

LOGIKA FUZZY

Dr. Ade Gafar Abdullah
JPTE-UPI

Introduction

- Logika *fuzzy* adalah cabang dari sistem kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang mengemulasi kemampuan manusia dalam berfikir ke dalam bentuk algoritma yang kemudian dijalankan oleh mesin.
- Algoritma ini digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan data yang tidak dapat direpresentasikan dalam bentuk biner.
- Logika fuzzy menginterpretasikan statemen yang samar menjadi sebuah pengertian yang logis

Sejarah

- Logika *Fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh *Prof. Lotfi Zadeh* seorang kebangsaan Iran yang menjadi guru besar di *University of California at Berkeley* pada tahun 1965 dalam papernya yang monumental. Dalam paper tersebut dipaparkan ide dasar *fuzzy set* yang meliputi *inclusion, union, intersection, complement, relation* dan *convexity*.

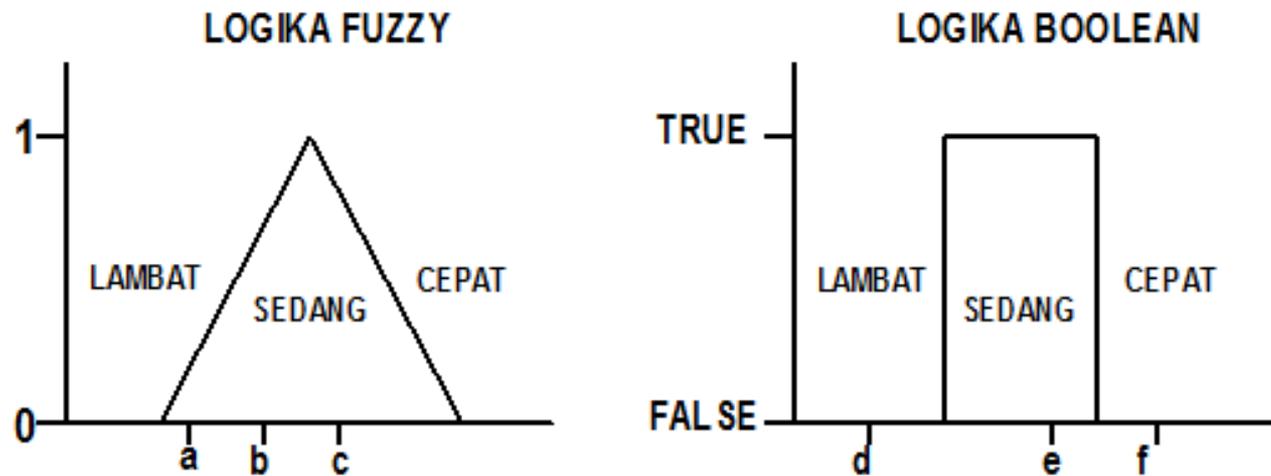
Sejarah

- Pelopor aplikasi *fuzzy set* dalam bidang kontrol, yang merupakan aplikasi pertama dan utama dari *fuzzy set* adalah *Prof. Ebrahim Mamdani* dan kawan-kawan dari *Queen Mary College London*.
- Penerapan kontrol *fuzzy* secara nyata di industri banyak dipelopori para ahli dari Jepang, misalnya *Prof. Sugeno* dari *Tokyo Institute of Technology*, *Prof. Yamakawa* dari *Kyusu Institute of Technology*, *Togay* dan *Watanabe* dari *Bell Telephone Labs*.

Himpunan Fuzzy

- Himpunan *Fuzzy* adalah rentang nilai-nilai. Masing-masing nilai mempunyai derajat keanggotaan (*membership*) antara 0 sampai dengan 1.
- Ungkapan logika *Boolean* menggambarkan nilai-nilai “benar” atau “salah”. Logika *fuzzy* menggunakan ungkapan misalnya : “sangat lambat”, “agak sedang”, “sangat cepat” dan lain-lain untuk mengungkapkan derajat intensitasnya.

Ilustrasi Himpunan Fuzzy



a=sangat lambat b=agak sedang c=sedikit cepat d= lambat e =sedang f =cepat

Gambar 2.1. Pendefinisian kecepatan dalam bentuk logika fuzzy dan logika Boolean

Statement IF ...THEN....

- Logika *fuzzy* menggunakan satu set aturan untuk menggambarkan perilakunya.
- Aturan-aturan tersebut menggambarkan kondisi yang diharapkan dan hasil yang diinginkan dengan menggunakan *statemen IF... THEN.*

Himpunan Fuzzy

- Suatu himpunan *fuzzy* A dalam semesta pembicaraan dinyatakan dengan fungsi keanggotaan (*membership function*) μ_A , yang harganya berada dalam interval $[0,1]$. Secara matematika hal ini dinyatakan dengan :

$$\mu_A : U \rightarrow [0,1]$$

Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy A dalam semesta pembicaraan U biasa dinyatakan sebagai sekumpulan pasangan elemen u (u anggota U) dan besarnya derajat keanggotaan (*grade of membership*) elemen tersebut sebagai berikut :

$$A = \{(u, \mu_A(u)) / u \in U\} \quad (2-2)$$

Tanda $'/'$ digunakan untuk menghubungkan sebuah elemen dengan derajat keanggotaannya. Jika U adalah diskrit, maka A bisa dinyatakan dengan :

$$A = \mu_A(u_1)/u_1 + \dots + \mu_A(u_i)/u_n \quad \text{atau} \quad A = \sum_{i=1}^n \mu_A(u_i/u_i) \quad (2-3)$$

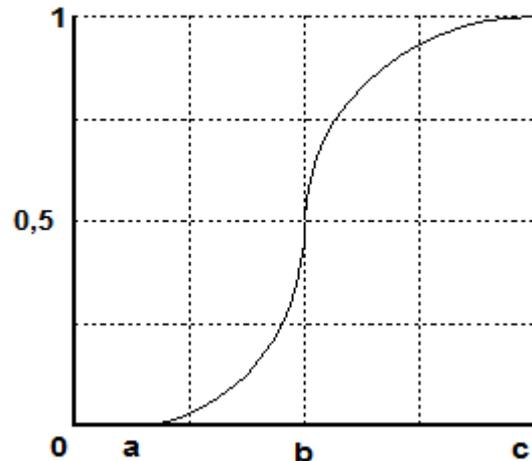
dan jika U adalah kontinyu, maka himpunan fuzzy dapat dinyatakan dengan :

$$A = \int_U \mu_A(u)/u \quad (2-4)$$

Tanda $'+'$, $'\sum'$, dan $'\int'$ menyatakan operator *union* (gabungan).

Fungsi Keanggotaan (Membership Function)

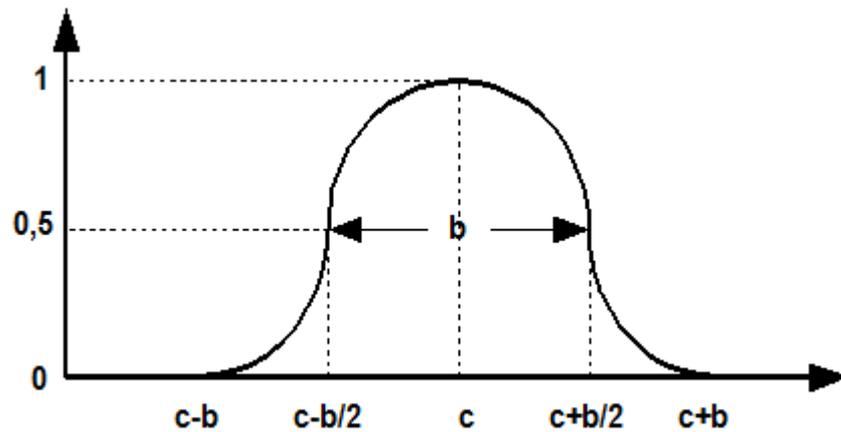
- S- Function



Definisi S-function adalah sebagai berikut :

$$S(u; a, b, c) = \begin{cases} 0 & u < a \\ 2\left(\frac{u-a}{c-a}\right) & a \leq u \leq b \\ 1 - 2\left(\frac{u-a}{c-a}\right) & b \leq u \leq c \\ 1 & u > c \end{cases}$$

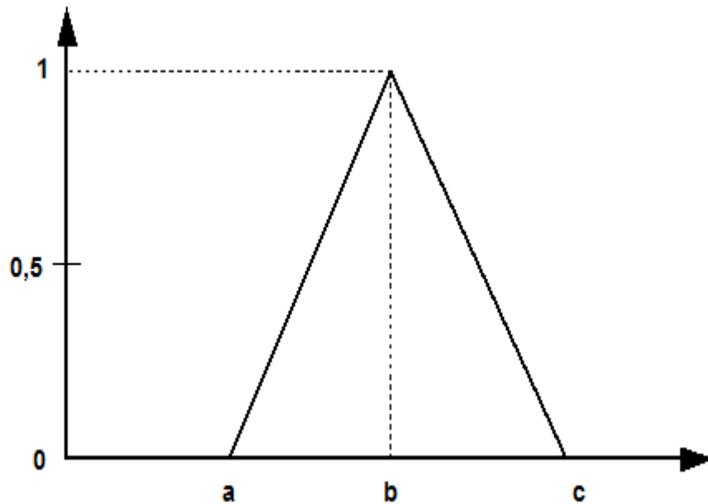
● π - Function



Definisi π -function adalah sebagai berikut :

$$\pi(u, b, c) = \begin{cases} S\left(u, c-b, c-\frac{b}{2}, c\right) & u \leq c \\ 1 - S\left(u, c, c+\frac{b}{2}, c+b\right) & u \geq c \end{cases}$$

● T-function



T-function didefinisikan sebagai berikut :

$$T(u; a, b, c) = \begin{cases} 0 & u < a \\ \frac{u - a}{b - a} & a \leq u \leq b \\ \frac{c - u}{c - b} & b \leq u \leq c \\ 0 & u > c \end{cases}$$

Variabel Linguistik

Suatu himpunan *fuzzy* bisa didefinisikan berdasarkan variabel linguistik tertentu. Variabel linguistik didefinisikan sebagai :

$$(u, T(u), U, R, S) \quad (2-8)$$

dengan U adalah nama variabel linguistik; $T(u)$ adalah himpunan term (*linguistic value/linguistic label*) pada u dan masing-masing term didefinisikan dengan fungsi keanggotaan yang normal (mempunyai harga maksimum sama dengan 1) dan *convex* pada U ; R adalah aturan sintatik untuk menghasilkan nama nilai-nilai pada u ; dan S adalah aturan sematik untuk menghubungkan tiap nilai dengan artinya.

Fuzzyfikasi

- Proses fuzzyfikasi merupakan proses untuk mengubah variabel *non fuzzy* (variabel numerik) menjadi variabel *fuzzy* (variabel linguistik).
- Nilai masukan-masukan yang masih dalam bentuk variabel numerik yang telah dikuantisasi sebelum diolah oleh pengendali *fuzzy* harus diubah terlebih dahulu ke dalam variabel *fuzzy*.

Fuzzyfikasi

- Melalui fungsi keanggotaan yang telah disusun maka nilai-nilai masukan tersebut menjadi informasi *fuzzy* yang berguna nantinya untuk proses pengolahan secara *fuzzy* pula.
- Proses ini disebut fuzzyfikasi.

Inferencing (Rule Base)

- Pada umumnya, aturan-aturan *fuzzy* dinyatakan dalam bentuk “*IF...THEN*” yang merupakan inti dari relasi *fuzzy*. Untuk mendapatkan aturan “*IF.....THEN*” ada dua cara utama :
 1. Menanyakan ke operator manusia yang dengan cara manual telah mampu mengendalikan sistem tersebut, dikenal dengan “*human expert*”.
 2. Dengan menggunakan algoritma pelatihan berdasarkan data-data masukan dan keluaran.

Defuzzyfikasi

- Keputusan yang dihasilkan dari proses penalaran masih dalam bentuk *fuzzy*, yaitu berupa derajat keanggotaan keluaran. Hasil ini harus diubah kembali menjadi variabel numerik *non fuzzy* melalui proses defuzzyfikasi.

Model Defuzzifikasi Metode MAMDANI

- Dua metode defuzzifikasi metode yang umum digunakan ialah :
 1. *Maksimum of Mean (MOM)*
 2. *Centre of Area (COA)*

1. Maksimum of Mean (MOM)

Metode ini didefinisikan sebagai :

$$v_o = \sum_{j=1}^J \frac{v_j}{J} \quad (2-9)$$

$$v_j = v \mu_v(v) \quad (2-10)$$

v_o : nilai keluaran

J : jumlah harga maksimum

v_j : nilai keluaran maksimum ke-j

$\mu_v(v)$: derajat keanggotaan elemen-elemen pada fuzzy set v

v : semesta pembicaraan

2. Centre of Area (COA)

Metode ini didefinisikan sebagai :

$$v_o = \frac{\sum_{k=1}^m v_k \mu_k(v_k)}{\sum_{k=1}^m \mu_v(v_k)} \quad (2-11)$$

v_o : nilai keluaran

m : tingkat kuantisasi

v_k : elemen ke-k

$\mu_k(v_k)$: derajat keanggotaan elemen-elemen pada fuzzy set v

v : semesta pembicaraan

Model Defuzzifikasi Metode SUGENO

- Penalaran *fuzzy* dengan metode SUGENO hampir sama dengan penalaran MAMDANI, hanya saja output sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linier. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985.

Model Defuzzifikasi Metode SUGENO

- Secara umum model *fuzzy* SUGENO terdiri dari dua jenis :
 1. Model *fuzzy* SUGENO orde-nol :

IF input1 = x dan input2 = y, THEN
Outputnya adalah $z = k$.
 2. Model *fuzzy* SUGENO orde-satu :

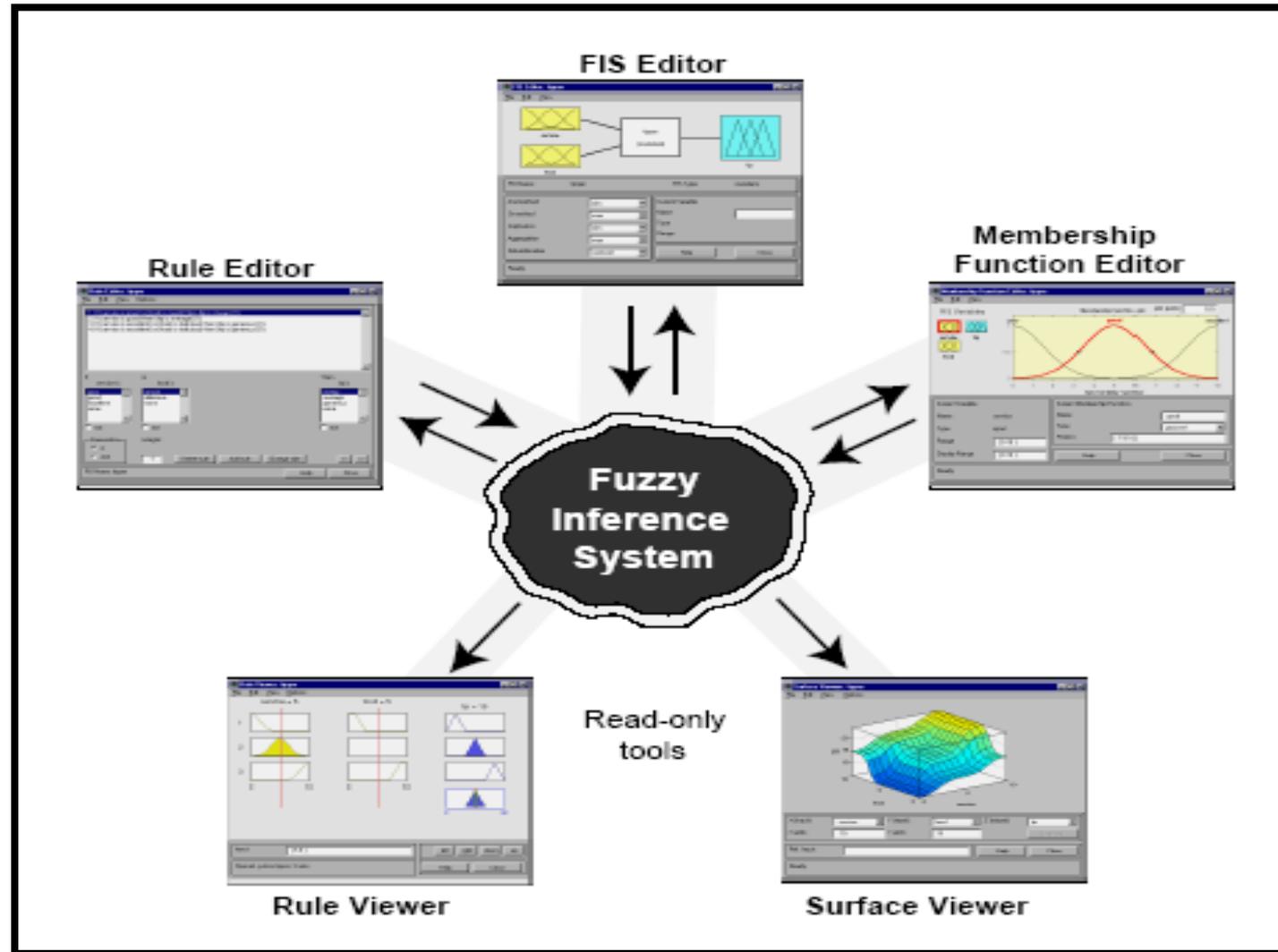
IF input1 = x dan input2 = y, THEN
Outputnya adalah $z = ax+by+c$

Model Defuzzifikasi Metode SUGENO

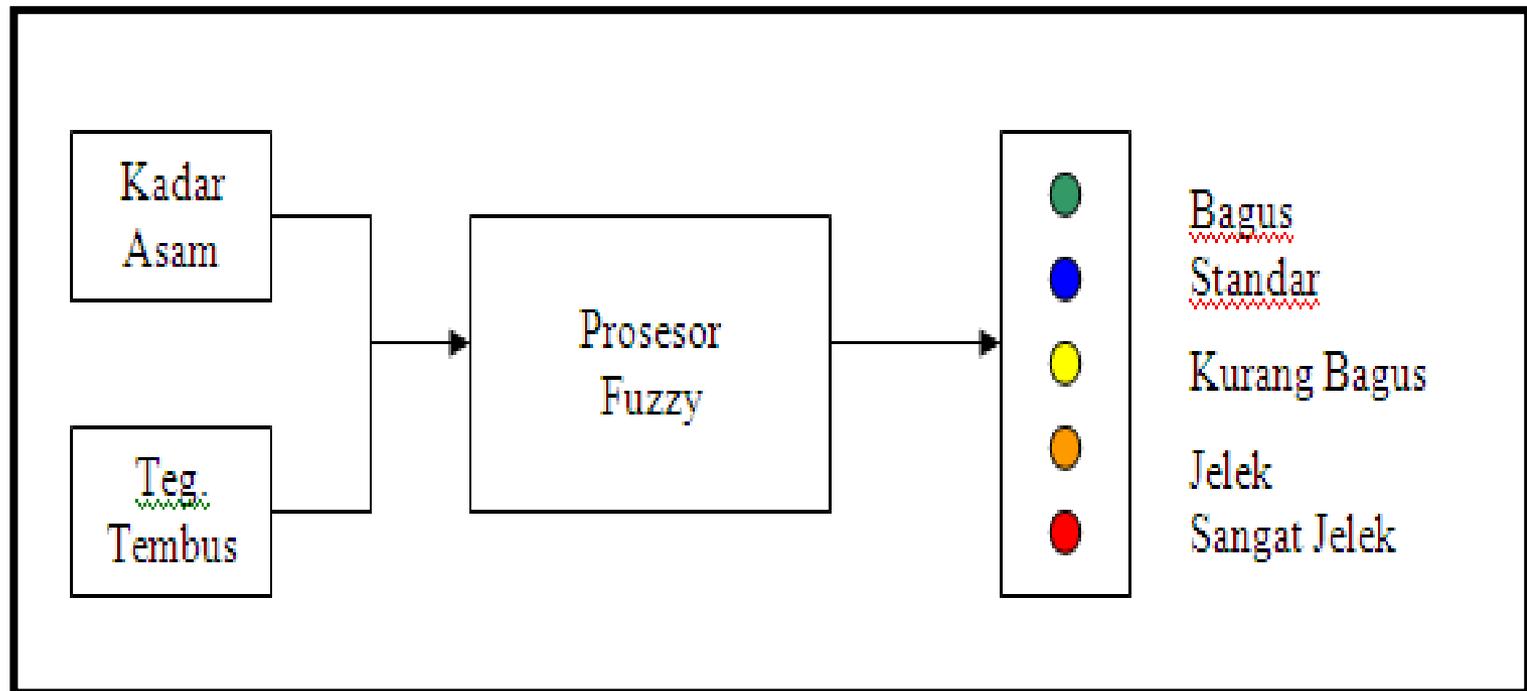
- Defuzzifikasi dilakukan dengan cara mencari rata-ratanya (*weight average/wtaver*) :

$$\text{Final Output} = \frac{\sum_{i=1}^N w_i z_i}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

Matlab Toolbox

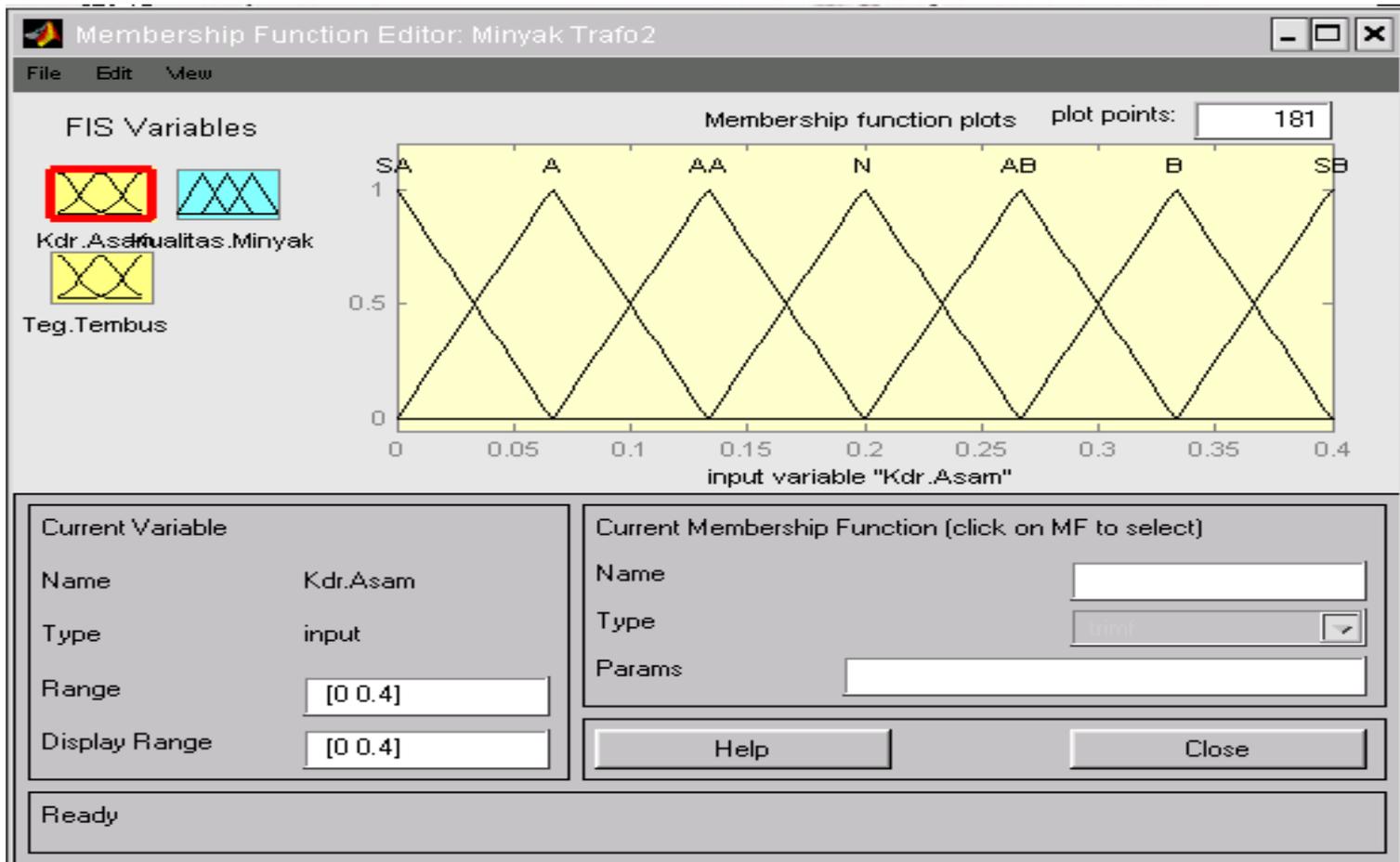


Contoh Aplikasi : Identifikasi Kualitas Minyak Trafo



Tahap 1 : Fuzzifikasi

Kadar Asam	Tingkatanan Fuzzy	Indeks
0 – 0,05	Sangat Asam	SA
0,05 – 0,10	Asam	A
0,10 – 0,15	Agak Asam	AA
0,15 – 0,20	Netral	N
0,20 – 0,25	Agak Basa	AB
0,25 – 0,30	Basa	B
0,30 – 0,40	Sangat Basa	SB



Fuzzifikasi Input Tegangan Tembus

Tingkatan Fuzzy	Tegangan Tembus
0 – 30	Rendah
30 – 60	Sedang
60 – 90	Tinggi
90 – 120	Sangat Tinggi

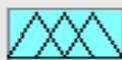


Membership Function Editor: Minyak Trafo



File Edit View

FIS Variables



Kdr. Asam Kualitas.Minyak

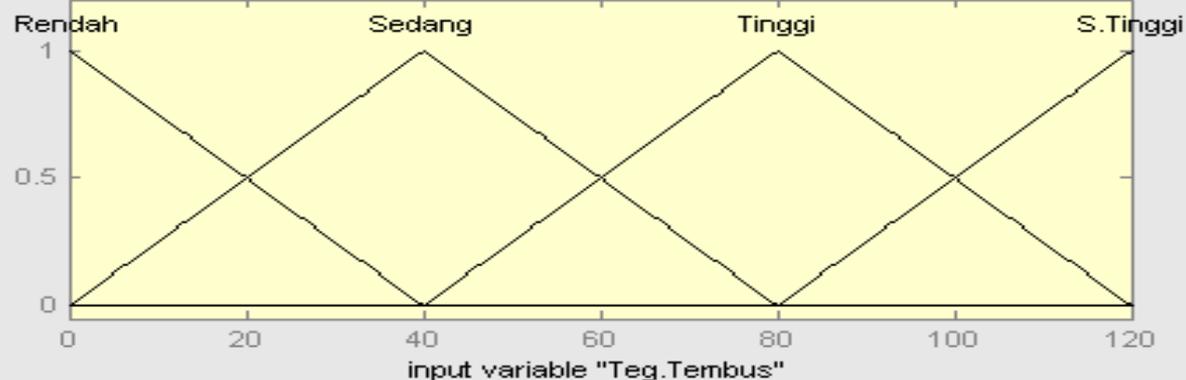


Teg.Tembus

Membership function plots

plot points:

181



Current Variable

Name Teg.Tembus

Type input

Range [0 120]

Display Range [0 120]

Current Membership Function (click on MF to select)

Name

Type

Params

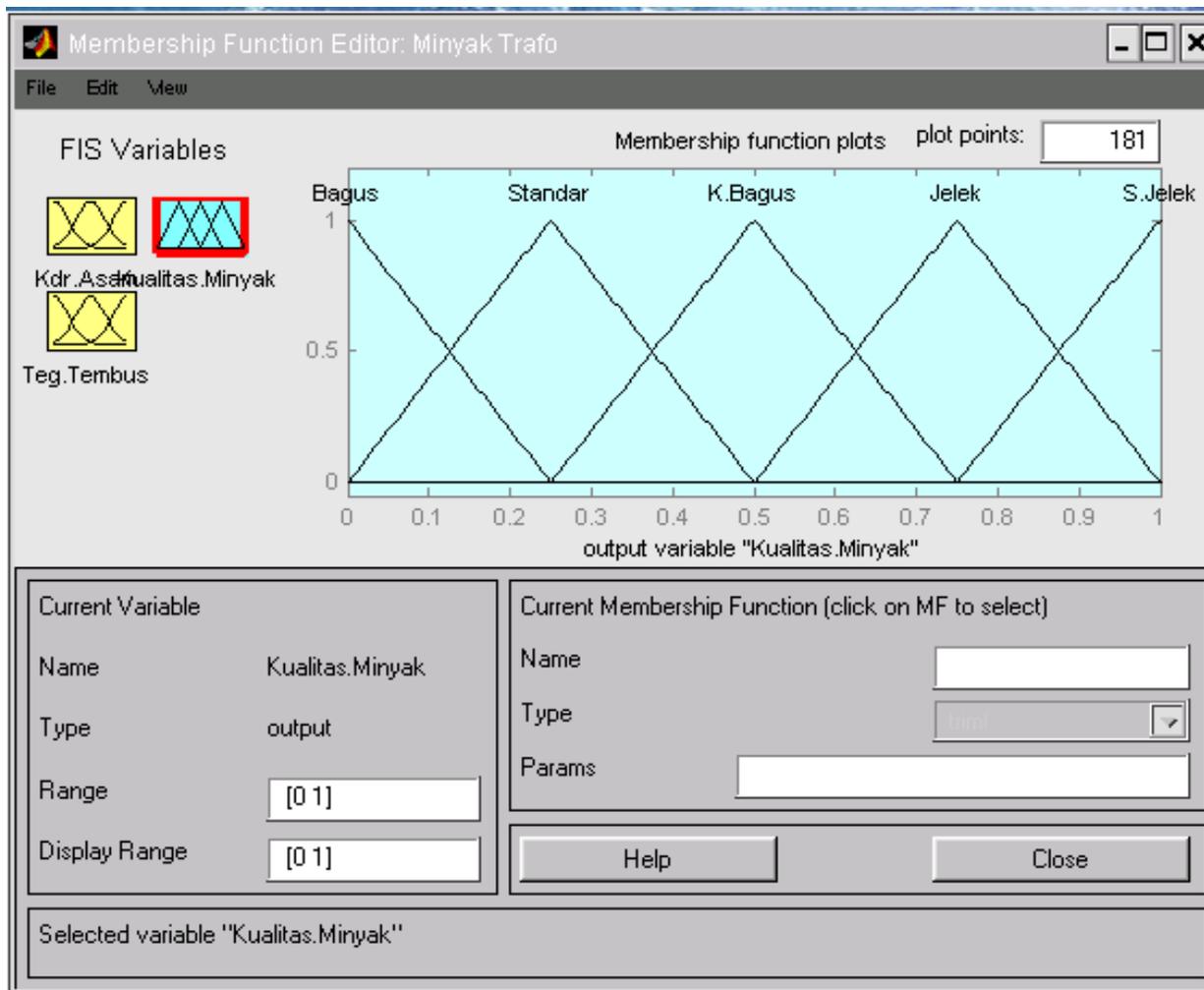
Help

Close

Selected variable "Teg.Tembus"

Fuzzifikasi untuk Output (Kualitas Minyak Trafo)

Level	Bobot
Bagus	0 – 0,2
Standar	0,2 – 0,4
Kurang Bagus	0,4 – 0,6
Jelek	0,6 – 0,8
Sangat Jelek	0,8 – 1,0



Inferencing (Rule Base)

Kadar asam Teg. Tembus	SA	A	AA	N	AB	B	SB
Rendah	S S.Jelek	Jelek	K.Bagus	Standar	K.Bagus	Jelek	S.Jelek
Sedang	S S.Jelek	Jelek	K.Bagus	Bagus	K.Bagus	Jelek	S.Jelek
Tinggi	Jelek	Jelek	Standar	Bagus	Standar	K.Bagus	Jelek
S . S.Tinggi	Jelek	Jelek	Standar	Bagus	Standar	K.Bagus	Jelek

Rule Editor: Minyak Trafo

File Edit View Options

1. If (Kdr.Asam is SA) and (Teg.Tembus is Rendah) then (Kualitas.Minyak is S.Jelek) (1)
2. If (Kdr.Asam is SA) and (Teg.Tembus is Sedang) then (Kualitas.Minyak is S.Jelek) (1)
3. If (Kdr.Asam is SA) and (Teg.Tembus is Tinggi) then (Kualitas.Minyak is Jelek) (1)
4. If (Kdr.Asam is SA) and (Teg.Tembus is S.Tinggi) then (Kualitas.Minyak is Jelek) (1)
5. If (Kdr.Asam is A) and (Teg.Tembus is Rendah) then (Kualitas.Minyak is Jelek) (1)
6. If (Kdr.Asam is A) and (Teg.Tembus is Sedang) then (Kualitas.Minyak is Jelek) (1)
7. If (Kdr.Asam is A) and (Teg.Tembus is Tinggi) then (Kualitas.Minyak is Jelek) (1)
8. If (Kdr.Asam is A) and (Teg.Tembus is S.Tinggi) then (Kualitas.Minyak is Jelek) (1)
9. If (Kdr.Asam is AA) and (Teg.Tembus is Rendah) then (Kualitas.Minyak is K.Bagus) (1)
10. If (Kdr.Asam is AA) and (Teg.Tembus is Sedang) then (Kualitas.Minyak is K.Bagus) (1)
11. If (Kdr.Asam is AA) and (Teg.Tembus is Tinggi) then (Kualitas.Minyak is Standar) (1)

If Kdr.Asam is and Teg.Tembus is

Then Kualitas.Minyak is

not not not

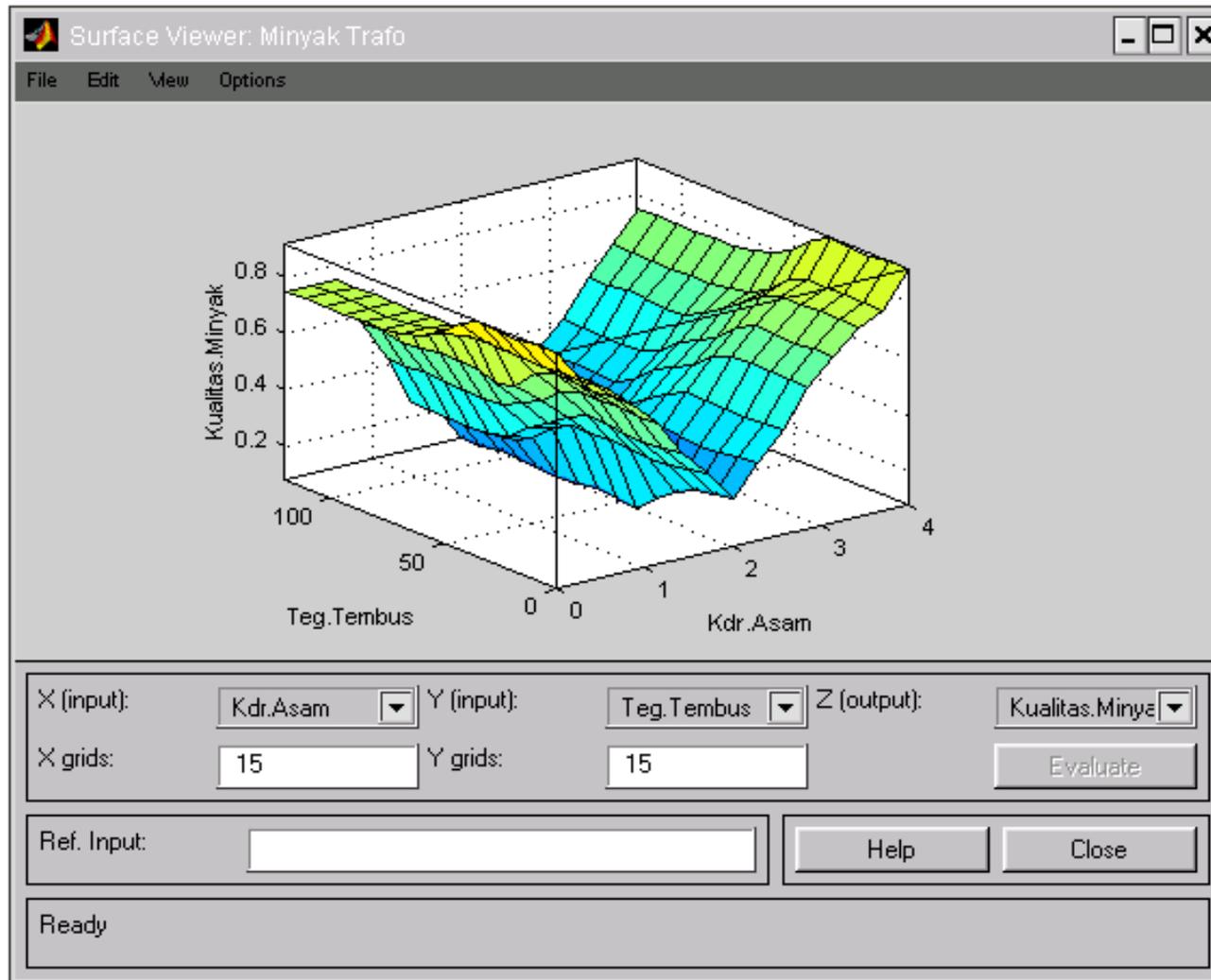
Connection: or and

Weight:

Delete rule Add rule Change rule << >>

FIS Name: Minyak Trafo Help Close

Surface Viewer



Defuzzifikasi

