

Nama : Arief Setiawam

NPM : G1A022055

Matkul: Logika Fuzzy

Tugas 2

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 :

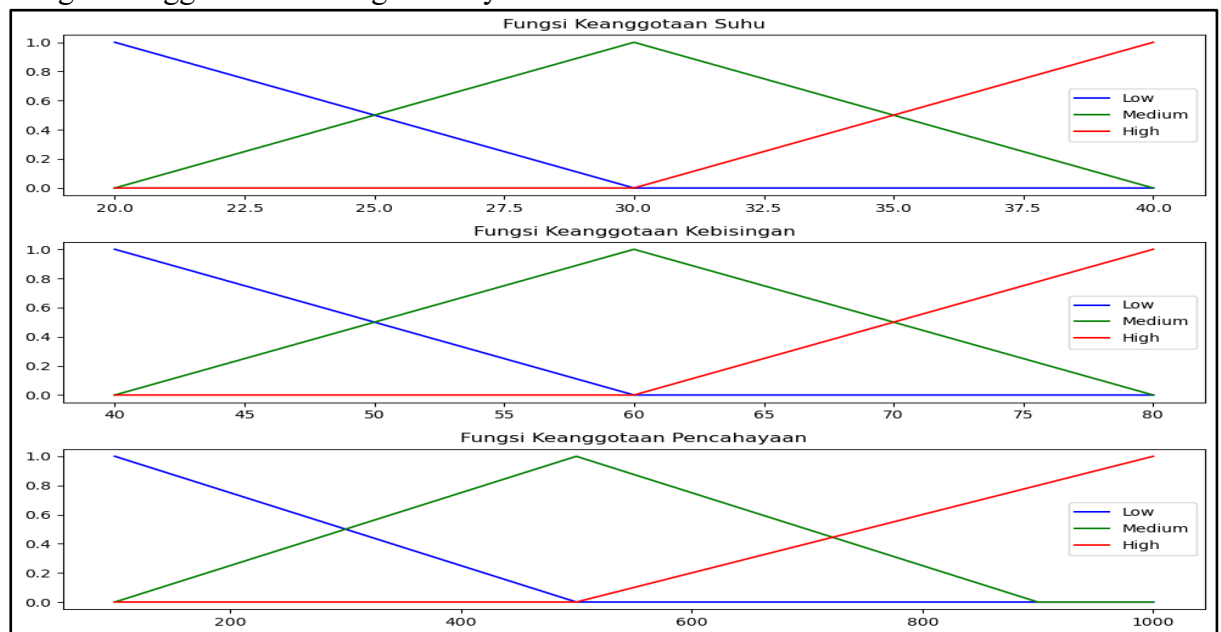
No	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Kebisingan (dB)	Pencahayaan (lux)	Rata-rata jumlah produk	Standar deviasi
1	22	55	150	148,00	4,71
2	22	55	300	150,90	4,78
3	22	55	500	146,50	4,90
4	22	75	150	143,10	4,90
5	22	75	300	146,53	4,58
6	22	75	500	142,73	5,42
7	22	90	150	136,73	4,49
8	22	90	300	140,77	4,49
9	22	90	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 :

- Fungsi Keanggotaan beserta gambarnya
- 27 aturan Fuzzy
- Derajat keanggotaan nilai tiap variable dalam setiap himpunan
- α -predikat untuk setiap aturan
- Rata-rata jumlah produk (gunakan metode defuzzy weighted average)

Jawab:

a. Fungsi keanggotaan beserta gambarnya



Gambar 1 Fungsi Keanggotaan

Penjelasan:

Seperti yang bisa dilihat pada gambar diatas adalah masing-masing output dari setiap fungsi keanggotaan pada suhu, kebisingan, dan pencahayaan. Pada fungsi keanggotaan suhu terdapat garis yang menggambarkan tingkatan suhu, yaitu low, medium dan high, begitu juga dengan fungsi keanggotaan lainnya.

b. 27 aturan fuzzy

```
# 4. Definisikan aturan fuzzy (27 aturan)
rules = [
    ('Low', 'Low', 'Low', 'Low'),
    ('Low', 'Low', 'Medium', 'Low'),
    ('Low', 'Low', 'High', 'Medium'),
    ('Low', 'Medium', 'Low', 'Low'),
    ('Low', 'Medium', 'Medium', 'Medium'),
    ('Low', 'Medium', 'High', 'Medium'),
    ('Low', 'High', 'Low', 'Medium'),
    ('Low', 'High', 'Medium', 'Medium'),
    ('Low', 'High', 'High', 'High'),
    ('Medium', 'Low', 'Low', 'Low'),
    ('Medium', 'Low', 'Medium', 'Medium'),
    ('Medium', 'Low', 'High', 'Medium'),
    ('Medium', 'Medium', 'Low', 'Medium'),
    ('Medium', 'Medium', 'Medium', 'Medium'),
    ('Medium', 'Medium', 'High', 'High'),
    ('Medium', 'High', 'Low', 'Medium'),
    ('Medium', 'High', 'Medium', 'High'),
    ('Medium', 'High', 'High', 'High'),
    ('High', 'Low', 'Low', 'Medium'),
    ('High', 'Low', 'Medium', 'Medium'),
    ('High', 'Low', 'High', 'High'),
    ('High', 'Medium', 'Low', 'Medium'),
    ('High', 'Medium', 'Medium', 'High'),
    ('High', 'Medium', 'High', 'High'),
    ('High', 'High', 'Low', 'High'),
    ('High', 'High', 'Medium', 'High'),
    ('High', 'High', 'High', 'High')
]
```

Gambar 2 27 Aturan Fuzzy

Penjelasan:

Seperti yang bisa dilihat pada gambar diatas adalah 27 aturan yang digunakan dalam model ini.

- c. Derajat keanggotaan nilai tiap variable dalam setiap himpunan

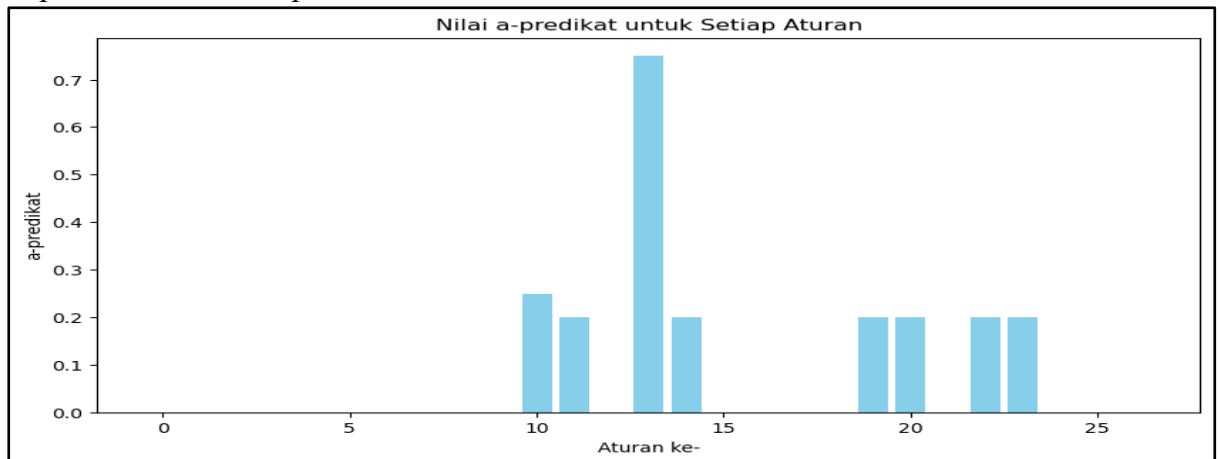
```
... Derajat keanggotaan suhu: Low=0.0, Medium=0.8, High=0.2
Derajat keanggotaan kebisingan: Low=0.25, Medium=0.75, High=0.0
Derajat keanggotaan pencahayaan: Low=0.0, Medium=0.75, High=0.2
```

Gambar 3 Derajat Keanggotaan

Penjelasan:

Seperti yang bisa dilihat pada gambar diatas adalah output atau hasil dari derajat keanggotaan nilai tiap variable, yaitu pada suhu untuk low nya adalah 0.0, medium pada 0.8 dan high 0.2 dan begitu juga pada variable lainnya.

- d. A-predikat untuk setiap aturan

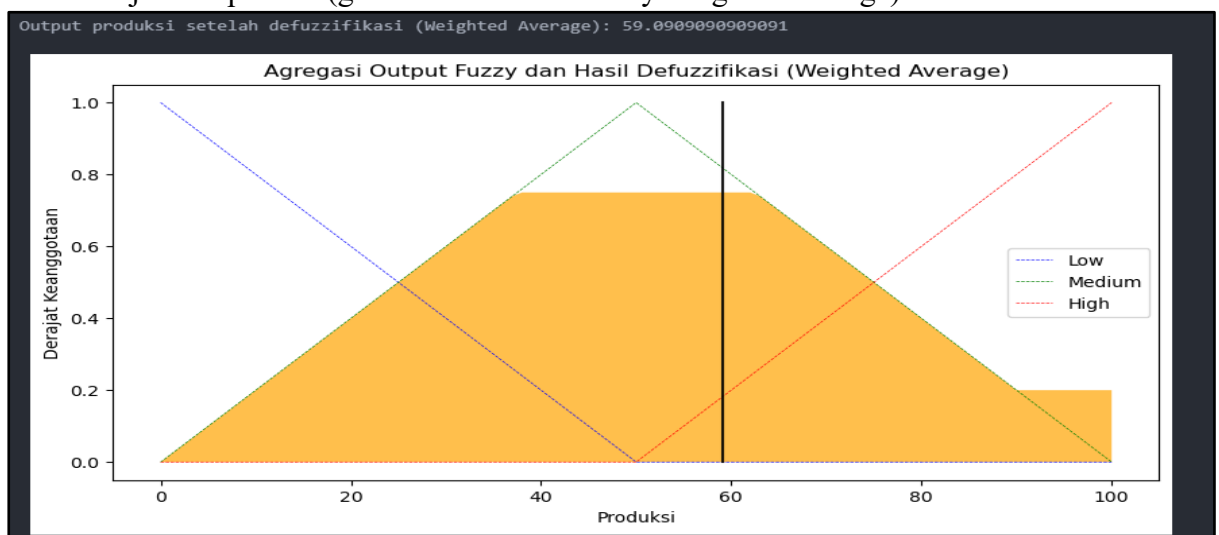


Gambar 4 Grafik a-predikat

Penjelasan:

Seperti yang bisa dilihat pada gambar diatas adalah grafik dari a-predikat untuk setiap aturan. Maksud dari aturan ini adalah 27 aturan yang sudah kita definisikan sebelumnya.

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



Gambar 5 Grafik Rata-rata Jumlah Produk

Penjelasan:

Seperti yang bisa dilihat pada gambar diatas adalah gambaran dari hasil defuzzifikasi menggunakan metode weighted average. Hasil rata-rata jumlah produk yang didapatkan adalah 59.0909090909091

Source Code:

```
import numpy as np
import skfuzzy as fuzz
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd

data = pd.read_csv('data2.csv')

# 1. Definisikan rentang variabel input dan output
x_suhu = np.arange(20, 41, 1) # Suhu
x_kebisingan = np.arange(40, 81, 1) # Kebisingan
x_pencahayaan = np.arange(100, 1001, 1) # Pencahayaan
x_produksi = np.arange(0, 101, 1) # Output produksi

# 2. Definisikan fungsi keanggotaan untuk suhu (Low, Medium, High)
suhu_low = fuzz.trimf(x_suhu, [20, 20, 30])
suhu_med = fuzz.trimf(x_suhu, [20, 30, 40])
suhu_high = fuzz.trimf(x_suhu, [30, 40, 40])

# Definisikan fungsi keanggotaan untuk kebisingan (Low, Medium, High)
kebisingan_low = fuzz.trimf(x_kebisingan, [40, 40, 60])
kebisingan_med = fuzz.trimf(x_kebisingan, [40, 60, 80])
kebisingan_high = fuzz.trimf(x_kebisingan, [60, 80, 80])

# Definisikan fungsi keanggotaan untuk pencahayaan (Low, Medium, High)
pencahayaan_low = fuzz.trimf(x_pencahayaan, [100, 100, 500])
pencahayaan_med = fuzz.trimf(x_pencahayaan, [100, 500, 900])
pencahayaan_high = fuzz.trimf(x_pencahayaan, [500, 1000, 1000])

# Definisikan fungsi keanggotaan untuk output produksi (Low, Medium, High)
produksi_low = fuzz.trimf(x_produksi, [0, 0, 50])
produksi_med = fuzz.trimf(x_produksi, [0, 50, 100])
produksi_high = fuzz.trimf(x_produksi, [50, 100, 100])

# 3. Visualisasikan Fungsi Keanggotaan
plt.figure(figsize=(10, 8))

# Fungsi keanggotaan Suhu
plt.subplot(3, 1, 1)
plt.plot(x_suhu, suhu_low, 'b', linewidth=1.5, label='Low')
plt.plot(x_suhu, suhu_med, 'g', linewidth=1.5, label='Medium')
plt.plot(x_suhu, suhu_high, 'r', linewidth=1.5, label='High')
plt.title('Fungsi Keanggotaan Suhu')
plt.legend()

# Fungsi keanggotaan Kebisingan
```

```

plt.subplot(3, 1, 2)
plt.plot(x_kebisingan, kebisingan_low, 'b', linewidth=1.5, label='Low')
plt.plot(x_kebisingan, kebisingan_med, 'g', linewidth=1.5, label='Medium')
plt.plot(x_kebisingan, kebisingan_high, 'r', linewidth=1.5, label='High')
plt.title('Fungsi Keanggotaan Kebisingan')
plt.legend()

# Fungsi keanggotaan Pencahayaannya
plt.subplot(3, 1, 3)
plt.plot(x_pencahayaan, pencahayaan_low, 'b', linewidth=1.5, label='Low')
plt.plot(x_pencahayaan, pencahayaan_med, 'g', linewidth=1.5, label='Medium')
plt.plot(x_pencahayaan, pencahayaan_high, 'r', linewidth=1.5, label='High')
plt.title('Fungsi Keanggotaan Pencahayaannya')
plt.legend()

plt.tight_layout()
plt.show()

```

4. Definisikan aturan fuzzy (27 aturan)

```

rules = [
    ('Low', 'Low', 'Low', 'Low'),
    ('Low', 'Low', 'Medium', 'Low'),
    ('Low', 'Low', 'High', 'Medium'),
    ('Low', 'Medium', 'Low', 'Low'),
    ('Low', 'Medium', 'Medium', 'Medium'),
    ('Low', 'Medium', 'High', 'Medium'),
    ('Low', 'High', 'Low', 'Medium'),
    ('Low', 'High', 'Medium', 'Medium'),
    ('Low', 'High', 'High', 'High'),
    ('Medium', 'Low', 'Low', 'Low'),
    ('Medium', 'Low', 'Medium', 'Medium'),
    ('Medium', 'Low', 'High', 'Medium'),
    ('Medium', 'Medium', 'Low', 'Medium'),
    ('Medium', 'Medium', 'Medium', 'Medium'),
    ('Medium', 'Medium', 'High', 'High'),
    ('Medium', 'High', 'Low', 'Medium'),
    ('Medium', 'High', 'Medium', 'High'),
    ('Medium', 'High', 'High', 'High'),
    ('High', 'Low', 'Low', 'Medium'),
    ('High', 'Low', 'Medium', 'Medium'),
    ('High', 'Low', 'High', 'High'),
    ('High', 'Medium', 'Low', 'Medium'),
    ('High', 'Medium', 'Medium', 'High'),
    ('High', 'Medium', 'High', 'High'),
    ('High', 'High', 'Low', 'High'),
    ('High', 'High', 'Medium', 'High'),

```

```
    ('High', 'High', 'High', 'High')
]
```

5. Derajat keanggotaan dari contoh input

```
input_suhu = 32 # Contoh input suhu
input_kebisingan = 55 # Contoh input kebisingan
input_pencahayaan = 600 # Contoh input pencahayaan
```

```
degree_suhu_low = fuzz.interp_membership(x_suhu, suhu_low, input_suhu)
degree_suhu_med = fuzz.interp_membership(x_suhu, suhu_med, input_suhu)
degree_suhu_high = fuzz.interp_membership(x_suhu, suhu_high, input_suhu)
```

```
degree_kebisingan_low = fuzz.interp_membership(x_kebisingan, kebisingan_low,
input_kebisingan)
degree_kebisingan_med = fuzz.interp_membership(x_kebisingan, kebisingan_med,
input_kebisingan)
degree_kebisingan_high = fuzz.interp_membership(x_kebisingan, kebisingan_high,
input_kebisingan)
```

```
degree_pencahayaan_low = fuzz.interp_membership(x_pencahayaan, pencahayaan_low,
input_pencahayaan)
degree_pencahayaan_med = fuzz.interp_membership(x_pencahayaan, pencahayaan_med,
input_pencahayaan)
degree_pencahayaan_high = fuzz.interp_membership(x_pencahayaan, pencahayaan_high,
input_pencahayaan)
```

Tampilkan derajat keanggotaan

```
print(f'Derajat keanggotaan suhu: Low={degree_suhu_low}, Medium={degree_suhu_med},
High={degree_suhu_high}")
print(f'Derajat keanggotaan kebisingan: Low={degree_kebisingan_low},
Medium={degree_kebisingan_med}, High={degree_kebisingan_high}")
print(f'Derajat keanggotaan pencahayaan: Low={degree_pencahayaan_low},
Medium={degree_pencahayaan_med}, High={degree_pencahayaan_high}")
```

6. Hitung a-predikat untuk setiap aturan

```
a_predikats = []
for rule in rules:
    suhu_deg = {
        'Low': degree_suhu_low, 'Medium': degree_suhu_med, 'High': degree_suhu_high
    }[rule[0]]
    kebisingan_deg = {
        'Low': degree_kebisingan_low, 'Medium': degree_kebisingan_med, 'High':
degree_kebisingan_high
    }[rule[1]]
    pencahayaan_deg = {
```

```

        'Low': degree_pencahayaan_low, 'Medium': degree_pencahayaan_med, 'High':
degree_pencahayaan_high
    }[rule[2]]

```

Hitung a-predikat (minimum dari semua variabel pada aturan)

```

a_predikat = np.fmin(np.fmin(suhu_deg, kebisingan_deg), pencahayaan_deg)
a_predikats.append(a_predikat)

```

Plot a-predikat untuk setiap aturan

```

plt.figure(figsize=(10, 5))
plt.bar(range(len(a_predikats)), a_predikats, color='skyblue')
plt.title('Nilai a-predikat untuk Setiap Aturan')
plt.xlabel('Aturan ke-')
plt.ylabel('a-predikat')
plt.show()

```

7. Hitung keluaran fuzzy berdasarkan a-predikat dan aturan

```

output_memberships = []
for i, rule in enumerate(rules):
    output_level = {
        'Low': produksi_low,
        'Medium': produksi_med,
        'High': produksi_high
    }[rule[3]]

```

Terapkan a-predikat pada keluaran

```

output_membership = np.fmin(a_predikats[i], output_level)
output_memberships.append(output_membership)

```

Gabungkan semua keluaran menggunakan max untuk setiap titik di rentang produksi

```

aggregated_output = np.fmax(output_memberships[0], output_memberships[1])
for output in output_memberships[2:]:
    aggregated_output = np.fmax(aggregated_output, output)

```

8. Defuzzifikasi menggunakan metode 'weighted average'

Hitung keluaran berbobot dari setiap aturan

Langkah 1: Tentukan nilai keluaran untuk setiap aturan

```

output_values = []
for i, rule in enumerate(rules):
    if rule[3] == 'Low':
        output_value = 25 # nilai rata-rata untuk Low
    elif rule[3] == 'Medium':
        output_value = 50 # nilai rata-rata untuk Medium
    else:
        output_value = 75 # nilai rata-rata untuk High

```

```

output_values.append(output_value)

# Langkah 2: Hitung Weighted Average
numerator = sum(a_predikats[i] * output_values[i] for i in range(len(a_predikats)))
denominator = sum(a_predikats)

# Cegah pembagian dengan nol
if denominator == 0:
    defuzzified_output = 0
else:
    defuzzified_output = numerator / denominator

print(f'Output produksi setelah defuzzifikasi (Weighted Average): {defuzzified_output}')

# Plot hasil defuzzifikasi dan agregasi
plt.figure(figsize=(10, 5))
plt.plot(x_produksi, produksi_low, 'b', linewidth=0.5, linestyle='--', label='Low')
plt.plot(x_produksi, produksi_med, 'g', linewidth=0.5, linestyle='--', label='Medium')
plt.plot(x_produksi, produksi_high, 'r', linewidth=0.5, linestyle='--', label='High')
plt.fill_between(x_produksi, np.zeros_like(x_produksi), aggregated_output,
facecolor='Orange', alpha=0.7)
plt.plot([defuzzified_output, defuzzified_output], [0, 1], 'k', linewidth=1.5, alpha=0.9)
plt.title('Agregasi Output Fuzzy dan Hasil Defuzzifikasi (Weighted Average)')
plt.xlabel('Produksi')
plt.ylabel('Derajat Keanggotaan')
plt.legend()
plt.show()

```

Penjelasan Source Code:

Kode diatas adalah kode yang menerapkan sistem logika fuzzy untuk menentukan tingkat produksi berdasarkan tiga variabel input: suhu, kebisingan, dan pencahayaan. Pertama, variabel-variabel ini diubah menjadi fungsi keanggotaan fuzzy dengan kategori Low, Medium, dan High, menggunakan metode fungsi segitiga. Setelah itu, 27 aturan fuzzy didefinisikan untuk mengaitkan kombinasi dari ketiga input dengan output produksi, juga dalam kategori Low, Medium, dan High.

Untuk input spesifik (misalnya, suhu 32, kebisingan 55, dan pencahayaan 600), sistem menghitung derajat keanggotaan untuk setiap variabel, yang menunjukkan seberapa kuat input tersebut termasuk dalam setiap kategori. Berdasarkan aturan fuzzy yang ada, nilai a-predikat dihitung untuk menilai kekuatan setiap aturan. Keluaran fuzzy kemudian dihasilkan dengan menggabungkan hasil dari semua aturan menggunakan metode agregasi maksimum.

Setelah mendapatkan keluaran fuzzy, proses defuzzifikasi dilakukan untuk mengubah nilai fuzzy menjadi nilai crisp (nyata) dengan metode weighted average. Hasil ini adalah output akhir berupa tingkat produksi berdasarkan input suhu, kebisingan, dan pencahayaan. Sistem juga memvisualisasikan fungsi keanggotaan dan hasil defuzzifikasi agar lebih mudah dipahami.