Fuzzy

Pasukan Pengintai sedang menyusun strategi untuk menghadapi serangan Titan di distrik Shiganshina. Untuk menentukan jumlah pasukan yang perlu dikerahkan, Komandan Erwin menggunakan sistem Fuzzy Sugeno berdasarkan dua parameter.

Dalam pertempuran melawan para Titan, komandan **Erwin Smith** harus mengambil keputusan strategis terkait penyediaan **logistik makanan ransum** bagi para prajurit di **Pasukan Pengintai (Survey Corps)**. Untuk memastikan ketersediaan logistik, produksi makanan ransum diputuskan berdasarkan tiga parameter berikut:

1. **Kebutuhan Prajurit** (skala 100 - 1000 ransum per hari).
2. **Stok Gudang** (skala 50 - 500 ransum per hari).
3. **Tingkat Ancaman Titan** (skala 1-10) (6 mana 1 = aman, 10 = sangat berbahaya).

Produksi maksimal logistik di pabrik Trost District adalah 1000 ransum per hari, dengan batas minimum untuk efisiensi operasional adalah 300 ransum per hari. Komandan Erwin harus memastikan setiap prajurit mendapatkan logistik yang cukup, tanpa kehabisan stok gudang.

Aturan Fuzzy:

1. Rule 1: Jika Kebutuhan RENDAH, Stok RANYAK, dan Tingkat Ancaman RENDAH, maka Produksi = 0.8 × Kebutuhan.
2. Rule 2: Jika Kebutuhan RENDAH, Stok SEDIKIT, dan Tingkat Ancaman TINGGI, maka Produksi = Kebutuhan.
3. Rule 3: Jika Kebutuhan TINGGI, Stok BANYAK, dan Tingkat Ancaman RENDAH, maka Produksi = Kebutuhan + 0.5 × Stok.
4. Rule 4: Jika Kebutuhan TINGGI, Stok SEDIKIT, dan Tingkat Ancaman TINGGI, maka Produksi = 1.2 × Kebutuhan - 0.7 × Stok.
5. Rule 5: Jika Kebutuhan TINGGI, Stok BANYAK, dan Tingkat Ancaman TINGGI, maka Produksi = 1.3 × Kebutuhan + 0.4 × Tingkat Ancaman.

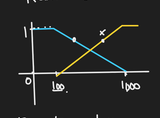
Pertanyaan

1. Tentukan keanggotaan fuzzy dari ketiga variabel di atas! Gambarkan fungsi keanggotaanya dengan menggunakan fungsi keanggotaan.
2. Tentukan derajad keanggotaan tiap variabel.
3. Suatu hari, Armin melaporkan bahwa:
   - Kebutuhan Prajurit = 800 ransum
   - Stok Gudang = 200 ransum
   - Tingkat Ancaman Titan = 6 (berbahaya)

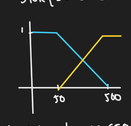
   Berapa jumlah produksi logistik makanan ransum yang harus diputuskan oleh Komandan Erwin

1) Variabel Grafik

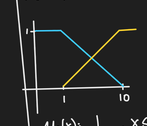
Kebutuhan [100-1000]



Stok [50-500]



T [1-10]



Fungsi Keanggotaan:

$\mu_R(x) = \begin{cases} 1, & x \le 100 \\ \frac{1000-x}{900}, & 100 < x < 1000 \\ 0, & x \ge 1000 \end{cases}$

$\mu_S(x) = \begin{cases} 1, & x \le 50 \\ \frac{500-x}{450}, & 50 < x < 500 \\ 0, & x \ge 500 \end{cases}$

$\mu_R(x) = \begin{cases} 1, & x \le 1 \\ \frac{10-x}{9}, & 1 < x < 10 \\ 0, & x \ge 10 \end{cases}$

$\mu_T(x) = \begin{cases} 0, & x \le 100 \\ \frac{x-100}{900}, & 100 < x < 1000 \\ 1, & x \ge 1000 \end{cases}$

$\mu_S(x) = \begin{cases} 0, & x \le 50 \\ \frac{x-50}{450}, & 50 < x < 500 \\ 1, & x \ge 500 \end{cases}$

$\mu_T(x) = \begin{cases} 0, & x \le 1 \\ \frac{x-1}{9}, & 1 < x < 10 \\ 1, & x \ge 10 \end{cases}$

K

$\mu_R(800) = \frac{1000-800}{900} = 0{,}22$

$\mu_T(800) = \frac{800-100}{900} = 0{,}77$

$\mu_S(200) = 0{,}66$

$\mu_S(200) = 0{,}33$

$\mu_R(8) = 0{,}22$

$\mu_T(8) = 0{,}77$

Rules:

R1 : K-R, S-B, T-R : $\min(0{,}22, 0{,}33, 0{,}22) = 0{,}22 \rightarrow P = 0{,}8 \times K = 0{,}8 \times 800 = 640$

R2 : K-R, S-S, T-T : $\min(0{,}22, 0{,}66, 0{,}77) = 0{,}22 \rightarrow P = 800$

R3 : K-T, S-B, T-R : $= 0{,}22 \rightarrow P = 900$

R4 : K-T, S-S, T-T : $= 0{,}66 \rightarrow P = 820$

R5 : K-T, S-B, T-T : $= 0{,}33 \rightarrow P = 1043{,}2$

Bobot Rules:

R1 = 0,22

R2 = 0,22

R3 = 0,22

R4 = 0,66

R5 = 0,33

$$Z = \frac{(640 \times 0{,}22) + (800 \times 0{,}22) + (800 \times 0{,}22) + (820 \times 0{,}66) + (1043{,}2 \times 0{,}33)}{0{,}22 + 0{,}22 + 0{,}22 + 0{,}66 + 0{,}33}$$

$= 848{,}6$ ransum

Decision Tree

Score:15

Dalam rangka menentukan Pokémon terbaik untuk digunakan dalam kompetisi, **Professor Oak** menggunakan tiga fitur berikut untuk memilih Pokémon yang tepat:

1. **Attack Power**
2. **Defense Power**
3. **Speed**

Tugas:

Professor Oak memiliki data 10 Pokémon dengan atribut-atribut di atas, dan berdasarkan hasil eksperimen mereka, Profesor Oak ingin menentukan Pokémon yang akan digunakan untuk kompetisi, berdasarkan tipe Pokémon yang paling cocok berdasarkan fitur-fitur tersebut.

Pokémon	Attack Power	Defense Power	Speed	Tipe Pokémon (Target)
Pikachu	Lemah	Lemah	Cepat	Electric
Bulbasaur	Lemah	Kuat	Lambat	Grass
Charmander	Kuat	Lemah	Cepat	Fire
Squirtle	Lemah	Kuat	Lambat	Water
Eevee	Lemah	Lemah	Cepat	Normal
Snorlax	Kuat	Kuat	Lambat	Normal
Pidgeotto	Lemah	Lemah	Cepat	Flying
Machamp	Kuat	Kuat	Lambat	Fighting
Jolteon	Kuat	Lemah	Cepat	Electric
Golem	Kuat	Kuat	Lambat	Rock

a) Hitung Proporsi target

Electric : 2/10

Grass : 1/10

Fire : 1/10

Water : 1/10

Normal : 2/10

Flying : 1/10

Fight : 1/10

Rock : 1/10

Entropy Parent

b) $E(S) = -\sum p_i \log_2 p_i$

$E(S) = -\left[\left(\frac{2}{10}\log_2\frac{2}{10}\right) + \left(\frac{1}{10}\log_2\frac{1}{10}\right) + \dots + \left(\frac{2}{10}\log_2\frac{2}{10}\right) + \dots \left(\frac{1}{10}\log_2\frac{1}{10}\right)\right]$

$= -\left[2 \cdot \left(\frac{2}{10}\log_2\frac{2}{10}\right) + 6\left(\frac{1}{10}\log_2\frac{1}{10}\right)\right]$

$= 2{,}922$

c) Attack

Kuat [Fire, Normal, Fight, Elec, Rock]

Lemah [Elec, Grass, Water, Normal, Fly]

$E(\text{Kuat}) = -\left[\left(\frac{1}{5}\log_2\frac{1}{5}\right) + \left(\frac{1}{5}\log_2\frac{1}{5}\right) \dots\right]$

$= -5\left(\frac{1}{5}\log_2\frac{1}{5}\right) = 2{,}322$

$E(\text{lemah}) = -\left[5 \cdot \frac{1}{5}\log_2\frac{1}{5}\right] = 2{,}322$

$E(\text{Atk}) = \frac{5}{10} \cdot E(\text{Kuat}) + \frac{5}{10} E(\text{lemah}) = 2{,}322$

$IG(\text{Atk}) = E(p) - E(\text{Atk}) = 2{,}922 - 2{,}322$

Atk 0,6

$\log_2 \frac{1}{5} = \frac{\log(1/5)}{\log(2)} =$

d) Defense

Kuat [Grass, Water, Normal, Fight, Rock]

Lemah [Electric, Fire, Normal, Fly, Electric] 2/5

$E(\text{lemah}) = -\left[0\frac{2}{5}\log_2\frac{2}{5} + 3\left(\frac{1}{5}\log_2\frac{1}{5}\right)\right] = 1{,}922$

$E(\text{kuat}) = -5 \cdot \left(\frac{1}{5}\log_2\frac{1}{5}\right) = 2{,}322$

$E(\text{Def}) = \frac{5}{10} E(\text{kuat}) + \frac{5}{10} E(\text{kuat}) = 2{,}122$

$IG(\text{Def}) = E(p) - E(\text{Def}) = 0{,}8$

e) Speed

Cepat [2 elec, 3 rock]

Lambat [5 rock]

$E(\text{cepat}) = -\left[\frac{2}{5}\log_2\frac{2}{5} + 3\left(\frac{1}{5}\log_2\frac{1}{5}\right)\right] = 1{,}922$

$E(\text{lambat}) = 2{,}322$

$E(\text{Speed}) = \frac{5}{10} C + \frac{5}{10} L = 2{,}122$

$IG(\text{speed}) = 0{,}8$

Root Tree = Defense / Speed

K-Means

Score:18

Professor Oak sedang melakukan penelitian untuk mengelompokkan Pokémon berdasarkan kekuatan serangan dan kecepatan mereka. Data yang ada memiliki dua fitur utama, yaitu **Attack Power** dan **Speed**. Professor Oak ingin mengelompokkan Pokémon ke dalam dua cluster (K=2) untuk memudahkan analisis, dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik masing-masing kelompok Pokémon berdasarkan kekuatan serangan dan kecepatan.

Berikut adalah data 10 Pokémon yang digunakan oleh Professor Oak dalam penelitian:

Pokémon	Attack Power	Speed
Pikachu	55	90
Bulbasaur	49	45
Charmander	52	65
Squirtle	48	43
Eevee	55	60
Snorlax	110	30
Pidgeotto	45	61
Machamp	105	55
Jolteon	65	130
Golem	100	40

Tugas:

Professor Oak meminta Anda untuk mengelompokkan Pokémon ke dalam dua grup menggunakan algoritma **K-Means** dengan K = 2 berdasarkan dua fitur: **Attack Power** dan **Speed**. Anda diminta untuk melakukan langkah-langkah berikut:

1. **Inisialisasi Centroid Awal:**
   Tentukan dua centroid awal secara acak berdasarkan data yang diberikan (Untuk memudahkan dalam pemilihan, ditentukan Pikachu (C1 = 55, 90) dan Charmender (C2 52,65)).

KNN → jarak : Class

KMeans → jarak : Centroid

$\sqrt{(x_c - x_s)^2 + (y_c - y_s)^2}$

$C_1 = \left(\frac{\sum x_i}{n}, \frac{\sum y_i}{n}\right)$

$C_1 = 52, 88$

#1

	Attack Power	Speed	C1 (55, 90)	C2 (52, 65)	Cluster
1	55	90	0	3	1
2	49	45	1	2	1
3	52	65	4	0	2
4	48	43	1	0	2
5	55	60	3	7	1
6	110	30	9	9	1
7	45	61	7	6	2
8	105	55	1	3	1
9	65	130	4	8	1
10	100	40	12	10	2

#2

Attack Power	Speed
55	90
49	45
52	65
48	43
55	60
110	30
45	61
105	55
65	130
100	40

C1	C2	Cluster
52,88	53,70	1
		1
		2
		2
		1
		1
		1
		1
		1
		1

Cluster 1 [. . . .]

Cluster 2 [. . . .]

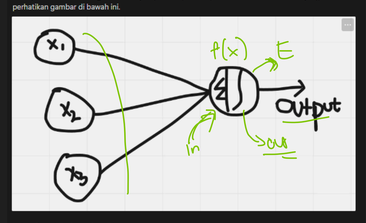
KNN → (x_1, y_1) (40, 63) K=3 → class?

Attack Power	Speed	Class	$\sqrt{(x_s - x_1)^2 + (y_s - y_1)^2}$
55	90	a	65
49	45	b	66
52	65	a	64
48	43	b	70
55	60	a	75
110	30	b	81
45	61	b	101
105	55	a	112
65	130	a	113
100	40	b	151

→ a

ANN

Sebuah model **Single Perceptron** digunakan untuk mengklasifikasikan data biner dengan 3 input. Perceptron ini memiliki tiga neuron input (x1 = 0.5 ,x2= 0.8 ,x3=0.1 dan satu neuron output), perhatikan gambar di bawah ini.



Inisialisasi Bobot dan Bias:

- Bobot awal:
  w1=0.2
  w2=−0.3
  w3=0.4
- Bias awal = 0
- Learning rate (η): 0.1
- expected output : 0.3
- Fungsi aktivasi yang dipakai f(x) = x / fungsi identity
- Untuk mencari nilai error/loss gunakan persamaan berikut :

$x_1 = 0{,}5$ $w_1 = 0{,}2$ $b_1 = 0$

$x_2 = 0{,}8$ $w_2 = 0{,}3$ $\eta = 0{,}1$

$x_3 = 0{,}1$ $w_3 = 0{,}4$ $y = 0{,}3$

$f(x) = x$

a) $Z = x_1 w_1 + x_2 w_2 + x_3 w_3 + b$

$= -0{,}1$ ✓

b) $f(z) = z = -0{,}1 \leftarrow y'$ ✓

c) $E_{rror} = \frac{1}{2}(y' - y)^2 = \frac{1}{2}(-0{,}1 - 0{,}3)^2 = 0{,}08$ → 8%

Forward Propagation

$f(x) = x + 3$

$z = -0{,}1$

$f(z) = 2{,}9$

$\frac{dOut}{dIn} = \frac{2{,}9}{-0{,}1} = -29$

Update w_1, w_2, w_3, b [Back Propagation]

$$\boxed{w_{new} = w_{old} - \eta \frac{dE}{dw_{old}}}$$

$\frac{dE}{dw_{old}} = \frac{dE}{dOutput} \times \frac{dOutput}{dInput} \times \frac{dInput}{dw_{old}}$

$\frac{dE}{dOut} = (y' - y)$

$\frac{dOut}{dIn} = \frac{-0{,}1}{-0{,}1} = 1$

$\frac{dIn}{dw_1} = \frac{z \rightarrow d(x_1 w_1 + x_2 w_2 + x_3 w_3 + b)}{d\, w_1} = x_1$

$\frac{dE}{dw_1} = \frac{dE}{dOut} \times \frac{dOut}{dIn} \times \frac{dIn}{dw_1}$

$\frac{dE}{dw_1} = (y' - y) \cdot 1 \cdot x_1 = (y' - y) x_1 = (-0{,}1 - 0{,}3) \cdot 0{,}5 = -0{,}2$

$\frac{dE}{dw_2} = (y' - y) \cdot x_2 = (-0{,}4) \cdot (0{,}8) = -0{,}32$

$\frac{dE}{dw_3} = (y' - y) \cdot x_3 = (-0{,}4) \cdot (0{,}1) = -0{,}04$

$\frac{dE}{db} = (y' - y) = -0{,}4$

$w_n = w_0 - \eta \frac{dE}{dw_0}$

$w_1 = 0{,}2 - (0{,}1) \cdot (-0{,}2) = 0{,}22$

$w_2 = 0{,}3 - (0{,}1) \cdot (-0{,}32) = 0{,}332$

$w_3 = \quad : 0{,}404$

$b_1 = b_0 - \eta \frac{dE}{db}$

$= 0 - 0{,}1 \cdot (-0{,}4) = 0{,}04$

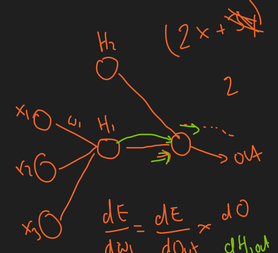
$Z = x_1 w_1 + x_2 w_2 + x_3 w_3 + b$

$= 0{,}456$

$f(z) = 0{,}456$

$E = \frac{1}{2}(0{,}456 - 0{,}3)^2$

$= 0{,}012 = 1{,}2\%$



$(2x + \cancel{3}) \frac{d}{dx}$

2

$\frac{dE}{dw_1} = \frac{dE}{dOut} \times \frac{dO}{dH_{1out}}$