

**LAPORAN PROJECT FINAL
DETEKSI KEBAKARAN DENGAN
LOGIKA FUZZY MAMDANI**



OLEH :

NAMA	: Rizky Elinda Sari
NIM	: 09011282025084
KELAS	: SK5B
MATA KULIAH	: Kecerdasan Buatan
DOSEN PENGAMPU	: Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.

**SISTEM KOMPUTER
FAKULTAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahnya sehingga laporan final project ini dapat tersusun sampai dengan selesai. Sholawat beserta salah tak lupa penulis haturkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW. Penyusunan laporan final project ini untuk memenuhi tugas besar mata kuliah Artificial Intelligence. Penulis berharap semoga laporan final project ini dapat menambah pengetahuan dan dapat menerapkannya.

Menyadari banyaknya kekurangan dalam penyusunan laporan ini karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan laporan ini.

Palembang, 30 September 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	2
DAFTAR ISI.....	3
BAB I.....	4
PENDAHULUAN	4
1.1 Latar Belakang	4
1.2 Tujuan	4
1.3 Manfaat	4
BAB II	5
LANDASAN TEORI	5
2. 1 Pengertian Logika Fuzzy	5
2. 2 FUZZY INFERENCE SYSTEM.....	5
BAB III.....	8
PEMBAHASAN	8
3.1 Objek Penelitian.....	8
3.2 Penerapan Logika Fuzzy	8
3.3 IMPLEMENTASI KASUS KEDALAM CODING PYTHON	9
3.3.1 FUZZIFIKASI	9
3.3.2 FUNGSI KEANGGOATAAN FUZZY	10
3.3.3 RULE BASE.....	12
3.3.4 FUZZY INFERENSI.....	13
3.3.5 DEFUZZIFIKASI.....	13
BAB IV	16
PENUTUP.....	16
DAFTAR PUSTAKA.....	17

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam penulisan laporan Project ini, penulis akan memberikan beberapa pengertian yang berhubungan dengan judul laporan, karena tanpa pengertian yang jelas akan menyebabkan informasi yang disajikan tidak sesuai dengan hasil yang dipaparkan. Maka penulis merasa penting untuk menyusun laporan yang akan membantu mahasiswa dalam memahami Logika Fuzzy.

1.2 Tujuan

- Mahasiswa mampu menguasai prinsip dasar dan cara kerja metode Logika Fuzzy
- Mahasiswa mampu menyelesaikan sebuah contoh kasus dengan menggunakan Logika Fuzzy.
- Mahasiswa mampu membuat program sederhana mengenai Logika Fuzzy.

1.3 Manfaat

- Menambah pengetahuan mengenai Fuzzy Logic
- Menambah wawasan mengenai pemrograman sederhana Fuzzy Logic dengan Jupyter Notebook.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Logika Fuzzy

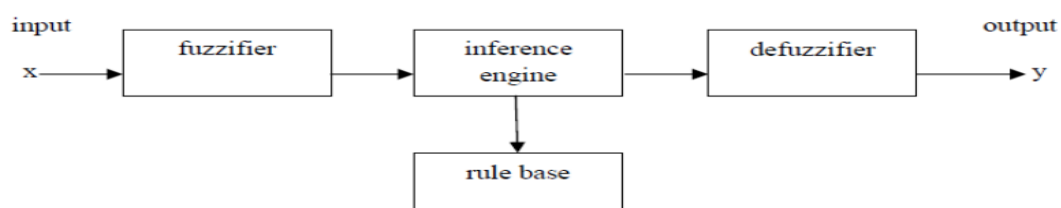
Logika Fuzzy dikembangkan oleh Lotfi Asker Zadeh melalui tulisannya pada tahun 1965 tentang teori himpunan fuzzy. Logika Fuzzy adalah teknik atau metode yang dipakai untuk mengatasi hal yang tidak pasti pada masalah-masalah yang mempunyai banyak jawaban. Pada dasarnya Fuzzy logic merupakan logika yang bernilai banyak (multivalued) yang mampu mendefinisikan nilai diantara keadaan yang konvensional seperti bancar atau salah, ya atau tidak putih atau hitam dan lain-lain.

Fuzzy logic merupakan peningkatan dari logika Boolean yang berhadapan dengan konsep kebenaran sebagian. Saat logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah biner (0 dan 1, hitam atau putih, ya atau tidak), logika fuzzy menggantikan kebenaran boolean dengan tingkat kebenaran. Logika Fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1. Logika berhubungan dengan set fuzzy dan teori kemungkinan.

Fuzzy logic atau logika yang samar dapat diartikan pula sebagai suatu cara memetakan suatu ruang input dan ruang output yang dimiliki nilai selanjutnya. Sistem logika fuzzy mempunyai sifat yang mampu mengakomodasi ketidakpastian dalam proses akomodasi suatu data. Fuzzy logic dapat didefinisikan suatu nilai yang bernilai ganda dan berhubungan dengan ketidakpastian dan kebenaran parsial.

2.2 FUZZY INFERENCE SYSTEM

Sistem inferensi fuzzy (FIS) adalah sebuah framework komputasi populer berdasarkan pada konsep teori himpunan fuzzy, aturan If – Then fuzzy, dan penalaran fuzzy. Sistem inferensi fuzzy pada dasarnya mendefinisikan pemetaan nonlinear dari vektor data input menjadi skalar output. Model umum dari sistem inferensi fuzzy ditunjukkan pada gambar berikut ini :



Dalam membangun sebuah sistem inferensi fuzzy dikenal beberapa metode penalaran antara lain :

- **Metode Mamdani**
- **Metode Sugeno**
- **Metode Tsukamoto**

a. Metode Mamdani

Metode Mamdani merupakan salah satu bagian dari Fuzzy Inference System yang berguna untuk penarikan kesimpulan atau suatu keputusan terbaik dalam permasalahan yang tidak pasti. Metode Fuzzy mamdani diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Metode mamdani menggunakan kaidah-kaidah linguistik dan memiliki algoritma fuzzy yang dapat dianalisis secara matematika sehingga lebih mudah dipahami.

Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan :

1. Pembentukan himpunan fuzzy
2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan)
3. Komposisi aturan
4. Penegasan (defuzzifikasi)

b. Metode Tsukamoto

Pertama kali diperkenalkan oleh Tsukamoto. Setiap konsekuen (kesimpulan) pada setiap aturan IF-THEN harus dipresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan monoton. Hasilnya, output hasil inferensi dari setiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan α -predikat, kemudian menghitung rata-rata terbobot.

Pada metode Tsukamoto, implikasi setiap aturan berbentuk implikasi “sebab-akibat” atau implikasi “input-output” Dimana antara anteseden dan konsekuen harus ada hubungannya. Setiap aturan dipresentasikan menggunakan himpunan-himpunan fuzzy, dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Kemudian untuk menentukan hasil tegas (Crisp Solution) digunakan rumus penegasan (defuzzifikasi) yang disebut “Metode rata-rata terpusat” (Center Average Defuzzifier).

c. Metode Sugeno

Metode Sugeno merupakan aturan yang dipresentasikan dalam bentuk If-Then, memiliki penalaran hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985.

BAB III

PEMBAHASAN

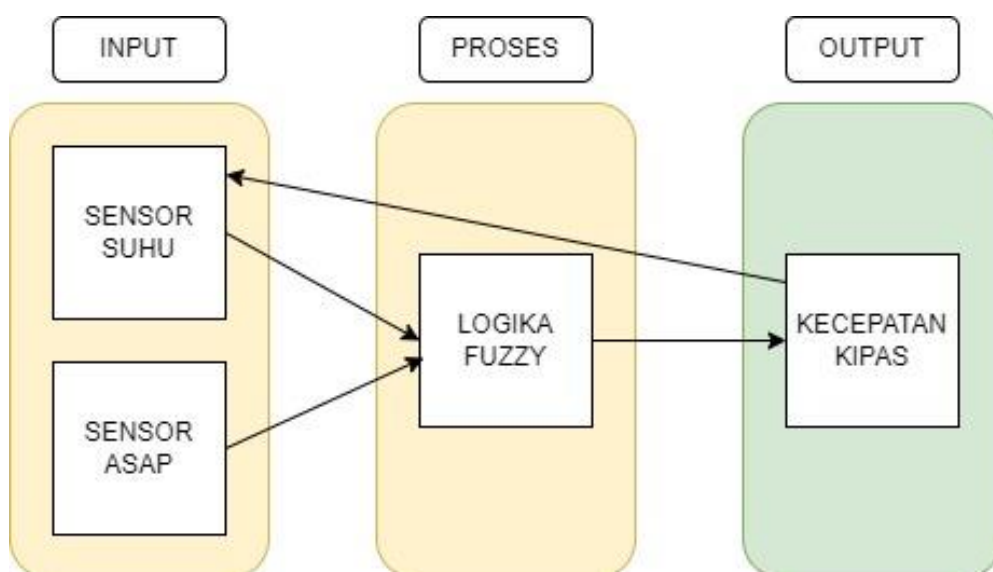
3.1 Objek Penelitian

Iklim negara kita yang tropis rawan terjadi kebakaran terutama di daerah lahan yang mengalami kekeringan maupun di daerah perkotaan yang padat. Terlambatnya mengetahui terjadinya kebakaran merupakan hal yang sangat fatal bagi keselamatan jiwa manusia dan harta benda. Bukan tidak mungkin jika terlambatnya mengetahui terjadinya kebakaran dapat menyebabkan ratusan rumah terbakar dan hilangnya harta yang tidak ternilai banyaknya bahkan bisa membawa korban jiwa manusia. Dengan adanya deteksi kebakaran diharapkan kebakaran dapat diketahui sedini mungkin dengan cepat melalui alarm anda bahaya dan dapat dicegah dengan cepat sebelum membahayakan bagi keselamatan manusia. Faktor-faktor yang digunakan sebagai input dalam mendeteksi kebakaran adalah temperatur suhu dan kepadatan asap. Prosedur pengambilan atau pengumpulan data yang dilakukan adalah menggunakan Studi Pustaka yang dilakukan dengan cara mencari referensi dari berbagai sumber.

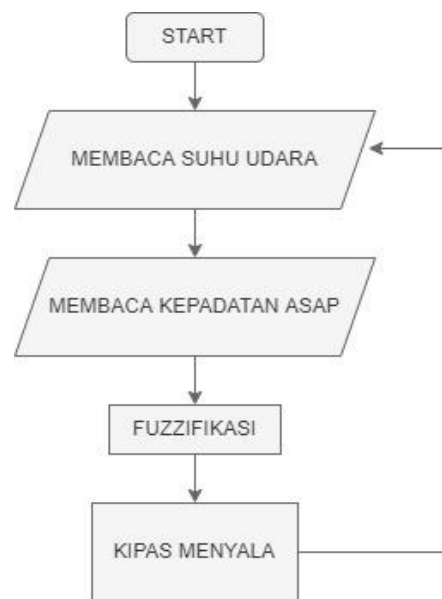
3.2 Penerapan Logika Fuzzy

Metode penerapan logika fuzzy pada proyek ini terdiri dari blok sistem, kerja alat yang terdiri dari Input (masukan), proses (pemrosesan data) dan Output (keluaran).

a). Blok Diagram



b). Flowchart



3.3 IMPLEMENTASI KASUS KEDALAM CODING PYTHON

3.3.1 FUZZIFIKASI

Fuzzifikasi merupakan proses untuk mengubah input sistem yang mempunyai nilai tegas menjadi variabel linguistik menggunakan fungsi keanggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan fuzzy. Dalam hal ini, terdapat 3 variabel yaitu 2 variabel input dan 1 variabel output.

Variabel Input (Antecedent) :

1. Suhu : Normal, Hangat dan Panas
2. Asap : Renggang, Sedang dan Padat

Variabel Output (Consequents) :

1. Durasi Kipas : Mati, Sedang dan Cepat

Rizky Elinda Sari

09011282025084

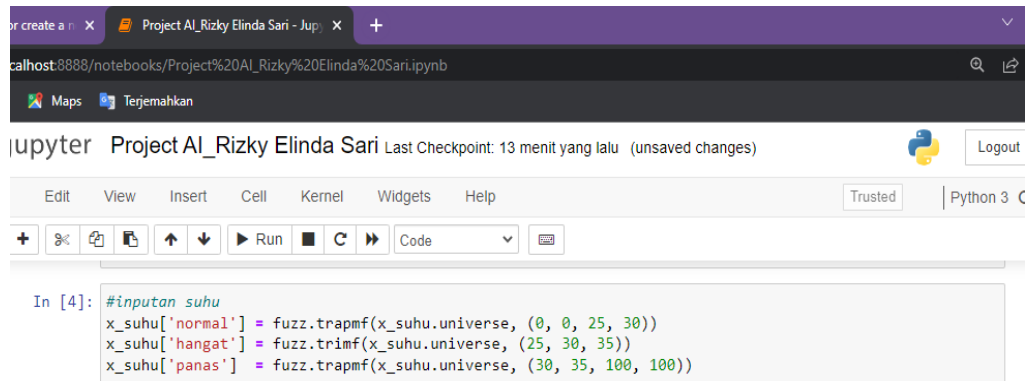
SK5B

```
In [ ]: import numpy as np
import skfuzzy as fuzz
from skfuzzy import control as ctr
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib inline
```

```
In [2]: x_suhu = ctr.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'x_suhu')
x_asap = ctr.Antecedent(np.arange(0, 501, 1), 'x_asap')
y_kipas = ctr.Consequent(np.arange(0, 121, 1), 'y_kipas')
```

3.3.2 FUNGSI KEANGGOTAAN FUZZY

1. Fungsi keanggotaan sensor suhu sebagai input pertama dibagi dalam 3 kategori yaitu Normal [0 0 25 30], Hangat [25 30 35], dan Panas [30 35 100 100].



```

In [4]: #inputan suhu
x_suhu['normal'] = fuzz.trapmf(x_suhu.universe, (0, 0, 25, 30))
x_suhu['hangat'] = fuzz.trimf(x_suhu.universe, (25, 30, 35))
x_suhu['panas'] = fuzz.trapmf(x_suhu.universe, (30, 35, 100, 100))

```

Adapun persamaan fungsi keanggotaan dari masing-masing kategori adalah sebagai berikut :

$$\mu_{Normal}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 25 \\ \frac{(30-x)}{(30-25)}; & 25 \leq x \leq 30 \\ 0; & x > 30 \end{cases}$$

$$\mu_{Hangat}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 25 \text{ atau } x \geq 35 \\ \frac{(x-25)}{(30-25)}; & 25 \leq x \leq 30 \\ 1; & x = 30 \\ \frac{(35-x)}{(35-30)}; & 30 \leq x \leq 35 \end{cases}$$

$$\mu_{Panas}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 30 \\ \frac{(x-30)}{(35-30)}; & 30 \leq x \leq 35 \\ 1; & x \geq 35 \end{cases}$$



2. Fungsi keanggotaan sensor asap sebagai input kedua dengan kategori : Renggang [0 0 150 200], Sedang [150 200 300], dan Padat [200 300 500 500].

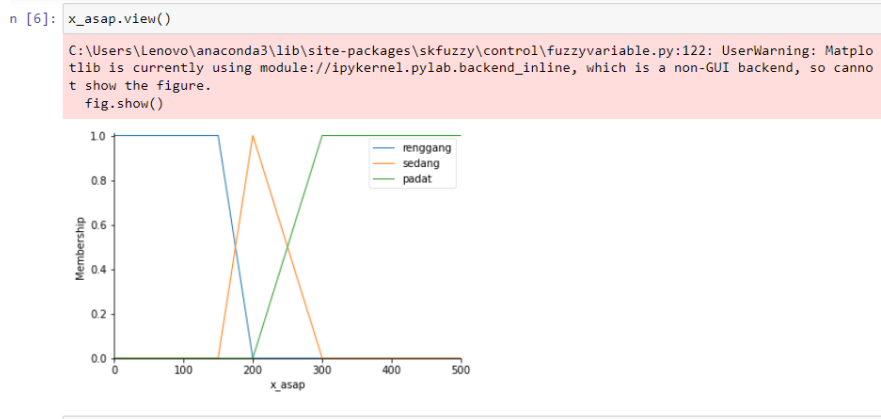
```
#inputan asap
x_asap['renggang'] = fuzz.trapmf(x_asap.universe, (0, 0, 150, 200))
x_asap['sedang'] = fuzz.trimf(x_asap.universe, (150, 200, 300))
x_asap['padat'] = fuzz.trapmf(x_asap.universe, (200, 300, 500, 500))
```

Adapun persamaan fungsi keanggotaan dari masing-masing kategori adalah sebagai berikut :

$$\mu_{Renggang}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 150 \\ \frac{(200 - x)}{(200 - 150)}; & 150 \leq x \leq 200 \\ 0; & x \geq 200 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 150 \text{ atau } x \geq 300 \\ \frac{(x - 150)}{(200 - 150)}; & 150 \leq x \leq 200 \\ 1; & x = 200 \\ \frac{(300 - x)}{(300 - 200)}; & 200 \leq x \leq 300 \end{cases}$$

$$\mu_{Padat}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 200 \\ \frac{(x - 200)}{(300 - 200)}; & 200 \leq x \leq 300 \\ 1; & x \geq 300 \end{cases}$$

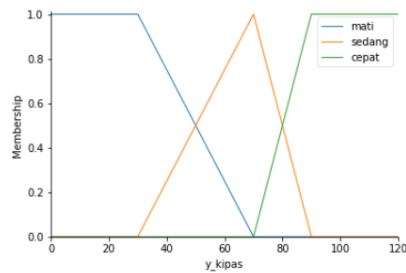


3. Fungsi keanggotaan kipas sebagai output yang dibagi menjadi 3 kategori yaitu : Mati [0 0 30 70], Sedang [30 70 90] dan Cepat [70 90 120 120].

```
#output kipas
y_kipas['mati'] = fuzz.trapmf(y_kipas.universe, (0, 0, 30, 70))
y_kipas['sedang'] = fuzz.trimf(y_kipas.universe, (30, 70, 90))
y_kipas['cepat'] = fuzz.trapmf(y_kipas.universe, (70, 90, 120, 120))
```

```
In [7]: y_kipas.view()
```

```
C:\Users\Lenovo\anaconda3\lib\site-packages\skfuzzy\control\fuzzyvariable.py:122: UserWarning: Matplotlib is currently using module://ipykernel.pylab.backend_inline, which is a non-GUI backend, so cannot show the figure.
fig.show()
```



3.3.3 RULE BASE

Sistem fuzzy diatur dengan menggunakan aturan dasar (rule base) yang merupakan kombinasi beberapa nilai dari variabel input dan output yang digunakan, seperti yang disajikan pada tabel berikut :

	NORMAL	HANGAT	PANAS
RENGGANG	MATI	MATI	SEDANG
SEDANG	MATI	SEDANG	CEPAT
PADAT	SEDANG	CEPAT	CEPAT

```
In [8]: rule1 = ctr.Rule(x_suhu['normal'] & x_asap['renggang'], y_kipas['mati'])
rule2 = ctr.Rule(x_suhu['normal'] & x_asap['sedang'], y_kipas['mati'])
rule3 = ctr.Rule(x_suhu['normal'] & x_asap['padat'], y_kipas['sedang'])

rule4 = ctr.Rule(x_suhu['hangat'] & x_asap['renggang'], y_kipas['mati'])
rule5 = ctr.Rule(x_suhu['hangat'] & x_asap['sedang'], y_kipas['sedang'])
rule6 = ctr.Rule(x_suhu['hangat'] & x_asap['padat'], y_kipas['cepat'])

rule7 = ctr.Rule(x_suhu['panas'] & x_asap['renggang'], y_kipas['sedang'])
rule8 = ctr.Rule(x_suhu['panas'] & x_asap['sedang'], y_kipas['cepat'])
rule9 = ctr.Rule(x_suhu['panas'] & x_asap['padat'], y_kipas['cepat'])
```

Secara keseluruhan, aturan dasar yang digunakan dalam sistem ini dapat dituliskan sebagai berikut :

1. [rule1] IF (Suhu is Normal) AND (Asap is Renggang) THEN (Kipas is Mati).
2. [rule2] IF (Suhu is Normal) AND (Asap is Sedang) THEN (Kipas is Mati).
3. [rule3] IF (Suhu is Normal) AND (Asap is Padat) THEN (Kipas is Sedang).
4. [rule4] IF (Suhu is Hangat) AND (Asap is Renggang) THEN (Kipas is Mati).
5. [rule5] IF (Suhu is Hangat) AND (Asap is Sedang) THEN (Kipas is Sedang).
6. [rule6] IF (Suhu is Hangat) AND (Asap is Padat) THEN (Kipas is Cepat).
7. [rule7] IF (Suhu is Panas) AND (Asap is Renggang) THEN (Kipas is Sedang).

8. [rule8] IF (Suhu is Panas) AND (Asap is Sedang) THEN (Kipas is Cepat).
9. [rule9] IF (Suhu is Panas) AND (Asap is Padat) THEN (Kipas is Cepat).

3.3.4 FUZZY INFERENCE

Dari beberapa metode dalam fuzzy inference system, metode yang digunakan adalah Metode Mamdani.

```
In [9]: #membuat kontrol sistem yang kondisinya diambil berdasarkan aturan/rule yang telah dibuat
        kipas_rule1 = ctr.ControlSystem([rule1, rule2, rule3, rule4, rule5, rule6, rule7, rule8, rule9 ])

In [10]: #membuat simulasi control sistem
        kipas = ctr.ControlSystemSimulation(kipas_rule1)
```

3.3.5 DEFUZZIFIKASI

Defuzzifikasi merupakan pengubah output fuzzy yang diperoleh dari inferensi sistem menjadi nilai tegas menggunakan fungsi keanggotaan dengan saat dilakukan fuzzifikasi, metode yang digunakan adalah Metode Centeroid.

```
In [22]: #membuat interupsi yang meminta inputan dari kipas
        suhu = input('Temperatur Suhu : ')
        asap = input('Kondisi Asap : ')

        Temperatur Suhu : 32
        Kondisi Asap : 280

In [23]: kipas.input['x_suhu'] = float(suhu)
        kipas.input['x_asap'] = float(asap)

        kipas.compute()
```

CONTOH KASUS :

Pada sebuah ruangan dipasang alat deteksi kebakaran berbasis arduino dengan atribut dua buah sensor, yaitu sensor suhu dan sensor asap. Sensor suhu mendeteksi suhu 32°C, dan sensor asap mendeteksi kepadatan asap yaitu 280. Bagaimanakah output kipas jika melihat dari inputan kedua sensor tersebut ?

1. Karena suhu bernilai 32 dimana berada diantara Hangat dan Panas, maka digunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Input.Suhu}[32] = \begin{cases} \frac{(35 - 32)}{(35 - 30)} = 0,6 \\ \frac{(32 - 30)}{(35 - 30)} = 0,4 \end{cases}$$

2. Karena Asap bernilai 280 dimana berada di range Sedang dan Padat, maka digunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Input.Asap}[280] = \begin{cases} \frac{(300 - 280)}{(300 - 200)} = 0,2 \\ \frac{(280 - 200)}{(300 - 200)} = 0,8 \end{cases}$$

3. Dari 4 data fuzzy input tersebut, Hangat (0,6), Panas (0,4), Sedang (0,2) dan Padat (0,8) Setelah hasil didapatkan, kemudian silangkan nilai dari masing-masing hasil sehingga diperoleh :

(0,6 dan 0,2) , (0,6 dan 0,8) , (0,4 dan 0,2) , (0,4 dan 0,8)

4. Ubah kedalam bentuk rule base, dari 9 rule base akan didapatkan 4 rule
 [R1] IF (Suhu is Hangat) AND (Asap is Sedang) THEN (Kipas is Sedang).
 [R2] IF (Suhu is Hangat) AND (Asap is Padat) THEN (Kipas is Cepat).
 [R3] IF (Suhu is Panas) AND (Asap is Sedang) THEN (Kipas is Sedang).
 [R4] IF (Suhu is Panas) AND (Asap is Padat) THEN (Kipas is Cepat).

5. Kemudian ambil nilai minimal dari (0,6 0,2), (0,6 0,8) , (0,4 0,2) , (0,4 0,8)
 Diperoleh : 0,2 0,6 0,2 0,4 (gunakan sebagai output)

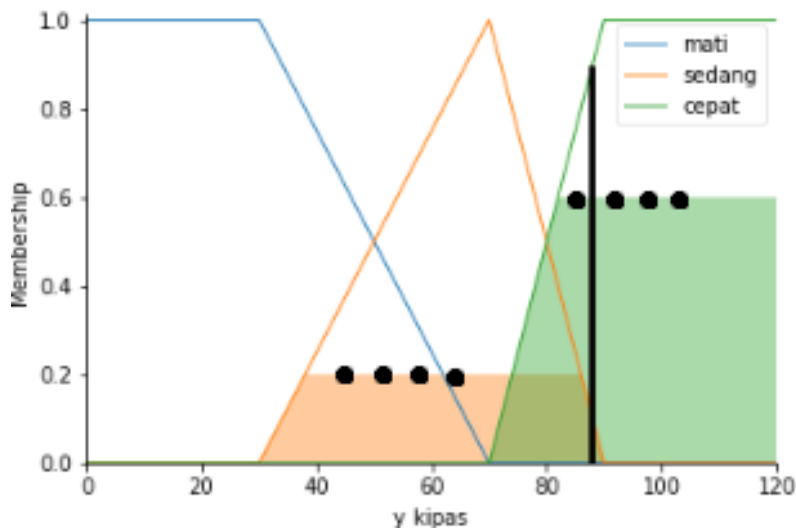
Implementasikan ke dalam rule base :

- [R1] IF Suhu is Hangat (0,6) AND Asap is Sedang (0,2) THEN Kipas is Sedang (0,2).
 [R2] IF Suhu is Hangat (0,6) AND Asap is Padat (0,8) THEN Kipas is Cepat (0,6).
 [R3] IF Suhu is Panas (0,4) AND Asap is Sedang- (0,2) THEN Kipas is Sedang (0,2).
 [R4] IF Suhu is Panas (0,4) AND Asap is Padat (0,8) THEN Kipas is Cepat (0,4).

6. Gunakan aturan maksimum untuk nilai output

- Dari Kipas is Sedang (0,2) v Kipas is Sedang (0,2) dihasilkan Kipas is (0,2).
- Dari Kipas is Cepat (0,6) v Kipas is Cepat (0,4) dihasilkan kipas is (0,6).

7. Berdasarkan output pada program, akan dihasilkan satu set fuzzy. Selanjutnya lakukan defuzzifikasi dengan metode Centeroid (memberikan titik-titik acak) sebagai berikut :



Dengan metode Centeroid hasil yang didapatkan sebagai berikut :

$$y^* = \frac{\sum y \mu_R(y)}{\sum \mu_R(y)}$$

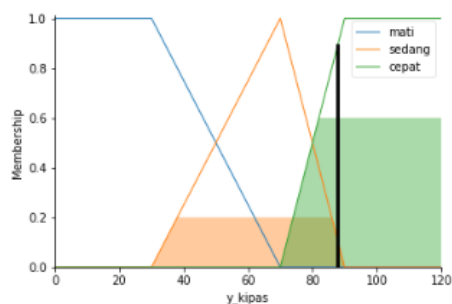
$$= \frac{(44 + 50 + 56 + 62) * 0,2 + (86 + 92 + 98 + 104) * 0,6}{0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,6 + 0,6 + 0,6 + 0,6}$$

$$= \frac{42,4 + 228}{0,8 + 2,4}$$

$$= \frac{270,4}{3,2}$$

$$= 84,5$$

```
24]: print(kipas.output['y_kipas'])
y_kipas.view(sim=kipas)
87.82352941176458
C:\Users\Lenovo\anaconda3\lib\site-packages\skfuzzy\control\fuzzyvariable.py:122: UserWarning: Matplotlib is currently using mo
dule://ipykernel pylab.backend_inline, which is a non-GUI backend, so cannot show the figure.
fig.show()
```



Jika dilihat berdasarkan plot nya, nilai output 84,5 berada pada Cepat. Maka didapatkan hasil output program, jika suhu 32 dan asap 280 output kipas adalah Cepat.

BAB IV

PENUTUP

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pembahasan yang telah diuraikan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Logika fuzzy merupakan logika yang mempresentasikan nilai samar atau dapat diartikan sebagai suatu cara memetakan suatu ruang input dan ruang output yang dimiliki nilai selanjutnya. Logika fuzzy merupakan pengembangan dari logika Boolean.
2. Logika fuzzy dengan metode Mamdani dapat digunakan sebagai pendeteksi terjadinya kebakaran.
3. Pada logika fuzzy dengan metode mamdani memiliki 4 tahapan untuk memperoleh outputnya yaitu pembentukan himpunan fuzzy (fuzzifikasi), aplikasi fungsi implikasi, komposisi aturan dan penegasan (defuzzifikasi).
4. Logika fuzzy dapat digunakan untuk membuat program lainnya yang memiliki variabel tidak jelas atau ada unsur ketidak jelasan dan perbedaan persepsi antar satu orang dengan orang yang lain, maka dari itu fuzzy digunakan untuk menyamakan persepsi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Fuzzy logic - 172410101132.Docx - LAPORAN PRAKTIKUM KECERDASAN BUATAN: FUZZY LOGIC asisten : Stanislaus Jiwandana Pinastika Fatimatuz Zahiro Nama : Al," *Coursehero.com*. [Online]. Available: <https://www.coursehero.com/file/42656392/Fuzzy-Logic-172410101132docx/>. [Accessed: 22-Sep-2022].
- [2] "FUZZY LOGIC UNTUK MENENTUKAN PENJUALAN RUMAH DENGAN METODE MAMDANI (STUDIKASUS: PT GRACIA HERALD)," *Google.com*. [Online]. Available: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjgqL7oxbv6AhUnBLcAHfg7DY0QFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fjournal-medan.uph.edu%2Findex.php%2Fisd%2Farticle%2Fdownload%2F109%2F33&usg=AOvVaw3zWLobS6U5xBkHC605jodx>. [Accessed: 22-Sep-2022].
- [3] Ronaldo, L. R., Darwanto, A., & Khomariah, N. E. (2019). Purwarupa pendeteksi Dini Kebakaran menggunakan fuzzy logic Dengan SMS Sebagai media informasi. *KONVERGENSI*, 14(2). <https://doi.org/10.30996/konv.v14i2.2775>
- [4] *Agung73.com*. [Online]. Available: <https://agung73.com/wp-content/uploads/2018/12/Buku-Logika-Fuzzy.pdf>. [Accessed: 24-Sep-2022].
- [5] *Jmc.co.id*. [Online]. Available: https://www.jmc.co.id/media/general/20140923_11.Logikafuzzy_.pdf. [Accessed: 24-Sep-2022].
- [6] *Upi.edu*. [Online]. Available: http://repository.upi.edu/26232/6/S_MAT_1201755_Chapter3.pdf. [Accessed: 24-Sep-2022].
- [7] *Unsrat.ac.id*. [Online]. Available: https://fmipa.unsrat.ac.id/sisteminformasi/wp-content/uploads/06_Sistem-Fuzzy_2019.pdf. [Accessed: 22-Sep-2022].