

# **Prediksi Cuaca Harian Indonesia Menggunakan Fuzzy Inference: Mamdani dan Sugeno**

MATA KULIAH DASAR KECERDASAN ARTIFICIAL



Kelas: IF-47-08

Oleh:

Nabila Putri Azhari (103012300316)

Jeany Ferliza Nayla (103012300357)

**FAKULTAS INFORMATIKA  
TELKOM UNIVERSITY BANDUNG  
2025**

# DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>2</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>3</b>
A. Latar Belakang.....	3
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Project.....	3
D. Manfaat Project.....	3
<b>TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>METODOLOGI.....</b>	<b>4</b>
A. Pengumpulan dan Persiapan Dataset.....	4
B. Perancangan Sistem Fuzzy Inference.....	5
1. Fuzzy Inference System Mamdani.....	5
2. Fuzzy Inference System Sugeno.....	6
C. Integrasi Model Machine Learning (ML) Sebagai Pembanding.....	6
1. Random Forest.....	6
D. Evaluasi Model.....	6
E. Visualisasi dan Analisis Hasil.....	7
F. Tools dan Teknologi.....	7
<b>KESIMPULAN.....</b>	<b>7</b>

# PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki iklim tropis dengan curah hujan yang tinggi dan pola cuaca yang sangat dinamis. Perubahan cuaca yang cepat dan tidak terduga dapat berdampak pada berbagai sektor, seperti pertanian, transportasi, dan pariwisata. Oleh karena itu, prediksi cuaca yang akurat menjadi penting sebagai bentuk mitigasi risiko.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memodelkan ketidakpastian dalam data iklim adalah sistem inferensi fuzzy (Fuzzy Inference System/FIS). Dua pendekatan populer dalam FIS adalah metode **Mamdani** dan **Sugeno**, yang telah banyak digunakan untuk sistem pengambilan keputusan berbasis logika kabur.

## B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana membangun sistem prediksi cuaca harian di Indonesia menggunakan metode Fuzzy Mamdani dan Sugeno?
2. Sejauh mana akurasi prediksi cuaca yang dihasilkan oleh kedua metode tersebut?
3. Metode mana yang lebih unggul antara Mamdani dan Sugeno dalam konteks prediksi cuaca harian?

## C. Tujuan Project

1. Mengembangkan sistem prediksi cuaca harian menggunakan metode FIS Mamdani dan Sugeno.
2. Membandingkan performa kedua metode dalam hal akurasi dan efisiensi prediksi.
3. Memberikan rekomendasi metode yang lebih sesuai untuk aplikasi prediksi cuaca di Indonesia.

## D. Manfaat Project

1. Memberikan alternatif metode prediksi cuaca yang lebih adaptif terhadap ketidakpastian.
2. Membantu masyarakat dan sektor-sektor vital seperti pertanian dan transportasi dalam pengambilan keputusan berbasis prediksi cuaca.
3. Menjadi referensi awal dalam pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis logika fuzzy di bidang meteorologi.

## TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Pustaka kami berasal dari beberapa penelitian sebelumnya yang telah mengeksplorasi penggunaan metode fuzzy untuk prediksi cuaca:

- **Kurniawan et al. (2019)** menggunakan metode Mamdani untuk prediksi curah hujan di Jawa Barat. Hasilnya menunjukkan bahwa metode fuzzy dapat memberikan estimasi yang cukup baik pada data cuaca historis.
- **Astuti & Wijaya (2020)** membandingkan metode Sugeno dan Mamdani untuk prediksi kelembapan udara dan menunjukkan bahwa Sugeno memberikan hasil yang lebih akurat dalam beberapa kasus karena kemampuannya untuk menangani fungsi output linier.
- **Prasetyo et al. (2022)** menggabungkan logika fuzzy dengan machine learning dalam rangka prediksi cuaca harian di Surabaya dan menyimpulkan bahwa integrasi metode fuzzy dengan data historis dapat meningkatkan akurasi prediksi.

Dari tinjauan tersebut, dapat disimpulkan bahwa kedua metode memiliki kelebihan masing-masing tergantung pada konteks dan karakteristik data. Maka dari itu, penting dilakukan studi komparatif dalam konteks iklim Indonesia.

## METODOLOGI

### A. Pengumpulan dan Persiapan Dataset

#### 1. Sumber Data:

Dataset cuaca harian Indonesia diambil dari Kaggle melalui tautan:

<https://www.kaggle.com/datasets/greegtitan/indonesia-climate>

#### 2. Isi Dataset:

Dataset mencakup variabel-variabel seperti:

- a. Tanggal Pengamatan
- b. Lokasi (kota atau provinsi)
- c. Suhu maksimum dan minimum harian (°C)
- d. Curah hujan (mm)
- e. Kelembaban relatif (%)
- f. Kecepatan angin (km/h)
- g. Tekanan udara (hPa)

#### 3. Langkah Persiapan Data:

A. Load Dataset: Menggunakan pandas untuk membaca file CSV.

B. Data Cleaning:

- Menghapus atau mengisi data kosong dengan interpolasi/statistik (mean/median).
- Menyaring data yang tidak valid (misalnya suhu ekstrem yang tidak masuk akal).

### C. Feature Engineering:

Membuat fitur baru seperti:

- *Daily Temperature Range* = Suhu maksimum - Suhu minimum
- *Rain Binary* = Apakah hujan terjadi (curah hujan > 0 mm)
- Konversi kolom tanggal ke fitur waktu (bulan, hari, musim).

### D. Normalisasi:

Skala fitur numerik agar cocok untuk model machine learning (MinMaxScaler/StandardScaler).

### E. Split Dataset:

Bagi data menjadi training (80%) dan testing (20%).

## B. Perancangan Sistem Fuzzy Inference

### 1. Fuzzy Inference System Mamdani

- **Input:** Suhu rata-rata, kelembaban, dan curah hujan
- **Output:** Kategori Cuaca (misal: Cerah, Berawan, Hujan Ringan, Hujan Lebat)
- **Langkah:**
  1. Input Data
  2. Fuzzifikasi: Mengubah nilai numeric menjadi nilai fuzzy (Contoh: suhu 30C = tinggi dengan nilai 0.8)
  3. Evaluasi Rule Base: Menjalankan semua aturan IF-THEN fuzzy
  4. Inferensi: Menggabungkan hasil semua aturan menjadi output fuzzy gabungan
  5. Defuzzifikasi: Mengkonversi hasil fuzzy dengan rumus dasar;

$$z = \frac{\int x \cdot \mu(x) dx}{\int \mu(x) dx}$$

Di mana:

- $\mu(x)$  = derajat keanggotaan fuzzy terhadap nilai x
- x = nilai pada domain output
- z = nilai output hasil defuzzifikasi

### 6. Output prediksi

## 2. Fuzzy Inference System Sugeno

- **Input dan Output** sama dengan Mamdani.
- **Perbedaan utama:**
  - Fungsi output berupa linier atau konstan.
  - Defuzzifikasi menggunakan *weighted average*.
- Cocok untuk sistem prediksi numerik karena lebih cepat dan efisien secara komputasi.
- Langkah:
  1. Input Data
  2. Fuzzifikasi: Mengubah nilai numeric menjadi nilai fuzzy (Contoh: suhu 30C = tinggi dengan nilai 0.8)
  3. Evaluasi Rule Base: Menjalankan semua aturan IF-THEN yang menggunakan formula matematis pada bagian THEN . (Contoh: IF suhu “tinggi” AND kelembaban “tinggi” THEN  $y = 0.4 \times \text{suhu} + 0.6 \times \text{kelembaban} + 3$ )
  4. Perhitungan Output

## C. Integrasi Model Machine Learning (ML) Sebagai Pembanding

Untuk meningkatkan akurasi dan memberikan evaluasi komprehensif, model ML berikut akan digunakan sebagai pembanding terhadap FIS:

### 1. Random Forest

- Kumpulan dari banyak decision tree.
- Menangani overfitting dan noise lebih baik daripada decision tree tunggal.

### 2. Light GBM

- LightGBM dirancang untuk memproses data besar dengan sangat cepat dan efisien, sehingga cocok digunakan untuk dataset cuaca harian yang memiliki banyak fitur dan entri.
- menghasilkan model prediksi yang sangat akurat, seringkali melebihi model pohon keputusan biasa atau algoritma klasifikasi lain.

## D. Evaluasi Model

Model (baik fuzzy maupun ML) akan dievaluasi menggunakan metrik:

- Akurasi
- Precision, Recall, F1-Score
- Confusion Matrix

## **E. Visualisasi dan Analisis Hasil**

1. Grafik perbandingan hasil prediksi vs data aktual.
2. Heatmap confusion matrix untuk klasifikasi cuaca.
3. Bar chart error dari masing-masing model.
4. Analisis kelebihan dan kelemahan dari FIS vs ML berdasarkan performa.

## **F. Tools dan Teknologi**

- Bahasa Pemrograman: Python
- Rencana Penggunaan Library:
  - sklearn (ML models, metrics)
  - numpy, pandas (data handling)
  - matplotlib, seaborn (visualisasi)
  - scikit-fuzzy (FIS implementation)
  - tensorflow atau keras (untuk ANN)

## **KESIMPULAN**

Tugas besar ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem prediksi cuaca harian Indonesia dengan memanfaatkan pendekatan kecerdasan artifisial, khususnya metode Fuzzy Inference System (FIS) tipe Mamdani dan Sugeno, serta model pembandingan berbasis machine learning seperti Random Forest dan LightGBM. Penerapan FIS terbukti mampu menangani data yang bersifat tidak pasti dan linguistik, sementara model ML menunjukkan keunggulan dalam efisiensi dan akurasi numerik.

Melalui proses pengolahan data, pemodelan, dan evaluasi performa, proyek ini memberikan pemahaman menyeluruh tentang bagaimana berbagai pendekatan AI dapat diterapkan pada permasalahan nyata seperti prediksi cuaca. Dengan demikian, tugas besar ini tidak hanya mendemonstrasikan penerapan konsep dasar AI, tetapi juga memberikan pengalaman praktis dalam pemodelan, evaluasi, dan perbandingan metode kecerdasan artifisial.

## REFERENSI

Kurniawan, D., Haryanto, D., & Susilo, R. (2019). *Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani*. Jurnal Informatika, 15(2), 85-92.

Astuti, R. & Wijaya, H. (2020). *Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani dan Sugeno untuk Prediksi Kelembaban Udara*. Jurnal Sains dan Informatika, 6(1), 25–31.

Prasetyo, D., Nugroho, R. A., & Saraswati, P. (2022). *Penerapan Fuzzy dan Machine Learning dalam Prediksi Cuaca Harian di Surabaya*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi.

Ross, T. J. (2010). *Fuzzy Logic with Engineering Applications* (3rd ed.). Wiley.

Kaggle (2023). *Indonesia Climate Dataset*. Diakses dari:  
<https://www.kaggle.com/datasets/greegtitan/indonesia-climate>

Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., et al. (2011). *Scikit-learn: Machine Learning in Python*. Journal of Machine Learning Research, 12, 2825–2830.