

## PERTEMUAN 11

### METODE PENYELESAIAN LOGIKA FUZZY

#### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan materi pada pertemuan ini, mahasiswa mampu menganalisis dengan menggunakan linear programming, metode tsukamoto, metode sugeno. Sub materi pada pertemuan ini yaitu:

1. Linear Programming
2. Metode Tsukamoto
3. Metode Mamdani
4. Metode Sugeno
5. Penelitian yang berhubungan dengan fuzzy

#### B. Uraian Materi

##### 1. Linear Programming

Program linier programming sering digunakan untuk memecahkan berbagai permasalahan. Namun pada kenyataannya pendekatan secara linier programming mempunyai banyak kesulitan, misalnya sering terjadi tidak akuratnya dalam menyelesaikan masalah. Sehingga dilakukan pendekatan teori fuzzy. Teori himpunan fuzzy ini banyak sekali manfaatnya. Diantaranya bisa merumuskan tidak pastian untuk menyelesaikan masalah pada kehidupan sehari-hari.

Linear programming merupakan metode pada logika fuzzy yang digunakan untuk memecahkan berbagai masalah. Metode ini menggunakan perbandingan fuzzy melalui ranking function. Linier programming juga menggunakan beberapa parameter bilangan fuzzy.

Banyak sekali bidang yang sudah membutuhkan penerapan fuzzy. Bidang awal tersebut misalnya sains yaitu untuk memodelkan matematika. Bidang kedua misalnya aplikasi yaitu industri untuk menelaah kesalahan lalu lintas atau pengaturan lampu lalu lintas. Bidang ketiga misalnya kontrol contohnya sistem kontrol AC, sistem kontrol kulkas, sistem kontrol rice cooker. dan masih banyak lagi bidang lainnya yang menerapkan teori fuzzy.

Menurut para ahli telah banyak permasalahan yang bisa dipecahkan dengan pendekatan fuzzy linier programming. Biasanya metode fuzzy yang sesuai yaitu

dengan menggunakan function. Dalam hal itu diberi permisalan sebuah fuzzy yang disejajarkan dengan crisp mode, sehingga bisa mengambil solusi yang paling optimal.

Disamping itu dual simplex algorithm juga merupakan bagian dari ranking function yang bisa digunakan untuk menyelesaikan banyak masalah. Sebagai permisalan terdapat beberapa parameter yang termasuk dalam fuzzy untuk menyelesaikan permasalahan fuzzy linier programming. Penggunaan fungsi tujuan, variabel keputusan dan lainnya digunakan sebagai koefisien digunakan untuk menyelesaikan permasalahan.

Pada awalnya sebelum menggunakan fuzzy yang terlebih dahulu dipelajari yaitu linier programming untuk mencari nilai yang paling optimal. penggunaan linier programming ini sangat penting sebagai contoh sering digunakan untuk mencari keuntungan seting-tingginya dengan biaya yang paling rendah. suatu nilai yang dalam keadaan samar atau belum diketahui benar atau salahnya disebut logika fuzzy. dengan kata lain penyamaran bisa masuk kategori 0 atau 1, hitam atau putih, benar atau salah. sedangkan logika fuzzy hanya menggunakan 0 atau 1 saja.

The father of logika fuzzy berasal dari universitas California< barkerley tahun 1965 ialah Dr. Lotfi Zadeh. Logika fuzzy juga mempunyai kelebihan yaitu kemampuan bernalar secara bahasa atau disebut linguistik reasoning. Dengan menggunakan reasoning linguistik maka tidak perlu menggunakan persamaan dan model matematika. Contoh penggunaan logika fuzzy pertama yaitu tahun 1990 dengan ditemukannya mesin cuci. Mesin cuci tersebut berhasil diproduksi oleh perusahaan Matsushita Electric Industrial Company. Sistem tersebut dirancang untuk mengenali pakaian yang kotor dengan putarannya serta berapa banyak jumlah pakaian yang akan dibersihkan.

Beberapa input yang digunakan untuk mengolah mesin cuci ini misalnya, seberapa kotorannya pakaian, jenis kotorannya. kemudian mesin cuci akan bergerak sesuai dengan instruksi sensor berupa sensor optik. Sensor ini pun bisa menentukan jenis kotoran apakah termasuk keringat, apakah minyak, atau apakah kotoran tanah.

## **2. Metode Tsukamoto**

Penalaran mononton yang diperluas disebut dengan metode tsukamoto. Metode ini menggunakan aturan if-then yang menghasilkan himpunan fuzzy

dengan keanggotaan sebagai fungsinya. Hasil akhir dari metode tsukamoto ini yaitu inferensia dengan rata-rata terbobot. Berikut model yang digunakan oleh tsukamoto:

"If (X IS A) and (Y IS B) Then (Z IS C)"

Himpunan fuzzy yang terdiri dari A,B,C

Dengan menggunakan 2 aturan(rule)

"IF (x is A<sub>1</sub>) AND (y is B<sub>1</sub>) Then (z is C<sub>1</sub>)"

"IF (x is A<sub>2</sub>) AND (y is B<sub>2</sub>) Then (z is C<sub>2</sub>)"

Tahapan metode Tsukamoto terdiri dari fuzzyfikasi, aturan(rule), inferensia dan terakhir proses perhitungan defuzzyfikasi seperti dibawah ini:

- a. Fuzzyfikasi
- b. Menentukan fuzzy sebagai basis pengetahuan dengan rule tertentu misalnya menggunakan JIKA... MAKA
- c. menggunakan fungsi Min atau fungsi implikasi untuk menghasilkan nilai  $\alpha$ -predikat terhadap setiap rule atau disebut ( $\alpha_1, \alpha_1, \alpha_1, \dots, \alpha_n$ ) hal ini biasanya disebut Mesin Inferensi
- d. mencari nilai rata-rata atau yang sering disebut Defuzzyfikasi melalui rumus dibawah ini:

$$Z^* = \frac{\sum \alpha_i z_i}{\sum \alpha_i}$$

### 3. Metode Mamdani

Metode ini disebut juga metode makasimal dan minimal dan the father of metode mamdani ialah Ebrahim Mamdani tahun 1975. Terdapat 4 tahapan mamdani yaitu:

- a. pertama membentuk himpunan

Variabel masukan sebagai input dan variabel keluaran sebagai output

Pada Metode Mamdani ini bisa menjadi satu atau lebih pada himpunan fuzzy.

- b. kedua membuat aturan (rule)

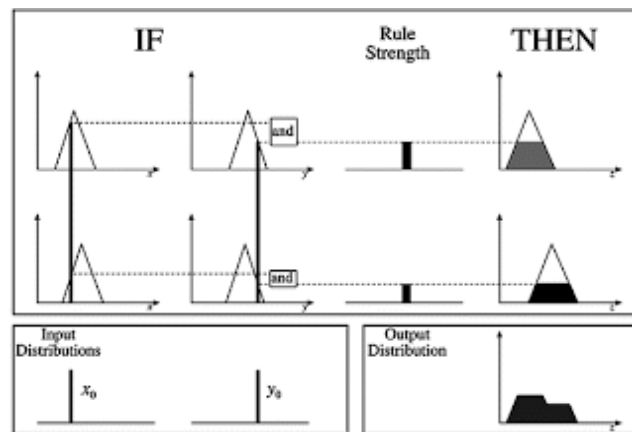
Tahap kedua ini yaitu menggunakan aturan sebagai rule melalui nilai

min sebagai fungsi implikasinya.

c. ketiga komposisi

Tahap ketiga berupa komposisi ini yang merupakan korelasi anatr aturan. Metode mamdani yang digunakan pada tahaap komposisi ini terdiri dari 3 yaitu yang pertama max, yang kedua additive dan terakhir probabilistik OR (probor).

d. terakhir sama seperti tsukamoto yaitu defuzzyfikasii.



**Gambar 11.1** Grafik IF THEN metode mamdani

Berikut merupakan penjelasan dari tahap ketida pada metode mamdani:

a. Maksimum method

Metode ini diselesaikan dengan mengambil nilai maksimum. Nilai maksimum tersebut diarahkan ke hasil atau autput melalui instruksi OR. Himpunan fuzzy digunakan sebagai output terhadap setiap proposisi. Rumusnya sebagai berikut:

$$\text{Rumusnya} \rightarrow \mu_{sf}[xi] \leftarrow \max(\mu_{sf}[xi], \mu_{kf}[xi])$$

dengan:

$\mu_{sf}[xi]$  = solusi sebagai nilai keanggotaan hingga aturan ke-i

$\mu_{kf}[xi]$  = konsekuen sebagai nilai keanggotaan pada aturan ke-i

b. Additivee (Sum) Method

Bounded sum dilakukan terhadap semua hasil(output), melalui rumus:

$$\text{Rumus} \rightarrow \mu_{sf}[xi] \leftarrow \min(1, \mu_{sf}[xi] + \mu_{kf}[xi])$$

aturan sama seperti max method

## c. Probabilistik OR Method

Produk dilakukan terhadap semua hasil, melalui rumus:

$$\text{Rumus} \rightarrow \mu_{sf}[x_i] \leftarrow (\mu_{sf}[x_i] + \mu_{kf}[x_i]) - (\mu_{sf}[x_i] * \mu_{kf}[x_i])$$

aturan sama seperti max and sum method

d. Penegasan (*defuzzy*)

Masukan dari proses akhir ini merupakan himpunan yang dihasilkan dari beberapa aturan. Sedangkan keluarannya berupa bilangan yang disebut domain yang terdapat pada himpunan fuzzy yang digunakan. Nilai scrip yang digunakan sebagai keluaran dengan mempertimbangkan range yang tersebut.

Beberapa metode sebagai komposisi pada aturan defuzzy mamdan terdiri dari:

1) *Centroid method*

*Centroid Metode* ini menggunakan titik pusat sebagai daerah fuzzy dengan pertimbangan solusi script.

2) *Bisektor method*

Pada *Bisektor method* ini Nilai yang diambil yaitu melalui nilai seluruh yang dibagi dua atau disebut keanggotaan value dari solusi script sebagai nilai domain.

3) *Mean of Maximum method*

*Mean of Maximum method* dilakukan dengan cara memperoleh nilai average dari yang maksimal.

4) *Largest of Maximum method*

*Largest of Maximum method* dilakukan dengan cara memperoleh nilai terbesar dari yang sebagai maksimum sebagai keanggotaan.

5) *Smallest of Maximum method*

*Smallest of Maximum method* dilakukan dengan cara memperoleh nilai terkecil dari yang sebagai maksimum sebagai keanggotaan.

#### 4. Sugeno Method

Metode sugeno ini memiliki kemiripan dengan metode mamdani. Dengan keluaran yang bukan berupa himpunan fuzzy. Metode ini menggunakan persamaan linier. Dimana metode ini menggunakan singleton sebagai himpunan

fuzzy. Kemudian himpunan fuzzy tersebut digunakan sebagai fungsi keanggotaan pada titik tertentu dimana terdapat nilai yang digunakan. Nilai 0 terletak di luar penggunaan titik tersebut.

Terdapat 2 model pada sugeno method ini:

a. Orde 0 pada sugeno method

Orde 0 pada sugeno method mempunyai bentuk yang menggunakan persamaan berikut JIKA (Y1 adalah B1) ATAU (Y2 adalah B2) ATAU (Y3 adalah B3) ATAU (YN adalah BN) MAKA  $z=k$  dengan Bi ialah himpunan pada fuzzy ke-i dengan sebutan antesenden, sedangkan k merupakan konstanta yang bersifat tegas sebagai dengan sebutan konsekuen.

b. Orde 1 pada sugeno method

Orde 1 pada sugeno method mempunyai bentuk yang menggunakan persamaan berikut JIKA (Y1 adalah B1) ATAU (Y2 adalah B2) ATAU (Y3 adalah B3) ATAU (YN adalah BN) MAKA  $z= p_1*Y_1+... + p_N*Y_N+q$  dengan Bi ialah himpunan pada fuzzy ke-i dengan sebutan antesenden, sedangkan Pi merupakan konstanta ke i serta q juga termasuk konstanta yang bersifat tegas sebagai dengan sebutan konsekuen.

Langkah sugeno method:

1) Himpunan fuzzy yang di bentuk

Himpunan fuzzy yang di bentuk dilakukan dengan mengidentifikasi variabel sebagai input yang kemudian dikirimkan ke dalam fuzzy himpunan berupa true logic atau nilai kebenaran yang menggunakan premis dengan pertimbangan basis pengetahuan. Pada tahap ini juga dilakukan dengan memperoleh nilai menjadi anggota himpunan fuzzy yang cocok.

2) Implikasi

Relasi fuzzy mempunyai aturan sebagai proposisi berdasarkan basis pengetahuan. relasi fuzzy ini berhubungan dengan aturan tertentu. Bentuk yang sering digunakan pada fuzzy sebagai fungsi Implikasi pada sugeno terdiri dari:

- a. JIKA X adalah C kemudian Y adalah D. x serta y merupakan sskalar, C serta D ialah himpunan fuzzy sehingga menjadi IF x is C THEN y is

D. Himpunan ini bisa diperluas menjadi JIKA (Y1 adalah C1) ATAU (Y2 adalah C2) ATAU (Y3 adalah C3) ATAU (YN adalah CN) MAKA y adalah C menggunakan operator AND atau OR. aturan yang mengikuti IF atau JIKA disebut antesenden, sedangkan aturan yang mengikuti THEN atau MAKA disebut dengan konsekuen. Fungsi dengan nilai minimum akan memotong keluaran berupa fuzzy sebagai fungsi implikasi.

- b. fungsi min yang digunakan untuk skala output yang disebut juga sebagai fungsi Dot sebagai product pada penggunaan sugeno method ini.

### 3) Defuzzification

Proses defuzzification ini melibatkan masukan dan keluaran. Dimana masukan berupa komposisi dari himpunan fuzzy. Serta keluaran berupa nilai atau yang disebut crisp. Fuzzy yang menggunakan aturan JIKA MAKA pada rumus  $R = \text{JIKA } x_1 \text{ adalah } k \text{ dan } x_n \text{ adalah } A_{nk} \text{ MAKA } y \text{ adalah } B_k$ , dengan ketentuan  $A_{1k}$  dan  $B_k$  secara terurut merupakan himpunan fuzzy pada  $U_i R$  ( $U$  serta  $V$  ialah domain secara fisik),  $i=1,2,3,4,5,6,7,8,\dots,n$  serta  $x=(x_1,x_2,x_3,x_4,x_5,x_6,\dots, x_n)$ . Sehingga penggunaan  $U$  dan  $V$  digunakan sebagai variabel masukan dan keluaran dengan kata lain linguistik dari sistem fuzzy.

Pemetaan pada suatu himpunan fuzzy sering juga disebut dengan defuzification. Defuzification menghasilkan masukan berupa himpunan fuzzy. Himpunan fuzzy untuk menghasilkan nilai. Perhitungan sugene dengan mencari rata-rata (WA) :  $WA = ( [a_1 z_1(1) + a_2 z_2(2) + a_3 z_3(3) + \dots + a_n z_n(n)] / ([a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n])$

Banyak sekali bidang yang sudah menerapkan himpunan inferensia fuzzy. Misalnya penggunaan inferensia fuzzy untuk menghitung kalori yubuh secara harian. Dimana kondisi tersebut mempertimbangkan kebutuhan tiap manusia yang cenderung berbeda. Sebenarnya sudah terdapat rumus untuk menghitung hal tersebut, tetapi cukup rumit ketika pasien tidak mendapatkan informasi yang jelas. Penerapan inferensia fuzzy cukup penting dengan metode TSK atau yang sering disebut TAKAGI SUGENO KANG. Metode ini menggunakan 7 variabel yaitu umur, berat, tinggi, suhu, aktivitas sehari-hari, latar belakang penyakit

serta 1 penggunaan variabel secara crisp yaitu gender seseorang apakah perempuan atau laki-laki. Rule pada IF atau JIKA berifat anteseden MAKA THEN atau MAKA bersifat kosekuen.

**Tabel 11.1 Jurnal yang berhubungan dengan fuzzy**

2017	Fernando D	Clustering Interaksi Antara Protein Dan Proses Biologis Yang Terkait Dengan Diabetes Mellitus Tipe 2 Menggunakan Fuzzy K-Partite	<p>Diabetes Mellitus (DM) tipe 2 merupakan salah satu penyakit yang diakibatkan oleh gangguan fungsional protein. Fungsi dan peranan protein direpresentasikan oleh gen ontologi (GO). Pada penelitian ini aspek GO yang digunakan adalah proses biologis. Penelitian ini melakukan clustering pada interaksi antara protein dan proses biologis yang direpresentasikan ke dalam graf bipartit. Algoritme fuzzy k-partite clustering digunakan untuk mengelompokkan data protein dan data GO proses biologis masing-masing ke dalam beberapa kelompok. Data interaksi antar protein direduksi menggunakan algoritme MCODE untuk mendapatkan kelompok protein dengan tingkat keterhubungan paling besar. Implementasi clustering menggunakan algoritme fuzzy k-partite clustering menghasilkan 7 cluster protein dan 119 cluster GO proses biologis. Anggota cluster protein dan cluster GO proses biologis dengan nilai keterhubungan tinggi tidak menunjukkan adanya hubungan dengan DM tipe 2. Di sisi lain, anggota cluster protein 2, 6, dan 7, yang memiliki nilai keterhubungan rendah dengan cluster GO proses biologis, memiliki kaitan dengan DM tipe 2. Hal ini dapat dilihat dari adanya hubungan antara anggota GO proses biologis dengan kata kunci yang terkait dengan DM tipe 2, yaitu insulin, glukosa, dan sel beta</p>
			<p>penghitungan lama waktu lampu lalu lintas menggunakan algoritma <i>fuzzy logic</i>, dengan mengklasifikasikan kepadatan di suatu jalur. Metode <i>fuzzy logic</i> yang digunakan untuk menghitung kepadatan berdasarkan jumlah objek kendaraan yang telah terdeteksi adalah metode mamdani. Melalui sistem metode <i>image processing</i> dengan menggunakan <i>webcam</i> yang diambil dari purwarupa lalu lintas, mampu membuat pengambilan gambar kendaraan dan mengetahui jumlah kendaraan pada purwarupa secara otomatis, dengan waktu eksekusi yang dibutuhkan 2,90 detik, untuk digunakan dalam perhitungan <i>fuzzy logic</i> dan menyimpan hasilnya berupa foto</p>



2017	Hutabarat NT	Penggabungan Fitur Morfologi, Fuzzy Local Binary Pattern, dan Fuzzy Color Histogram untuk Aplikasi Mobile Identifikasi Penyakit Daun Tanaman Jabon ( <i>Anthocephalus cadamba</i> (Roxb.) Miq)	Pada penelitian ini dikembangkan sebuah aplikasi mobile berbasis sistem operasi Android untuk identifikasi penyakit daun tanaman Jabon ( <i>Anthocephalus cadamba</i> (Roxb.) Miq). Data jenis penyakit yang dijadikan bahan eksperimen ialah bercak daun, hawar daun dan mati pucuk. Identifikasi dilakukan berdasarkan ciri morfologi, tekstur dan warna daun. Proses ekstraksi ciri dilakukan menggunakan fitur morfologi untuk ciri geometri, Fuzzy Local Binary Pattern (FLBP) untuk ciri tekstur, dan Fuzzy Color Histogram (FCH) untuk ciri warna. Hasil dari ekstraksi diklasifikasikan dengan metode Probabilistic Neural Network (PNN) untuk mendapatkan model dari masing-masing kelas. Model klasifikasi kemudian digabungkan dengan metode Product Decision Rule (PDR). Hasil akhir pengujian menunjukkan bahwa penggabungan ciri morfologi, tekstur dan warna memperoleh akurasi identifikasi penyakit daun tanaman Jabon dengan persentase akurasi rata-rata sebesar 71.66%. Aplikasi ini dapat memberikan dukungan yang signifikan untuk mempercepat proses identifikasi penyakit daun tanaman Jabon.
------	--------------	--	---

### C. Soal Latihan/Tugas

1. Ceritakan dengan bahasa kalian sendiri apa yang dimaksud dengan linier programming?
2. Apayang dimaksud dengan metode Tsukamoto? Jelaskan?
3. Apayang dimaksud dengan metode Mamdani? Jelaskan?
4. Apayang dimaksud dengan metode sugeno? Jelaskan!
5. Carilah 3 Jurnal lain yang berhubungan dengan fuzzy mamdani dan berikan penjelasan tentang jurnal tersebut?

### D. Referensi

- Fernando D. 2017. Clustering Interaksi Antara Protein Dan Proses Biologis Yang Terkait Dengan Diabetes Mellitus Tipe 2 Menggunakan Fuzzy K-Partite. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- Hutabarat NB. 2017. Penggabungan Fitur Morfologi, Fuzzy Local Binary Pattern, dan Fuzzy Color Histogram untuk Aplikasi Mobile Identifikasi Penyakit Daun

Tanaman Jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq). [Tesis]. Institut Pertanian Bogor.

Maniswari SD, Rusdinar A, Purnama B .2015. Smart traffic light menggunakan image processing dan metode fuzzy logic. E-Proceeding of engineering. Vol 2 No 2:2355-9365.

Kusumadewi, S, dan Purnomo, H, 2010. Aplikasi Logika Fuzzy Sistem Pendukung Keputusan. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Sutojo, T. Edy ,Mulyanto dan Suhartono,Vincent. 2010. Kecerdasan Buatan. Andi Offset. Yogyakarta.