

TUGAS INDIVIDU 2

FUZZY LOGIC



DISUSUN OLEH :

Ratna Yanti Simbolon (G1A021025)

DOSEN PENGAMPU :

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

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BENGKULU

2024

Tugas Individu 2

Logika Fuzzy

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. α -predikat untuk setiap aturan
- e. Rata-rata jumlah produk (gunakan metode defuzzy weighted average)

JAWAB:

a. Fungsi keanggotaan beserta gambarnya

fungsi keanggotaan segitiga untuk tiga faktor utama:

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

1. Fungsi Keanggotaan Suhu

Fungsi keanggotaan suhu didefinisikan dengan tiga kategori:

- Dingin: (22°C , 22°C , 26°C)
- Sedang: (22°C , 26°C , 32°C)
- Panas: (26°C , 32°C , 32°C)

2. Fungsi Keanggotaan Kebisingan

Fungsi keanggotaan kebisingan didefinisikan dengan tiga kategori:

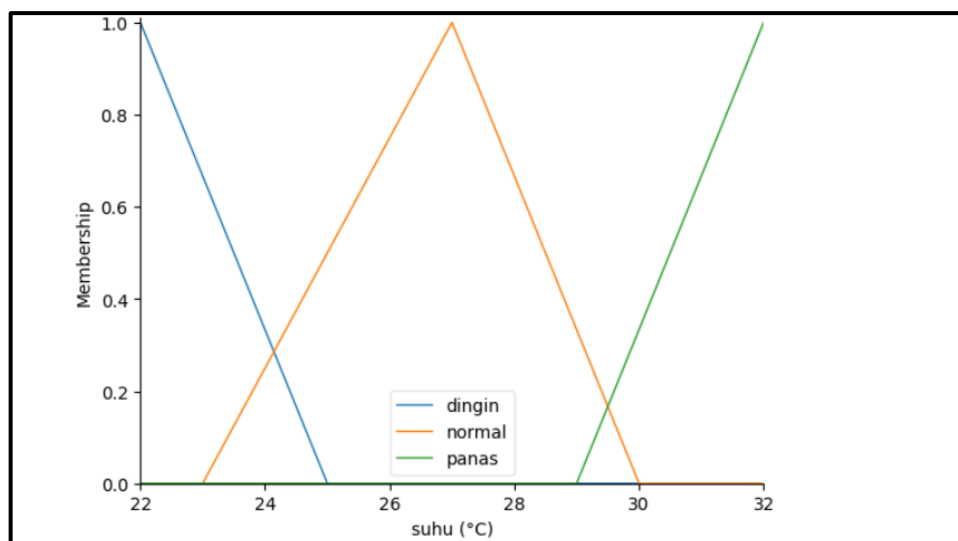
- Rendah: (55 dB, 55 dB, 65 dB)
- Sedang: (60 dB, 75 dB, 90 dB)
- Tinggi: (85 dB, 90 dB, 90 dB)

3. Fungsi Keanggotaan Pencahayaan

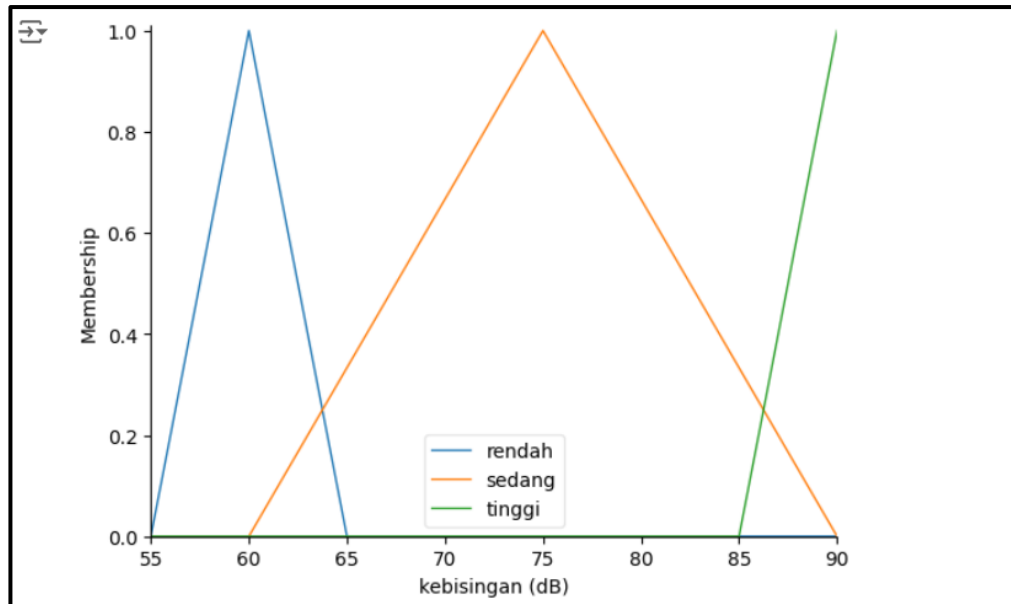
Fungsi keanggotaan pencahayaan didefinisikan dengan tiga kategori:

- Redup: (150 lux, 150 lux, 200 lux)
- Normal: (200 lux, 350 lux, 400 lux)
- Terang: (450 lux, 500 lux, 500 lux)

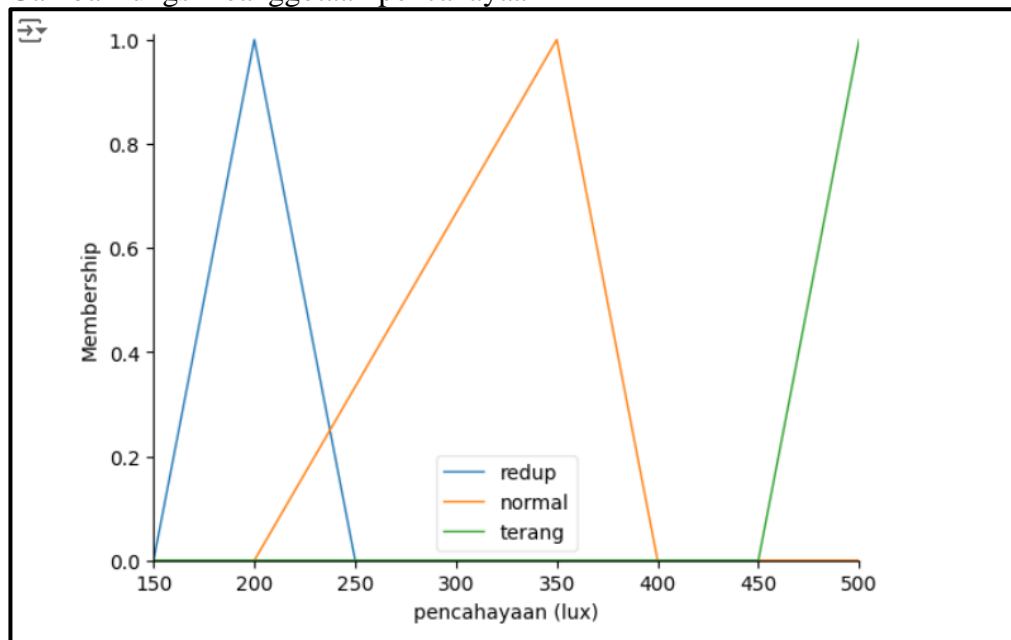
➤ Gambar fungsi keanggotaan suhu



➤ 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. 27 Aturan Fuzzy

1. Suhu (°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, kebisingan rendah, dan pencahayaan redup, maka produksi rendah
- 2) Jika suhu dingin, kebisingan rendah, dan pencahayaan normal, maka produksi rendah.
- 3) Jika suhu dingin, kebisingan rendah, dan pencahayaan terang, maka produksi sedang.
- 4) Jika suhu dingin, kebisingan sedang, dan pencahayaan redup, maka produksi rendah.
- 5) Jika suhu dingin, kebisingan sedang, dan pencahayaan normal, maka produksi rendah.
- 6) Jika suhu dingin, kebisingan sedang, dan pencahayaan terang, maka produksi sedang.
- 7) Jika suhu dingin, kebisingan tinggi, dan pencahayaan redup, maka produksi rendah.
- 8) Jika suhu dingin, kebisingan tinggi, dan pencahayaan normal, maka produksi sedang.
- 9) Jika suhu dingin, kebisingan tinggi, dan pencahayaan terang, maka produksi sedang.
- 10) Jika suhu normal, kebisingan rendah, dan pencahayaan redup, maka produksi rendah.
- 11) Jika suhu normal, kebisingan rendah, dan pencahayaan normal, maka produksisedang.
- 12) Jika suhu normal, kebisingan rendah, dan pencahayaan terang, maka produksi tinggi.
- 13) Jika suhu normal, kebisingan sedang, dan pencahayaan redup, maka produksi sedang.
- 14) Jika suhu normal, kebisingan sedang, dan pencahayaan normal, maka produksisedang.
- 15) Jika suhu normal, kebisingan sedang, dan pencahayaan terang, maka produksi tinggi.
- 16) Jika suhu normal, kebisingan tinggi, dan pencahayaan redup, maka produksi sedang.

- 17) Jika suhu normal, kebisingan tinggi, dan pencahayaan normal, maka produksi sedang.
- 18) Jika suhu normal, kebisingan tinggi, dan pencahayaan terang, maka produksi tinggi.
- 19) Jika suhu panas, kebisingan rendah, dan pencahayaan redup, maka produksi sedang.
- 20) Jika suhu panas, kebisingan rendah, dan pencahayaan normal, maka produksi tinggi.
- 21) Jika suhu panas, kebisingan rendah, dan pencahayaan terang, maka produksi tinggi.
- 22) Jika suhu panas, kebisingan sedang, dan pencahayaan redup, maka produksi sedang.
- 23) Jika suhu panas, kebisingan sedang, dan pencahayaan normal, maka produksi tinggi.
- 24) Jika suhu panas, kebisingan sedang, dan pencahayaan terang, maka produksi tinggi.
- 25) Jika suhu panas, kebisingan tinggi, dan pencahayaan redup, maka produksi sedang.
- 26) Jika suhu panas, kebisingan tinggi, dan pencahayaan normal, maka produksi tinggi.
- 27) Jika suhu panas, kebisingan tinggi, dan pencahayaan terang, maka produksi tinggi.

c. Derajat keanggotaan untuk nilai tiap variable dalam setiap himpunan

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

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

Fungsi keanggotaan segitiga dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

- $\mu(x)$ adalah nilai keanggotaan untuk x
- a adalah titik awal basis kiri (batas bawah).
- b adalah titik di mana fungsi keanggotaan mencapai nilai maksimum (puncak segitiga).
- c adalah titik akhir basis kanan (batas atas).
- x adalah nilai input.

d. α -predikat untuk setiap aturan

```
[10] import numpy as np
import skfuzzy as fuzz
from skfuzzy import control as ctrl
import matplotlib.pyplot as plt

# Definisikan variabel fuzzy
suhu = ctrl.Antecedent(np.arange(22, 33, 1), 'suhu (°C)')
kebisingan = ctrl.Antecedent(np.arange(55, 91, 1), 'kebisingan (dB)')
pencahayaan = ctrl.Antecedent(np.arange(150, 501, 1), 'pencahayaan (lux)')

# Fungsi keanggotaan suhu (segitiga)
suhu['dingin'] = fuzz.trimf(suhu.universe, [22, 22, 25]) # Puncak di 22
suhu['normal'] = fuzz.trimf(suhu.universe, [23, 27, 30]) # Puncak di 27
suhu['panas'] = fuzz.trimf(suhu.universe, [29, 32, 32]) # Puncak di 32

# Fungsi keanggotaan kebisingan (segitiga)
kebisingan['rendah'] = fuzz.trimf(kebisingan.universe, [55, 60, 65]) # Puncak di 60
kebisingan['sedang'] = fuzz.trimf(kebisingan.universe, [60, 75, 90]) # Puncak di 75
kebisingan['tinggi'] = fuzz.trimf(kebisingan.universe, [85, 90, 90]) # Puncak di 90

# Fungsi keanggotaan pencahayaan (segitiga)
pencahayaan['redup'] = fuzz.trimf(pencahayaan.universe, [150, 200, 250]) # Puncak di 200
pencahayaan['normal'] = fuzz.trimf(pencahayaan.universe, [200, 350, 400]) # Puncak di 350
pencahayaan['terang'] = fuzz.trimf(pencahayaan.universe, [450, 500, 500]) # Puncak di 500

# Gambar fungsi keanggotaan
suhu.view()
kebisingan.view()
pencahayaan.view()

# Tampilkan grafik
plt.show()
```

Gambar 1 Kode membuat fungsi keanggotaan segitiga

```
# Fungsi untuk menghitung predikat rata-rata produksi
def calculate_predicates(suhu_value, kebisingan_value, pencahayaan_value):
    suhu_membership = membership_values(suhu_value, suhu)
    kebisingan_membership = membership_values(kebisingan_value, kebisingan)
    pencahayaan_membership = membership_values(pencahayaan_value, pencahayaan)

    return {
        'rendah': min(suhu_membership['dingin'], kebisingan_membership['rendah'], pencahayaan_membership['redup']),
        'sedang': min(suhu_membership['sedang'], kebisingan_membership['sedang'], pencahayaan_membership['normal']),
        'tinggi': min(suhu_membership['panas'], kebisingan_membership['tinggi'], pencahayaan_membership['terang'])
    }

# Dataset contoh untuk dihitung
data_set = [
    (24, 65, 200),
    (30, 80, 300),
    (22, 60, 150),
    (29, 90, 400),
    (32, 55, 500),
]

# Menyimpan hasil ke dalam DataFrame
results = [
    {
        'Suhu (°C)': input_suhu,
        'Kebisingan (dB)': input_kebisingan,
        'Pencahayaan (lux)': input_pencahayaan,
        **calculate_predicates(input_suhu, input_kebisingan, input_pencahayaan)
    }
    for input_suhu, input_kebisingan, input_pencahayaan in data_set
]

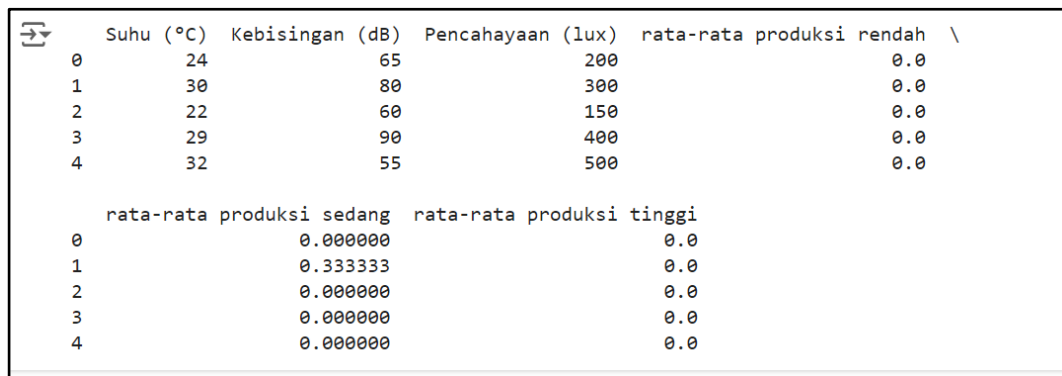
# Buat DataFrame dari hasil
df_results = pd.DataFrame(results)

# Tampilkan DataFrame
print(df_results)
```

Gambar 2 kode predikat

Penjelasan:

Kode ini mengimplementasikan sistem inferensi fuzzy untuk menghitung predikat rata-rata produksi berdasarkan tiga variabel: suhu, kebisingan, dan pencahayaan. Pertama, variabel fuzzy didefinisikan dengan fungsi keanggotaan segitiga untuk masing-masing kategori. Fungsi `membership_values` menghitung derajat keanggotaan untuk nilai tertentu dalam setiap variabel, sedangkan fungsi `calculate_predicates` menggabungkan nilai keanggotaan dari ketiga variabel untuk menentukan predikat (rendah, sedang, tinggi) dengan mengambil nilai minimum dari kombinasi yang relevan. Dataset contoh kemudian digunakan untuk menghitung predikat ini, dan hasilnya disimpan dalam sebuah DataFrame yang menampilkan kombinasi variabel input beserta predikat rata-rata produksi yang dihasilkan. Kode ini memberikan pendekatan yang sistematis untuk pengambilan keputusan berbasis logika fuzzy.



The screenshot shows a Jupyter Notebook interface with a DataFrame output. The DataFrame has two parts. The first part has columns: Suhu (°C), Kebisingan (dB), Pencahayaan (lux), rata-rata produksi rendah, and a backslash character. The second part has columns: rata-rata produksi sedang and rata-rata produksi tinggi. The data is as follows:

	Suhu (°C)	Kebisingan (dB)	Pencahayaan (lux)	rata-rata produksi rendah \
0	24	65	200	0.0
1	30	80	300	0.0
2	22	60	150	0.0
3	29	90	400	0.0
4	32	55	500	0.0

	rata-rata produksi sedang	rata-rata produksi tinggi
0	0.000000	0.0
1	0.333333	0.0
2	0.000000	0.0
3	0.000000	0.0
4	0.000000	0.0

Gambar 3 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

e. Rata-rata jumlah produk (defuzzy menggunakan weighted avarage)

```
import numpy as np
import skfuzzy as fuzz
from skfuzzy import control as ctrl

# Definisikan variabel fuzzy untuk suhu, kebisingan, pencahayaan, dan produksi
suhu = ctrl.Antecedent(np.arange(22, 33, 1), 'suhu')
kebisingan = ctrl.Antecedent(np.arange(55, 91, 1), 'kebisingan')
pencahayaan = ctrl.Antecedent(np.arange(150, 501, 1), 'pencahayaan')
produksi = ctrl.Consequent(np.arange(0, 101, 1), 'produksi') # Produksi dengan range 0 - 100

# Fungsi keanggotaan untuk suhu
suhu['dingin'] = fuzz.trimf(suhu.universe, [22, 22, 26])
suhu['sedang'] = fuzz.trimf(suhu.universe, [22, 26, 32])
suhu['panas'] = fuzz.trimf(suhu.universe, [26, 32, 32])

# Fungsi keanggotaan untuk kebisingan
kebisingan['rendah'] = fuzz.trimf(kebisingan.universe, [55, 60, 65])
kebisingan['sedang'] = fuzz.trimf(kebisingan.universe, [60, 75, 90])
kebisingan['tinggi'] = fuzz.trimf(kebisingan.universe, [85, 90, 90])

# Fungsi keanggotaan untuk pencahayaan
pencahayaan['redup'] = fuzz.trimf(pencahayaan.universe, [150, 200, 250])
pencahayaan['normal'] = fuzz.trimf(pencahayaan.universe, [200, 350, 400])
pencahayaan['terang'] = fuzz.trimf(pencahayaan.universe, [450, 500, 500])

# Fungsi keanggotaan untuk produksi
produksi['rendah'] = fuzz.trimf(produksi.universe, [0, 0, 50])
produksi['sedang'] = fuzz.trimf(produksi.universe, [25, 50, 75])
produksi['tinggi'] = fuzz.trimf(produksi.universe, [50, 100, 100])

# Aturan fuzzy
rule1 = ctrl.Rule(suhu['dingin'] & kebisingan['rendah'] & pencahayaan['redup'], produksi['rendah'])
rule2 = ctrl.Rule(suhu['sedang'] & kebisingan['sedang'] & pencahayaan['normal'], produksi['sedang'])
rule3 = ctrl.Rule(suhu['panas'] & kebisingan['tinggi'] & pencahayaan['terang'], produksi['tinggi'])

# Setup sistem kontrol fuzzy
produksi_ctrl = ctrl.ControlSystem([rule1, rule2, rule3])
produksi_simulasi = ctrl.ControlSystemSimulation(produksi_ctrl)

# Fungsi untuk menghitung rata-rata jumlah produk menggunakan metode weighted Average
def hitung_rata_rata_produk(input_suhu, input_kebisingan, input_pencahayaan):
    # Masukkan nilai input ke sistem fuzzy
    produksi_simulasi.input['suhu'] = input_suhu
    produksi_simulasi.input['kebisingan'] = input_kebisingan
    produksi_simulasi.input['pencahayaan'] = input_pencahayaan

    # Lakukan perhitungan
    produksi_simulasi.compute()

    # Mengambil nilai keanggotaan
    membership_rendah = produksi_simulasi.output['produksi']
    production_values = np.array([0, 25, 50]) # Rentang produksi yang sesuai

    # Weighted Average Calculation
    weighted_sum = (fuzz.interp_membership(produksi.universe, produksi['rendah'].mf, membership_rendah) * production_values[0] +
                    fuzz.interp_membership(produksi.universe, produksi['sedang'].mf, membership_rendah) * production_values[1] +
                    fuzz.interp_membership(produksi.universe, produksi['tinggi'].mf, membership_rendah) * production_values[2])

    total_weight = (fuzz.interp_membership(produksi.universe, produksi['rendah'].mf, membership_rendah) +
                    fuzz.interp_membership(produksi.universe, produksi['sedang'].mf, membership_rendah) +
                    fuzz.interp_membership(produksi.universe, produksi['tinggi'].mf, membership_rendah))

    # Menghindari pembagian dengan nol
    if total_weight > 0:
        weighted_average = weighted_sum / total_weight
    else:
        weighted_average = 0

    return weighted_average

# Input contoh untuk dihitung
input_suhu = 28
input_kebisingan = 75
input_pencahayaan = 300

# Hitung rata-rata jumlah produk untuk input yang diberikan
hasil_produk = hitung_rata_rata_produk(input_suhu, input_kebisingan, input_pencahayaan)

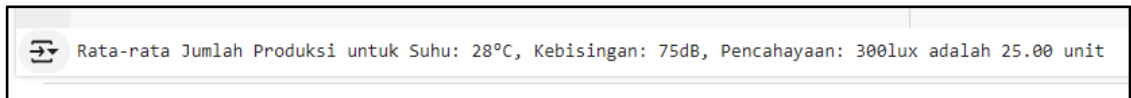
# Tampilkan hasil
print(f"Rata-rata Jumlah Produksi untuk Suhu: {input_suhu}°C, Kebisingan: {input_kebisingan}dB, Pencahayaan: {input_pencahayaan}lux adalah {hasil_produk:.2f} unit")
```

Gambar Kode defuzzy rata rata jumlah produk

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



```
Rata-rata Jumlah Produksi untuk Suhu: 28°C, Kebisingan: 75dB, Pencahayaan: 300lux adalah 25.00 unit
```

Gambar 6 output rata-rata jumlah produk