

FUZZY LOGIC

M Didik R Wahyudi

PENGERTIAN

• Fuzzy logic:

- Cara untuk merepresentasikan variasi atau ketidakpresisian dalam logika
- Cara untuk menggunakan bahasa natural dalam logika
- Melakukan pendekatan dalam (approximate) reasoning
- Jika pada logika biasa nilai kebenaran suatu proposisi/ Pernyataan hanya ada dua macam yaitu 1 = benar dan 0 = salah maka dalam fuzzy logic nilai kebenaran bias diperluas dengan bilangan diantara 0 dan 1

PENGERTIAN (2)

- ◉ Salah satu contoh fuzzy logic adalah dengan menambahkan nilai kebenaran $\frac{1}{2}$ disamping nilai kebenaran 0 dan 1.
- ◉ Jika 1=benar, 0=salah maka $\frac{1}{2}$ dapat diartikan sbgi 'tidakpasti' / mengandung kebenaran 50% dan kesalahan 50%.
- ◉ **LUKASIEWICZ FUZZY LOGIC :**
Lukasiewicz mengembangkan suatu bentuk logika fuzzy untuk operator logika komplemen, dan, atau, implikasi dan biimplikasi untuk fuzzy logic dgn tiga nilai kebenaran 1, $\frac{1}{2}$ dan 0.

3

PENGERTIAN (3)

- ◉ Seseorang berkata "Jika cuaca sejuk dan matahari bersinar terang hari ini, saya akan berkendara dengan kencang"
- ◉ Linguistic variables:
 - Temperatur: {sangat dingin, dingin, sejuk, panas}
 - Kondisi awan: {berawan, sebagian berawan, cerah -matahari bersinar terang}
 - Kecepatan: {pelan, kencang}

4

OPERASI FUZZY LOGIC

- Sesuai dengan pengembangan Lukasiewicz maka operasi-operasi logika fuzzy didefinisikan sebagai berikut:

$$\bar{a} = 1 - a$$

$$a \wedge b = \min(a, b)$$

$$a \vee b = \max(a, b)$$

$$a \rightarrow b = \min(1, 1 + b - a)$$

$$a \leftrightarrow b = 1 - |b - a|$$

5

CRISP VARIABLES (TRADISIONAL)

- Crisp variables merepresentasikan kuantitas yang tepat:
 - $x = 3.1415296$
 - $A \in \{0, 1\}$
- Proposisi dapat bernilai Benar atau Salah
 - $A \wedge B \Rightarrow C$
- Keegoisan (Richard) \wedge Ketamakan(Richard) \Rightarrow Keburukan (Richard)
- Richard apakah tamak atau tidak:
 - Ketamakan (Richard) $\in \{0, 1\}$

6

FUZZY SETS

- ◉ Bagaimana apabila Richard tidak terlalu tamak?
- ◉ Fuzzy Sets dapat merepresentasikan derajat sebuah kualitas seharusnya diukur
- ◉ Fuzzy Sets (Simple Fuzzy Variables) bernilai dalam rentang $[0,1]$
- ◉ Ketamakan (Richard) = 0.7
- ◉ Pertanyaan: Seberapa burukkah Richard?

7

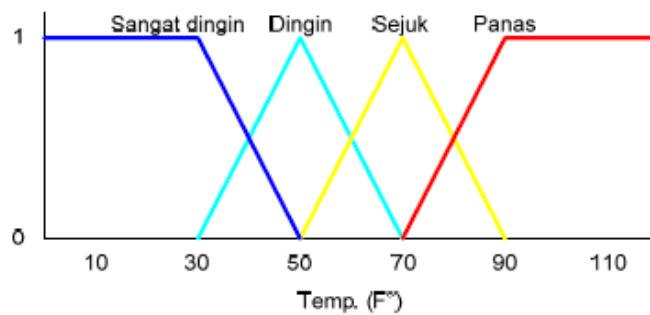
FUZZY LINGUISTIC VARIABLES

- ◉ Fuzzy Linguistic Variables dipergunakan untuk merepresentasikan besaran kualitas dalam spektrum tertentu
- ◉ Temperatur:
 {Sangat dingin, dingin, sejuk, panas}
- ◉ Membership Function
- ◉ Pertanyaan: Bagaimana kondisi temperatur?
- ◉ Jawab: sejuk.
- ◉ Pertanyaan: Seberapa sejuk?

8

MEMBERSHIP FUNCTIONS

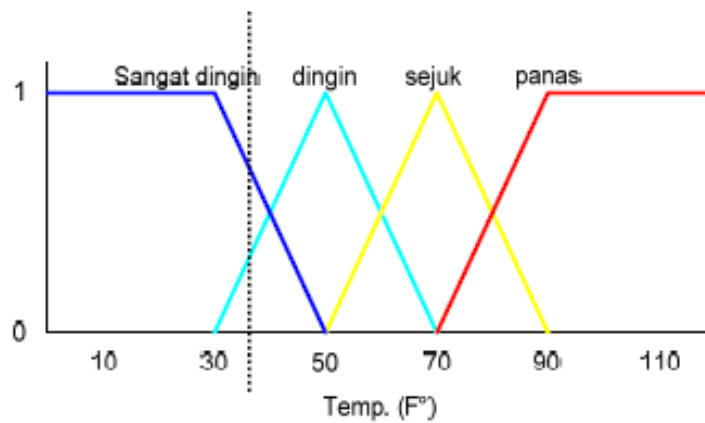
- ◉ Temperatur: {sangat dingin, dingin, sejuk, panas}
- ◉ Degree of Truth atau "Membership"



9

MEMBERSHIP FUNCTIONS

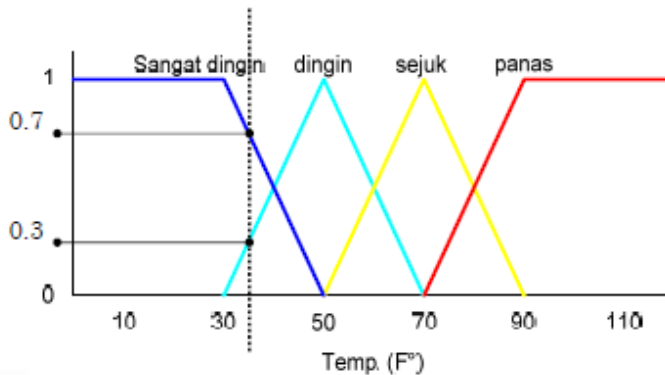
- ◉ Seberapa dingin suhu 36 ° F



10

MEMBERSHIP FUNCTIONS

- Seberapa dingin suhu 36 ° F
- 30% dingin dan 70% sangat dingin



11

FUZZY LOGIC

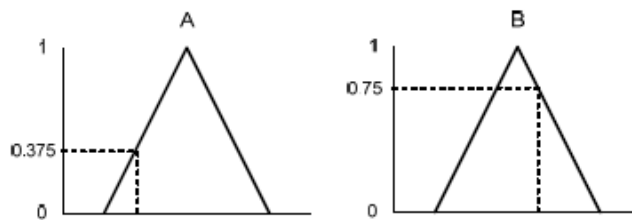
- Bagaimana menggunakan fuzzy membership functions dalam menyebut logika?
- Fuzzy logic Connectives (penghubung):
 - Fuzzy Conjunction, \wedge
 - Fuzzy Disjunction, \vee
- Digunakan dalam derajat membership dalam sebuah fuzzy sets

12

FUZZY CONJUNCTION

- $A \wedge B \triangleq \min(A, B)$
- $A \wedge B = C$

"Kualitas C adalah conjunction dari Kualitas A and B"



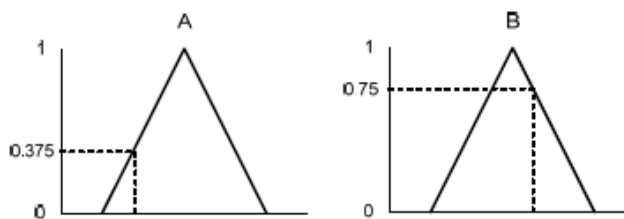
$$(A \wedge B = C) \Rightarrow (C = 0.375)$$

13

FUZZY DISJUNCTION

- $A \vee B \triangleq \max(A, B)$
- $A \vee B = C$

"Kualitas C adalah disjunction dari Kualitas A dan B"

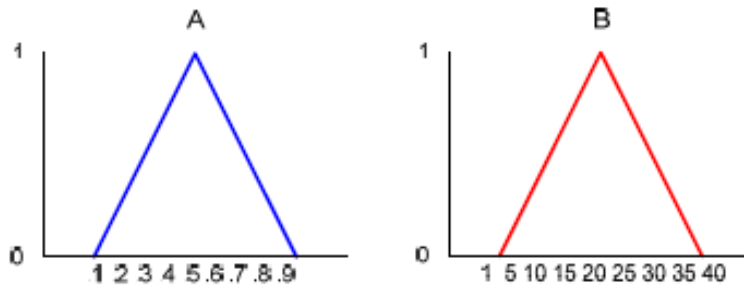


$$(A \vee B = C) \Rightarrow (C = 0.75)$$

14

CONTOH: FUZZY CONJUNCTION

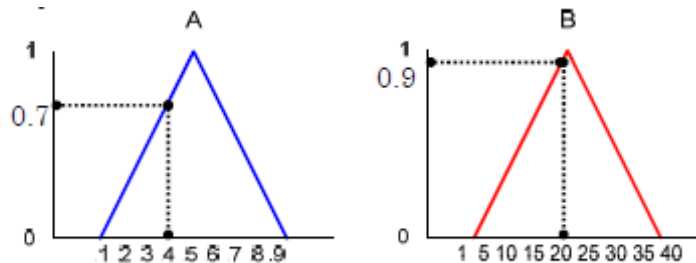
- Hitung $A \wedge B$ jika A bernilai 0.4 dan B bernilai 20



15

CONTOH: FUZZY CONJUNCTION

- Hitung $A \wedge B$ jika A bernilai 0.4 dan B bernilai 20



Perhitungan derajat membership:

$$A = 0.7 \quad B = 0.9$$

Menerapkan Fuzzy AND

$$A \wedge B = \min(A, B) = 0.7$$

16

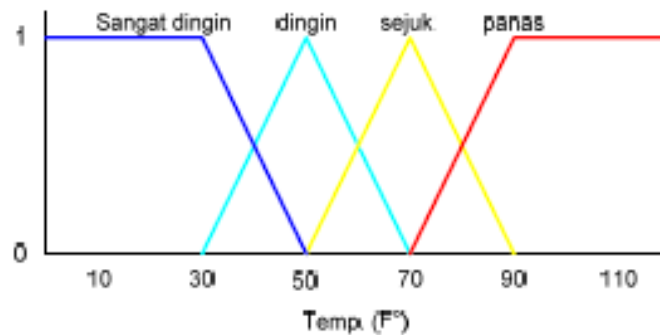
FUZZY CONTROL

- ◉ Fuzzy Control mengkombinasikan penggunaan fuzzy linguistic variables dengan fuzzy logic
- ◉ Contoh: Kendali kecepatan
 - “Jika cuaca sejuk dan matahari bersinar terang hari ini, saya akan berkendara dengan kencang”
- ◉ Seberapa cepat saya akan berkendara hari ini?
 - Tergantung pada kondisi cuaca
 - Disjunction atau Conjunctions

17

INPUT: TEMPERATUR

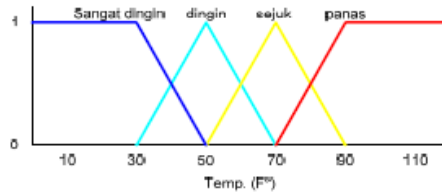
- ◉ Temperatur : {sangat dingin, dingin, sejuk, panas}



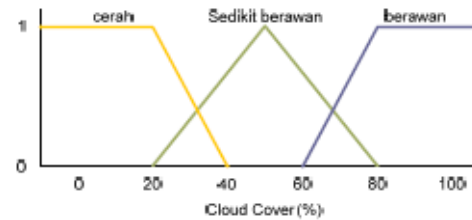
18

INPUTS: TEMPERATURE, KONDISI AWAN

- Temperatur: {sangat dingin, dingin, sejuk, panas}



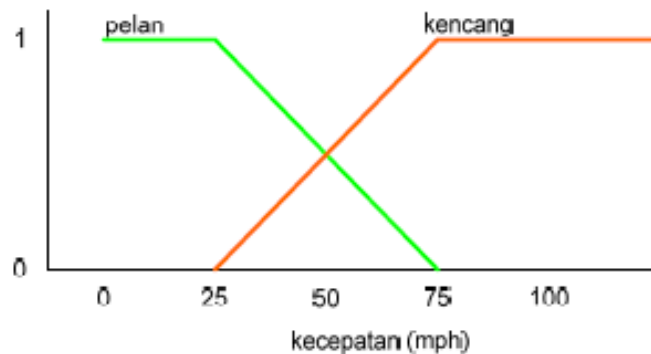
- kondisi awan: {cerah, sedikit berawan, berawan}



19

OUTPUT:KECEPATAN

- Kecepatan : {Pelan, Kencang}



20

RULES (ATURAN, KETETAPAN)

- ◉ Jika kondisi cerah dan sejuk, maka berkendara kencang
 cerah (kondisi awan) ^ sejuk (temp) => kencang(kecepatan)
- ◉ Jika berawan dan dingin, maka berkendara pelan
 berawan (kondisi awan) ^ dingin (temp) => pelan(kecepatan)
- ◉ Kecepatan berkendara merupakan kombinasi output dari rules tersebut

21

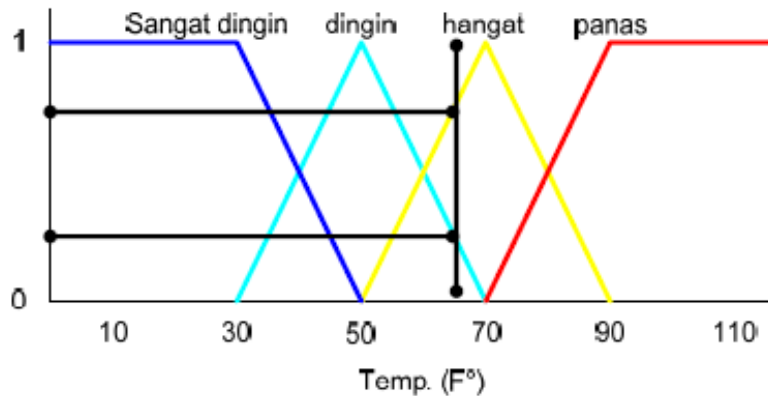
CONTOH PERHITUNGAN KECEPATAN

- ◉ Seberapa cepat berkendara jika:
 - 65 ° F
 - 25 % berawan?

22

FUZZIFICATION : PERHITUNGAN LEVEL INPUT MEMBERSHIP

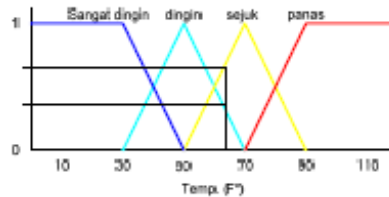
- 65 F° dingin = 0.3, hangat = 0.7



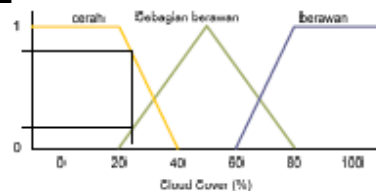
23

FUZZIFICATION : PERHITUNGAN INPUT MEMBERSHIP LEVELS

- 65 F° dingin = 0.3, sejuk = 0.7



- 25% tertutup awan cerah = 0.8, sebagian berawan = 0.2



24

...DIHITUNG...

- Jika cerah dan sejuk, berkendara kencang
cerah(kondisi awan)^sejuk(Temp) => Kencang
(kecepatan)

$$0.8 \wedge 0.7 = 0.7 \rightarrow \min(0.8, 0.7)$$

$$\Rightarrow \text{Kencang} = 0.7$$

- Jika sebagian berawan dan dingin,
berkendara pelan

sebagian berawan (kondisi awan) ^ dingin(Temp) =>
Pelan(kecepatan)

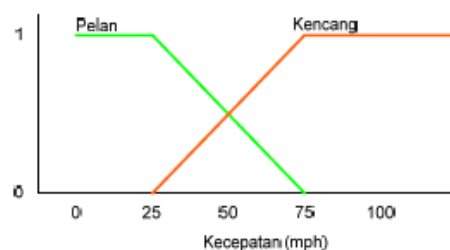
$$0.2 \wedge 0.4 = 0.2 \rightarrow \min(0.2, 0.4)$$

$$\Rightarrow \text{Pelan} = 0.2$$

25

DEFUZZIFICATION: MEMPERHITUNGKAN OUTPUT

- Kecepatan 20% pelan dan 70% kencang

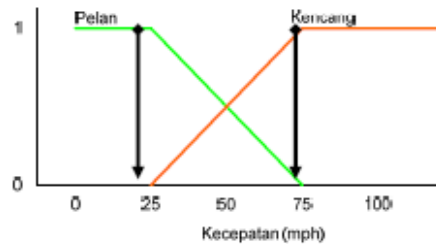


- Cari centroids: Lokasi di mana membership bernilai 100%

26

DEFUZZIFICATION: MEMPERHITUNGKAN OUTPUT

- Kecepatan 20% pelan dan 70% kencang

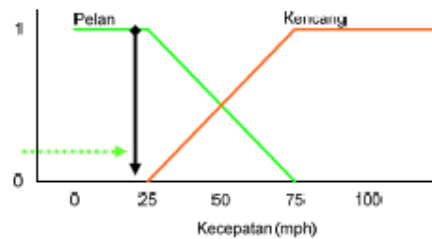


- Cari centroids: Lokasi di mana membership bernilai 100%

27

DEFUZZIFICATION: MEMPERHITUNGKAN OUTPUT

- Kecepatan 20% pelan dan 70% kencang

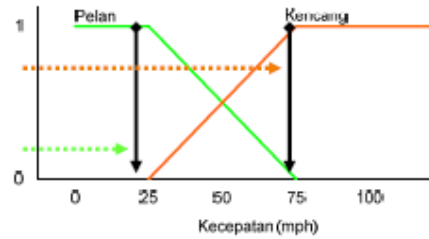


- Kecepatan = rata-rata terbobot
= $(2 \cdot 25 + \dots)$

28

DEFUZZIFICATION: MEMPERHITUNGKAN OUTPUT

- Kecepatan 20% pelan dan 70% kencang



- Kecepatan= rata-rata terbobot

$$= (2 \cdot 25 + 7 \cdot 75) / (9)$$

$$= 63.8 \text{ mph}$$

29

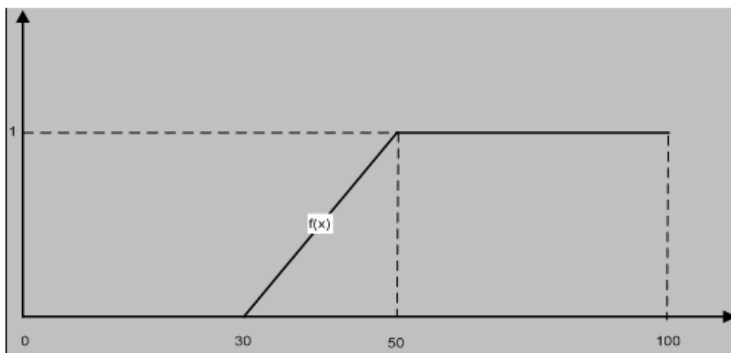
CONTOH

30

STUDI KASUS TENTANG “TUA”

- Dalam menentukan fungsi keanggotaan, diberikan himpunan semesta U adalah umur manusia antara $[0, 100]$
- Seseorang dikatakan **tua** jika dia **berumur lebih dari 50 tahun**. Sedangkan orang yang berumur **30 tahun atau kurang**, dianggap **tidak tua**

31



$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 30 \\ \frac{x-30}{20}, & 30 < x < 50 \\ 1, & x \geq 50 \end{cases}$$

- Berapa derajat ketuaan orang yang berumur :

1. 10 tahun
2. 35 tahun
3. 45 tahun
4. 60 tahun

32

STUDI KASUS TENTANG DINGIN

- ◉ Temperatur udara dikatakan dingin jika suhu dibawah 20°C . Sedangkan temperatur udara dikatakan tidak dingin jika suhu diatas 25°C .
- ◉ Gambar Grafik
- ◉ Fungsi Keanggotaan
- ◉ Bobot temperatur udara dingin jika diketahui suhu :
 - 22°C
 - 23°C
 - 24°C

33

STUDI KASUS PARUH BAYA

- ◉ Seseorang dikatakan paruh baya jika dia berumur 40 tahun. Sedangkan orang yang berumur kurang dari 35 tahun atau lebih dari 45 tahun, dianggap tidak paruh baya
- ◉ Gambar Grafik?
- ◉ Fungsi Keanggotaan?
- ◉ Nilai paruh baya orang yang berumur
 - 25 tahun
 - 37 tahun
 - 42 tahun

34

STUDI KASUS ANAK-ANAK

- ◉ Seseorang dikatakan anak-anak jika dia berumur dibawah 10 tahun. Sedangkan orang yang berumur lebih dari 18 tahun, dianggap bukan anak-anak
- ◉ Gambar Grafik?
- ◉ Fungsi Keanggotaan
- ◉ Nilai paruh anak-anak yang berumur
 - 5 tahun
 - 15 tahun
 - 20 tahun

35

LATIHAN SOAL 1

- ◉ Suatu bakso dikatakan benar-benar enak dan berkualitas jika harga per porsinya adalah mulai Rp. 10.000,-. Jika harga bakso per porsi dibawah Rp. 7.500,- maka diragukan rasa dan kualitasnya.
- ◉ Gambar Grafiknya
- ◉ Buatlah fungsi Keanggotaan
- ◉ Hitung level enak dan kualitas bakso jika harga bakso :
 - Rp. 6.000,-
 - Rp. 8.500,-
 - Rp. 9.000,-

36

LATIHAN SOAL 2

- ◉ Seseorang dikatakan **pendek** jika memiliki tinggi badan kurang dari 150cm. Dikatakan memiliki tinggi badan **sedang** jika memiliki tinggi badan 160 cm. Serta dikatakan memiliki tinggi badan **tinggi** jika memiliki tinggi badan 170cm keatas.
- ◉ Gambar Grafiknya
- ◉ Buatlah fungsi Keanggotaan
- ◉ Hitung level “tinggi” dari seseorang yang memiliki tinggi badan :
 - 154.5 cm
 - 152 cm
 - 168 cm
 - 165 cm

37

LATIHAN SOAL 3

- ◉ Smartphone masuk kategori high end jika harganya diatas 6 juta. Dikatakan midle-end jika harganya 4 juta. Dan dikatakan low-end jika harganya dibawah 2 juta
- ◉ Gambar Grafiknya
- ◉ Buatlah fungsi Keanggotaan
- ◉ Hitung level kategori smartphone jika harganya adalah :
 - 5.5 juta
 - 3.5 juta
 - 2.5 juta
 - 1.5 juta

38

LATIHAN SOAL 4

- ◉ Suatu parpol dikatakan besar jika perolehan suara pileg diatas 10%. Dikatakan parpol kecil jika perolehan suaranya dibawah 5%
- ◉ Gambar Grafiknya
- ◉ Buatlah fungsi Keanggotaan
- ◉ Hitung level kategori parpol jika diketahui perolehan suaranya adalah :
 - 5.8%
 - 8.8%
 - 114.7%

39

CATATAN KHUSUS

- ◉ Fuzzy Logic Control memungkinkan interpolasi rinci (smooth) antar variabel centroids dengan rules yang relatif sedikit
- ◉ Hal tersebut tidak dapat dilakukan pada logika Boolean
- ◉ Menyediakan cara yang natural untuk memodelkan keahlian/kompetensi manusia dalam sebuah program komputer

40

KEKURANGAN DARI FUZZY LOGIC

- ◉ Membutuhkan penyelarasan (kesamaan persepsi) tentang membership functions
- ◉ Fuzzy Logic control tidak dapat diskalakan dengan baik untuk problem besar atau kompleks
- ◉ Dapat mengantisipasi ketidakpresisian dan ambiguitas, tetapi bukan ketidakpastian

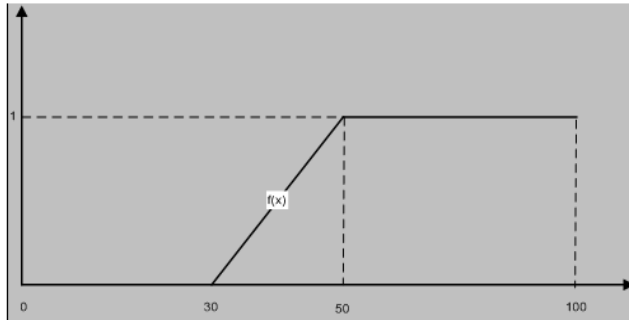
41

RINGKASAN

- ◉ Fuzzy Logic menyediakan cara untuk menghitung ketidakpresisian dan ambiguitas
- ◉ Fuzzy Logic dapat dipergunakan untuk merepresentasikan beberapa macam keahlian/kompetensi manusia
- ◉ Beberapa yang harus diperhatikan adalah Fuzzy Membership Sets, Fuzzy Linguistic Variables, Fuzzy AND dan OR, Fuzzy Control

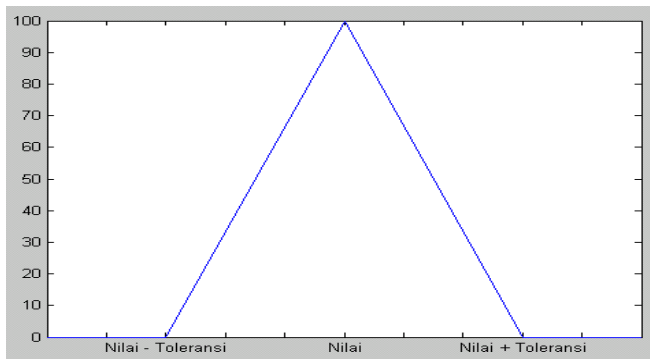
42

FUNGSI KARAKTERISTIK (CONT..)



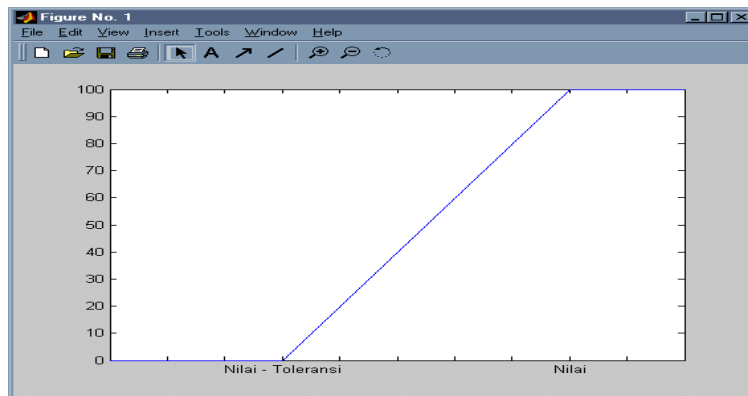
$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 30 \\ \frac{x-30}{20}, & 30 < x < 50 \\ 1, & x \geq 50 \end{cases}$$

OPERATOR TOLERANSI =



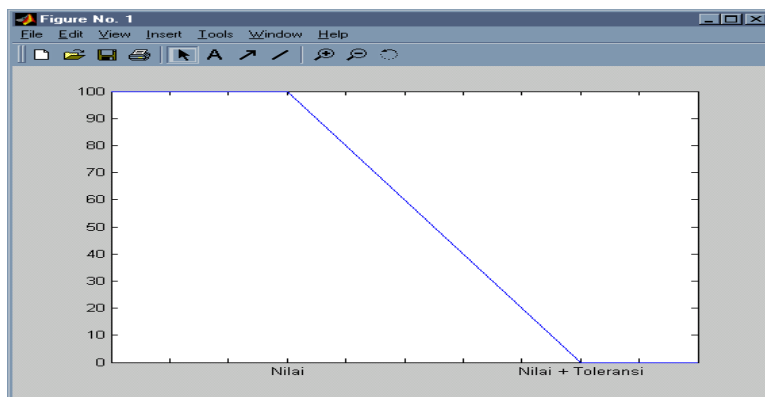
$$\text{CF}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq \text{Nilai} - \text{Toleransi} \quad \text{Atau} \quad x \geq \text{Nilai} + \text{Toleransi} \\ \frac{(x - \text{Nilai} + \text{Toleransi})}{\text{Toleransi}}, & \text{Nilai} - \text{Toleransi} < x < \text{Nilai} \\ \frac{(\text{Nilai} + \text{Toleransi} - x)}{\text{Toleransi}}, & \text{Nilai} < x < \text{Nilai} + \text{Toleransi} \\ 1, & x = \text{Nilai} \end{cases}$$

OPERATOR TOLERANSI \geq



$$CF(x) = \begin{cases} 0, & x \leq \text{Nilai} - \text{Toleransi} \\ \frac{(x - \text{Nilai} + \text{Toleransi})}{\text{Toleransi}}, & \text{Nilai} - \text{Toleransi} < x < \text{Nilai} \\ 1, & x \geq \text{Nilai} \end{cases}$$

OPERATOR TOLERANSI \leq



$$CF(x) = \begin{cases} 0, & x \geq \text{Nilai} + \text{Toleransi} \\ \frac{(\text{Nilai} + \text{Toleransi} - x)}{\text{Toleransi}}, & \text{Nilai} < x < \text{Nilai} + \text{Toleransi} \\ 1, & x \leq \text{Nilai} \end{cases}$$

PERTANYAAN???

47