

Penerapan Logika Fuzzy

M. Faisal Baehaki - 13506108¹

Program Studi Teknik Informatika
 Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
 Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
m_faisal_b@yahoo.com

Abstrak— Logika Fuzzy merupakan suatu logika yang memiliki nilai kesamaran (fuzziness) antara benar atau salah. Logika fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dalam putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan”, dan “sangat” (Zadeh 1965). Kelebihan dari teori logika fuzzy adalah kemampuan dalam proses penalaran secara bahasa (*linguistic reasoning*). Oleh karena itu, dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematik dari objek yang akan dikendalikan. Berbagai penerapan logika fuzzy saat ini sudah meluas ke berbagai bidang terapan, seperti teknologi, kedokteran, biologi, manajemen, psikologi, dll.

Index Terms—logika fuzzy, linguistic reasoning, fuzziness

I. PENDAHULUAN

1.1 Teori Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy atau himpunan kabur merupakan teori himpunan yang digunakan untuk menyatakan derajat kemenduaan (ambiguity/fuzzy) dari arti kata atau konsep. Teori himpunan fuzzy didasarkan pada logika fuzzy yang mempunyai tingkat logika antara 0 dan 1 yang menyatakan kemenduaan.

Tiap kelompok fuzzy merupakan himpunan bagian dari suatu himpunan semesta fuzzy. Hubungan tiap himpunan bagian terhadap himpunan semesta dinyatakan dengan suatu fungsi keanggotaan yang menyatakan derajat keanggotaan himpunan bagian tersebut dan merupakan bilangan nyata yang berada dalam selang (0,1).

Ada dua cara mendefinisikan keanggotaan himpunan fuzzy, yakni sebagai berikut :

1. Numerik

menyatakan dengan derajat fungsi keanggotaan suatu himpunan fuzzy sebagai vector bilangan yang dimensinya tergantung pada level diskretisasi (cacah elemen diskret di dalam semesta).

2. Fungsional

Menyatakan fungsi keanggotaan suatu himpunan fuzzy dalam ekspresi analitis yang memungkinkan derajat keanggotaan setiap elemen dapat dihitung di dalam semesta wacana yang didefinisikan.

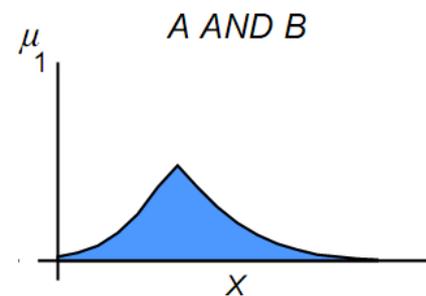
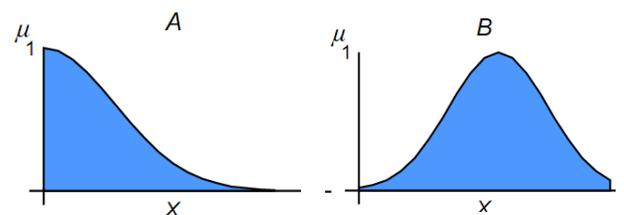
1.2 Operator Logika Fuzzy

❖ Logika AND

- Didefinisikan untuk setiap titik pada setiap fungsi keanggotaannya

- Mengekstensi boolean AND
- Normal-t, namun biasanya minimum

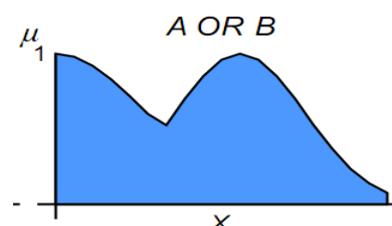
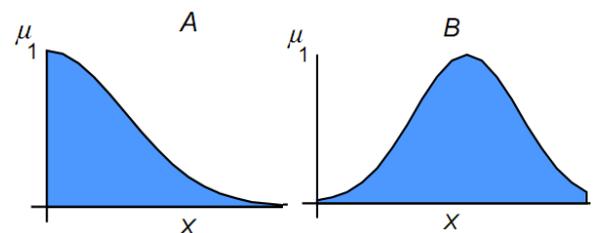
$$\mu_{A \text{ AND } B}(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x)$$



❖ Logika OR

- Didefinisikan untuk setiap titik pada setiap fungsi keanggotaannya.
- Mengekstensi boolean OR
- Normal t, namun biasanya maksimum

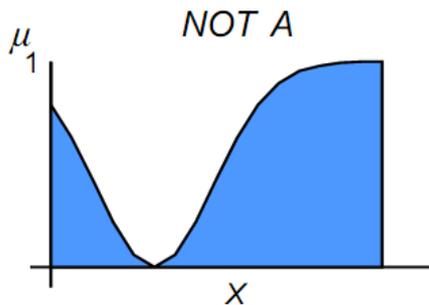
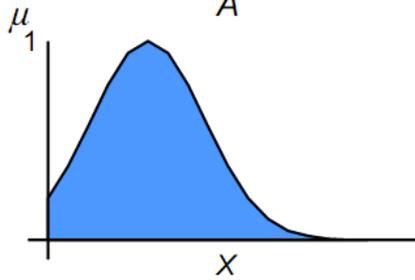
$$\mu_{A \text{ OR } B}(x) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x)$$



❖ Logika NOT

- Didefinisikan untuk setiap titik pada setiap fungsi keanggotaannya
- Mengekstensi boolean NOT

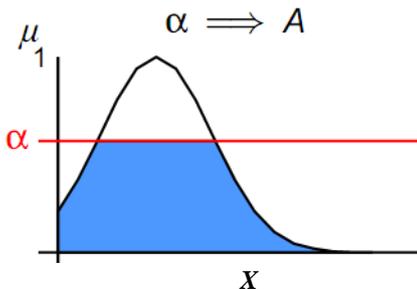
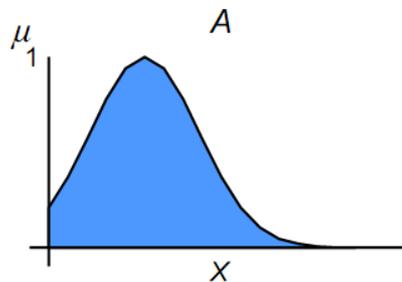
$$\neg \mu_A(x) = 1 - \mu_A(x)$$



❖ Logika IMPLIES

- Didefinisikan untuk setiap titik pada setiap fungsi keanggotaannya
- Merupakan variasi dari operator
- Paling sering digunakan untuk melakukan generalisir terhadap modus ponens
- Normal-t, namun biasanya minimum

$$\mu_{\alpha \Rightarrow A}(x) = \alpha \vee \mu_A(x)$$



1.3 Inferensi Fuzzy

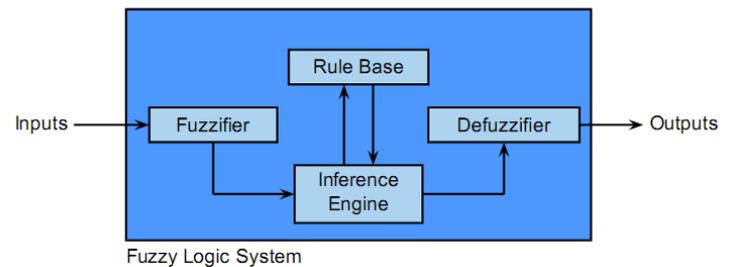
Inferensi logika fuzzy mempunyai kemiripan dengan penalaran manusia, terdiri atas :

1. Pengetahuan (knowledge)
Melibatkan penalaran fuzzy yang dinyatakan

sebagai aturan dalam bentuk :

IF (jika) x is A, THEN (maka) y is B, dengan x dan y adalah variable fuzzy, A dan B adalah nilai fuzzy. Pernyataan pada bagian premis (konsekuensi) dari aturan dapat melibatkan penghubung (connective) logika seperti AND dan OR. IF x is A AND y is B THEN z is C.

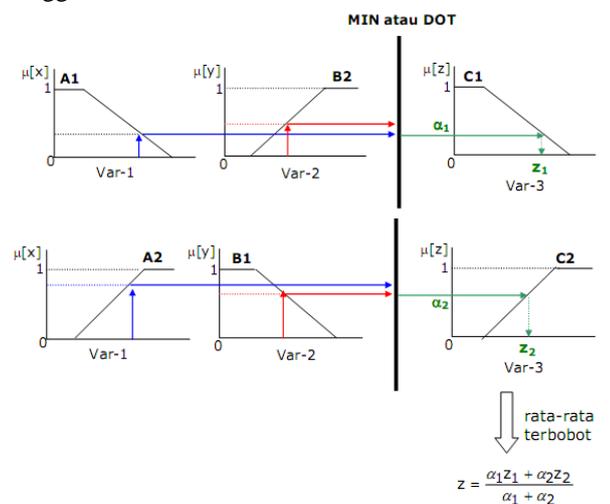
2. Fakta
Merupakan masukan fuzzy yang harus dicari inferensi (konklusinya) dengan menggunakan aturan fuzzy, masukan fakta tidak harus sama dengan basis pengetahuan.
3. Konklusi
Inferensi yang sepadan (matched) parsial diperoleh berdasarkan fakta dan basis pengetahuan fuzzy.



Ada beberapa metode inferensi logika fuzzy yang dapat dilakukan, diantaranya adalah :

1. Metode Tsukamoto

Pada Metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-Then harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan α-predikat (fire strength). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.



2. Metode Mamdani

Metode Mamdani sering juga 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
Pada metode ini, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan)
Fungsi implikasi yang digunakan adalah min.
3. Komposisi aturan
Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri-dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu: max, additive dan probabilistik OR (probor).
 - a. Metode max (maksimum)
Solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy, dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator OR (union). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan fuzzy yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan:

$$\mu_{sf}[X_i] \leftarrow \max(\mu_{sf}[X_i], \mu_{kf}[X_i])$$

dengan :

$\mu_{sf}[X_i]$ nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i

$\mu_{kf}[X_i]$ nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i

- b. Metode additive (sum)

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan bounded-sum terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}[X_i] \leftarrow \min(1, \mu_{sf}[X_i] + \mu_{kf}[X_i])$$

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan produk terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}[X_i] \leftarrow (\mu_{sf}[X_i] + \mu_{kf}[X_i]) - (\mu_{sf}[X_i] * \mu_{kf}[X_i])$$

4. Penegasan (defuzzy)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output.

3. Metode Sugeno

Penalaran dengan metode Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985.

- a. Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model fuzzy SUGENO Orde-Nol adalah:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \cdot (x_2 \text{ is } A_2) \cdot (x_3 \text{ is } A_3) \cdot \dots \cdot (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z=k$$

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

- b. Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model fuzzy SUGENO Orde-Satu adalah:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \cdot \dots \cdot (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q$$

dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan p_i adalah suatu konstanta (tegas) ke-i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen. Apabila komposisi aturan menggunakan metode Sugeno, maka defuzzifikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya.

II. PENERAPAN LOGIKA FUZZY

Berbagai penerapan logika fuzzy saat ini sudah banyak ditemukan. Beberapa diantaranya adalah :

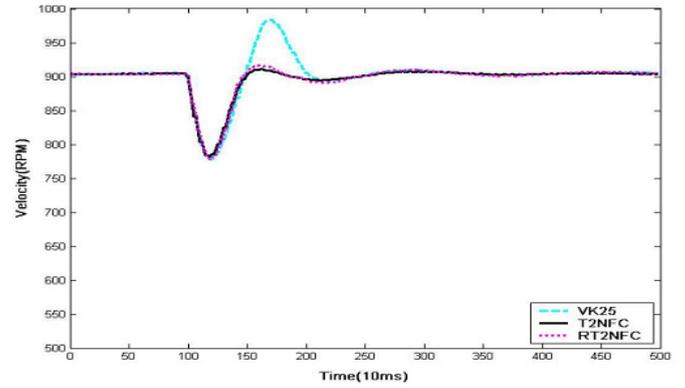
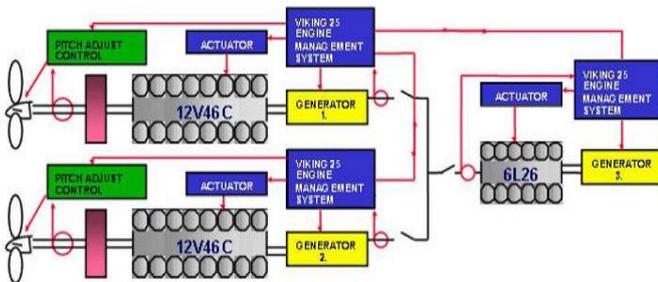
1. Pada tahun 1990 pertama kali dibuat mesin cuci dengan logika fuzzy di Jepang (Matsushita Electric Industrial Company). Sistem fuzzy digunakan untuk menentukan putaran yang tepat secara otomatis berdasarkan jenis dan banyaknya kotoran serta jumlah yang akan dicuci. Input yang digunakan adalah: seberapa kotor, jenis kotoran, dan banyaknya yang dicuci. Mesin ini menggunakan sensor optik, mengeluarkan cahaya ke air dan mengukur bagaimana cahaya tersebut sampai ke ujung lainnya. Makin kotor, maka sinar yang sampai makin redup. Disamping itu, sistem juga dapat menentukan jenis kotoran (daki atau minyak).
2. Transmisi otomatis pada mobil. Mobil Nissan telah menggunakan sistem fuzzy pada transmisi otomatis, dan mampu menghemat bensin 12 – 17%.
3. Kereta bawah tanah Sendai mengontrol pemberhentian otomatis pada area tertentu.
4. Ilmu kedokteran dan biologi, seperti sistem diagnosis yang didasarkan pada logika fuzzy, penelitian kanker, manipulasi peralatan prostetik yang didasarkan pada logika fuzzy, dll
5. Manajemen dan pengambilan keputusan, seperti

manajemen basisdata yang didasarkan pada logika fuzzy, tata letak pabrik yang didasarkan pada logika fuzzy, sistem pembuat keputusan di militer yang didasarkan pada logika fuzzy, pembuatan games yang didasarkan pada logika fuzzy, dll.

6. Ekonomi, seperti pemodelan fuzzy pada sistem pemasaran yang kompleks,
7. Klasifikasi dan pencocokan pola.
8. Psikologi, seperti logika fuzzy untuk menganalisis kelakuan masyarakat,
9. Ilmu-ilmu sosial, terutama untuk pemodelan informasi yang tidak pasti.
10. Ilmu lingkungan, seperti kendali kualitas air, prediksi cuaca, dll.
11. Teknik, seperti perancangan jaringan komputer, prediksi adanya gempa bumi, dll.
12. Riset operasi, seperti penjadwalan dan pemodelan, pengalokasian, dll.
13. Peningkatan kepercayaan, seperti kegagalan diagnosis, inspeksi dan monitoring produksi.

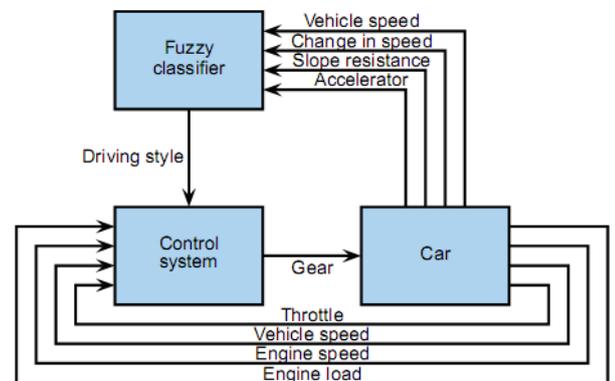
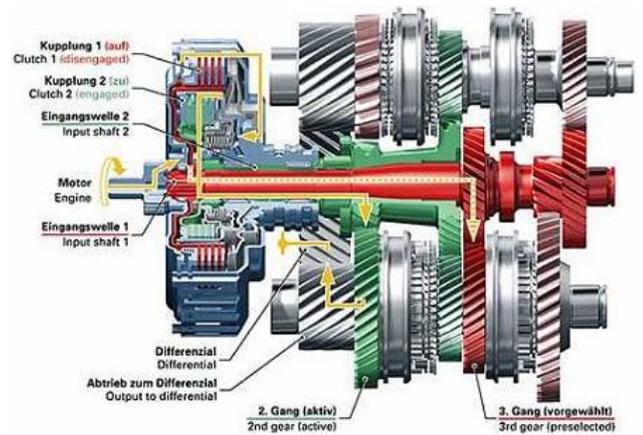
Contoh berikut adalah penerapan logika fuzzy pada beberapa sistem yang dibangun :

- A. Kontrol pada industri
Kontrol pada mesin diesel laut



- VK25 adalah sistem kontrol yang digunakan
- T2NFC dan RT2NFC keduanya adalah fuzzy
- Tipe-2 fuzzy set
- Menggunakan teknik defuzzifikasi yang berbeda

- B. Pengambilan keputusan manusia
Volkswagen Direct-Shift Gearbox



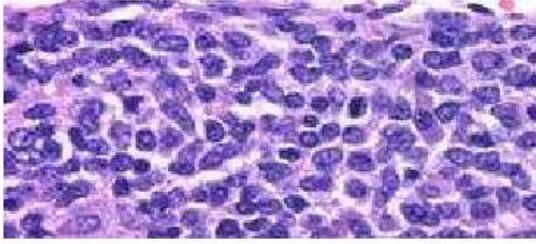
Ada 2 sistem fuzzy yang digunakan :

- Inter driving style
- Select gear

Pergantian gear berdasarkan :

- Sensor data
- Keputusan fuzzy didasarkan dari gaya mengemudi saat ini

C. Pengolahan Citra



Identifikasi wilayah pada gambar sebagai :

- Nuclei
- Lumen
- Cytoplasm

Klasifikasi :

- Set jumlah kelas $n = 3$
- Inisialisasi masing-masing deskripsi fuzzy
- Cari fuzzy set of n dengan nilai overlap terendah



Nuclei berwarna merah dan hitam, lumen berwarna hijau, dan cytoplasm berwarna kuning

III. KESIMPULAN

Berbagai penerapan logika fuzzy saat ini sudah meluas ke berbagai bidang terapan, seperti teknologi, kedokteran, biologi, manajemen, psikologi, dll. Logika fuzzy melakukan inferensi pada set fuzzy. Siasat perkembangan teknologi berikutnya adalah solusi terhadap keberagaman model yang akan berkembang.

REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi, "Diktat Kuliah IF2091: Struktur Diskrit", Penerbit ITB, 2008
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Fuzzy_logic.
Waktu akses : Desember 2010
- [3] <http://www.fuzzy-logic.com/>
- [4] Waktu akses : Desember 2010
<http://plato.stanford.edu/entries/logic-fuzzy/>
Waktu akses : Desember 2010
- [5] <http://www.dementia.org/~julied/logic/applications.html>
Waktu akses : Desember 2010

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 17 Desember 2010

ttd

M. Faisal Baehaki
13506108