

November 8, 2025

1 MODEL LOGIKA FUZZY MAMDANI UNTUK OPTIMASI PENGAMBILAN KEPUTUSAN PRIORITAS TUGAS MAHASISWA

Seminar Nasional Ilmu Terapan (SNITER) UWIKA 2025 ***

1.0.1 Penulis: David Prastiya Immanuel, Yonatan Widianto

1.0.2 Institusi: Program Studi Teknik Informatika, UWIKA

1.0.3 GitHub Codebase: [<https://github.com/davidimmanuel/uwika-sniter-2025>]

2 LATAR BELAKANG

2.0.1 Visi: INDONESIA EMAS 2045 (Talenta Unggul)

- **Tuntutan:** Mahasiswa harus memiliki *soft skill* manajemen waktu yang unggul dan terstruktur.
- **Masalah:** Penentuan prioritas tugas secara manual (metode kaku/biner) seringkali **subjektif** dan gagal mengakomodasi ambiguitas data (*Fuzzy*).
- **Kesenjangan:** Bagaimana sistem AI dapat memodelkan penalaran *nuansa* manusia untuk pengambilan keputusan yang optimal?

3 METODE: FUZZY INFERENCE SYSTEM (FIS) MAMDANI

3.0.1 Logika Fuzzy

- Mengatasi data abu-abu (ambiguitas).
- Output adalah nilai keanggotaan (0 hingga 1).

3.0.2 Variabel Utama

1. **Urgensi (U):** Dinamis, dihitung dari waktu tersisa (Normalisasi max 720 jam).
2. **Kesulitan (K):** Dinormalisasi dari estimasi jam kerja (Max 100 jam).
3. **Prioritas (P):** Output Crisp Score (0-100).

3.0.3 Mengapa Mamdani?

1. **Output yang Dapat Dijelaskan (Linguistik)**

- Setiap aturan Mamdani menghasilkan kesimpulan dalam bentuk **kata-kata** (Himpunan Fuzzy), misalnya: *Prioritas IS High.*
 - **Keuntungan:** Ini memungkinkan sistem untuk menjawab, “*Prioritas Anda 86.66 karena Urgensi Anda TINGGI.*”
2. **Representasi Penalaran Manusia**
- Mamdani adalah model Fuzzy yang paling mirip dengan cara otak manusia membuat keputusan yang bernalansa.
 - **Proses:** Anda bisa melihat area output fuzzy digabungkan yang menunjukkan *titik kompromi* (Centroid) dari semua aturan yang terpicu.
3. **Kesimpulan:** Kami memilih Mamdani untuk memastikan sistem “**berpikir**” secara **transparan**, menjadikannya alat bantu yang ideal untuk manajemen waktu (SPK).

4 KODE IMPLEMENTASI METODE MAMDANI

```
[158]: import numpy as np
import skfuzzy as fuzz
from skfuzzy import control as ctrl
import pandas as pd
from datetime import datetime
from matplotlib import pyplot as plt
import dataframe_image as dfi
from IPython.display import Image, display
from io import BytesIO
```

4.1 SAMPLE DATA

```
[166]: data = pd.read_csv("data.csv")
# data

# Gunakan BytesIO untuk menyimpan gambar di memori
buffer = BytesIO()
dfi.export(data, buffer, table_conversion='browser')
# Tampilkan gambar dari buffer
display(Image(buffer.getvalue()))
```

	task_name	due_datetime	est_effort_hours
0	Revisi Cepat Tugas Sebelumnya	2025-10-28 20:00:00	0.5
1	Kuis Online Mata Kuliah X	2025-10-29 09:00:00	1.0
2	Mengerjakan Soal Latihan Kalkulus	2025-10-29 23:59:00	2.0
3	Balas Email Dosen Pembimbing	2025-10-29 17:30:00	0.5
4	Tugas Bacaan Logika Fuzzy	2025-10-31 12:00:00	4.0
5	Persiapan Presentasi Sniter	2025-11-03 10:00:00	8.0
6	Meresume Chapter 5 Kewirausahaan	2025-11-05 15:00:00	3.0
7	Proposal Proyek Akhir	2025-11-10 23:59:00	10.0
8	UAS Mobile Programming (Studi Kasus)	2025-11-20 23:59:00	35.0
9	Membeli Buku Teks Baru	2025-11-25 12:00:00	1.0
10	Revisi Skripsi Bab 1	2025-12-05 17:00:00	25.0
11	Ujian Akhir Semester (Simulasi)	2025-12-15 10:00:00	15.0
12	Perencanaan Karir Jangka Panjang	2026-01-01 00:00:00	50.0
13	Proyek Besar KP (Bab 3)	2026-02-15 10:00:00	60.0
14	Tugas Jurnal Mingguan	2025-10-31 12:00:00	6.0

```
[90]: # 1. Input: Urgensi (U)
# Rentang waktu: Kami asumsikan 30 hari (720 jam) adalah rentang Urgensi ↴maksimal (0-100).
# Nilai 0 = Tidak Urgen sama sekali (Waktu sisa > 30 hari)
# Nilai 100 = Sangat Urgen (Waktu sisa = 0 jam)
urgency = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'urgency')

# 2. Input: Kesulitan (K)
# Rentang usaha: Kami asumsikan 100 jam adalah usaha maksimal (0-100)
difficulty = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'difficulty')

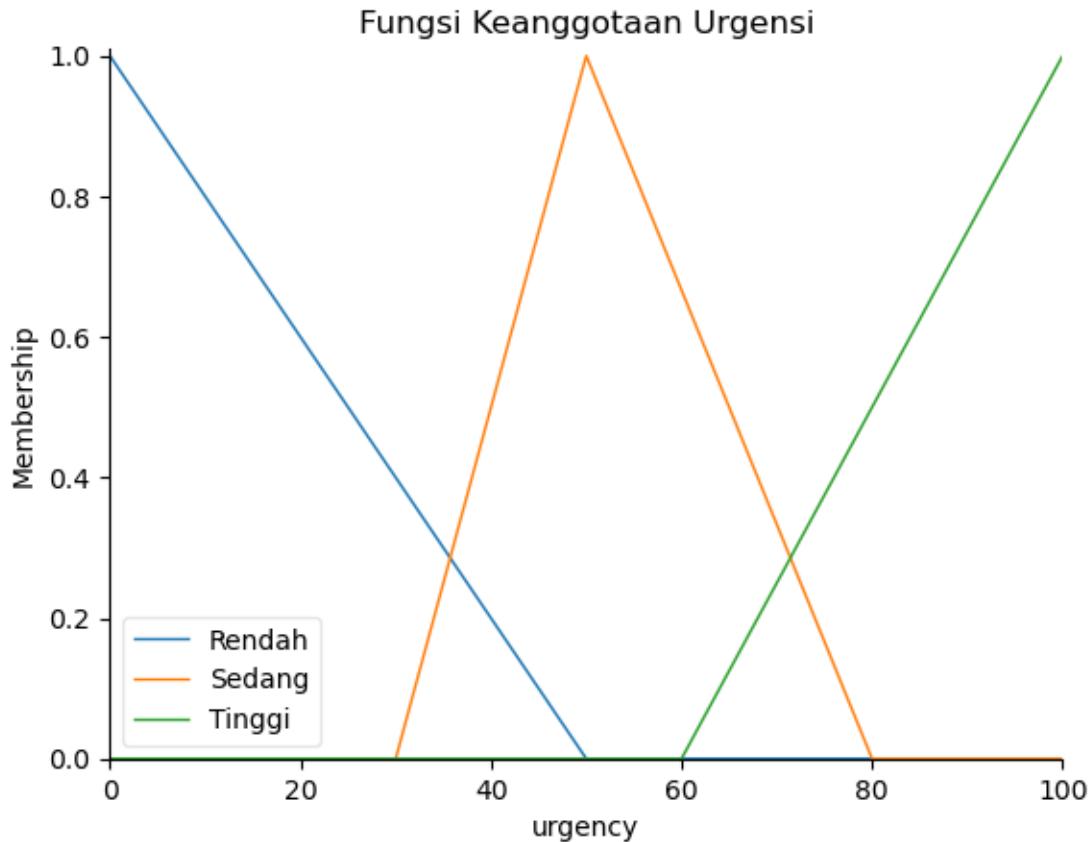
# 3. Output: Prioritas (P)
priority = ctrl.Consequent(np.arange(0, 101, 1), 'priority')
```

4.2 Fuzzifikasi: Menentukan Himpunan

```
[91]: # Urgensi (U): Rendah, Sedang, Tinggi
urgency['Rendah'] = fuzz.trimf(urgency.universe, [0, 0, 50])
urgency['Sedang'] = fuzz.trimf(urgency.universe, [30, 50, 80])
urgency['Tinggi'] = fuzz.trimf(urgency.universe, [60, 100, 100])
```

```
# Visualisasi Urgensi
urgency.view()
plt.title("Fungsi Keanggotaan Urgensi") # Tambahkan judul agar plot lebih jelas
plt.show()
```

/opt/anaconda3/envs/uwika-kecerdasan-buatan/lib/python3.13/site-packages/skfuzzy/control/fuzzyvariable.py:125: UserWarning: FigureCanvasAgg is non-interactive, and thus cannot be shown
fig.show()



```
[92]: # Kesulitan (K): Very_Easy, Easy, Medium, Hard, Very_Hard
# Batas yang Anda berikan (1, 3, 12, 72 jam) diubah ke skala 0-100.
difficulty['Very_Easy'] = fuzz.trimf(difficulty.universe, [0, 0, 20]) # ~0-20 jam
difficulty['Easy'] = fuzz.trimf(difficulty.universe, [10, 30, 50]) # ~10-50 jam
difficulty['Medium'] = fuzz.trimf(difficulty.universe, [40, 60, 80]) # ~40-80 jam
difficulty['Hard'] = fuzz.trimf(difficulty.universe, [70, 90, 100]) # ~70-100 jam
```

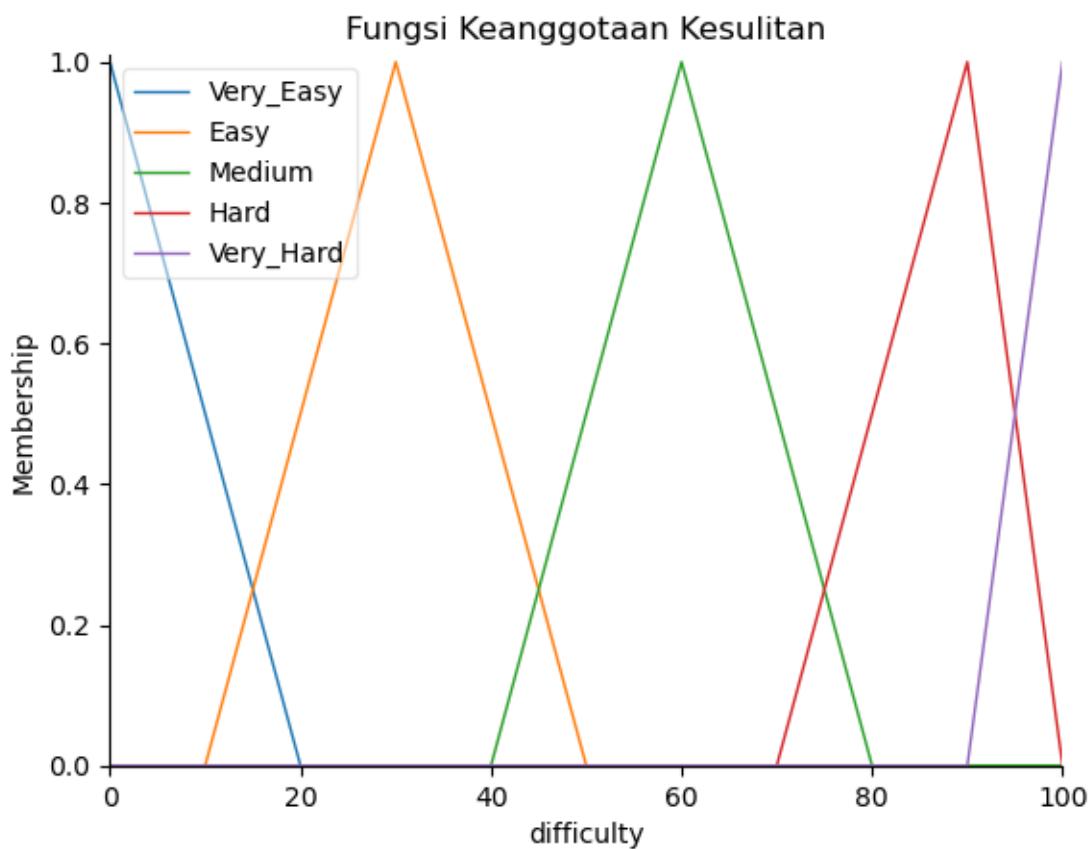
```

difficulty['Very_Hard'] = fuzz.trimf(difficulty.universe, [90, 100, 100]) # ↳~90-100 jam

# Visualisasi Kesulitan
difficulty.view()
plt.title("Fungsi Keanggotaan Kesulitan") # Tambahkan judul agar plot lebih jelas
plt.show()

```

/opt/anaconda3/envs/uwika-kecerdasan-buatan/lib/python3.13/site-packages/skfuzzy/control/fuzzyvariable.py:125: UserWarning: FigureCanvasAgg is non-interactive, and thus cannot be shown
fig.show()



[93]: # Prioritas (P): Lowest, Low, Medium, High, Highest

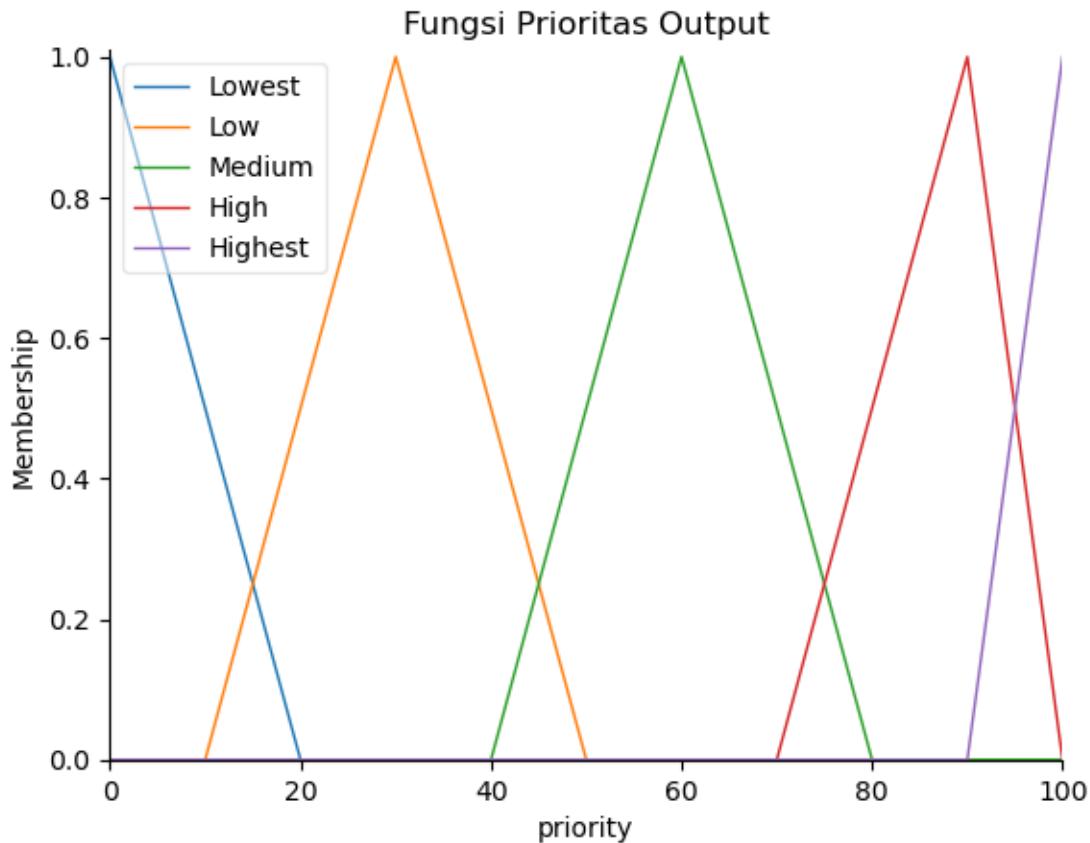
```

priority['Lowest'] = fuzz.trimf(priority.universe, [0, 0, 20])
priority['Low'] = fuzz.trimf(priority.universe, [10, 30, 50])
priority['Medium'] = fuzz.trimf(priority.universe, [40, 60, 80])
priority['High'] = fuzz.trimf(priority.universe, [70, 90, 100])
priority['Highest'] = fuzz.trimf(priority.universe, [90, 100, 100])

```

```
# Visualisasi Prioritas
priority.view()
plt.title("Fungsi Prioritas Output") # Tambahkan judul agar plot lebih jelas
plt.show()
```

/opt/anaconda3/envs/uwika-kecerdasan-buatan/lib/python3.13/site-packages/skfuzzy/control/fuzzyvariable.py:125: UserWarning: FigureCanvasAgg is non-interactive, and thus cannot be shown
fig.show()



4.3 Inferensi: Basis Aturan dan Operator Logis

4.3.1 Basis Aturan (Rule Base)

- Total **15 Aturan** (3 Urgensi x 5 Kesulitan).

IF Urgensi	AND Kesulitan	THEN Prioritas
Tinggi	Very Hard	Highest
Rendah	Very Easy	Lowest

IF Urgensi AND Kesulitan THEN Prioritas		
Sedang	Medium	High

4.3.2 Proses Inferensi (Mamdani)

1. **Implikasi (Operator MIN):** Menentukan kekuatan pemicu aturan (w) dengan mengambil nilai minimum dari kondisi IF.
2. **Agregasi (Operator MAX):** Menggabungkan semua output aturan yang terpotong menjadi satu area fuzzy output.

```
[94]: # 3 * 5 = 15 aturan
# Contoh Aturan Kritis
rule1 = ctrl.Rule(urgency['Tinggi'] & difficulty['Very_Hard'], priority['Highest'])
rule2 = ctrl.Rule(urgency['Rendah'] & difficulty['Very_Easy'], priority['Lowest'])
rule3 = ctrl.Rule(urgency['Tinggi'] & difficulty['Very_Easy'], priority['High'])
rule4 = ctrl.Rule(urgency['Rendah'] & difficulty['Very_Hard'], priority['Medium']) # Sulit tapi masih lama, prioritas menengah
rule5 = ctrl.Rule(urgency['Sedang'] & difficulty['Medium'], priority['High'])

# Contoh Aturan Lainnya (10 aturan sisanya)
rule6 = ctrl.Rule(urgency['Sedang'] & difficulty['Easy'], priority['Medium'])
rule7 = ctrl.Rule(urgency['Rendah'] & difficulty['Easy'], priority['Low'])
rule8 = ctrl.Rule(urgency['Tinggi'] & difficulty['Easy'], priority['High'])
rule9 = ctrl.Rule(urgency['Sedang'] & difficulty['Hard'], priority['Highest'])
rule10 = ctrl.Rule(urgency['Rendah'] & difficulty['Hard'], priority['Medium'])
rule11 = ctrl.Rule(urgency['Tinggi'] & difficulty['Medium'], priority['Highest'])
rule12 = ctrl.Rule(urgency['Rendah'] & difficulty['Medium'], priority['Low'])
rule13 = ctrl.Rule(urgency['Sedang'] & difficulty['Very_Easy'], priority['Low'])
rule14 = ctrl.Rule(urgency['Tinggi'] & difficulty['Hard'], priority['Highest'])
rule15 = ctrl.Rule(urgency['Sedang'] & difficulty['Very_Hard'], priority['Highest'])

# Rule1.view() # Anda bisa memvisualisasikan satu aturan
```

4.3.3 Kode Implementasi Simulasi

```
[95]: # Gabungkan aturan ke dalam Sistem Kontrol (ControlSystem)
priority_ctrl = ctrl.ControlSystem([rule1, rule2, rule3, rule4, rule5, rule6,
                                   rule7, rule8, rule9, rule10, rule11, rule12, rule13, rule14, rule15])

# Buat Simulasi Sistem (ControlSystemSimulation)
priority_sim = ctrl.ControlSystemSimulation(priority_ctrl)
```

4.3.4 Function untuk Normalisasi Input dan Proses Fuzzy

4.3.5 A. Urgensi Score (Waktu Tersisa)

- **Tujuan:** Mengkonversi waktu tersisa menjadi skor [0, 100]. Semakin kecil waktu tersisa, semakin tinggi skornya (mendekati 100).
- **Batas Acuan:** Ditetapkan batas maksimal Urgensi pada 30 hari (**720 jam**).
- **Logika Kondisional:**
 1. Jika waktu tersisa (`time_left_hours`) ≤ 0 , skornya **100** (Krisis).
 2. Jika waktu tersisa ≥ 720 jam, skornya **0** (Tidak Urgen).
- **Formula (Persamaan 3):** Digunakan untuk nilai di antara batas ambang.

$$\text{Urgensi Score} = 100 \times \left(1 - \frac{\text{Jam Tersisa}}{720 \text{ Jam}}\right) \quad (3)$$

B. Kesulitan Score (Estimasi Usaha)

- **Tujuan:** Mengkonversi jam kerja estimasi menjadi skor Kesulitan [0, 100].
- **Batas Acuan:** Ditetapkan **Usaha Maksimal** (`max_effort_hours`) sebesar **100 jam**.
- **Logika Kondisional:**
 1. Jika Jam Usaha ≤ 100 jam, skornya adalah rasio linier.
 2. Jika Jam Usaha > 100 jam, skornya dipotong menjadi **100** (Sangat Sulit).
- **Formula (Persamaan 4):** Digunakan untuk konversi linier.

$$\text{Kesulitan Score} = \left(\frac{\text{Jam Usaha}}{100 \text{ Jam}} \right) \times 100 \quad (4)$$

```
[96]: def calculate_fuzzy_priority(task_name, due_datetime_str, est_effort_hours, current_time_str, max_effort_hours=100, max_urgency_days=30):  
    # --- 1. Perhitungan Input Crisp (Urgensi Dinamis) ---  
  
    current_time = datetime.strptime(current_time_str, '%Y-%m-%d %H:%M:%S')  
    due_time = datetime.strptime(due_datetime_str, '%Y-%m-%d %H:%M:%S')  
  
    time_difference = due_time - current_time  
    time_left_hours = time_difference.total_seconds() / 3600  
  
    # Normalisasi Urgensi ke skala 0-100  
    max_urgency_hours = max_urgency_days * 24  
  
    if time_left_hours <= 0:  
        crisp_urgency = 100  
    elif time_left_hours >= max_urgency_hours:  
        crisp_urgency = 0  
    else:  
        # Semakin kecil time_left_hours, semakin besar crisp_urgency  
        # Rumus linear sederhana untuk normalisasi
```

```

crisp_urgency = 100 * (1 - (time_left_hours / max_urgency_hours))

# Normalisasi Kesulitan ke skala 0-100
crisp_difficulty = (est_effort_hours / max_effort_hours) * 100
if crisp_difficulty > 100:
    crisp_difficulty = 100

# --- 2. Input ke Sistem Fuzzy ---
priority_sim.input['urgency'] = crisp_urgency
priority_sim.input['difficulty'] = crisp_difficulty

# --- 3. Komputasi dan Defuzzifikasi ---
try:
    priority_sim.compute()
    final_priority_score = priority_sim.output['priority']
except ValueError as e:
    # Tangani kasus jika input berada di luar universe (walaupun sudah
    ↪dinormalisasi)
    print(f"Error komputasi untuk tugas {task_name}: {e}")
    final_priority_score = np.nan

return crisp_urgency, crisp_difficulty, final_priority_score

```

4.3.6 Hasil Normalisasi Variable

[168]: # Step 6: Eksekusi dan Analisis Data (Jupyter)

```

# TANGGAL DINAMIS (Bisa Anda Ubah!)
# Anda bisa mendapatkan waktu saat ini secara otomatis dengan datetime.now().
↪strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S')
CURRENT_TIME_VAR = '2025-10-28 17:00:00'

# load data dari CSV
try:
    df = pd.read_csv('data.csv')
    print("Data berhasil dimuat dari data.csv.")
except FileNotFoundError:
    print("ERROR: File 'data.csv' tidak ditemukan. Pastikan file berada di
    ↪direktori yang sama.")
    # Keluar dari proses jika file tidak ditemukan
    raise
# ----->

# Iterasi dan Hitung
results = []
for index, row in df.iterrows():
    u, d, p = calculate_fuzzy_priority(

```

```

        row['task_name'],
        row['due_datetime'],
        row['est_effort_hours'],
        CURRENT_TIME_VAR
    )
results.append({
    'task_name': row['task_name'],
    'urgency_score': round(u, 2),
    'difficulty_score': round(d, 2),
    'priority_score': round(p, 2)
})

results_df = pd.DataFrame(results)

# Urutkan berdasarkan Prioritas dan tampilkan
results_df.sort_values(by='priority_score', ascending=False, inplace=True)
results_df.reset_index(drop=True, inplace=True)

print(f"\nHasil Prioritas Fuzzy (Waktu Komputasi: {CURRENT_TIME_VAR}):")
# results_df

# Tampilkan gambar dari buffer
buffer = BytesIO()
dfi.export(results_df, buffer, table_conversion='browser')
display(Image(buffer.getvalue()))

```

Data berhasil dimuat dari data.csv.

Hasil Prioritas Fuzzy (Waktu Komputasi: 2025-10-28 17:00:00):

	task_name	urgency_score	difficulty_score	priority_score
0	Revisi Cepat Tugas Sebelumnya	99.58	0.5	86.66
1	Kuis Online Mata Kuliah X	97.78	1.0	86.66
2	Balas Email Dosen Pembimbing	96.60	0.5	86.64
3	Mengerjakan Soal Latihan Kalkulus	95.70	2.0	86.63
4	Tugas Bacaan Logika Fuzzy	90.69	4.0	86.52
5	Tugas Jurnal Mingguan	90.69	6.0	86.44
6	Persiapan Presentasi Sniter	80.97	8.0	86.16
7	Meresume Chapter 5 Kewirausahaan	73.61	3.0	59.39
8	Proposal Proyek Akhir	55.70	10.0	30.00
9	UAS Mobile Programming (Studi Kasus)	22.36	35.0	30.00
10	Revisi Skripsi Bab 1	0.00	25.0	30.00
11	Perencanaan Karir Jangka Panjang	0.00	50.0	30.00
12	Proyek Besar KP (Bab 3)	0.00	60.0	30.00
13	Ujian Akhir Semester (Simulasi)	0.00	15.0	23.77
14	Membeli Buku Teks Baru	7.36	1.0	6.79

4.3.7 Hasil Simulasi Satu Data

```
[98]: # Contoh Analisis: Tugas 'Revisi Cepat Tugas Sebelumnya'
# Input: Urgensi (sekitar 90-100), Kesulitan (sekitar 1)

# Ambil input dan output dari tugas pertama di hasil (yang paling tinggi
# prioritasnya)
task_name_to_view = results_df.iloc[0]['task_name']
u_score = results_df.iloc[0]['urgency_score']
d_score = results_df.iloc[0]['difficulty_score']

print(f"\n--- Visualisasi Inferensi untuk: {task_name_to_view} ---")
print(f"Input: Urgensi={u_score}, Kesulitan={d_score}")

priority_sim.input['urgency'] = u_score
priority_sim.input['difficulty'] = d_score
priority_sim.compute()

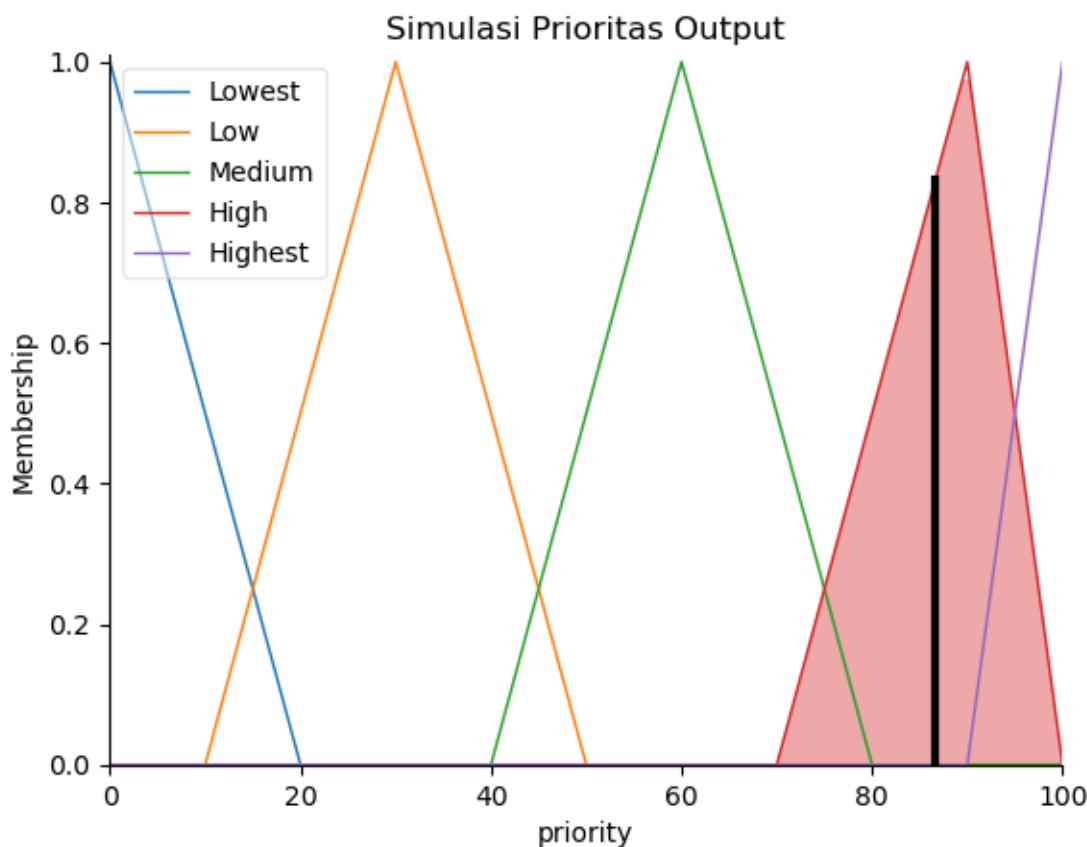
# Visualisasi Output
priority.view(sim=priority_sim)
plt.title("Simulasi Prioritas Output") # Tambahkan judul agar plot lebih jelas
plt.show()

# Tunjukkan hasil akhir
```

```
final_score = priority_sim.output['priority']
print(f"Hasil Akhir (Defuzzifikasi): {round(final_score, 2)}")
```

--- Visualisasi Inferensi untuk: Revisi Cepat Tugas Sebelumnya ---
Input: Urgensi=99.58, Kesulitan=0.5

/opt/anaconda3/envs/uwika-kecerdasan-buatan/lib/python3.13/site-packages/skfuzzy/control/fuzzyvariable.py:125: UserWarning: FigureCanvasAgg is non-interactive, and thus cannot be shown
fig.show()



Hasil Akhir (Defuzzifikasi): 86.66

4.3.8 Hasil Simulasi Semua Data

```
[169]: # --- 3. Load Data dan Eksekusi Simulasi ---
try:
    df = pd.read_csv('data.csv')
    print("Data berhasil dimuat dari data.csv.")
except FileNotFoundError:
```

```

    print("ERROR: File 'data.csv' tidak ditemukan. Pastikan file berada di dalam direktori yang sama.")
    raise

CURRENT_TIME_VAR = '2025-10-28 17:00:00'
# Siapkan list untuk menampung hasil
results = []
for index, row in df.iterrows():
    u, d, p = calculate_fuzzy_priority(
        row['task_name'],
        row['due_datetime'],
        row['est_effort_hours'],
        CURRENT_TIME_VAR
    )

    # Tentukan kategori Prioritas berdasarkan skor numerik (hanya untuk tampilan)
    if p >= 90: category = 'Highest'      # Di atas 90, sudah pasti masuk kaki MF
    elif p >= 70: category = 'High'        # Di atas 70, mulai dari kaki MF High
    elif p >= 50: category = 'Medium'      # Di atas 50, sudah berada di tengah MF
    elif p >= 20: category = 'Low'         # Di atas 20, sudah melampaui kaki MF
    else: category = 'Lowest'

    results.append({
        'Task Name': row['task_name'],
        'Due Date': row['due_datetime'],
        'Effort (Hrs)': row['est_effort_hours'],
        'Urgensi Score (0-100)': round(u, 2),
        'Difficulty Score (0-100)': round(d, 2),
        'Final Priority Score': round(p, 2),
        'Priority Category': category
    })

results_df = pd.DataFrame(results)

# --- 4. Sortir dan Tampilkan Hasil ---
results_df.sort_values(
    by=['Final Priority Score', 'Urgensi Score (0-100)'],
    ascending=[False, False], # False untuk descending pada kedua kolom
    inplace=True
)
results_df.reset_index(drop=True, inplace=True)
results_df.reset_index(drop=True, inplace=True)

```

```

print("\n--- TABEL HASIL AKHIR PRIORITAS TUGAS (FUZZY LOGIC) ---")
# results_df

# Tampilkan gambar dari buffer
buffer = BytesIO()
dfi.export(results_df, buffer, table_conversion='browser')
display(Image(buffer.getvalue()))

```

Data berhasil dimuat dari data.csv.

--- TABEL HASIL AKHIR PRIORITAS TUGAS (FUZZY LOGIC) ---

	Task Name	Due Date	Effort (Hrs)	Urgensi Score (0-100)	Difficulty Score (0-100)	Final Priority Score	Priority Category
0	Revisi Cepat Tugas Sebelumnya	2025-10-28 20:00:00	0.5	99.58	0.5	86.66	High
1	Kuis Online Mata Kuliah X	2025-10-29 09:00:00	1.0	97.78	1.0	86.66	High
2	Balas Email Dosen Pembimbing	2025-10-29 17:30:00	0.5	96.60	0.5	86.64	High
3	Mengerjakan Soal Latihan Kalkulus	2025-10-29 23:59:00	2.0	95.70	2.0	86.63	High
4	Tugas Bacaan Logika Fuzzy	2025-10-31 12:00:00	4.0	90.69	4.0	86.52	High
5	Tugas Jurnal Mingguan	2025-10-31 12:00:00	6.0	90.69	6.0	86.44	High
6	Persiapan Presentasi Sniter	2025-11-03 10:00:00	8.0	80.97	8.0	86.16	High
7	Meresume Chapter 5 Kewirausahaan	2025-11-05 15:00:00	3.0	73.61	3.0	59.39	Medium
8	Proposal Proyek Akhir	2025-11-10 23:59:00	10.0	55.70	10.0	30.00	Low
9	UAS Mobile Programming (Studi Kasus)	2025-11-20 23:59:00	35.0	22.36	35.0	30.00	Low
10	Revisi Skripsi Bab 1	2025-12-05 17:00:00	25.0	0.00	25.0	30.00	Low
11	Perencanaan Karir Jangka Panjang	2026-01-01 00:00:00	50.0	0.00	50.0	30.00	Low
12	Proyek Besar KP (Bab 3)	2026-02-15 10:00:00	60.0	0.00	60.0	30.00	Low
13	Ujian Akhir Semester (Simulasi)	2025-12-15 10:00:00	15.0	0.00	15.0	23.77	Low
14	Membeli Buku Teks Baru	2025-11-25 12:00:00	1.0	7.36	1.0	6.79	Lowest