

PENERAPAN ALGORITMA FUZZY LOGIC SUGENO PADA SISTEM PEMBERI MAKAN LOBSTER OTOMATIS DAN MONITORING KEKERUHAN AIR

Abel Halomoan K. Tambunan

Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang

abel.halomoan@yahoo.co.id

ABSTRAK

Membicarakan tentang usaha budidaya lobster di Indonesia memang tidak ada habisnya, khususnya pada budidaya lobster pada aquarium, yang berhubungan dengan kualitas lobster dimana kualitas lobster di pengaruhi oleh kualitas air pada aquarium dan pemberian pakan, berangkat dari hal tersebut menggerakkan penulis memutar otak untuk mencari ide. Di mana penulis membahas tentang tindakan yang dapat dilakukan agar memudahkan pembudidaya lobster dalam mengolah budidaya lobster di dalam aquarium.

Penulis membuat sebuah sistem pemberi makan lobster aquarium otomatis, yang nantinya dapat juga digunakan untuk monitoring kualitas air aquarium lobster dan stok pakan lobster dengan pengolahan data menggunakan metode fuzzy logic sugeno berbasis website, yang diharapkan pemilik aquarium lobster lebih bisa untuk meningkat hasil dari budidaya lobster.

Kesimpulan dari hasil dari pengujian yaitu dengan adanya sensor turbidity sebagai pendeteksi kekeruhan air dan sensor SRF sebagai pengukur ketinggian stok pakan, maka dapat memudahkan pemilik lobster untuk mengetahui status kondisi kekeruhan air aquarium lobster dan mengetahui status ketinggian stok pakan untuk pemberian pakan lobster secara otomatis. Pengujian yang diperoleh yaitu pada sensor turbidity terhadap air bersih didapatkan nilai sebesar 90.90%, pada air sedang sebesar 50.49%, dan pada air kotor sebesar 40.53%. Error pengujian pada sensor SRF dengan mistar didapatkan sebesar 5%. Pengujian fungsional pada website Penerapan Algoritma Fuzzy Logic Sugeno pada Sistem Pemberi Makan Lobster Otomatis dan Monitoring Kekeruhan Air dapat berjalan 100%.

Kata kunci : Lobster Air Tawar, Fuzzy Logic Sugeno, Website, Sensor Turbidity, Sensor SRF

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Budidaya lobster dalam aquarium merupakan suatu kegiatan membesarkan lobster dalam suatu aquarium (Setiawan, C., 2010). Agar memperoleh hasil yang optimum maka perlu disiapkan suatu kondisi lingkungan tertentu yang sesuai dengan kehidupan budidaya. Faktor utama yang sangat menentukan produktivitas budidaya lobster adalah kualitas air dalam aquarium dan pemberian pakan lobster tepat pada waktunya, karena merupakan syarat tumbuh bagi lobster yang dipelihara (Bachtiar, I.Y., 2006). Pada penelitian budidaya lobster seperti yang dikutip oleh Suryaningrum, T.D., Syamdidi, S. and Ikasari, D.(2007) mengatakan bahwa perkembangan lobster 70% bergantung pada pemberian pakan yang sesuai dan 30% lagi dari kondisi lingkungan hidup lobster sehingga pemberian pakan yang sesuai dan kondisi lingkungan lobster yang sesuai akan meningkatkan kualitas dari lobster.

Sistem yang berjalan saat ini ditempat budidaya yaitu pembudidaya harus selalu datang ke tempat budidaya untuk memberi pakan dan melihat kondisi air untuk semua aquarium lobster. Hal itu menjadi kurang efektif karena pembudidaya harus selalu datang ke lokasi budidaya yang memiliki banyak

aquarium dan hal tersebut berdampak juga pada segi efisiensi waktu. Kelemahan ini membuka mata penulis untuk terjun dan memberi gagasan dan implementasi dalam menemukan solusi dalam permasalahan yang ada.

Metode *Fuzzy Logic Sugeno* dipilih penulis untuk diterapkan dalam masalah ini karena menurut Kusumadewi, Sri., 2002 metode ini memiliki keunggulan yaitu, *Fuzzy Logic Sugeno* bisa menghasilkan keputusan yang lebih adil. *Fuzzy Logic Sugeno* memodelkan perasaan atau intuisi dengan cara merubah nilai crisp menjadi nilai linguistik dengan *fuzzification* dan kemudian memasukkannya ke dalam *rule* yang dibuat berdasarkan *knowledge*. Kelebihan yang selanjutnya adalah *Fuzzy Logic Sugeno* cocok digunakan pada sebagian besar permasalahan yang bersifat linguistik.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis membuat sebuah sistem yang dapat membantu perkembangan dan budidaya lobster pada aquarium. Sistem ini nantinya dapat memberikan pakan lobster otomatis sesuai dengan waktu yang ditentukan dan dapat melakukan *monitoring* kondisi aquarium melalui *website*. Tampilan dalam *website* nantinya akan berisi tentang kekeruhan air dan ketinggian stok

yang diolah menggunakan metode *Fuzzy Logic Sugeno*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan di atas, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana proses implementasi penerapan metode *Fuzzy Logic Sugeno* ke dalam sistem pemberi pakan lobster otomatis dan *monitoring* kekeruhan air dalam aquarium.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Sistem ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman C pada alat dan bahasa pemrograman PHP pada *website* dan manajemen database-nya menggunakan MySQL.
2. Metode yang digunakan untuk *fuzzy logic sugeno*.
3. Sistem ini mengambil data dari aquarium dan di-*upload* pada database.
4. *Microcontroller* yang digunakan adalah sensor SRF, sensor turbidity, motor servo, RTC, dan SIM 800L.
5. *Single board microcomputer* yang digunakan adalah arduino uno.

1.4. Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk merancang, membuat alat dan membuat aplikasi *monitoring* kondisi aquarium lobster berbasis *website* dengan mengimplementasikan metode *Fuzzy Logic Sugeno* untuk pengolahan data.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Lobster air tawar adalah crustacea yang menyerupai lobster air laut tetapi hidup di air tawar. Lobster ini dapat hidup di berbagai tempat di mana ada air tawar yang mengalir dan memiliki tempat untuk berlindung. Kebanyakan lobster air tawar tidak dapat hidup di air yang tercemar, dan beberapa spesies merupakan spesies invasif seperti *Procambarus clarkii*. Hewan ini bernapas dengan insang (*Christoph Needon, dkk.1971*). Lobster air tawar sekarang banyak digemari untuk budidaya dan koleksi karena prospek yang dihasilkan tinggi (Bachtiar, I.Y., 2006).

Pada saat pemberian pakan lobster air tawar pada satu aquarium dilakukan dengan memberikan pakan 4 kali sehari dan diberikan secara langsung, yaitu pagi, siang, sore dan malam hari. Pagi hari sebesar 15%, siang hari sebesar 15%, sore hari sebesar 30% dan malam hari sebesar 50%. Pemberian pakan lebih banyak pada malam hari karena lobster sendiri adalah hewan nocturnal. Setiap ekor lobster

diberi pakan total dalam sehari yaitu 3% dari berat lobster. Pakan yang diberikan berupa butiran pelet (yang dapat tenggelam dalam air) (Bachtiar, I.Y., 2006).

Dalam sistem pemberian pakan otomatis pada lobster dan pengecekan kekeruhan air pada aquarium ini, nantinya akan dibuat tempat stok pakan yang menggunakan sensor *ultrasonic* sebagai sensor pengukur kondisi dari stok pakan lobster dan digunakannya motor servo sebagai pembuka dan penutup otomatis pada stok pakan. Sensor *ultrasonic* itu sendiri adalah sensor yang digunakan untuk mengukur ketinggian, sensor *ultrasonic* dapat melakukan pengukuran jika terdapat objek pantul sebagai bidang pantul (Hani, S., 2010), sedangkan motor servo sendiri yaitu adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor). Pada pengecekan air sendiri pada aquarium menggunakan sensor turbidity. Menurut penelitian dari (Maemunnur, A.F., Wiranto, G. and Waslaluiddin, W., 2016) sensor *turbidity* digunakan untuk mencari nilai kekeruhan air.

2.2. Fuzzy Logic

Menurut Agus Naba, logika fuzzy adalah: "Sebuah metodologi berhitung dengan variabel kata-kata (*linguistic variable*) sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Kata-kata digunakan dalam fuzzy logic memang tidak sepresisi bilangan, namun kata-kata jauh lebih dekat dengan intuisi manusia" (Naba, Agus., 2009). Mengenai logika fuzzy pada dasarnya tidak semua keputusan dijelaskan dengan 0 atau 1, namun ada kondisi diantara keduanya, daerah diantara keduanya inilah yang disebut dengan fuzzy atau tersamar. Secara umum ada beberapa konsep sistem logika fuzzy, sebagai berikut dibawah ini:

1. Himpunan tegas yang merupakan nilai keanggotaan suatu item dalam suatu himpunan tertentu.
2. Himpunan fuzzy yang merupakan suatu himpunan yang digunakan untuk mengatasi kekakuan dari himpunan tegas.
3. Fungsi keanggotaan yang memiliki interval 0 sampai 1
4. Variabel linguistic yang merupakan suatu variabel yang memiliki nilai berupa kata-kata yang dinyatakan dalam bahasa alamiah dan bukan angka.
5. Operasi dasar himpunan fuzzy merupakan operasi untuk menggabungkan dan atau memodifikasi himpunan fuzzy.
6. Aturan (*rule*) if-then fuzzy merupakan suatu pernyataan if-then, dimana beberapa kata-kata dalam pernyataan tersebut ditentukan oleh fungsi keanggotaan.

2.3. Metode Sugeno

Fuzzy metode sugeno merupakan metode inferensi fuzzy untuk aturan yang direpresentasikan

dalam bentuk *IF – THEN*, dimana output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear (Kusumadewi, Sri. 2002). Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Model Sugeno menggunakan fungsi keanggotaan Singleton yaitu fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai crisp tunggal dan 0 pada nilai crisp yang lain. Untuk Orde 0 dengan rumus :

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } a_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n) \\ \text{THEN } z = k,$$

Dengan A_n adalah himpunan fuzzy ke n sebagai *antaseden* (alasan), \circ adalah operator fuzzy *AND*, dan k merupakan konstanta tegas sebagai konsekuen (kesimpulan). Sedangkan rumus Orde 1 adalah:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } a_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n) \\ \text{THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_n * x_n + q,$$

dengan A_n adalah himpunan fuzzy ke n sebagai *antaseden* (alasan), \circ adalah operator fuzzy *AND*, p_n adalah konstanta ke n , dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

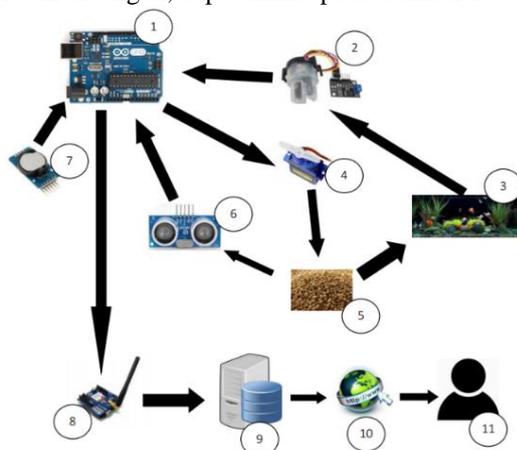
3. ANALISA DAN PERANCANGAN

3.1. Deskripsi Sistem

Sistem saat ini, untuk pemberian pakan dilakukan 2 kali sehari dan diberikan secara langsung, yaitu pagi dan sore hari. Pada pagi hari cukup 30% dan sore hari 70%, karena lobster termasuk hewan nocturnal (aktif pada malam hari). Pakan yang diberikan berupa butiran pelet (yang dapat tenggelam dalam air). Pada pengecekan kekeruhan air pemilik juga harus melihat secara langsung kondisi aquariumnya dengan alat seadanya. Dengan adanya beberapa permasalahan yang diperoleh, maka diperlukan sebuah sistem otomatis pemberi makan lobster dan monitoring kondisi aquarium lobster.

3.2. Desain Sistem

Desain sistem berikut adalah bagaimana suatu sistem dibangun, dapat dilihat pada Gambar 1



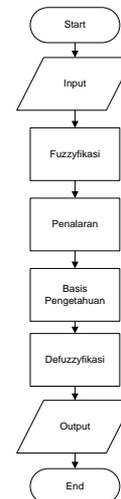
Gambar 1 Desain Sistem

Berikut ini keterangan tiap nomor dari gambar 1

1. Arduino uno yang digunakan untuk pengendali berbagai macam sensor dan aktuator.
2. Sensor turbidity digunakan untuk mengetahui kondisi kekeruhan dalam air.
3. Aquarium lobster sebagai tempat bahan uji.
4. Motor servo digunakan untuk membuka dan menutup tempat stok pakan lobster secara otomatis.
5. Pelet digunakan stok persediaan pakan lobster.
6. Sensor SRF digunakan untuk mengetahui stok pakan lobster.
7. RTC digunakan untuk menyimpan waktu pemberian pakan.
8. SIM 800L digunakan untuk mengirim data informasi kondisi kekeruhan air dan kondisi stok pakan ke dalam database online.
9. Server digunakan untuk menyimpan database website.
10. Website digunakan untuk mengolah data kekeruhan air dan stok pakan dengan metode fuzzy logic sugeno dan menampilkannya dalam bentuk grafik.
11. User atau pengguna sebagai penerima informasi dari website.

3.3. Flowchart Metode

Flowchart atau alur pada metode ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Flowchart Metode

Berikut ini keterangan langkah-langkah dari Gambar 2 :

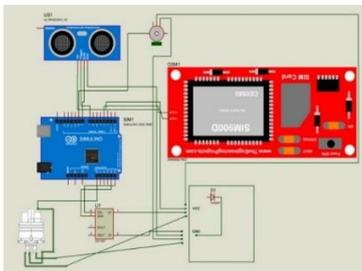
1. Input adalah nilai masukan yang digunakan.
2. Fuzzifikasi adalah proses perubahan variabel numerik menjadi variabel linguistik. Fungsi fuzzifikasi digunakan untuk mengubah nilai tegas, misal $a \in B$, ke suatu himpunan fuzzy C dengan nilai keanggotaan a . Fuzzifikasi

diharapkan dapat membantu menyederhanakan komputasi yang harus dilakukan oleh sistem tersebut dalam proses inferensinya.

3. Penalaran logika fuzzy adalah suatu cara penarikan kesimpulan berdasarkan seperangkat implikasi fuzzy dan suatu fakta yang diketahui.
4. Basis pengetahuan memuat fungsi-fungsi keanggotaan dari himpunan-himpunan fuzzy yang terkait dengan nilai dari variabel-variabel linguistik yang dipakai dan aturan-aturan berupa implikasi fuzzy.
5. Defuzzifikasi digunakan menerjemahkan himpunan nilai keluaran kedalam nilai yang tegas.
6. Output adalah hasil yang diperoleh dari proses fuzzyfikasi, penalaran, basis pengetahuan, defuzzyfikasi.

3.4. Rangkaian Alat

Skema rangkaian merupakan *blueprint* yang akan dibuat. Skema rangkaian alat ini terdiri dari sensor ultrasonic sebagai pendeteksi kondisi pakan lobster, motor servo sebagai buka tutup pakan, sim 800l sebagai sistem pemberitahuan melalui sms dan upload data ke server, rtc sebagai real time, dan sensor turbidity sebagai pendeteksi kekeruhan air. Berikut ini adalah gambar rangkaian alat yang dibuat, seperti Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Rangkaian Alat

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Rangkaian Alat

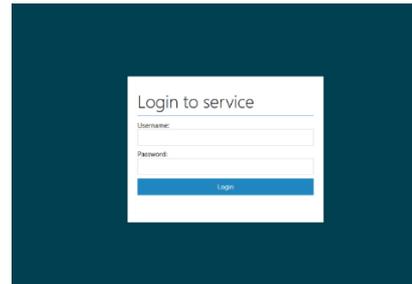
Rangkaian alat yang dibuat menggabungkan arduino uno sebagai *microcomputer*, sensor turbidity sebagai pendeteksi kekeruhan air, sensor SRF untuk mendeteksi ketinggian stok pakan, RTC sebagai waktu, SIM 800L sebagai pengirim data ke dalam database, dan motor servo sebagai aktuator stok pakan. Berikut adalah hasil rangkaian alat yang telah dibuat. Seperti Gambar 4 berikut.



Gambar 4 Rangkaian Alat

4.2. Halaman Login

Halaman *login* merupakan halaman web yang pertama kali muncul, yang digunakan untuk masuk kedalam menu web. Untuk masuk ke dalam menu web, user diharuskan mengisi *username* dan *password* yang telah diberikan, bila mengisi *username* dan *password* yang tidak terdaftar maka akan kembali ke halaman *login*. Berikut halaman *login* web yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Halaman Login

4.3. Halaman Beranda

Halaman beranda merupakan halaman web yang pertama kali muncul, setelah sukses *login*. Pada halaman beranda ini, menampilkan status pengambilan data terakhir pada aquarium. Berikut halaman beranda web yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Halaman Beranda

4.4. Halaman Grafik

Halaman grafik merupakan halaman web yang digunakan untuk *me-monitoring* aquarium secara grafik. Pada halaman grafik ini, *user* diharuskan untuk memilih batasan tanggal yang digunakan untuk mencari data grafik *monitoring* sesuai dengan batasan tanggal yang dipilih *user* dan kemudian tekan tombol proses untuk memunculkan grafik sesuai batasan tanggal yang dipilih *user*. Berikut halaman grafik web yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Halaman Grafik

4.5. Halaman Rule

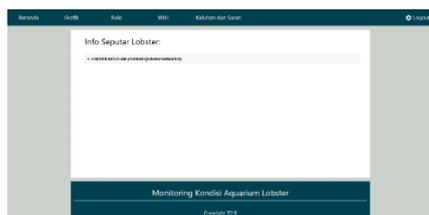
Halaman *rule* merupakan halaman web yang digunakan sebagai patokan utama untuk perhitungan metode fuzzy logic sugeno. Di dalam halaman *rule* terdapat fuzzy set turbidity, fungsi keanggotaan turbidity, fuzzy set stok pakan, fungsi keanggotaan stok pakan, bobot tiap element, dan fuzzy rule. Berikut halaman *rule* web yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Halaman Rule

4.6. Halaman Wiki

Halaman wiki merupakan halaman web yang digunakan untuk informasi sekilas tentang obster. Berikut halaman wiki web yang ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9 Halaman Wiki

4.7. Halaman Keluhan dan Saran

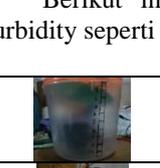
Halaman keluhan dan saran merupakan halaman web yang digunakan untuk mengirimkan email keluhan dan saran kepada pembuat web. Berikut halaman keluhan dan saran web yang ditunjukkan pada gambar 10



Gambar 10 Halaman Keluhan dan Saran

4.8. Pengujian Fungsional Sensor

Pengujian fungsional sensor yang dilakukan adalah untuk menguji hasil dari sensor turbidity dan sensor ultrasonic. Berikut ini adalah gambar pengujian sensor turbidity seperti pada Gambar 11.

	Air Mineral dengan presentasi turbidity 99.90% dengan tegangan 1.5 Volt
	Air Sabun dengan presentasi turbidity 79.52% dengan tegangan 0.43 Volt
	Air Teh dengan presentasi turbidity 76.27% dengan tegangan 0.31 Volt
	Air Kolam dengan presentasi turbidity 67.48% dengan tegangan 2.87 Volt
	Air Tanah dengan presentasi turbidity 37.60% dengan tegangan 4.66 Volt

Gambar 11 Pengujian sensor turbidity

Berikut ini adalah gambar pengujian sensor turbidity seperti pada Gambar 12

	Sensor ultrasonic dengan tinggi = 8 cm dan mistar dengan tinggi 10 cm
	Sensor ultrasonic tinggi = 5 cm dan mistar dengan tinggi 5 cm
	Sensor ultrasonic tinggi = 3 cm dan mistar dengan tinggi 3 cm
	Sensor ultrasonic tinggi = 0 cm dan mistar dengan tinggi 0 cm

Gambar 12 Pengujian sensor ultrasonic

Pengujian sensor juga dilakukan untuk mencari nilai error dari sensor. Berikut ini adalah rumus mencari error :

$$\text{Error} = |((a-b)/a) * 100\%|$$

Dengan **a** sebagai data utama dan **b** sebagai data sensor, dengan hasil yang nantinya bernilai postif dalam persen(%). Hasil dari pengujian sensor turbidity yang telah ditabelkan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Sensor turbidity

Pengujian	Turbidity (%)	Kondisi Air yang Diuji	Tegangan (Volt)
1	99.90%	Air Mineral	1.5 V
2	79.52%	Air Sabun	0.43 V
3	76.27%	Air Teh	0.31 V
4	67.48%	Air Kolam	2.87 V
5	37.60%	Air Tanah	4.66 V

Pengujian dari sensor turbidity dapat disimpulkan bahwa air mineral didapatkan nilai sebesar 90.90% dengan tegangan 1.5 volt, pada air sabun sebesar 79.52% dengan tegangan 0.43 volt, pada air teh sebesar 76.27% dengan tegangan 0.31 volt, pada air kolam sebesar 67.48% dengan tegangan 2.87 volt, dan pada air tanah sebesar 37.60% dengan tegangan 4.66 volt.

Hasil dari pengujian sensor *ultrasonic* yang telah ditabelkan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut

Tabel 2 Sensor ultrasonic

Pengujian	Mistar(a)	Ultrasonic (b)	Hasil Error
1	10 cm	8 cm	20%
2	5 cm	5 cm	0%
3	3 cm	3 cm	0%
4	0 cm	0 cm	0%
Rata-Rata Error(%)			5%

Pengujian dari sensor ultrasonic dengan mistar dapat disimpulkan bahwa memiliki *error* rata-rata sebesar 5%.

4.9. Data yang diperoleh

Berikut ini adalah Tabel 3 yang berisi data sensor turbidity dan data stok pakan yang akan diuji dengan menggunakan metode *Fuzzy Logic Sugeno*.

Tabel 3 Tabel Data

No	Tanggal	Sensor Turbidity(%)	Sensor Ultrasonic (cm)
1	2016-11-01 00:00:32	50	2
2	2016-11-01 01:00:32	60	3
3	2016-11-01 08:00:32	72	4
4	2016-11-01 08:30:32	76	9
5	2017-01-07 09:49:00	70.7	5
6	2017-01-07 09:54:00	71.09	5
7	2017-01-07 10:05:00	71.19	4
8	2017-01-07 11:05:00	69	6
9	2017-01-07 20:05:00	71.09	7
10	2017-01-07 21:05:00	68.9	9

Data pada Tabel 3 merupakan data yang diambil dari sensor turbidity dan sensor *ultrasonic*. Data tersebut di-upload menggunakan SIM 800L ke database MYSQL dan tanggal waktu peng-upload di-setting dengan menggunakan RTC.

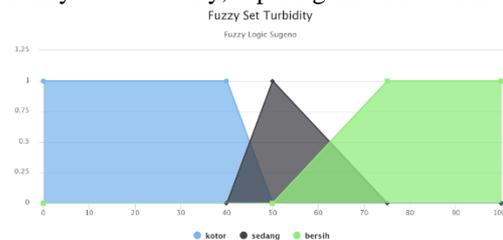
4.10. Pengujian Perhitungan Metode Fuzzy Logic Sugeno

1. Menentukan Variable dan Domain

Variable yang digunakan adalah sebagai berikut turbidity dan stok pakan. Domain yang digunakan adalah sebagai berikut turbidity (kotor[40], sedang[50], bersih[70]) dan stok pakan (penuh[2], sedang[6], sedikit[8]).

2. Fuzzyfikasi

Fuzzy Set Turbidity, seperti gambar 13 berikut.



Gambar 13 Fuzzy Set Turbidity

Fungsi keanggotaan turbidity adalah sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Kotor}}[x] = \begin{cases} 1 & x < 40 \\ (50-x)/(50-40) & 40 \leq x < 50 \\ 0 & x \geq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 40 \\ (x-40)/(50-40) & 40 < x \leq 50 \\ (75-x)/(75-50) & 50 < x < 75 \\ 0 & x \geq 75 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Bersih}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 50 \\ (x-50)/(75-50) & 50 < x \leq 75 \\ 1 & x > 75 \end{cases}$$

Fuzzy Set Stok Pakan, seperti gambar 14 berikut.



Gambar 14 Fuzzy Set Stok Pakan

Fungsi keanggotaan stok pakan adalah sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Penuh}[x]} = \begin{cases} 1 & x \leq 2 \\ (x-2)/(6-2) & 2 < x \leq 6 \\ 0 & x > 6 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}[x]} = \begin{cases} 0 & x \leq 2 \\ (x-2)/(6-2) & 2 < x \leq 6 \\ (8-x)/(8-6) & 6 < x < 8 \\ 0 & x \geq 8 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedikit}[x]} = \begin{cases} 0 & x < 6 \\ (8-x)/(8-6) & 6 \leq x < 8 \\ 1 & x \geq 8 \end{cases}$$

3. Bobot

Pemberian bobot pada setiap variabel untuk menentukan Z pada rule. Berikut bobot yang diberikan pada setiap variabel :

Bobot Turbidity : Bobot Stok Pakan :

- | | |
|---------------|----------------|
| 1. Kotor = 1 | 1. Sedikit = 1 |
| 2. Sedang = 2 | 2. Sedang = 2 |
| 3. Bersih = 3 | 3. Penuh = 3 |

4. Rule

Nilai untuk mendapatkan Z yaitu bobot tertinggi kedua sensor dijumlah dan dianggap 1. Jadi untuk mencari nilai 1 poin bobot dapat dengan rumus $1/((\text{bobot turbidity tertinggi})+(\text{bobot stok pakan tertinggi}))$. Maka perhitungannya $1/(3+3) \Rightarrow 0,166$, sehingga menghasilkan 0,166 untuk 1 poin bobot. Berikut adalah rule yang telah dibuat.

Rule 1 :

IF kotor(1) AND sedikit(1) THEN Tidak Optimal (0,332)

Rule 2 :

IF kotor(1) AND sedang(2) THEN Sedang (0,498)

Rule 3 :

IF kotor(1) AND penuh(3) THEN Sedang (0,664)

Rule 4 :

IF sedang(2) AND sedikit(1) THEN Sedang (0,498)

Rule 5 :

IF sedang(2) AND sedang(2) THEN Sedang (0,664)

Rule 6 :

IF sedang(2) AND penuh(2) THEN Optimal (0,830)

Rule 7 :

IF bersih(3) AND sedikit(1) THEN Sedang (0,664)

Rule 8 :

IF bersih(3) AND sedang(2) THEN Optimal (0,830)

Rule 9 :

IF bersih(3) AND penuh(3) THEN Optimal (0,996)

5. Perhitungan

Pengujian sistem dengan membandingkan perhitungan manual dengan perhitungan program, dengan menghitung satu contoh kasus seperti data turbidity yang didapat 50% dan tinggi daerah stok pakan yang kosong 2 cm, maka perhitungannya adalah:

a) Mencari nilai keanggotaan untuk variable turbidity

$\mu_{\text{turbidity kotor}[50]} = 0;$
 $\mu_{\text{turbidity sedang}[50]} = (50-40)/(50-40)=1;$
 $\mu_{\text{turbidity bersih}[50]} = 0;$

b) Mencari nilai keanggotaan untuk variable stok pakan

$\mu_{\text{stok penuh}[2]} = 1;$
 $\mu_{\text{stok sedang}[2]} = 0;$
 $\mu_{\text{stok sedikit}[2]} = 0;$

c) Inference

[R1] If(Turbidity is kotor) and (Stok is sedikit) then $\alpha\text{-pred1}=\min(0,0)=0$
 $Z1=0*0.332 \Rightarrow 0$

[R2] If(Turbidity is kotor) and (Stok is sedang) then $\alpha\text{-pred2}=\min(0,0)=0$
 $Z2=0.5*0 \Rightarrow 0$

[R3] If(Turbidity is kotor) and (Stok is penuh) then $\alpha\text{-pred3}=\min(0,1)=1$
 $Z3=0*0.664 \Rightarrow 0$

[R4] If(Turbidity is sedang) and (Stok is sedikit) then $\alpha\text{-pred4}=\min(1,0)=0$
 $Z4=0*0.498 \Rightarrow 0$

[R5] If(Turbidity is sedang) and (Stok is sedang) then $\alpha\text{-pred5}=\min(1,0)=0$
 $Z5=0*0.664 \Rightarrow 0$

[R6] If(Turbidity is sedang) and (Stok is penuh) then $\alpha\text{-pred6}=\min(1,1)=1$
 $Z6=1*0.830 \Rightarrow 0.830$

[R7] If(Turbidity is bersih) and (Stok is sedikit) then $\alpha\text{-pred7}=\min(0,0)=0$
 $Z7=0*0.664 \Rightarrow 0$

[R8] If(Turbidity is bersih) and (Stok is sedang) then $\alpha\text{-pred8}=\min(0,0)=0$
 $Z8=0*0.830 \Rightarrow 0$

[R9] If(Turbidity is bersih) and (Stok is penuh) then $\alpha\text{-pred9}=\min(0,1)=0$
 $Z9=0*0.996 \Rightarrow 0$

d) Defuzzifikasi

$Z = (Z1+Z2+Z3+Z4+Z5+Z6+Z7+Z8+Z9) / (\alpha\text{-pred1} + \alpha\text{-pred2} + \alpha\text{-pred3} + \alpha\text{-pred4} + \alpha\text{-pred5} + \alpha\text{-pred6} + \alpha\text{-pred7} + \alpha\text{-pred8} + \alpha\text{-pred9})$
 $Z = (0+0+0+0+0+0.830+0+0+0) / (0+0+0+0+0+0.830+0+0+0)$
 $0+0+0+0+0+1+0+0+0 \Rightarrow 0,830/1 \Rightarrow 0.830$

e) Kesimpulan

Kriteria prakiraan kondisi aquarium lobster yang berlaku adalah:

- Tidak Optimal jika skor < 0.498
- Sedang jika skor $0.498 \leq Z \leq 0.664$
- Optimal jika skor > 0.664 skor maksimum 1

Karena hasil perhitungan dari contoh kasus diatas adalah 0.830 maka memiliki kondisi optimal. Berikut adalah uji coba rule *Fuzzy Logic Sugeno* pada website, seperti Tabel 4.

Tabel 4 Tabel Hasil Perhitungan

No	Tanggal	Sensor Turbiditi (%)	Sensor Ultrasoni c (cm)	Hasil	Kondisi Aquarium
1	2016-11-01 00:00:32	50	2	0.83	Optimal
2	2016-11-01 01:00:32	60	3	0.86417	Optimal
3	2016-11-01 08:00:32	72	4	0.83	Optimal
4	2016-11-01 08:30:32	76	9	0.664	Sedang
5	2017-01-07 09:49:00	70.7	5	0.83	Optimal
6	2017-01-07 09:54:00	71.09	5	0.83	Optimal
7	2017-01-07 10:05:00	71.19	4	0.83	Optimal
8	2017-01-07 11:05:00	69	6	0.83	Optimal
9	2017-01-07 20:05:00	71.09	7	0.664	Optimal
10	2017-01-07 21:05:00	68.9	9	0.581	Sedang

Pada Tabel 4 adalah data dari Tabel 3 yang sudah dihitung atau diolah didalam website menggunakan metode *Fuzzy Logic Sugeno*. Kondisi aquarium dapat ditentukan dengan ketentuan yang berlaku yaitu, jika hasil dari pengolahan metode *Fuzzy Logic Sugeno* < 0.498 maka tidak optimal, jika hasil dari pengolahan metode *Fuzzy Logic Sugeno* ≥ 0.498 dan ≤ 0.664 maka sedang, jika hasil dari pengolahan metode *Fuzzy Logic Sugeno* > 0.664 dengan maksimal 1 maka optimal.

4.11. Pengujian Fungsionalitas Website

Pengujian fungsionalitas perangkat lunak merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui fungsionalitas dari perangkat lunak. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Pengujian Fungsional Halaman Web

No	Item Uji	Detail Pengujian	Jenis Uji	Hasil
1.	Halaman Login	Login untuk masuk kedalam sistem.	Blackbox	√
2.	Halaman Beranda	Menampilkan hasil pengambilan data terakhir dari aquarium.	Blackbox	√
3.	Halaman Grafik	Melakukan pencarian grafik berdasarkan range	Blackbox	√

No	Item Uji	Detail Pengujian	Jenis Uji	Hasil
4.	Halaman Rule	Melakukan perubahan pada rule yang telah ada, untuk dijadikan patokan perhitungan.	Blackbox	√
5.	Halaman Keluhan dan Saran	Melakukan pengujian kirim email keluhan dan saran.	Blackbox	√
6.	Logout	Logout untuk keluar dari sistem.	Blackbox	√
Rata-Rata (%)				100%

Keterangan pada Tabel 5 :

x=gagal √=berhasil

Pada Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa pengujian secara blackbox yang dilakukan pada halaman *login*, halaman beranda, halaman grafik, halaman rule, halaman keluhan dan saran, dan *logout* berjalan 100%.

4.12. Pengujian Kompabilitas pada Browser

Hasil pengujian halaman *website* Penerapan Algoritma *Fuzzy Logic Sugeno* pada Sistem Pemberi Makan Lobster Otomatis dan Monitoring Kekeuruhan Air pada kompabilitas browser, seperti Tabel 6

Tabel 6 Tabel Hasil Pengujian

No	Jenis Pengujian	1	2	3	4
1	Pengujian Tampilan <i>login</i>	√	√	√	√
2	Pengujian Halaman Beranda	√	√	√	√
3	Pengujian Halaman Grafik	X	√	√	√
4	Pengujian Tampilan Rule	√	√	√	√
5	Pengujian Tampilan Wiki	√	√	√	√
6	Pengujian Tampilan Halaman Keluhan dan Saran	X	√	√	√
7	Pengujian Tampilan <i>logout</i>	√	√	√	√
Rata-Rata (%)		71,248%	100%	100%	100%

Keterangan pada Tabel 6 :

1= Internet Explorer Ver. 10.0.9200.16384

2= Mozilla Firefox Ver. 42.0

3= Opera Ver. 34.0.2036.25

4= Google Chrome Ver. 47.0.2526.80

x=gagal
√=berhasil

Pada Tabel 6 dapat disimpulkan bahwa pengujian secara fungsional website pada browser Internet Explorer Ver. 10.0.9200.16384 didapatkan hasil bahwa fungsi dapat berjalan 71,248%, browser Mozilla Firefox Ver. 42.0 didapatkan hasil bahwa fungsi dapat berjalan 100%, browser Opera Ver. 34.0.2036.25 didapatkan hasil bahwa fungsi dapat berjalan 100%, dan browser Google Chrome Ver. 47.0.2526.80 didapatkan hasil bahwa fungsi dapat berjalan 100%.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian skripsi yang dilakukan adalah :

1. Pengujian pada sensor turbidity terhadap air mineral didapatkan nilai sebesar 90.90% dengan tegangan 1.5 volt , pada air sabun sebesar 79.52% dengan tegangan 0.43 volt, pada air teh sebesar 76.27% dengan tegangan 0.31 volt, pada air kolam sebesar 67.48% dengan tegangan 2.87 volt, dan pada air tanah sebesar 37.60% dengan tegangan 4.66 volt. *Error* pengujian pada sensor *ultrasonic* dengan mistar didapatkan sebesar 5%.
2. Pengujian fungsional secara blackbox pada *website* Penerapan Algoritma *Fuzzy Logic Sugeno* pada Sistem Pemberi Makan Lobster Otomatis dan Monitoring Kekeruhan Air dapat berjalan 100%.
3. Pengujian secara komabilitas fungsional website pada browser Internet Explorer Ver. 10.0.9200.16384 didapatkan hasil bahwa fungsi dapat berjalan 71,248%, browser Mozilla Firefox Ver. 42.0 didapatkan hasil bahwa fungsi dapat berjalan 100%, browser Opera Ver. 34.0.2036.25 didapatkan hasil bahwa fungsi dapat berjalan 100%, dan browser Google Chrome Ver. 47.0.2526.80 didapatkan hasil bahwa fungsi dapat berjalan 100%.

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas maka penulis ingin menyampaikan beberapa saran yang diharapkan, diantaranya :

1. Pada rangkaian alat sensor dapat ditambah dengan sensor pendeteksi ph dan suhu.
2. Dapat mengontrol rangkaian sensor alat dengan web.
3. Untuk keamanan *website* bisa ditambahkan dengan metode-metode enkripsi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bachtiar, I.Y., 2006. *Usaha Budi Daya Lobster Air Tawar di Rumah*. AgroMedia.
- [2] Christoph Needon, Johannes Petermann, Peter Scheffel & Bernd Scheibe.1971. *Plants and Animals (Pflanzen und Tiere)*. Leipzig: Urania Verlag.
- [3] Hani, S., 2010. SENSOR ULTRASONIK SRF05 SEBAGAI PEMANTAU KECEPATAN KENDARAAN BERMOTOR. *Jurnal Teknologi*, 3(2).
- [4] Kusumadewi, Sri., 2002. Analisis Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab. Yogyakarta: Graha Ilmu (hal. 98).
- [5] Maemunnur, A.F., Wiranto, G. and Waslaluddin, W., 2016. RANCANG BANGUN SISTEM ALAT UKUR TURBIDITY UNTUK ANALISIS KUALITAS AIR BERBASIS ARDUINO UNO. *Fibusi (Jurnal Online Fisika)*, 4(1).
- [6] Naba, Agus., 2009. Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan MATLAB, Yogyakarta, Andi Offset.
- [7] Setiawan, C., 2010. *Jurus Sukses Budi Daya Lobster Air Tawar*. AgroMedia.
- [8] Suryaningrum, T.D., Syamdidi, S. and Ikasari, D., 2007. Teknologi penanganan dan transportasi lobster air tawar. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 2(2), pp.37-41.
- [9] Sutanta, E., 2004. Sistem Basis Data. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [10] Suyanto. 2007. Artificial Intelligence: Searching, Reasoning, Planning and Learning. Informatika, Bandung Indonesia