

Implementasi Metode Fuzzy-Mamdani untuk Menentukan Jenis Ikan Konsumsi Air Tawar Berdasarkan Karakteristik Lahan Budidaya Perikanan

Implementation of Fuzzy-Mamdani Method for Determining the Type Freshwater Fish Consumption Based on Characteristics Land Aquaculture

Aditya Wirawan¹, Azhari²

¹Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta, 55281

²Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta

e-mail: ¹adityawirawan@ymail.com, ²arison@ugm.ac.id

Abstrak

Pemilihan jenis ikan merupakan langkah pertama yang sangat penting dalam menentukan keberhasilan usaha budidaya perikanan. Proses penentuan jenis ikan ini dapat dilakukan dengan membandingkan antara karakteristik lahan yang akan digunakan dengan persyaratan karakter ikan. Pemilihan jenis ikan yang tidak sesuai dengan karakteristik lahan itu sendiri dapat menghambat proses budidaya dan pada akhirnya dapat menjadi salah satu penyebab kerugian atau kegagalan.

Keberadaan suatu aplikasi pemilihan jenis ikan yang terkomputerisasi dalam bidang perikanan dapat membantu petani untuk membuat keputusan melalui perencanaan yang baik sebelum mulai melakukan apapun terhadap lahan mereka. Dengan menggunakan penalaran Logika Fuzzy Mamdani dalam pemrosesan data input dan output dalam pengambilan keputusan untuk pemilihan jenis ikan konsumsi air tawar.

Kata kunci—Pemilihan, Fuzzy, Karakteristik

Abstract

The first step in determining the success of the aquaculture business is the selection of fish. The process of determining the type of fish can be done by comparing the characteristics of the land and the character requirement of fish. To vote the types of fish that are not by the characteristics of the land itself may inhibit the process of cultivation and ultimately maybe one cause of harm or failure.

The availability of the computerizing application, to vote for the type of fish in the fishery can help farmers to make decisions through good planning before the start on their land. Using Fuzzy Logic Mamdani reasoning in data processing input and output in the decision for the selection of fresh water fish consumption.

Keywords—Selection, Fuzzy, Characteristics

1. Pendahuluan

Penentuan jenis ikan yang akan dibudidayakan merupakan salah satu kegiatan dalam evaluasi lahan yang dapat membantu petani atau pelaksana perikanan untuk menentukan kesesuaian lahan dengan jenis ikan yang akan dibudidaya. Proses penentuan jenis ikan ini dapat dilakukan dengan membandingkan antara karakteristik lahan yang akan digunakan dengan persyaratan karakter ikan. Proses evaluasi lahan sebaiknya dilakukan oleh petani sebelum melakukan proses budidaya, supaya dapat terjadi kesesuaian antara lahan yang akan digunakan dengan jenis ikan yang akan dibudidaya pada lahan tersebut. Pemilihan jenis ikan yang tidak sesuai dengan karakteristik lahan itu sendiri dapat menghambat proses budidaya dan pada akhirnya dapat menjadi salah satu penyebab kerugian atau kegagalan (Cheung, dkk, 2003; Paterson, dkk, 2007).

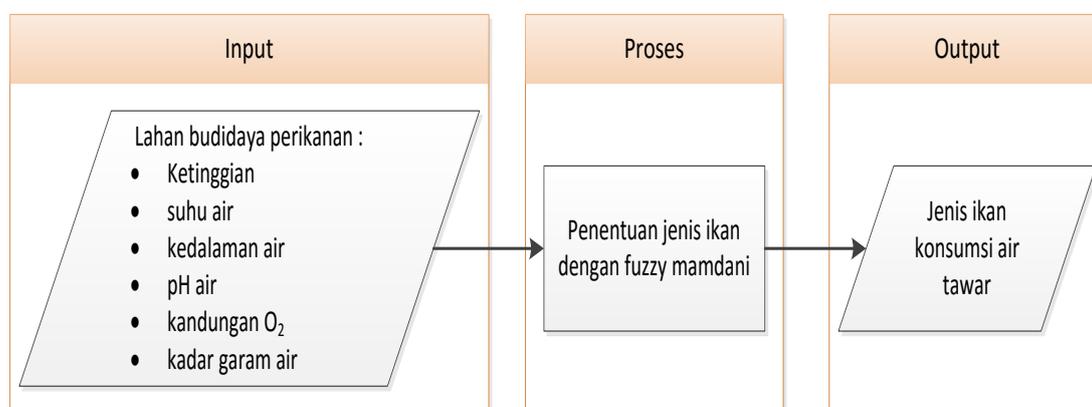
Keberadaan suatu aplikasi pemilihan jenis ikan yang terkomputerisasi dalam bidang perikanan dapat membantu petani untuk membuat keputusan melalui perencanaan yang baik sebelum mulai melakukan apapun terhadap lahan mereka.

2. Metode Penelitian

2.1 Analisis dan Perancangan Sistem

Pada Gambar 1 diperlihatkan diagram rencana dari bagian utama aplikasi perangkat lunak yang akan dikerjakan (Kadir, 2003). Dari gambar terlihat user melakukan input data sesuai dengan 8 parameter meliputi :ketinggian (dpl), suhu air, kedalaman air, pH air, kandungan O₂ (mg/liter), kandungan CO₂ (mg/liter), kadar garam air (%), Amonium terikat (mg/liter). Pemilihan parameter tersebut berdasarkan informasi dari dinas perikanan yogyakarta bahwa parameter tersebut sudah dapat membantu penentuan ikan yang sesuai. Kemudian sistem akan menghitung menggunakan fuzzy mamdani, yang sebelumnya sudah ada data pendukung komoditas perikanan konsumsi air tawar dalam database yang meliputi 8 komoditas yaitu:

1. bawal (Pampus Argentus),
2. gurami (Osphronemus gouramy),
3. nila (Tilapia nilotica),
4. patin (Pangasius pangasius),
5. lele (Clarias Batrachus),
6. mas (Cyprinus carpio),
7. udang (*Macrobranchium rosenbergi*),
8. tawes (Punctius javanicus).



Gambar 1 Diagram rancangan sistem

2.2 Fuzzy Mamdani

Logika fuzzy merupakan pengembangan dari logika primitif yang hanya mengenal keadaan, yaitu “ya” atau “tidak”. Dengan adanya logika fuzzy, dapat mengenal peubah-peubah linguistik seperti “agak besar”, “besar”, “sangat besar”, dan sebagainya. Dengan demikian, aplikasi logika fuzzy akan menyebabkan sistem lebih adaptif (Wang, 1997; Tung and Quek, 2009).

Dalam membangun sebuah sistem Fuzzy dikenal beberapa metode penalaran, antara lain: metode Tsukamoto, metode mamdani dan metode Sugeno. Untuk perancangan Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Anggota Paduan Suara Kategori Dewasa ini, digunakan metode Mamdani.

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Untuk mendapatkan output, diperlukan empat tahapan (Roses, 2012; Chen, dkk, 2000):

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy
2. Aplikasi Fungsi Implikasi
3. Komponen Aturan
4. Penegasan (defuzzy)

Beberapa metode defuzzy pada komposisi aturan metode Mamdani.

- a. Metode Centroid

Pada metode ini, solusi craps diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) daerah fuzzy. Secara umum dirumuskan :

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \quad (1)$$

- b. Metode Bisektor
- c. Metode Min of Maximum (MOM)
- d. Metode Smallest of Maximum (SOM)
- e. Metode Largest of Maximum (LOM)

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini, digunakan logika fuzzy mamdani untuk mendapatkan keluaran berupa pemilihan jenis ikan konsumsi air tawar, untuk parameter yang didapatkan dari hasil wawancara dengan Dinas Perikanan dan Kelautan Daerah Istimewa Yogyakarta.

3.1 Himpunan Fuzzy

a. Ketinggian

Ketinggian merupakan tinggi daerah lahan budidaya perikanan, dan titik nol berada permukaan laut. Ketinggian di kelompokkan dalam tiga himpunan fuzzy yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Fungsi keanggotaan untuk parameter ketinggian dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Rendah [ketinggian]}} = \begin{cases} 0, & \text{untuk } x \geq 500 \\ \frac{500-x}{500-250}, & \text{untuk } 250 < x < 500 \\ 1, & \text{untuk } 10 \leq x \leq 250 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang [ketinggian]}} = \begin{cases} 0, & \text{untuk } x \leq 250 \\ \frac{x-250}{500-250}, & \text{untuk } 250 \leq x \leq 500 \\ \frac{750-x}{750-500}, & \text{untuk } 500 \leq x \leq 750 \\ 0, & \text{untuk } x \geq 750 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tinggi [ketinggian]}} = \begin{cases} 0, & \text{untuk } x \leq 500 \\ \frac{x-500}{750-500}, & \text{untuk } 500 \leq x \leq 750 \\ 1, & \text{untuk } 750 \leq x \leq 1000 \end{cases}$$

b. Suhu

Suhu yang diperlukan adalah suhu udara rata-rata pada lahan budidaya perikanan yang akan digunakan. Suhu dikelompokkan dalam tiga himpunan fuzzy yaitu, rendah, sedang, dan tinggi. Fungsi keanggotaan untuk parameter suhu dapat dirumuskan sebagai berikut:

c. pH

pH merupakan sifat yang berkaitan dengan parameter kejenuhan basa. pH merupakan data fuzzy yang dikelompokkan dalam tiga himpunan fuzzy, rendah, sedang, dan tinggi. Klasifikasi nilai pH air dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu :

- a. Netral : $\text{pH air} = 7$
- b. Alkalis (basa) : $7 < \text{pH air} < 14$
- c. Asam : $0 < \text{pH air} < 7$

d. Kandungan Oksigen

Kandungan oksigen menunjukkan besarnya kandungan oksigen yang terlarut pada air lahan. data fuzzy kandungan oksigen dikelompokkan menjadi tiga himpunan fuzzy rendah, sedang, dan tinggi.

e. Kedalaman

Kedalaman menunjukkan kedalaman lahan budidaya perikanan. data fuzzy kedalaman dikelompokkan menjadi tiga himpunan fuzzy rendah, sedang, dan tinggi.

f. Kadar Garam Air (salinitas)

Salinitas air adalah konsentrasi dari total ion yang terdapat didalam perairan. Pengertian salinitas air yang sangat mudah dipahami adalah jumlah kadar garam yang terdapat pada suatu perairan. Salinitas merupakan data fuzzy yang dikelompokkan menjadi tiga himpunan fuzzy rendah, sedang, dan tinggi.

3.2 Evaluasi aturan-aturan fuzzy

Aturan yang dapat diperoleh berdasarkan 6 parameter dan 3 klasifikasi fuzzy (rendah, sedang, tinggi) maka diperoleh kombinasi sebanyak 729 (3^8). Secara detail pembentukan aturan-aturan dari setiap parameter dapat dilihat pada Tabel 4.3. Berdasarkan hasil wawancara dengan pakar perikanan di Dinas Kelautan dan Perikanan Daerah Istimewa Yogyakarta, Hasil dari penilaian masing-masing nilai ikan didapat dari hasil perhitungan dan keputusan dari seleksi tiap parameter yang digunakan. Untuk hasil kriteria berupa keputusan yang terdiri dari 8 (delapan) tingkatan kesesuaian jenis ikan pada gambar 4.8, yaitu S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7 dan S8. Tingkatan kesesuaian dalam keputusan setiap aturan $S1 < S2 < S3 < S4 < S5 < S6 < S7 < S8$, aturan yang paling sesuai dinilai dengan S8 dan sebaliknya yang paling tidak sesuai dinilai S1, penjelasan nilai kesesuaian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai kesesuaian

No.	Variabel	Nilai Fuzzy	Nilai Kesesuaian
1	S1	0 - 20	Sangat sangat tidak sesuai
2	S2	10 - 30	Sangat tidak sesuai
3	S3	20 - 40	Kurang sesuai
4	S4	30 - 50	Sesuai
5	S5	40 - 60	Lebih dari sesuai
6	S6	50 - 70	Kurang dari sangat sesuai
7	S7	60 - 80	Sangat sesuai
8	S8	70 - 90	Sangat sangat sesuai

Tabel 2 Aturan untuk jenis ikan lele

Aturan	Garam	pH	O2	Ketinggian	Kedalaman	Suhu	Output
R1	TINGGI	TINGGI	TINGGI	TINGGI	TINGGI	TINGGI	S3
R2	TINGGI	TINGGI	TINGGI	TINGGI	TINGGI	SEDANG	S3
R3	TINGGI	TINGGI	TINGGI	TINGGI	TINGGI	RENDAH	S1
R4	TINGGI	TINGGI	TINGGI	TINGGI	SEDANG	TINGGI	S1
R5	TINGGI	TINGGI	TINGGI	TINGGI	SEDANG	SEDANG	S5
R6	TINGGI	TINGGI	TINGGI	TINGGI	SEDANG	RENDAH	S7
R7	TINGGI	TINGGI	TINGGI	TINGGI	RENDAH	TINGGI	S1
R8	TINGGI	TINGGI	TINGGI	TINGGI	RENDAH	SEDANG	S5
R9	TINGGI	TINGGI	TINGGI	TINGGI	RENDAH	RENDAH	S2
R10	TINGGI	TINGGI	TINGGI	SEDANG	TINGGI	TINGGI	S6
...
R728	RENDAH	RENDAH	RENDAH	RENDAH	RENDAH	SEDANG	S6
R729	RENDAH	RENDAH	RENDAH	RENDAH	RENDAH	RENDAH	S1

3.3 Fungsi implikasi

Setelah aturan dibentuk, maka dilakukan aplikasi fungsi implikasi. Jika terdapat lahan dengan nilai parameter dibawah ini :

- Ketinggian : 900 (centimeter)
- Kedalaman : 275 (centimeter)
- Suhu : 23 (derajat celcius)
- pH : 5 (derajat keasaman)
- Kandungan oksigen : 11 (ppm)
- Kadar garam : 250 (ppm)

Perhitungan nilai fuzzy pada ikan Lele, berdasarkan data diatas, maka aturan predikat untuk penilaian parameter yang ada antara lain :

[R495] IF Ketinggian adalah **Tinggi** AND Kedalaman adalah **Tinggi** AND Suhu adalah **rendah** AND pH adalah **rendah** AND Oksigen adalah **rendah** AND Garam adalah **Tinggi** THEN S4

Mengacu pada fungsi keanggotaan diperoleh nilai keanggotaan data yaitu :

$$\begin{aligned}
 \alpha\text{-predikat}_1 &= \mu_{\text{KetinggianTinggi}} \cap \mu_{\text{KedalamanTinggi}} \cap \mu_{\text{Suhurendah}} \cap \mu_{\text{pHrendah}} \\
 &\quad \cap \mu_{\text{Oksigenrendah}} \cap \mu_{\text{GaramTinggi}} \\
 &= \min(\mu_{\text{KetinggianTinggi}}[900], \mu_{\text{KedalamanTinggi}}[275], \mu_{\text{Suhurendah}}[23], \\
 &\quad \mu_{\text{pHrendah}}[5], \mu_{\text{Oksigenrendah}}[11], \mu_{\text{GaramTinggi}}[250]) \\
 &= \min(0,286;1;1; 0,4;1;1) \\
 &= 0,286
 \end{aligned}$$

[R504] IF Ketinggian adalah **Tinggi** AND Kedalaman adalah **Tinggi** AND Suhu adalah **Sedang** AND pH adalah **rendah** AND Oksigen adalah **rendah** AND Garam adalah **Tinggi** THEN S5

Mengacu pada fungsi keanggotaan diperoleh nilai keanggotaan data yaitu :

$$\begin{aligned}
 \alpha\text{-predikat}_2 &= \mu_{\text{KetinggianTinggi}} \cap \mu_{\text{KedalamanTinggi}} \cap \mu_{\text{Suhusedang}} \cap \mu_{\text{pHrendah}} \\
 &\quad \cap \mu_{\text{Oksigenrendah}} \cap \mu_{\text{GaramTinggi}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \min (\mu_{\text{KetinggianTinggi}}[900], \mu_{\text{KedalamanTinggi}}[275], \mu_{\text{SuhuSedang}}[23], \\
 &\quad \mu_{\text{pHRendah}}[5], \mu_{\text{OksigenRendah}}[11], \mu_{\text{GaramTinggi}}[250]) \\
 &= \min(0,714;1; 1; 0,4;1;1) \\
 &= 0,4
 \end{aligned}$$

[R576] IF Ketinggian adalah **Tinggi** AND Kedalaman adalah **Tinggi** AND Suhu adalah **Rendah** AND pH adalah **Rendah** AND Oksigen adalah **Sedang** AND Garam adalah **Tinggi** THEN S3

Mengacu pada fungsi keanggotaan diperoleh nilai keanggotaan data yaitu :

$$\begin{aligned}
 \alpha\text{-predikat}_2 &= \mu_{\text{KetinggianTinggi}} \cap \mu_{\text{KedalamanTinggi}} \cap \mu_{\text{SuhuSedang}} \cap \mu_{\text{pHRendah}} \\
 &\quad \cap \mu_{\text{OksigenRendah}} \cap \mu_{\text{GaramTinggi}} \\
 &= \min (\mu_{\text{KetinggianTinggi}}[900], \mu_{\text{KedalamanTinggi}}[275], \mu_{\text{SuhuSedang}}[23], \\
 &\quad \mu_{\text{pHRendah}}[5], \mu_{\text{OksigenRendah}}[11], \mu_{\text{GaramTinggi}}[250]) \\
 &= \min(1;1; 0,6;1; 0,286;1) \\
 &= 0,286
 \end{aligned}$$

[R585] IF Ketinggian adalah **Tinggi** AND Kedalaman adalah **Tinggi** AND Suhu adalah **Sedang** AND pH adalah **Rendah** AND Oksigen adalah **Sedang** AND Garam adalah **Tinggi** THEN S5

Mengacu pada fungsi keanggotaan diperoleh nilai keanggotaan data yaitu :

$$\begin{aligned}
 \alpha\text{-predikat}_2 &= \mu_{\text{KetinggianTinggi}} \cap \mu_{\text{KedalamanTinggi}} \cap \mu_{\text{SuhuSedang}} \cap \mu_{\text{pHRendah}} \\
 &\quad \cap \mu_{\text{OksigenSedang}} \cap \mu_{\text{GaramTinggi}} \\
 &= \min (\mu_{\text{KetinggianTinggi}}[900], \mu_{\text{KedalamanTinggi}}[275], \mu_{\text{SuhuSedang}}[23], \\
 &\quad \mu_{\text{pHRendah}}[4], \mu_{\text{OksigenSedang}}[12], \mu_{\text{GaramTinggi}}[250]) \\
 &= \min(1;1; 0,6; 1;0,714;1) \\
 &= 0,6
 \end{aligned}$$

Dari hasil aplikasi fungsi aplikasi dari tiap aturan, digunakan metode MAX untuk melakukan komposisi antar semua aturan. Proses komposisi dari dua fuzzy set, (a) keputusan is S3 (0,286) dan (b) keputusan is S5 (0,4). Daerah hasil dibagi menjadi 3 bagian, yaitu A1, A2, dan A3. Sekarang dicari nilai a1 dan a2.

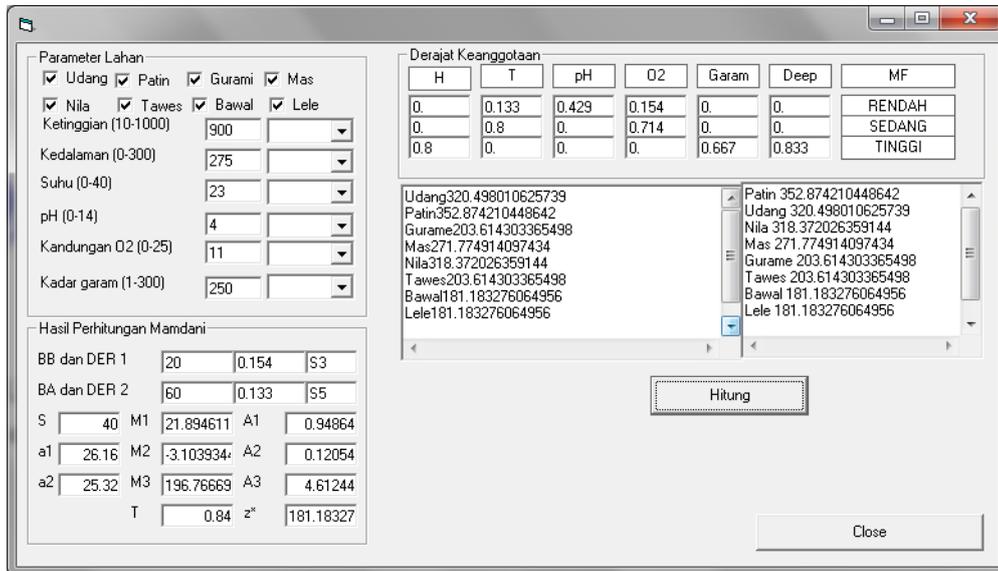
:			
Diketahui	Penyelesaian :		
BB = 20	a1 = (S * Der1) + BB	a2 = (S * Der2) + BB	
BA = 60	= (40 * 0,286) + 20	= (40 * 0,4) + 20	
Der1 = 0,286	= 31,44	= 36	
Der2 = 0,4			
S = BA – BW			
= 40			

Jadi, untuk nilai a1 adalah 31,44 dan untuk nilai a2 adalah 36.

3.4 Defuzzifikasi

Metode penegasan (*defuzzy*) yang akan digunakan adalah metode centroid. Untuk mencari nilai defuzzifikasi, pertama-tama dihitung momen untuk setiap daerah. selanjutnya kemudian adalah menghitung luas (A) setiap daerah. Metode penegasan (*defuzzy*) yang akan digunakan adalah metode centroid. Dengan rumus mencari nilai z* (titik pusat) berdasarkan

persamaan (1) yang terdapat di landasan teori. Tampilan sistem untuk hasil perhitungan penilaian seleksi peserta ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Tampilan hasil perhitungan

Dengan manual perhitungan sebagai berikut,

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 BA &= 20 \\
 BB &= 60 \\
 S &= 40 \\
 a1 &= 31,44 \\
 a2 &= 36 \\
 Der1 &= 0,286 \\
 Der2 &= 0,4
 \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 M1 &= \int_{BA}^{a1} Der1 \, x \, dx \\
 &= \int_{20}^{31,44} 0,286 \, x \, dx \\
 &= \int_{20}^{31,44} \frac{0,286}{1+1} x^{1+1} \\
 &= \int_{20}^{31,44} 0,143 x^2 \\
 &= [(0,143 * (31,44)^2) - (0,143 * (20)^2)] \\
 &= (0,143 * 988.4736) - (0,143 * 400) \\
 &= 141,3517248 - 57,2 \\
 &= 84,151724
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M2 &= \int_{a1}^{a2} \frac{x-BB}{S} \, x \, dx \\
 &= \int_{31,44}^{36} \frac{x-20}{40} \, x \, dx \\
 &= \int_{31,44}^{36} \left(\frac{1}{40} x - \frac{20}{40} \right) \, x \, dx \\
 &= \int_{31,44}^{36} \left(\frac{1}{40} x^2 - \frac{20}{40} x \right)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \int_{31,44}^{36} 0,025x^2 - 0,5x \\
 &= \int_{31,44}^{36} \frac{0,025}{2+1}x^{2+1} - \frac{0,5}{1+1}x^{1+1} \\
 &= \int_{31,44}^{36} 0,0083 x^3 - 0,25 x^2 \\
 &= [(0,0083 *(36)^3) - (0,25 *(36)^2) - ((0,0083 *(31,44)^3) - (0,25 *(31,44)^2))] \\
 &= [(0,0083*46656) - (0,25*1296) - (0,0083*31077,60) - (0,25*988,47)] \\
 &= (387,24 - 324) - (257,94 - 246,11) \\
 &= (63,24) - (10,30) \\
 &= 52,938316
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M3 &= \int_{a2}^{BB} Der2 x dx \\
 &= \int_{36}^{60} 0,4x dx \\
 &= \int_{36}^{60} \frac{0,4}{1+1} x^{1+1} \\
 &= \int_{36}^{60} 0,2 x^2 \\
 &= (0,2 *(60)^2) - (0,2 *(36)^2) \\
 &= (0,2 *3600) - (0,2 * 1296) \\
 &= 720 - 259,2 \\
 &= 460,8
 \end{aligned}$$

Jadi, nilai M1 adalah 84,151724, nilai M2 adalah 52,938316, dan nilai M3 adalah 460,8. Langkah selanjutnya kemudian adalah menghitung luas (A) setiap daerah :

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 Der 1 &= 0,286 \\
 Der2 &= 0,4 \\
 M1 &= 84,151724 \\
 M2 &= 52,938316 \\
 M3 &= 460,8 \\
 BB &= 20 \\
 BA &= 60 \\
 a1 &= 31,44 \\
 a2 &= 36 \\
 T &= |a2 - a1| \\
 &= |36 - 31,44| \\
 &= 4,56
 \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 A1 &= (a1 - BB) * Der1 \\
 &= (31,44 - 20) * 0,286 \\
 &= 11,44 * 0,286 \\
 &= 3,27184 \\
 A2 &= \frac{1}{2}(Der1 + Der2) * T \\
 &= \frac{1}{2}(0,286 + 0,4) * 4,56 \\
 &= 1,56408 \\
 A3 &= (BA - a2) * Der2 \\
 &= (60 - 36) * 0,4
 \end{aligned}$$

$$= 24 * 0,4$$

$$= 9,6$$

Jadi, nilai untuk A1 adalah 3,27184, nilai untuk A2 adalah 1,56408, dan nilai untuk A3 adalah 9,6. Setelah diketahui nilai untuk Momen (M) dan Luas (A) tadi, maka kita akan menghitung titik pusat (z^*).

Diketahui :

$$\begin{aligned} M1 &= 84,151724 \\ M2 &= 52,938316 \\ M3 &= 460,8 \\ A1 &= 3,27184 \\ A2 &= 1,56408 \\ A3 &= 9,6 \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} z^* &= \frac{M1+M2+M3}{A1+A2+A3} \\ &= \frac{84,151724+52,938316+460,8}{3,27184+1,56408+9,6} \\ &= \frac{597.890084}{14.43592} \\ &= 41.41683273390265 \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai z^* untuk masing-masing ikan, kemudian diperoleh nilai z^* (Udang = 39,0367834; Patin = 42,7502844; Gurame = 46,7710372; Mas = 62,1252447; Nila = 70; Tawes = 46,7710372; Bawal = 41,4168298; Lele = 41,4168298). Kesesuaian kondisi lahan dengan karakteristik ikan yang mempunyai nilai z^* tertinggi direkomendasikan untuk lahan tersebut berdasarkan perhitungan fuzzy-mamdani adalah ikan Nila.

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil running program yang diujikan dengan data-data yang berbeda bisa disimpulkan bahwa :

1. Kondisi garam dan ketinggian wilayah sangat berpengaruh kepada rekomendasi jenis ikan.
2. Kondisi pH dan kandungan O2 tidak begitu berpengaruh kepada rekomendasi jenis ikan.
3. Fuzzy Mamdani bisa diterapkan untuk penyelesaian permasalahan perikanan sebagaimana telah ada penelitian sebelumnya di bidang pertanian.

Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis, maka penulis menyarankan untuk pengembangan penelitian yang serupa agar lebih baik adalah sebagai berikut :

1. Menambah jumlah ikan dan parameter lahan.
2. Memperbanyak derajat keanggotaan lebih dari 3.
3. Menggunakan software komputasi dan database yang lebih baik bisa juga dengan berbasis web.

Daftar Pustaka

- Chen, D.G., Hargreaves, N.B., Ware, D.M. and Liu, Y., 2000, A Fuzzy Logic Model with Genetic Algorithm for Analyzing Fish Stock-Recruitment Relationships, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57(9): 1878-1887.
- Cheung, W.W.L, Pitcher, T.,J. and Paul, D., 2005, A Fuzzy Logic Expert System To Estimate Intrinsic extinction Vulnerabilities of Marine Fishes Yo Fishing, *Biological Conservation* 124 (1), 97–111.
- Kadir, A., 2003, *Pengenalan Sistem Informasi*, Penerbit Andi, Yogyakarta
- Paterson, B., Jarre A., Moloney C.L, Fairweather, T.P, van der Lingen C.D.,, Shannon, L.J. and Field, J.G., 2007, A Fuzzy-Logic Tool for Multi-Criteria Decision Making in Fisheries: The Case of the South African Pelagic Fishery, *Marine and Freshwater Research* 58(11) 1056–1068
- Roses, T., 2010, *Fuzzy logic with engineering applications*, Wiley, University of New Mexico, USA.
- Tung, W.L. and Quek, C., 2009, A Mamdani-Takagi-Sugeno Based Linguistic Neural-Fuzzy Inference System for Improved Interpretability-Accuracy Representation, *Proceedings of the 18th international conference on Fuzzy Systems*, FUZZ-IEEE'09, 367-372
- Wang, L, 1997, *A Course in Fuzzy Systems Control*. Prentice-Hall International. Inc., New Jersey