

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas air kolam budidaya lele dapat dinilai dengan bantuan Sistem Inferensi Fuzzy Tsukamoto. Sebagai masukan sistem, penelitian ini memanfaatkan oksigen, pH, amonia, dan suhu. Untuk membuat keputusan tentang tingkat kualitas air, metode ini menggabungkan metode inferensi Tsukamoto dengan logika fuzzy.

Pada penelitian ini digunakan metode Forecast pada Microsoft Excel untuk mengukur tingkat kualitas air. Berdasarkan nilai masa lalu, metode ini digunakan untuk memperkirakan nilai masa depan. Karena dapat memberikan hasil yang akurat dan dapat digunakan untuk mengambil keputusan tentang bagaimana meningkatkan kualitas air pada kolam budidaya lele, maka metode ini sangat berguna untuk menentukan tingkat kualitas air.

Menggunakan data dari para ahli budidaya lele, sistem inferensi fuzzy Tsukamoto diuji dalam penelitian ini. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa tingkat kualitas air dapat ditentukan secara akurat menggunakan sistem inferensi fuzzy Tsukamoto. Perbandingan antara nilai sebenarnya dan nilai yang diestimasi oleh sistem menunjukkan hal ini.

4.1 Perancangan Fuzzy

Beberapa kemungkinan keluaran dari kombinasi parameter masukan dipetakan menggunakan aturan fuzzy.

Tabel 4. 1 Keanggotaan dan Domain untuk Variabel input Amonia

Fungsi	Variabel	Himpunan	Domain
Input	Amonia	Baik	[0-0,15]
		Cukup	[0,04-0,5]
		Lebih	[0,4-0,8]

Tabel 4. 2 Keanggotaan dan Domain untuk Variabel input Suhu

Fungsi	Variabel	Himpunan	Domain
Input	Suhu	Dingin	[0-25]
		Hangat	[20-35]
		Panas	[30-50]

Tabel 4. 3 Keanggotaan dan Domain untuk Variabel input PH

Fungsi	Variabel	Himpunan	Domain
Input	PH	Asam	[0-6,5]
		Netral	[5,11]
		Basa	[8,5-14]

Tabel 4. 4 Keanggotaan dan Domain untuk Variabel input Oksigen

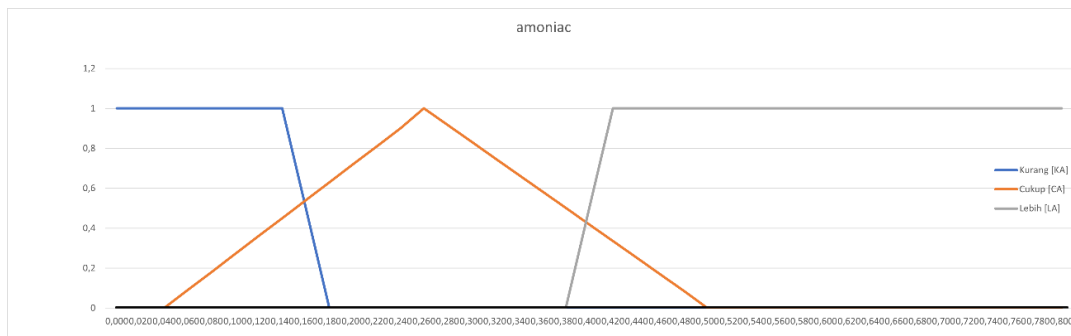
Oksigen	Fungsi Keanggotaan		Rentang Nilai
	Kurang		[0-2,6]
	Cukup		[2-4]
	Baik		[2-5]

Tabel 4. 5 Keanggotaan dan Domain untuk Variabel Output kualitas Air

Fungsi	Variabel	Himpunan	Domain
Output	Kualitas Air	Buruk	[0-51]
		Baik	[51-100]

4.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan digunakan oleh setiap variabel fuzzy dalam sistem ini untuk menentukan derajat keanggotaan suatu nilai dalam suatu himpunan fuzzy. Untuk memastikan derajat kualitas air di kolam budidaya lele, sistem inferensi fuzzy mengandalkan fungsi keanggotaan sebagai salah satu komponen utamanya. Tingkat keterlibatan suatu nilai dalam suatu kategori atau kelas dapat ditentukan dengan menggunakan fungsi keanggotaan. Nilai oksigen, pH, amonia, dan suhu digunakan untuk menilai tingkat keterlibatan dalam hal ini menggunakan fungsi keanggotaan.



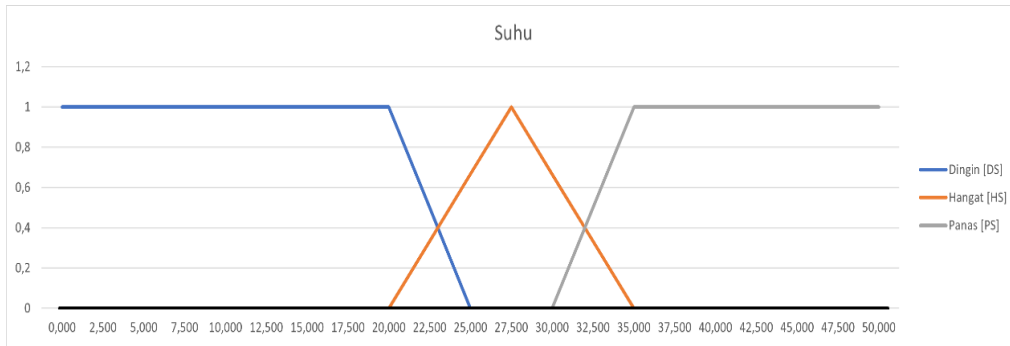
Gambar 4. 1 Arsitektur Fuzzy Tsukamoto

$$\mu[KA] = \begin{cases} AMO \leq 0,140; & 1 \\ 0,140 \leq AMO \leq 0,180; & \frac{(0,180-AMO)}{0,180-0,140} \dots\dots\dots(1) \\ AMO \geq 0,180; & 0 \end{cases}$$

$$\mu[CA] = \begin{cases} AMO \leq 0,040 \text{ OR } AMO \geq 0,500; & 0 \\ 0,040 \leq AMO \leq 0,260; & \frac{(AMO-0,040)}{0,260-0,040} \dots\dots\dots(2) \\ 0,260 \leq AMO \leq 0,500; & \frac{(0,500-AMO)}{0,500-0,260} \end{cases}$$

$$\mu[LA] =$$

$$\begin{cases} AMO \leq 0,380; & 0 \\ 0,380 \leq AMO \leq 0,420; & \frac{(AMO-0,380)}{0,420-0,380} \dots\dots\dots(3) \\ AMO \geq 0,420; & 1 \end{cases}$$



Gambar 4. 2 Fungsi Keanggotaan Parameter Suhu

$$\mu[DS] =$$

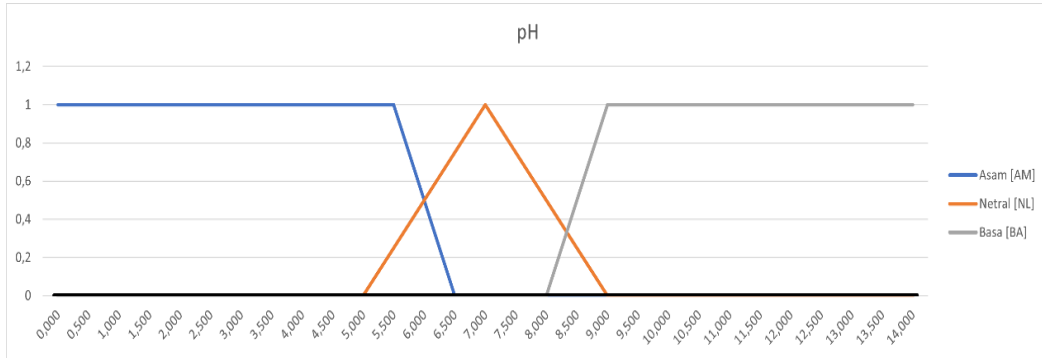
$$\begin{cases} SHU \leq 20,0; & 1 \\ 20,0 \leq SHU \leq 25,0; & \frac{(25,0-SHU)}{25,0-20,0} \dots\dots\dots(4) \\ SHU \geq 25,0; & 0 \end{cases}$$

$$\mu[HS] =$$

$$\begin{cases} SHU \leq 20,0 \text{ OR } SHU \geq 35,0; & 0 \\ 20,0 \leq SHU \leq 27,5; & \frac{(SHU-20,0)}{27,5-20,0} \dots\dots\dots(5) \\ 27,5 \leq SHU \leq 35,0; & \frac{(35,0-SHU)}{35,0-27,5} \end{cases}$$

$$\mu[PS] =$$

$$\begin{cases} SHU \leq 30,0; & 0 \\ 30,0 \leq SHU \leq 35,0; & \frac{(SHU-30,0)}{35,0-30,0} \dots\dots\dots(6) \\ SHU \geq 35,0; & 1 \end{cases}$$



Gambar 4. 3 Fungsi Keanggotaan PH

$$\mu[AM] =$$

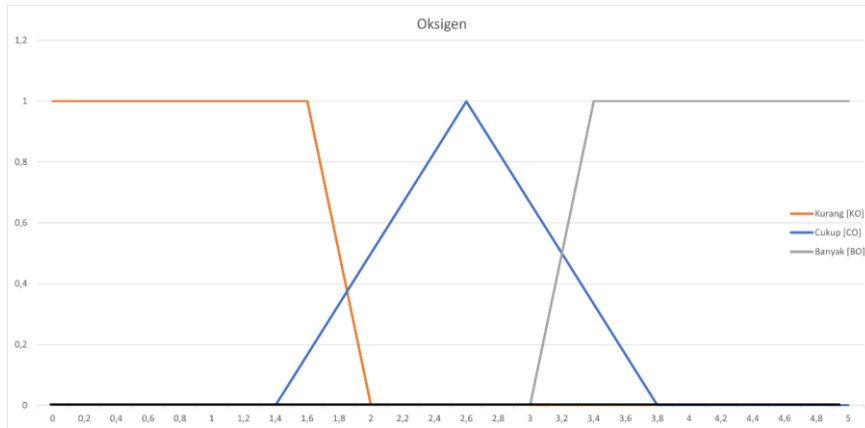
$$\begin{cases} PH \leq 5,5; 1 \\ 5,5 \leq PH \leq 6,5; \frac{(6,5-PH)}{6,5-5,5} \dots\dots\dots(7) \\ PH \geq 6,5; 0 \end{cases}$$

$$\mu[NL] =$$

$$\begin{cases} PH \leq 5,0 \text{ OR } PH \geq 9,0; 0 \\ 5,0 \leq PH \leq 7,0; \frac{(PH-5,0)}{7,0-5,0} \dots\dots\dots(8) \\ 7,0 \leq PH \leq 9,0; \frac{(9,0-PH)}{9,0-7,0} \end{cases}$$

$$\mu[BA] =$$

$$\begin{cases} PH \leq 8,0; 0 \\ 8,0 \leq PH \leq 9,0; \frac{(PH-8,0)}{9,0-8,0} \dots\dots\dots(9) \\ PH \geq 9,0; 1 \end{cases}$$

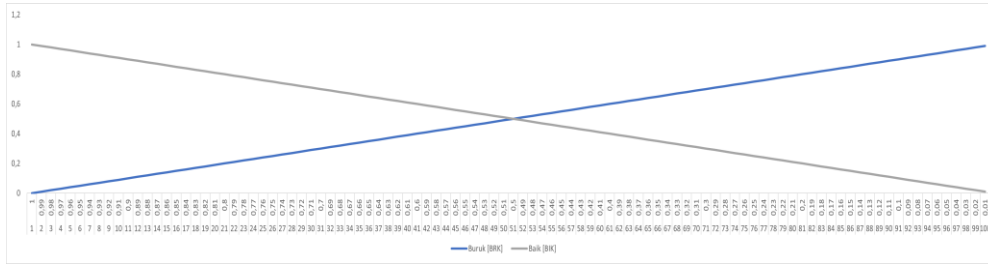


Gambar 4. 4 Fungsi Keanggotaan Oksigen

$$\mu[KO] = \begin{cases} OGN \leq 1,6; & 1 \\ 1,6 \leq OGN \leq 2; & \frac{(2-OGN)}{2-1,6} \dots\dots\dots(10) \\ OGN \geq 2; & 0 \end{cases}$$

$$\mu[CO] = \begin{cases} OGN \leq 1,4 \text{ OR } OGN \geq 3,8; & 0 \\ 1,4 \leq OGN \leq 2,6; & \frac{(OGN-1,4)}{2,6-1,4} \dots\dots\dots(11) \\ 2,6 \leq OGN \leq 3,8; & \frac{(3,8-OGN)}{3,8-2,6} \end{cases}$$

$$\mu[BO] = \begin{cases} OGN \leq 3; & 0 \\ 3 \leq OGN \leq 3,4; & \frac{(OGN-3)}{3,4-3} \dots\dots\dots(12) \\ OGN \geq 3,4; & 1 \end{cases}$$



Gambar 4. 5 Fungsi Keanggotaan Kualitas Air

$$\mu[BRK] = \begin{cases} KW \leq 1; & 1 \\ 1 \leq KW \leq 51; & \frac{(51-KW)}{51-1} \dots\dots\dots(13) \\ KW \geq 51; & 0 \end{cases}$$

$$\mu[BK] = \begin{cases} KW \leq 51; & 0 \\ 51 \leq KW \leq 100; & \frac{(KW-51)}{100-51} \dots\dots\dots(14) \\ KW \geq 100; & 1 \end{cases}$$

4.3 Rancangan Aturan (Rule)

Rule Based System adalah sistem untuk menyimpan dan memanipulasi pengetahuan menjadi informasi yang dapat membantu dalam pemecahan masalah atau dapat digambarkan sebagai Sistem Pakar yang menyajikan pengetahuan menurut aturan. Dengan kata lain, sistem berbasis aturan adalah perangkat lunak yang menyediakan pengetahuan pakar khusus domain dalam bentuk aturan untuk memecahkan masalah.

Tabel 4. 6 Tiga aturan fuzzy yang dibentuk dari table FAM

No	Keterangan
1	IF AMO = CA, AND SHU = PS, AND PH = AM, AND OGN = KO, THEN KW= BRK
2	IF AMO = LA, AND SHU = HS, AND PH = BA, AND OGN = CO, THEN KW= BRK
3	IF AMO = KA, AND SHU = DS, AND PH = NM, AND OGN = CO, THEN KW= BK

4.4 Pengujian FIS Dengan beragam masukan

Hasil pengujian sistem inferensi fuzzy (FIS) dengan beragam masukan oksigen, pH, amonia, dan suhu menunjukkan bahwa sistem ini mampu menentukan tingkat kualitas air pada kolam budidaya ikan lele dengan akurasi yang cukup tinggi. Pada pengujian ini, FIS dapat menentukan tingkat kualitas air dengan baik, baik untuk kondisi air yang baik maupun buruk.

Dalam pengujian ini, FIS juga dapat menangani masukan yang tidak pasti atau tidak terdefinisi dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari hasil yang diperoleh saat menggunakan masukan yang tidak normal atau tidak sesuai dengan batas normal dari parameter oksigen, pH, amonia, dan suhu. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa FIS mampu menangani masukan tidak pasti dengan baik dan memberikan keputusan yang sesuai.

Secara keseluruhan, hasil pengujian FIS menunjukkan bahwa sistem ini mampu menentukan tingkat kualitas air pada kolam budidaya ikan lele dengan akurasi yang cukup tinggi. FIS juga mampu menangani masukan yang tidak pasti dengan baik dan dapat digunakan sebagai alat bantu dalam meningkatkan kualitas air pada kolam budidaya ikan lele.

Tabel 4. 7 Hasil pengujian FIS dengan beragam masukan dari system

NO	Amonia (mg/L)	Suhu °C	PH	Oksigen (mg/L)	FIS	Kualitas Air %	Kondisi Ikan Lele System
1	0,40	24	5	3,3	0,2	20	MATI
2	0,40	23	5,2	3,3	0,4	40	MATI
3	0,60	23	4	3,6	0,16	16,66	MATI
4	0,86	23	3	3,7	0,08	8,33	MATI
5	0,76	22	5,4	3,3	0,41	41,66	MATI
6	0,22	25	6,4	3,4	0,33	66,66	MATI
7	0,11	25	6,5	3,5	0,25	75	MATI
8	0,75	21	5,7	2,6	0,8	45	MATI
9	0,50	22	6	3,2	0,5	50	MATI
10	0,40	24	5,1	3,4	0,2	20	MATI
11	0,86	24	3	3,7	0,08	8,33	MATI
12	0,40	25	6,4	2,2	0,41	58,53	MATI
13	0,41	26	4,2	2,3	0,70	29,26	MATI
14	0,50	27	4	2,5	0,79	20,83	MATI
15	0,55	27	5	2,6	0,66	33,33	MATI
16	0,75	28	5,7	2,6	0,54	45,83	MATI
17	0,45	28	6,2	2,7	0,45	54,16	MATI
18	0,40	29	6,4	2,8	0,41	58,33	MATI
19	0,22	30	6,2	2,9	0,37	62,5	MATI
20	0,03	32	7,5	3	0,29	70,83	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
21	0,04	27	7	3,6	0,16	83,33	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
22	0,04	28	7,1	3,7	0,08	91,66	NORMAL
23	0,04	28	7,8	2,7	0,1	90	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
24	0,05	27	7,5	3,5	0,18	85	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
25	0,03	24	7,5	3,7	0,07	92,68	NORMAL

NO	Amonia (mg/L)	Suhu °C	PH	Oksigen (mg/L)	FIS	Kualitas Air %	Kondisi Ikan Lele System
26	0,03	20	7,5	2,6	0,95	95	NORMAL
27	0,3	31	5	2,1	0,37	46,66	MATI
28	0,09	21	7,2	2,7	0,8	80	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
29	0,05	20	7,3	2,6	0,85	85	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
30	0,02	20	7,5	2,6	1	100	NORMAL
31	0,03	20	7,4	2,6	0,97	97,5	NORMAL
32	0,04	20	7,1	2,5	0,91	91,66	NORMAL
33	0,04	19	7,2	2,5	0,9	90	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
34	0,03	20	7	2,6	0,92	92,5	NORMAL
35	0,03	20	7,1	2,7	0,91	91,66	NORMAL
36	0,04	20	7	2,5	0,9	90	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
37	0,05	20	7	2,5	0,87	87,5	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
38	0,09	21	7,1	2,6	0,8	80	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
39	0,05	20	7,1	2,6	0,85	85	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
40	0,08	21	7,2	2,6	0,8	80	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
41	0,10	21	7,6	2,9	0,7	70	MATI
42	0,05	20	7,2	2,5	0,85	85	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
43	0,10	21	6,5	2,5	0,75	75	MATI
44	0,06	20	6,7	2,8	0,83	83	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
45	0,04	20	7,1	2,5	0,9	90	PERTUMBUHAN TERHAMBAT

4.8 Tabel kondisi kualitas air kolam budidaya ikan lele dari pakar

NO	Amonia (mg/L)	Suhu °C	PH	Oksigen (mg/L)	FIS	Kualitas Air %	Kondisi Ikan Lele Pakar
1	0,40	24	5	3,3	0,2	20	MATI
2	0,40	23	5,2	3,3	0,4	40	MATI
3	0,40	23	4	3,6	0,16	16,66	MATI
4	0,76	23	3	3,7	0,08	8,33	MATI
5	0,76	22	5,4	3,3	0,41	41,66	MATI
6	0,22	25	6,4	3,4	0,33	66,66	MATI
7	0,11	25	6,5	3,5	0,25	75	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
8	0,75	21	5,7	2,6	0,8	45	MATI
9	0,50	22	6	3,2	0,5	50	MATI
10	0,40	24	5,1	3,4	0,2	20	MATI
11	0,86	24	3	3,7	0,08	8,33	MATI
12	0,40	25	6,4	2,2	0,41	58,53	MATI
13	0,41	26	4,2	2,3	0,70	29,26	MATI
14	0,50	27	4	2,5	0,79	20,83	MATI
15	0,55	27	5	2,6	0,66	33,33	MATI
16	0,75	28	5,7	2,6	0,54	45,83	MATI
17	0,45	28	6,2	2,7	0,45	54,16	MATI
18	0,40	29	6,4	2,8	0,41	58,33	MATI
19	0,22	30	6,2	2,9	0,37	62,5	MATI
20	0,03	32	7,5	3	0,29	70,83	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
21	0,04	27	7	3,6	0,16	83,33	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
22	0,04	28	7,1	3,7	0,08	91,66	NORMAL
23	0,04	28	7,8	2,7	0,1	90	NORMAL
24	0,05	27	7,5	3,5	0,18	85	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
25	0,03	24	7,5	3,7	0,07	92,68	NORMAL

Tabel 4.9 analisis kualitas air kolam budidaya ikan lele yang isi oleh pakar.

NO	Amonia (mg/L)	Suhu °c	PH	Oksigen (mg/L)	FIS	Kualitas Air %	Kondisi Ikan Lele Pakar
26	0,03	20	7,5	2,6	0,95	95	NORMAL
27	0,3	31	5	2,1	0,37	46,66	MATI
28	0,09	21	7,2	2,7	0,8	80	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
29	0,05	20	7,3	2,6	0,85	85	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
30	0,02	20	7,5	2,6	1	100	NORMAL
31	0,03	20	7,4	2,6	0,97	97,5	NORMAL
32	0,04	20	7,1	2,5	0,91	91,66	NORMAL
33	0,04	19	7,2	2,5	0,9	90	NORMAL
34	0,03	20	7	2,6	0,92	92,5	NORMAL
35	0,03	20	7,1	2,7	0,91	91,66	NORMAL
36	0,04	20	7	2,5	0,9	90	NORMAL
37	0,05	20	7	2,5	0,87	87,5	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
38	0,09	21	7,1	2,6	0,8	80	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
39	0,05	20	7,1	2,6	0,85	85	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
40	0,08	21	7,2	2,6	0,8	80	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
41	0,10	21	7,6	2,9	0,7	70	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
42	0,05	20	7,2	2,5	0,85	85	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
43	0,10	21	6,5	2,5	0,75	75	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
44	0,06	20	6,7	2,8	0,83	83	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
45	0,04	20	7,1	2,5	0,9	90	NORMAL

4.9 Tabel kondisi kualitas air kolam budidaya ikan lele dari system dan dari pakar

Tabel 4.10 kondisi kualitas air budidaya ikan lele dari system dan dari pakar

NO	Amonia (mg/L)	Suhu °C	PH	Oksigen (mg/L)	FIS	Kualitas Air %	Kondisi Ikan Lele System	Kondisi Ikan Lele Pakar
1	0,40	24	5	3,3	0,2	20	MATI	MATI
2	0,40	23	5,2	3,3	0,4	40	MATI	MATI
3	0,60	23	4	3,6	0,16	16,66	MATI	MATI
4	0,86	23	3	3,7	0,08	8,33	MATI	MATI
5	0,76	22	5,4	3,3	0,41	41,66	MATI	MATI
6	0,22	25	6,4	3,4	0,33	66,66	MATI	MATI
7	0,11	25	6,5	3,5	0,25	75	MATI	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
8	0,75	21	5,7	2,6	0,8	45	MATI	MATI
9	0,50	22	6	3,2	0,5	50	MATI	MATI
10	0,40	24	5,1	3,4	0,2	20	MATI	MATI
11	0,86	24	3	3,7	0,08	8,33	MATI	MATI
12	0,40	25	6,4	2,2	0,41	58,53	MATI	MATI
13	0,41	26	4,2	2,3	0,70	29,26	MATI	MATI
14	0,50	27	4	2,5	0,79	20,83	MATI	MATI
15	0,55	27	5	2,6	0,66	33,33	MATI	MATI
16	0,75	28	5,7	2,6	0,54	45,83	MATI	MATI
17	0,45	28	6,2	2,7	0,45	54,16	MATI	MATI
18	0,40	29	6,4	2,8	0,41	58,33	MATI	MATI
19	0,22	30	6,2	2,9	0,37	62,5	MATI	MATI
20	0,03	32	7,5	3	0,29	70,83	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
21	0,04	27	7	3,6	0,16	83,33	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
22	0,04	28	7,1	3,7	0,08	91,66	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	NORMAL
23	0,04	28	7,8	2,7	0,1	90	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	NORMAL

NO	Amonia (mg/L)	Suhu °c	PH	Oksigen (mg/L)	FIS	Kualitas Air %	Kondisi Ikan Lele System	Kondisi Ikan Lele Pakar
24	0,05	27	7,5	3,5	0,18	85	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
25	0,03	24	7,5	3,7	0,073	92,68	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	NORMAL
26	0,03	20	7,5	2,6	0,95	95	NORMAL	NORMAL
27	0,3	31	5	2,1	0,37	46,66	MATI	MATI
28	0,09	21	7,2	2,7	0,8	80	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
29	0,05	20	7,3	2,6	0,85	85	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
30	0,02	20	7,5	2,6	1	100	NORMAL	NORMAL
31	0,03	20	7,4	2,6	0,975	97,5	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	NORMAL
32	0,04	20	7,1	2,5	0,916	91,66	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	NORMAL
33	0,04	19	7,2	2,5	0,9	90	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	NORMAL
34	0,03	20	7	2,6	0,925	92,5	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	NORMAL
35	0,03	20	7,1	2,7	0,916	91,66	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	NORMAL
36	0,04	20	7	2,5	0,9	90	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	NORMAL
37	0,05	20	7	2,5	0,875	87,5	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
38	0,09	21	7,1	2,6	0,8	80	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
39	0,05	20	7,1	2,6	0,85	85	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT

NO	Amonia (mg/L)	Suhu °c	PH	Oksigen (mg/L)	FIS	Kualitas Air %	Kondisi Ikan Lele System	Kondisi Ikan Lele Pakar
40	0,08	21	7,2	2,6	0,8	80	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
41	0,10	21	7,6	2,9	0,7	70	MATI	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
42	0,05	20	7,2	2,5	0,85	85	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
43	0,10	21	6,5	2,5	0,75	75	MATI	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
44	0,06	20	6,7	2,8	0,833	83	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
45	0,04	20	7,1	2,5	0,9	90	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	NORMAL

4.7 Pengukuran tingkat akurasi

Pada Bagian ini menjelaskan tentang Pengukuran akurasi pada sistem inferensi untuk menentukan tingkat kualitas air pada kolam budidaya ikan lele dengan metode fuzzy logic Tsukamoto. Metode ini merupakan teknik untuk mengintegrasikan logika fuzzy dan logika proposisional dalam proses inferensi untuk meningkatkan keputusan yang diambil.

Kemudian untuk Pengukuran akurasi dilakukan dengan menggunakan metode confusion matrix multi-class classification 3x3. Confusion matrix adalah metode yang digunakan untuk mengukur performansi dari sistem klasifikasi dengan menentukan jumlah prediksi yang benar dan salah dari sistem tersebut. Dalam kasus ini, terdapat 3 kategori yaitu mati, Pertumbuhan Terhambat dan Normal. Hasil dari pengukuran ini menunjukkan bahwa akurasi sistem inferensi tersebut sebesar 82,2% dan error rate-nya sebesar 17,7%. Ini menunjukkan bahwa sistem tersebut dapat memberikan hasil yang cukup baik dalam menentukan tingkat kualitas air pada kolam budidaya ikan lele.

Tabel 4. 8 Pengukuran Tingkat akurasi Sistem

FIS	Kualitas Air %	Kondisi Ikan Lele System	Kondisi Ikan Lele Pakar
0,2	20	MATI	MATI
0,4	40	MATI	MATI
0,166	16,66	MATI	MATI
0,083	8,33	MATI	MATI
0,416	41,66	MATI	MATI
0,333	66,66	MATI	MATI
0,25	75	MATI	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
0,8	80	MATI	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
0,5	50	MATI	MATI
0,2	20	MATI	MATI
0,083	8,33	MATI	MATI
0,414	58,53	MATI	MATI
0,707	29,26	MATI	MATI
0,791	20,83	MATI	MATI
0,666	33,33	MATI	MATI
0,541	45,83	MATI	MATI
0,458	54,16	MATI	MATI
0,416	58,33	MATI	MATI
0,375	62,5	MATI	MATI
0,291	70,83	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
0,166	83,33	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
0,083	91,66	NORMAL	NORMAL

NO	Kualitas Air %	Kondisi Ikan Lele System	Kondisi Ikan Lele Pakar
0,1	90	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	NORMAL
0,85	85	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
0.073	92,68	NORMAL	NORMAL
0,95	95	NORMAL	NORMAL
0,370	46,66	MATI	MATI
0,8	80	MATI	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
0,85	85	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
1	100	NORMAL	NORMAL
0,975	97,5	NORMAL	NORMAL
0,916	91,66	NORMAL	NORMAL
0,9	90	NORMAL	NORMAL
0,925	92,5	NORMAL	NORMAL
0,916	91,66	NORMAL	NORMAL
0,9	90	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	NORMAL
0,875	87,5	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
0,8	80	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
0,85	85	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT

FIS	Kualitas Air %	Kondisi Ikan Lele System	Kondisi Ikan Lele Pakar
0,8	80	MATI	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
0,7	70	MATI	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
0,85	85	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
0,75	75	MATI	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
0,833	83	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	PERTUMBUHAN TERHAMBAT
0,9	90	PERTUMBUHAN TERHAMBAT	NORMAL

Keterangan:

1. Data Testing = 45
2. Mati = 18
3. Pertumbuhan Terhambat = 10
4. Normal = 9

Berikut ini adalah tabel dari confusion matrix:

Tabel 4. 9 Tabel Confusion Matrix

Confusion Matrix	Predicted Class		
	Mati	Pertumbuhan Terhambat	Normal
Mati	18	6	0
Pertumbuhan Terhambat	0	10	2
Normal	0	0	9

Setelah aplikasi melakukan klasifikasi, lalu hitung nilai accuracy dan error rate dengan rumus 2.3 untuk menghitung accuracy dan rumus 2.4 untuk menghitung error rate:

$$\begin{aligned}\text{Accuracy} &= \frac{18+10+9}{18+0+6+10+0+0+2+9} \times 100\% \\ &= \frac{37}{45} \times 100\% = 82,2\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Error Rate} &= \frac{6+0+0+2+0+0}{18+0+6+10+0+0+2+9} \times 100\% \\ &= \frac{8}{45} \times 100\% = 17,7\%\end{aligned}$$

Penelitian ini menggunakan sistem fuzzy Tsukamoto untuk menentukan kualitas air kolam budidaya ikan lele. Metode yang digunakan adalah Confusion Matrix Multi-class Classification 3x3 yang digunakan untuk mengklasifikasikan kualitas air kolam budidaya ikan lele. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini menunjukkan tingkat akurasi sebesar 82,2% dan error rate sebesar 17,7%, yang dapat dikategorikan sebagai hasil yang baik dalam menentukan kualitas air kolam budidaya ikan lele.