



**POLITEKNIK ENJINERING INDORAMA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MEKATRONIKA**

**Kembang Kuning, Jatiluhur Purwakarta 41152 - Jawa Barat**

•Telp: +62-264-8301041

•Fax: +62-264-202318

Website: [mekatronika.pei.ac.id](http://mekatronika.pei.ac.id) e-mail: [admin@mekatronika.pei.ac.id](mailto:admin@mekatronika.pei.ac.id)

# **LATIHAN SOAL DEFUZIFIKASI**

METODE MAMDANI

METODE SUGENO

METODE TSUKAMOTO

EKSPERIMEN TSUKAMOTO



**Disusun oleh**  
**IMAM MUIS HAMZAH HARAHAHAP**  
**201802014**  
**2019-2020**

## Latihan Soal Defuzifikasi

- Sebuah perusahaan makanan kaleng akan memproduksi makanan jenis ABC. Dari data 1 bulan terakhir, permintaan terbesar hingga mencapai 5000 kemasan/hari, dan permintaan terkecil sampai 1000 kemasan/hari. Persediaan barang digudang paling banyak sampai 600 kemasan/hari, dan paling sedikit sampai 100 kemasan/hari. Dengan segala keterbatasannya, sampai saat ini, perusahaan baru mampu memproduksi barang maksimal 7000 kemasan/hari, serta demi efisiensi mesin dan SDM tiap hari diharapkan perusahaan memproduksi paling tidak 2000 kemasan.

Apabila proses produksi perusahaan tersebut menggunakan 4 aturan sebagai berikut:

- Rule 1 = IF permintaan TURUN and persediaan BANYAK THEN produksi barang BERKURANG
- Rule 2 = IF permintaan TURUN and persediaan SEDIKIT THEN produksi barang BERKURANG
- Rule 3 = IF permintaan NAIK and persediaan BANYAK THEN produksi barang BERTAMBAH
- Rule 4 = IF permintaan NAIK and persediaan SEDIKIT THEN produksi barang BERTAMBAH

Kasus 2 (No Urut Absen 11 - 20) :

Jika jumlah PERMINTAAN = 4500, PERSEDIAAN = 150, berapa kemasan makanan jenis ABC yang harus diproduksi?

Untuk masing-masing kasus di atas gunakan metode TSUKAMOTO, MAMDANI dan Eksperimen SUGENO

Jawab :

1. Jumlah produksibarang dengan metode Mamdani : **4990** kemasan
2. Jumlah produksi dengan metode Sugeno : **6063** kemasan
3. Jumlah produksi dengan metode Tsukamoto : **6063** kemasan
4. Jumlah produksi dengan eksperimen Sugeno : **4594** kemasan

## Penyelesaian

### 1. Metode Mamdani

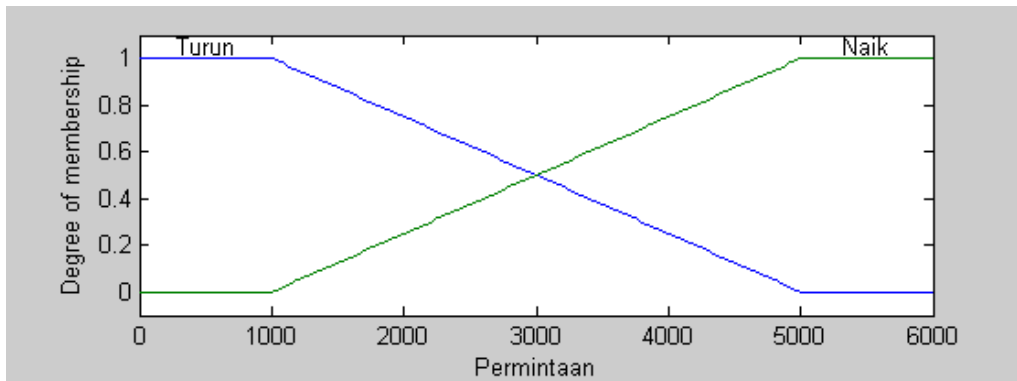
#### Rule Evaluation

- Input Variable : Permintaan, Persediaan.
  - Output Variable : Produksi Barang.
- Untuk dua masukan, satu sistem keluaran aturan tersebut dapat ditulis dalam bentuk matriks.

		Permintaan	
		Turun	Naik
Persediaan	Banyak	Berkurang	Bertambah
	Sedikit	Berkurang	Bertambah

Variabel Linguistik : Permintaan, Persediaan, Produksi.

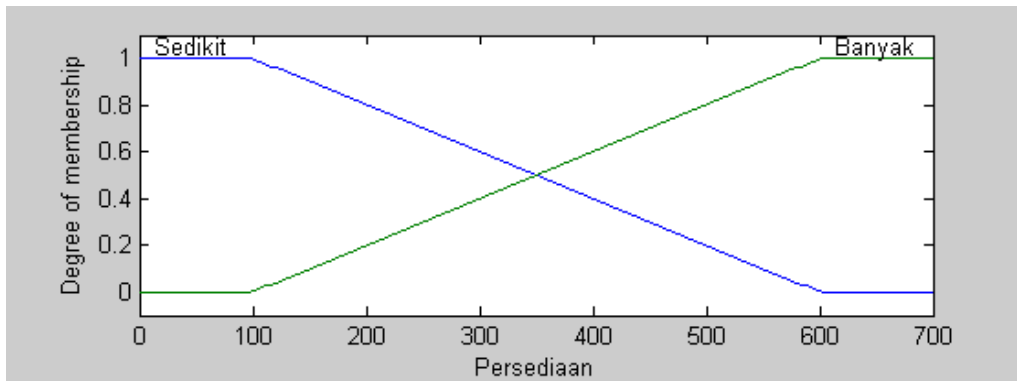
- Permintaan = {NAIK, TURUN}



$$\mu_{PermintaanTurun}[x] = \begin{cases} 1, & x \leq 1000 \\ \frac{5000 - x}{4000}, & 1000 \leq x \leq 5000 \\ 0, & x \geq 5000 \end{cases}$$

$$\mu_{PermintaanNaik}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 1000 \\ \frac{x - 1000}{4000}, & 1000 \leq x \leq 5000 \\ 1, & x \geq 5000 \end{cases}$$

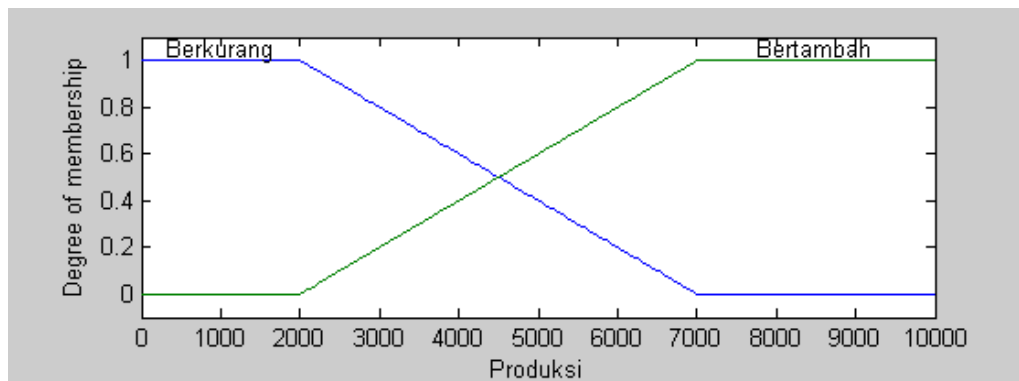
- Persediaan = {Banyak, Sedikit}



$$\mu_{PersediaanSedikit}[y] = \begin{cases} 1, & y \leq 100 \\ \frac{600 - y}{500}, & 100 \leq y \leq 600 \\ 0, & y \geq 600 \end{cases}$$

$$\mu_{PersediaanBanyak}[y] = \begin{cases} 0, & y \leq 100 \\ \frac{y - 100}{500}, & 100 \leq y \leq 600 \\ 1, & y \geq 600 \end{cases}$$

- Produksi = {Berkurang, Bertambah}



$$\mu_{\text{ProduksiBerkurang}}[z] = \begin{cases} 1, & z \leq 2000 \\ \frac{7000 - z}{5000}, & 2000 \leq z \leq 7000 \\ 0, & z \geq 7000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{ProduksiBertambah}}[z] = \begin{cases} 0, & z \leq 2000 \\ \frac{z - 2000}{5000}, & 2000 \leq z \leq 7000 \\ 1, & x \geq 7000 \end{cases}$$

## Penyelesaian

### 1. Fuzzifikasi

$$\mu_{\text{PermintaanTurun}}[4500] = \frac{5000 - 4500}{4000} = 0,125$$

$$\mu_{\text{PermintaanNaik}}[4500] = \frac{4500 - 1000}{4000} = 0,875$$

$$\mu_{\text{PersediaanSedikit}}[150] = \frac{600 - 150}{500} = 0,9$$

$$\mu_{\text{PersediaanBanyak}}[150] = \frac{150 - 100}{500} = 0,1$$

## 2. Operasi Logika Fuzzy dan

### 3. Implikasi Kaidah Fuzzy

- Rule 1

[R1] IF (*Permintaan* is *Turun*) AND (*Persediaan* is *Banyak*) THEN (*Produksi* is *Berkurang*) (1)

Operasi Logika :  $\min(0.125, 0.1) = 0.1$

Implikasi : fungsi *min*

- Rule 2

[R2] IF (*Permintaan* is *Turun*) AND (*Persediaan* is *Sedikit*) THEN (*Produksi* is *Berkurang*) (1)

Operasi Logika :  $\min(0.125, 0.9) = 0.125$

Implikasi : fungsi *min*

- Rule 3

[R3] IF (*Permintaan* is *Naik*) AND (*Persediaan* is *Banyak*) THEN (*Produksi* is *Bertambah*) (1)

Operasi Logika :  $\min(0.875, 0.1) = 0.1$

Implikasi : fungsi *min*

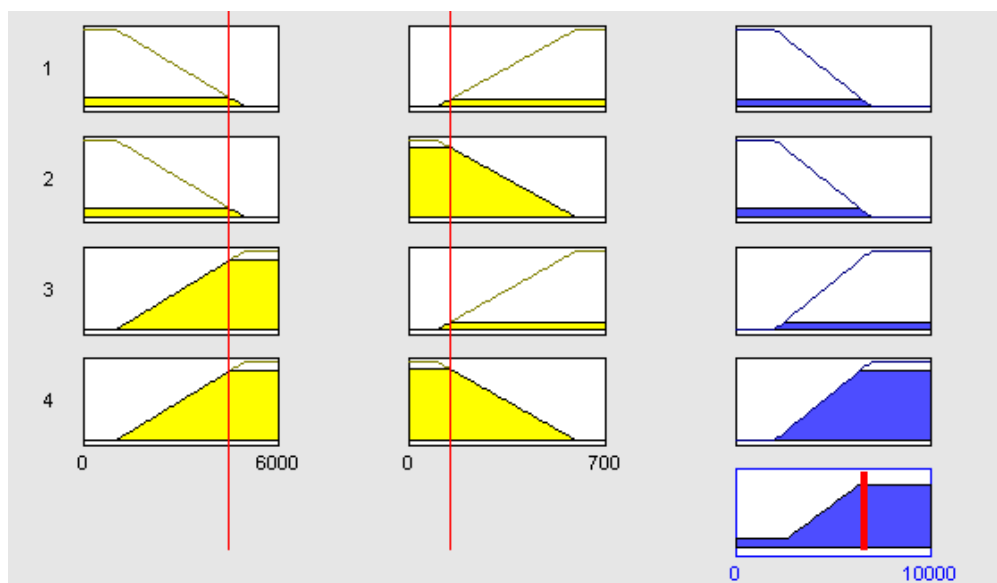
- Rule 4

[R4] IF (*Permintaan* is *Naik*) AND (*Persediaan* is *Sedikit*) THEN (*Produksi* is *Bertambah*) (1)

Operasi Logika :  $\min(0.875, 0.9) = 0.875$

Implikasi : fungsi *min*

## 4. Agregasi : fungsi *max*



Daerah hasil dibagi menjadi 3 bagian, A1, A2 dan A3. Kemudian cari nilai  $a_1$  dan  $a_2$  :

$$\frac{a_1 - 2000}{5000} = 0,1 \qquad \frac{a_2 - 2000}{5000} = 0,875$$

$$a_1 = 0,1 \times 5000 + 2000 \qquad a_2 = 0,875 \times 5000 + 2000$$

$$a_1 = 2500 \qquad a_2 = 6375$$

Fungsi keanggotaan hasil komposisi ini adalah :

$$\mu[z] = \begin{cases} 0,1; & z \leq 2500 \\ \frac{z - 2000}{5000}; & 2500 \leq z \leq 6375 \\ 0,875; & x \geq 6375 \end{cases}$$

## 5. Defuzzifikasi

Metode : *Centroid*

$$z = \frac{\int z \cdot \mu(z) dz}{\int \mu(z)}$$

Momen :

$$M1 = \int_0^{2500} (0,1)z \, dz$$

$$M1 = \int_0^{2500} (0,05)z^2$$

$$M1 = (0,05)z^2 \Big|_0^{2500}$$

$$M1 = (0,05 \times 2500^2) - (0,05 \times 0^2)$$

$$M1 = (0,05 \times 6250000) - (0,05 \times 0)$$

$$M1 = (312500) - (0)$$

$$M1 = 312.500$$

$$M2 = \int_{2500}^{6375} \frac{z - 2000}{5000} z \, dz$$

$$M2 = \int_{2500}^{6375} 0,0002z^2 - 0,4z$$

$$M2 = (0,000067 \times 6375^3 - 0,000067 \times 2500^3) - (0,2 \times 6375^2 - 0,2 \times 2500^2)$$

$$M2 = (0,000067 \times 259083984375 - 0,000067 \times 15625000000) - (0,2 \times 40640625 - 0,2 \times 6250000)$$

$$M2 = (17358626,953125 - 1046875) - (8128125 - 1250000)$$

$$M2 = (16311751,953125) - (6878125)$$

$$M2 = 9.433.626,953125$$

$$M3 = \int_{6375}^{7000} (0,875)z \, dz$$

$$M3 = \int_{6375}^{7000} (0,4375)z^2$$

$$M3 = (0,4375)z^2 \Big|_{6375}^{7000}$$

$$M3 = (0,4375 \times 7000^2) - (0,4375 \times 6375^2)$$

$$M3 = (0,4375 \times 49.000.000) - (0,4375 \times 40.640.625)$$

$$M3 = (21.437.500) - (17.780.273,4375)$$

$$M3 = 3.657.226,5625$$

**Luas Daerah :**

$$A1 = 2500 \times 0,1 = 250$$

$$A2 = \frac{(0,1 + 0,875) \times (6375 - 2500)}{2} = 1.889,0625$$

$$A3 = (7000 - 6375) \times 0,875 = 546,875$$

**Titik Pusat :**

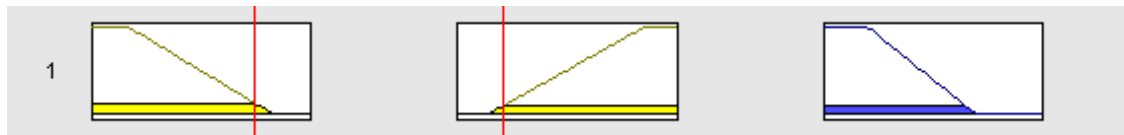
$$z = \frac{312.500 + 9.433.626,953125 + 3.657.226,5625}{250 + 1.889,0625 + 546,875} = 4.990,195608$$

Jadi, jumlah makanan kaleng jenis ABC yang harus diproduksi sebanyak **4.990** kemasan

## 2. Metode Sugeno

- Rule 1

[R1] IF (*Permintaan* is *Turun*) AND (*Persediaan* is *Banyak*) THEN (*Produksi* is *Berkurang*) (1)



$$\frac{7000 - z}{5000} = 0,1$$

$$-z = 0,1 \times 5000 - 7000$$

$$-z = 500 - 7000$$

$$-z = -6500$$

$$z = 6500$$

- Rule 2

[R2] IF (*Permintaan* is *Turun*) AND (*Persediaan* is *Sedikit*) THEN (*Produksi* is *Berkurang*) (1)



$$\frac{7000 - z}{5000} = 0,125$$

$$-z = 0,125 \times 5000 - 7000$$

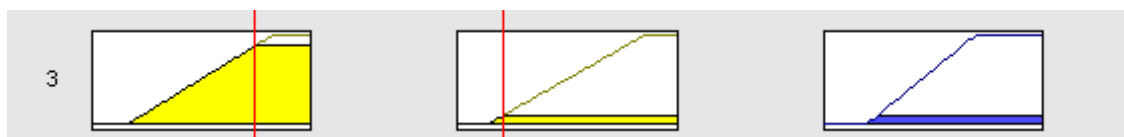
$$-z = 625 - 7000$$

$$-z = -6375$$

$$z = 6375$$

- Rule 3

[R3] IF (*Permintaan* is *Naik*) AND (*Persediaan* is *Banyak*) THEN (*Produksi* is *Bertambah*) (1)



$$\frac{z - 2000}{5000} = 0,1$$

$$z = 0,1 \times 5000 + 2000$$

$$z = 500 + 2000$$

$$z = 2500$$



- Rule 4

[R4] IF (*Permintaan* is *Naik*) AND (*Persediaan* is *Sedikit*) THEN (*Produksi* is *Bertambah*) (1)



$$\frac{z - 2000}{5000} = 0,875$$

$$z = 0,875 \times 5000 + 2000$$

$$z = 4375 + 2000$$

$$z = 6.375$$

Defuzzifikasi

$$z = \frac{\sum \mu_c(\bar{z}) \cdot \bar{z}}{\sum \mu_c(\bar{z})}$$

$$z = \frac{0,1 \times 6500 + 0,125 \times 6375 + 0,1 \times 2500 + 0,875 \times 6375}{0,1 + 0,125 + 0,1 + 0,875}$$

$$z = \frac{7275}{1,2}$$

$$z = 6.062,5$$

Jadi, jumlah makanan kaleng jenis ABC yang harus diproduksi sebanyak **6.063** kemasan

### 3. Metode Tsukamoto

- **Rule 1**

[R1] IF (*Permintaan* is *Turun*) AND (*Persediaan* is *Banyak*) THEN (*Produksi* is *Berkurang*) (1)

$$\alpha - predikat_1 = \mu_{PermintaanTurun} \cap \mu_{PersediaanBanyak}$$

$$\alpha - predikat_1 = \min(\mu_{PermintaanTurun}(4500), \mu_{PersediaanBanyak}(150))$$

$$\alpha - predikat_1 = \min(0,125; 0,1)$$

$$\alpha - predikat_1 = 0,1$$

Lihat himpunan Produksi Berkurang

$$\frac{7000 - z_1}{5000} = 0,1$$

$$-z_1 = 0,1 \times 5000 - 7000$$

$$-z_1 = 500 - 7000$$

$$-z_1 = -6500$$

$$z_1 = 6500$$

- **Rule 2**

[R2] IF (*Permintaan* is *Turun*) AND (*Persediaan* is *Sedikit*) THEN (*Produksi* is *Berkurang*) (1)

$$\alpha - predikat_2 = \mu_{PermintaanTurun} \cap \mu_{PersediaanSedikit}$$

$$\alpha - predikat_2 = \min(\mu_{PermintaanTurun}(4500), \mu_{PersediaanSedikit}(150))$$

$$\alpha - predikat_2 = \min(0,125; 0,9)$$

$$\alpha - predikat_2 = 0,125$$

Lihat himpunan Produksi Berkurang

$$\frac{7000 - z_2}{5000} = 0,125$$

$$-z_2 = 0,125 \times 5000 - 7000$$

$$-z_2 = 625 - 7000$$

$$-z_2 = -6375$$

$$z_2 = 6375$$

- **Rule 3**

[R3] IF (*Permintaan* is **Naik**) AND (*Persediaan* is **Banyak**) THEN (*Produksi* is **Bertambah**) (1)

$$\alpha - predikat_3 = \mu_{PermintaanNaik} \cap \mu_{PersediaanBanyak}$$

$$\alpha - predikat_3 = \min(\mu_{PermintaanNaik}(4500), \mu_{PersediaanBanyak}(150))$$

$$\alpha - predikat_3 = \min(0,875; 0,1)$$

$$\alpha - predikat_3 = 0,1$$

Lihat himpunan Produksi Berkurang

$$\frac{z_3 - 2000}{5000} = 0,1$$

$$z_3 = 0,1 \times 5000 + 2000$$

$$z_3 = 500 + 2000$$

$$z_3 = 2500$$

- **Rule 4**

[R4] IF (*Permintaan* is **Naik**) AND (*Persediaan* is **Sedikit**) THEN (*Produksi* is **Bertambah**) (1)

$$\alpha - predikat_4 = \mu_{PermintaanNaik} \cap \mu_{PersediaanSedikit}$$

$$\alpha - predikat_4 = \min(\mu_{PermintaanNaik}(4500), \mu_{PersediaanSedikit}(150))$$

$$\alpha - predikat_4 = \min(0,875; 0,9)$$

$$\alpha - predikat_4 = 0,875$$

Lihat himpunan Produksi Berkurang

$$\frac{z_4 - 2000}{5000} = 0,875$$

$$z_4 = 0,875 \times 5000 + 2000$$

$$z_4 = 4375 + 2000$$

$$z_4 = 6375$$

Nilai z dapat dicari dengan cara sebagai berikut :

$$z = \frac{\alpha pred_1 \times z_1 + \alpha pred_2 \times z_2 + \alpha pred_3 \times z_3 + \alpha pred_4 \times z_4}{\alpha pred_1 + \alpha pred_2 + \alpha pred_3 + \alpha pred_4}$$

$$z = \frac{0,1 \times 6500 + 0,125 \times 6375 + 0,1 \times 2500 + 0,875 \times 6375}{0,1 + 0,125 + 0,1 + 0,875}$$

$$z = \frac{7275}{1,2}$$

$$z = 6.062,5$$

Jadi, jumlah makanan kaleng jenis ABC yang harus diproduksi sebanyak **6.063** kemasan

## 4. Eksperimen Sugeno

- **Rule 1**

[R1] IF (*Permintaan* is *Turun*) AND (*Persediaan* is *Banyak*) THEN (*Produksi* is *Berkurang*) (1)

$$\alpha - predikat_1 = \mu_{PermintaanTurun} \cap \mu_{PersediaanBanyak}$$

$$\alpha - predikat_1 = \min(\mu_{PermintaanTurun}(4500), \mu_{PersediaanBanyak}(150))$$

$$\alpha - predikat_1 = \min(0,125; 0,1)$$

$$\alpha - predikat_1 = 0,1$$

$$z_1 = 4500 - 150$$

$$z_1 = 4350$$

- **Rule 2**

[R2] IF (*Permintaan* is *Turun*) AND (*Persediaan* is *Sedikit*) THEN (*Produksi* is *Berkurang*) (1)

$$\alpha - predikat_2 = \mu_{PermintaanTurun} \cap \mu_{PersediaanSedikit}$$

$$\alpha - predikat_2 = \min(\mu_{PermintaanTurun}(4500), \mu_{PersediaanSedikit}(150))$$

$$\alpha - predikat_2 = \min(0,125; 0,9)$$

$$\alpha - predikat_2 = 0,125$$

$$z_2 = 4500 - 150$$

$$z_2 = 4350$$

- **Rule 3**

[R3] IF (*Permintaan* is *Naik*) AND (*Persediaan* is *Banyak*) THEN (*Produksi* is *Bertambah*) (1)

$$\alpha - predikat_3 = \mu_{PermintaanNaik} \cap \mu_{PersediaanBanyak}$$

$$\alpha - predikat_3 = \min(\mu_{PermintaanNaik}(4500), \mu_{PersediaanBanyak}(150))$$

$$\alpha - predikat_3 = \min(0,875; 0,1)$$

$$\alpha - predikat_3 = 0,1$$

$$z_3 = 4500 + 150$$

$$z_3 = 4650$$

- **Rule 4**

[R4] IF (*Permintaan* is *Naik*) AND (*Persediaan* is *Sedikit*) THEN (*Produksi* is *Bertambah*) (1)

$$\alpha - predikat_4 = \mu_{PermintaanNaik} \cap \mu_{PersediaanSedikit}$$

$$\alpha - predikat_4 = \min(\mu_{PermintaanNaik}(4500), \mu_{PersediaanSedikit}(150))$$

$$\alpha - predikat_4 = \min(0,875; 0,9)$$

$$\alpha - predikat_4 = 0,875$$

$$z_4 = 4500 + 150$$

$$z_4 = 4650$$

Nilai z dapat dicari dengan cara sebagai berikut :

$$z = \frac{apred_1 \times z_1 + apred_2 \times z_2 + apred_3 \times z_3 + apred_4 \times z_4}{apred_1 + apred_2 + apred_3 + apred_4}$$

$$z = \frac{0,1 \times 4350 + 0,125 \times 4350 + 0,1 \times 4650 + 0,875 \times 4650}{0,1 + 0,125 + 0,1 + 0,875}$$

$$z = \frac{5.512,5}{1,2}$$

$$z = 4.593,75$$

Jadi, jumlah makanan kaleng jenis ABC yang harus diproduksi sebanyak **4.594** kemasan