

SISTEM BERBASIS PENGETAHUAN

SISTEM INFERENSI FUZZY

PERTEMUAN KE - 13

PENDAHULUAN

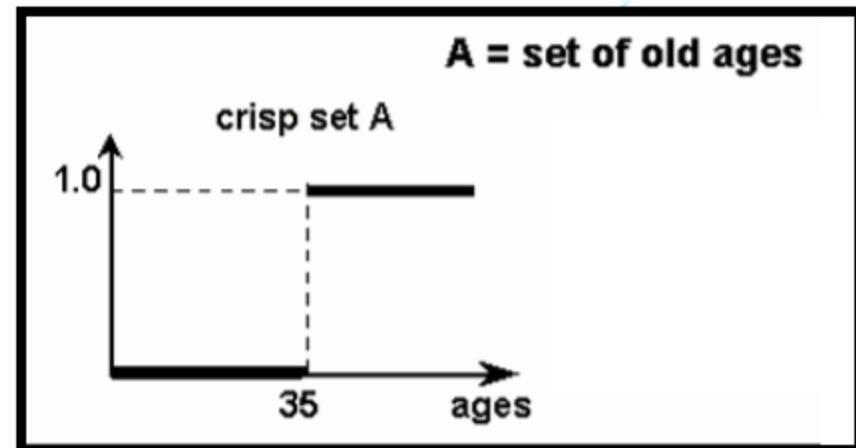
Sistem Fuzzy (Lotfi A. Zadeh, 1960) :

- ❖ Bagaimana manusia menangani ketidaktepatan (imprecise) dan informasi yang tidak pasti (uncertain).
- ❖ Menirukan bagaimana manusia menggunakan perkiraan pertimbangan (approximate reasoning) dalam hal berhubungan dengan ketidaktepatan (impression), ketidakpastian (uncertainty), ketidakakurasian (inaccuracy), ketidakpersisan (inexactness), kerancuan (ambiguity), ketidakjelasan (vagueness), kekualitatifan (qualitativeness), subjektivitas (subjectivity) dan persepsi (perception) yang dialami setiap hari dalam pengambilan keputusan

LOGIKA FUZZY

- ❖ Bagian yang meliputi logika Boolean konvensional yang dikembangkan untuk menangani konsep kebenaran sebagian – nilai kebenaran diantara “kebenaran lengkap” dan “kesalahan lengkap”.
- ❖ Transisi dari nilai kebenaran yaitu “kebenaran lengkap” ke “kesalahan lengkap” ditampilkan dalam fuzzy sets dan tidak dalam **crisp set**.
- ❖ Dalam **Crisp Sets** seperti set A dari Umur Tua

$$\{A \mid A \geq 35\}$$



LOGIKA FUZZY

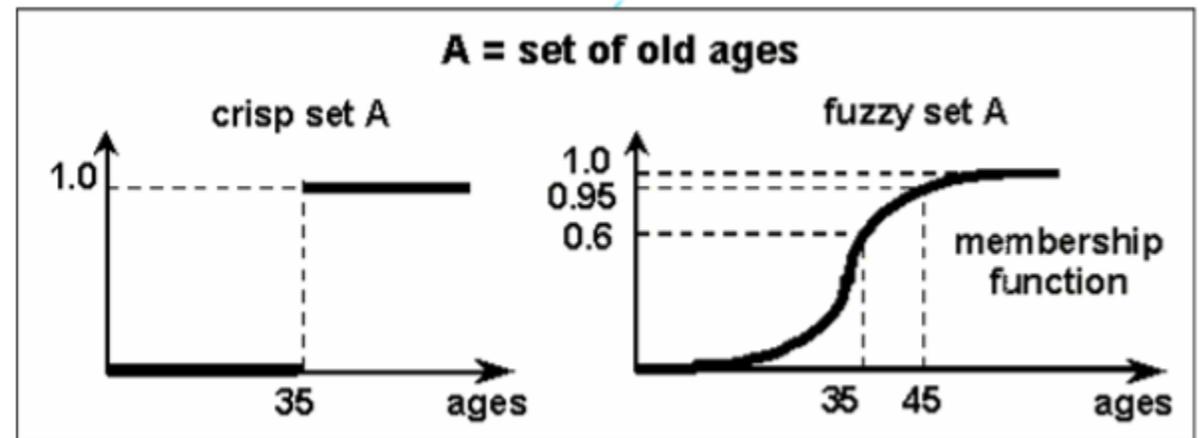
Dalam Crisp Set A bahwa anggota dari umur tua yaitu lebih dari sama dengan 35 maka dapat dikategorikan anggotanya yaitu 35, 36, 37, dst.

Bagaimana dengan usia 34,9? Apakah tepat dikategorikan umur tua?

Atau apakah usia 45 juga tepat dikategorikan Tua?

Masalah yang sama juga sering terjadi pada perlbagai ukuran lainya seperti panas, dingin, tinggi badan, kemahalan sebuah harga.

Dalam Fuzzy Set, transisi dari fungsi anggota ke bukananggotaan dalam himpunan adalah Granual (berjenjang) dan tidak berubah secara mendadak.



LOGIKA FUZZY

Pada gambar fuzzy set , usia 45 dapat dipersepsikan dalam logika fuzzy sebagai “tua” pada angka sekitar 0,95 dan sebagai “muda” pada angka sekitar 0,5.

Persepsi Fuzzy yang secara normal diasosiasikan ke kata atau istilah linguistic (berhubungan dengan Bahasa)

LOGIKA FUZZY sudah diaplikasikan dalam sistem pakar untuk menangani ketidakpastian Bahasa yang digunakan oleh pakar ketika mereka mengungkapkan dengan kata-kata pengetahuan mengenai domain tertentu.

LOGIKA FUZZY

Derajat ketidakpastian digunakan tidak hanya dalam merepresentasikan pengetahuan pakar, tetapi juga dalam pemrosesan tugas-tugas pakar.

Pengetahuan direpresentasikan dalam sistem pakar fuzzy menggunakan variable linguistic, nilai linguistic, istilah linguistic, fungsi keanggotaan dan rule IF – THEN Fuzzy

KETIDAKTEPATAN dan KETIDAKPASTIAN

Ketidaktepatan dan ketidakpastian merupakan aspek-aspek dari pengukuran, probabilitas dan deskripsi.

Ketidaktepatan sebagai bentuk probabilitas diasosiasikan dengan ketidakpastian mengenai kejadian atau fenomena dimasa datang. Ia memperhatikan kejadian yang tidak pasti, sebagai contoh adalah pernyataan “besok mungkin akan hujan”

PEMODELAN FUZZY

Dalam cara pandang pemodelan, model Fuzzy dan model statistika juga memiliki jenis informasi yang secara filosofi berbeda.

Keanggotaan fuzzy merepresentasikan kemiripan objek untuk secara tak presisi mendefinisikan property, dimana probabilitas membawakan informasi mengenai frekuensi relatif.

Jadi ke-Fuzzy-an berhubungan dengan hal-hal pasti yang masuk akal dan probabilitas yang tidak pasti

VARIABEL, NILAI, DAN NILAI LINGUISTIK DALAM FUZZY

Setiap variable numerik mengambil nilai numerik.

Dalam Logika Fuzzy, **variable linguistik** mengambil **Nilai Linguistik** yang terdiri dari kata-kata (**istilah Linguistik**) yang diasosiasikan dengan **derajat keanggotaan** dalam himpunan.

Contohnya variable “tinggi” bukan diasumsikan sebagai nilai numerik 1.75 meter, akan tetapi diperlakukan sebagai variable linguistic yang diasumsikan sebagai nilai linguistik dengan derajat keanggotaan 0.92.(misalnya)

VARIABEL, NILAI, DAN NILAI LINGUISTIK DALAM FUZZY

- ❖ Variabel linguistic mengambil nilai-nilai yang didefinisikan dalam himpunan istilah – yaitu istilah linguistik.
- ❖ Istilah linguistik adalah kategori subjektif untuk variable linguistik,
- ❖ Contoh variable linguistik “usia”, istilah set T (usia) dapat didefinisikan sebagai berikut:

$T(\text{usia}) = \{ \text{“muda”}, \text{“tidak muda”}, \text{“tidak terlalu muda”}, \text{“sangat muda”}, \dots, \text{“Usia pertengahan”}, \text{“bukan usia pertengahan”}, \dots, \text{“tua”}, \text{“tidak tua”}, \text{“sangat tua”}, \text{“kurang lebih tua”}, \text{“amat tua”}, \dots, \text{“tidak sangat muda dan tidak sangat tua”}, \dots \}$

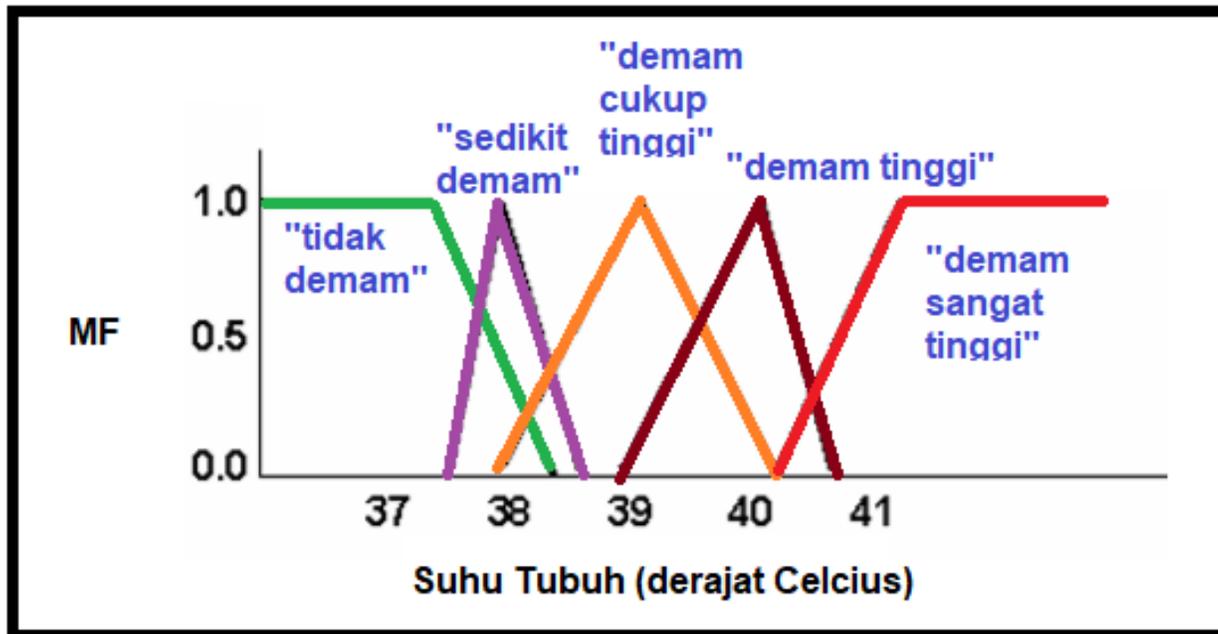
FUZZY SET DAN FUNGSI ANGGOTA

Setiap istilah linguistik diasosiasikan dengan Fuzzy Set yang masing-masing memiliki fungsi anggota (**Membership Function – MF**) yang telah didefinisikan.

$$A = \{ (X, m_A(x)) \mid x \text{ in } U \}$$

Dimana $m_A(x)$ adalah fungsi anggota yang menentukan derajat keanggotaan x . Ini mengindikasikan derajat yang mana X memilikinya dalam Set A .

FUZZY SET DAN FUNGSI ANGGOTA

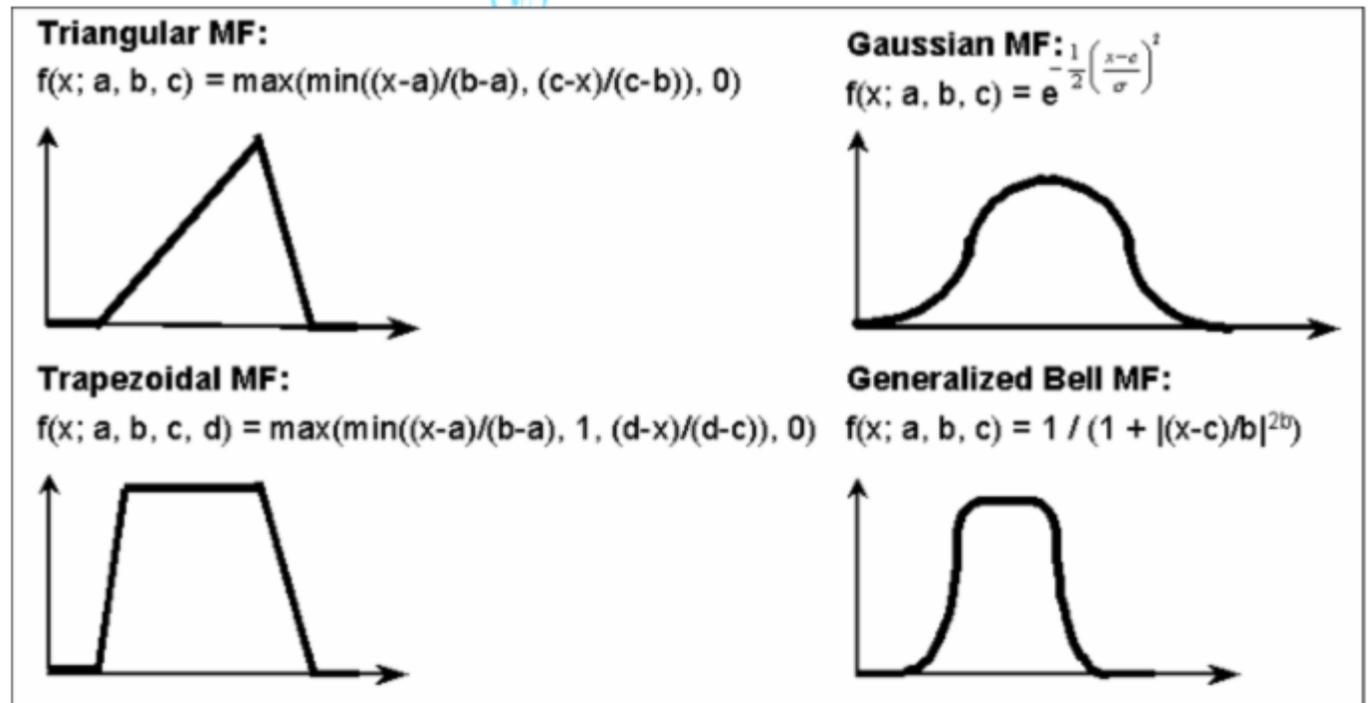


Fungsi anggota adalah pengukuran subjektif untuk istilah linguistik dan **bukanlah fungsi probabilitas.**

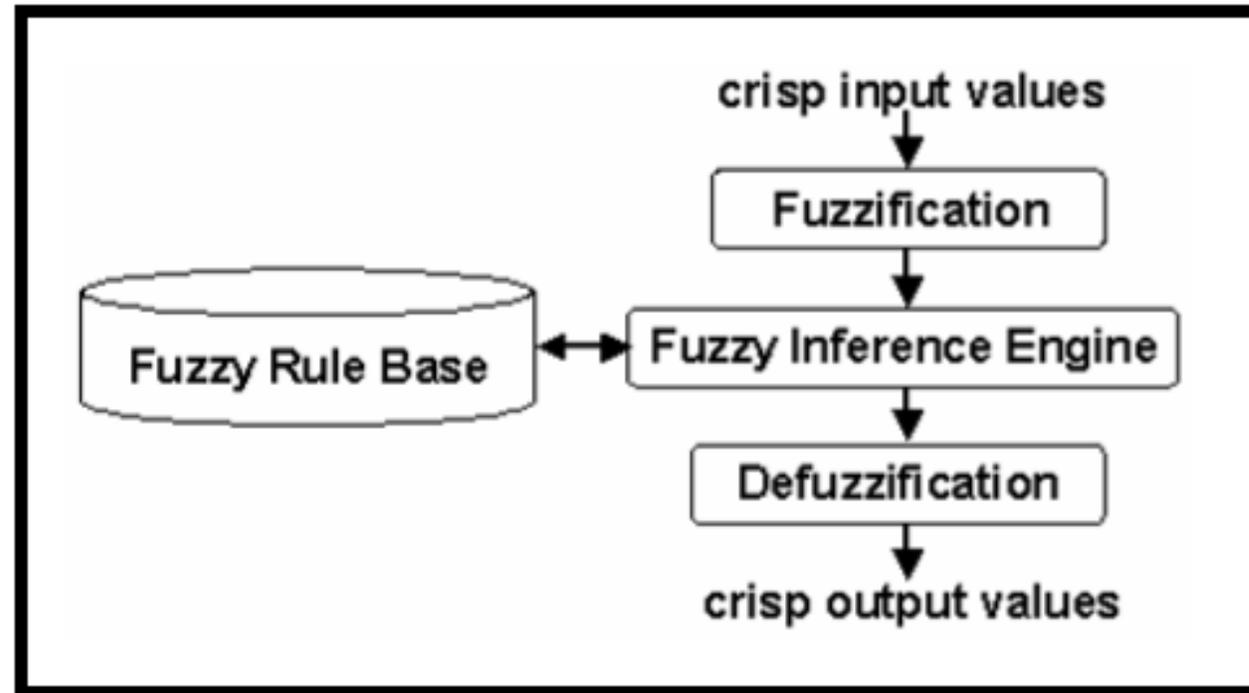
Contoh Variabel dan istilah Linguistik, Fuzzy Set dan Fungsi Anggota

FUNGSI ANGGOTA

Terdapat banyak jenis **fungsi anggota**.



MODEL SISTEM PAKAR FUZZY



METODE DEFUZZIFIKASI TSUKAMOTO

$$Z = \frac{(Z1 * \alpha \text{ predikat Rule 1}) + (Z2 * \alpha \text{ predikat Rule 2}) + \dots + (Zn * \alpha \text{ predikat Rule n})}{\alpha \text{ predikat Rule1} + \alpha \text{ predikat Rule 2} + \dots + \alpha \text{ predikat Rule n}}$$

KEKUATAN RULE/ α predikat

► Pada Metode Tsukamoto ada yang disebut dengan α predikat atau menentukan kekuatan rule dengan cara

Jika Rule memiliki Logika AND maka Minimum dari nilai fungsi anggota Avidence 1, 2, dst

$$\alpha \text{ predikat} = \text{minimum} (\mu_{(1)}, \mu_{(2)}, \dots, \mu_{(k)})$$

Jika Rule memiliki Logika OR maka Maksimum dari nilai fungsi anggota Avidence 1, 2, dst

$$\alpha \text{ predikat} = \text{maksimum} (\mu_{(1)}, \mu_{(2)}, \dots, \mu_{(k)})$$

CONTOH KASUS

Diketahui Sistem Deteksi Kemanisan (Tingkat Kemanisan 0 – 10)

Indikator Kemanisan :

1. Tingkat Warna Kemerahan (Skor 0 – 100)
2. Tingkat Keharuman (Skor 0 – 100)

Rule 1 : IF m1 AND h1 THEN k1

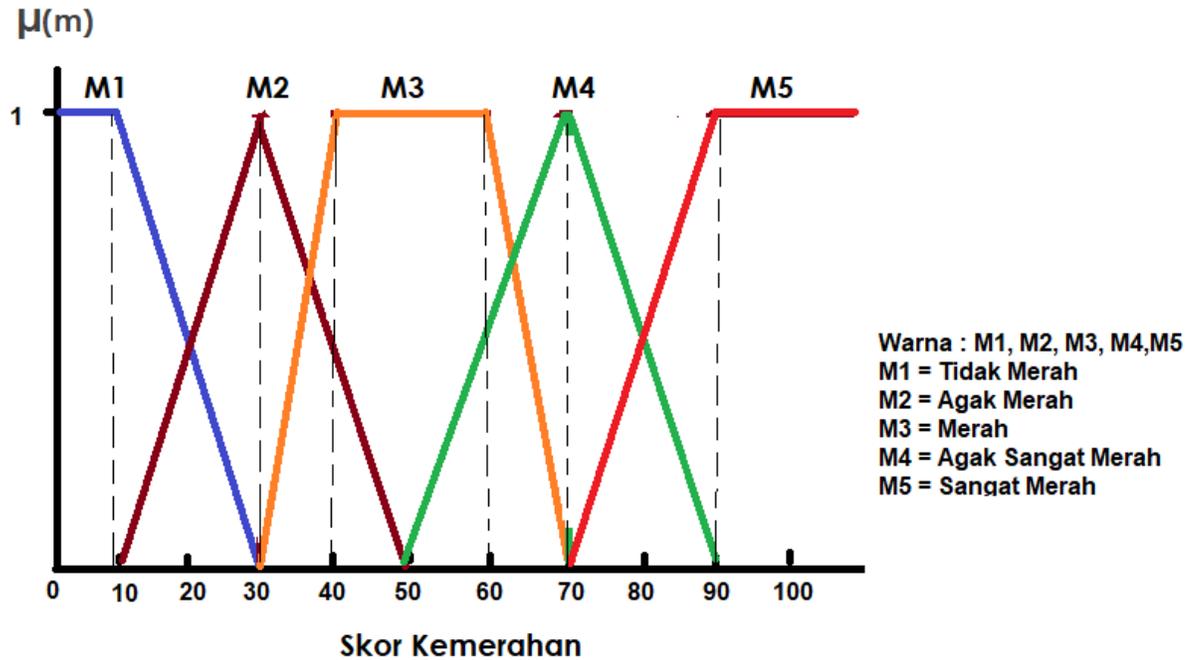
Rule 2 : IF m4 AND h3 THEN k3

Fakta : Skor Kemerahan (m) = 30 , Keharuman (h)= 65

Apakah Buah tersebut Manis jika menggunakan Metode Tsukamoto?

**Bagaimana Cara
Menyelesaikannya?**

TINGKAT KEMERAHAN



Fungsi Anggota (Membership of Function)
 Tingkat Kemerahan ($\mu_{(m)}$) :

$$m1 = \begin{cases} 1, x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}, a < x \leq b \\ 0, x \geq b \end{cases}$$

$$m2 = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, b \leq x \leq c \\ 0, x \leq a \text{ atau } x \geq c \end{cases}$$

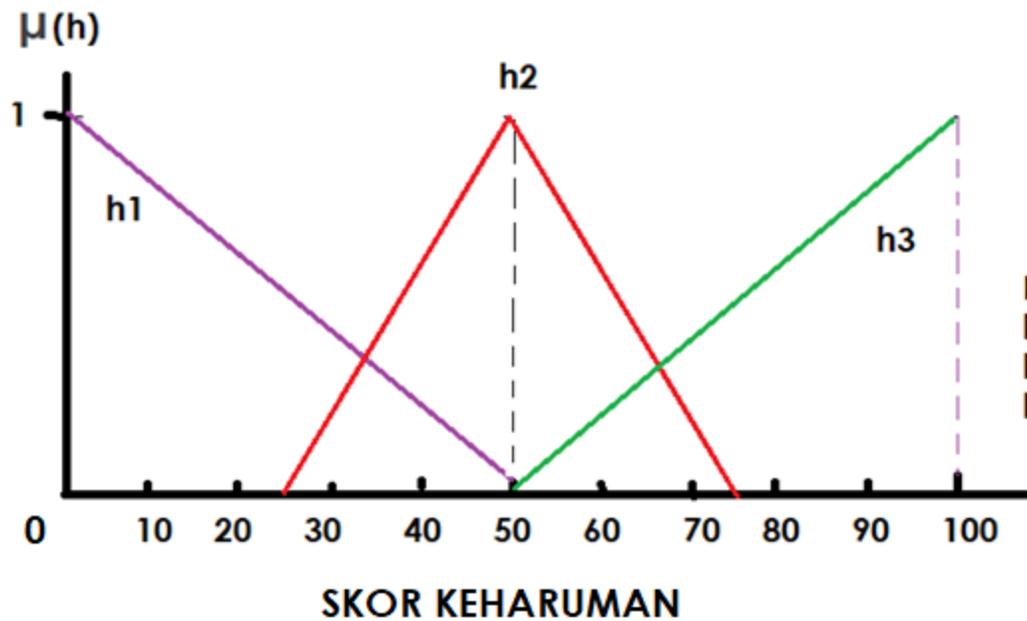
$$m3 = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, a \leq x \leq b \\ 1, b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, c \leq x \leq d \\ 0, x \leq a \text{ atau } x \geq d \end{cases}$$

$$m4 = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, b \leq x \leq c \\ 0, x \leq a \text{ atau } x \geq c \end{cases}$$

$$m5 = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, a \leq x \leq b \\ 1, x \geq b \end{cases}$$

Lihat Fungsi Anggota jika Model Triangular MF (slide 13)

TINGKAT KEHARUMAN



Harum : h1, h2, h3
 h1 = Tidak Harum
 h2 = harum
 h3 = sangat harum

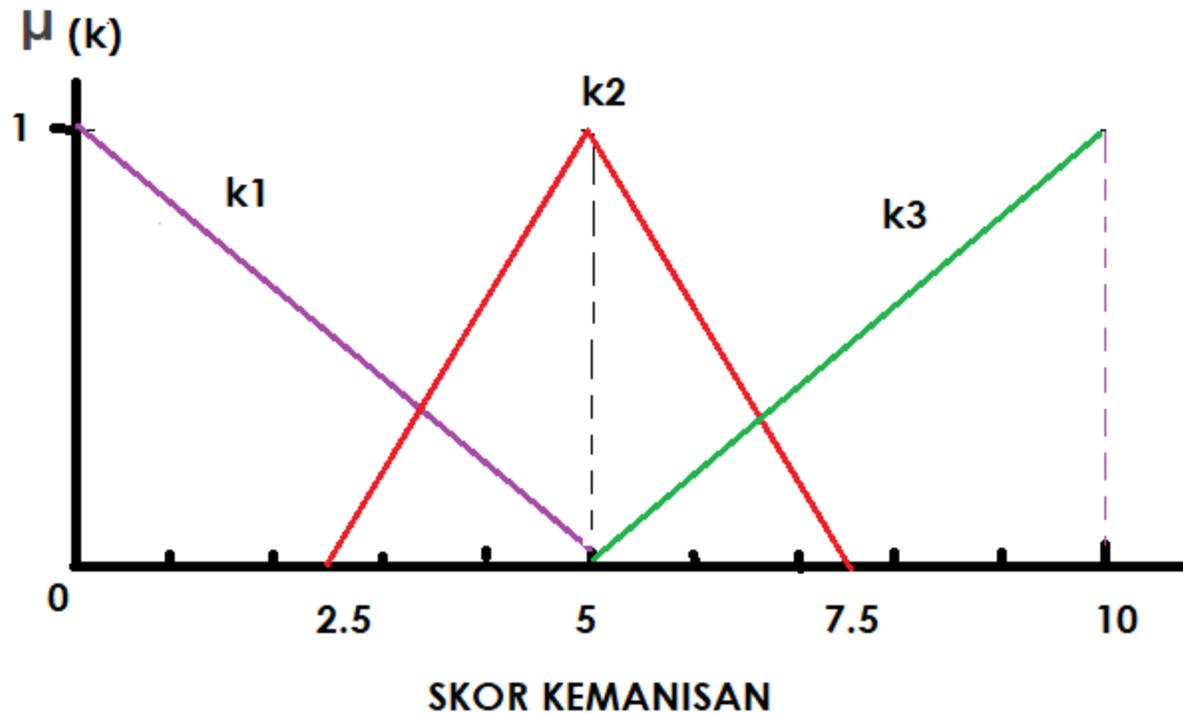
Fungsi Anggota (Membership of Function)
 Tingkat Keharuman ($\mu_{(h)}$) :

$$h1 = \begin{cases} \frac{b - x}{b - a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & x \geq b \end{cases}$$

$$h2 = \begin{cases} \frac{c - x}{c - b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x - b}{b - a}, & a \leq x \leq b \end{cases}$$

$$h3 = \begin{cases} \frac{x - a}{b - a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & x \leq a \end{cases}$$

TINGKAT KEMANISAN



Tingkat Kemanisan : k1, k2, k3
 k1 = Rendah
 k2 = Sedang
 k3 = Tinggi

Fungsi Anggota
 (Membership of
 Function) Tingkat
 Kemanisan ($\mu_{(k)}$) :

$$k1 = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & x \geq b \end{cases}$$

$$k1 = \begin{cases} \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-b}{b-a}, & a \leq x \leq b \end{cases}$$

$$k3 = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & x \leq a \end{cases}$$

Rule 1 : IF m1 AND h1 THEN k1

Fakta : Skor Kemerahan (m) = 30 , Keharuman (h)= 65

$$m1 = \begin{cases} 1, x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}, a < x \leq b \\ 0, x \geq b \end{cases}$$



$$m1 = \begin{cases} 1, x \leq 10 \\ \frac{30-x}{30-10}, 10 < x \leq 30 \\ 0, x \geq 30 \end{cases}$$



m= 30
Maka m1 = 0

$$h1 = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a}, a \leq x \leq b \\ 0, x \geq b \end{cases}$$



$$h1 = \begin{cases} \frac{50-x}{50-0}, 0 \leq x \leq 50 \\ 0, x \geq 50 \end{cases}$$



h=65
Maka h1 = 0

α predikat (AND) = Min (0,0) = 0

Maka :

$$k1 = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a}, a \leq x \leq b \\ 0, x \geq b \end{cases}$$



$$k1 = \begin{cases} \frac{5-x}{5-0}, 0 \leq x \leq 5 \\ 0, x \geq 5 \end{cases}$$



Kemanisan Rendah (x) =

$$\frac{5 - rendah}{5 - 0} = \alpha \text{ predikat}$$

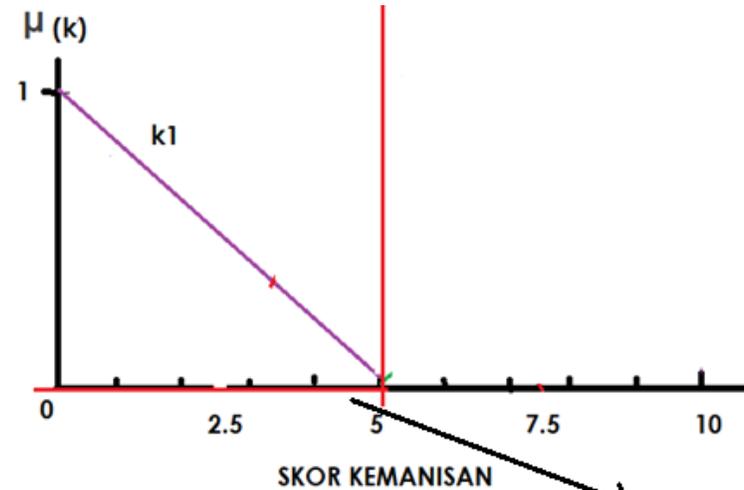
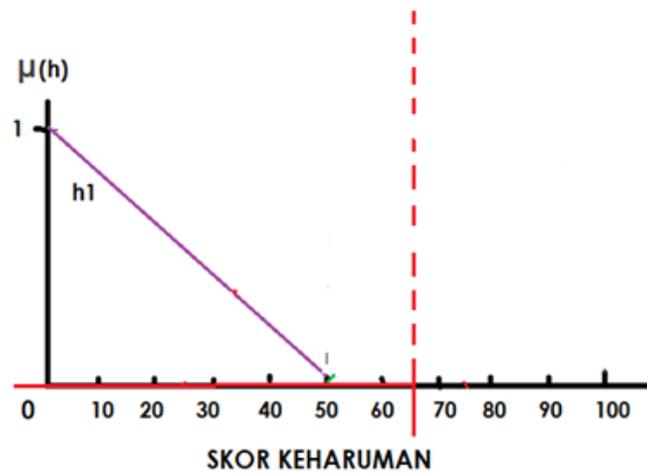
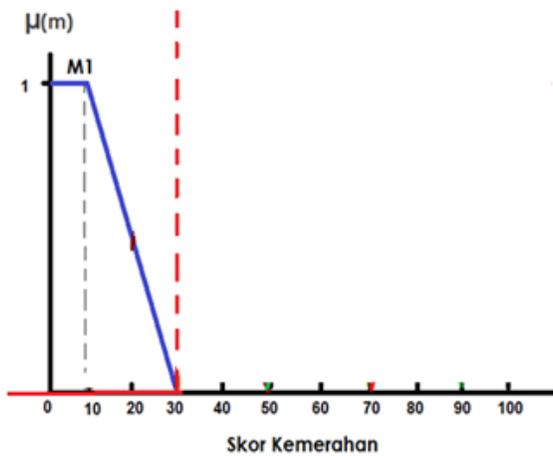
$$\frac{5 - rendah}{5} = 0$$

$$5 - rendah = 0 * 5$$

$$5 - rendah = 0$$

rendah = 5 (Z1)

MODEL FUZZY RULE 1



Minimum
*) Pada Rule 1 tidak terbentuk himpunan maksimum untuk Fakta

Rule 2 : IF m4 AND h3 THEN k3

Fakta : Skor Kemerahan (m) = 30 , Keharuman (h)= 65

$$m4 = \begin{cases} \frac{x - a}{b - a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c - x}{c - b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & x \leq a \text{ atau } x \geq c \end{cases}$$



$$m4 = \begin{cases} \frac{x - 50}{70 - 50}, & 50 \leq x \leq 70 \\ \frac{90 - x}{90 - 70}, & 70 \leq x \leq 90 \\ 0, & x \leq 50 \text{ atau } x \geq 90 \end{cases}$$



m= 30
Maka m4 = 0

$$h3 = \begin{cases} \frac{x - a}{b - a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & x \leq a \end{cases}$$



$$h3 = \begin{cases} \frac{x - 50}{100 - 50}, & 50 \leq x \leq 100 \\ 0, & x \leq 50 \end{cases}$$



h=65
Maka h3
= (65 - 50)/50 =
15/50 = 0.3

α predikat (AND) = Min (0, 0.3) = 0

Maka :

$$k3 = \begin{cases} \frac{x - a}{b - a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & x \leq a \end{cases}$$



$$k3 = \begin{cases} \frac{x - 7.5}{10 - 7.5}, & 7.5 \leq x \leq 10 \\ 0, & x \leq 7.5 \end{cases}$$



Kemanisan Rendah (x) =

$$\frac{\text{manis} - 7.5}{10 - 7.5} = \alpha \text{ predikat}$$

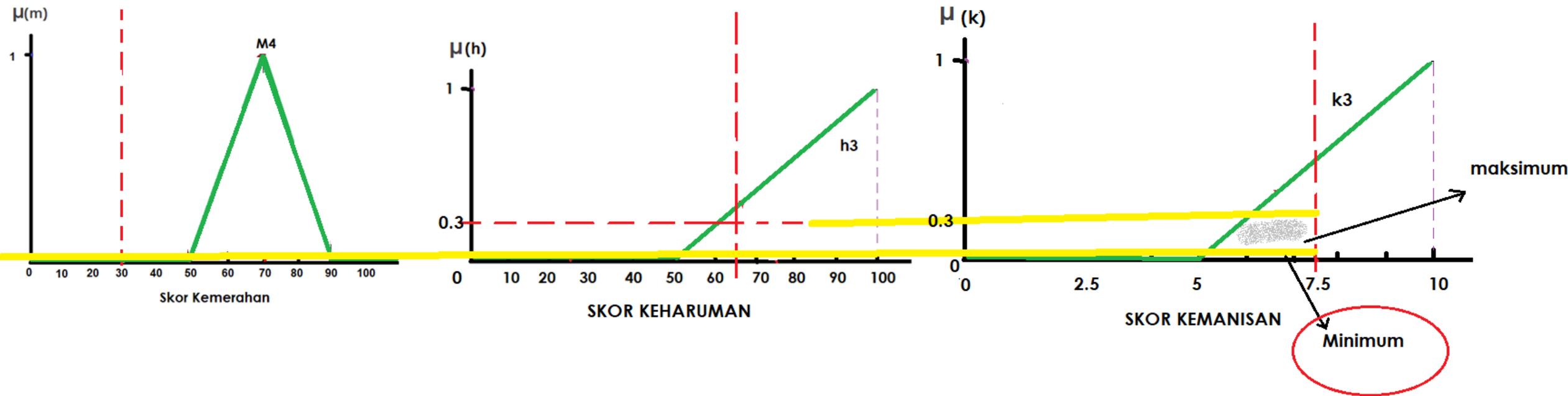
$$\frac{\text{manis} - 7.5}{2.5} = 0$$

$$\text{manis} - 7.5 = 0 * 2.5$$

$$\text{manis} - 7.5 = 0$$

manis = 7.5 (Z2)

MODEL FUZZY RULE 2



DEFUZZYFIKASI

▶ METODE SUKAMOTO

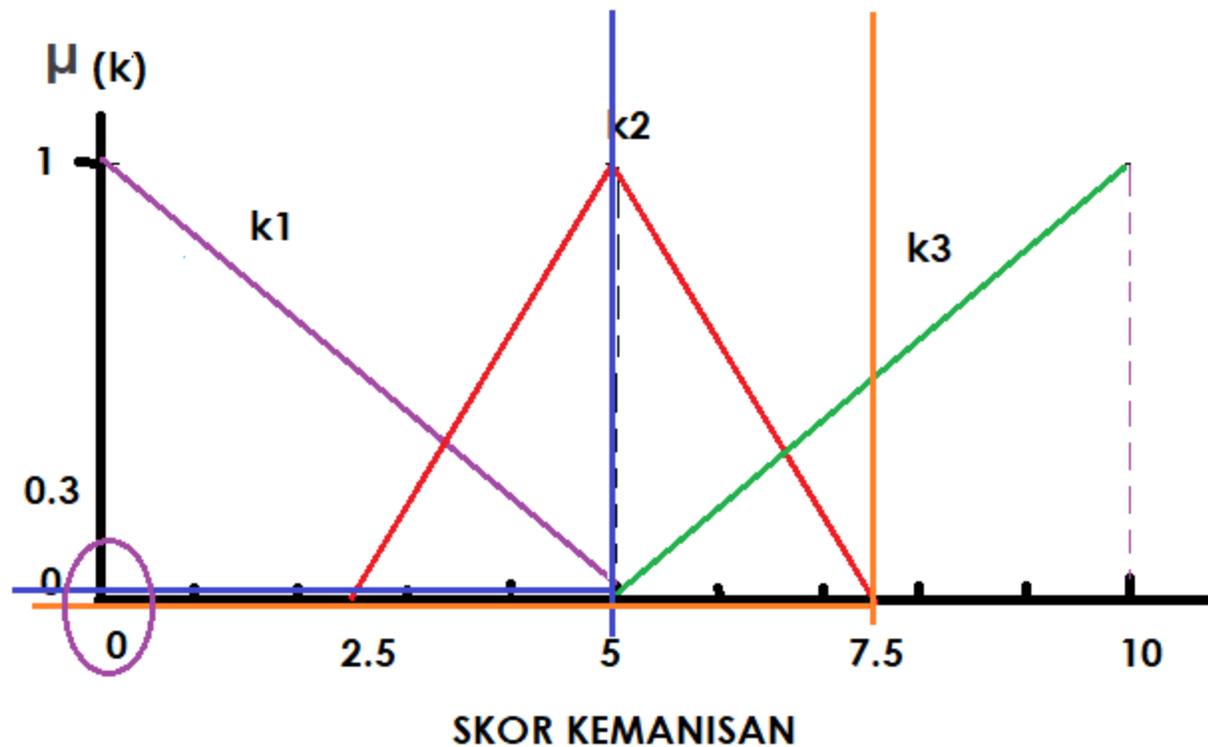
NILAI KEMANISAN

$$=(z_1 * \alpha \text{ predikat Rule 1}) + (z_2 * \alpha \text{ predikat Rule 2}) / (\alpha \text{ predikat Rule 1} + \alpha \text{ predikat Rule 2})$$

$$=(5 * 0) + (7.5 * 0) / (0 + 0) = 0 / 0 = 0$$

Maka buah tersebut memiliki Skor 0 yaitu masuk kedalam **Tidak Manis (K1)**

HASIL DEFUZZIFIKASI



Tingkat Kemanisan : k_1, k_2, k_3

k_1 = Rendah

k_2 = Sedang

k_3 = Tinggi

Tingkat kemanisan dari buah yang merah 30 dan harum 65 adalah 0
Dimana 0 memiliki fungsi anggota sebanyak 1 di K_1
Maka buah tersebut Kemanisannya Rendah (Tidak Manis)

LATIHAN

Nilai Tidak Manis 0 – 5
Nilai Cukup Manis 5 – 10
Nilai Manis 10 – 15
Nilai Sangat Manis 15 – 20

Tidak Merah 0 – 25
Merah Sedang 25 – 50
Merah 50 – 75
Merah Sekali 75 – 100

Mentah 0 – 25
Matang 25 – 75
Matang Sekali 75 – 100

Tentukan kematangan buah Mangga dengan warna cukup merah dan rasa yang sangat manis?
(Rule yang berlaku adalah IF Manis and Merah Sedang THEN Matang)

SUMBER REFERENSI

Azmi, Z dan Yasin, V. 2017. *Pengantar Sistem Pakar dan Metode (Introduction of Expert System and Methods)*. Jakarta: Mitra Wacana Media.

Subakti, Irfan. 2002. *Sistem Berbasis Pengetahuan (Knowledge Based System)*. Surabaya : Teknik Informatika, Institute Teknologi Sepuluh November.

Kusrini. 2006. *Sistem Pakar Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi.