

SPK

FUZZY Sugeno



Endah Septa Sintiya, S.Pd, M.Kom



Logika Fuzzy



Logika Fuzzy adalah suatu cara untuk memetakan ruang-ruang input ke dalam suatu ruangan output yang sesuai. Ada banyak cara untuk memetakan ruang input ke output ini, seperti dengan sistem linear, jaringan syaraf, dan persamaan diferensial. Meskipun banyak cara selain Fuzzy, namun Fuzzy dianggap memberikan solusi terbaik karena dengan menggunakan Fuzzy akan lebih cepat dan lebih murah (Kusumadewi S., 2010).

Fuzzy Sugeno

Metode *sugeno* ini merupakan metode *inference fuzzy* untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk IF-THEN, dimana output sistem tidak **berupa himpunan** *fuzzy*, melainkan berupa persamaan linier atau konstanta.

Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985.

Penalaran Sugeno(2)

Ada 2 model fuzzy metode Sugeno yaitu sebagai berikut:

1. Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model Fuzzy Sugeno Orde-Nol adalah:

IF(x1 is A1)o(x2 is A2)o(x3 is A3)o....o(xN is AN) THEN z=k

dengan A1 adalah himpunan Fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

2. Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model Fuzzy Sugeno Orde-Satu adalah:

IF(x1 is A1)o.....o(xN is AN) THEN z = p1*x1+...+pN*xN+q

dengan Ai adalah himpunan Fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan pi adalah suatu konstanta (tegas) ke-i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

Apabila komposisi aturan menggunakan metode SUGENO, maka deffuzifikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-rata.





Langkah – langkah penerapan metode sugeno menggunakan tahapan berikut:

Fuzzifikasi

Pada tahapan ini variabel input (crisp) dari sistem fuzzy ditransfer ke dalam himpunan fuzzy untuk dapat digunakan dalam perhitungan nilai kebenaran dari premis pada setiap aturan dalam basis pengetahuan.

Aplikasi Fungsi Implikasi

Aplikasi Fungsi Implikasi Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi fuzzy. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah sebagai berikut: IF x is A THEN y is B Dengan x dan y adalah skalar, dan A dan B adalah himpunan fuzzy.

Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut.

Studi kasus SPK dengan Fuzzy Sugeno

Suatu perusahaan akan memproduksi powerbank jenis XZ.

Dari data 2 bulan terakhir, permintaan terbesar mencapai 2000 buah/hari dan yang terkecil 500 buah/hari.

Persediaan di gudang, terbanyak mencapai 300 buah/hari, dan terkecil 100 buah/hari.

Sampai saat ini, perusahaan mampu memproduksi maksimal 4000 buah/hari, dan untuk efisiensi mesin, minimal harus

memproduksi 500 buah/hari. Berapa powerbank jenis XZ yang harus diproduksi bila permintaan (x) mencapai 1800 buah dan persediaan di gudang (y) masih 250 kemasan dengan asumsi bahwa jumlah permintaan selalu lebih tinggi dibanding jumlah persediaan. apabila proses produksi menggunakan 4 aturan fuzzy sebagai berikut:

[R1]	IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK, THEN Produksi Barang = Permintaan - Persediaan (Orde Satu persamaan linear)
[R2]	IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT, THEN Produksi Barang = permintaan (Orde Nol(Konstanta z=k))
[R3]	IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK, THEN Produksi Barang = Permintaan(Orde Nol(Konstanta z=k))
[R4]	IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT, THEN Produksi Barang = 1,25 *Permintaan - Persediaan (Orde Satu persamaan linear)

Berdasarkan soal di atas, ada 3 variabel fuzzy yang akan dimodelkan, yaitu permintaan, persediaan, dan kuota produksi.





PERMINTAAN

Langkah 1: Fuzzification (Mendefinisikan Variable Permintaan)



X	turun	naik	11 [v]1 2			-			
0	1	0	μ[x]1,2						
500	1	0	1						
2000	0	1							
2500	0	1	0,8			/			
			0,6						
			0,4		/				-
									-
			0,2						
				/					-
			0 +	E00	1000	1500	2000	2500	2000
			0	500	1000	1500	2000	2500	3000
						Permintaan			

$$\mu \operatorname{Pmt} TURUN[X] = \begin{cases} \frac{1}{X \max - X}, & X \leq X \min \\ \frac{X \max - X}{X \max - X \min}, & X \min \leq X \leq X \max \\ 0, & X \geq X \max \end{cases}$$

$$\mu \operatorname{Pmt} NAIK[X] = \begin{cases} \frac{0}{X - X \min}, & X \leq X \min \\ \frac{X - X \min}{X \max - X \min}, & X \min \leq X \leq X \max \\ \frac{X \max - X \min}{X \max}, & X \geq X \max \end{cases}$$

Permintaan TUR	ermintaan TURUN:		Permintaan NAI	K:
Permintaan	Derajat Keanggotaan		Permintaan	Derajat Keanggotaan
x<=500	1		x<=500	0
500<=x<=2000	(2000-x)/(2000-500)		500<=x<=2000	(x-500)/(2000-500)
x>=2000	0		x>=2000	1



Langkah 1: Fuzzification (Mendefinisikan Variable Permintaan)

Permintaan terdiri atas 2 himpunan fuzzy, yaitu TURUN dan NAIK. Keduanya menggunakan fungsi keanggotaan kurva berbentuk bahu.

"permintaan terbesar mencapai 2000 buah/hari dan yang terkecil 500 buah/hari"

Permintaar TURU	JN:	Permintaan NAI	K:
Permintaan	Derajat Keanggotaan	Permintaan	Derajat Keanggotaan
x<=500	1	x<=500	0
500<=x<=2000	(2000-x)/(2000-500)	500<=x<=2000	(x-500)/(2000-500)/
x>=2000	0	x>=2000	1

Diketahui permintaan (x) mencapai 1800, maka:

μρωτΤURUN (1800) =	0,133333	«	=(2000-1800)/(2000-500)
µрмтNAIK(1800) =	0,866667	<	=(1800-500)/(2000-500)



Langkah 1: Fuzzification (Mendefinisikan Variable Permintaan)

"Berapa powerbank jenis XZ yang harus diproduksi bila permintaan (x) mencapai 1800 buah?"

Diketahui permintaan (x) mencapai 1800, maka:

µрмтТURUN(1800) =	0,133333	
µрмтNAIK(1800) =	0,866667	

х	turun	naik	μ[x]1,2
0	1	0	μ [λ] 1,2
500	1	0	1
1800	0,13	0,867	
2000	0	1	0,8
2500	0	1	
			0,6
			0,4
			0,2
			0 1000 1000 2000 2000 2000
			0 500 1000 1500 2000 2500 3000
			Permintaan



PERSEDIAAN

Langkah 1: Fuzzification (Mendefinisikan Variable Persediaan)

"Persediaan di gudang, terbanyak mencapai 300 buah/hari(max), dan terkecil 100 buah/hari(min)"

X	sedikit	banyak	1,2
0	1	0	
100	1	0	μ[x] 1
300	0	1	
400	0	1	0,8
			0,6
			0,4
			0,2
			0
			0 50 100 150 200 250 300 350 400 450
			Persediaan

$$\mu \operatorname{Psd} SEDIKIT[Y] = \begin{cases} \frac{1}{Y \max - Y}, & Y \leq Y \min \\ \frac{Y \max - Y \min}{Y \max - Y \min}, & Y \leq Y \max \\ 0, & Y \geq Y \max \end{cases}$$

$$\mu \operatorname{Psd} BANYAK[Y] = \begin{cases} 0 & \text{if } Y \leq Y \text{ min} \\ \frac{Y - Y \text{ min}}{Y \text{ max} - Y \text{ min}}, & Y \leq Y \text{ max} \\ 1 & \text{if } Y \geq Y \text{ max} \end{cases}$$

KIT		Persediaan BAN	YAK
Derajat Keanggotaan		Persediaan	Derajat Keanggotaan
1		y<=100	0
(300-y)/(300-100)		100<=y<=300	(y-100)/(300-100)
0		y>=300	1
	Derajat Keanggotaan 1	Derajat Keanggotaan 1	Derajat Keanggotaan Persediaan 1 y<=100

Langkah 1: Fuzzification (Mendefinisikan variable persediaan)

Persediaan terdiri atas 2 himpunan fuzzy, yaitu SEDIKIT dan BANYAK. Keduanya menggunakan fungsi keanggotaan kurva berbentuk bahu.

Persediaan SED	DIKIT		Persediaan BA	ANYAK
Persediaan	Derajat Keanggotaa	ın	Persediaan	Derajat Keanggotaan
y<=100		1	y<=100	0
100<=y<=300	(300-y)/(300-100)		100<=y<=300	(y-100)/(300-100)
y>=300		0	y>=300	1

Diketahui persediaan (y) mencapai	250, maka:	
μ _{PSD} SEDIKIT(250) =	0,25	<	=(300-250)/(300-100)
μρει BANYAK 250) =	0,75	<	=(250-100)/(300-100)

Langkah 1: Fuzzification (Mendefinisikan Variable Persediaan)

"persediaan di gudang (y) masih 250 kemasan"

Diketahui persediaan (y) mencapai 250, maka:						
µpsdSEDIKIT(250) =	0,25					
µpsdBANYAK(250) =	0,75					

x	sedikit	banyak	1,2
0	1	0	
100	1	0	μ[x] ₁
250	0,25	0,75	
300	0	1	0,8
400	0	1	
			0,6
			0,4
			0,2
			0
			0 50 100 150 200 250 300 350 400 450
			Persediaan



Langkah 2: Fungsi Implikasi

[R1]	IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK, THEN Produksi Barang = Permintaan - Persediaan (Orde Satu persamaan linear)
[R2]	IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT, THEN Produksi Barang = permintaan (Orde Nol(Konstanta z=k))
[R3]	IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK, THEN Produksi Barang = Permintaan(Orde Nol(Konstanta z=k))
[R4]	IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT, THEN Produksi Barang = 1,25 *Permintaan - Persediaan (Orde Satu persamaan linear)

Bentuk umum untuk persamaan linear adalah:

$$Y = mx + k (grafik naik)$$

Y = 1.5x + 2

Y = mx - k (grafik turun)

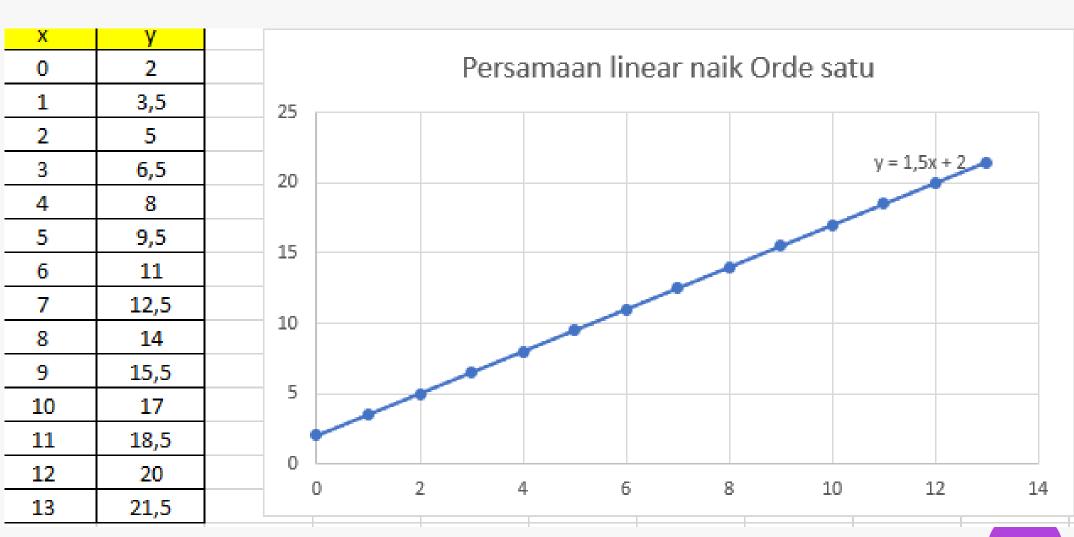
Keterangan:

Y = nilai keluaran

X = nilai masukan

m = konstanta

k = konstanta



Langkah 2: Implikasi ([R1])

persediaan di gudang (y) masih 250 kemasan

bila permintaan (x) mencapai 1800 buah

[R1] JIKA Permintaan TURUN, dan Persediaan BANYAK, MAKA Produksi Barang=

Permintaan - Persediaan; (Karena aturan fuzzy menggunakan operator AND, maka nilai α -

Predikat1 adalah yang minimal)

 α -Predikat1 = μ PMTTURUN[x] \cap μ PSDBANYAK[y]

= min(μρΜΤΤURUN[x], μρSDBANYAK [y])

= $min(\mu PMTTURUN[1800], \mu PSDBANYAK [250])$

= min(0.13333, 0.25) = 0.13333

Diketahui permintaan (x) mencapai 1800,

μρωτΤURUN(1800) = 0,133333

μρωτΝΑΙΚ(1800) = 0,866667

Diketahui persediaan (y) mencapai 250,

μρsdSEDIKIT(250) = 0,25

μρsdBANYAK(250) = 0,75

Menurut fungsi keanggotaan himpunan **Produksi Barang = Permintaan - Persediaan** maka diperoleh persamaan berikut

Z1 = Permintaan - Persediaan

Z1 = 1800 - 250

Z1= 1550

Langkah 2: implikasi ([R2])

persediaan di gudang (y) masih 250 kemasan

bila permintaan (x) mencapai 1800 buah

[R2] JIKA Permintaan TURUN, dan Persediaan SEDIKIT, MAKA Produksi Barang =

permintaan; (Karena aturan fuzzy menggunakan operator AND, maka nilai α -Predikat1

adalah yang minimal)

 α -Predikat1 = μ PMTTURUN[x] \cap μ PSDSEDIKIT[y]

= min(μρΜτΤURUN[x], μρSDSEDIKIT[y])

= $min(\mu PMTTURUN[1800], \mu PSDSEDIKIT[250])$

 $= \min(0.13333, 0.75) = 0.13333$

Diketahui persediaan (y) mencapai 250,

μPSDSEDIKIT(250) = 0,25

μPSDBANYAK(250) = 0,75

ermintaan

μρΜτΤURUN(1800) =

 $\mu_{PMTNAIK(1800)} =$

Diketahui permintaan (x) mencapai 1800,

0,133333

0,866667

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi Barang = **permintaan** maka diperoleh berikut :

Z2 = Permintaan

Z2 = 1800

Langkah 2: implikasi [R3])

persediaan di gudang (y) masih 250 kemasan

Diketahui permintaan (x) mencapai 1800,

Diketahui persediaan (y) mencapai 250,

0,133333

0,866667

0,25

0,75

μρΜτΤURUN(1800) =

 $\mu_{PMTNAIK(1800)} =$

 $\mu_{PSDSEDIKIT(250)} =$

 $\mu_{PSDBANYAK(250)} =$

bila permintaan (x) mencapai 1800 buah

[R3] JIKA Permintaan NAIK, dan Persediaan BANYAK, MAKA Produksi Barang=permintaan;

(Karena aturan fuzzy menggunakan operator AND, maka nilai α -Predikat1 adalah yang

minimal)

 α -Predikat3 = μ PMTNAIK[x] \cap μ PSDBANYAK[y]

= $min(\mu PMTNAIK[x], \mu PSDBANYAK[y])$

= $min(\mu PMTNAIK[1800], \mu PSDBANYAK[250])$

 $= \min(0.866667, 0.75) = 0.75$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi Barang= **permintaan** pada persamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut

Z3 = Permintaan

Z3 = 1800

Langkah 2:implikasi ([R4])

persediaan di gudang (y) masih 250 kemasan

bila permintaan (x) mencapai 1800 buah

[R3] JIKA Permintaan NAIK, dan Persediaan SEDIKIT, MAKA Produksi Barang= 1,25

*Permintaan - Persediaan; (Karena aturan fuzzy menggunakan operator AND, maka nilai α -

Predikat1 adalah yang minimal)

 α -Predikat3 = μ PMTNAIK[x] \cap μ PSDSEDIKIT[y]

= $min(\mu PMTNAIK[x], \mu PSDSEDIKIT[y])$

= $min(\mu PMTNAIK[1800], \mu PSDSEDIKIT [250])$

= min(0,866667, 0.25) = 0.25

 μρμττυκυν(1800) =
 0,133333

 μρμτναικ(1800) =
 0,866667

 Diketahui persediaan (y) mencapai 250,

 μρερετικίτ(250) =
 0,25

 μρερετικίτ(250) =
 0,75

Diketahui permintaan (x) mencapai 1800,

Menurut fungsi keanggotaan himpunan **Produksi Barang= 1,25 *Permintaan - Persediaan** pada persamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut

Z4 = (1,25 *Permintaan) - Persediaan

Z4 = (1,25 * 1800) - 250

Z4 = 2000

Rangkuman implikasi

IF Permintaan T	URUN And Persediaan BANYAK, THEN F								
α-Predikat1 = μ	.PMTTURUN ∩ µPSDBANYAK								
α-Predikat1 = min(μPMTTURUN μPSDBANYAK) =		0,133333333		z1 =	1550	(Produks	i Barang = Permintaan	- Persediaan)	
IF Permintaan T	URUN And Persediaan SEDIKIT, THEN F								
α-Predikat2 = μ'	.PMTTURUN ∩ μPSDSEDIKIT				1				
α-Predikat2 =	min(μPMTTURUN, μPSDSEDIKIT) =	0,133333333		z2 =	1800	(Produks	(Produksi barang = Permintaan)		
IF Permintaan N	NAIK And Persediaan BANYAK, THEN Pr	oduksi Barang= F							
α-Predikat3 = μ	PMTNAIK ∩ µPSDBANYAK								
α-Predikat3 =	min(μΡΜΤΝΑΙΚ, μΡSDBANYAK) =	0,75		z3 =	1800	(Produks	i barang = Permintaan)	
IF Permintaan N	AAIK And Persediaan SEDIKIT, THEN Pr	roduksi Barang =	an						
α-Predikat4 = μ	PMTNAIK ∩ µPSDSEDIKIT								
α-Predikat4 =	min(μΡΜΤΝΑΙΚ, μΡSDSEDIKIT) =	0,25		z4 =	2000	(Produks	i Barang = (1,25 *Perm	intaan) - Persediaan)	
	α-Predikat1 = μF α-Predikat1 = IF Permintaan TU α-Predikat2 = μF α-Predikat2 = IF Permintaan NA α-Predikat3 = μF α-Predikat3 =	α-Predikat1 = μΡΜΤΤΟΚΟΝ Ω μΡSDBANYAK α-Predikat1 = min(μΡΜΤΤΟΚΟΝ μΡSDBANYAK) = IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT, THEN F α-Predikat2 = μΡΜΤΤΟΚΟΝ Ω μΡSDSEDIKIT α-Predikat2 = min(μΡΜΤΤΟΚΟΝ, μΡSDSEDIKIT) = IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK, THEN Pro α-Predikat3 = μΡΜΤΝΑΙΚ Ω μΡSDBANYAK α-Predikat3 = min(μΡΜΤΝΑΙΚ, μΡSDBANYAK) = IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT, THEN Pro α-Predikat4 = μΡΜΤΝΑΙΚ Ω μΡSDSEDIKIT	α-Predikat1 = μPMTTURUN ∩ μPSDBANYAK α-Predikat1 = min(μPMTTURUN μPSDBANYAK) = 0,133333333 IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT, THEN Produksi Barang= α-Predikat2 = μPMTTURUN ∩ μPSDSEDIKIT α-Predikat2 = min(μPMTTURUN, μPSDSEDIKIT) = 0,133333333 IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK, THEN Produksi Barang= Per α-Predikat3 = μPMTNAIK ∩ μPSDBANYAK α-Predikat3 = min(μPMTNAIK, μPSDBANYAK) = 0,75 IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT, THEN Produksi Barang = 1 α-Predikat4 = μPMTNAIK ∩ μPSDSEDIKIT	α-Predikat1 = min(μPMTTURUN μPSDBANYAK) = 0,133333333 IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT, THEN Produksi Barang= Permintaan α-Predikat2 = μPMTTURUN ∩ μPSDSEDIKIT α-Predikat2 = min(μPMTTURUN, μPSDSEDIKIT) = 0,133333333 IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK, THEN Produksi Barang= Permintaan α-Predikat3 = μPMTNAIK ∩ μPSDBANYAK α-Predikat3 = min(μPMTNAIK, μPSDBANYAK) = 0,75 IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT, THEN Produksi Barang = 1,25 *Permintaan - Persediaan α-Predikat4 = μPMTNAIK ∩ μPSDSEDIKIT	α-Predikat1 = μPMTTURUN ∩ μPSDBANYAK α-Predikat1 = min(μPMTTURUN μPSDBANYAK) = 0,1333333333	α-Predikat1 = μPMTTURUN ∩ μPSDBANYAK α-Predikat1 = min(μPMTTURUN μPSDBANYAK) = 0,133333333 z1 = 1550 IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT, THEN Produksi Barang= Permintaan α-Predikat2 = μPMTTURUN ∩ μPSDSEDIKIT α-Predikat2 = min(μPMTTURUN, μPSDSEDIKIT) = 0,133333333 z2 = 1800 IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK, THEN Produksi Barang= Permintaan α-Predikat3 = μPMTNAIK ∩ μPSDBANYAK α-Predikat3 = min(μPMTNAIK, μPSDBANYAK) = 0,75 z3 = 1800 IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT, THEN Produksi Barang = 1,25 *Permintaan - Persediaan α-Predikat4 = μPMTNAIK ∩ μPSDSEDIKIT	α-Predikat1 = μΡΜΤΤURUN Ω μPSDBANYAK α-Predikat1 = min(μPMTTURUN μPSDBANYAK) = 0,133333333	α-Predikat1 = μPMTTURUN ∩ μPSDBANYAK α-Predikat1 = min(μPMTTURUN μPSDBANYAK) = 0,1333333333 z1 = 1550 (Produksi Barang = Permintaan IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT, THEN Produksi Barang = Permintaan α-Predikat2 = μPMTTURUN ∩ μPSDSEDIKIT α-Predikat2 = min(μPMTTURUN, μPSDSEDIKIT) = 0,1333333333 z2 = 1800 (Produksi barang = Permintaan) IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK, THEN Produksi Barang = Permintaan α-Predikat3 = μPMTNAIK ∩ μPSDBANYAK α-Predikat3 = min(μPMTNAIK, μPSDBANYAK) = 0,75 z3 = 1800 (Produksi barang = Permintaan) IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT, THEN Produksi Barang = 1,25 *Permintaan - Persediaan α-Predikat4 = μPMTNAIK ∩ μPSDSEDIKIT	

Langkah 3: Defuzzification

Berapa powerbank jenis XZ yang harus diproduksi bila permintaan (x) mencapai 1800 buah dan persediaan di gudang (y) masih 250 kemasan ?

$$Z = \frac{\alpha - pred_{1} * Z_{1} + \alpha - pred_{2} * Z_{2} + \alpha - pred_{3} * Z_{3} + \alpha - pred_{4} * Z_{4}}{\alpha - pred_{1} + \alpha - pred_{2} + \alpha - pred_{3} + \alpha - pred_{4}}$$

ATAU

$$Z = \frac{\alpha 1 * z 1 + \alpha 2 * z 2 + \alpha 3 * z 3 + \alpha 4 * z 4}{\alpha 1 + \alpha 2 + \alpha 3 + \alpha 4}$$

$$Z = \frac{((0,1333*1550)+(0,1333*1800)+(0,75*1800)+(0,25*2000))}{(0,1333+0,13333+0,75+0,25)}$$

$$Z = 1813$$

Jadi jumlah power bank jenis XZ yang maksimal bisa diproduksi menurut Metode Tsukamoto adalah **1813** buah power bank.



Tugas

1. Dengan kasus yang sama dengan contoh, tentukan

Berapa powerbank jenis XZ yang harus diproduksi bila permintaan (x) mencapai 1777 buah dan persediaan 235 buah?

2. Carilah paper dengan fuzzy sugeno dan buatlah excel dari paper tersebut!