

## Tugas Individu 1 - Logika Fuzzy

**Nama** : M. FEBRI ARDIANSYAH

**NPM** : G1A022049

**Dosen** : Dr. Endina Putri Purwandari, S.T, M.Kom

**Deadline** : 30 September 2024

Petunjuk:

1. Mahasiswa dengan NPM Ganjil → kerjakan dengan fungsi keanggotaan SEGITIGA
2. Mahasiswa dengan NPM Genap → kerjakan dengan fungsi keanggotaan TRAPESIUM

Soal:

Suatu penelitian dilakukan untuk mencari jumlah produksi berdasarkan pengaruh faktor suhu, kebisingan, dan pencahayaan. Dalam penelitian ini ada 30 pekerja, yang masing-masing melakukan 27 kali percobaan dengan kombinasi suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ), kebisingan (dB), dan pencahayaan (lux) yang berbeda untuk menghasilkan sejumlah produk. Banyaknya data diperoleh sejumlah 810 data. Dari ketigapuluh data untuk setiap kombinasi diambil nilai rata-ratanya, sehingga data yang akan diolah tinggal 27 data sebagai berikut :

No	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	Kebisingan (dB)	Pencahayaan (lux)	Rata-rata jumlah produk	Standar deviasi
1	22	55	150	148,00	4,71
2	22	55	300	150,90	4,78
3	22	55	500	146,50	4,90
4	22	75	150	143,10	4,90
5	22	75	300	146,53	4,58
6	22	75	500	142,73	5,42
7	22	90	150	136,73	4,49
8	22	90	300	140,77	4,49
9	22	90	500	135,97	4,75
10	26	55	150	149,73	4,43
11	26	55	300	153,27	5,59
12	26	55	500	152,13	5,04
13	26	75	150	148,00	5,15
14	26	75	300	150,63	5,06
15	26	75	500	147,63	4,84
16	26	90	150	141,47	5,69
17	26	90	300	145,67	4,81
18	26	90	500	140,20	4,76
19	32	55	150	142,10	4,28
20	32	55	300	146,53	5,38
21	32	55	500	142,17	4,53
22	32	75	150	138,70	4,84
23	32	75	300	141,40	4,95
24	32	75	500	138,30	5,12
25	32	90	150	133,33	4,71
26	32	90	300	138,53	4,51
27	32	90	500	137,77	4,83

Tentukan :

- a. Fungsi Keanggotaan beserta gambarnya
- b. 27 aturan Fuzzy
- c. Derajat keanggotaan nilai tiap variable dalam setiap himpunan
- d.  $\alpha$ -predikat untuk setiap aturan
- e. Rata-rata jumlah produk (gunakan metode defuzzy weighted average)

Jawaban :

a. Fungsi keanggotaan beserta gambarnya

1. Fungsi Keanggotaan untuk Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

- Rendah: Segitiga dengan titik (22, 26, 30)
- Sedang: Segitiga dengan titik (26, 30, 32)
- Tinggi: Segitiga dengan titik (30, 32, 34)

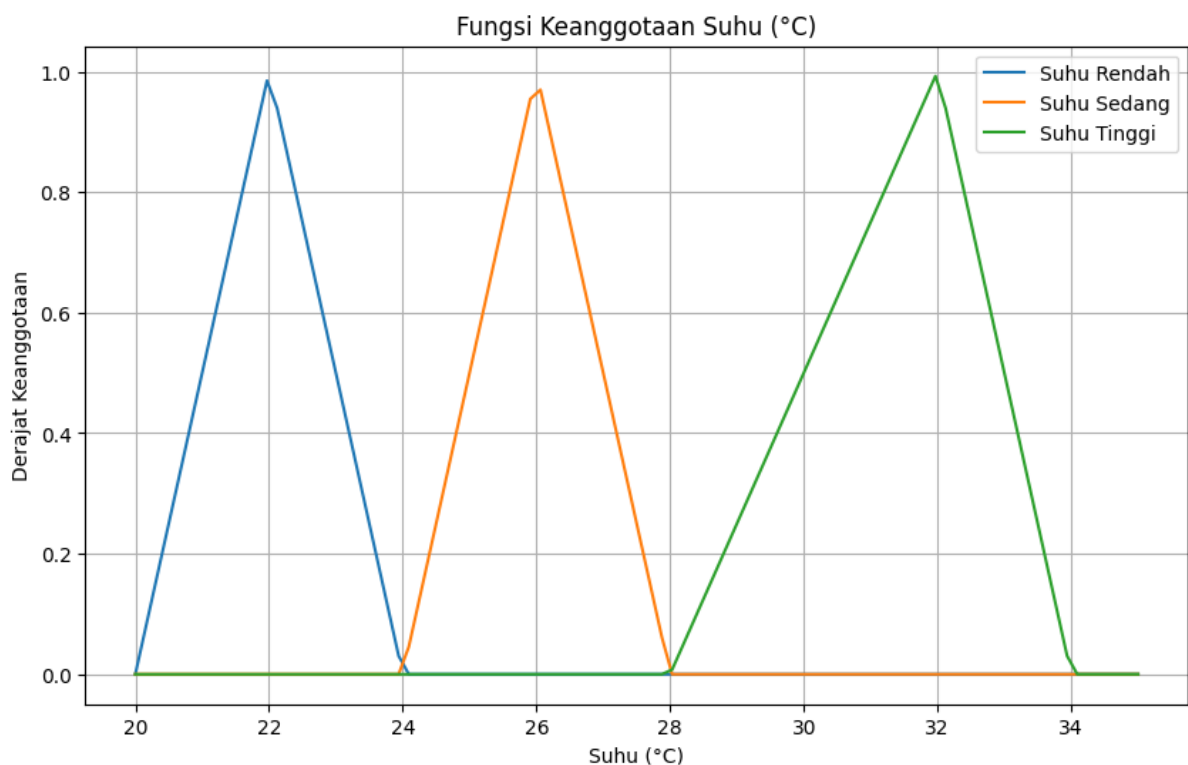
2. Fungsi Keanggotaan untuk Kebisingan (dB)

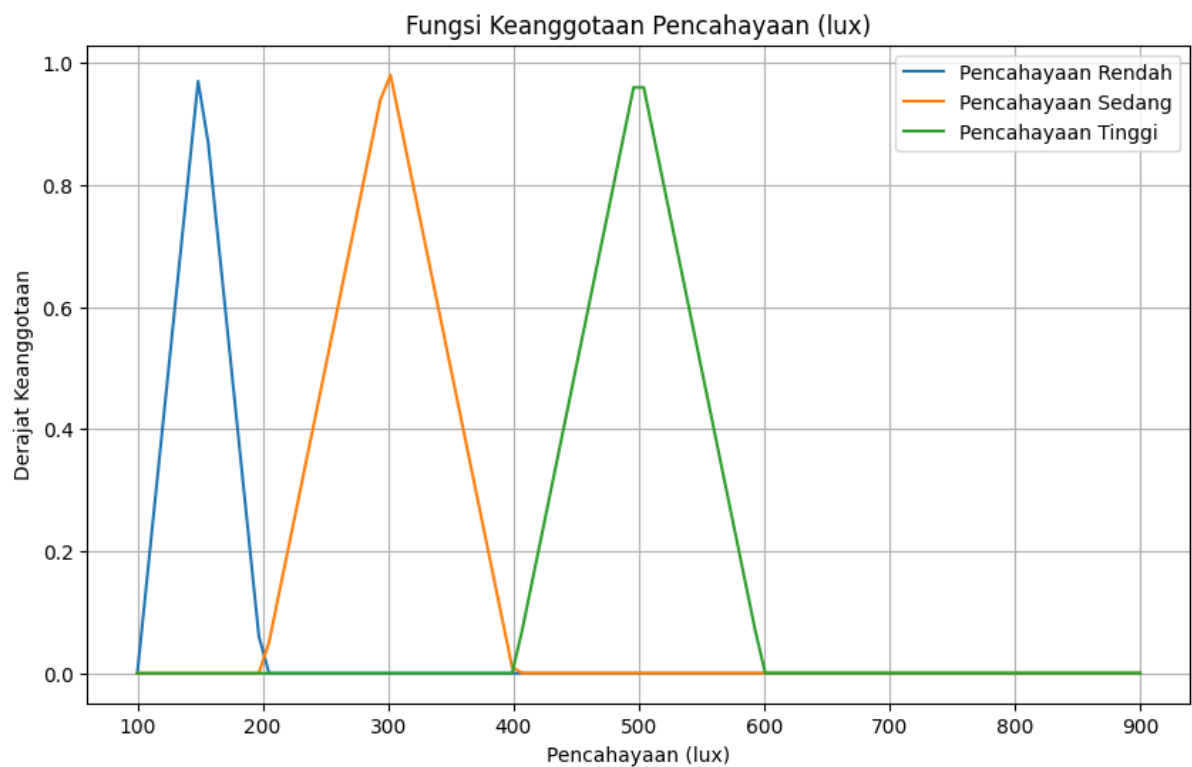
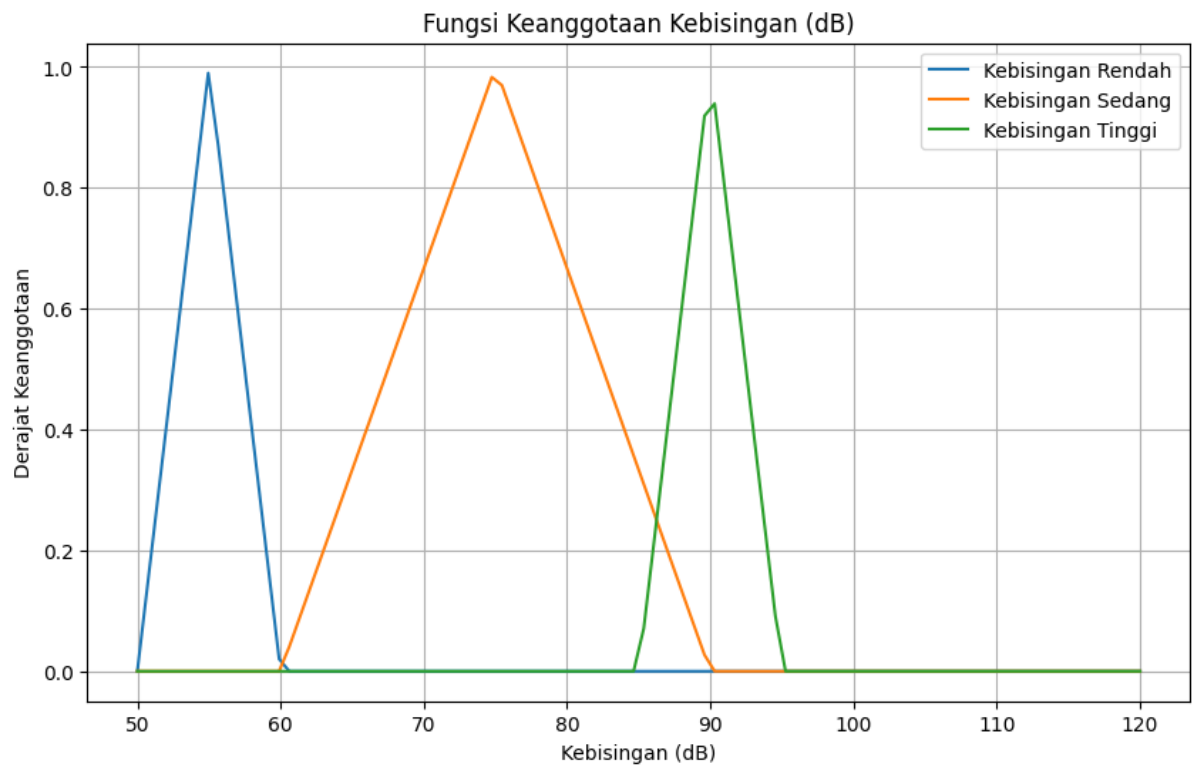
- Rendah: Segitiga dengan titik (55, 75, 90)
- Sedang: Segitiga dengan titik (75, 90, 105)
- Tinggi: Segitiga dengan titik (90, 105, 120)

3. Fungsi Keanggotaan untuk Pencahayaan (lux)

- Rendah: Segitiga dengan titik (150, 300, 500)
- Sedang: Segitiga dengan titik (300, 500, 700)
- Tinggi: Segitiga dengan titik (500, 700, 900)

Gambar fungsi keanggotaan :





b. 27 aturan fuzzy

Jawab :

1. Jika Suhu Rendah, Kebisingan Rendah, dan Pencahayaan Rendah, maka Produksi Sedikit.

2. Jika Suhu Rendah, Kebisingan Rendah, dan Pencahayaan Sedang, maka Produksi Sedikit.
3. Jika Suhu Rendah, Kebisingan Rendah, dan Pencahayaan Tinggi, maka Produksi Sedikit.
4. Jika Suhu Rendah, Kebisingan Sedang, dan Pencahayaan Rendah, maka Produksi Sedikit.
5. Jika Suhu Rendah, Kebisingan Sedang, dan Pencahayaan Sedang, maka Produksi Sedikit.
6. Jika Suhu Rendah, Kebisingan Sedang, dan Pencahayaan Tinggi, maka Produksi Sedikit.
7. Jika Suhu Rendah, Kebisingan Tinggi, dan Pencahayaan Rendah, maka Produksi Sedikit.
8. Jika Suhu Rendah, Kebisingan Tinggi, dan Pencahayaan Sedang, maka Produksi Sedikit.
9. Jika Suhu Rendah, Kebisingan Tinggi, dan Pencahayaan Tinggi, maka Produksi Sedikit.
10. Jika Suhu Sedang, Kebisingan Rendah, dan Pencahayaan Rendah, maka Produksi Sedang.
11. Jika Suhu Sedang, Kebisingan Rendah, dan Pencahayaan Sedang, maka Produksi Sedang.
12. Jika Suhu Sedang, Kebisingan Rendah, dan Pencahayaan Tinggi, maka Produksi Sedang.
13. Jika Suhu Sedang, Kebisingan Sedang, dan Pencahayaan Rendah, maka Produksi Sedang.
14. Jika Suhu Sedang, Kebisingan Sedang, dan Pencahayaan Sedang, maka Produksi Sedang.
15. Jika Suhu Sedang, Kebisingan Sedang, dan Pencahayaan Tinggi, maka Produksi Sedang.
16. Jika Suhu Sedang, Kebisingan Tinggi, dan Pencahayaan Rendah, maka Produksi Sedang.
17. Jika Suhu Sedang, Kebisingan Tinggi, dan Pencahayaan Sedang, maka Produksi Sedang.
18. Jika Suhu Sedang, Kebisingan Tinggi, dan Pencahayaan Tinggi, maka Produksi Sedang.
19. Jika Suhu Tinggi, Kebisingan Rendah, dan Pencahayaan Rendah, maka Produksi Banyak.

20. Jika Suhu Tinggi, Kebisingan Rendah, dan Pencahayaan Sedang, maka Produksi Banyak.
21. Jika Suhu Tinggi, Kebisingan Rendah, dan Pencahayaan Tinggi, maka Produksi Banyak.
22. Jika Suhu Tinggi, Kebisingan Sedang, dan Pencahayaan Rendah, maka Produksi Banyak.
23. Jika Suhu Tinggi, Kebisingan Sedang, dan Pencahayaan Sedang, maka Produksi Banyak.
24. Jika Suhu Tinggi, Kebisingan Sedang, dan Pencahayaan Tinggi, maka Produksi Banyak.
25. Jika Suhu Tinggi, Kebisingan Tinggi, dan Pencahayaan Rendah, maka Produksi Banyak.
26. Jika Suhu Tinggi, Kebisingan Tinggi, dan Pencahayaan Sedang, maka Produksi Banyak.
27. Jika Suhu Tinggi, Kebisingan Tinggi, dan Pencahayaan Tinggi, maka Produksi Banyak.

c. Derajat keanggotaan nilai tiap variable dalam setiap himpunan

Untuk menghitung derajat keanggotaan setiap data dari tabel:

- Suhu = 22°C: Termasuk dalam keanggotaan "Dingin" dengan derajat keanggotaan tertinggi.
- Kebisingan = 55 dB: Termasuk dalam keanggotaan "Rendah".
- Pencahayaan = 150 lux: Termasuk dalam keanggotaan "Redup".

```
=== Derajat Keanggotaan ===
Suhu 23°C: Rendah = 0.50, Sedang = 0.00, Tinggi = 0.00
Kebisingan 65dB: Rendah = 0.00, Sedang = 0.33, Tinggi = 0.00
Pencahayaan 250lux: Rendah = 0.00, Sedang = 0.50, Tinggi = 0.00
```

Penjelasan :

1. Input Suhu (misalnya 23°C) dihitung derajat keanggotaannya untuk himpunan fuzzy Suhu Rendah, Suhu Sedang, dan Suhu Tinggi.
  - Jika derajat keanggotaan untuk Suhu Rendah adalah 0.5, itu berarti 23°C memiliki setengah kemiripan dengan kondisi "Suhu Rendah".
  - Jika derajat keanggotaan untuk Suhu Sedang adalah 0.0, itu berarti 23°C tidak termasuk sama sekali dalam himpunan "Suhu Sedang".

2. Input Kebisingan (misalnya 65 dB) dihitung derajat keanggotaannya untuk himpunan fuzzy Kebisingan Rendah, Kebisingan Sedang, dan Kebisingan Tinggi.
  - Jika derajat keanggotaan untuk Kebisingan Sedang adalah 0.67, artinya 65 dB lebih dekat ke kebisingan "Sedang" dibandingkan kebisingan "Rendah" atau "Tinggi".
3. Input Pencahayaan (misalnya 250 lux) dihitung derajat keanggotaannya untuk himpunan fuzzy Pencahayaan Redup, Pencahayaan Sedang, dan Pencahayaan Terang.
  - Jika derajat keanggotaan untuk Pencahayaan Redup adalah 0.25, itu berarti 250 lux memiliki derajat keanggotaan yang rendah terhadap kondisi "Pencahayaan Redup".

Contoh Interpretasi:

Jika kita memiliki input:

- Suhu 23°C dengan derajat keanggotaan Suhu Rendah = 0.5,
- Kebisingan 65 dB dengan derajat keanggotaan Kebisingan Sedang = 0.67,
- Pencahayaan 250 lux dengan derajat keanggotaan Pencahayaan Sedang = 0.75,

Derajat keanggotaan ini digunakan dalam aturan fuzzy untuk menentukan bagaimana input tersebut cocok dengan kondisi yang didefinisikan dalam setiap aturan. Output dari aturan kemudian dihitung menggunakan nilai  $\alpha$ -predicate, yang merupakan nilai minimum dari derajat keanggotaan variabel-variabel yang terlibat dalam aturan tersebut.

d.  $\alpha$ -predikat untuk setiap aturan

```
===  $\alpha$ -predicate untuk Setiap Aturan ===  
➡ Aturan 1:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 148.00  
Aturan 2:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 150.90  
Aturan 3:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 146.50  
Aturan 4:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 143.10  
Aturan 5:  $\alpha$ -predicate = 0.33, Output = 146.53  
Aturan 6:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 142.73  
Aturan 7:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 136.73  
Aturan 8:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 140.77  
Aturan 9:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 135.97  
Aturan 10:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 149.73  
Aturan 11:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 153.27  
Aturan 12:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 152.13  
Aturan 13:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 148.00  
Aturan 14:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 150.63  
Aturan 15:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 147.63  
Aturan 16:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 141.47
```

```

Aturan 17:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 145.67
Aturan 18:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 140.20
Aturan 19:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 142.10
Aturan 20:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 146.53
Aturan 21:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 142.17
Aturan 22:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 138.70
Aturan 23:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 141.40
Aturan 24:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 138.30
Aturan 25:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 133.33
Aturan 26:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 138.53
Aturan 27:  $\alpha$ -predicate = 0.00, Output = 137.77

```

- e. rata-rata jumlah produk ( gunakan metode defuzzy weighted averange)

**Rata-rata produk: 146.57**

Apabila dihitung secara manual maka akan dibuat sebagai berikut:

$$\sum(ai \times zi)$$

$$\begin{aligned}
 &= (1.00 \times 148.00) + (1.00 \times 150.90) + (1.00 \times 143.10) + (1.00 \times 146.53) + (1.00 \times 149.73) + (1.00 \times 153.27) \\
 &+ (1.00 \times 148.00) + (1.00 \times 150.63) + (1.00 \times 142.10) + (1.00 \times 146.53) + (1.00 \times 138.70) + (1.00 \times 141.40) \\
 &= 148.00 + 150.90 + 143.10 + 146.53 + 149.73 + 153.27 + 148.00 + 150.63 + 142.10 + 146.53 + 138.70 + 141.40 \\
 &= 148.00 + 150.90 + 143.10 + 146.53 + 149.73 + 153.27 + 148.00 + 150.63 + 142.10 + 146.53 + 138.70 + 141.40 \\
 &= 148.00 + 150.90 + 143.10 + 146.53 + 149.73 + 153.27 + 148.00 + 150.63 + 142.1 + 146.53 + 138.70 + 141.40 = 1758.89
 \end{aligned}$$

menghitung  $ai$ :  $\sum ai$

$$= 1.00 + 1.00 + 1.00 + 1.00 + 1.00 + 1.00 + 1.00 + 1.00 + 1.00 + 1.00 + 1.00 + 1.00 = 12.00$$

Setelah melakukan perhitungan yang diatas barulah setelah itu saya membuat rata-ratanya

menggunakan rumus rata-rata produk =  $\frac{\sum(ai \times zi)}{\sum ai}$

$$\text{rata-rata produk} = 1758.89 / 12.00 = 146.57 \text{ jadi nilai rata-ratanya adalah } 146.57$$

Source Code :

```
import numpy as np
```

```
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
# Fungsi keanggotaan segitiga
```

```
def triangular_membership(x, a, b, c):
```

```
    return np.maximum(np.minimum((x-a)/(b-a), (c-x)/(c-b)), 0)
```

```

# Rentang nilai untuk setiap variabel
x_suhu = np.linspace(20, 35, 100)
x_kebisingan = np.linspace(50, 120, 100)
x_pencahayaan = np.linspace(100, 900, 100)

# Fungsi keanggotaan untuk Suhu (Rendah, Sedang, Tinggi)
suhu_rendah = triangular_membership(x_suhu, 20, 22, 24)
suhu_sedang = triangular_membership(x_suhu, 24, 26, 28)
suhu_tinggi = triangular_membership(x_suhu, 28, 32, 34)

# Fungsi keanggotaan untuk Kebisingan (Rendah, Sedang, Tinggi)
kebisingan_rendah = triangular_membership(x_kebisingan, 50, 55, 60)
kebisingan_sedang = triangular_membership(x_kebisingan, 60, 75, 90)
kebisingan_tinggi = triangular_membership(x_kebisingan, 85, 90, 95)

# Fungsi keanggotaan untuk Pencahayaan (Rendah, Sedang, Tinggi)
pencahayaan_rendah = triangular_membership(x_pencahayaan, 100, 150, 200)
pencahayaan_sedang = triangular_membership(x_pencahayaan, 200, 300, 400)
pencahayaan_tinggi = triangular_membership(x_pencahayaan, 400, 500, 600)

# Plotting suhu
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(x_suhu, suhu_rendah, label='Suhu Rendah')
plt.plot(x_suhu, suhu_sedang, label='Suhu Sedang')
plt.plot(x_suhu, suhu_tinggi, label='Suhu Tinggi')
plt.title('Fungsi Keanggotaan Suhu (°C)')
plt.xlabel('Suhu (°C)')
plt.ylabel('Derajat Keanggotaan')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()

# Plotting kebisingan
plt.figure(figsize=(10, 6))

```



```

plt.plot(x_kebisingan, kebisingan_rendah, label='Kebisingan Rendah')
plt.plot(x_kebisingan, kebisingan_sedang, label='Kebisingan Sedang')
plt.plot(x_kebisingan, kebisingan_tinggi, label='Kebisingan Tinggi')
plt.title('Fungsi Keanggotaan Kebisingan (dB)')
plt.xlabel('Kebisingan (dB)')
plt.ylabel('Derajat Keanggotaan')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()

```

# Plotting pencahayaan

```

plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(x_pencahayaan, pencahayaan_rendah, label='Pencahayaan Rendah')
plt.plot(x_pencahayaan, pencahayaan_sedang, label='Pencahayaan Sedang')
plt.plot(x_pencahayaan, pencahayaan_tinggi, label='Pencahayaan Tinggi')
plt.title('Fungsi Keanggotaan Pencahayaan (lux)')
plt.xlabel('Pencahayaan (lux)')
plt.ylabel('Derajat Keanggotaan')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()

```

# Data dari tabel hasil

```

data = [
    (1.00, 148.00), (1.00, 150.90), (0.00, 146.50), (1.00, 143.10), (1.00, 146.53),
    (0.00, 142.73), (0.00, 136.73), (0.00, 140.77), (0.00, 135.97), (1.00, 149.73),
    (1.00, 153.27), (0.00, 152.13), (1.00, 148.00), (1.00, 150.63), (0.00, 147.63),
    (0.00, 141.47), (0.00, 145.67), (0.00, 140.20), (1.00, 142.10), (1.00, 146.53),
    (0.00, 142.17), (1.00, 138.70), (1.00, 141.40), (0.00, 138.30), (0.00, 133.33),
    (0.00, 138.53), (0.00, 137.77)
]

```

# Menghitung nilai defuzzifikasi dengan metode weighted average

```

alpha_z = sum([alpha * z for alpha, z in data])

```

```

sum_alpha = sum([alpha for alpha, _ in data])

if sum_alpha != 0:
    rata_rata_produk = alpha_z / sum_alpha
else:
    rata_rata_produk = 0

print(f'Rata-rata produk: {rata_rata_produk:.2f}')

# Fungsi keanggotaan segitiga
def triangular_membership(x, a, b, c):
    return np.maximum(np.minimum((x-a)/(b-a), (c-x)/(c-b)), 0)

# Rentang nilai untuk setiap variabel
x_suhu = np.linspace(20, 35, 100)
x_kebisingan = np.linspace(50, 120, 100)
x_pencahayaan = np.linspace(100, 900, 100)

# Fungsi keanggotaan untuk Suhu (Rendah, Sedang, Tinggi)
suhu_rendah = triangular_membership(x_suhu, 20, 22, 24)
suhu_sedang = triangular_membership(x_suhu, 24, 26, 28)
suhu_tinggi = triangular_membership(x_suhu, 28, 32, 34)

# Fungsi keanggotaan untuk Kebisingan (Rendah, Sedang, Tinggi)
kebisingan_rendah = triangular_membership(x_kebisingan, 50, 55, 60)
kebisingan_sedang = triangular_membership(x_kebisingan, 60, 75, 90)
kebisingan_tinggi = triangular_membership(x_kebisingan, 85, 90, 95)

# Fungsi keanggotaan untuk Pencahayaan (Rendah, Sedang, Tinggi)
pencahayaan_rendah = triangular_membership(x_pencahayaan, 100, 150, 200)
pencahayaan_sedang = triangular_membership(x_pencahayaan, 200, 300, 400)
pencahayaan_tinggi = triangular_membership(x_pencahayaan, 400, 500, 600)

# Contoh input dari laporan

```

```

input_suhu = 23
input_kebisingan = 65
input_pencahayaan = 250

# Hitung derajat keanggotaan untuk setiap variabel
derajat_suhu_rendah = triangular_membership(input_suhu, 20, 22, 24)
derajat_suhu_sedang = triangular_membership(input_suhu, 24, 26, 28)
derajat_suhu_tinggi = triangular_membership(input_suhu, 28, 32, 34)

derajat_kebisingan_rendah = triangular_membership(input_kebisingan, 50, 55, 60)
derajat_kebisingan_sedang = triangular_membership(input_kebisingan, 60, 75, 90)
derajat_kebisingan_tinggi = triangular_membership(input_kebisingan, 85, 90, 95)

derajat_pencahayaan_rendah = triangular_membership(input_pencahayaan, 100, 150, 200)
derajat_pencahayaan_sedang = triangular_membership(input_pencahayaan, 200, 300, 400)
derajat_pencahayaan_tinggi = triangular_membership(input_pencahayaan, 400, 500, 600)

# Tampilkan derajat keanggotaan untuk setiap himpunan fuzzy
print("=== Derajat Keanggotaan ===")
print(f'Suhu 23°C: Rendah = {derajat_suhu_rendah:.2f}, Sedang = {derajat_suhu_sedang:.2f}, Tinggi = {derajat_suhu_tinggi:.2f}')
print(f'Kebisingan 65dB: Rendah = {derajat_kebisingan_rendah:.2f}, Sedang = {derajat_kebisingan_sedang:.2f}, Tinggi = {derajat_kebisingan_tinggi:.2f}')
print(f'Pencahayaan 250lux: Rendah = {derajat_pencahayaan_rendah:.2f}, Sedang = {derajat_pencahayaan_sedang:.2f}, Tinggi = {derajat_pencahayaan_tinggi:.2f}')

# Aturan fuzzy dan perhitungan alpha-predicate
data = [
    (min(derajat_suhu_rendah, derajat_kebisingan_rendah, derajat_pencahayaan_rendah),
    148.00),
    (min(derajat_suhu_rendah, derajat_kebisingan_rendah, derajat_pencahayaan_sedang),
    150.90),

```

(min(derajat\_suhu\_rendah, derajat\_kebisingan\_rendah, derajat\_pencahayaan\_tinggi),  
146.50),

(min(derajat\_suhu\_rendah, derajat\_kebisingan\_sedang, derajat\_pencahayaan\_rendah),  
143.10),

(min(derajat\_suhu\_rendah, derajat\_kebisingan\_sedang, derajat\_pencahayaan\_sedang),  
146.53),

(min(derajat\_suhu\_rendah, derajat\_kebisingan\_sedang, derajat\_pencahayaan\_tinggi),  
142.73),

(min(derajat\_suhu\_rendah, derajat\_kebisingan\_tinggi, derajat\_pencahayaan\_rendah),  
136.73),

(min(derajat\_suhu\_rendah, derajat\_kebisingan\_tinggi, derajat\_pencahayaan\_sedang),  
140.77),

(min(derajat\_suhu\_rendah, derajat\_kebisingan\_tinggi, derajat\_pencahayaan\_tinggi),  
135.97),

(min(derajat\_suhu\_sedang, derajat\_kebisingan\_rendah, derajat\_pencahayaan\_rendah),  
149.73),

(min(derajat\_suhu\_sedang, derajat\_kebisingan\_rendah, derajat\_pencahayaan\_sedang),  
153.27),

(min(derajat\_suhu\_sedang, derajat\_kebisingan\_rendah, derajat\_pencahayaan\_tinggi),  
152.13),

(min(derajat\_suhu\_sedang, derajat\_kebisingan\_sedang, derajat\_pencahayaan\_rendah),  
148.00),

(min(derajat\_suhu\_sedang, derajat\_kebisingan\_sedang, derajat\_pencahayaan\_sedang),  
150.63),

(min(derajat\_suhu\_sedang, derajat\_kebisingan\_sedang, derajat\_pencahayaan\_tinggi),  
147.63),

(min(derajat\_suhu\_sedang, derajat\_kebisingan\_tinggi, derajat\_pencahayaan\_rendah),  
141.47),

(min(derajat\_suhu\_sedang, derajat\_kebisingan\_tinggi, derajat\_pencahayaan\_sedang),  
145.67),

(min(derajat\_suhu\_sedang, derajat\_kebisingan\_tinggi, derajat\_pencahayaan\_tinggi),  
140.20),

```

        (min(derajat_suhu_tinggi, derajat_kebisingan_rendah, derajat_pencahayaan_rendah),
142.10),
        (min(derajat_suhu_tinggi, derajat_kebisingan_rendah, derajat_pencahayaan_sedang),
146.53),
        (min(derajat_suhu_tinggi, derajat_kebisingan_rendah, derajat_pencahayaan_tinggi),
142.17),
        (min(derajat_suhu_tinggi, derajat_kebisingan_sedang, derajat_pencahayaan_rendah),
138.70),
        (min(derajat_suhu_tinggi, derajat_kebisingan_sedang, derajat_pencahayaan_sedang),
141.40),
        (min(derajat_suhu_tinggi, derajat_kebisingan_sedang, derajat_pencahayaan_tinggi),
138.30),
        (min(derajat_suhu_tinggi, derajat_kebisingan_tinggi, derajat_pencahayaan_rendah),
133.33),
        (min(derajat_suhu_tinggi, derajat_kebisingan_tinggi, derajat_pencahayaan_sedang),
138.53),
        (min(derajat_suhu_tinggi, derajat_kebisingan_tinggi, derajat_pencahayaan_tinggi),
137.77)
    ]

```

```

# Tampilkan alpha-predicate

```

```

print("\n===  $\alpha$ -predicate untuk Setiap Aturan ===")

```

```

for i, (alpha, output) in enumerate(data, 1):

```

```

    print(f"Aturan {i}:  $\alpha$ -predicate = {alpha:.2f}, Output = {output:.2f}")

```

```

# Defuzzifikasi dengan metode weighted average

```

```

alpha_z = sum([alpha * z for alpha, z in data])

```

```

sum_alpha = sum([alpha for alpha, _ in data])

```

```

if sum_alpha != 0:

```

```

    rata_rata_produk = alpha_z / sum_alpha

```

```

else:

```

```

    rata_rata_produk = 0

```

```
# Tampilkan hasil defuzzifikasi
```

```
print(f"\nRata-rata produk (defuzzifikasi): {rata_rata_produk:.2f}")
```