

BAB III

METODE – METODE DEFUZZYFIKASI

Seperti yang telah dibahas dalam bab 2, bahwa untuk merubah keluaran fuzzy menjadi nilai crisp maka diperlukan suatu proses yang lebih dikenal dengan istilah defuzzyfikasi. Dalam bab dua juga telah dibahas salah satu metode defuzzyfikasi yaitu Center of Gravity. Sebenarnya masih ada beberapa metode yang bisa diterapkan untuk melakukan defuzzyfikasi yaitu :

1. Max-Membership Principle
2. Centroid Methode
3. Weighted Average Are Methode
4. Mean Max Membership
5. Center Of Sum
6. Center Of Largest Area
7. First Of Maxima

3.1. Max – Membership Principle

Metode ini juga dikenal sebagai metode tinggi. Hal ini dikarenakan bahwa dalam menentukan keluaran crisp dilakukan pada derajat keanggotaan (DOM = Degree Of Membership) atau rule strength yang tertinggi dari keluaran fuzzy yang terjadi. Jadi nilai crisp yang dipilih adalah merupakan nilai crisp yang menyebabkan derajat keanggotaan yang paling tinggi.

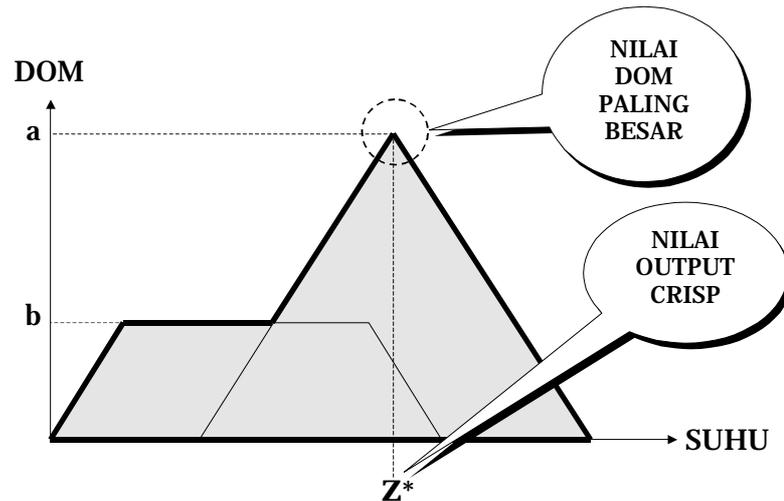
Secara matematis :

$$\text{DOM} \{ Z^* \} = \text{DOM} \{ Z \}$$

Dimana :

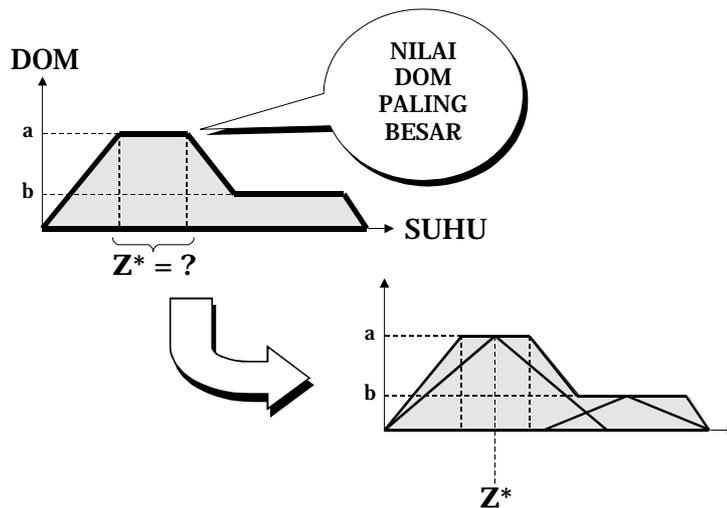
Z^* = Output CRISP

Z = Nilai CRISP yang tercakup dalam keluaran Fuzzy



Gambar 3.1. Metode Max – Membership Principles

Metode ini akan mengalami sedikit modifikasi jika keluaran fuzzy memiliki beberapa titik dimana memiliki DOM yang sama tingginya. Hal ini akan lebih jelas dengan gambar berikut ini.



Gambar 3.2. Metode Max –Membership Principles Yang Dimodifikasi

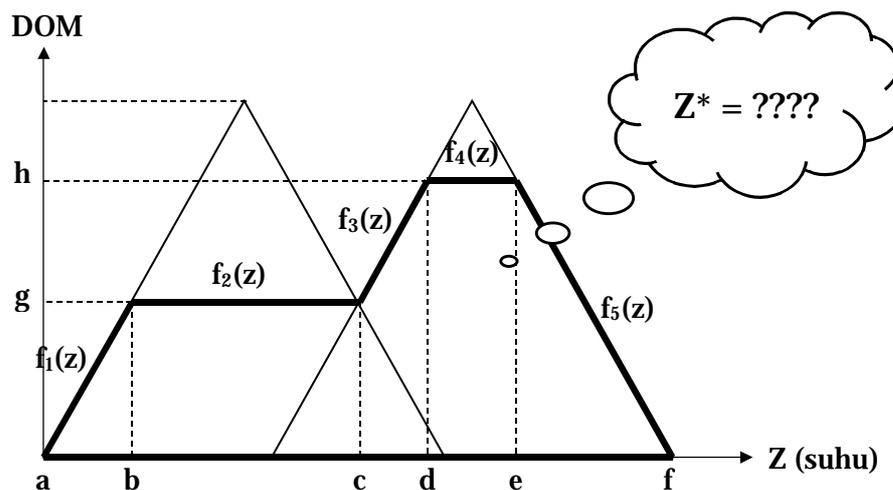
3.2. Centroid

Metode ini lebih dikenal dengan metode *Center Of Area* (COA) atau pusat dari suatu area. Nilai crisp keluaran ditentukan dari titik pusat dari luasan keluaran fuzzy yang ada.

$$\text{Secara Matematis : } Z^* = \frac{\int f(z) \cdot z \cdot dz}{\int f(z) \cdot dz}$$

Untuk memperjelas metode ini berikut ini disampaikan contoh keluaran fuzzy seperti pada gambar 3.3. Keluaran fuzzy tersebut akan didefuzzyfikasi dengan metode centroid. Pada gambar 3.2 menunjukkan bahwa persamaan $f(z)$ berubah-ubah, yaitu :

$$f(z) = \begin{cases} f_1(z) & , \text{ untuk } a \leq z < b \\ f_2(z) & , \text{ untuk } b \leq z < c \\ f_3(z) & , \text{ untuk } c \leq z < d \\ f_4(z) & , \text{ untuk } d \leq z < e \\ f_5(z) & , \text{ untuk } e \leq z < f \end{cases}$$



Gambar 3.3. Keluaran Fuzzy

Perhitungan nilai crisp keluaran dengan metode centroid melingkupi batas antara a sampai dengan f, maka perhitungan integral harus dipecah.

$$Z^* = \frac{\int_a^f f(z) \cdot z \cdot dz}{\int_a^f f(z) \cdot dz}$$

$$Z^* = \frac{\int_a^b f_1(z) \cdot z \cdot dz}{\int_a^b f_1(z) \cdot dz} + \frac{\int_b^c f_2(z) \cdot z \cdot dz}{\int_b^c f_2(z) \cdot dz} + \frac{\int_c^d f_3(z) \cdot z \cdot dz}{\int_c^d f_3(z) \cdot dz} +$$

$$\frac{\int_d^e f_4(z) \cdot z \cdot dz}{\int_d^e f_4(z) \cdot dz} + \frac{\int_e^f f_5(z) \cdot z \cdot dz}{\int_e^f f_5(z) \cdot dz}$$

Metode centroid memiliki perhitungan yang cukup rumit dan panjang, akan tetapi mampu menghasilkan ketelitian yang cukup tinggi.

3.3. Weighted Average Area

Metode ini hanya tepat dipergunakan jika bentuk fungsi keanggotaan yang dipergunakan adalah fungsi keanggotaan yang bentuknya simetris.

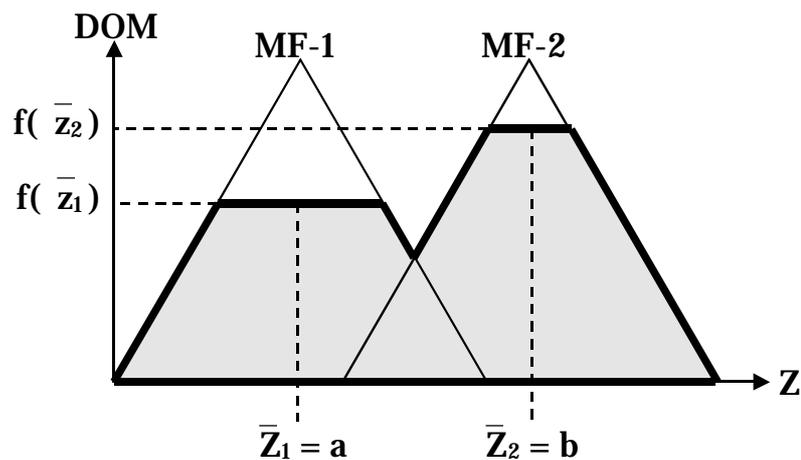
Secara matematis dapat dinyatakan : $Z^* = \frac{\sum f(\bar{z}) \cdot \bar{z}}{\sum f(\bar{z})}$

Dimana :

\bar{z} = titik tengah tiap MF

$f(\bar{z})$ = DOM pada saat $z = \bar{z}$

Untuk memperjelas metode Weighted Average Area, berikut ini disampaikan contoh keluaran fuzzy seperti pada gambar 3.4. Keluaran fuzzy tersebut akan didefuzzyfikasi sehingga akan didapatkan nilai crisp keluaran yang sesuai dengan keluaran fuzzynya.



Gambar 3.4. Contoh Keluaran Fuzzy Logic

Perhitungan nilai crisp keluaran dengan metode weighted average area

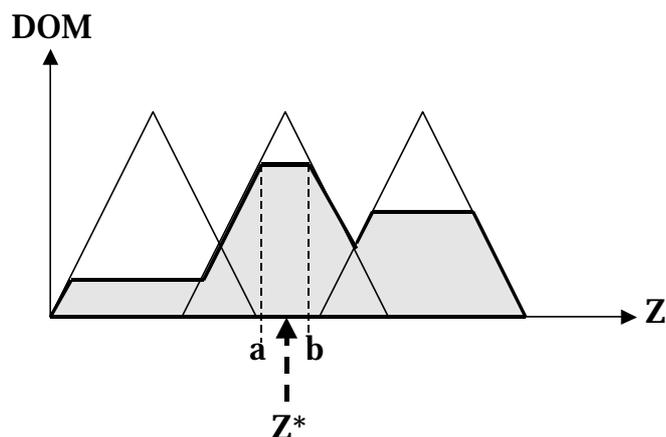
dapat dilakukan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Z^* &= \frac{\sum f(\bar{z}) \cdot \bar{z}}{\sum f(\bar{z})} \\
 &= \frac{f(\bar{z}_1) \cdot \bar{z}_1 + f(\bar{z}_2) \cdot \bar{z}_2}{f(\bar{z}_1) + f(\bar{z}_2)}
 \end{aligned}$$

3.4. Mean – Max Membership

Metode ini sama dengan metode pertama, hanya jika titik max tidak tunggal. Nilai crisp keluaran (Z^*) ditentukan dari rata-rata atau titik tengah dari nilai crisp (Z) yang memiliki derajat keanggotaan tertinggi. Karena itu metode ini juga disebut sebagai **MIDDLE OF MAXIMA**.

Untuk memperjelas metode ini, berikut ini disampaikan contoh keluaran fuzzy seperti pada gambar 3.5. Keluaran fuzzy tersebut akan didefuzzyfikasi sehingga akan didapatkan nilai crisp keluaran yang sesuai dengan keluaran fuzzynya.



Gambar 3.5. Contoh Keluaran Fuzzy Logic

Dengan metode ini maka nilai crisp keluaran ditentukan dengan memilih titik tengah antara a dan b. Hal ini dikarenakan antara a dan b memiliki derajat keanggotaan yang paling tinggi.

$$Z^* = \frac{a+b}{2}$$

3.5. Center Of Sum

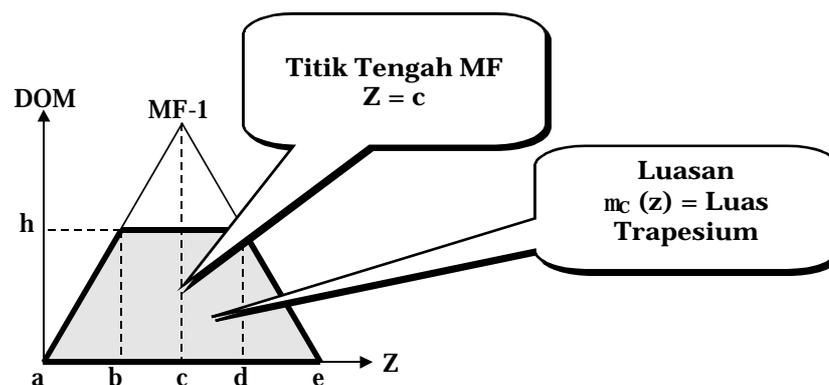
Metode ini mirip dengan metode **WEIGHTED AVERAGE AREA**.

Secara matematis dapat dinyatakan :
$$Z^* = \frac{\int_z \sum_{k=1}^n z \cdot \mu_{ck}(z) \cdot dz}{\int_z \sum_{k=1}^n \mu_{ck}(z) \cdot dz}$$

Dimana :

z = Titik tengah dari tiap-tiap MF

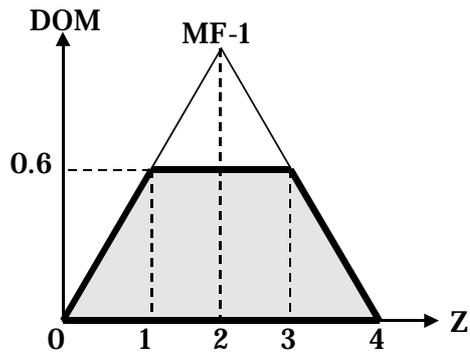
μ_{CK} = Luasan tiap MF yang mewakili DOM



Gambar 3.6. Contoh Keluaran Fuzzy Logic

Untuk memperjelas metode ini, berikut ini disampaikan contoh keluaran fuzzy seperti pada gambar 3.7. Keluaran fuzzy tersebut akan didefuzzyfikasi

sehingga akan didapatkan nilai crisp keluaran yang sesuai dengan keluaran fuzzynya.



Gambar 3.7. Contoh Keluaran Fuzzy Logic

Dengan metode center of sum, maka nilai crisp keluaran yang sesuai dengan keluaran fuzzy logic pada gambar 3.7 dapat ditentukan sebagai berikut.

Dari gambar 3.7 didapatkan :

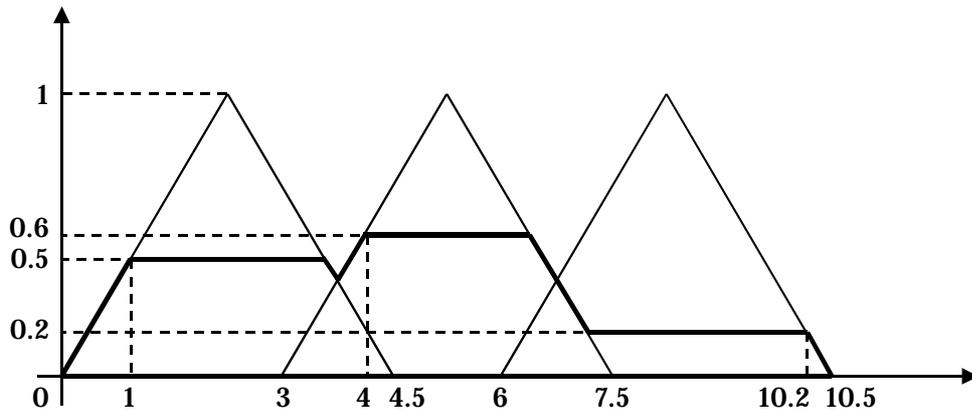
$$\begin{aligned} Z &= \text{titik tengah dari fungsi keanggotaan} \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{CK} &= \text{luas trapesium} \\ &= 1,8 \end{aligned}$$

$$Z^* = \frac{\int_0^4 (2 \cdot 1,8) dz}{\int_0^4 (1,8) dz}$$

Sebagai contoh yang berikutnya, berikut ini disampaikan contoh keluaran

fuzzy seperti pada gambar 3.8. Keluaran fuzzy tersebut akan didefuzzyfikasi dengan metode center of sum, sehingga akan didapatkan nilai crisp keluaran yang sesuai dengan keluaran fuzzynya.



Gambar 3.8. Contoh Keluaran Fuzzy Logic

Berdasarkan gambar 3.8 di atas, maka dapat kita tentukan titik tengah (z) dan luas tiap fungsi keanggotaan yang mewakili derajat keanggotaan (μ_{CK}) dari tiap-tiap fungsi keanggotaan yang ada sebagaimana tertera pada tabel 3.1.

Tabel 3.1

Fungsi Keanggotaan	Titik Tengah (z)	Luasan DOM (μ_{CK})	Keterangan
1	2,25	1,75	Luas trapesium
2	5,25	2,1	Luas trapesium
3	8,25	0,84	Luas trapesium

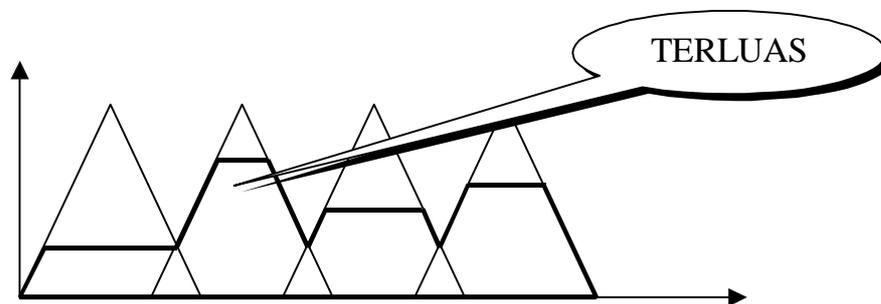
Berdasarkan nilai – nilai yang tertera pada tabel 3 tersebut di atas maka selanjutnya dapat ditentukan besarnya nilai crisp yang sesuai sebagai hasil

defuzzyfikasi dengan metode center of sum.

$$\begin{aligned}
 Z^* &= \frac{\int_0^{10,5} (2,25 \cdot 1,75 + 5,25 \cdot 2,1 + 8,25 \cdot 0,84) dz}{\int_0^{10,5} (1,75 + 1,75 + 0,84) dz} \\
 &= \frac{\int_0^{10,5} (20,055) dz}{\int_0^{10,5} (4,34) dz} \\
 &= \frac{[20,055 \cdot z]_0^{10,5}}{[4,34 \cdot z]_0^{10,5}} \\
 &= \frac{(20,055 \cdot 10,5 - 20,055 \cdot 0)}{(4,34 \cdot 10,5 - 4,34 \cdot 0)} \\
 &= 4,621
 \end{aligned}$$

3.6. Center Of Largest Area

Metode ini pada dasarnya sama dengan metode *centroid* yang telah dibahas pada sub-bab sebelumnya. Namun demikian ada sedikit perbedaan antara metode *centroid* dengan *center of largest area*. Pada metode *centroid*, perhitungan yang dilakukan mencakup semua fungsi keanggotaan yang ada. Sedangkan pada metode *center of largest area*, perhitungan hanya dilakukan terhadap fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan (DOM) yang paling tinggi. Hal ini ditunjukkan pada gambar 3.9 erikut ini.

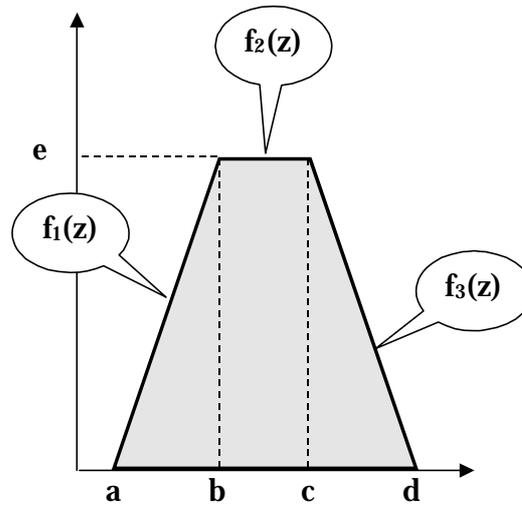


Gambar 3.9. Fungsi Keanggotaan Dengan DOM Tertinggi

Secara matematis, metode center of largest area dapat dinyatakan ke dalam suatu persamaan seperti berikut ini :

$$Z^* = \frac{\int f_m(z) \cdot z \cdot dz}{\int f_m \cdot dz}$$

Untuk memperjelas metode ini, berikut ini disampaikan contoh keluaran fuzzy seperti pada gambar 3.10. Keluaran fuzzy tersebut akan didefuzzyfikasi dengan metode center of largest area, sehingga akan didapatkan nilai crisp keluaran yang sesuai dengan keluaran fuzzynya.



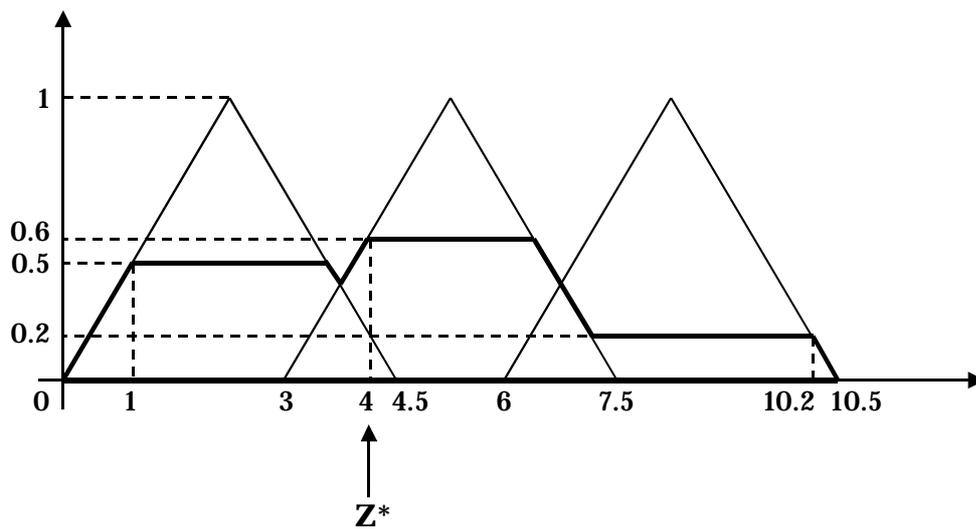
Gambar 3.10. Fungsi Keanggotaan Dengan DOM Tertinggi

Nilai crisp keluaran yang akan didapatkan dengan metode center of largest of area adalah :

$$Z^* = \frac{\int_a^b f(z) \cdot z \cdot dz}{\int_a^b f(z) \cdot dz} + \frac{\int_b^c f(z) \cdot z \cdot dz}{\int_b^c f(z) \cdot dz} + \frac{\int_c^d f(z) \cdot z \cdot dz}{\int_c^d f(z) \cdot dz}$$

3.7. First Of Maxima

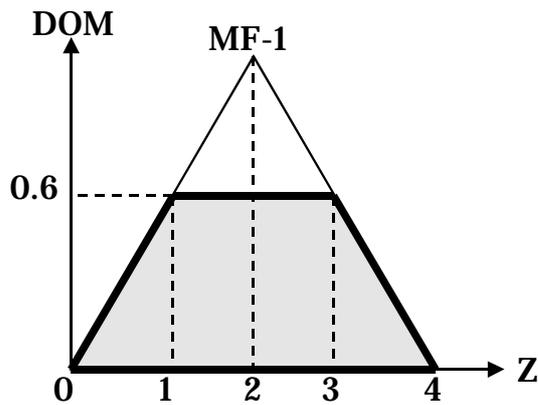
Metode ini sangat sederhana, dimana hampir tidak diperlukan perhitungan matematik yang rumit. Dalam metode ini, penentuan nilai crisp sebagai hasil dari defuzzyfikasi dilakukan dengan memilih nilai crisp pertama/terkecil yang memiliki derajat keanggotaan tertinggi/maksimum. Hal ini dapat dilihat seperti pada gambar 3.11 berikut ini.



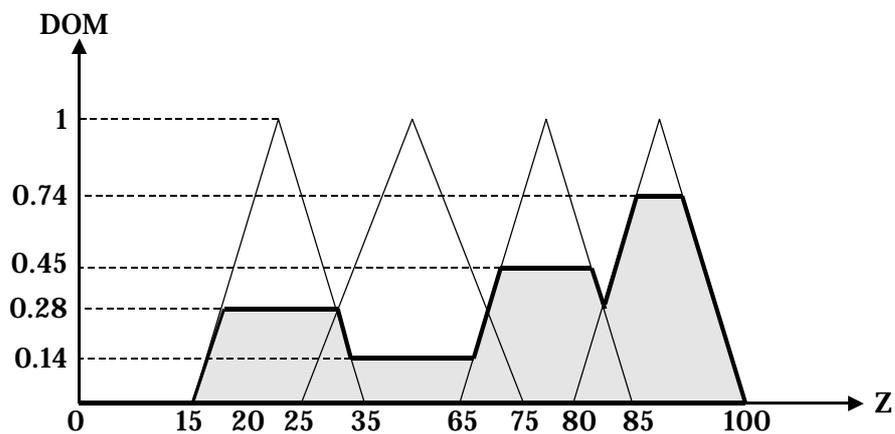
Gambar 3.11. Z^* sebagai Nilai Crisp Terkecil/Pertama Yang Memiliki Derajat Keanggotaan Tertinggi

3.8. Soal-Soal Latihan

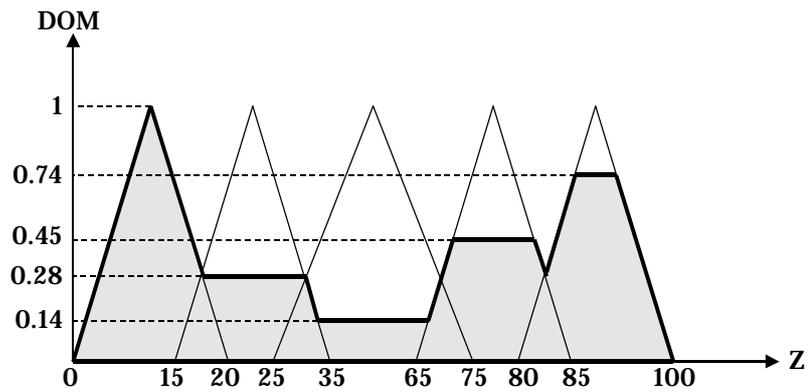
1. Tentukan nilai hasil defuzzyfikasi dengan metode centroid terhadap variabel fuzzy seperti pada gambar berikut ini !



2. Dari variabel fuzzy seperti gambar berikut ini, lakukan defuzzyfikasi dengan metode :
 - a. Mean – Max Membership
 - b. Center of Largest Area
 - c. First of Maxima



3. Tentukan nilai crisp yang sesuai dengan keluaran fuzzy berikut ini dengan metode Weighted Average Area terh!



$$Z^* = \text{????}$$

4. Tentukan Hasil defuzzyfikasi dengan metode Center of Largest Area !

