

## Presentation

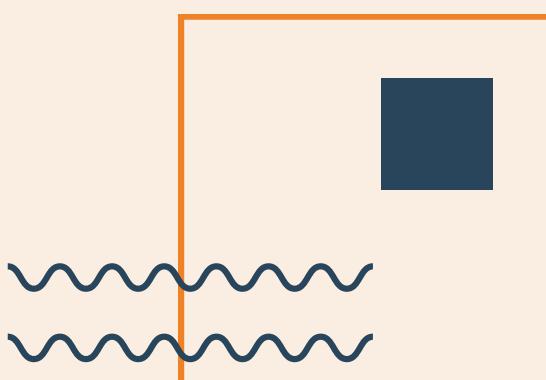
# **ANALISIS VOLUME SAMPAH DI KABUPATEN/KOTA INDONESIA TAHUN 2023 DENGAN PENDEKATAN SISTEM FUZZY**

KELOMPOK 3 S1SD-04-01:

1. HIMAM BASHIRAN (2311110055)
2. IKA WIDA NURAGUSTIN (2311110001)



# PENDAHULUAN DAN PEMAPARAN DATA





# LATAR BELAKANG

Pengelolaan sampah merupakan salah satu tantangan utama di kota-kota besar Indonesia. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK, 2020), Indonesia menghasilkan sekitar 67 juta ton sampah pada tahun 2020, dengan lebih dari 60% berasal dari sampah rumah tangga. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan volume sampah yang sangat pesat (KLHK, 2020). Penggunaan sistem fuzzy logic dapat membantu mengatasi masalah ini dengan mengklasifikasikan sampah berdasarkan kriteria tertentu.



# MASALAH YANG INGIN DISELESAIKAN

Masalah utama pengelolaan sampah di Indonesia adalah ketidakmerataan volume sampah di berbagai wilayah. Volume sampah yang besar di kota-kota besar dan kecil di daerah pedesaan menyebabkan kesulitan pengelolaan seragam. Pengelompokan volume sampah ke dalam kategori Rendah, Sedang, dan Tinggi dapat membantu perencanaan pengelolaan yang lebih efektif. Penelitian ini bertujuan mengklasifikasikan volume sampah bervariasi ke dalam kategori-kategori tersebut.

# PAPARAN, STATISTIK, DAN SUMBER DATA

## Paparan Data

Dataset ini merupakan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) yang dikelola oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) Republik Indonesia untuk tahun 2023. Dataset ini mencatat timbulan sampah di berbagai kabupaten/kota di seluruh Indonesia, mencakup data kuantitatif mengenai:

- Timbulan Sampah Harian: Jumlah sampah yang dihasilkan setiap hari (dalam ton).
- Timbulan Sampah Tahunan: Total akumulasi sampah dalam setahun (dalam ton).

# PAPARAN, STATISTIK, DAN SUMBER DATA

## Statistik Data

- Jumlah total wilayah: 378 kabupaten/kota.
- Total timbulan sampah tahunan: 40.358.042,81 ton.
- Rata-rata timbulan sampah tahunan: 106.637,03 ton.
- Total luas wilayah: 4.272.360,99 km<sup>2</sup>.
- Rata-rata luas wilayah: 11.332,52 km<sup>2</sup>.
- Wilayah dengan timbulan sampah tertinggi: Kota Adm. Jakarta Timur dengan 851.613,56 ton/tahun.
- Wilayah dengan luas wilayah terkecil: Kota Lhokseumawe dengan luas 181,06 km<sup>2</sup>.



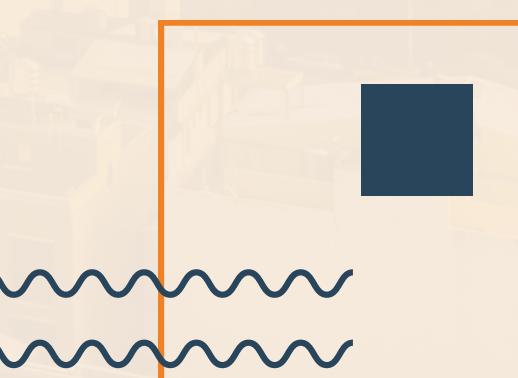
# PAPARAN, STATISTIK, DAN SUMBER DATA

## Sumber Data

Data diperoleh dari laporan resmi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) yang tersedia di portal resmi <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>. Informasi ini telah melalui proses validasi untuk memastikan akurasi dan relevansi terhadap penelitian.



# METODE DAN EKSPERIMENT





# METODE MAMDANI

Metode Mamdani merupakan salah satu metode yang menawarkan pendekatan adaptif untuk mengatasi ketidakpastian dan kesamaran data dalam pengambilan keputusan (Nugroho et al., 2023). Metode ini menghasilkan output berupa fungsi keanggotaan fuzzy, yang kemudian diubah menjadi nilai numerik (crisp) melalui proses defuzzifikasi.



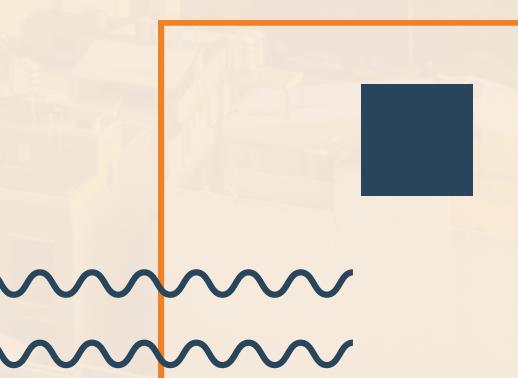


# METODE SUGENO

Metode Takagi-Sugeno merupakan metode inferensi fuzzy untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk (IF – THEN) dimana output sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear (Darmawi et al., 2021).



# HASIL DAN ANALISIS





# DEFINISIKAN INPUT DAN OUTPUT

**INPUT**

Timbulan Sampah Tahunan (ton)		Luas Wilayah (m <sup>2</sup> )	
Nilai	Interval	Nilai	Interval
Low	0 - 40.000	Small	0 - 4.000
Medium	30.000 - 90.000	Medium	3.000 - 9.000
High	80.000 - 120.000	Large	8.000 - 15.000



**OUTPUT**

Kategori Wilayah	
Nilai	Interval
Low	0 - 50
Moderate	40 - 90
High	80 - 100

# INFERENSI

Inferensi digunakan untuk menyimpulkan korelasi antara nilai linguistik. Pada kasus ini, kami membuat tiga jenis kesimpulan untuk menyatakan inferensi antara dua nilai linguistik yaitu **low**, **moderate**, **high**. Korelasi data dibuat seperti dibawah ini:

	Small	Medium	Large
Low	Low	Moderate	High
Medium	Moderate	Moderate	High
High	High	High	High

# CONTOH PERHITUNGAN

Untuk dapat memahami lebih jauh bagaimana perhitungan dari metode mamdani, mari kita hitung kategori wilayah (region\_category) untuk Kabupaten Simalungun berdasarkan metode Mamdani, dengan timbulan sampah 186,444 ton dan luas wilayah 853.44 km<sup>2</sup>

- **Low:** [0, 0, 20,000, 40,000] → Tidak masuk kategori (0).
- **Medium:** [30,000, 50,000, 70,000, 90,000] → Tidak masuk kategori (0).
- **High:** [80,000, 120,000, 200,000, 200,000]:

- Derajat keanggotaan dihitung menggunakan fungsi trapesium:

$$\mu_{\text{high}} = \frac{\text{value} - \text{start}}{\text{peak} - \text{start}} = \frac{186,444 - 120,000}{200,000 - 120,000}$$

$$\mu_{\text{high}} = \frac{66,444}{80,000} = 0.8306$$

# CONTOH PERHITUNGAN

Fungsi keanggotaan untuk `area_size`:

- Small: [0, 0, 2,000, 4,000]:

- Derajat keanggotaan dihitung menggunakan fungsi trapesium:

$$\mu_{\text{small}} = \frac{4,000 - \text{value}}{4,000 - 2,000} = \frac{4,000 - 853.44}{2,000} = \frac{3,146.56}{2,000} = 1.0$$

- Wilayah masuk kategori small sepenuhnya.

## 2. Penerapan Aturan Fuzzy

Dengan input `waste_volume = High` (0.83) dan `area_size = Small` (1.0), aturan yang relevan adalah:

Rule 7:

- *Jika waste\_volume tinggi dan area\_size kecil, maka region\_category adalah tinggi.*
- Derajat keanggotaan output dihitung menggunakan operator AND (min):

$$\mu_{\text{Rule 7}} = \min(0.83, 1.0) = 0.83$$

# CONTOH PERHITUNGAN

## 3. Agregasi Output

Agregasi adalah proses menggabungkan semua output fuzzy yang dihasilkan dari aturan-aturan fuzzy yang berlaku.

Output fuzzy untuk kategori wilayah hanya berasal dari kategori High, dengan derajat keanggotaan 0.83.

## 4. Defuzzifikasi

Metode centroid digunakan untuk menghitung nilai crisp:

- Calculate center of gravity using

$$z^* = \frac{\int \mu_B(z_r) \cdot z_r dz}{\int \mu_B(z_r) dz}$$

- If the crisp values ( $z_r$ ) are discrete, we can replace integration with summation

$$z^* = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_B(z_i) \cdot z_i}{\sum_{i=1}^n \mu_B(z_i)}$$

$z_i = i^{th}$  random number  
 $\mu_B(z_i)$  = membership for  $i^{th}$  number

- Untuk kategori High:

- Fungsi keanggotaan berbentuk trapesium dari 80 hingga 100.
- Hasil centroid dihitung berdasarkan derajat keanggotaan 0.83.

Hasil defuzzifikasi memberikan nilai crisp sekitar 92.22.

# CONTOH PERHITUNGAN

## Kesimpulan

Dengan timbulan sampah 186,444 ton

dan luas wilayah 853.44 km<sup>2</sup>,

Kabupaten Simalungun masuk dalam kategori wilayah dengan prioritas **High**

dan memiliki nilai crisp **92.22**.

# CONTOH PERHITUNGAN

Untuk dapat melihat perbedaan bagaimana perhitungan dari metode sugeno, mari kita hitung kategori wilayah (region\_category) yang sama yaitu Kabupaten Simalungun berdasarkan metode Sugeno, dengan timbulan sampah 186,444 ton dan luas wilayah 853.44 km<sup>2</sup>

Fungsi keanggotaan untuk `waste_volume`:

- **Low (rendah):** [0, 0, 20, 000, 40, 000] → Tidak masuk kategori (0.0).
- **Medium (sedang):** [30, 000, 50, 000, 70, 000, 90, 000] → Tidak masuk kategori (0.0).
- **High (tinggi):** [80, 000, 120, 000, 200, 000, 200, 000]:

$$\mu_{\text{high}} = \frac{\text{value} - \text{start}}{\text{peak} - \text{start}} = \frac{186,444.74 - 120,000}{200,000 - 120,000}$$

$$\mu_{\text{high}} = \frac{66,444.74}{80,000} \approx 0.83$$

# CONTOH PERHITUNGAN

Fungsi keanggotaan untuk `area_size`:

- Small (kecil):  $[0, 0, 2, 000, 4, 000]$ :

$$\mu_{\text{small}} = \frac{\text{end} - \text{value}}{\text{end} - \text{start}} = \frac{4,000 - 853.44}{4,000 - 2,000}$$

$$\mu_{\text{small}} = \frac{3,146.56}{2,000} \approx 1.0$$

Wilayah ini sepenuhnya kecil (1.0).

## 2. Terapkan Aturan Sugeno

Output dari setiap aturan adalah nilai konstan (misalnya, 30, 60, atau 90).

# CONTOH PERHITUNGAN

Fungsi keanggotaan untuk `area_size`:

- Small (kecil):  $[0, 0, 2, 000, 4, 000]$ :

$$\mu_{\text{small}} = \frac{\text{end} - \text{value}}{\text{end} - \text{start}} = \frac{4,000 - 853.44}{4,000 - 2,000}$$

$$\mu_{\text{small}} = \frac{3,146.56}{2,000} \approx 1.0$$

Wilayah ini sepenuhnya kecil (1.0).

## 2. Terapkan Aturan Sugeno

Output dari setiap aturan adalah nilai konstan (30, 60, atau 90).

# CONTOH PERHITUNGAN

Output dari setiap aturan adalah nilai konstan. Aturan yang relevan adalah:

Rule 7:

- *Jika waste\_volume tinggi dan area\_size kecil, maka region\_category = 90.*
- Derajat kecocokan aturan:

$$\mu_{\text{Rule 7}} = \min(\mu_{\text{high}}, \mu_{\text{small}}) = \min(0.83, 1.0) = 0.83$$

## 3. Agregasi dan Weighted Average

- Weighted Sum: Karena hanya Rule 7 yang berlaku, kontribusinya adalah:

$$\text{Weighted Sum} = \mu_{\text{Rule 7}} \times \text{Konstanta Output} = 0.83 \times 90 = 74.7$$

- Total Weight:

$$\text{Total Weight} = \mu_{\text{Rule 7}} = 0.83$$

- Defuzzifikasi (Rata-rata Berbobot):

$$\text{Output Sugeno} = \frac{\text{Weighted Sum}}{\text{Total Weight}} = \frac{74.7}{0.83} = 90.00$$

# CONTOH PERHITUNGAN

## Kategori Wilayah

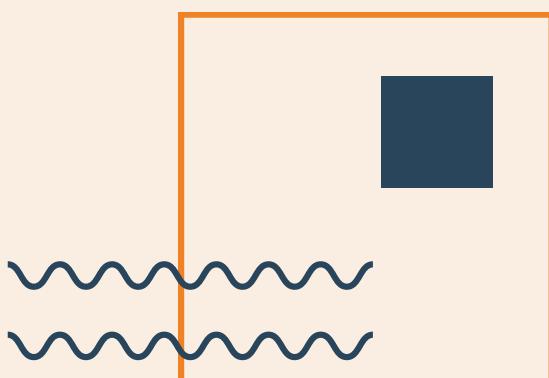
Output 90.00 masuk dalam kategori High (Tinggi) berdasarkan definisi fungsi keanggotaan output yang digunakan, yaitu:

- Low (Rendah): 0-50
- Moderate (Sedang): 50-70
- High (Tinggi): 70-100

Kabupaten Simalungun masuk dalam kategori wilayah **High** berdasarkan metode Sugeno. Hal ini menunjukkan bahwa wilayah ini memiliki prioritas tinggi dalam pengelolaan sampah, karena timbulan sampah yang sangat besar (186,444.74 ton) dan luas wilayahnya kecil ( $853.44 \text{ km}^2$ ).



# KESIMPULAN



# KESIMPULAN

METODE MAMDANI	
Daerah	Kategori
Kab. Simalungun	92.22 (High)
Kab. Labuhan Batu	92.22 (High)
Kota Padang	92.22 (High)

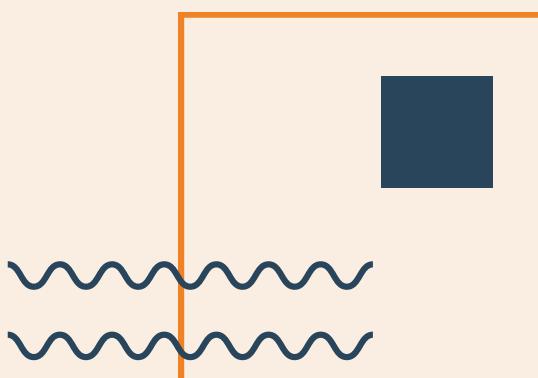
METODE TAKAGI - SUGENO	
Daerah	Kategori
Kab. Kotawaringin Timur	290.60 (High)
Kab. Sumbawa	236.23 (High)
Kab. Penukal Abab Lematang Ilir	232.93 (High)

Hasil yang berbeda antara metode Mamdani dan Sugeno disebabkan oleh perbedaan karakteristik metode. Mamdani menghasilkan output yang lebih seragam karena proses defuzzifikasi berbasis centroid, sedangkan Sugeno memberikan hasil yang lebih bervariasi karena menggunakan rata-rata berbobot dari output konstan.

Aspek	Mamdani	Sugeno
Output	Fungsi keanggotaan fuzzy (low, moderate, high)	Nilai konstan (30, 60, 90)
Penerapan Aturan	Menghubungkan input fuzzy dengan output fuzzy	Menghubungkan input fuzzy dengan output konstan
Agregasi	Output fuzzy digabungkan menjadi satu fungsi fuzzy	Nilai output dijumlahkan dengan weighted average
Defuzzifikasi	Diperlukan, menggunakan metode centroid	Tidak diperlukan, hasil langsung dihitung
Kompleksitas	Lebih kompleks karena memproses fuzzy output dan defuzzifikasi	Lebih sederhana karena langsung menghasilkan nilai crisp



# DAFTAR REFERENSI



## DAFTAR REFERENSI

---

- Darmawi, D.Y., Nurcahyo, G.W. & Sumijan, (2021). Sistem Fuzzy Menggunakan Metode Sugeno dalam Akurasi Penentuan Suhu Kandang Ayam Pedaging. *Jurnal Informasi dan Teknologi*, 3(2), pp. 72–77.
- Jumadi, J. & Sartika, D., (2021). Implementasi Metode Fuzzy Inference System untuk Rekomendasi Siswa Kelas Unggul pada SMA Negeri 2 Kepahiang. *JUTIM (Jurnal Teknik Informatika Musirawas)*, 6(1), pp. 1–9.

## DAFTAR REFERENSI

---

---

- Nugroho, M.R.T., Winanjaya, R., & Susiani, (2023). Implementasi Metode Fuzzy Mamdani dalam Menangani Ketersediaan Kamar Pada Tahun 2022 di Hotel Inna Parapat. JOMLAI: Journal of Machine Learning and Artificial Intelligence, 2(2), pp. 97–104.
- Sutikno & Waspada, I., (2021). Perbandingan Metode Defuzzifikasi Sistem Kendali Logika Fuzzy Model Mamdani pada Motor DC. Jurnal Masyarakat Informatika, 2(3), pp. 27–38. ISSN: 2086–4930.



**TERIMA KASIH  
ATAS PERHATIANNYA**

---

