan ke fungsi keanggotaan konsekuen

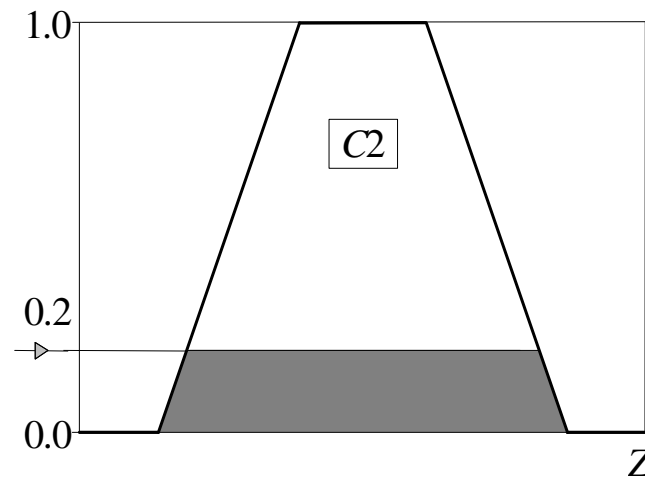
Model Fuzzy Mamdani



Model Fuzzy Mamdani

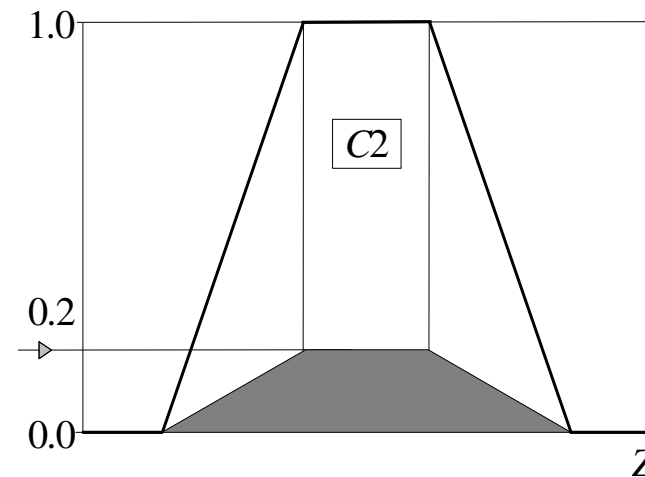
Dua teknik yang umum digunakan untuk mengaplikasikan hasil evaluasi anteseden ke fungsi keanggotaan konsekuen:

Degree of Membership



clipping

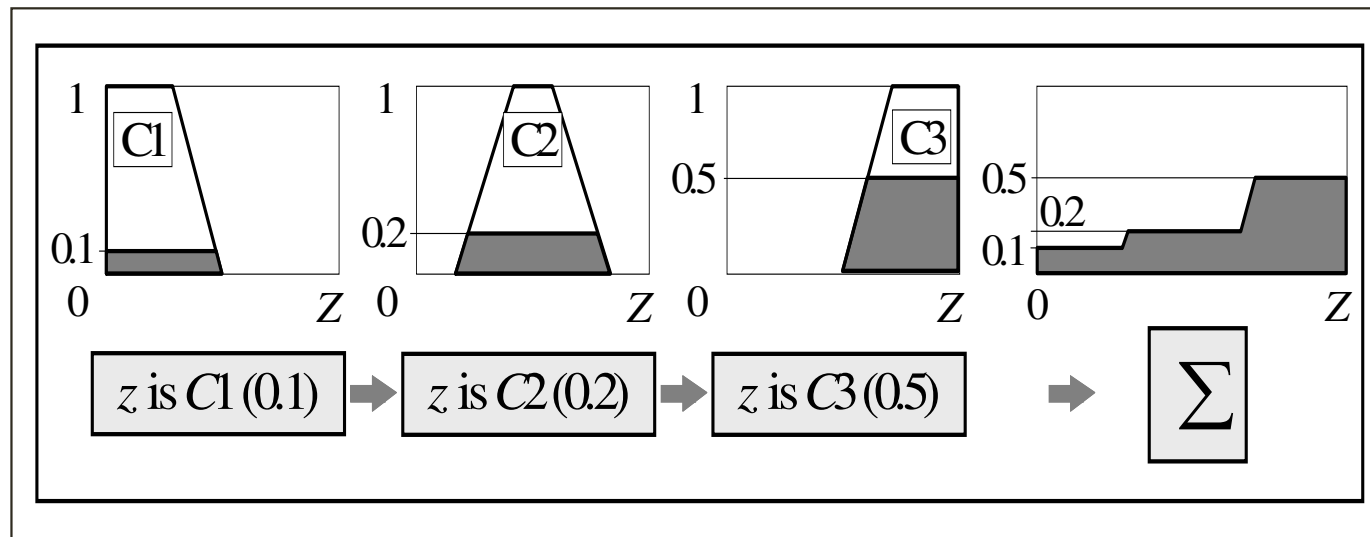
Degree of Membership



scaling

Model Fuzzy Mamdani

Composisi: agregasi keluaran semua rule ke dalam himpunan fuzzy tunggal.



Model Fuzzy Mamdani

Defuzzifikasi: konversi dari himpunan fuzzy yang dihasilkan dari komposisi ke dalam crisp value.

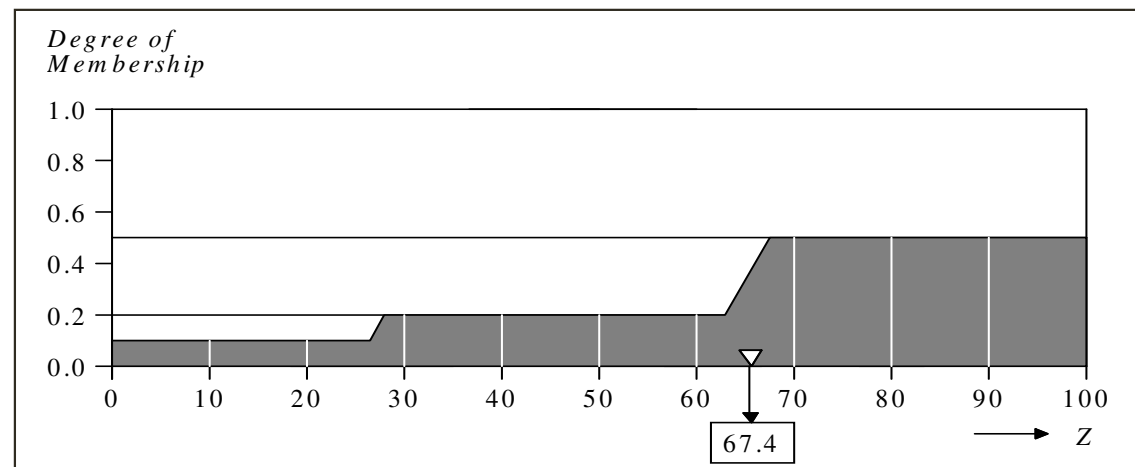
Teknik yang paling populer adalah **centroid technique**. Metoda ini mencari **centre of gravity (COG)** dari *aggregate set*:

$$COG = \frac{\int_a^b \mu_A(x) x \, dx}{\int_a^b \mu_A(x) \, dx}$$

Model Fuzzy Mamdani

Centre of gravity (COG): mencari titik yang membagi area solusi menjadi 2 bagian yang sama

$$COG = \frac{(0+10+20) \times 0.1 + (30+40+50+60) \times 0.2 + (70+80+90+100) \times 0.5}{0.1+0.1+0.1+0.2+0.2+0.2+0.2+0.5+0.5+0.5+0.5} = 67.4$$



Model Fuzzy Sugeno

- Inferensi Mamdani tidak efisien karena melibatkan proses pencarian centroid dari area 2 dimensi.
- **Michio Sugeno** mengusulkan penggunaan singleton sebagai fungsi keanggotaan dari konsekuen. **Singleton** adalah sebuah himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan: pada titik tertentu mempunyai sebuah nilai dan 0 di luar titik tersebut.
- Penalaran ini hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear.

Model Fuzzy Sugeno

- Orde-Nol

- Bentuk Umum :

IF (X is A) (X is A) (X is A) (X is A) THEN $z = k$

dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke-I sebagai anteseden, dan k adalah konstanta (tegas) sebagai konsekuen

- Orde-satu

- Bentuk Umum :

IF (X is A) (X is A) THEN $z = p$

dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke-I sebagai anteseden, dan p adalah suatu konstanta ke-I dan q merupakan konstanta dalam konsekuen

Model Fuzzy Sugeno

Perbedaan antara Mamdani dan Sugeno ada pada konsekuen. Sugeno menggunakan konstanta atau fungsi matematika dari variabel input:

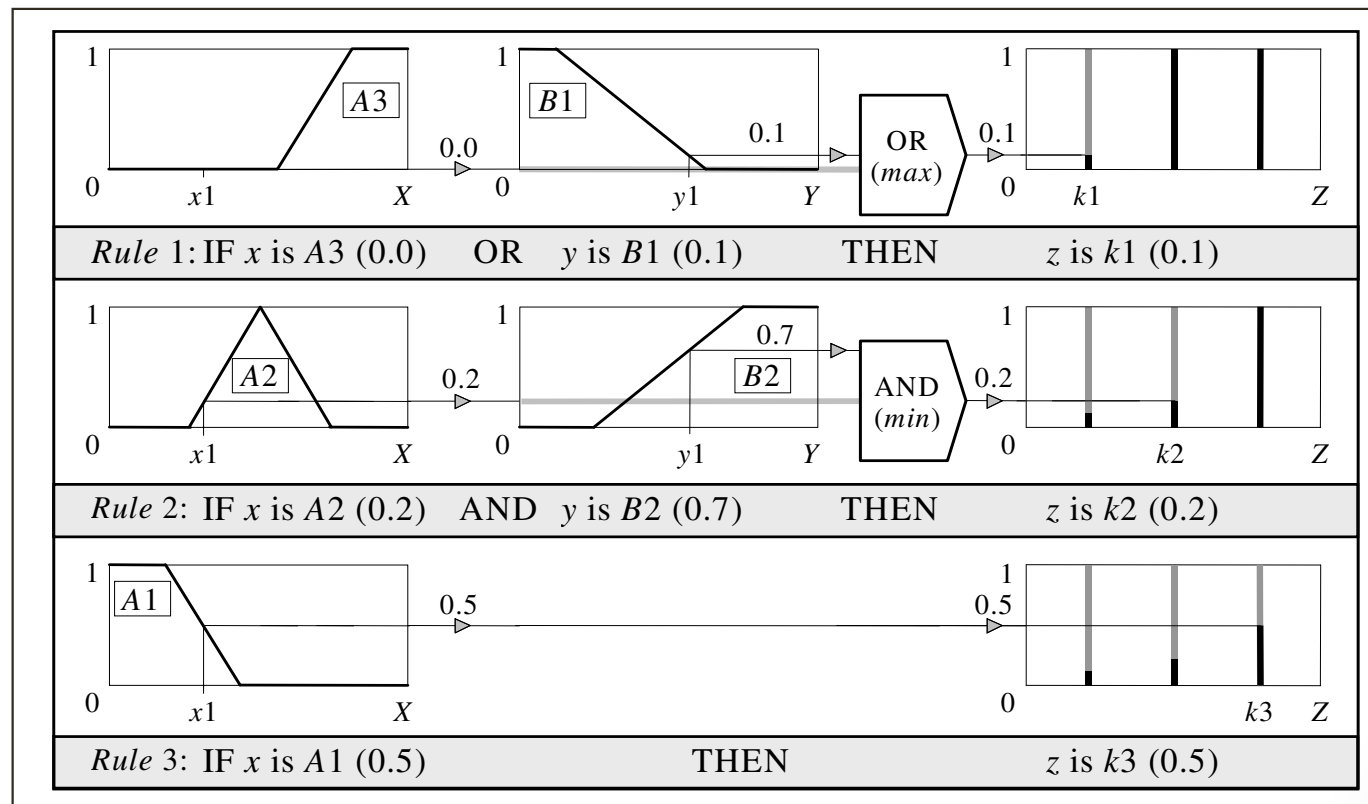
IF x is A
AND y is B
THEN z is $f(x, y)$

IF x is A
AND y is B
THEN z is k

dimana x , y dan z adalah variabel linguistik; A dan B himpunan fuzzy untuk X dan Y, dan $f(x, y)$ adalah fungsi matematik.

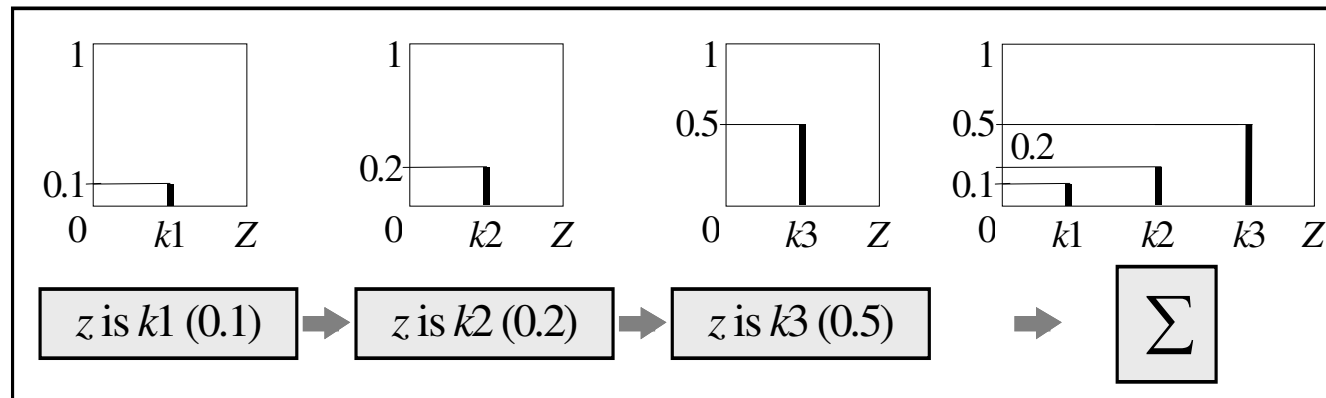
Model Fuzzy Sugeno

Evaluasi Rule



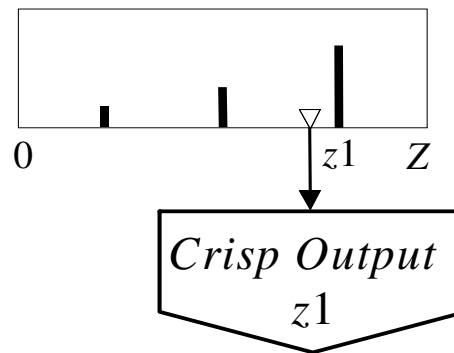
Model Fuzzy Sugeno

Komposisi



Model Fuzzy Sugeno

Defuzzifikasi



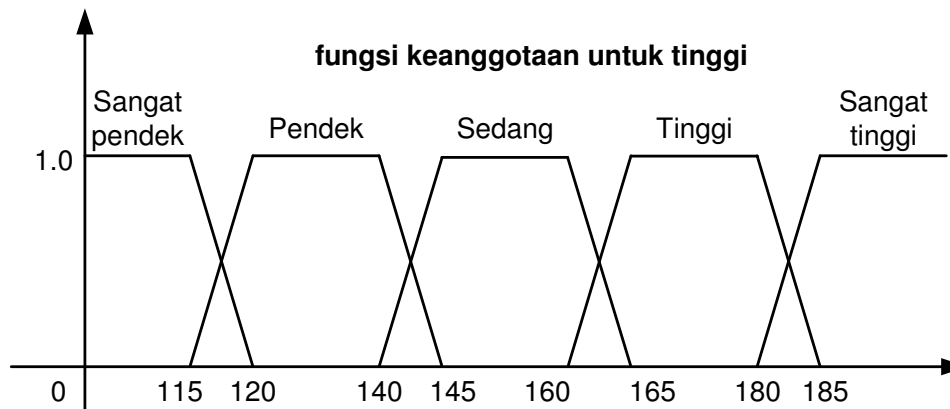
Weighted average (WA):

$$WA = \frac{\mu(k1) \times k1 + \mu(k2) \times k2 + \mu(k3) \times k3}{\mu(k1) + \mu(k2) + \mu(k3)} = \frac{0.1 \times 20 + 0.2 \times 50 + 0.5 \times 80}{0.1 + 0.2 + 0.5} = 65$$

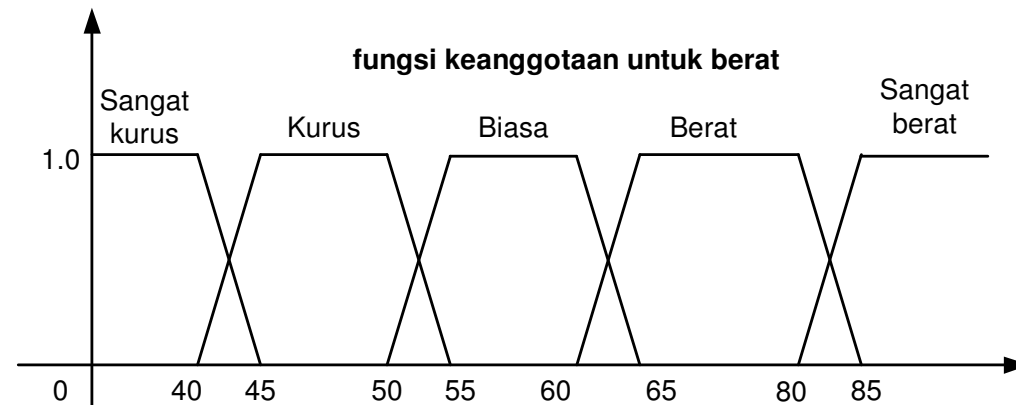
Model Fuzzy Sugeno: Contoh

- Mengevaluasi kesehatan orang berdasarkan tinggi dan berat badannya
- Input: tinggi dan berat badan
- Output: kategori sehat
 - sangat sehat (SS), index=0.8
 - sehat (A), index=0.6
 - agak sehat (AS), index=0.4
 - tidak sehat (TS), index=0.2

L1: Fuzzification (1)



Ada 3 variabel fuzzy yang dimodelkan: tinggi, berat, sehat



L2: Rules Evaluation (1)

Tentukan rules

Tabel Kaidah Fuzzy

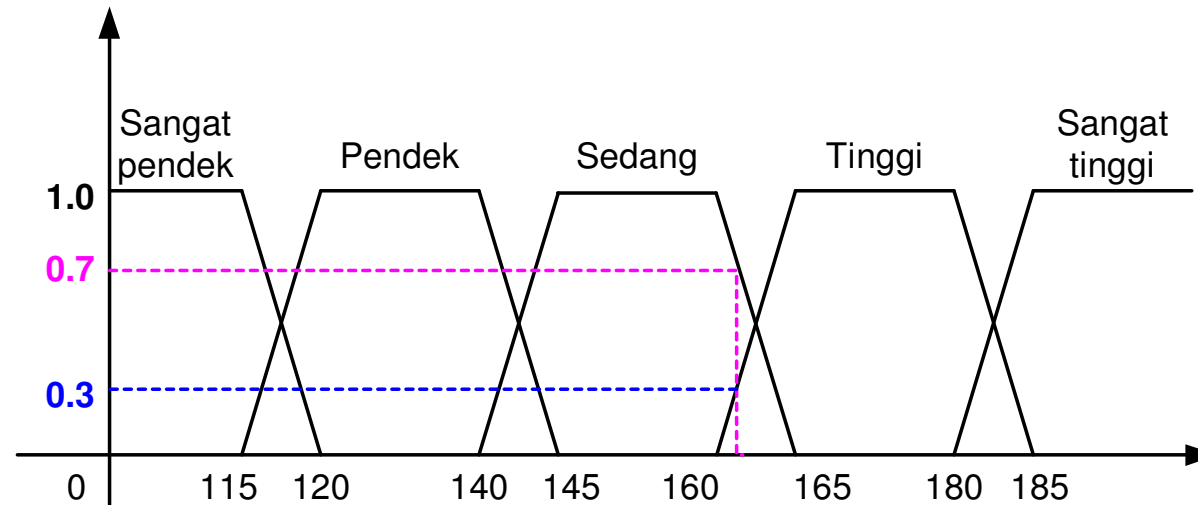
BERAT						
TINGGI		Sangat kurus	Kurus	Biasa	Berat	Sangat berat
	Sangat pendek	SS	S	AS	TS	TS
	Pendek	S	SS	S	AS	TS
	Sedang	AS	SS	SS	AS	TS
	Tinggi	TS	S	SS	S	TS
	Sangat tinggi	TS	AS	SS	S	AS

Dalam bentuk if-then, contoh:

*If sangat pendek dan sangat kurus then
sangat sehat*

L2: Rules Evaluation (2)

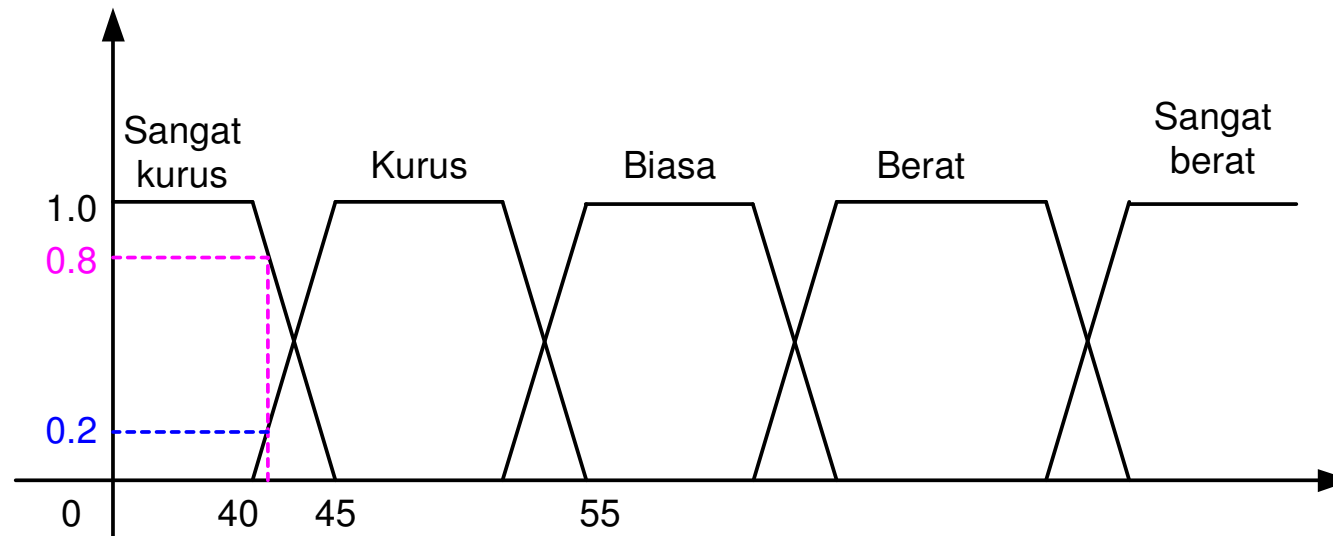
Contoh: bagaimana kondisi kesehatan untuk orang dengan tinggi 161.5 cm dan berat 41 kg?



$$\mu_{\text{sedang}}[161.5] = (165 - 161.5) / (165 - 160) = 0.7$$

$$\mu_{\text{tinggi}}[161.5] = (161.5 - 160) / (165 - 160) = 0.3$$

L2: Rules Evaluation (3)



$$\mu_{\text{sangat kurus}}[41] = (45-41)/(45-40) = 0.8$$

$$\mu_{\text{kurus}}[41] = (41-40)/(45-40) = 0.2$$

BERAT						
T I N G G I		0.8	0.2	Biasa	Berat	Sangat berat
	Sangat pendek	SS	S	AS	TS	TS
	Pendek	S	SS	S	AS	TS
	0.7	AS	SS	SS	AS	TS
	0.3	TS	S	SS	S	TS
	Sangat tinggi	TS	AS	SS	S	AS

L2: Rules Evaluation
(4)

Pilih bobot minimum krn
relasi AND

BERAT						
T I N G G I		0.8	0.2	Biasa	Berat	Sangat berat
	Sangat pendek	SS	S	AS	TS	TS
	Pendek	S	SS	S	AS	TS
	0.7	0.7	0.2	SS	AS	TS
	0.3	0.3	0.2	SS	S	TS
	Sangat tinggi	TS	AS	SS	S	AS

L3: Defuzzification

Diperoleh:

$$f = \{TS, AS, S, SS\} = \{0.3, 0.7, 0.2, 0.2\}$$

Penentuan hasil akhir, ada 2 metoda:

1. Max method: index tertinggi 0.7
hasil Agak Sehat

2. Centroid method, dengan metoda [Sugeno](#):

$$\begin{aligned}\text{Decision Index} &= (0.3 \times 0.2) + (0.7 \times 0.4) + (0.2 \times 0.6) + (0.3 \times 0.8) / \\ &\quad (0.3 + 0.7 + 0.2 + 0.2) \\ &= 0.4429\end{aligned}$$

Crisp decision index = 0.4429

Fuzzy decision index: 79% agak sehat, 21% sehat

Model Fuzzy Tsukamoto

- Karakteristik:
Konsekuen dari setiap aturan if-then fuzzy direpresentasikan dengan himpunan fuzzy monoton

[EMD – Fuzzy Logic, 2004] Contoh:

Sebuah pabrik elektronik dapat berhasil mencapai permintaan terbesar sebanyak 5000 barang/hari. Namun pernah pabrik tersebut hanya mencapai permintaan barang sebanyak 1000 barang/hari. Persediaan barang di gudang dapat mencapai titik tertinggi yaitu 600 barang/hari dan titik terendahnya 100 barang/hari. Dengan semua keterbatasannya, pabrik tersebut dapat memproduksi barang maksimum 7000 barang/hari dan minimalnya 2000 barang/hari. Apabila proses produksi pabrik tersebut menggunakan aturan fuzzy sebagai berikut

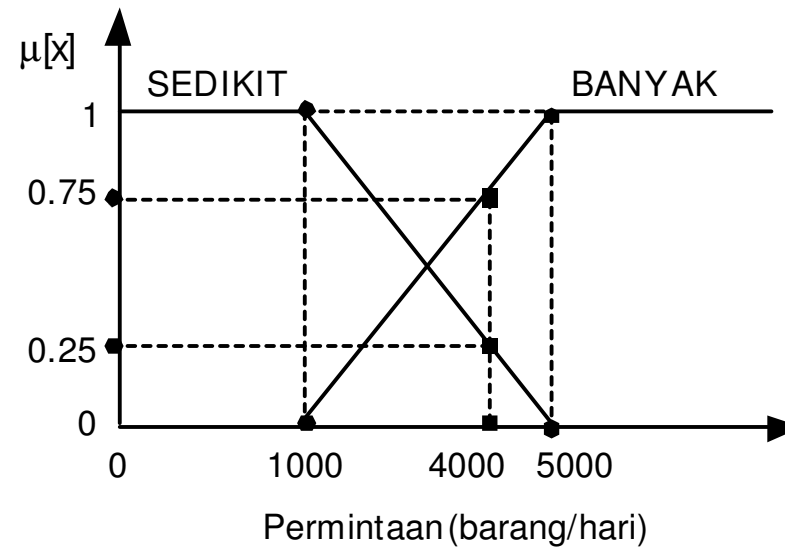
Model Fuzzy Tsukamoto

- [A1] IF Permintaan BANYAK And Persediaan BANYAK
THEN Produksi Barang BERTAMBAH ;
- [A2] IF permintaan SEDIKIT And persediaan SEDIKIT
THEN Produksi Barang BERKURANG ;
- [A3] IF Permintaan SEDIKIT And Persediaan BANYAK
THEN Produksi Barang BERKURANG ;
- [A4] IF permintaan BANYAK And persediaan SEDIKIT
THEN Produksi Barang BERTAMBAH ;

Berapa barang elektronik tersebut harus diproduksi jika jumlah permintaannya sebanyak 4000 barang dan persediaan di gudang masih 300 barang ?

Contoh (2)

Permintaan; terdiri atas 2 himpunan fuzzy, yaitu BANYAK dan SEDIKIT



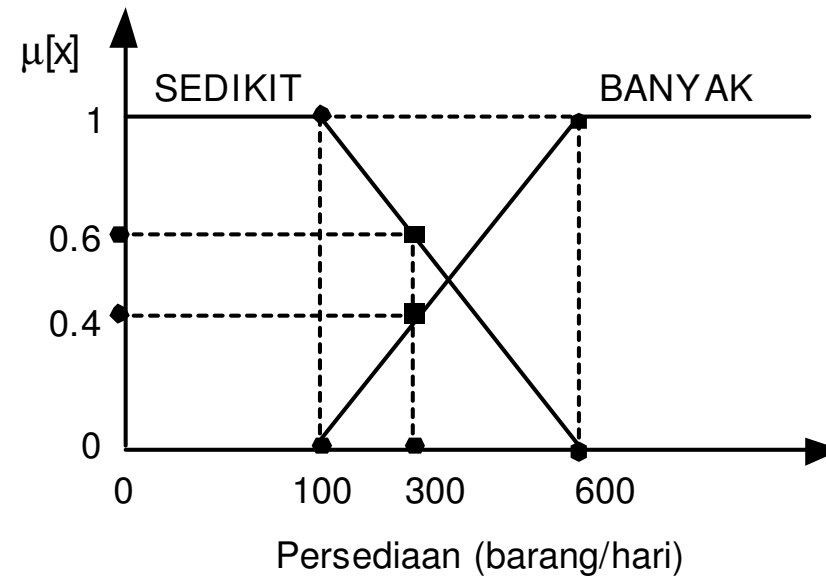
Nilai Keanggotaan :

$$\begin{aligned}\mu_{\text{PmtSEDIKIT}}[4000] &= (5000-4000)/(5000-1000) \\ &= 0.25\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{PmtBANYAK}}[4000] &= (4000-1000)/(5000-1000) \\ &= 0.75\end{aligned}$$

Contoh (3)

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



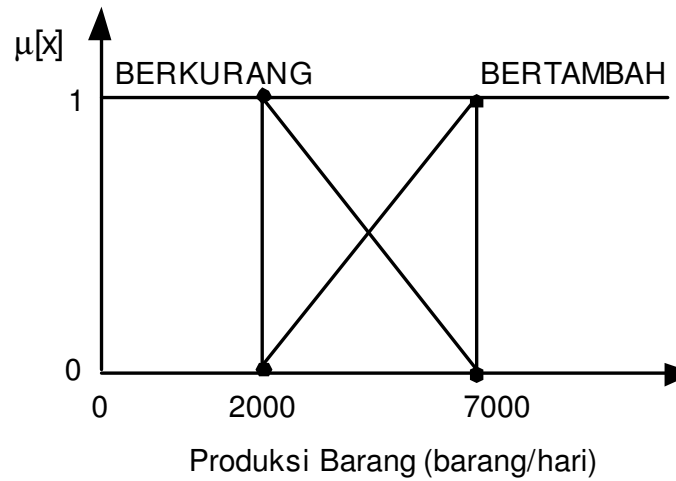
Nilai Keanggotaan :

$$\begin{aligned}\mu_{\text{PsdSEDIKIT}}[300] &= (600-300)/(600-100) \\ &= 0.6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{PsdBANYAK}}[300] &= (300-100)/(600-100) \\ &= 0.4\end{aligned}$$

Contoh (4)

Produksi Barang



Nilai Keanggotaan :

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

$$\mu_{\text{Pr BrgBERTAMBAH}}[z] = \begin{cases} 0 & z \leq 2000 \\ \frac{z - 2000}{7000 - 2000} & 2000 < z < 7000 \\ 1 & z \geq 7000 \end{cases}$$

Contoh (5)

PERMINTAAN			
PER SE DIAAN		B: 0.75	S: 0.25
	B: 0.4	Bertambah	Berkurang
	S: 0.6	Bertambah	Berkurang

PERMINTAAN			
PER SE DIAAN		B: 0.75	S: 0.25
	B: 0.4	0.4	0.25
	S: 0.6	0.6	0.25

PERMINTAAN			
PER SE DIAAN		B: 0.75	S: 0.25
	B: 0.4	4000	5750
	S: 0.6	5000	5750

Contoh (6)

Defuzzification: mencari nilai z. Dapat dicari dengan metoda centroid [Tsukamoto](#) :

$$Z = \frac{\alpha_{pred_1} * Z_1 + \alpha_{pred_2} * Z_2 + \alpha_{pred_3} * Z_3 + \alpha_{pred_4} * Z_4}{\alpha_{pred_1} + \alpha_{pred_2} + \alpha_{pred_3} + \alpha_{pred_4}}$$

$$Z = \frac{0.4 * 4000 + 0.25 * 5750 + 0.25 * 5750 + 0.6 * 5000}{0.4 + 0.25 + 0.25 + 0.6}$$

$$Z = 4983$$

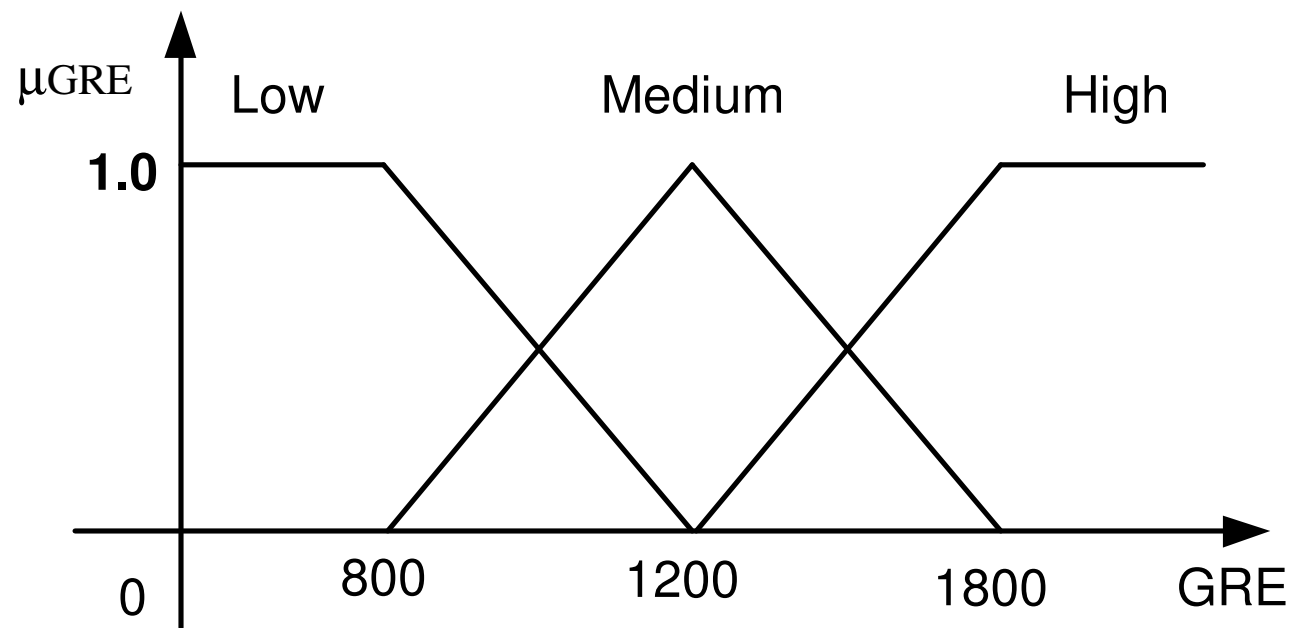
Jadi barang elektronik yang harus diproduksi sebanyak 4983

Summary

- Ada 4 tahapan utama sistem pakar fuzzy: fuzzifikasi, inferensi, komposisi, defuzzifikasi.
- 2 metoda yang paling banyak dipakai: Mamdani dan Sugeno.
- Metoda Mamdani menggunakan himpunan fuzzy sebagai konsekuen rule, Metoda Sugeno menggunakan fungsi matematik atau konstanta.
- Mamdani: komputasi lebih berat, human-like inference, Sugeno: komputasi lebih efisien tetapi kehilangan interpretabilitas linguistik.

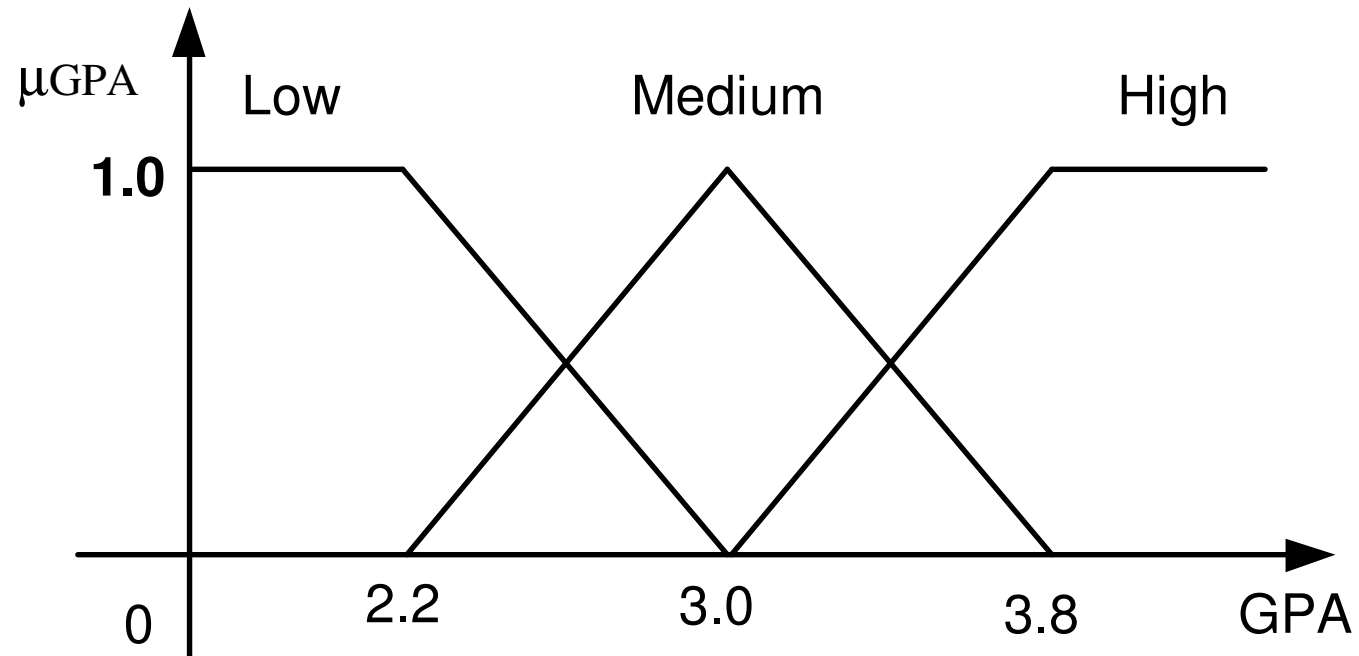
Soal

Mengevaluasi mahasiswa berdasarkan GPA dan nilai GRE

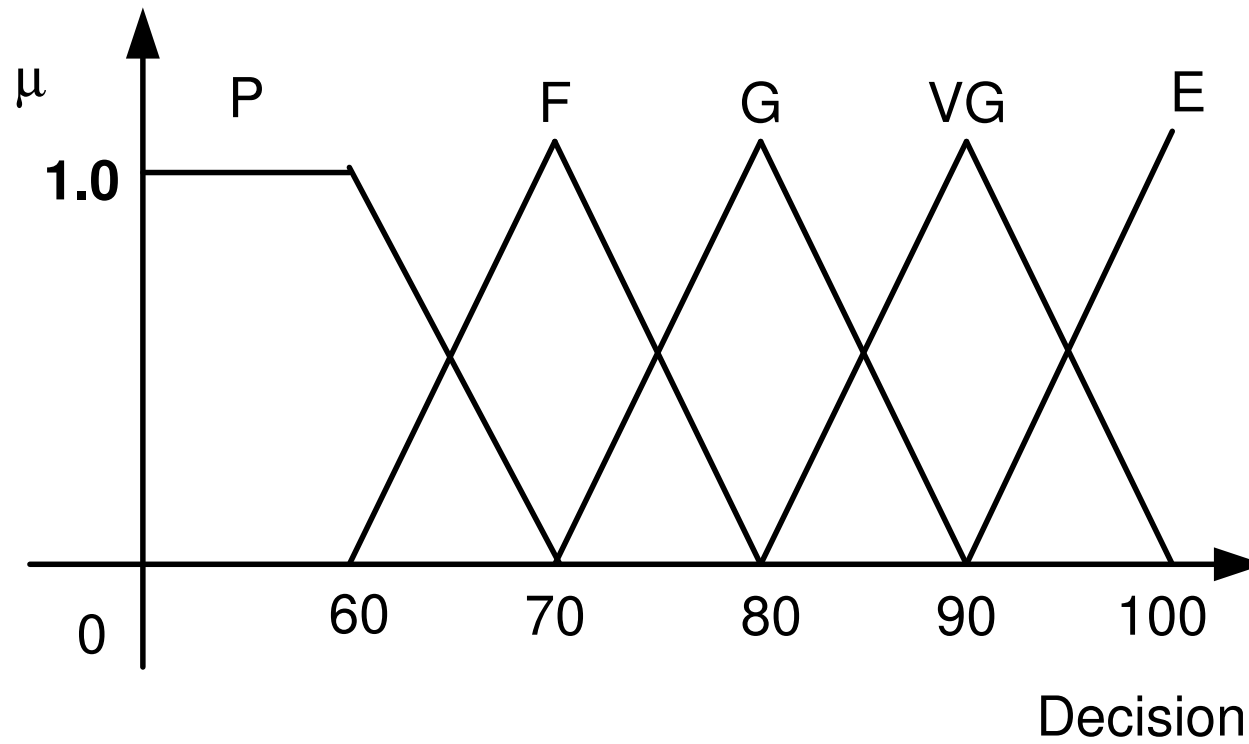


Fungsi Keanggotaan untuk GRE

Fungsi Keanggotaan untuk GPA



Soal



Soal

GRE				
G P A		H	M	L
	H	E	VG	F
	M	G	G	P
	L	F	P	P

Metode Mamdani

- CONTOH DENGAN PROBLEM SEBELUMNYA :
- [EMD – Fuzzy Logic, 2004] Contoh:
- Sebuah pabrik elektronik dapat berhasil mencapai permintaan terbesar sebanyak 5000 barang/hari. Namun pernah pabrik tersebut hanya mencapai permintaan barang sebanyak 1000 barang/hari. Persediaan barang di gudang dapat mencapai titik tertinggi yaitu 600 barang/hari dan titik terendahnya 100 barang/hari. Dengan semua keterbatasannya, pabrik tersebut dapat memproduksi barang maksimum 7000 barang/hari dan minimalnya 2000 barang/hari.

Metode Mamdani

- Dengan rule :
- [A1] IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK THEN Produksi Barang BERKURANG;
- [A2] IF permintaan TURUN And persediaan SEDIKIT THEN Produksi Barang BERKURANG;
- [A3] IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK THEN Produksi Barang BERTAMBAH ;
- [A4] IF permintaan NAIK And persediaan SEDIKIT THEN Produksi Barang BERTAMBAH ;

- Berapa barang elektronik tersebut harus diproduksi jika jumlah permintaannya sebanyak 4000 barang dan persediaan di gudang masih 300 barang ?