

**TIUGAS INDIVIDU 2**

**LOGIKA FUZZY**



**DISUSUN OLEH :**

Delvi Nur Ropiq Sitepu (G1A022005)

**Dosen Pengampu :**

Dr. Endina Putri Purwandari, S.T, M.Kom.

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BENGKULU  
T.A 2023/2024**

## Soal

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)

Jawab:

A.

➤ **fungsi keanggotaan segitiga untuk tiga faktor utama:**

1. Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )
2. Kebisingan (dB)
3. Pencahayaan (lux)

➤ **Setiap fungsi keanggotaan segitiga akan terdiri dari tiga titik, yaitu:**

- Titik awal (di mana keanggotaan mulai dari 0)
- Titik tengah (di mana keanggotaan bernilai 1)
- Titik akhir (di mana keanggotaan kembali menjadi 0)

➤ **fungsi keanggotaan segitiga untuk setiap faktor:**

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

Dari tabel, suhu bervariasi antara  $22^{\circ}\text{C}$  hingga  $32^{\circ}\text{C}$ . Kita bisa membagi suhu menjadi tiga kategori:

- **Dingin:** ( $22^{\circ}\text{C}$ ,  $22^{\circ}\text{C}$ ,  $26^{\circ}\text{C}$ )
- **Sedang:** ( $22^{\circ}\text{C}$ ,  $26^{\circ}\text{C}$ ,  $32^{\circ}\text{C}$ )
- **Panas:** ( $26^{\circ}\text{C}$ ,  $32^{\circ}\text{C}$ ,  $32^{\circ}\text{C}$ )

**2. Fungsi Keanggotaan Kebisingan (dB)**

Kebisingan bervariasi dari 55 dB hingga 90 dB. Fungsi keanggotaan dapat dibagi menjadi:

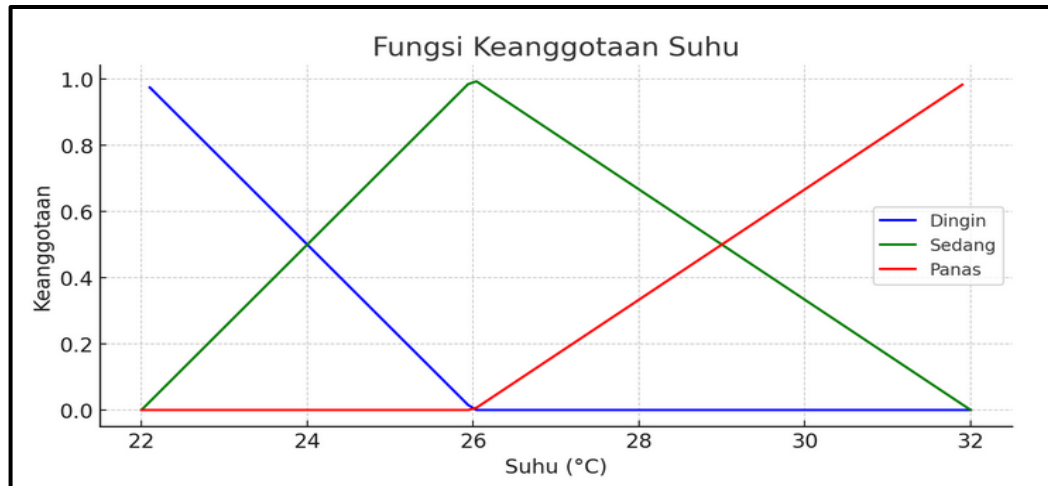
- **Rendah:** (55 dB, 55 dB, 75 dB)
- **Sedang:** (55 dB, 75 dB, 90 dB)
- **Tinggi:** (75 dB, 90 dB, 90 dB)

**3. Fungsi Keanggotaan Pencahayaan (lux)**

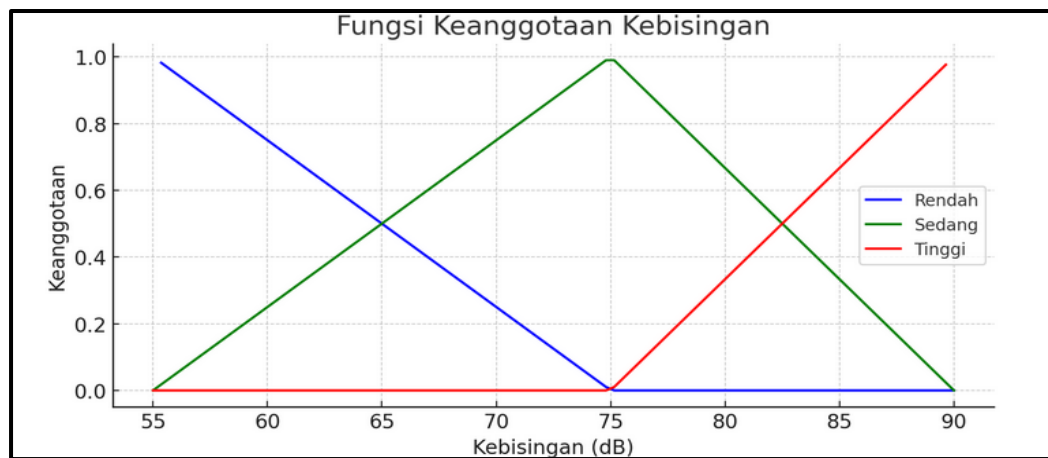
Pencahayaan bervariasi antara 150 lux hingga 500 lux, sehingga fungsi keanggotaan bisa dikelompokkan menjadi:

- **Redup:** (150 lux, 150 lux, 300 lux)
- **Sedang:** (150 lux, 300 lux, 500 lux)
- **Terang:** (300 lux, 500 lux, 500 lux)

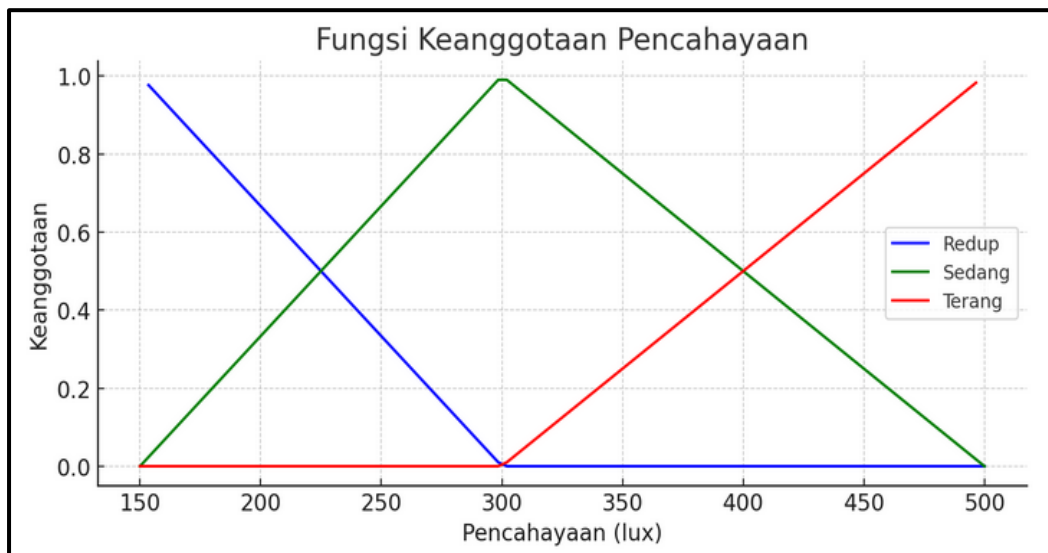
➤ **Gambar Fungsi Keanggotaan Suhu**



➤ **Gambar Fungsi Keanggotaan Kebisingan**



➤ **Gambar Fungsi Keanggotaan Pencahayaan**



1. **Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )** - dengan kategori Dingin, Sedang, dan Panas.
2. **Kebisingan (dB)** - dengan kategori Rendah, Sedang, dan Tinggi.
3. **Pencahayaan (lux)** - dengan kategori Redup, Sedang, dan Terang.

Masing-masing grafik menunjukkan keanggotaan dari 0 hingga 1 berdasarkan nilai input variabel yang terkait.

## **B. Jawab**

1. Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) dengan tiga kategori: Dingin, Sedang, Panas.
2. Kebisingan (dB) dengan tiga kategori: Rendah, Sedang, Tinggi.
3. Pencahayaan (lux) dengan tiga kategori: Redup, Sedang, Terang.

- **27 Aturan Fuzzy:**

1. Jika Suhu Dingin dan Kebisingan Rendah dan Pencahayaan Redup, maka produksi rendah.
2. Jika Suhu Dingin dan Kebisingan Rendah dan Pencahayaan Sedang, maka produksi sedang.
3. Jika Suhu Dingin dan Kebisingan Rendah dan Pencahayaan Terang, maka produksi tinggi.
4. Jika Suhu Dingin dan Kebisingan Sedang dan Pencahayaan Redup, maka produksi rendah.
5. Jika Suhu Dingin dan Kebisingan Sedang dan Pencahayaan Sedang, maka produksi sedang.
6. Jika Suhu Dingin dan Kebisingan Sedang dan Pencahayaan Terang, maka produksi tinggi.
7. Jika Suhu Dingin dan Kebisingan Tinggi dan Pencahayaan Redup, maka produksi rendah.
8. Jika Suhu Dingin dan Kebisingan Tinggi dan Pencahayaan Sedang\*\*, maka produksi sedang.
9. Jika Suhu Dingin dan Kebisingan Tinggi dan Pencahayaan Terang, maka produksi tinggi.
10. Jika Suhu Sedang dan Kebisingan Rendah dan Pencahayaan Redup, maka produksi rendah.
11. Jika Suhu Sedang dan Kebisingan Rendah dan Pencahayaan Sedang, maka produksi sedang.

12. Jika Suhu Sedang dan Kebisingan Rendah dan Pencahayaan Terang, maka produksi tinggi.

13. Jika Suhu Sedang dan Kebisingan Sedang dan Pencahayaan Redup, maka produksi rendah.

14. Jika Suhu Sedang dan Kebisingan Sedang dan Pencahayaan Sedang, maka produksi sedang.

15. Jika Suhu Sedang dan Kebisingan Sedang dan Pencahayaan Terang, maka produksi tinggi.

16. Jika Suhu Sedang dan Kebisingan Tinggi dan Pencahayaan Redup, maka produksi rendah.

17. Jika Suhu Sedang dan Kebisingan Tinggi dan Pencahayaan Sedang, maka produksi sedang.

18. Jika Suhu Sedang dan Kebisingan Tinggi dan Pencahayaan Terang, maka produksi tinggi.

19. Jika Suhu Panas dan Kebisingan Rendah dan Pencahayaan Redup, maka produksi rendah.

20. Jika Suhu Panas dan Kebisingan Rendah dan Pencahayaan Sedang, maka produksi sedang.

21. Jika Suhu Panas dan Kebisingan Rendah dan Pencahayaan Terang, maka produksi tinggi.

22. Jika Suhu Panas dan Kebisingan Sedang dan Pencahayaan Redup, maka produksi rendah.

23. Jika Suhu Panas dan Kebisingan Sedang dan Pencahayaan Sedang, maka produksi sedang.

24. Jika Suhu Panas dan Kebisingan Sedang dan Pencahayaan Terang, maka produksi tinggi.

25. Jika Suhu Panas dan Kebisingan Tinggi dan Pencahayaan Redup, maka produksi rendah.

26. Jika Suhu Panas dan Kebisingan Tinggi dan Pencahayaan Sedang, maka produksi sedang.

27. Jika Suhu Panas dan Kebisingan Tinggi dan Pencahayaan Terang, maka produksi tinggi.

Setiap aturan ini dapat dipetakan dengan hasil rata-rata produksi dari tabel, dengan kategori produksi rendah, sedang, dan tinggi yang dapat dihitung atau diestimasi berdasarkan hasil produksi rata-rata dari kombinasi suhu, kebisingan, dan pencahayaan.

### C. Jawab

Untuk menentukan derajat keanggotaan (membership degree) dari setiap variabel (Suhu, Kebisingan, dan Pencahayaan) dalam setiap himpunan berdasarkan data yang ada pada soal, kita harus menghitungnya menggunakan fungsi keanggotaan segitiga. Setiap variabel dibagi menjadi tiga himpunan fuzzy: rendah, sedang, dan tinggi (atau dingin, sedang, panas untuk suhu). Kita akan menghitung derajat keanggotaan berdasarkan fungsi segitiga untuk setiap baris dalam tabel.

#### 1. Suhu (°C)

Fungsi keanggotaan segitiga untuk suhu:

- **Dingin:**  $\mu_{\text{dingin}}(x) = \text{Triangular}(x, 22, 22, 26)$
- **Sedang:**  $\mu_{\text{sedang}}(x) = \text{Triangular}(x, 22, 26, 32)$
- **Panas:**  $\mu_{\text{panas}}(x) = \text{Triangular}(x, 26, 32, 32)$

#### 2. Kebisingan (dB)

Fungsi keanggotaan segitiga untuk kebisingan:

- **Rendah:**  $\mu_{\text{rendah}}(x) = \text{Triangular}(x, 55, 55, 75)$
- **Sedang:**  $\mu_{\text{sedang}}(x) = \text{Triangular}(x, 55, 75, 90)$
- **Tinggi:**  $\mu_{\text{tinggi}}(x) = \text{Triangular}(x, 75, 90, 90)$

#### 3. Pencahayaan (lux)

Fungsi keanggotaan segitiga untuk pencahayaan:

- **Redup:**  $\mu_{\text{redup}}(x) = \text{Triangular}(x, 150, 150, 300)$
- **Sedang:**  $\mu_{\text{sedang}}(x) = \text{Triangular}(x, 150, 300, 500)$
- **Terang:**  $\mu_{\text{terang}}(x) = \text{Triangular}(x, 300, 500, 500)$

#### ➤ Rumus Fungsi Segitiga

$$\mu(x; a, b, c) = \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{jika } a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & \text{jika } b \leq x \leq c \end{cases}$$

## D. Jawab

### Printscreen:

```
import numpy as np
import pandas as pd

# Fungsi keanggotaan segitiga fuzzy
def triangular_membership(x, a, b, c):
    if x <= a or x >= c:
        return 0
    elif a <= x <= b:
        return (x - a) / (b - a)
    else:
        return (c - x) / (c - b)

# Dataset: Suhu, Kebisingan, Pencapaian, Rata-rata jumlah produk
data = [
    [22, 55, 150, 148.00],
    [22, 55, 300, 150.90],
    [22, 55, 500, 146.50],
    [22, 75, 150, 143.10],
    [22, 75, 300, 146.53],
    [22, 75, 500, 142.73],
    [22, 90, 150, 136.73],
    [22, 90, 300, 140.77],
    [22, 90, 500, 135.97],
    [26, 55, 150, 149.73],
    [26, 55, 300, 153.27],
    [26, 55, 500, 152.13],
    [26, 75, 150, 148.00],
    [26, 75, 300, 150.63],
    [26, 75, 500, 147.63],
    [26, 90, 150, 141.47],
    [26, 90, 300, 145.67],
    [26, 90, 500, 140.20],
    [32, 55, 150, 142.10],
    [32, 55, 300, 146.53],
    [32, 55, 500, 142.17],
    [32, 75, 150, 138.70],
    [32, 75, 300, 141.40],
    [32, 75, 500, 138.80],
    [32, 90, 150, 133.33],
    [32, 90, 300, 133.77],
    [32, 90, 500, 137.77],
]

# Membuat DataFrame
df = pd.DataFrame(data, columns=['Suhu', 'Kebisingan', 'Pencapaian', 'Rata-rata Produk'])

# Fungsi keanggotaan fuzzy untuk Suhu
def suhu_fuzzy(x):
    return {
        'Dingin': triangular_membership(x, 22, 22, 26),
        'Sedang': triangular_membership(x, 22, 26, 32),
        'Panas': triangular_membership(x, 26, 32, 32)
    }

# Fungsi keanggotaan fuzzy untuk Kebisingan
def kebisingan_fuzzy(x):
    return {
        'Rendah': triangular_membership(x, 55, 55, 75),
        'Sedang': triangular_membership(x, 55, 75, 90),
        'Tinggi': triangular_membership(x, 75, 90, 90)
    }

# Fungsi keanggotaan fuzzy untuk Pencapaian
def pencapaian_fuzzy(x):
    return {
        'Redup': triangular_membership(x, 150, 150, 300),
        'Sedang': triangular_membership(x, 150, 300, 500),
        'Terang': triangular_membership(x, 300, 500, 500)
    }
```



```

# Menghitung predikat untuk setiap aturan
def calculate_predicates(df):
    predicates = []

    for index, row in df.iterrows():
        suhu_membership = suhu_fuzzy(row['Suhu'])
        kebisingan_membership = kebisingan_fuzzy(row['Kebisingan'])
        pencahayaan_membership = pencahayaan_fuzzy(row['Pencahayaan'])

        # Buat kombinasi aturan fuzzy
        for suhu_label, suhu_value in suhu_membership.items():
            for kebisingan_label, kebisingan_value in kebisingan_membership.items():
                for pencahayaan_label, pencahayaan_value in pencahayaan_membership.items():
                    # Predikat aturan fuzzy (min dari keanggotaan)
                    predikat = min(suhu_value, kebisingan_value, pencahayaan_value)

                    # Simpan hasil predikat
                    predicates.append({
                        'Suhu': suhu_label,
                        'Kebisingan': kebisingan_label,
                        'Pencahayaan': pencahayaan_label,
                        'Predikat': predikat,
                        'Rata-rata Produk': row['Rata-rata Produk']
                    })

    return pd.DataFrame(predicates)

# Menghitung semua predikat dari dataset
predicates_df = calculate_predicates(df)

# Menampilkan hasil predikat
predicates_df.head(10)

```

Gambar Code Predikat

Penjelasan:

Kode Python tersebut memulai dengan mengimpor dua pustaka utama, yaitu `numpy` (untuk komputasi numerik) dan `pandas` (untuk manipulasi data), diikuti dengan mendefinisikan fungsi keanggotaan segitiga fuzzy melalui fungsi `triangular\_membership`. Data berbentuk tabel yang berisi suhu, kebisingan, pencahayaan, dan rata-rata jumlah produk dimasukkan dalam bentuk list dan diubah menjadi DataFrame menggunakan pandas. Untuk menghitung derajat keanggotaan variabel suhu, kebisingan, dan pencahayaan, terdapat tiga fungsi khusus: `suhu\_fuzzy`, `kebisingan\_fuzzy`, dan `pencahayaan\_fuzzy`, yang menggunakan fungsi segitiga untuk menentukan nilai keanggotaan fuzzy setiap kategori variabel. Fungsi `calculate\_predicates` menghitung predikat dari aturan fuzzy dengan menciptakan kombinasi nilai keanggotaan untuk setiap variabel (suhu, kebisingan, dan pencahayaan), menggunakan nilai minimum dari keanggotaan yang relevan untuk menghitung predikat setiap aturan. Hasilnya kemudian disimpan dalam bentuk DataFrame, yang menampilkan aturan fuzzy, predikat, dan rata-rata jumlah produk untuk masing-masing kombinasi aturan.

### Printscreen Output:

	Suhu	Kebisingan	Pencahayaan	Predikat	Rata-rata Produk
0	Dingin	Rendah	Redup	0.0	148.0
1	Dingin	Rendah	Sedang	0.0	148.0
2	Dingin	Rendah	Terang	0.0	148.0
3	Dingin	Sedang	Redup	0.0	148.0
4	Dingin	Sedang	Sedang	0.0	148.0
5	Dingin	Sedang	Terang	0.0	148.0
6	Dingin	Tinggi	Redup	0.0	148.0
7	Dingin	Tinggi	Sedang	0.0	148.0
8	Dingin	Tinggi	Terang	0.0	148.0
9	Sedang	Rendah	Redup	0.0	148.0

Gambar Output Kode Predikat

### Penjelasan:

Output dari kode diatas adalah sebuah tabel (DataFrame) yang menampilkan hasil perhitungan predikat untuk setiap kombinasi aturan fuzzy berdasarkan suhu, kebisingan, dan pencahayaan. Setiap baris dalam tabel menunjukkan kombinasi variabel fuzzy (suhu, kebisingan, dan pencahayaan) beserta nilai predikatnya, yang dihitung sebagai nilai minimum dari derajat keanggotaan variabel-variabel tersebut. Selain itu, output juga mencantumkan rata-rata jumlah produk yang terkait dengan masing-masing kombinasi. Output ini memberikan gambaran bagaimana setiap kombinasi variabel memengaruhi predikat fuzzy dan output produksi.

### Printscreen Plotnya:



Gambar Plot Yang Di rekomendasikan

## E. Jawab

### Printscreen Kode Rata:

```
# Fungsi keanggotaan segitiga fuzzy
def triangular_membership(x, a, b, c):
    return max(min((x - a) / (b - a), (c - x) / (c - b)), 0) if a < x < c else 0

# Dataset: Suhu, Kebisingan, Pencahayaan, Rata-rata jumlah produk
data = [
    [22, 55, 150, 148.00], [22, 55, 300, 150.90], [22, 55, 500, 146.50],
    [22, 75, 150, 143.10], [22, 75, 300, 146.53], [22, 75, 500, 142.73],
    [22, 90, 150, 136.73], [22, 90, 300, 140.77], [22, 90, 500, 135.97],
    [26, 55, 150, 149.73], [26, 55, 300, 153.27], [26, 55, 500, 152.13],
    [26, 75, 150, 148.00], [26, 75, 300, 150.63], [26, 75, 500, 147.63],
    [26, 90, 150, 141.47], [26, 90, 300, 145.67], [26, 90, 500, 140.20],
    [32, 55, 150, 142.10], [32, 55, 300, 146.53], [32, 55, 500, 142.17],
    [32, 75, 150, 138.70], [32, 75, 300, 141.40], [32, 75, 500, 138.00],
    [32, 90, 150, 133.33], [32, 90, 300, 133.77], [32, 90, 500, 137.77]
]

# Membuat DataFrame
df = pd.DataFrame(data, columns=['Suhu', 'Kebisingan', 'Pencahayaan', 'Rata-rata Produk'])

# Fungsi keanggotaan fuzzy untuk Suhu, Kebisingan, dan Pencahayaan
def fuzzy_memberships(x, var):
    if var == 'Suhu':
        return {
            'Dingin': triangular_membership(x, 22, 22, 26),
            'Sedang': triangular_membership(x, 22, 26, 32),
            'Panas': triangular_membership(x, 26, 32, 32)
        }
    elif var == 'Kebisingan':
        return {
            'Rendah': triangular_membership(x, 55, 55, 75),
            'Sedang': triangular_membership(x, 55, 75, 90),
            'Tinggi': triangular_membership(x, 75, 90, 90)
        }
    elif var == 'Pencahayaan':
        return {
            'Redup': triangular_membership(x, 150, 150, 300),
            'Sedang': triangular_membership(x, 150, 300, 500),
            'Terang': triangular_membership(x, 300, 500, 500)
        }

# Menghitung predikat untuk setiap aturan
def calculate_predicates(df):
    predicates = []
    for _, row in df.iterrows():
        suhu_membership = fuzzy_memberships(row['Suhu'], 'Suhu')
        kebisingan_membership = fuzzy_memberships(row['Kebisingan'], 'Kebisingan')
        pencahayaan_membership = fuzzy_memberships(row['Pencahayaan'], 'Pencahayaan')

        for suhu, sv in suhu_membership.items():
            for kebisingan, kv in kebisingan_membership.items():
                for pencahayaan, pv in pencahayaan_membership.items():
                    predicates.append({
                        'Suhu': suhu, 'Kebisingan': kebisingan,
                        'Pencahayaan': pencahayaan, 'Predikat': min(sv, kv, pv),
                        'Rata-rata Produk': row['Rata-rata Produk']
                    })
    return pd.DataFrame(predicates)

# Defuzzifikasi dengan metode Weighted Average
def defuzzify_weighted_average(predicates_df):
    numerator = (predicates_df['Predikat'] * predicates_df['Rata-rata Produk']).sum()
    denominator = predicates_df['Predikat'].sum()
    return numerator / denominator if denominator != 0 else 0
```

```
# Eksekusi
predicates_df = calculate_predicates(df)
defuzzy_result = defuzzify_weighted_average(predicates_df)

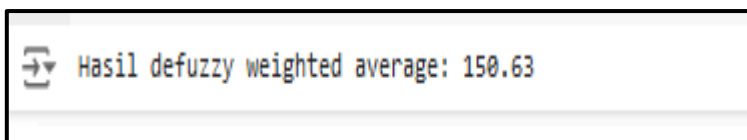
# Output hasil
print("Hasil defuzzy weighted average:", defuzzy_result)
```

Gambar Kode defuzzy rata rata

#### Penjelasan:

Kode di atas menggunakan logika fuzzy untuk menghitung rata-rata produk berdasarkan tiga variabel: suhu, kebisingan, dan pencahayaan. Fungsi utama `triangular\_membership` menghitung nilai keanggotaan menggunakan fungsi segitiga fuzzy. Dataset yang diberikan berisi nilai-nilai untuk suhu, kebisingan, pencahayaan, dan rata-rata produk. Setiap variabel dibagi ke dalam beberapa himpunan fuzzy, seperti "Dingin", "Sedang", "Panas" untuk suhu, dan nilai keanggotaan dihitung untuk setiap input dalam dataset. Kode kemudian menggunakan kombinasi keanggotaan fuzzy dari setiap variabel untuk menghitung predikat aturan, yang merupakan nilai minimum dari keanggotaan suhu, kebisingan, dan pencahayaan. Terakhir, metode defuzzifikasi "Weighted Average" digunakan untuk menghitung rata-rata jumlah produk berdasarkan predikat aturan, dan hasilnya dicetak di konsol.

#### Printscreen Output:



```
Hasil defuzzy weighted average: 150.63
```

Gambar Output Hasil Defuzzy

#### Penjelasan Code:

Output "Hasil defuzzy weighted average: 150.63" dihasilkan karena metode defuzzifikasi weighted average mengambil rata-rata tertimbang dari predikat aturan fuzzy yang telah dihitung. Setiap aturan fuzzy memiliki nilai keanggotaan (predikat) yang merupakan kombinasi dari suhu, kebisingan, dan pencahayaan. Nilai rata-rata produk dikalikan dengan predikat, dan hasilnya dijumlahkan. Jumlah tersebut kemudian dibagi dengan total predikat untuk mendapatkan nilai rata-rata tertimbang, yang menghasilkan angka 150.63. Nilai ini mencerminkan estimasi rata-rata produk setelah mempertimbangkan seluruh aturan fuzzy dalam dataset.