

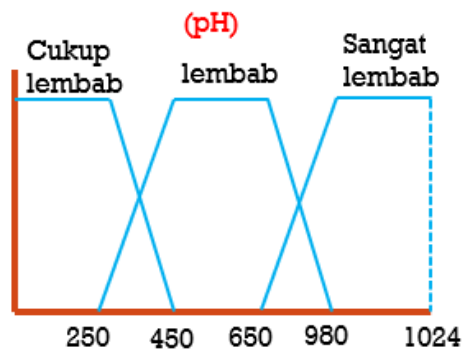
1. Model Fuzzy

Pemodelan merupakan proses memodelkan fuzzy. Diantaranya adalah menentukan parameter (variabel), himpunan keanggotaan, fungsi keanggotaan, variabel linguistik, dan inferensi fuzzy. Proses ini merupakan inti dari pembuatan sistem berbasis fuzzy. Adapun detail pemodelannya sebagai berikut :

A. Variabel

Variabel yang digunakan untuk membangun sistem kontrol penyiraman rumput diantaranya adalah :

a) Kelembaban tanah (Input)



X : Kelembaban tanah

T : { cukup lembab, lembab, sangat lembab }

U : [1,1024]

M : cukup lembab, lembab, sangat lembab dengan nilai keanggotaannya
(berupa kurvanya atau nilai keanggotaan μ).

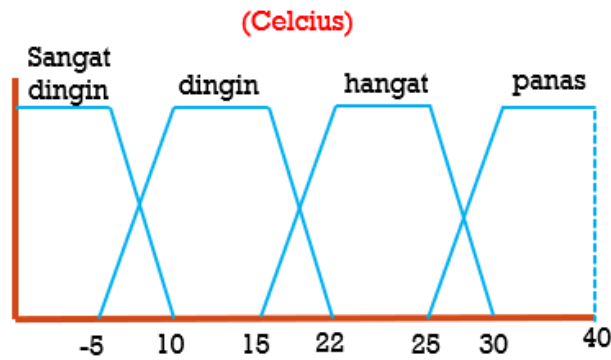
Berdasarkan gambar diatas dapat direpresentasikan fungsi keanggotaannya sebagai berikut :

$$\mu_{Cl} = \begin{cases} 1, & 0 \leq t \leq 250 \\ \frac{450-x}{450-250}, & 250 < t < 450 \\ 0, & 450 \leq t \end{cases}$$

$$\mu_L = \begin{cases} 0, & 980 \leq t \leq 250 \\ \frac{x - 250}{450 - 250}, & 250 < t < 450 \\ 1, & 450 \leq t \leq 6500 \\ \frac{980 - x}{980 - 650}, & 650 < t < 980 \end{cases}$$

$$\mu_{Sl} = \begin{cases} 0, & t \leq 650 \\ \frac{x - 650}{650 - 980}, & 650 < t < 980 \\ 1, & 980 \leq t \leq 1024 \end{cases}$$

b) Suhu (Input)



X : Suhu

T : {sangat dingin, dingin, hangat, panas}

U : [-10,40]

M sangat dingin, dingin, hangat, panas dengan nilai keanggotaannya
(berupa kurvanya atau nilai keanggotaan μ).

Berdasarkan gambar diatas dapat direpresentasikan fungsi keanggotaannya sebagai berikut :

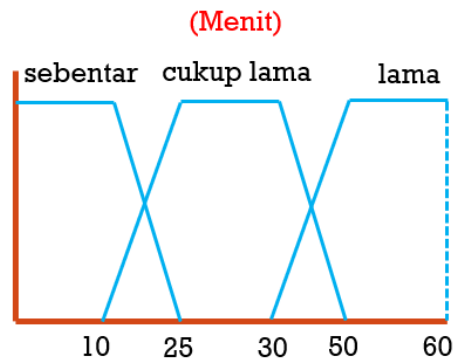
$$\mu_{Sd} = \begin{cases} 1, & t \leq -5 \\ \frac{10 - x}{10 - (-5)}, & -5 < t < 10 \\ 0, & 10 \leq t \end{cases}$$

$$\mu_D = \begin{cases} 0, & 22 \leq t \leq -5 \\ \frac{x - (-5)}{10 - (-5)}, & -5 < t < 10 \\ 1, & 10 \leq t \leq 15 \\ \frac{22 - x}{22 - 15}, & 15 < t < 22 \end{cases}$$

$$\mu_H = \begin{cases} 0, & 15 \leq t \leq 30 \\ \frac{x-15}{22-15}, & 15 < t < 22 \\ 1, & 22 \leq t \leq 25 \\ \frac{30-x}{30-25}, & 25 < t < 30 \end{cases}$$

$$\mu_P = \begin{cases} 0, & t \leq 25 \\ \frac{x-25}{30-25}, & 25 < t < 30 \\ 1, & 30 \leq t \leq 40 \end{cases}$$

c) Durasi Penyiraman (Output)



X : Suhu

T : {sebentar, cukup lama, lama}

U : [1,60]

M : sebentar, cukup lama, lama dengan nilai keanggotaannya (berupa kurvanya atau nilai keanggotaan μ).

B. Rules

Rules IF	Kelembabab	Suhu AND	Output THEN
1	cukup lembab	sangat dingin	cukup lama
2	cukup lembab	dingin	cukup lama
3	cukup lembab	hangat	lama
4	cukup lembab	panas	lama
5	lembab	sangat dingin	sebentar
6	lembab	dingin	sebentar
7	lembab	hangat	sebentar
8	lembab	panas	cukup lama

9	sangat lembab	sangat dingin	sebentar
10	sangat lembab	dingin	sebentar
11	sangat lembab	hangat	sebentar
12	sangat lembab	panas	sebentar

1. Implementasi

Diasumsikan sebuah alat penyiraman berbasis IOT sedang melakukan penyiraman, diwaktu tersebut alat penyiraman mendeteksi kelembapan tanah **360pH** dan suhunya adalah **20 derajat celcius**. Dengan demikian alat tersebut akan mengontrol durasi lama penyiraman sebagai berikut:

1) Fuzzifikasi

- Kelembaban tanah

$$\mu_L = \frac{360 - 200}{450 - 250} = 0,55$$

$$\mu_{Cl} = \frac{450 - 460}{450 - 250} = 0,46$$

- Suhu

$$\mu_H = \frac{20 - 15}{22 - 15} = 0,71$$

$$\mu_D = \frac{22 - 20}{22 - 15} = 0,29$$

2) Inferensi

IF lembab AND hangat THEN sebentar

$$\text{MIN}(0,55; 0,71) = \mathbf{0,55}$$

IF lembab AND dingin THEN sebentar

$$\text{MIN}(0,55; 0,29) = \mathbf{0,29}$$

IF cukup lembab AND hangat THEN lama

$$\text{MIN}(0,46; 0,71) = \mathbf{0,46}$$

IF cukup lembab AND dingin THEN cukup lama

$$\text{MIN}(0,46; 0,29) = \mathbf{0,29}$$

$\text{MAX}(0,55;0,29) = 0,29 \rightarrow \text{sebentar}$

$\text{MAX}(0,46) = 0,46 \rightarrow \text{lama}$

$\text{MAX}(0,29) = 0,29 \rightarrow \text{cukup lama}$

3) Defuzzifikasi

$$\mu_{\text{Sebentar}} = \frac{b - y_1}{b - a}; 0,29 = \frac{25 - y_1}{25 - 10}; 25 - (0,29 * 15) = 20,71$$

$$\mu_{\text{Lama}} = \frac{y_2 - a}{b - a}; 0,46 = \frac{y_2 - 10}{25 - 10}; 30 + (0,46 * 20) = 39,0$$

$$\mu_{\text{Cukup lama}} = \frac{y_3 - a}{b - a}; 0,29 = \frac{y_3 - 10}{25 - 10}; 10 + (0,29 * 15) = 14,28$$

$$\frac{\sum(\mu y)}{\sum \mu} = \frac{(20,71 * 0,29) + (39 * 0,46) + (14,28 * 0,29)}{(0,29 + 0,46 + 0,29)} = 26,97$$

Jadi durasi penyiraman hasil *controlling* dengan fuzzy adalah **29,97** atau jika dibulatkan menjadi **30 menit**.

2. Coding

```
1. import itertools
2. import numpy as np
3.
4. kelembaban_param = ["cukup lembab", "lembab", "sangat lembab"]
5. dk_kelembaban = [1, 250, 450, 650, 980, 1024]
6.
7. temp_param = ["sangat dingin", "dingin", "hangat", "panas"]
8. dk_temp = [-10, -5, 10, 15, 22, 25, 30, 40]
9.
10.     inp_kelembaban = 360
11.     inp_temperatur  = 20
12.
13.     # Mencari nilai tengah dari interval bawah dan atas
14.     def findCenter(nilai):
15.         c = []
```

```

16.         count = 0
17.         center = 0
18.         idx = 1
19.         while idx <= len(nilai)-1:
20.             if count == 2:
21.                 center = center / 2
22.                 c.append(center)
23.                 count = 0
24.                 center = 0
25.             else:
26.                 center += nilai[idx]
27.                 count += 1
28.                 idx += 1
29.         return c
30.
31.     c_kelembaban = findCenter(dk_kelembaban)
32.     c_temp = findCenter(dk_temp)
33.
34.     # Fuzzification
35.     def fuzzification(center, dk, input, param):
36.         idx = 0
37.         dic = {}
38.         for i in range(len(center)):
39.             batas_kiri = 0
40.             batas_kanan = 0
41.             fuzzy_1 = 0
42.             fuzzy_2 = 0
43.             for j in range(2):
44.                 idx+=1
45.                 batas_kiri = dk[idx-1]
46.                 batas_kanan = dk[idx]
47.
48.             if input < batas_kiri:
49.                 kiri = (idx/2)-1
50.                 dic.update({param[int(kiri)]: 1})
51.                 return dic
52.                 break
53.

```

```

54.         if input >= batas_kanan and input <=
           dk[idx+1]:
55.             kiri = (idx/2)
56.             dic.update({param[int(kiri)]: 1})
57.             return dic
58.             break
59.
60.         if input > batas_kiri and input > batas_kanan:
61.             continue
62.         else:
63.             fuzzzi_1 = (batas_kanan - input) / (batas_kanan -
           batas_kiri)
64.             fuzzzi_2 = (input - batas_kiri) / (batas_kanan -
           batas_kiri)
65.
66.             kanan = idx/2
67.             kiri = (idx/2)-1
68.
69.             if input > center[i]:
70.                 dic.update({param[int(kanan)]: fuzzzi_2})
71.                 dic.update({param[int(kiri)]: fuzzzi_1})
72.             else:
73.                 dic.update({param[int(kanan)]: fuzzzi_1})
74.                 dic.update({param[int(kiri)]: fuzzzi_2})
75.             return dic
76.             break
77.
78.     def getKeyVal(mydict):
79.         key = []
80.         val = []
81.         for k,v in mydict.items():
82.             key.append(k)
83.             val.append(v)
84.         return key,val
85.
86.     #Rules
87.     def rules(inp1, inp2):
88.         out = ""
89.         if inp1 == "cukup lembab" and inp2 == "sangat dingin":

```

```
90.         out = "cukup lama"
91.     elif inp1 == "cukup lembab" and inp2 == "dingin":
92.         out = "cukup lama"
93.     elif inp1 == "cukup lembab" and inp2 == "hangat":
94.         out = "lama"
95.     elif inp1 == "cukup lembab" and inp2 == "panas":
96.         out = "lama"
97.     elif inp1 == "lembab" and inp2 == "sangat dingin":
98.         out = "sebentar"
99.     elif inp1 == "lembab" and inp2 == "dingin":
100.        out = "sebentar"
101.    elif inp1 == "lembab" and inp2 == "hangat":
102.        out = "sebentar"
103.    elif inp1 == "lembab" and inp2 == "panas":
104.        out = "cukup lama"
105.    elif inp1 == "sangat lembab" and inp2 == "sangat
    dingin":
106.        out = "sebentar"
107.    elif inp1 == "sangat lembab" and inp2 == "dingin":
108.        out = "sebentar"
109.    elif inp1 == "sangat lembab" and inp2 == "hangat":
110.        out = "sebentar"
111.    elif inp1 == "sangat lembab" and inp2 == "panas":
112.        out = "sebentar"
113.
114.    return out
115.
116.    dic_kelembaban = fuzzification(c_kelembaban, dk_kelembaban,
    inp_kelembaban, kelembaban_param)
117.    dic_temp = fuzzification(c_temp, dk_temp, inp_temperatur,
    temp_param)
118.
119.    # print(dic_kelembaban)
120.    # print(dic_temp)
121.
122.    kelembabankey, kelembabanval = getKeyVal(dic_kelembaban)
123.    tempkey, tempval = getKeyVal(dic_temp)
124.
125.    key = []
```



```

126.     for x in itertools.product(kelembabankey, tempkey):
127.         key.append(rules(x[0],x[1]))
128.
129.     val = []
130.     for x in itertools.product(kelembabanval, tempval):
131.         val.append(np.min(x))
132.
133.     print(key)
134.     max_data = {}
135.     for i in range(len(key)):
136.         for j in range(len(val)):
137.             if key[i] == key[j]:
138.                 if max_data.get(key[i]) != None and val[i] >
max_data.get(key[i]):
139.                     max_data.update({key[i]: val[i]})
140.                 else:
141.                     max_data.update({key[i]: val[i]})
142.
143.     # Defuzzifikasi
144.     defuzzy = []
145.     y = []
146.     for k,v in max_data.items():
147.         y.append(v)
148.         if k == "sebentar":
149.             tmp = (25 - (v*15))
150.             # print(25, "-",v,"*15 = ", tmp)
151.             defuzzy.append(tmp)
152.         elif k == "cukup lama":
153.             tmp = (10 + (v*15))
154.             # print(10, "+",v,"*15=", tmp)
155.             defuzzy.append(tmp)
156.         elif k == "lama":
157.             tmp = (30 + (v*20))
158.             # print(30, "+",v,"*20=", tmp)
159.             defuzzy.append(tmp)
160.
161.     sum_nilai = 0
162.     sum_y = 0
163.     for i in range(len(defuzzy)):

```

```

164.         sum_nilai += (defuzzy[i]*y[i])
165.         sum_y += y[i]
166.
167.         defuzifikasi = sum_nilai/sum_y
168.         print("Durasi Penyiraman rumput dengan
    kelembaban",inp_kelembaban,"pH & suhu", inp_temperatur,"celcius
    adalah",defuzifikasi,"menit")

```

3. Hasil Running

```

===== FUZIFIKASI =====
{'lembab': 0.55, 'cukup lembab': 0.45}
{'hangat': 0.7142857142857143, 'dingin': 0.2857142857142857}
=====

===== DEFUZZIFIKASI =====
Durasi Penyiraman rumput dengan kelembaban 360 pH & suhu 20 celcius adalah 26.972027972027973 menit
=====

```