

**LAPORAN
TUGAS KELOMPOK
MATA KULIAH LOGIKA FUZZY
FUZZY INFERENCE SYSTEM
DENGAN METODE SUGENO**



Disusun oleh :

1. Febri Adriansyah (G1A022049)
2. Muhammad Kevin Rinaldi (G1A022059)
3. Yebi Depriansyah (G1A022063)
4. MEZI (G1A022077)

Dosen Pengampu :

1. Endina Putri Purwandari, Dr., S.T., M.Kom

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BENGKULU**

2024

PENDAHULUAN

Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lofti A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy. Fuzzy secara bahasa diartikan kabur atau samar-samar. Logika fuzzy merupakan pengembangan dari logika tegas atau logika klasik. Perbedaan mendasar pada logika fuzzy yaitu terdapat pada rentang nilai kebenarannya. Pada logika tegas nilai kebenaran hanya terdapat dua kemungkinan yaitu merupakan suatu anggota himpunan atau tidak, benar atau salah, 0 atau 1. Sedangkan pada logika fuzzy, nilai kebenaran tergantung pada nilai keanggotaan yang dimilikinya. Nilai keanggotaan dalam fuzzy memiliki rentang nilai antara 0 sampai 1. Logika fuzzy adalah suatu cara yang menghubungkan antara ruang input menuju ruang output. Dalam teori fuzzy menyediakan mekanisme untuk mewakili suatu besaran menggunakan bahasa (linguistik) seperti "banyak", "rendah", "menengah", "sering", "sedikit". Sehingga dalam sistem keputusan, kesimpulan yang dihasilkan berbasis pada penalaran manusia.

Sistem Inferensi Fuzzy atau Fuzzy Inference System (FIS) dikenal sebagai sistem fuzzy berdasarkan aturan, model fuzzy, sistem pakar fuzzy, fuzzy associative memory. Sistem inferensi fuzzy merupakan inti utama dari sistem logika fuzzy. Sistem inferensi fuzzy merumuskan aturan yang sesuai yang berdasarkan keputusan yang dibuat. Hal ini didasarkan pada konsep teori himpunan fuzzy, aturan IF-THEN fuzzy, dan penalaran fuzzy. Sistem inferensi fuzzy menggunakan aturan "IF...THEN...", dan penghubung dalam pernyataan aturan menggunakan "OR" atau "AND" untuk membuat aturan yang diperlukan. Menurut Sivanandam, dkk, Sistem inferensi fuzzy terdiri dari antarmuka fuzzifikasi, aturan dasar, basis data, unit pengambilan keputusan, dan antarmuka.

METODE SUGENO

1. ANALISIS FIS SUGENO

Penggunaan dengan metode Sugeno hamper mirip dengan penalaran Mamdani, bedanya hanya dalam output (konsekuen) dimana sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan konstanta atau persamaan linear [3]. Metode TSK itu sendiri terdiri 2 model, yaitu : 1. Model fuzzy Sugeno Orde-Nol Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno Orde-Nol adalah : IF (x1 is A1) o (x2 is A2) o (x3 is A3) o ... o (xN is AN) THEN $z = k$. Dengan Ai adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen. 2. Model fuzzy Sugeno Orde-Satu Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno Orde-Satu adalah : IF (x1 is A1) o ... o (xN is AN) THEN $z = p_1 * x_1 + .. + p_N * x_N + q$ dengan Ai adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden dan pi adalah konstanta atau tegas ke-i dan q , merupakan konstanta dalam konsekuen. Fuzzy banyak digunakan dalam pendukung pengambilan keputusan seperti pada beberapa penelitian yang telah dilakukan yang diantaranya Muntaha, M. S. (2010) membahas tentang Penerapan Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menyeleksi Calon Siswa SMK Berdasarkan Hasil Test Menggunakan Metode Fuzzy di SMK Teratai Putih Global 1 Bekasi. Saleh, dkk (2011) membahas tentang fuzzy sistem pendukung keputusan untuk pengelolaan kanker payudara. Hapsari (2013) menyajikan aplikasi fuzzy inference system metode mamdani untuk pemilihan jurusan di perguruan tinggi. Mustafidah & Aryanto (2012) menyajikan sistem inferensi fuzzy untuk memprediksi prestasi belajar mahasiswa berdasarkan nilai ujian nasional, tes potensi akademik, dan motivasi belajar. Mustafidah & Suwarsito (2012) menjelaskan prediksi prestasi belajar mahasiswa berdasarkan motivasi, minat dan kedisiplinan menggunakan sistem inferensi fuzzy.

Menurut Sri Kusumadewi (2010), logika fuzzy sugeno secara umum di maknai sebagai berikut : Secara umum logika fuzzy sugeno adalah suatu logika yang digunakan untuk menghasilkan keputusan tunggal / crisp saat defuzzyfikasi, penggunaannya tergantung dari domain masalah yang terjadi. Dimana urutan prosesnya dimulai dari fuzzyfikasi, penerapan rule, defuzzyfikasi dan output. Fuzzy sugeno pertama kali diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Sehingga metode ini sering dinamakan dengan metode TSK (Takagi-Sugeno Kang). Dimana logika fuzzy sugeno memiliki persamaan bentuk dengan metode fuzzy mamdani hanya berbeda pada output. Menurut Cox (1994) Dalam Buku Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan Edisi Dua Karya Sri Kusumadewi Halaman 46, metode TSK ini terdiri dari 2 jenis yaitu:

- a) Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model fuzzy ini adalah : IF(x_1 is A_1)&(x_2 is A_2) &(x_3 is A_3) &...&(x_n is A_n) THEN $z=k$. Dengan A_1 sebagai himpunan fuzzy ke1 sebagai enteseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen

- b) Model Fuzzy Sugeno Orde-satu Secara umum bentuk model fuzzy sugeno orde-satu adalah : IF(x_1 is A_1)&(x_2 is A_2) &...&(x_n is A_n) THEN $z=p_1*x_1+...+p_n*x_n+q$. Dengan A_1 adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai enteseden, dan p_i adalah suatu konstan (tegas) ke-i dan q adalah konstanta dalam konsekuen. Apabila komposisi aturan menggunakan metode Sugeno maka defuzzifikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya.

2. DESAIN FIS SUGENO

Dalam desain *Fuzzy Inference System* dengan metode sugeno banyak langkah yang harus dilakukan yaitu meliputi:

1. Fuzzyfikasi

Proses mengubah data crisp input menjadi nilai fuzzy dengan menggunakan fungsi keanggotaan.

2. Penerapan Aturan

Dibuat aturan dengan cara IF-THEN yang mendefinisikan hubungan antara input dan output, sehingga hasil yang didapat nanti adalah linear atau konstanta.

3. Inference Engine

Mesin untuk menerapkan aturan fuzzy yang akan menghasilkan output nantinya.

4. Defuzzyfikasi

Kebalikan dari fuzzyfikasi, yaitu mengubah nilai fuzzy menjadi sebuah data dengan crisp input menggunakan rata rata terbobot.

Contoh Desain Sederhana :

Misalkan kita ingin membuat sistem kontrol kecepatan kipas berdasarkan dua parameter:

- Input 1: Suhu (Celsius)
- Input 2: Kelembaban (persen)

Output: Kecepatan Kipas (persen)

2. Tentukan Fungsi Keanggotaan untuk Input

Input harus dikategorikan dalam beberapa himpunan fuzzy Misalnya:

- Suhu:
- Rendah (0°C - 20°C)
- Sedang (15°C - 30°C)
- Tinggi (25°C - 40°C)

- Kelembaban:
- Rendah (0% - 40%)
- Sedang (30% - 60%)
- Tinggi (50% - 100%)

3. Tentukan Aturan Fuzzy (IF-THEN)

Misalkan kita menggunakan aturan sebagai berikut:

- Aturan 1: IF Suhu Tinggi AND Kelembaban Rendah, THEN Kecepatan Kipas = 80% (konstanta).
- Aturan 2: IF Suhu Sedang AND Kelembaban Sedang, THEN Kecepatan Kipas = 50% (konstanta).
- Aturan 3: IF Suhu Rendah AND Kelembaban Tinggi, THEN Kecepatan Kipas = 20% (konstanta).

4. Inference Engine (Mesin Inferensi)

Misalnya, jika suhu terdeteksi 28°C dan kelembaban 45%, sistem akan mengevaluasi aturan yang relevan, yaitu:

- Aturan 2 (Suhu Sedang, Kelembaban Sedang)

5. Defuzzifikasi

Jika aturan yang aktif adalah konstanta, proses ini lebih sederhana dan langsung memberikan nilai output tegas.

6. Contoh Kasus

Misalkan:

- Suhu yang terdeteksi = 28°C
- Kelembaban yang terdeteksi = 45%

Berdasarkan aturan yang sudah ditetapkan, Suhu 28°C masuk ke dalam kategori "Sedang", dan Kelembaban 45% masuk dalam kategori "Sedang". Maka aturan yang aktif adalah:

- IF Suhu Sedang AND Kelembaban Sedang, THEN Kecepatan Kipas = 50%.

Jadi, kecepatan kipas diatur menjadi 50%.

Kesimpulan:

Dalam metode Sugeno, desain FIS ini sangat praktis untuk digunakan karena outputnya berbentuk konstanta atau fungsi linear yang sederhana, sehingga proses defuzzifikasi lebih cepat dan efisien dibandingkan metode Mamdani yang lebih kompleks.

3. Studi Kasus FIS-Sugeno.

Kami menggunakan studi kasus tentang Sistem Pengendalian Suhu Ruangan dengan metode FIS Sugeno. Latar belakangnya adalah Sebuah gedung perkantoran ingin

mengimplementasikan sistem pengatur suhu ruangan yang cerdas untuk mengoptimalkan kenyamanan karyawan dan efisiensi energi. Tujuannya adalah merancang sistem kontrol suhu ruangan menggunakan FIS-Sugeno yang mempertimbangkan suhu saat ini dan jumlah orang dalam ruangan untuk menentukan pengaturan AC yang optimal.

Variabel inputnya terdiri dari:

- Suhu Ruangan (dalam °C)
- Jumlah Orang dalam Ruangan

Variabel outputnya terdiri dari

- Kekuatan AC (dalam persentase)

Dari study kasus ini kami berharap Sistem ini mampu menyesuaikan suhu ruangan secara otomatis berdasarkan kondisi saat ini dan sistem ini juga dapat meningkatkan efisiensi energi dibandingkan dengan sistem konvensional serta dapat meningkatkan kenyamanan karyawan di tempat kerja

Kesimpulan dari study kasus yang kami ambil ini adalah untuk mendemonstrasikan bagaimana FIS-Sugeno dapat diterapkan dalam sistem kontrol yang praktis. Dengan metode ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih halus dan adaptif dibandingkan dengan sistem on/off tradisional, sehingga dapat mengoptimalkan kenyamanan dan efisiensi energi.

4. Menyusun variabel input dan output berdasarkan studi kasus yang telah kami pilih.

Berikut ini adalah penyusunan Variabel Input dan Output yang sudah kami rancang:

a) Variabel Input:

Untuk suhu Ruangan (TR) kami membuatnya dengan satuan Celsius (°C), pada range antara 18°C - 30°C, dan untuk himpunan Fuzzynya kami membuatnya menjadi 3 bagian yaitu:

- Dingin (18°C - 23°C)
- Nyaman (21°C - 26°C)
- Hangat (24°C - 30°C)

Untuk Jumlah Orang (JO) kami membuatnya dengan satuan Orang, pada range antara 0 - 20 orang, dan untuk himpunan Fuzzynya kami membuatnya menjadi 3 bagian yaitu:

- Sedikit (0 - 5 orang)
- Sedang (3 - 10 orang)

- Banyak (8 - 20 orang)

Untuk Kelembaban Udara (KU) kami membuatnya dengan satuan Persen (%), pada range antara 30% - 80%, dan untuk Himpunan Fuzzynya kami membuatnya menjadi 3 bagian yaitu:

- Kering: 30% - 50%
- Normal: 40% - 60%
- Lembab: 50% - 80%

b) Variabel Output:

Untuk Kekuatan AC (KA) kami membuatnya dengan satuan Persen (%) pada range antara 0% - 100%. Karena ini menggunakan Metode Sugeno kami membuat orde-ordenya yaitu sebagai berikut:

- Untuk Sugeno Orde-0: Output berupa nilai konstan
- Untuk Sugeno Orde-1: Output berupa fungsi linear dari input

Dari variabel output yang sudah kami buatnya ini kami mengharapkan output yang benar dan berikut adalah salah satu fungsi output untuk Sugeno Orde-1 ($KA = a*TR + b*JO + c*KU + d$) di mana a, b, c, dan d adalah konstanta yang perlu ditentukan.

Dan setelah membuat variabel output dan input selanjutnya kami membuat representasi dari Fungsi Keanggotaannya:

1. Suhu Ruangan (TR):

- Dingin: Fungsi trapesium (18, 18, 21, 23)
- Nyaman: Fungsi segitiga (21, 23.5, 26)
- Hangat: Fungsi trapesium (24, 26, 30, 30)

2. Jumlah Orang (JO):

- Sedikit: Fungsi trapesium (0, 0, 3, 5)
- Sedang: Fungsi segitiga (3, 6.5, 10)
- Banyak: Fungsi trapesium (8, 10, 20, 20)

3. Kelembaban Udara (KU):

- Kering: Fungsi trapesium (30, 30, 40, 50)
- Normal: Fungsi segitiga (40, 50, 60)

- Lembab: Fungsi trapesium (50, 60, 80, 80)

Dari penyusunan variabel ini, kami memiliki dasar yang kuat untuk mengonstruksi aturan fuzzy dan mengimplementasikan sistem FIS-Sugeno untuk kontrol suhu ruangan yang adaptif dan efisien.

5. Konstruksikan penalaran IF-THEN sesuai studi kasus FIS-Sugeno.

Untuk Konstruksi Penalaran IF-THEN pada metode FIS-Sugeno kami akan menggunakan model Sugeno Orde-1, yang dimana output adalah fungsi linear dari variabel input. Dan berikut ini adalah beberapa Format umum aturan yang akan digunakan:

- IF (Suhu Ruangan is X) AND (Jumlah Orang is Y) AND (Kelembaban Udara is Z) THEN (Kekuatan AC = $aX + bY + cZ + d$)
- Di mana X, Y, dan Z adalah himpunan fuzzy, dan a, b, c, dan d adalah konstanta yang perlu ditentukan.

Setelah menentukan format aturannya selanjutnya kami membuat kontruksi aturan IF-THEN nya, dan kontruksi-kontruksi IF-THEN tersebut adalah sebagai berikut:

- IF (TR is Dingin) AND (JO is Sedikit) AND (KU is Kering) THEN
 $KA = 0.1*TR + 0.05*JO + 0.05*KU + 0$
- IF (TR is Dingin) AND (JO is Sedikit) AND (KU is Normal) THEN
 $KA = 0.15*TR + 0.1*JO + 0.1*KU + 5$
- IF (TR is Dingin) AND (JO is Sedang) AND (KU is Normal) THEN
 $KA = 0.2*TR + 0.15*JO + 0.1*KU + 10$
- IF (TR is Nyaman) AND (JO is Sedikit) AND (KU is Normal) THEN
 $KA = 0.25*TR + 0.1*JO + 0.15*KU + 15$
- IF (TR is Nyaman) AND (JO is Sedang) AND (KU is Normal) THEN
 $KA = 0.3*TR + 0.2*JO + 0.15*KU + 20$
- IF (TR is Nyaman) AND (JO is Banyak) AND (KU is Normal) THEN
 $KA = 0.35*TR + 0.25*JO + 0.2*KU + 25$
- IF (TR is Hangat) AND (JO is Sedang) AND (KU is Normal) THEN
 $KA = 0.4*TR + 0.3*JO + 0.2*KU + 30$
- IF (TR is Hangat) AND (JO is Banyak) AND (KU is Normal) THEN
 $KA = 0.45*TR + 0.35*JO + 0.25*KU + 35$
- IF (TR is Hangat) AND (JO is Banyak) AND (KU is Lembab) THEN

$$KA = 0.5*TR + 0.4*JO + 0.3*KU + 40$$

Penjelasan

1. Koefisien untuk TR (a) meningkat seiring dengan peningkatan suhu, hal itu menunjukkan bahwa AC perlu bekerja lebih keras pada saat suhu tinggi.
2. Koefisien untuk JO (b) meningkat dengan bertambahnya jumlah orang dalam ruangan, hal ini mengindikasikan kebutuhan pendinginan yang lebih besar seiring bertambahnya jumlah orang yang masuk ke dalam ruangan.
3. Koefisien untuk KU (c) meningkat saat kelembaban tinggi, menyimpulkan bahwa kebutuhan untuk mengurangi kelembaban.
4. Konstanta d meningkat secara progresif, memberikan dasaran yang lebih tinggi untuk situasi yang membutuhkan pendinginan yang lebih intensif.
5. Aturan ini mencakup berbagai kombinasi kondisi, memungkinkan sistem untuk merespon secara adaptif terhadap perubahan lingkungan yang terjadi didalam ruangan.

6. Kesimpulan, evaluasi hasil studi kasus dan karakteristik FIS-Sugeno.

Kesimpulan yang bisa kami ambil dari tugas kali ini adalah Implementasi FIS-Sugeno dalam sistem pengendalian suhu ruangan memungkinkan pendekatan yang lebih adaptif dan efisien dibandingkan sistem konvensional. Serta untuk penggunaan tiga variabel input (suhu ruangan, jumlah orang, dan kelembaban udara) memberikan kontrol yang lebih komprehensif terhadap kenyamanan termal. Dan juga untuk metode Sugeno Orde-1 memungkinkan output yang lebih halus dan presisi, menghindari perubahan drastis dalam pengaturan AC.

Setelah membuat tugas ini juga kami memiliki evaluasi, pertama Efektivitas dimana Sistem mampu menyesuaikan kekuatan AC berdasarkan kombinasi kompleks dari kondisi lingkungan dan Respon juga yang lebih halus terhadap perubahan kondisi dibandingkan sistem on/off tradisional.

Yang kedua adalah Efisiensi Energi dimana Potensi penghematan energi karena AC tidak selalu beroperasi pada kekuatan maksimum, Pengaturannya juga lebih tepat sasaran berdasarkan kebutuhan aktual ruangan.

Yang ketiga adalah Kenyamanan Pengguna dimana Kemampuan untuk mempertahankan kondisi yang nyaman dalam berbagai situasi serta dapat Menghindari fluktuasi suhu yang ekstrem yang sering terjadi pada sistem konvensional.

Yang keempat Fleksibilitas sehingga penggunaan mudah disesuaikan dengan menambah atau mengubah aturan fuzzy.

Yang kelima dapat diintegrasikan dengan sistem otomasi bangunan yang lebih besar.

Tantangan:

- Memerlukan kalibrasi awal yang cermat untuk menentukan koefisien yang optimal dalam aturan fuzzy.
- Mungkin memerlukan sensor tambahan untuk mengukur kelembaban dan menghitung jumlah orang.

Karakteristik FIS-Sugeno dalam Studi Kasus:

- a. Presisi Output: Output berupa fungsi linear dari input memungkinkan kontrol yang lebih halus. Menghindari discontinuities yang mungkin terjadi dalam metode Mamdani.
- b. Efisiensi Komputasi: Proses defuzzifikasi yang lebih sederhana karena output sudah dalam bentuk crisp. Dalam penggunaannya cocok untuk implementasi real-time dalam sistem kontrol.
- c. Interpretabilitas: Meskipun kurang intuitif dibandingkan Mamdani, aturan masih dapat diinterpretasikan secara linguistik serta hubungan input-output dapat dianalisis melalui koefisien dalam fungsi output.
- d. Adaptabilitas: Mudah diintegrasikan dengan teknik optimasi untuk menyesuaikan parameter sistem dan dapat dikombinasikan dengan metode pembelajaran mesin untuk peningkatan performa.
- e. Skalabilitas: Dapat menangani multiple input dengan baik tanpa meningkatkan kompleksitas komputasi secara signifikan.

Kesimpulan :

Metode FIS-Sugeno menunjukkan potensi yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan ke-efektivitas sistem pengendalian suhu pada ruangan. Karakteristiknya yang adaptif dan presisi memungkinkan pendekatan yang lebih canggih dalam manajemen lingkungan indoor. Meskipun implementasinya mungkin lebih kompleks dibandingkan sistem konvensional lainnya, manfaat jangka panjang yang diberikan dalam hal kenyamanan penggunaan dan efisiensi energi yang membuat pendekatan ini layak dipertimbangkan untuk sistem kontrol modern.