

**IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY DALAM MENGOPTIMALKAN JUMLAH  
PRODUKSI GARAM BERYODIUM  
(STUDI KASUS: KELOMPOK USAHA GARAM BERYODIUM NATAGA SABU  
RAIJUA)**

Yolanda Prapatmi Biha<sup>1\*</sup>, Rapmaida M. Pangaribuan<sup>1</sup>, Keristina Br. Ginting<sup>1</sup>

1. Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang-NTT, Indonesia

\*Penulis korespondensi: : yolanbiha28@gmail.com

**ABSTRAK**

Kelompok Usaha Nataga Sabu Raijua merupakan salah satu tempat produksi garam beryodium di Kabupaten Sabu Raijua yang menggunakan teknik Geomembran. Salah satu permasalahan yang dialami oleh tempat produksi garam beryodium ini adalah tingkat jumlah produksi garam beryodium yang tidak pasti. Metode Tsukamoto merupakan salah satu metode dalam logika *fuzzy* yang mampu menganalisis sistem yang tidak pasti ini dengan menghasilkan jumlah produksi yang optimal. Dalam mengoptimalkan jumlah produksi menggunakan metode Tsukamoto diperlukan variabel input dan variabel output. Variabel input yang digunakan adalah jumlah bahan baku, jumlah persediaan garam beryodium non kemasan, jumlah persediaan garam beryodium dalam kemasan dan jumlah permintaan sedangkan variabel output yang digunakan adalah jumlah produksi garam beryodium. Berdasarkan analisa dengan menggunakan Metode Tsukamoto diperoleh jumlah rata-rata produksi garam beryodium Nataga Sabu Raijua Sebesar 2935,5 Kg dengan nilai error sebesar 16,84% sehingga Metode ini dapat digunakan dalam menentukan jumlah produksi garam beryodium.

**Kata Kunci:** Logika Fuzzy, Metode Tsukamoto, Defuzzifikasi, Rata-Rata Terpusat

**1. PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan wilayah kepulauan yang memiliki laut yang luas. Luas lautan Indonesia lebih besar dibandingkan dengan luas daratannya, yaitu satu pertiga luas Indonesia adalah daratan dan dua pertiga luas Indonesia adalah lautan. Luasnya lautan Indonesia membawa keuntungan dan manfaat yang baik bagi bangsa Indonesia, karena salah satu fungsi dari laut adalah sebagai sumber kekayaan alam. Sumber kekayaan laut sangat berlimpah, agar dapat dimanfaatkan untuk

mensejahterakan bangsa Indonesia. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) menunjukan Sabu Raijua merupakan salah satu kawasan lahan penggarapan modern dengan jumlah lahan yang memproduksi seluas 100 hektare dan menghasilkan paling kurang 2.970 ton per bulan dengan waktu efektif produksi berlangsung sekitar delapan bulan dalam satu tahun. Hasil produksi dipasarkan keberbagai wilayah di tanah air. Kelompok Usaha garam Nataga Sabu Raijua memelopori untuk memproduksi garam beryodium menggunakan peralatan yang lebih modern. Kabupaten Sabu Raijua dengan proses produksi garam beryodium menggunakan sistem teknologi geomembran sehingga garamnya bersih dan layak dikonsumsi. Oleh karena itu pengoptimalan produksi garam beryodium pada Kelompok Usaha garam Nataga Sabu Raijua ini sangatlah penting. Dalam pengoptimalan produksi, banyak cara yang dapat dilakukan untuk menentukan jumlah produksi optimum, salah satunya ialah dengan menggunakan logika *fuzzy* [1], [2]. Dalam pengaplikasian logika *fuzzy* pada produksi, metode yang di gunakan adalah metode Tsukamoto [3]–[5]. Metode ini dipilih karena setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan  $\alpha$ -predikat (*fire strength*) [3], [5]. Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana penerapan logika *fuzzy* menggunakan metode Tsukamoto dalam pengoptimalan jumlah produksi garam berdasarkan jumlah bahan baku, jumlah persediaan garam beryodium non kemasan, jumlah persediaan garam beryodium dalam kemasan dan jumlah permintaan. Tujuan penelitiannya menerapkan logika *fuzzy* menggunakan metode Tsukamoto dalam pengoptimalan jumlah produksi garam beryodium berdasarkan jumlah bahan baku, jumlah persediaan garam beryodium non kemasan, jumlah persediaan garam beryodium dalam kemasan dan jumlah permintaan.

## 2. METODE

### 2.1. Sumber Data

Pada penelitian ini, data yang diperoleh berasal dari pengambilan data sekunder. Data sekunder yang dimaksudkan adalah data mengenai Jumlah Produksi Garam Beryodium Nataga Sabu Raijua tiap minggunya, dari minggu pertama Bulan agustus hingga minggu terakhir Bulan oktober Tahun 2019.

### 2.2. Variabel Penelitian

Variabel dalam pengambilan keputusan yaitu variabel input berupa jumlah bahan baku, jumlah persediaan garam beryodium non kemasan, jumlah persediaan

garam beryodium dalam kemasan dan jumlah permintaan, serta variabel output adalah jumlah produksi.

### 2.3. Metode Analisis Data

Terdapat empat tahap dalam menganalisis produksi barang menggunakan metode Tsukamoto [1], [3], [5], yaitu:

#### 1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses mengubah nilai masukan tegas menjadi nilai masukan *fuzzy*. Nilai masukan tegas pada tahap ini dimasukkan ke dalam fungsi pengaburan yang telah dibentuk sehingga menghasilkan nilai masukan *fuzzy*.

#### 2. Pembentukan Aturan Fuzzy

Aturan *fuzzy* dibentuk untuk memperoleh hasil keluaran tegas. Aturan *fuzzy* yang digunakan adalah aturan “jika-maka” dengan operator antar variabel masukan adalah operator “dan”. Pernyataan yang mengikuti “jika” disebut sebagai antiseden dan pernyataan yang mengikuti “maka” disebut sebagai konsekuen.

Jika ( $a_1$  adalah  $A_1$ )  $\cap \dots \cap$  ( $a_n$  adalah  $A_n$ ) maka ( $b$  adalah  $k$ ) dengan,

$a_1, \dots, A_n$  : variabel masukan

$b$  : variabel keluaran

( $a_1$  adalah  $A_1$ )  $\cap \dots \cap$  ( $a_n$  adalah  $A_n$ ) : antiseden

( $b$  adalah  $k$ ) : konsekuen.

#### 3. Analisis Logika Fuzzy

Setiap aturan yang dibentuk merupakan suatu pernyataan implikasi. Analisis logika *fuzzy* yang digunakan pada tahap ini adalah fungsi implikasi *min*, karena operator yang digunakan pada aturan “jika-maka” adalah operator “dan”. Fungsi implikasi *min* yaitu mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan *fuzzy* yang bersangkutan. Hasil fungsi implikasi dari masing-masing aturan disebut  $\alpha$ -predikat atau biasa ditulis  $\alpha$ .

$$\alpha_i = \mu_{A \cap B} = \min(\mu_{A_i}(x), \mu_{B_i}(y)), \forall i = 1, 2, 3, \dots$$

dengan,

$\alpha_i$  : nilai minimal dari derajat keanggotaan pada aturan ke- $i$

$\mu_{A_i}(x)$  : derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* A pada aturan ke- $i$

$\mu_{B_i}(y)$  : derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* B pada aturan ke- $i$

#### 4. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses mengubah nilai keluaran *fuzzy* menjadi nilai keluaran tegas. Rumus yang digunakan pada tahap ini adalah rata-rata terbobot.

$$Z = \frac{\sum x_i \alpha_i}{\sum \alpha_i}, i = 1, 2, 3, \dots$$

dengan,

$z$  : nilai rata-rata terbobot

$x_i$  : nilai konsekuen pada aturan ke- $i$

$\alpha_i$  : nilai  $\alpha$ -predikat pada aturan ke- $i$ .

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 3.1. Data Jumlah Produksi Garam Beryodium Kelompok Usaha Garam Nataga Sabu Raijua perminggu Agustus – Oktober 2019

Tanggal	Bahan Baku (Kg)	Garam beryodium non kemasan (Persediaan 1) (Kg)	Garam beryodium dalam kemasan (Persediaan 2) (Kg)	Permintaan (Kg)	Jumlah produksi (Kg)
02/08-08/08	3750	600	50	2140	2110
09/08-15/08	1600	135	170	1140	1155
16/08-22/08	2400	195	140	2160	2160
23/08-29/08	5900	65	125	3940	3940
30/08-05/09	2050	120	75	1400	1410
06/09-12/09	6550	360	35	6000	6000
13/09-19/09	1100	-	350	700	720
20/09-26/09	7500	200	180	6080	6080
27/09-03/10	700	190	-	500	540
04/10-10/10	1500	55	145	1180	1070
11/10-17/10	3950	175	-	4380	4380
18/10-24/10	7000	-	140	5120	5120
25/10-31/10	1000	160	125	940	1120

Tabel 3.2. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

No	Variabel <i>Fuzzy</i>	Semesta Pembicaraan	Keterangan
1	Bahan Baku	[700 7500]	Jumlah garam mentah yang akan digunakan untuk proses iodisasi perminggu (kg)
2	Persediaan 1	[0 600]	Jumlah persediaan garam beryodium yang belum dikemas perminggu (kg)
3	Persediaan 2	[0 350]	Jumlah persediaan garam beryodium dalam dikemas perminggu (kg)

4	Permintaan	[500 6080]	Jumlah permintaan garam beryodium dalam kemasan perminggu (kg)
5	Produksi	[720 6080]	Jumlah produksi garam beryodium dalam kemasan perminggu (kg)

Tabel 3.3. Penentuan Himpunan *Fuzzy*

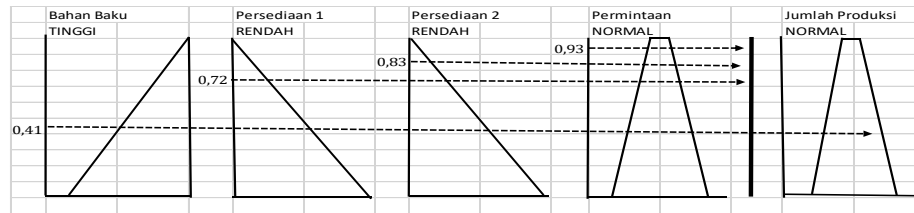
Variabel <i>fuzzy</i>	Himpunan <i>fuzzy</i> linguistic	Semesta pembicaraan	Domain himpunan <i>fuzzy</i>
Bahan Baku	Rendah	[700 7500]	[700 3420]
	Normal		[1652 6548]
	Tinggi		[4780 7500]
Persediaan 1	Rendah	[0 600]	[0 240]
	Normal		[84 516]
	Tinggi		[360 600]
Persediaan 2	Rendah	[0 350]	[0 140]
	Normal		[49 301]
	Tinggi		[210 350]
Permintaan	Rendah	[500 6080]	[500 2732]
	Normal		[1281 5299]
	Tinggi		[3848 6080]
Produksi	Rendah	[720 6080]	[720 2864]
	Normal		[1470 5330]
	Tinggi		[3936 6080]

Fungsi implikasi MIN pada aplikasi fungsi implikasi, dapat mencari nilai  $z$  pada setiap aturannya:

- (R1) If (BAHAN BAKU is TINGGI) and (PERSEDIAAN 1 is RENDAH) and (PERSEDIAAN 2 is RENDAH) and (PERMINTAAN is NORMAL) then (PRODUKSI is NORMAL)

Secara matematis dapat ditulis hasil irisan tersebut sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \alpha - \text{Predikat}_1 &= \mu_{\text{BAHAN BAKU TINGGI}} [X] \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 1 RENDAH}} [X] \\
 &\quad \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 2 RENDAH}} [X] \cap \mu_{\text{PERMINTAAN NORMAL}} [X] \\
 &= \min(\mu_{\text{BAHAN BAKU TINGGI}} [5900] \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 1 RENDAH}} [65] \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 2 RENDAH}} [125] \\
 &\quad \cap \mu_{\text{PERMINTAAN NORMAL}} [3940]) \\
 &= \min(0,41 ; 0,72 ; 0,83 ; 0,93) \\
 &= 0,41
 \end{aligned}$$



Gambar 3.1. Aplikasi Fungsi Implikasi untuk R1

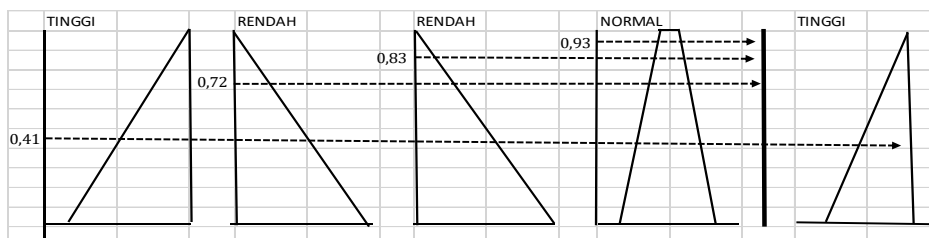
Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi Barang NORMAL dalam aturan fuzzy [R1] maka nilai  $z_1$  adalah:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \mu_{Normal}[Z] \\ 0,41 &= \frac{5330 - Z_1}{1394} \\ 571,54 &= 5330 - Z_1 \\ Z_1 &= 4758,46 \end{aligned}$$

2. (R2) If (BAHAN BAKU is TINGGI) and (PERSEDIAAN 1 is RENDAH) and (PERSEDIAAN 2 is RENDAH) and (PERMINTAAN is NORMAL) then (PRODUKSI is TINGGI)

Secara matematis dapat ditulis hasil irisan tersebut sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \alpha - \text{Predikat}_2 &= \mu_{BAHAN BAKU TINGGI}[X] \cap \mu_{PERSEDIAAN 1 RENDAH}[X] \\ &\quad \cap \mu_{PERSEDIAAN 2 RENDAH}[X] \cap \mu_{PERMINTAAN NORMAL}[X] \\ &= \min(\mu_{BAHAN BAKU TINGGI}[5900] \cap \mu_{PERSEDIAAN 1 RENDAH}[65] \cap \mu_{PERSEDIAAN 2 RENDAH}[125] \\ &\quad \cap \mu_{PERMINTAAN NORMAL}[3940]) \\ &= \min(0,41 ; 0,72 ; 0,83 ; 0,93) \\ &= 0,41 \end{aligned}$$



Gambar 3.2. Aplikasi Fungsi Implikasi untuk R2

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi Barang TINGGI dalam

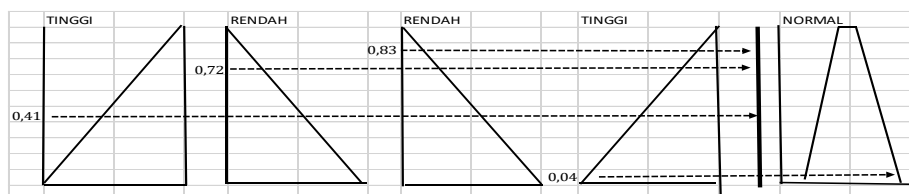
aturan *fuzzy* [R2] maka nilai  $z_2$  adalah:

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= \mu_{Tinggi}[Z] \\ 0,41 &= \frac{Z_2 - 3936}{2144} \\ 879,04 &= Z_2 - 3936 \\ Z_2 &= 3056,96\end{aligned}$$

3. (R.3) If (BAHAN BAKU is TINGGI) and (PERSEDIAAN 1 is RENDAH) and (PERSEDIAAN 2 is RENDAH) and (PERMINTAAN is TINGGI) then (PRODUKSI is NORMAL)

Secara matematis dapat ditulis hasil irisan tersebut sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\alpha - \text{Predikat}_3 &= \mu_{\text{BAHAN BAKU TINGGI}}[X] \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 1 RENDAH}}[X] \\ &\quad \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 2 RENDAH}}[X] \cap \mu_{\text{PERMINTAAN TINGGI}}[X] \\ &= \min(\mu_{\text{BAHAN BAKU TINGGI}}[5900] \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 1}} \\ &\quad \text{RENDAH}[65] \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 2 RENDAH}}[125] \\ &\quad \cap \mu_{\text{PERMINTAAN TINGGI}}[3940]) \\ &= \min(0,41 ; 0,72 ; 0,83 ; 0,04) \\ &= 0,04\end{aligned}$$



Gambar 3.3. Aplikasi Fungsi Implikasi untuk R3

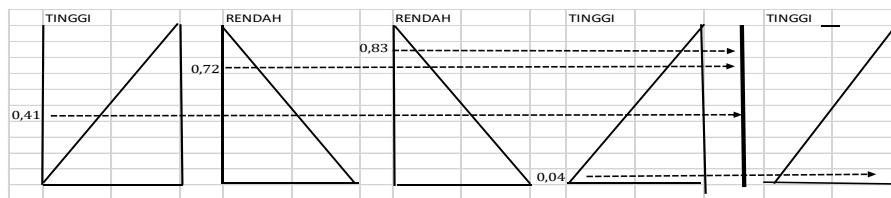
Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi Barang NORMAL dalam aturan *fuzzy* [R3] maka nilai  $z_3$  adalah:

$$\begin{aligned}\alpha_3 &= \mu_{Normal}[Z] \\ 0,04 &= \frac{5330 - Z_3}{1394} \\ 55,76 &= 5330 - Z_3 \\ Z_3 &= 5274,24\end{aligned}$$

4. (R.4) If (BAHAN BAKU is TINGGI) and (PERSEDIAAN 1 is RENDAH) and (PERSEDIAAN 2 is RENDAH) and (PERMINTAAN is TINGGI) then (PRODUKSI is TINGGI)

Secara matematis dapat ditulis hasil irisan tersebut sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \alpha - \text{Predikat}_4 &= \mu_{\text{BAHAN BAKU TINGGI}} [X] \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 1 RENDAH}} [X] \\ &\cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 2 RENDAH}} [X] \cap \mu_{\text{PERMINTAAN TINGGI}} [X] \\ &= \min(\mu_{\text{BAHAN BAKU TINGGI}} [5900] \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 1}} \\ &\text{RENDAH} [65] \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 2 RENDAH}} [125] \\ &\cap \mu_{\text{PERMINTAAN TINGGI}} [3940]) \\ &= \min(0,41 ; 0,72 ; 0,83 ; 0,04) \\ &= 0,04 \end{aligned}$$



Gambar 3.4. Aplikasi Fungsi Implikasi untuk R4

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi Barang TINGGI dalam aturan fuzzy [R4] maka nilai  $z_4$  adalah:

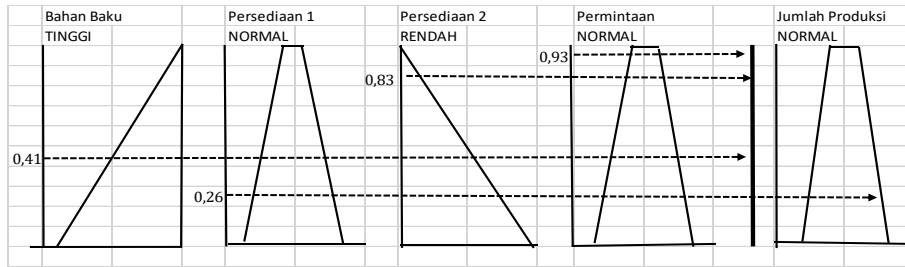
$$\begin{aligned} \alpha_4 &= \mu_{\text{Tinggi}} [Z] \\ 0,04 &= \frac{Z_4 - 3936}{2144} \\ 85,76 &= Z_4 - 3936 \\ Z_4 &= 3850,24 \end{aligned}$$

5. (R.5) If (BAHAN BAKU is TINGGI) and (PERSEDIAAN 1 is NORMAL) and (PERSEDIAAN 2 is RENDAH) and (PERMINTAAN is NORMAL) then (PRODUKSI is NORMAL)

Secara matematis dapat ditulis hasil irisan tersebut sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \alpha - \text{Predikat}_5 &= \mu_{\text{BAHAN BAKU TINGGI}} [X] \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 1 NORMAL}} [X] \\ &\cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 2 RENDAH}} [X] \cap \mu_{\text{PERMINTAAN NORMAL}} [X] \\ &= \min(\mu_{\text{BAHAN BAKU TINGGI}} [5900] \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 1}} \\ &\text{NORMAL} [125] \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 2 RENDAH}} [125] \\ &\cap \mu_{\text{PERMINTAAN NORMAL}} [3940]) \\ &= \min(0,41 ; 0,26 ; 0,83 ; 0,93) \\ &= 0,26 \end{aligned}$$





Gambar 3.5. Aplikasi Fungsi Implikasi untuk R5

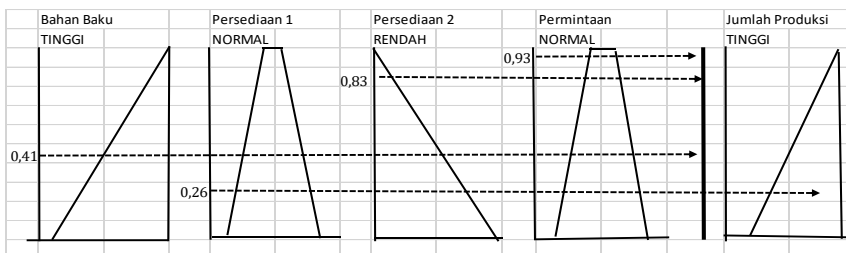
Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi Barang NORMAL dalam aturan fuzzy [R5] maka nilai  $z_5$  adalah:

$$\begin{aligned} \alpha_5 &= \mu_{Normal}[Z] \\ 0,26 &= \frac{5330 - Z_5}{1394} \\ 362,44 &= 5330 - Z_5 \\ Z_5 &= 4967,56 \end{aligned}$$

6. (R.6) If (BAHAN BAKU is TINGGI) and (PERSEDIAAN 1 is NORMAL) and (PERSEDIAAN 2 is RENDAH) and (PERMINTAAN is NORMAL) then (PRODUKSI is TINGGI)

Secara matematis dapat ditulis hasil irisan tersebut sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \alpha - Predikat_6 &= \mu_{BAHAN\ BAKU\ TINGGI}[X] \cap \mu_{PERSEDIAAN\ 1\ NORMAL}[X] \\ &\quad \cap \mu_{PERSEDIAAN\ 2\ RENDAH}[X] \cap \mu_{PERMINTAAN\ NORMAL}[X] \\ &= \min(\mu_{BAHAN\ BAKU\ TINGGI}[5900] \cap \mu_{PERSEDIAAN\ 1\ NORMAL}[125] \\ &\quad \cap \mu_{PERSEDIAAN\ 2\ RENDAH}[125] \\ &\quad \cap \mu_{PERMINTAAN\ NORMAL}[3940]) \\ &= \min(0,41 ; 0,26 ; 0,83 ; 0,93) \\ &= 0,26 \end{aligned}$$



Gambar 3.6. Aplikasi Fungsi Implikasi untuk R6

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi Barang TINGGI dalam aturan fuzzy [R6] maka nilai  $z_6$  adalah:

$$\begin{aligned} \alpha_6 &= \mu_{Tinggi}[Z] \\ 0,26 &= \frac{Z_6 - 3936}{2144} \end{aligned}$$

$$557,44 = Z_6 - 3936$$

$$Z_6 = 3078,56$$

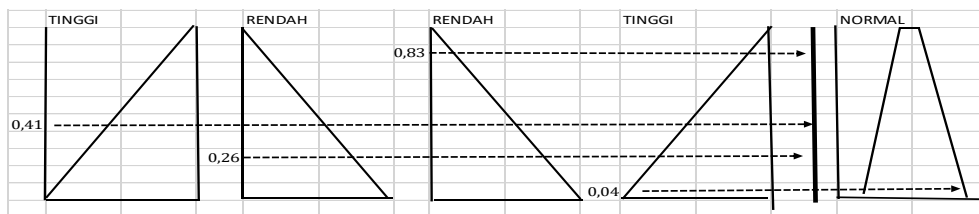
7. (R.7) If (BAHAN BAKU is TINGGI) and (PERSEDIAAN 1 is NORMAL) and (PERSEDIAAN 2 is RENDAH) and (PERMINTAAN is TINGGI) then (PRODUKSI is NORMAL)

Secara matematis dapat ditulis hasil irisan tersebut sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \alpha - \text{Predikat}_7 &= \mu_{\text{BAHAN BAKU TINGGI}} [X] \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 1 NORMAL}} [X] \\ &\quad \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 2 RENDAH}} [X] \cap \mu_{\text{PERMINTAAN TINGGI}} [X] \\ &= \min(\mu_{\text{BAHAN BAKU TINGGI}} [5900] \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 1}} \\ &\quad \text{NORMAL} [125] \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 2 RENDAH}} [125] \\ &\quad \cap \mu_{\text{PERMINTAAN TINGGI}} [3940]) \end{aligned}$$

$$= \min(0,41 ; 0,26 ; 0,83 ; 0,04)$$

$$= 0,04$$



Gambar 3.7. Aplikasi Fungsi Implikasi untuk R7

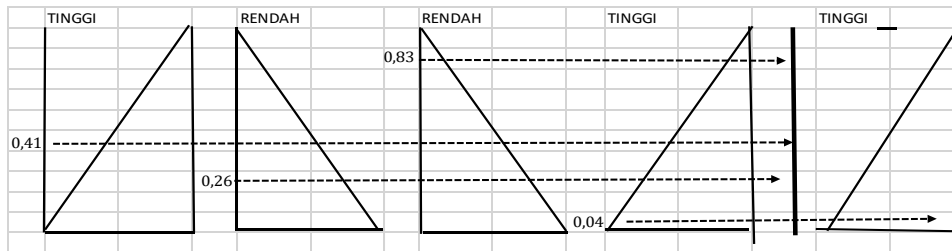
Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi Barang NORMAL dalam aturan fuzzy [R5] maka nilai  $z_5$  adalah:

$$\begin{aligned} \alpha_7 &= \mu_{\text{Normal}} [Z] \\ 0,04 &= \frac{1470 - Z_7}{1394} \\ 55,76 &= 1470 - Z_7 \\ Z_7 &= 1414,24 \end{aligned}$$

8. (R.8) If (BAHAN BAKU is TINGGI) and (PERSEDIAAN 1 is NORMAL) and (PERSEDIAAN 2 is RENDAH) and (PERMINTAAN is TINGGI) then (PRODUKSI is TINGGI)

Secara matematis dapat ditulis hasil irisan tersebut sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \alpha - \text{Predikat}_8 &= \mu_{\text{BAHAN BAKU TINGGI}} [X] \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 1 RENDAH}} [X] \\ &\quad \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 2 RENDAH}} [X] \cap \mu_{\text{PERMINTAAN TINGGI}} [X] \\ &= \min(\mu_{\text{BAHAN BAKU TINGGI}} [5900] \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 1}} \\ &\quad \text{RENDAH} [65] \cap \mu_{\text{PERSEDIAAN 2 RENDAH}} [125] \\ &\quad \cap \mu_{\text{PERMINTAAN TINGGI}} [3940]) \\ &= \min(0,41 ; 0,26 ; 0,83 ; 0,04) \\ &= 0,04 \end{aligned}$$



Gambar 3.8. Aplikasi Fungsi Implikasi untuk R8

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi Barang TINGGI dalam aturan fuzzy [R8] maka nilai  $z_8$  adalah:

$$\begin{aligned} \alpha_8 &= \mu \text{ Tinggi}[Z] \\ 0,04 &= \frac{Z_8 - 3936}{2144} \\ 85,76 &= Z_8 - 3936 \\ Z_8 &= 3850,24 \end{aligned}$$

#### Menentukan Output Crisp (Defuzzyfikasi)

Pada metode Tsukamoto, untuk menentukan output crisp digunakan defuzzyfikasi rata-rata terpusat, yaitu:

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\alpha_1 \cdot Z_1 + \alpha_2 \cdot Z_2 + \alpha_3 \cdot Z_3 + \dots + \alpha_8 \cdot Z_8}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \dots + \alpha_4} \\ &= \frac{(0,41) \cdot (4758,46) + (0,41) \cdot (3056,96) + (0,04) \cdot (5274,24) + (0,04) \cdot (3850,24) + (0,26) \cdot (4967,56) + (0,26) \cdot (3078,56) + (0,04) \cdot (1414,24) + (0,04) \cdot (3850,24)}{(0,41) + (0,41) + (0,04) + (0,04) + (0,26) + (0,26) + (0,04) + (0,04)} \\ &= \frac{(1950,96) + (1253,35) + (210,96) + (154) + (1291,56) + (800,42) + (56,57) + (154)}{1,5} \\ &= \frac{5871,82}{1,5} \\ &= 3914,5 \end{aligned}$$

Tabel 3. 4. Perbandingan Data Jumlah Produksi Garam Beryodium Dari Pabrik Dengan Metode Tsukamoto

No	Tanggal	Produksi garam beryodium	Perhitungan dengan Tsukamoto	Selisih
1	02/08-08/08	2110	2121,3	11,3
2	09/08-15/08	1155	1779,3	624,3
3	16/08-22/08	2160	2191,3	31,3
4	23/08-29/08	3940	3914,5	25,5
5	30/08-05/09	1410	1807,6	397,6
6	06/09-12/09	6000	5105,1	894,9
7	20/09-26/09	6080	6096,2	16,2
8	04/10-10/10	1070	1437,3	367,3
9	25/10-31/10	1120	1965	845
Rata-rata		2782,8	2935,3	357,04

Untuk mengetahui keberhasilan pemodelan yang telah dibuat dengan logika *fuzzy*, maka digunakan perhitungan nilai RMSE (Root Mean Square Error) dari variabel prediksi berikut:

a. Prediksi rata-rata

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{P_1 + P + \dots + P_n}{N} \\
 &= \frac{2121,3 + 1779,3 + \dots + 1965}{9} \\
 &= \frac{26417,6}{9} \\
 &= 2935,3
 \end{aligned}$$

b. RMSE

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_{awal} - P_{hasil})^2}{N}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{127,69 + 389750,49 + 979,69 + 650,25 + 158085,76}{9}} \\
 &= \sqrt{\frac{2199636,62}{9}} \\
 &= \sqrt{244404,07} \\
 &= 494,37
 \end{aligned}$$

$$x = \frac{RMSE}{P} \times 100$$

$$\begin{aligned} &= \frac{494,37}{2935,3} \times 100 \\ &= \frac{49437}{2935,3} \\ &= 16,84 \end{aligned}$$

Keterangan:

P = prediksi rata-rata

X = nilai eror prediksi

Dengan mencari nilai prediksi rata-rata dan nilai RMSE (Root Mean Square Error) didapat nilai eror sebesar 16,84

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan data jumlah permintaan, jumlah bahan baku, jumlah persediaan (garam beryodium non kemasan dan garam beryodium dalam kemasan) menghasilkan nilai rata-rata jumlah produksi garam beryodium Nataga Sabu Raijua menggunakan metode Tsukamoto adalah sebesar 2935,3 Kg dengan nilai error sebesar 16,84 sehingga metode ini dapat digunakan dalam menentukan jumlah produksi garam beryodium Nataga Sabu Raijua.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Bakir and H. Hozairi, "Implementasi Fuzzy Mamdani Untuk Evaluasi Lahan Garam Rakyat Berbasis Webgis Di Pamekasan," *Nusantara Journal of Computers and its Application*, vol. 4, no. 1, pp. 52–57, 2019.
- [2] E. Darnila, M. Mauliza, M. Ula, and A. Rikki, *Aplikasi Teknologi Sistem Pakar Berbasis Fuzzy Clustering*. Yayasan Kita Menulis, 2019. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=MiTGDwAAQBAJ>
- [3] M. Rusli, U. B. Press, and U. Media, *Dasar Perancangan Kendali Logika Fuzzy*. Universitas Brawijaya Press, 2017. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=mwRODwAAQBAJ>
- [4] B. Sutara and H. Kuswato, "Analisa Perbandingan Fuzzy Logic Metode Tsukamoto, Sugeno, Mamdani Dalam Penentuan Keluarga Miskin," vol. 10, no. 2, pp. 75–85, 2019.
- [5] A. Zarkasi, N. Widyastuti, and E. N. Kulamasari, "Penerapan Sistem Pendukung Keputusan Metode Fuzzy Tsukamoto dalam Pengoptimalan Produksi Barang Berdasarkan Data Persediaan dan Jumlah Permintaan di Loverandliars Cloth," *Jurnal Script*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2015.