

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



Disusun oleh :

1. David Thimotius R (G1A022045)
2. Riolan Pratama (G1A022047)
3. Fadlan Dwi Febrio (G1A022051)
4. Areif Setiawan (G1A022055)

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 : $IF(x_1 \text{ is } A_1) \& (x_2 \text{ is } A_2) \& (x_3 \text{ is } A_3) \& \dots \& (x_n \text{ is } A_n) THEN z=k$. Dengan A_1 sebagai himpunan fuzzy ke-1 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 : $IF(x_1 \text{ is } A_1) \& (x_2 \text{ is } A_2) \& \dots \& (x_n \text{ is } A_n) THEN z=p_1 * x_1 + \dots + p_n * x_n + q$. Dengan A_1 adalah himpunan fuzzy ke-1 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

Sebagai studi kasus penerapan *Fuzzy Inference System (FIS) Sugeno*, kita akan mengambil contoh yang umum digunakan dalam industri keuangan, yaitu penentuan kelayakan kredit bagi nasabah di sebuah bank. Bank berusaha meminimalkan risiko gagal bayar dengan menilai apakah seorang nasabah layak atau tidak layak untuk mendapatkan pinjaman. Penilaian ini didasarkan pada berbagai faktor yang biasanya bersifat tidak pasti atau ambigu, seperti jumlah pendapatan dan jumlah pinjaman yang diajukan.

Dalam situasi seperti ini, *fuzzy logic* sangat berguna karena dapat menangani ketidakpastian dan ketidakjelasan yang sering muncul dalam penilaian subjektif. FIS Sugeno dipilih dalam studi kasus ini karena metode ini cocok digunakan ketika sistem memerlukan output yang pasti dan tidak ada rentang hasil yang ambigu. FIS Sugeno menghasilkan output berbentuk fungsi linier atau nilai konstan yang lebih sederhana dan langsung digunakan untuk pengambilan keputusan otomatis.

4. SUSUN VARIABEL INPUT DAN OUTPUT BERDASARKAN STUDI KASUS

A. Input:

Input adalah variabel yang digunakan untuk mengukur kondisi nasabah. Dalam hal ini, dua variabel input yang paling berpengaruh adalah:

- 1) Pendapatan Bulanan: Pendapatan yang diterima nasabah setiap bulannya. Ini merupakan variabel kuantitatif yang dapat dikategorikan menjadi tiga tingkat:
 - Rendah: Misalnya, pendapatan di bawah Rp 5 juta per bulan.
 - Sedang: Pendapatan antara Rp 5 juta sampai Rp 10 juta per bulan.
 - Tinggi: Pendapatan di atas Rp 10 juta per bulan.
- 2) Jumlah Pinjaman: Jumlah uang yang diajukan nasabah sebagai pinjaman. Ini juga merupakan variabel kuantitatif yang dikategorikan menjadi tiga tingkat:
 - Kecil: Pinjaman di bawah Rp 50 juta.
 - Sedang: Pinjaman antara Rp 50 juta sampai Rp 200 juta.

- Besar: Pinjaman di atas Rp 200 juta.

Kedua variabel ini dianggap saling berhubungan, karena nasabah dengan pendapatan rendah mungkin kurang layak mendapatkan pinjaman dalam jumlah besar, sementara nasabah dengan pendapatan tinggi mungkin lebih layak, bahkan untuk pinjaman dalam jumlah besar.

B. Output:

Output dari sistem FIS ini adalah keputusan terkait kelayakan kredit, yang dapat diukur secara diskrit. Dalam hal ini, output adalah kelayakan kredit yaitu sebuah keputusan apakah nasabah layak atau tidak untuk menerima kredit, dengan dua kategori:

- Layak: Nasabah diizinkan untuk menerima pinjaman.
- Tidak Layak: Nasabah ditolak untuk menerima pinjaman.

Kelayakan kredit akan ditentukan berdasarkan aturan-aturan yang menghubungkan input (pendapatan dan jumlah pinjaman) dengan output (layak atau tidak layak).

5. KONSTRUKSI PENALARAN IF-THEN BERDASARKAN STUDI KASUS

Dalam studi kasus ini, konstruksi aturan IF-THEN berbasis logika fuzzy Sugeno digunakan untuk menghubungkan variabel input (pendapatan bulanan dan jumlah pinjaman) dengan output (kelayakan kredit). Aturan-aturan ini memungkinkan sistem untuk menentukan kelayakan kredit nasabah berdasarkan kondisi keuangan mereka.

Berikut merupakan beberapa aturan yang dapat digunakan:

- Aturan 1:
 - IF Pendapatan Rendah AND Jumlah Pinjaman Besar
 - THEN Kelayakan Kredit = Tidak Layak.
- Aturan 2:
 - IF Pendapatan Rendah AND Jumlah Pinjaman Sedang
 - THEN Kelayakan Kredit = Tidak Layak.
- Aturan 3:
 - IF Pendapatan Rendah AND Jumlah Pinjaman Kecil
 - THEN Kelayakan Kredit = Layak.
- Aturan 4:
 - IF Pendapatan Sedang AND Jumlah Pinjaman Besar

- THEN Kelayakan Kredit = Tidak Layak.
- Aturan 5:
 - IF Pendapatan Sedang AND Jumlah Pinjaman Sedang
 - THEN Kelayakan Kredit = Layak.
- Aturan 6:
 - IF Pendapatan Sedang AND Jumlah Pinjaman Kecil
 - THEN Kelayakan Kredit = Layak.
- Aturan 7:
 - IF Pendapatan Tinggi AND Jumlah Pinjaman Besar
 - THEN Kelayakan Kredit = Layak.
- Aturan 8:
 - IF Pendapatan Tinggi AND Jumlah Pinjaman Sedang
 - THEN Kelayakan Kredit = Layak.
- Aturan 9:
 - IF Pendapatan Tinggi AND Jumlah Pinjaman Kecil
 - THEN Kelayakan Kredit = Layak.

Aturan-aturan tersebut disusun berdasarkan logika bahwa nasabah dengan pendapatan rendah lebih mungkin untuk tidak layak mendapatkan pinjaman dalam jumlah besar, sementara nasabah dengan pendapatan tinggi lebih layak mendapatkan pinjaman, bahkan dalam jumlah besar.

Setelah aturan-aturan ini diterapkan, proses defuzzifikasi akan dilakukan untuk menghasilkan output tegas, yaitu apakah nasabah layak atau tidak layak mendapatkan kredit.

6. KESIMPULAN, EVALUASI HASIL STUDI KASUS DAN KARAKTERISTIK

- Kesimpulan:

Metode Fuzzy Inference System (FIS) Sugeno adalah teknik yang efisien dalam pengambilan keputusan, terutama dalam situasi yang melibatkan data yang bersifat ambigu dan tidak pasti, seperti penilaian kelayakan kredit nasabah di bank. Dengan memanfaatkan aturan IF-THEN berbasis fuzzy, sistem dapat memberikan keputusan yang lebih fleksibel dan realistis, sesuai dengan kondisi keuangan nasabah. Kelebihan

metode Sugeno dibanding metode Mamdani adalah proses defuzzifikasi yang lebih cepat dan sederhana karena output yang dihasilkan berupa konstanta atau fungsi linier.

Studi kasus ini menunjukkan bahwa FIS Sugeno sangat cocok digunakan dalam situasi yang memerlukan keputusan pasti dan sederhana, seperti penentuan kelayakan kredit. Dengan dua variabel input (pendapatan bulanan dan jumlah pinjaman), serta aturan-aturan yang disusun secara logis, sistem dapat menentukan apakah seorang nasabah layak atau tidak layak menerima pinjaman.

- Evaluasi Hasil Studi:
 - Nasabah dengan pendapatan rendah memiliki kemungkinan besar untuk tidak layak mendapatkan pinjaman, terutama jika jumlah pinjaman yang diajukan tinggi.
 - Nasabah dengan pendapatan tinggi lebih sering dinilai layak untuk mendapatkan pinjaman, bahkan untuk jumlah pinjaman yang besar.
 - Aturan yang disusun berhasil menangkap hubungan antara pendapatan dan jumlah pinjaman dengan kelayakan kredit, sehingga dapat membantu bank dalam membuat keputusan yang lebih terinformasi dan akurat.
- Karakteristik FIS Sugeno:
 - Defuzzifikasi yang Sederhana: Proses defuzzifikasi dalam metode Sugeno sangat sederhana karena outputnya berupa konstanta atau persamaan linier. Hal ini membuat metode ini lebih cepat dan efisien dibandingkan metode fuzzy lainnya, seperti Mamdani.
 - Keputusan Pasti: Metode Sugeno menghasilkan output tegas yang langsung dapat digunakan dalam pengambilan keputusan, tanpa adanya ambiguitas atau interpretasi lebih lanjut.
 - Cocok untuk Sistem Real-Time: Karena kecepatan dan kesederhanaannya, FIS Sugeno sangat cocok digunakan dalam sistem yang memerlukan keputusan cepat dan langsung, seperti sistem penilaian kelayakan kredit.