

## IMPLEMENTASI FUZZY LOGIC SUGENO UNTUK SISTEM PEMBERI PAKAN LELE OTOMATIS MENGGUNAKAN ARDUINO UNO

Muhammad Rizaldhy Fatahillah (1318028)  
Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang  
riezjal@gmail.com

### ABSTRAK

Dalam proses budidaya lele ada beberapa faktor yang berpengaruh dalam perkembangan lele yaitu pemberian pakan dan status air kolam agar menghasilkan kualitas lele yang bagus. Penelitian ini dilakukan di tambak lele milik pak meru jln. sumber waras, kalirejo. Saat ini pemberian pakan lele di tambak tersebut masih dilakukan secara manual dan pemberian takaran pakannya hanya sesuai perkiraan. Sehingga memunculkan sebuah ide untuk membuat aplikasi monitoring status air dan alat pemberian pakan secara otomatis.

Aplikasi pemberi pakan lele ini dibangun berbasis desktop menggunakan Delphi xe5 yang terintegrasi dengan Arduino Uno, penulis menggunakan delphi xe5 untuk menampilkan hasil monitoring tambak lele dan untuk sistem pemberian pakan otomatis menggunakan arduino uno dengan pengguna motor servo sebagai buka tutup pakan dan sensor turbidity untuk melakukan kalibrasi status kondisi air. Penerapan metode Fuzzy Logic Sugeno terdapat pada Arduino Uno, Fuzzy Logic 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.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dalam penerapan metode fuzzy logic sugeno pada arduino uno berhasil dilakukan, dapat menampilkan hasil monitoring kondisi air tambak lele pada aplikasi desktop dan sistem pemberian pakan lele otomatis dapat berjalan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan pada alat tersebut.

**Kata kunci :** *Lele, Fuzzy Logic Sugeno, Desktop, Delphi XE5, Arduino Uno*

### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Budidaya lele pada tambak lele merupakan suatu kegiatan proses membesarkan lele dalam suatu kolam tambak. Agar memperoleh hasil yang optimal maka perlu disiapkan suatu kondisi lingkungan tertentu yang sesuai dengan kehidupan budidaya. Faktor utama yang sangat menentukan produktivitas budidaya lele adalah kualitas air dalam kolam tambak dan pemberian pakan lele tepat pada waktunya, karena merupakan syarat tumbuh bagi lele yang sedang dipelihara.

Berdasarkan wawancara kepada Pak Meru selaku pemilik tambak lele di Jln. Sumber Waras, Kalirejo untuk mengetahui kondisi kolam lele yang bersangkutan harus menuju kolam tersebut. Kesulitan Pak Meru adalah ketika yang bersangkutan tidak berada ditempat sehingga kolam tambak terbengkalai. Kelemahan ini membuka mata penulis untuk terjun dan memberi gagasan dan implementasi dalam menemukan solusi satu demi satu dalam permasalahan itu. Menurut penulis permasalahan itu timbul tidak lain dari kurangnya cara dan kurangnya ide untuk menangani alat penunjang proses budidaya lele yang menurut penulis kurang lengkap.

Oleh karena itu, penulis tertarik untuk membuat sebuah alat yang dapat membantu perkembangan dan

budidaya lele pada kolam tambak. Alat ini nantinya dapat memberikan pakan lele otomatis sesuai dengan waktu yang ditentukan dan dapat melakukan monitoring kondisi tambak lele melalui aplikasi desktop. Tampilan dalam desktop nantinya akan berisi tentang tingkat kekeruhan air dan ketinggian stok yang diolah menggunakan metode Fuzzy Logic Sugeno karena metode ini memudahkan dalam penentuan kriteria pada setiap sensor dengan pemberian bobot untuk mendapatkan nilai maksimal pada kondisi tambak dan penggunaan arduino uno dapat mengontrol beberapa sensor yang digunakan dalam otomatisasi alat yang hendak penulis buat.

#### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diambil beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana proses implementasi arduino uno dan sensor yang digunakan ke dalam tambak ?
2. Bagaimana implementasi metode Fuzzy Logic Sugeno pada arduino uno ?
3. Bagaimana implementasi untuk menampilkan data hasil monitoring ke dalam aplikasi desktop ?

### 1.3. Batasan Masalah

Dalam penyusunan skripsi agar menjadi sistematis dan mudah dimengerti, maka akan diterapkan beberapa batasan masalah. Batasan-sebagai berikut :

1. Sistem ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman C pada alat, bahasa pemrograman *pascal* pada *desktop* dan manajemen *database*-nya menggunakan *MySQL*.
2. Aplikasi Monitoring ini menggunakan metode *Fuzzy Logic* Sugeno.
3. Sistem ini mengambil data dari tambak lele kemudian di *upload* ke *database*.
4. Sistem ini mengambil data pada jam yang sudah ditentukan.
5. Aplikasi Monitoring ini dibuat berdasarkan studi kasus pada tambak lele.
6. Pada sensor *turbidity* tingkat cahaya sangat berpengaruh dalam kalibrasi sensor.
7. Jumlah maksimal lele pada penelitian ini 265 ekor, jenis pakan yang digunakan yaitu pelet dengan ukuran tempat pakan 5x10cm dan berat pakan 400 gram.

### 1.4. Tujuan

Tujuan yang dapat dicapai dalam pembuatan aplikasi *monitoring* berbasis *desktop* adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan *arduino uno* sebagai kontrol sensor SRF untuk mengetahui stok pakan, motor servo digunakan sebagai buka tutup pemberi pakan lele, sensor *turbidity* untuk menunjukkan kondisi kecurahan air, data hasil monitoring pada tambak lele di *upload* menggunakan *SIM 8001* sesuai waktu yang ditentukan menggunakan *RTC*.
2. Mengimplementasikan metode *Fuzzy Logic* Sugeno menggunakan *arduino uno* dengan penggunaan sensor *turbidity* dan sensor *srf* sebagai *input* data.
3. Mengimplementasikan aplikasi monitoring tambak lele menggunakan *Delphi XE5* dan notifikasi berupa *sms*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Penelitian Terkait

Menurut penelitian dari Hani, S.(2010) dengan judul Sensor Ultrasonik Srf 05 Sebagai Pemantau Kecepatan Kendaraan Bermotor mengatakan ada 3 kesimpulan dari hasil penelitiannya dengan sensor SRF atau ultrasonic yaitu kesimpulan yang pertama, bahwa pengukuran dengan sensor SRF atau ultrasonic dapat dilakukan jika terdapat objek pantul sebagai bidang pantul dalam hal ini bidang pantul adalah body kendaraan. Pengukuran dilakukan di udara serta tegak lurus terhadap bidang objek ukur agar sinyal

yang dipantulkan dapat diterima kembali. Kesimpulan yang kedua dari penelitian Hani, S.(2010) menyatakan bahwa, perlu adanya penampang pemantul yang datar agar sensor ini dapat bekerja dengan maksimal. Nilai hasil pengukuran sering kurang presisi disebabkan adanya tunda waktu pada sensor ultrasonic, sehingga hasil tidak bisa akurat. Sehingga sensor ultrasonic ini kurang bagus untuk aplikasi pengukuran kecepatan. Kesimpulan yang terakhir atau yang ketiga dari penelitian Hani, S.(2010) menyatakan bahwa kecepatan angin juga sangat mempengaruhi kinerja dari sensor ultrasonic. Hal ini karena sensor ini merupakan sensor yang bekerja dengan sistem pemantulan sinyal suara.

Menurut penelitian dari Maemunnur dkk.(2016) dengan judul Rancang Bangun Sistem Alat Ukur Turbidity Untuk Analisis Kualitas Air Berbasis Arduino Uno yaitu, sistem alat ukur turbidimeter yang dibuat adalah online dengan menggunakan metode nephelometrik yaitu memanfaatkan intensitas cahaya yang dihamburkan oleh partikel di dalam air. Komponen yang digunakan dalam sistem sensor yang dibuat adalah dioda laser 650 nm sebagai sumber cahaya yang ditembakkan ke dalam air. Dan fotodioda TSL250 sebagai detector atau penangkap intensitas cahaya yang dihamburkan. Kedua komponen ini dirancang sedemikian rupa sehingga posisi antara detector dan sumber cahaya 90 derajat. Selanjutnya data yang dihasilkan dari sistem sensor turbidity ini diolah oleh arduino UNO sehingga menjadi nilai kekeruhan air dan ditampilkan dalam display LCD 2x16. Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian Maemunnur dkk.(2016) ini adalah diperoleh rata-rata tingkat akurasi pengukuran yang dapat dilakukan alat ini adalah 98,70% dan mempunyai rata-rata kesalahan atau error sebesar 1,3%. Selain itu juga alat ini mempunyai tingkat presisi yang cukup baik, tetapi alat ukur yang dibuat ini hanya dapat mengukur dari 0 – 150 NTU dan sebagai tambahan setelah melakukan pengujian didapatkan nilai resolusi alat yaitu 0,17 NTU artinya perubahan nilai kekeruhan terkecil yang dapat dibaca oleh alat ukur ini yaitu 0,17 NTU.

Menurut penelitian dari Rachmansyah, F.(2013) dengan judul Perancangan Dan Penerapan Alat Ukur Kekeruhan Air Menggunakan Metode Nefelometrik Pada Instalasi Pengolahan Air Dengan Multi Media Card (Mmc) Sebagai Media Penyimpanan (Studi Kasus Di Pdam Jember) mendapatkan 2 kesimpulan yaitu kesimpulan yang pertama menyatakan bahwa pada perancangan dan penerapan alat ukur kekeruhan air yang dilakukan menggunakan metode nefelometrik pada instalasi pengolahan air PDAM Jember menggunakan Multi Media Card (MMC) mengalami nilai error rata-rata sebesar 7,56 % untuk mendeteksi kekeruhan air. Pada kesimpulan kedua, menyatakan bahwa ketika nilai kekeruhan air

terdeteksi 2 NTU maka tegangan output pada sensor bernilai 1,48 V. Sedangkan pada saat kekeruhan air terdeteksi 18 NTU maka tegangan output sensor bernilai 2,34 V. Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi tingkat kekeruhan air maka tegangan output pada sensor juga mengalami kenaikan.

**2.2. Fuzzy Logic**

Menurut Asus 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 yaitu Himpunan tegas yang merupakan nilai keanggotaan suatu item dalam suatu himpunan tertentu, himpunan fuzzy yang merupakan suatu himpunana yang digunakan untuk mengatasi kekakuan dari himpunan tegas, fungsi keanggotaan yang memiliki interval 0 sampai 1, variabel linguistic yang merupakan suatu variabel yang memiliki nilai berupa kata-kata yang dinyatakan dalam bahasa alamiah dan bukan angka, operasi dasar himpunan fuzzy merupakan operasi untuk menggabungkan dan atau memodifikasi himpunan fuzzy, aturan (rule) if-then fuzzy merupakan suatu pernyataan if-then, dimana beberapa kata-kata dalam pernyataan tersebut ditentukan oleh fungsi keanggotaan.

**2.3. Fuzzy Logic 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 (Sri, K., 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 seperti pada persamaan 2.1.

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

Persamaan 2.1 Orde 0

dengan  $A_i$  adalah himpunan fuzzy ke  $i$  (index) sebagai antaseden (alasan),  $\circ$  adalah operator fuzzy (AND atau OR) dan  $k$  merupakan konstanta tegas sebagai konsekuen (kesimpulan).

Sedangkan rumus Orde 1 seperti pada persamaan 2.2.

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

Persamaan 2.2 Orde 1

dengan  $A_i$  adalah himpunan fuzzy ke  $i$  (index) sebagai antaseden,  $\circ$  adalah operator fuzzy (AND atau OR), index  $p_i$  adalah konstanta ke  $i$  (index) dan  $q$  juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

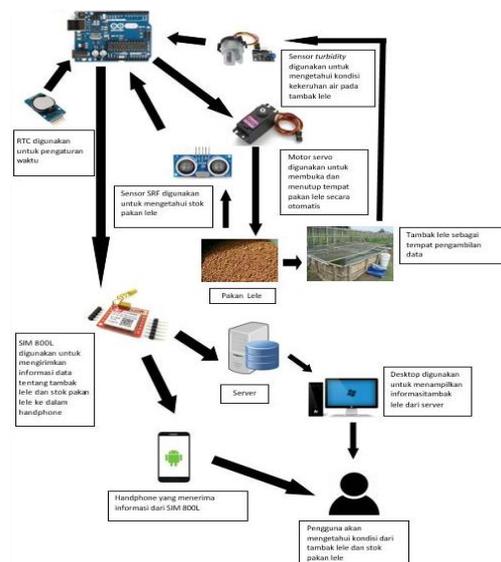
**3. METODE PENELITIAN**

**3.1. Deskripsi Sistem**

Sistem saat ini, untuk pemberian pakan dilakukan 3 kali sehari dan diberikan secara langsung, yaitu pagi, sore dan malam hari. Pada pagi hari diberikan takaran pakan 60 gram, sore hari 140 gram dan malam hari 200 gram. Takaran ini berlaku untuk lele umur 40 hari dengan luas kolam 1x4m<sup>2</sup> kedalam kolam 1m<sup>2</sup>. Karena lele sangkuriang 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 tambak lele dengan alat seadanya. Dengan adanya beberapa permasalahan yang diperoleh, maka diperlukan sebuah sistem otomatis pemberi pakan lele dan monitoring kondisi tambak lele.

**3.2. Desain Sistem**

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



Gambar 1 Desain Sistem

### 3.3. Fuzzy Set Input

#### 1. Fuzzy Set Status Air Kotor



Gambar 2 Fuzzy Set Status Air Kotor

Tabel 1 Koordinat Sumbu X dan Y

Koordinat Sumbu X dan Y	Nilai
X1,Y1	0,1
X2,Y2	40,1
X3,Y3	50,0
X4,Y4	100,0

#### 2. Fuzzy Set Status Air Sedang

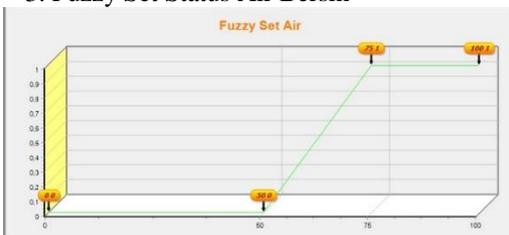


Gambar 3 Fuzzy Set Status Air Sedang

Tabel 2 Koordinat Sumbu X dan Y

Koordinat Sumbu X dan Y	Nilai
X1,Y1	0,0
X2,Y2	40,0
X3,Y3	50,1
X4,Y4	75,0
X5,Y5	100,0

#### 3. Fuzzy Set Status Air Bersih



Gambar 4 Fuzzy Set Status Air Bersih

Tabel 3 Koordinat Sumbu X dan Y

Koordinat Sumbu X dan Y	Nilai
X1,Y1	0,0
X2,Y2	50,0
X3,Y3	75,1
X4,Y4	100,1

#### 4. Fuzzy Set Status Pakan Penuh



Gambar 5 Fuzzy Set Status Pakan Penuh

Tabel 4 Koordinat Sumbu X dan Y

Koordinat Sumbu X dan Y	Nilai
X1,Y1	0,1
X2,Y2	2,1
X3,Y3	6,0
X4,Y4	10,0

#### 5. Fuzzy Set Status Pakan Sedang



Gambar 6 Fuzzy Set Status Pakan Sedang

Tabel 5 Koordinat Sumbu X dan Y

Koordinat Sumbu X dan Y	Nilai
X1,Y1	0,0
X2,Y2	2,0
X3,Y3	6,1
X4,Y4	8,0
X5,Y5	10,0

#### 6. Fuzzy Set Status Pakan Sedikit



Gambar 7 Fuzzy Set Status Pakan Sedikit

Tabel 6 Koordinat Sumbu X dan Y

Koordinat Sumbu X dan Y	Nilai
X1,Y1	0,0
X2,Y2	6,0
X3,Y3	8,1
X4,Y4	10,1

3.4. Fuzzy Set Output

1. Fuzzy Set Status Air Kolam Awes



Gambar 8 Fuzzy Set Status Air Kolam Awes

Tabel 7 Koordinat Sumbu X dan Y

Koordinat Sumbu X dan Y	Nilai
X1,Y1	0,1
X2,Y2	0.332,1
X3,Y3	0.498,0
X4,Y4	0.996,0

2. Fuzzy Set Status Air Kolam Waspada



Gambar 9 Fuzzy Set Status Air Kolam Waspada

Tabel 8 Koordinat Sumbu X dan Y

Koordinat Sumbu X dan Y	Nilai
X1,Y1	0,0
X2,Y2	0.332,0
X3,Y3	0.498,1
X4,Y4	0.664,0
X5,Y5	0.996,0

3. Fuzzy Set Status Air Kolam Aman



Gambar 10 Fuzzy Set Status Air Kolam Aman

Tabel 9 Koordinat Sumbu X dan Y

Koordinat Sumbu X dan Y	Nilai
X1,Y1	0,0
X2,Y2	0.498,0
X3,Y3	0.664,1
X4,Y4	0.996,1

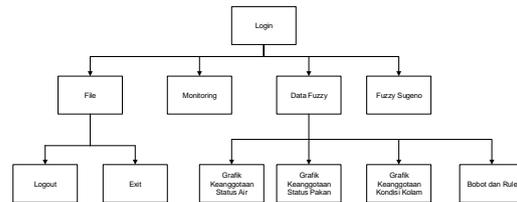
3.5. Rule

Tabel 10 Tabel Rule Fuzzy

ANTESEDEN			KONSEKUEN	
Operator	Status Air	Operator	Status Pakan	Prioritas
IF	Kotor	AND	Sedikit	Awes
			Sedang	Waspada
			Penuh	Waspada
	Sedang		Sedikit	Waspada
			Sedang	Waspada
			Penuh	Aman
	Bersih		Sedikit	Waspada
			Sedang	Aman
			Penuh	Aman

3.6. Struktur Menu

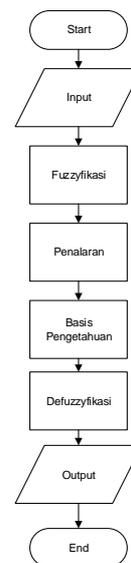
Struktur menu pada aplikasi ini didalamnya terdapat 4 menu yaitu Menu File, Monitoring, Data Fuzzy dan Fuzzy. Diagram struktur menu dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Struktur Menu

3.7. Flowchart Metode

Flowchart atau alur pada metode fuzzy logic sugeno ditunjukkan pada Gambar 12.



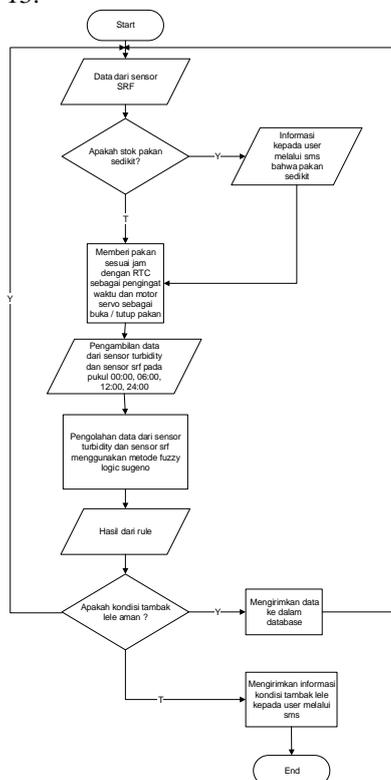
Gambar 12 Flowchart Metode Fuzzy Logic Sugeno

Berikut ini keterangan langkah-langkah dari Gambar 12 :

1. *Input* adalah nilai masukan yang digunakan yaitu nilai sensor turbidity dan SRF. 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.
2. Penalaran logika fuzzy adalah suatu cara penarikan kesimpulan berdasarkan seperangkat implikasi fuzzy dan suatu fakta yang diketahui.
3. 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.
4. Defuzzifikasi digunakan menerjemahkan himpunan nilai keluaran kedalam nilai yang tegas.
5. *Output* adalah hasil yang diperoleh dari proses fuzzyfikasi, penalaran, basis pengetahuan, defuzzyfikasi.

### 3.8. Flowchart Alat

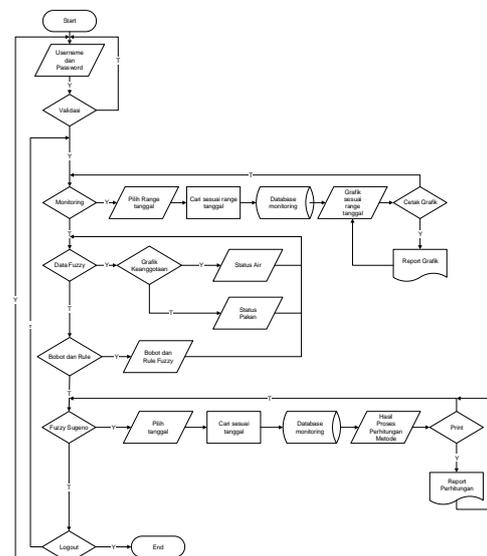
Flowchart atau alur pada alat ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13 Flowchart Alat

### 3.9. Flowchart Aplikasi

Flowchart atau alur pada aplikasi ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14 Flowchart Aplikasi

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini memuat hasil dan pembahasan tentang penelitian yang dilakukan.

### 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 sms, dan motor *servo* sebagai aktuator stok pakan. Gambar 15 hasil rangkaian alat yang telah dibuat.



Gambar 15 Rangkaian Alat

### 4.2. Tampilan Form Login

Pada bagian ini merupakan *form login admin* apabila nama pengguna dan *password* benar maka akan menuju ke *form monitoring* apabila salah memasukkan nama pengguna dan *password* ketika *login* maka akan ada peringatan nama pengguna dan *password* harus benar. Berikut tampilan *form login* dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16 Form Login

4.3. Tampilan Form Monitoring

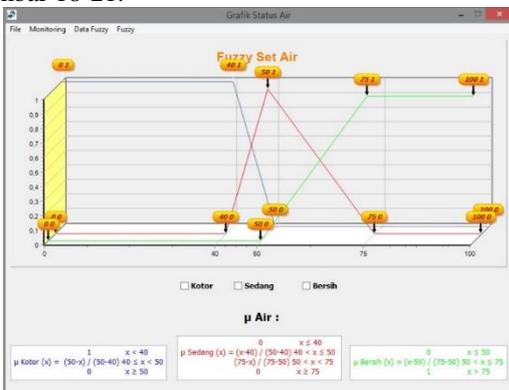
Pada bagian ini merupakan tampilan *form monitoring* grafik tambak lele. Pemilihan *range tanggal* bertujuan untuk menampilkan data yang hendak akan ditampilkan dapat ditunjukkan pada Gambar 17.



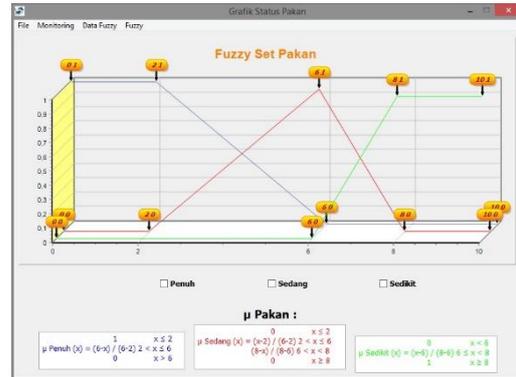
Gambar 17 Form Monitoring

4.4. Tampilan Form Data Fuzzy

Pada bagian ini merupakan tampilan *form* yang digunakan sebagai acuan utama untuk perhitungan metode *fuzzy logic sugeno*. Di dalam *form data rule* terdapat *fuzzy set status air*, fungsi keanggotaan status air, *fuzzy set status pakan*, fungsi keanggotaan status pakan, bobot tiap element, dan *fuzzy rule*. Berikut beberapa *form data fuzzy* yang ditunjukkan pada gambar 18-21.



Gambar 18 Form Fuzzy Set Status Air



Gambar 19 Form Fuzzy Set Status Pakan



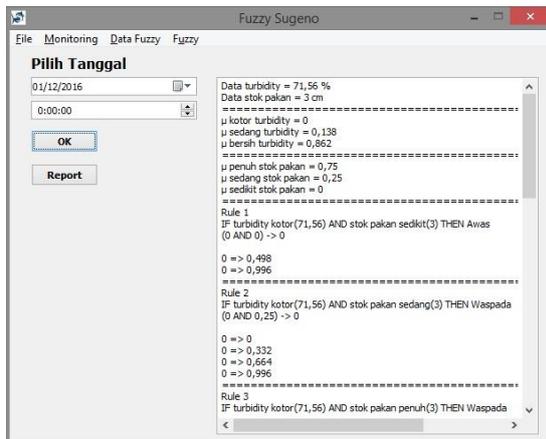
Gambar 20 Form Fuzzy Set Kondisi Air Kolam



Gambar 21 Form Bobot dan Rule

4.5. Tampilan Form Fuzzy Sugeno

Pada bagian ini merupakan *form* yang menampilkan hasil perhitungan dari metode *fuzzy logic sugeno* berdasarkan pemilihan tanggal yang benar. Tampilan pada perhitungan dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22 Form Fuzzy Sugeno

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penerapan sistem terhadap permasalahan yang ada dalam perancangan pemberian pakan lele otomatis adalah sebagai berikut :

1. Pengujian fungsional pada aplikasi *desktop* Implementasi *Fuzzy Logic* Sugeno Untuk Sistem Pemberi Pakan Lele Otomatis Menggunakan *Arduino Uno* dapat berjalan 100%.
2. Pengujian perhitungan metode manual dan perhitungan metode pada *desktop* hasilnya sama.
3. *Error* pengujian pada sensor *turbidity* sebesar 7,33% dan pada sensor *SRF* sebesar 4%.
4. Pengujian kompatibilitas pada *PC Windows 7 Ultimate* dapat berjalan 100%, *PC Windows 8.0 Pro* dapat berjalan 100% dan pada *PC Windows 8.1 Pro* dapat berjalan 100%.

### 5.2. Saran

Aplikasi pemberian pakan lele otomatis ini pun masih memiliki beberapa keterbatasan, sehingga penulis menyarankan untuk pengembangan aplikasi pemberian pakan lele otomatis selanjutnya agar :

1. Tidak hanya menampilkan kondisi kekeruhan air diharapkan ada penambahan sensor PH air.
2. Aplikasi *desktop* yang telah dibuat untuk kedepannya dapat ditampilkan dalam bentuk *web* karena memudahkan pengambilan data yang telah di upload pada *database hosting*.
3. Untuk kedepannya penggunaan mikrokontroler dapat dikembangkan menggunakan *arduino mega* karena memiliki spesifikasi yang lebih tinggi daripada yang penulis gunakan yaitu *arduino uno*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hani, S., 2010. SENSOR ULTRASONIK SRF 05 SEBAGAI PEMANTAU KECEPATAN KENDARAAN BERMOTOR. *Jurnal Teknologi*, 3(2), pp. 120-128.
- [2] Kusumadewi, Sri., 2002. Analisis Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3] 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), pp.1-8.
- [4] Naba, Agus., 2009. Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan MATLAB, Yogyakarta, Andi Offset.
- [5] Rachmansyah, F., Utomo, S.B. and Sumardi, S., 2014. PERANCANGAN DAN PENERAPAN ALAT UKUR KEKERUHAN AIR MENGGUNAKAN METODE NEFELOMETRIK PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR DENGAN MULTI MEDIA CARD (MMC) SEBAGAI MEDIA PENYIMPANAN (STUDI KASUS DI PDAM JEMBER). *BERKALA SAINSTEK*, 2(1), pp.17-21.