

**Laporan Tugas Besar Dasar Kecerdasan Artifisial
Analisis Kinerja Kendaraan Jenis Mobil Tahun 2019 - 2020 Berdasarkan
Kapasitas Mesin, Efisiensi Bahan Bakar, dan Harga Dengan Sistem Fuzzy**



Disusun Oleh:

Kelompok 7 / IF-47-10

Anggota:

Rafid Al Afif Khumaini - 103012300200

Faisal Surya Saputra - 103012330152

Danang Setiyoadi - 103012300233

Hanif Haidar Fathin Mumtaz - 103012300072

PROGRAM STUDI S1 INFORMATIKA

FAKULTAS INFORMATIKA

UNIVERSITAS TELKOM

BANDUNG

2025

a. Pendahuluan

Dalam dunia otomotif, penilaian terhadap kinerja kendaraan menjadi faktor penting dalam proses pengambilan keputusan, baik oleh konsumen, produsen, maupun pihak penjual mobil bekas. Namun, proses ini tidak sederhana. Penilaian kinerja biasanya bergantung pada sejumlah parameter seperti kapasitas mesin (engine), efisiensi bahan bakar (mileage), dan harga jual (price). Masing-masing parameter ini tidak memiliki hubungan linier dan pasti terhadap kinerja, serta sering kali dinilai secara subjektif dan berbasis intuisi.

Masalah utama yang ingin diselesaikan dalam proyek ini adalah bagaimana mengubah penilaian subjektif menjadi sistem evaluasi yang terstruktur dan dapat dijalankan oleh mesin. Dalam hal ini, diperlukan metode yang dapat mengakomodasi ketidakpastian, ambigu, dan data linguistik misalnya “tinggi”, “sedang”, “rendah” dalam parameter penilaian.

Logika fuzzy, khususnya metode Mamdani dan Sugeno, merupakan solusi yang sesuai karena keduanya mampu mengubah input linguistik menjadi output numerik atau klasifikasi. Oleh karena itu, dalam proyek ini dikembangkan sebuah sistem fuzzy berbasis Mamdani dan Sugeno untuk mengukur dan mengklasifikasikan kinerja kendaraan dari data mobil bekas tahun 2019–2020 yang diperoleh dari situs *CarDekho*.

Tujuan dari proyek ini adalah untuk:

1. Membangun dua model fuzzy (Mamdani dan Sugeno) berdasarkan parameter engine, mileage, dan price.
2. Membandingkan hasil penilaian kinerja dari kedua metode.
3. Mengevaluasi seberapa besar perbedaan dan kesesuaian antara hasil klasifikasi Sugeno terhadap Mamdani.

Dengan adanya sistem ini, diharapkan proses penilaian kinerja kendaraan menjadi lebih objektif, transparan, dan terstandarisasi, serta dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih rasional dalam sektor otomotif.

b. Metode

1. Paparan, statistik, dan sumber dari dataset yang digunakan

Dataset diambil dari situs <https://www.cardekho.com/> via Kaggle dengan judul “Used Car Data Set” pada file “Car details v3.csv” yang telah difiltrasi rentang tahun 2019 - 2020 untuk menghindari penumpukan data dan

kemudian diletakkan pada file baru dengan nama file “Car_details_2019_2020.csv”.

Dataset ini berisi berbagai atribut mobil seperti merk, model, tahun produksi, kapasitas mesin, efisiensi bahan bakar, harga jual, dan sebagainya. Namun, dalam proyek ini hanya digunakan 3 atribut utama yaitu kapasitas mesin (cc), konsumsi bahan bakar (kmpl), dan harga jual mobil (INR) pada data mobil produksi tahun 2019 hingga 2020.

Langkah-langkah awal:

1. Jumlah data awal: 7917+ baris dan 13 kolom (data mentah sebelum filter)
 2. Filter data: hanya data dengan “year” antara 2019–2020
 3. Kolom yang digunakan:
 - a. engine: kapasitas mesin (dalam cc)
 - b. mileage: konsumsi bahan bakar (dalam km/liter)
 - c. selling_price: harga jual mobil (dalam Rupiah)
 - d. name: nama mobil (digunakan untuk identifikasi, bukan untuk pemrosesan fuzzy)
2. Paparan pre-processing dataset

Agar dataset siap digunakan dalam sistem fuzzy, dilakukan beberapa tahap pre-processing sebagai berikut:

1. Filter Tahun Produksi:

Hanya mobil yang diproduksi antara tahun 2019 hingga 2020 yang dipilih, karena dianggap paling relevan terhadap kondisi pasar saat ini.
2. Pembersihan Nilai Kosong:

Semua baris yang memiliki nilai kosong pada kolom “engine”, “mileage”, atau “selling_price” dihapus menggunakan dropna() untuk menghindari error saat proses numerik dan inferensi fuzzy.
3. Pembersihan Satuan:

Data pada kolom engine dan mileage semula berbentuk string seperti “1248 CC” atau “18.9”. Nilai-nilai ini telah dibersihkan.
4. Konversi Tipe Data ke Numerik:

Setelah dibersihkan, kolom-kolom dikonversi ke tipe numerik.
5. Seleksi Fitur Yang Digunakan:

Setelah data bersih, hanya fitur “engine”, “mileage”, dan “selling_price” yang dipertahankan sebagai input untuk sistem fuzzy.

Kolom "name" disertakan sebagai referensi mobil saat interpretasi hasil.

6. Penyimpanan Dataset Siap Pakai:

Dataset akhir disimpan ke file "Car_details_2019_2020.csv" agar mudah digunakan ulang tanpa perlu melakukan preprocessing ulang.

3. Penjelasan mengenai rancangan dua metode yang digunakan: jumlah nilai linguistik untuk setiap atribut, fungsi keanggotaan, batas-batas nilai linguistik, Fuzzy rule

a. Jumlah Nilai Linguistik untuk Setiap Atribut

Dalam sistem fuzzy yang dibangun, digunakan tiga variabel input, yaitu:

- i. Engine (Kapasitas Mesin)
- ii. Mileage (Efisiensi BBM)
- iii. Price (Harga Jual)

Dan satu variabel output yaitu:

- iv. Performance (Kinerja Kendaraan)

Setiap variabel memiliki tiga nilai linguistik, yaitu *Low (rendah)*, *Medium (sedang)*, dan *High (tinggi)*. Oleh karena itu, kombinasi dari ketiga input menghasilkan $3 \times 3 \times 3 = 27$ aturan fuzzy.

b. Fungsi Keanggotaan dan Batas Nilai Linguistik

Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi **segitiga** (trimf) karena lebih sederhana dan cukup representatif terhadap pola distribusi data. Berikut adalah rentang nilai untuk masing-masing linguistik:

i. Engine:

1. Small: [750, 999, 1400]
2. Medium: [1300, 1800, 2300]
3. Large: [2100, 2999, 3000]

ii. Mileage:

1. Low: [5, 10.75, 15]
2. Medium: [14, 20, 26]
3. High: [25, 33.4, 34.1]

iii. Price:

1. Low: [200000, 400000, 800000]
2. Medium: [700000, 1200000, 2500000]
3. High: [2400000, 4000000, 7500000]

- iv. Performance (Output):
 - 1. Low: [0, 0, 40]
 - 2. Medium: [30, 50, 70]
 - 3. High: [60, 100, 100]
- c. Fuzzy Rule (Aturan Fuzzy)

Terdapat total 27 aturan fuzzy yang disusun berdasarkan kombinasi nilai linguistik dari ketiga input. Contoh beberapa aturan:

 - i. Jika *engine* small dan *mileage* low dan *price* low, maka *performance* low.
 - ii. Jika *engine* medium dan *mileage* high dan *price* medium, maka *performance* high.
 - iii. Jika *engine* large dan *mileage* medium dan *price* high, maka *performance* high.

Aturan-aturan ini dibuat dengan mempertimbangkan logika praktis dari penilaian kendaraan. Misalnya, kendaraan dengan mesin besar, efisiensi tinggi, dan harga mahal diasumsikan memiliki kinerja tinggi.

c. Hasil dan analisis

Membandingkan dan menganalisis kinerja fuzzy system untuk kedua metode.

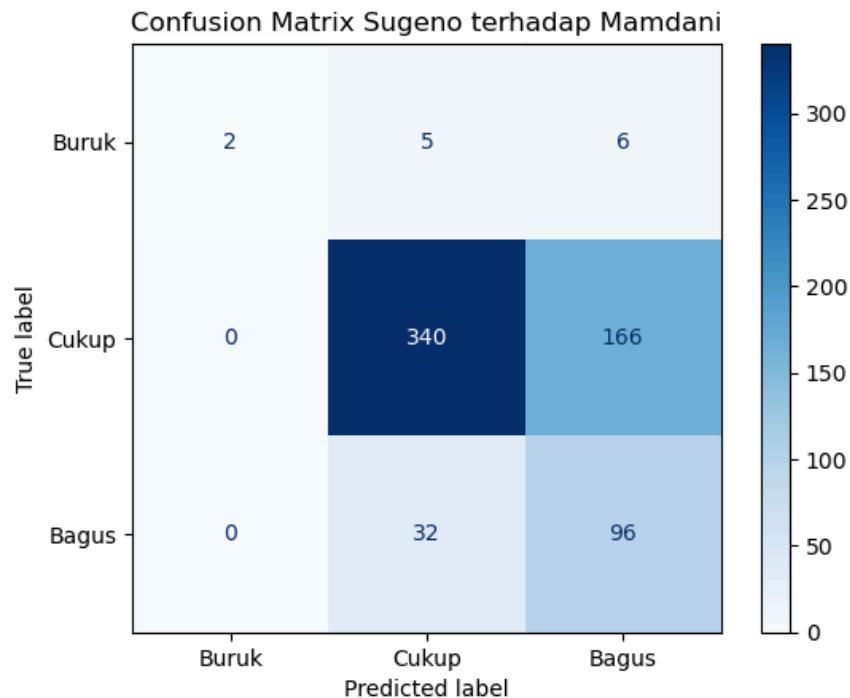
- a. Implementasi dan Simulasi

Dua pendekatan fuzzy system, yaitu Metode Mamdani dan Metode Sugeno, telah diimplementasikan untuk menilai kinerja kendaraan berdasarkan tiga variabel input: *engine*, *mileage*, dan *selling price*. Output dari sistem adalah skor kinerja kendaraan dalam rentang 0–100, yang kemudian diklasifikasikan menjadi tiga label:

 - i. Buruk (0-39)
 - ii. Cukup (40-69)
 - iii. Bagus (70-100)
- b. Hasil Perhitungan

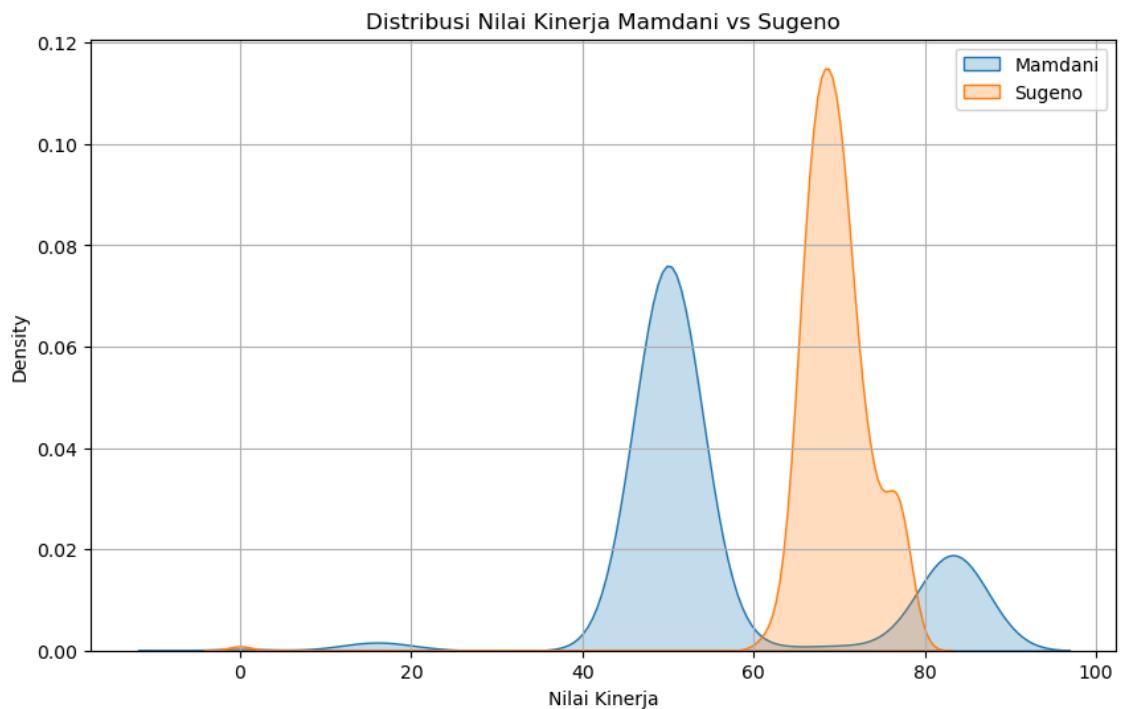
Sistem diuji menggunakan data kendaraan hasil pra-pemrosesan dari dataset *CarDekho*. Skor Mamdani diperoleh melalui defuzzifikasi *centroid*, sedangkan Sugeno menggunakan weighted average dari output linear.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa Sugeno cenderung memberikan nilai kinerja yang lebih tinggi dibanding Mamdani. Hal ini diperkuat oleh visualisasi distribusi dan confusion matrix berikut.
- c. Visualisasi dan Evaluasi
 - i. Confusion Matrix Sugeno terhadap Mamdani



1. Matrix di atas membandingkan label klasifikasi Sugeno terhadap label Mamdani (dianggap sebagai referensi).
2. Sebagian besar data diklasifikasikan sebagai Cukup oleh kedua metode (340 data).
3. Namun, terlihat bahwa Sugeno cenderung mengklasifikasikan lebih banyak kendaraan sebagai Bagus (misalnya, 166 data yang Mamdani nilai "Cukup", dinilai "Bagus" oleh Sugeno).
4. Hanya sedikit data yang diklasifikasikan sebagai "Buruk".

ii. Distribusi Nilai Kinerja



1. Grafik distribusi memperlihatkan bahwa:
 - a. Mamdani menghasilkan dua puncak, yaitu di kisaran 40–60 dan 75–85.
 - b. Sugeno memiliki distribusi lebih sempit dan cenderung tinggi di kisaran 65–75.
2. Ini menunjukkan Sugeno menghasilkan nilai yang lebih optimistik dan konsisten, sedangkan Mamdani lebih menyebar dan konservatif.
- d. Evaluasi Kuantitatif
Dilakukan perhitungan akurasi dan F1-score untuk menilai seberapa dekat Sugeno meniru klasifikasi Mamdani:
 - i. Accuracy: 0.6770
 - ii. F1 Score (Weighted): 0.7036

Artinya, sekitar 68% prediksi Sugeno sesuai dengan Mamdani, dan klasifikasi Sugeno memiliki performa sedang terhadap standar Mamdani.

d. Kesimpulan

Berdasarkan implementasi dan evaluasi sistem fuzzy dengan metode Mamdani dan Sugeno untuk menilai kinerja kendaraan tahun produksi 2019–2020 berdasarkan kapasitas mesin, efisiensi bahan bakar, dan harga jual, diperoleh beberapa kesimpulan penting sebagai berikut:

- a. Kedua metode mampu mengklasifikasikan kinerja kendaraan dengan pendekatan berbasis linguistik, yang dapat mengatasi ketidakpastian dan ketidakteraturan data numerik dalam pengambilan keputusan.
- b. Metode Mamdani menghasilkan nilai kinerja yang lebih tersebar dan konservatif, dengan dua puncak distribusi yang menunjukkan sensitivitas terhadap variasi kombinasi input.
- c. Metode Sugeno cenderung memberikan nilai yang lebih tinggi dan konsisten, dengan distribusi nilai yang sempit pada kisaran 65–75. Hal ini mengindikasikan bahwa Sugeno lebih stabil, namun cenderung overestimasi kinerja kendaraan dibanding Mamdani.
- d. Dari evaluasi menggunakan confusion matrix dan metrik klasifikasi:
 - i. Accuracy Sugeno terhadap Mamdani sebesar 67.7%
 - ii. F1 Score Weighted sebesar 70.36%
Hal ini menunjukkan bahwa hasil Sugeno relatif mendekati hasil Mamdani, namun tidak identik.
- e. Perbedaan pendekatan defuzzifikasi antara kedua metode menjadi faktor utama dalam perbedaan hasil:
 - i. Mamdani menggunakan defuzzifikasi *centroid* berbasis aturan fuzzy penuh,
 - ii. Sugeno menggunakan *weighted average* dari output linear.
- f. Pemilihan metode fuzzy sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi:
 - i. Mamdani cocok untuk sistem dengan kompleksitas aturan tinggi dan membutuhkan transparansi dalam pengambilan keputusan.
 - ii. Sugeno cocok untuk sistem yang membutuhkan kecepatan, efisiensi komputasi, dan output numerik yang stabil.

Secara keseluruhan, proyek ini menunjukkan bahwa sistem fuzzy dapat digunakan secara efektif untuk mengklasifikasikan kinerja kendaraan, dan perbandingan Mamdani vs Sugeno memberikan wawasan tentang kelebihan dan keterbatasan masing-masing pendekatan dalam konteks data kendaraan modern.