

**MONITORING PH DAN SUHU KOLAM LELE BERBASIS *INTERNET*  
*OF THINGS* (IOT) MENGGUNAKAN METODE *FUZZY SUGENO***

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Laporan Tugas Akhir ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana (S1) Pada Program Studi Teknik Informatika  
Universitas Islam Sultan Agung Semarang



**Disusun Oleh :**

**REZA YOGA ADITAMA ARIFIN**

**32601601071**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

**SEMARANG**

**2023**

***FINAL PROJECT***

***INTERNET OF THINGS (IOT) BASED PH AND TEMPERATURE  
MONITORING USING THE FUZZY SUGENO METHOD***

*Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (S-1) at Informatics Engineering Departement of Industrial Technology Faculty  
Sultan Agung Islamic University*



Arranged By :

**REZA YOGA ADITAMA ARIFIN**

**32601601071**

**MAJORING OF INFORMATICS ENGINEERING  
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY  
SULTAN AGUNG ISLAMIC UNIVERSITY  
SEMARANG  
AUGUST 2023**

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Proposal Tugas Akhir Dengan Judul “**Monitoring PH Dan Suhu Kolam Ikan Lele Berbasis *Internet of Things* (IOT) Menggunakan Metode *Fuzzy Sugeno***” ini disusun oleh :

Nama : Reza Yoga Aditama Arifin

NIM : 32601601071

Program Studi : Teknik Informatika

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing pada :

Hari : Senin

Tanggal : 4 September 2023

Pembimbing I



Andi Riansyah ST, M.Kom  
NIDN.0622058802

Pembimbing II



Arief Marwanto, ST, M.Eng, Ph.D  
NIDN.0622037502

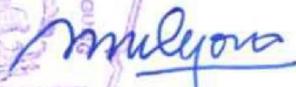
Mengesahkan,

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Informatika

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Sultan Agung



Ir. Sri Mulyono, M.Eng  
NIDN. 0626066601

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan tugas akhir dengan judul “ Monitoring PH Dan Suhu Kolam Ikan Lele Berbasis *Internet of Things* (IOT) Menggunakan Metode *Fuzzy Sugeno*” ini telah dipertahankan di depan dosen penguji Tugas Akhir pada:

Hari : Senin

Tanggal : 7 Agustus 2023



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Reza Yoga Aditama Arifin  
NIM : 32601601071  
Judul Tugas Akhir : Monitoring PH Dan Suhu Kolam Ikan Lele Berbasis  
*Internet of Things (IOT) Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno*

Dengan bahwa ini saya menyatakan bahwa judul dan isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Informatika tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan *maupun* sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 5 September 2023

Yang Menyatakan,



Reza Yoga Aditama Arifin

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Reza Yoga Aditama Arifin  
NIM : 32601601071  
Program Studi : Teknik Informatika  
Fakultas : Teknologi industri  
Alamat Asal : Desa Karangmanggis RT.01 RW.02 Kec. Boja Kab. Kendal

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas akhir dengan Judul : Monitoring PH Dan Suhu Kolam Ikan Lele Berbasis *Internet of Things* (IOT) Menggunakan Metode *Fuzzy Sugeno*. Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dan pangkalan data dan dipublikasikan diinternet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyantumkan nama penulis sebagai pemilik hakcipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan agung.

Semarang, 5 September 2023

Yang menyatakan,



Reza Yoga Aditama Arifin

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Monitoring PH Dan Suhu Kolam Ikan Lele Berbasis *Internet of Things (IOT)* Menggunakan Metode *Fuzzy Sugeno***”. Penyusunan Laporan Tugas Akhir merupakan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) Teknik Informatika Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Dengan selesainya penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Gunarto, SH., M.Hum selaku Rektor Universitas Islam Sultan Agung Semarang
2. Ibu Dr. Ir. Novi Marlyana, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Ir. Sri Mulyono, M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Bapak Andi Riansyah., S.T., M.Kom, selaku dosen pembimbing I dan Bapak Arief Marwanto, ST, M.Eng, Ph.D, selaku dosen pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktunya, memberikan saran, dukungan dan semangat serta membimbing penulis.
5. Orangtua dan keluarga yang selalu memberi *supportnya* kepada penulis
6. Teman-teman dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Penulis menyadari masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik, saran dan bimbingan akan sangat membantu bagi pengembangan dan perbaikan tugas akhir ini dimasa yang akan datang. Akhir kata apabila ada uraian dan penjelasan yang kurang berkenan, penulis mengucapkan permohonan maaf yang sebesar-besarnya.

Semarang, 5 September 2023

Penulis,



Reza Yoga Aditama Arifin  
NIM. 32601601071

## DAFTAR ISI

MONITORING PH DAN SUHU KOLAM LELE BERBASIS <i>INTERNET OF THINGS</i> (IOT) MENGGUNAKAN METODE <i>FUZZY SUGENO</i> .....	i
<i>INTERNET OF THINGS</i> (IOT) BASED PH AND TEMPERATURE MONITORING USING THE FUZZY SUGENO METHOD.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
ABSTRAK.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 Proses Pertumbuhan dan Perkembangan.....	7
2.2.2 <i>Hardware</i> .....	8
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Lokasi penelitian.....	27
3.2 Cara pengambilan data.....	28
3.3 Prosedur Pengembangan.....	28
BAB IV HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN.....	34

4.1 Hasil Penelitian.....	34
4.1.1 Rancangan Pengujian Alat.....	34
4.1.2 Rancangan pengujian Aplikasi.....	34
4.1.3 Rancangan Basis Data.....	35
4.1.4 Implementasi.....	35
4.2 Analisis Dan Pengujian .....	38
4.2.1 Uji alat.....	38
4.2.2 Pengujian Sensor pH-4502.....	39
4.2.3 Pengujian Sensor Suhu DS18B20.....	40
4.2.4 Pengujian Metode Fuzzy Pompa <i>Buffer Up</i> dan <i>Down</i> .....	40
4.2.5 Perhitungan Fuzzy Sugeno.....	41
4.2.6 Pengujian Aplikasi .....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran .....	46
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN -LAMPIRAN	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 PIN Diagram ESP32.....	8
Gambar 2.2 Skala pH .....	11
Gambar 2.3 Sensor pH Arduino.....	11
Gambar 2.4 Bentuk fisik IC DS18B20 .....	12
Gambar 2.5 Pompa Kontrol .....	13
Gambar 2.6 Relay.....	14
Gambar 2.7 Adaptor DC 12 Volt .....	16
Gambar 2.8 Rangkaian sistem control pH air .....	16
Gambar 2.9 PCB 10x10Cm untuk Lobang ukuran IC .....	17
Gambar 2.10 Membership Function Plot Suhu.....	19
Gambar 2.11 Membership Function Plot pH .....	19
Gambar 2.12 Hubungan Input Fuzzy Sugeno dan Output .....	20
Gambar 2.13 Diagram aturan Fuzzy sistem pengendali kualitas air kolam.....	21
Gambar 3.1 Research and Development (RnD).....	29
Gambar 3.2 Flowchart Sistem Hardware .....	30
Gambar 3.3 Flowchart Kontrol pH .....	32
Gambar 3.4 Rancangan Sistem .....	32
Gambar 4.1 Fuzzy rules system pengendali pH Air Kolam.....	36
Gambar 4.2 Implementasi Metode Fuzzy .....	37
Gambar 4.3 Hasil website .....	37
Gambar 4.4 Uji Alat.....	38
Gambar 4.5 Perancangan Uji coba Alat.....	39

## DAFTAR TABEL

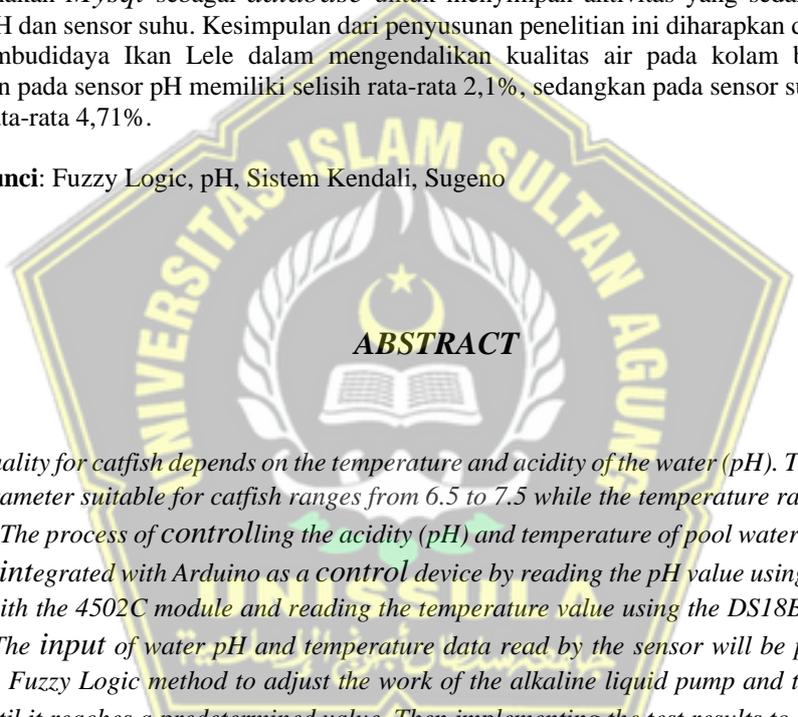
Tabel 2.1 Perbandingan ESP8266 dengan ESP32 (toro, 2019) .....	9
Tabel 2.2 Himpunan Input Fuzzy Suhu .....	19
Tabel 2.3 Himpunan Input Fuzzy pH.....	19
Tabel 2.4 Himpunan Output Fuzzy Buffer Up.....	20
Tabel 2.5 Himpunan Output Fuzzy Pompa Buffer Down.....	20
Tabel 2.6 Aturan Fuzzy Sistem Pengendali Kualitas Air kolam Ikan .....	20
Tabel 4.1 Racangan Database .....	35
Tabel 4.2 Hasil pengujian Sensor pH-4502 .....	39
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20 .....	40
Tabel 4.4 Hasil pengujian Metode Fuzzy Pompa Buffer Up dan Down .....	40
Tabel 4.5 Hasil pengujian Aplikasi.....	45



## ABSTRAK

Kualitas air untuk Ikan Lele tergantung pada suhu dan keasaman air (pH), besarnya pengaruh keasaman air (pH) dan suhu dengan kehidupan ikan membuat proses kimiawi dalam air mempunyai hubungan yang sangat besar pada kehidupan ikan tersebut. Parameter keasaman air (pH) yang cocok untuk ikan lele berkisar pada 6,5 sampai 7,5 sedangkan pada suhu berkisar 25°C sampai 32°C. Proses pengendalian keasaman (pH) dan suhu air kolam menggunakan ESP32 yang terintegrasi dengan Arduino sebagai perangkat kendali dengan pembacaan nilai pH menggunakan sensor Analog pH dengan modul 4502C dan pembacaan nilai suhu menggunakan sensor suhu DS18B20. Masukan data pH air dan suhu yang dibaca oleh sensor akan diproses dengan metode Fuzzy Logic Sugeno untuk menyesuaikan kerja pompa cairan basa dan pompa cairan asam hingga mencapai nilai yang telah ditentukan. Kemudian mengimplementasikan hasil uji untuk mengendalikan pH dan suhu air tersebut dapat dilihat pada smartphone Android yang terhubung dengan internet dalam bentuk grafik secara real time. Desain pengkodean aplikasi menggunakan Android Studio dengan menggunakan Mysql sebagai database untuk menyimpan aktivitas yang sedang terbaca oleh sensor pH dan sensor suhu. Kesimpulan dari penyusunan penelitian ini diharapkan dapat membantu para pembudidaya Ikan Lele dalam mengendalikan kualitas air pada kolam budidaya. Hasil pengujian pada sensor pH memiliki selisih rata-rata 2,1%, sedangkan pada sensor suhu mempunyai selisih rata-rata 4,71%.

**Kata Kunci:** Fuzzy Logic, pH, Sistem Kendali, Sugeno



### ABSTRACT

*Water quality for catfish depends on the temperature and acidity of the water (pH). The water acidity (pH) parameter suitable for catfish ranges from 6.5 to 7.5 while the temperature ranges from 25°C to 32°C. The process of controlling the acidity (pH) and temperature of pool water uses the ESP32 which is integrated with Arduino as a control device by reading the pH value using the Analog pH sensor with the 4502C module and reading the temperature value using the DS18B20 temperature sensor. The input of water pH and temperature data read by the sensor will be processed using Sugeno's Fuzzy Logic method to adjust the work of the alkaline liquid pump and the acidic liquid pump until it reaches a predetermined value. Then implementing the test results to control the pH and temperature of the water can be seen on an Android smartphone connected to the internet in graphical form in real time. The application coding design uses Android Studio using Mysql as a database to store activities that are being read by the pH sensor and temperature sensor. The conclusions from the preparation of this study are expected to help catfish cultivators in controlling water quality in aquaculture ponds. The test results on the pH sensor had an average difference of 2.1%, while the temperature sensor had an average difference of 4.71%. **Keyword:** Decision Support System, WASPAS.*

**Keywords:** Fuzzy Logic, pH, Control System, Sugeno

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Terdapat dua iklim di Indonesia yaitu musim panas dan musim hujan, kedua musim tersebut sangat mempengaruhi tingkat kesuksesan dari peternak ikan air tawar terutama para peternak ikan lele sebab jika seorang peternak tidak memperhatikan tingkat kesehatan dari air kolam, maka kegagalan panen yang akan terjadi (Fuad, 2019).

Tingkat kegagalan panen ikan lele selain dari kualitas dari pangan juga kesehatan air kolam yang kurang baik, salah satu penyebab air kolam tidak sehat adalah akibat bercampurnya air kolam dengan air hujan dimana air hujan akan mengakibatkan tingkat keasaman tinggi dan PH yang menjadi rendah dan suhu dari air kolam lele, dimana PH air kolam yang normal adalah 6 (enam) sampai 7 (tujuh) sedangkan saat musim hujan PH air kolam akan turun antara 2 (dua) sampai 4 (empat) derajat dan suhu air yang dianjurkan diantara 28 sampai dengan 30 derajat celsius dan saat musim hujan suhu air kolam bisa turun dibawah 25 derajat celsius (Fuad, 2019).

Dengan kondisi PH yang rendah dan suhu air yang turun akan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan ikan lele atau bisa mengakibatkan kematian pada ikan lele. Berdasarkan penelitian sebelumnya :

1. Naufal (2021) : disini penulis melakukan penelitian dengan memonitor perubahan PH dan suhu pada kolam berbasis IOT, tetapi belum memberikan peringatan dini jika terjadi perubahan PH dan suhu secara mendadak.
2. Sujianto dkk (2021) : disini penulis melakukan monitoring perubahan PH dan Suhu pada kolam ikan lele tetapi masih dalam cara yang manual dengan melakukan pengecekan pada tiap-tiap kolam ikan, dan akan memberikan peningkat PH air salah satu nya dengan menambahkan kapur ke dalam kolam ikan lele.

3. Hanif fakhurroja (2015) : peneliti dari LIPI ini melakukan pengembangan jala sangkuriang yang dirancang untuk memodifikasi temperature suhu air dalam kolam ikan lele.

Pertumbuhan pada bidang teknologi otomatisasi saat ini sudah berkembang sangat pesat. Perkembangan teknologi otomatisasi berdampak baik untuk perkembangan pada sektor perikanan di Indonesia saat ini (Pertanian, 2019). Kemajuan teknologi yang saat ini berkembang pesat. *Internet of Things* (IOT) adalah jaringan yang terhubung, dengan menggunakan sensor *pintar* segala sesuatu akan terhubung secara nirkabel. *Internet of Things* (IOT) ini dalam sistemnya mengacu pada jenis jaringan untuk menghubungkan segala sesuatu dengan *Internet* sesuai dengan protokol yang ditetapkan sehingga mampu melakukan pertukaran informasi dan komunikasi melalui peralatan penginderaan informasi. Untuk memonitoring, penentuan posisi, pelacakan, pemantauan, dan administrasi (Patel, 2016). Salah satunya adalah penyesuaian kadar *potential of Hydrogen* (pH) air otomatis berbasis *Internet of Things* (IOT). Penyesuaian kadar *potential of Hydrogen* (pH) air otomatis akan mempermudah pembudidaya dalam mengembangkan budidaya ikan Lele untuk menjaga kadar *potential of Hydrogen* (pH) air agar tetap stabil sesuai yang diperlukan oleh ikan.

Selain dengan memberikan cakupan nutrisi yang cukup terhadap ikan, budidaya ikan lele juga sangat bergantung pada kondisi *potential of Hydrogen* (pH) air. Kondisi air yang tidak diperhatikan akan berdampak buruk bagi kondisi ikan di dalamnya.

*Fuzzy logic* adalah suatu metode yang berhasil dikembangkan oleh Zadeh di tahun 1965 dengan awal mula ide himpunan *fuzzy set*. *Fuzzy* dikatakan sebagai cabang ilmu matematika yang paling tua, himpunannya mempelajari bilangan-bilangan random seperti teori informasi, statistik matematik, teori probabilitas dan lain sebagainya. Di dalam perkembangan ilmu matematika khususnya matematika himpunan, *fuzzy* memiliki peranan yang sangat penting. Hingga saat ini, matematikawan selalu mempelajari, menerapkan hingga mengembangkan yang berhubungan dengan teori himpunan. *Fuzzy* dapat diartikan sesuatu yang tidak jelas atau dalam kata lain ketidakpastian. Suatu permasalahan dapat diselesaikan dengan

lebih mudah dengan himpunan *fuzzy* daripada dengan menggunakan teori probabilitas atau biasa disebut konsep pengukuran (Zarazua G. M., 2019).

Dari beberapa penelitian terdahulu maka penulis disini akan mencoba melakukan peningkatan penelitian terdahulu dengan menambahkan sebuah metode *System Pendukung Keputusan* yaitu *Fuzzy sugeno* sehingga dengan penggunaan metode ini PH air dan Suhu air yang ideal bisa selalu tercapai sehingga kematian ikan lele pada kolam bisa diminimalkan.

## 1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana merancang Pemantauan PH dan suhu air kolam menggunakan Metode Fuzzy Sugeno dan ESP32 WROOM 32 yang dapat di monitor lewat WEB dan Handphone Android ?
2. Bagaimana cara Metode Fuzzy Sugeno dalam mengatur PH dan Suhu Air Kolam?

## 1.3 Pembatasan Masalah

Batasan masalah yang bertujuan untuk memperkecil cakupan penelitian agar penelitian menjadi lebih terfokus pada permasalahan yang ada, maka batasan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Pemrograman ESP32 yang digunakan untuk membaca sensor PH menggunakan Pemrograman Arduino UNO.
2. Untuk *software* pemantauan hasil pembacaan dari ESP32 yaitu menggunakan WEB yang dibangun menggunakan bahasa pemrograman *PHP* versi 8.
3. *Software* penyimpanan hasil dari sensor PH akan ditampung dalam *database* , yaitu Maria DB versi 10.
4. *Software* Monitoring melalui Handphone android menggunakan bahasa pemrograman android.
5. Monitoring Kualitas Air kolam menggunakan metode Fuzzy Sugeno.
6. Kolam yang akan digunakan adalah Kolam Ikan Lele dengan ukuran 12m x 6m , yang akan disimulasikan dengan Aquarium dengan perbandingan 1:50

## 1.4 Tujuan

### 1. Untuk Masyarakat umum

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan suatu produk pemantau kualitas air kolam lele berdasarkan PH dan suhu yang dapat berguna bagi para peternak ikan lele secara umum dan peternak ikan lele Kendal Kususnya, sehingga mereka dapat menekan kematian ikan lele dalam kolam dan akhirnya panen ikan lele didapat secara maksimal.

### 2. Untuk Akademisi

Sebagai bahan ajar kepada mahasiswa lainnya dalam mengembangkan teknologi *internet* terkini, dan cara penggunaan Metode Fuzzy untuk menyelesaikan masalah.

### 3. Untuk peneliti pribadi

Sebagai salah satu syarat akademik untuk mencapai jenjang sarjana 1 (S1), dan menjadi pengalaman peneliti dalam perkembangan teknologi terkini dan meningkatkan kemampuan peneliti dalam membuat *software* kususnya *PHP*, *Android* dan Metode Fuzzy.

## 1.5 Manfaat

### 1. Manfaat untuk masyarakat

Dengan alat ini diharapkan masyarakat kususya yang mempunyai usaha peternakan ikan lele bisa terbantu dalam menjaga kesehatan dari air kolam dengan lebih mudah, dan bisa mendapatkan alat ini dengan biaya yang lebih murah.

### 2. Manfaat untuk akademik

Maanfaat untuk Akademisi diharapkan hasil dari penelitian ini bisa menjadi alat praktek untuk mahasiswa yang ingin meneliti tentang alat penetral pH air ini.

### 3. Manfaat untuk pribadi

Manfaat pribadi , dengan pembuatan alat ini penulis pribadi mendapatkan pengetahuan yang baru tentang cara kerja tiap sensor dan mendapatkan pengalaman menulis penelitian yang baik dan benar.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk memudahkan penulisan tugas akhir, sistematika penulisan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bab pendahuluan ini menyajikan permasalahan yang dibahas pada penelitian ini yaitu latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

Pada bab dasar teori ini menyajikan teori-teori pendukung yang dapat mendukung dari dasar penulisan penelitian.

### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Pada bab perancangan sistem ini menyajikan gambaran mengenai sistem yang dirancang dalam penelitian ini.

### **BAB IV : HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN**

Pada bab hasil dan analisis ini menyajikan hasil dari analisis aplikasi yang dibuat yang kemudian dilakukan pengujian.

### **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab penutup ini menyajikan kesimpulan dan saran dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Sudah banyak penelitian mengenai kualitas air peternakan ikan, ada yang menaburkan cairan penaik pH air yang banyak dijual di toko bahan kimia atau penurun pH air, atau dengan menaburkan kapur *gamping* yang banyak dijual di toko bangunan.

Tingkat kegagalan panen ikan lele selain dari kualitas dari pangan juga kesehatan air kolam yang kurang baik, salah satu penyebab air kolam tidak sehat adalah akibat bercampurnya air kolam dengan air hujan dimana air hujan akan mengakibatkan tingkat keasaman tinggi dan PH yang menjadi rendah dan suhu dari air kolam lele, dimana PH air kolam yang normal adalah 6 (enam) sampai 7 (tujuh) sedangkan saat musim hujan PH air kolam akan turun antara 2 (dua) sampai 4 (empat) derajat dan suhu air yang dianjurkan diantara 28 sampai dengan 30 derajat celsius dan saat musim hujan suhu air kolam bisa turun dibawah 25 derajat celsius (Fuad, 2019).

Dengan kondisi PH yang rendah dan suhu air yang turun akan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan ikan lele atau bisa mengakibatkan kematian pada ikan lele. Berdasarkan penelitian sebelumnya :

1. Naufal (2021) : disini penulis melakukan penelitian dengan memonitor perubahan PH dan suhu pada kolam berbasis IOT, tetapi belum memberikan peringatan dini jika terjadi perubahan PH dan suhu secara mendadak.
2. Sujianto dkk (2021) : disini penulis melakukan monitoring perubahan PH dan Suhu pada kolam ikan lele tetapi masih dalam cara yang manual dengan melakukan pengecekan pada tiap-tiap kolam ikan, dan akan memberikan peningkat PH air salah satu nya dengan menambahkan kapur ke dalam kolam ikan lele.
3. Hanif fakhrurroja (2015) : peneliti dari LIPI ini melakukan pengembangan jala sangkuriang yang dirancang untuk memodifikasi temperature suhu air dalam kolam ikan lele.

4. Dalam penelitian yang telah dilakukan (Zarazua G. M., 2010), penelitian ini menggunakan ikan nila berusia tiga bulan sebagai objek penelitian. Penelitian dilakukan dengan pengambilan data selama tiga bulan. Menggunakan sensor suhu dan sensor oksigen terlarut. *Input set fuzzy* dalam sistem ini adalah suhu dan oksigen terlarut. Nilai *output* akhir dari defuzzifikasi adalah persentase makan ikan yang harus disediakan dalam setiap waktu makan. Menggunakan MATLAB 6.5 sebagai *software*nya. *Output* dalam penelitian ini adalah pembuatan sistem feeder atau pemberi makan ikan dengan menggunakan algoritma *Fuzzy logic control* dalam sistem akuakultur intensif.
5. Penelitian ini menggunakan jenis mikrokontroler yang AtMega, PIC, Raspberry pi + IOT, ARM LPC, Arduino, 8051, MSP430, dan TI CC3200. Sedangkan sensor yang digunakan penulis dalam pembuatan sistem monitoring kualitas air adalah fabricated buoy type sensor node, solar cell enabled sensors, sensor resistif pH film tebal TiO<sub>2</sub>, dan sensor kekeruhan buatan. Penulis menggunakan 13 parameter monitoring yaitu pH, oksigen terlarut, potensi pengurangan oksidasi, suhu, kekeruhan, daya konduksi, sensor level air, sensing aliran, temperatur udara, kelembaban relatif, senyawa organik, konsentrasi klorin, dan klorofil. *Output* yang dihasilkan berupa kualitas air yang dikirimkan melalui internet dianalisis. Sistem ini juga memberikan fasilitas peringatan untuk memberitahu pengguna tentang penyimpangan parameter kualitas air dari set nilai standar yang ditentukan sebelumnya. (Geetha, 2017).

Dengan beberapa penelitian ini penulis akan membuat sebuah alat yang dapat mengontrol pH air secara otomatis dan dapat dipantau melalui Webside atau melalui Handphone dengan menambahkan metode Fuzzy sugeno untuk menghitung banyak atau sedikitnya cairan pH yang akan digunakan.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Proses Pertumbuhan dan Perkembangan

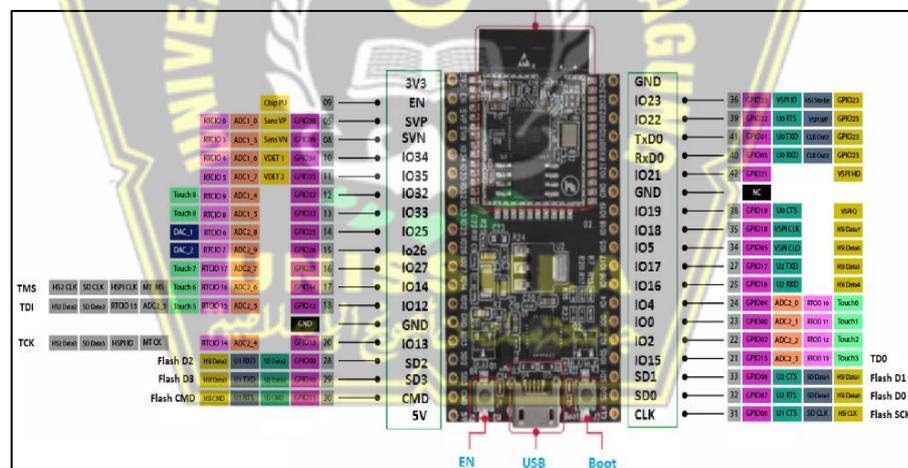
Mengetahui pertumbuhan dan perkembangan ikan lele sangat penting bagi pembudidaya. Untuk melakukan proses pembesaran ikan lele menurut (Suhenda, 2020), laju pertumbuhan ikan lele adalah sebesar 1,25% perhari apabila diberi

pakan mengandung protein 45% dan energy 3000 Kcal/Kilogram pakan (Fuad, 2019). Dikolam yang tergenang, dan dengan diberikan pakan buatan ini, maka kususya jenis ikan lele dumbo tersebut dapat tumbuh mencapai berat kurang lebih 300 gram dari awal berat kurang lebih 30 gram dalam waktu 2 bulan, sedang ikan lele dumbo yang dipelihara dengan padat tebar 50 ekor/m dapat mencapai berat 16 Kilogram (Kairuman, 2018).

## 2.2.2 Hardware

### 1) Mikrokontroler ESP32

ESP32 DevKit merupakan salah satu mikrokontroler keluaran espressif dan merupakan penerus dari ESP8266. ESP32 ini memiliki keunggulan yang tidak dimiliki oleh arduino, diantaranya yaitu memiliki fitur Wi-Fi dan Bluetooth 4.2 yang sudah tertanam di dalam board itu sendiri. Kemudian ESP32 ini memiliki kecepatan prosesor yang cukup cepat yang sudah Dual-Core 32-bit dengan kecepatan 60/240MHz.



Gambar 2.1 PIN Diagram ESP32

ESP32 DevKit sendiri telah banyak digunakan untuk pemrograman berbasis IoT karena memiliki konektivitas yang sudah ada di dalam board ESP32 tersebut sehingga tidak perlu modul tambahan lagi untuk penggunaan Wi-Fi ataupun Bluetooth. Selain itu terlihat pada Gambar 2.16 ESP32 memiliki GPIO sebanyak 36 pin, GPIO sendiri merupakan *General Purpose Input Output* yang berfungsi sebagai *pin input* dan *output* analog maupun digital. Berikut pada Tabel 1 terlihat perbandingan ESP8266 dan ESP32 secara fitur dan spesifikasi lengkap.

Tabel 2.1 Perbandingan ESP8266 dengan ESP32 (toro, 2019)

Spesifikasi	Board	
	ESP8266	ESP32
MCU	Xtensa Single-core 32-bit L106	Xtensa Dual-Core 32-bit LX6 with 600DMIPS
Wi-fi	802.11 b/g/n tipe HT20	802.11 b/g/n tipe HT40
Bluetooth	Tidak Ada	Bluetooth 4.2 dan BLE
Frekuensi	80 Mhz	160 MHz
SRAM	Tidak ada	Ada
Total GPIO	17 <i>Pin</i>	36 <i>pin</i>
Total ADC <i>pin</i>	1 <i>Pin</i>	15 <i>pin</i>
Total Digital <i>Pin</i>	9 <i>Pin</i>	2 <i>pin</i>
Tegangan <i>Output</i>	3.3 – 5 Volt	3.3 – 5 Volt
Total SPI-UART-12c-125	2-2-1-2	4-2-2-2
Resolusi ADC	10 Bit	12 Bit
Suhu Operasional Kerja	-40°c hingga 125°c	-40°C hingga 125°C
Sensor Dalam modul	Tidak ada	Touch sensor, Temperature sensor, Hall Effect Sensor
Harga di pasaran	Rp. 30.000 – 350.000	Rp. 70.000 – 650.000

## 2) Catudaya / Sumber daya

Arduino Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Untuk sumber daya Eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan memasukkan 2.1mm jack DC ke colokan listrik board. Baterai dapat dimasukkan pada *pin* header Gnd dan Vin dari konektor DAYA.

Board dapat beroperasi pada pasokan eksternal dari 6 sampai 20 volt. Jika Anda menggunakan tegangan kurang dari 6 volt mungkin tidak akan stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan merusak papan. Rentang yang dianjurkan adalah 7 sampai 12 volt.

*Pin* listrik yang tersedia adalah sebagai berikut:

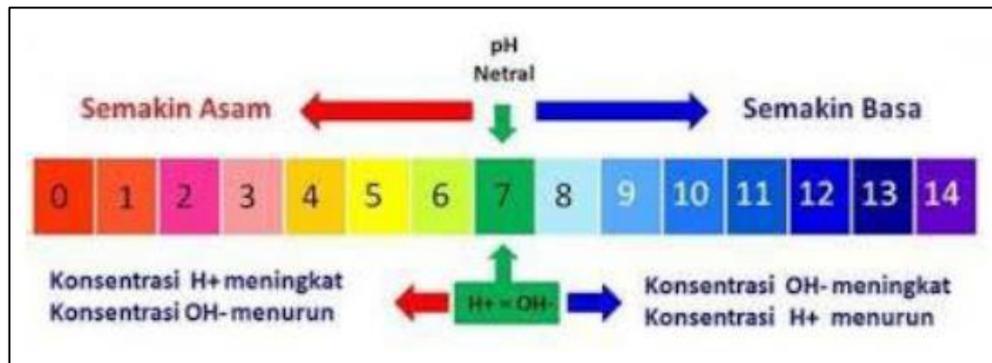
- 1) VIN. *Input* tegangan ke board Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal. Anda dapat menyediakan tegangan melalui *pin* ini, atau, jika Anda ingin memasok tegangan melalui colokan listrik, gunakan *pin* ini.

- 2) 5V. *Pin* ini merupakan *output* 5V yang telah diatur oleh regulator papan Arduino. Board dapat diaktifkan dengan daya, baik dari colokan listrik DC (7 - 12V), konektor USB (5V), atau *pin* VIN board (7-12V). Jika Anda memasukan tegangan melalui *pin* 5V atau 3.3V secara langsung (tanpa melewati regulator) dapat merusak papan Arduino. Penulis tidak menyarankan itu.
- 3) Tegangan pada *pin* 3V3. 3.3Volt dihasilkan oleh regulator on-board. Menyediakan arus maksimum 50 mA.
- 4) GND. *Pin* Ground.

IOREF. *Pin* ini di papan Arduino memberikan tegangan referensi ketika mikrokontroler beroperasi. Sebuah shield yang dikonfigurasi dengan benar dapat membaca *pin* tegangan IOREF sehingga dapat memilih sumber daya yang tepat agar dapat bekerja dengan 5V atau 3.3V.

### 3) Sensor Ph

pH merupakan suatu parameter yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. Kadar pH diukur pada skala 0 sampai 14. Istilah pH berasal dari “p” lambang matematika dari negatif logaritma, dan “H” lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Definisi yang formal tentang pH adalah negatif logaritma dari aktivitas ion Hidrogen. pH dibentuk dari informasi kuantitatif yang dinyatakan oleh tingkat keasaman atau basa yang berkaitan dengan aktivitas ion Hidrogen. Jika konsentrasi  $H^+$  lebih besar daripada  $OH^-$ , maka material terbuat bersifat asam, yaitu nilai pH kurang dari 7. Jika konsentrasi  $OH^-$ , lebih besar daripada  $H^+$ , maka material tersebut bersifat basa, yaitu dengan nilai pH lebih dari 7 (M. Gufran, 2010). Skala kadar air dapat dilihat pada gambar 2.1. Definisi yang formal tentang pH adalah negatif logaritma dari aktivitas ion Hidrogen. Ph adalah singkatan dari *Potensial of Hydrogen*.



Gambar 2.2 Skala pH

Dapat dilihat pada gambar 2.2 skala pH netral memiliki sifat basa sedangkan nilai pH netral memiliki nilai pH 7, bila nilai pH  $>7$  menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai pH  $<7$  menunjukkan derajat keasaman tertinggi. Umumnya indikator sederhana yang digunakan adalah kertas lakmus yang berubah warna menjadi merah bila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah. Selain menggunakan kertas lakmus, indikator asam basa dapat diukur dengan pH meter yang bekerja berdasarkan prinsip elektrolit/konduktivitas suatu larutan (M. Gufran, 2010).

Sensor mengukur kadar air menggunakan elektroda yang bersentuhan dengan fluida. Dalam pengukuran kadar air terdiri atas 2 bagian yaitu sensor Ph dan rangkaian pengkodisian sinyal sensor pH. Pengkodisian sinyal menggunakan analog Ph meter kit dari DFRobot (Setiawan, 2010).



Gambar 2.3 Sensor pH Arduino

#### 4) Sensor Suhu DS 18B20

Sensor DS18B20 merupakan sensor digital yang memiliki 12-bit ADC *internal*. Sangat presisi, sebab jika tegangan referensi sebesar 5Volt, maka akibat perubahan suhu, ia dapat merasakan perubahan terkecil sebesar  $5/(2^{12}-1) = 0.0012$  Volt ! Pada rentang suhu -10 sampai +85 derajat Celcius, sensor ini memiliki akurasi +/-0.5 derajat. Sensor ini bekerja menggunakan protokol komunikasi 1-wire (one-wire) (toro, 2019).



Gambar 2.4 Bentuk fisik IC DS18B20

#### 5) Control Pump

*Control Pump* arduino berfungsi untuk memompa air yang dapat dikontrol menggunakan arduino sehingga air yang dibutuhkan bisa terkontrol sesuai dengan sistem.



Gambar 2.5 Pompa Kontrol

Keterangan teknis :

- a) Bekerja pada tegangan 12 Volt DC
- b) Kabel merah tegangan + (Positif)
- c) Kabel Hitam Negatif atau Grounding
- d) Air masu pada bagian *Inlet*
- e) Air keluar melalui *Outlet*

Karakteristik Pompa :

- a) Kapasitas diukur dalam satuan Liter perjam (l/Jam), Liter per Menit (l/mnt).
- b) Masa hidup Pompa +/- 30.000 Jam
- c) Kebisingan < 30db
- d) Perlindungan terhadap air IP68 (Elektronik Tahan Air) yang artinya dapat terendam di dalam air.

## 6) Relay

*Relay* adalah saklar yang diaktifkan secara elektris. Ada tiga macam *relay* yaitu *relay* mekanis, *relay reed* dan *relay solid state*. *Relay solid state* adalah piranti yang dibuat untuk berubah *state* dengan memberikan tegangan eksternal pada persambungan semikonduktif tipe p dan tipe n. Umumnya *relay* mekanik didesain untuk arus yang besar (biasanya 2 – 15 A) dan pensaklarannya relatif lambat (biasanya 10-100ms). *Relay reed* didesain untuk arus yang besarnya sedang (500 mA -1A) dengan waktu pensaklaran sedang (0.2 – 2 ms). *Relay solid state* mempunyai jangkauan arus yang besar (yaitu beberapa mikro ampere sampai

dengan 100 A untuk daya besar) dan mempunyai kecepatan pensaklaran yang tinggi (1 – 100ns).



Gambar 2.6 Relay

Cara kerja *relay* terdiri dari dua sirkuit yang terpisah dan benar-benar independen. Yang pertama adalah di bagian bawah dan menggerakkan elektromagnet. Di sirkuit ini, saklar mengendalikan tegangan dari baterai terhadap elektromagnet. Ketika saklar tersebut aktif, elektromagnet akan aktif, dan menarik anker dinamo (biru). Anker dinamo bertindak sebagai saklar dalam rangkaian kedua. Ketika elektromagnet diberi energi, anker dinamo menghubungkan sirkuit kedua sehingga lampu menyala. Ketika elektromagnet tidak diberi energi, pegas akan menarik anker dinamo kembali dan sirkuit kedua terputus sehingga lampu kembali mati. Ketika membeli *relay*, ada beberapa variabel yang harus Anda perhatikan:

- a) Tegangan dan arus yang diperlukan untuk mengaktifkan anker dinamo.
- b) Tegangan maksimum dan arus yang dapat berjalan melalui anker dinamo dan kontak anker dinamo.
- c) Jumlah anker dinamo (umumnya satu atau dua).
- d) Jumlah kontak untuk anker dinamo (umumnya satu atau dua – *relay* pada gambar di atas memiliki dua, salah satunya tidak terpakai).
- e) Apakah kontak (jika hanya satu kontak disediakan) adalah normally open (NO) atau normally closed (NC).

Secara umum, keutamaan penggunaan *relay* adalah bagaimana menggunakan daya yang kecil pada bagian elektromagnet. Contoh, dari panel saklar kecil atau sirkuit elektronik berdaya rendah – untuk memindahkan anker dinamo yang mampu mengalirkan daya yang lebih besar. Sebagai contoh, Anda mungkin ingin

elektromagnet dapat memberi energi hanya dengan menggunakan 5 volt dan 50 milliamps (250 miliwatt), sementara angker dinamo dapat mendukung 120V AC pada 2 amp (240 watt). *Relay* cukup umum dalam peralatan rumah dimana terdapat kontrol elektronik untuk menyalakan sesuatu seperti motor atau lampu. Mereka juga sering terdapat pada mobil, di mana *suplai* tegangan 12V berarti hampir semuanya membutuhkan arus yang besar. Pada model mobil berikutnya, produsen telah mulai menggabungkan panel *relay* ke dalam kotak sekering untuk membuat perawatan lebih mudah. *Relay* juga sering digunakan di tempat-tempat di mana daya yang besar perlu dibuat dalam bentuk saklar. Dalam hal ini, *relay* kecil mensaklarkan daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan *relay* yang jauh lebih besar, dan *relay* yang kedua mensaklarkan daya untuk menggerakkan beban.

Untuk memastikan bahwa *relay* masih bagus atau tidak bisa kita lakukan pengetesan agar hasilnya akurat. Untuk *relay* biasanya yang sering bermasalah adalah kontaktor aus, kumparan putus dan soket terbakar. Untuk menganalisa bisa kita lakukan dengan memberi tegangan sumber 12 volt pada kaki 85 dan 86. Dengan adanya tegangan sumber ini maka *relay* akan ON dan menghubungkan terminal 30 dan 87, apabila tegangan sumber ada dan *relay* tidak ON, maka *relay* rusak, atau *relay* ON tetapi terminal 30 dan 87 tidak menghubungkan berarti *relay* juga rusak.

Pada dasarnya, *relay* merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari sebuah coil (Lilitan), seperangkat kontak yang membentuk saklar (Switch) dan juga kaki-kaki terminal penghubung. Dengan kata lain, *relay* adalah saklar yang dioperasikan secara elektronik. Terdapat 2 kondisi kontak pada *relay* yaitu kondisi NO (Normally Open) dan NC (Normally Close). Kontak yang selalu berada pada posisi OPEN (Terbuka) saat *relay* tidak diaktifkan disebut dengan NO (Normally Open). Sedangkan kontak yang selalu berada pada posisi CLOSE (Tertutup) saat *relay* tidak diaktifkan disebut dengan NC (Normally Close).

Dapat menggunakan multimeter analog maupun multimeter digital untuk mengukur atau menguji apakah *relay* yang ingin kita uji tersebut dalam kondisi baik ataupun tidak. Kondisi yang diukur diantaranya adalah nilai resistansi coil *relay* dan juga kondisi Kontak Poin (Contact Point) saat diaktifkan maupun saat tidak

diaktifkan. Untuk lebih akurat, kita memerlukan *Power Supply* untuk mengaktifkan *relay* yang bersangkutan (contohnya Baterai 9V).

### 7) Adaptor 12 Volt

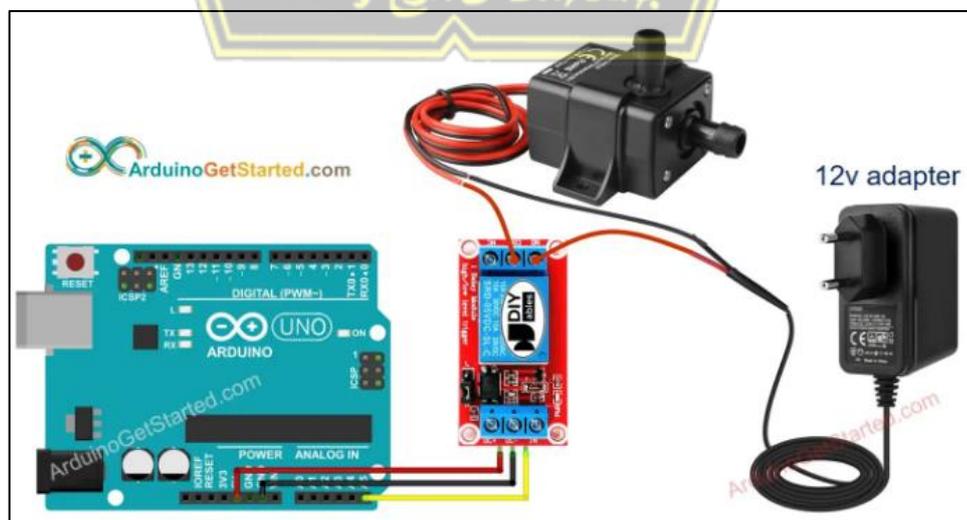
Fungsi dari adaptor sebagai penurun tegangan dari *input* tegangan 220 Volt AC menjadi 12 Volt DC, adaptor ini digunakan sebagai *Catu Daya* / sumber tegangan untuk *Pompa Air DC*.



Gambar 2.7 Adaptor DC 12 Volt

### 8) Rangkaian keseluruhan

Jika dirangkai antara *Arduino*, *Pompa Air*, *Relay*, dan *Adaptor* dapat di gambarkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.8 Rangkaian sistem *control* pH air

Keterangan :

- a) Pada board arduino : kabel merah adalah tegangan Positiv 5Volt yang digunakan sebagai catu daya rangkaian *Relay*, kabel hitam adalah Grounding, kabel warna kuning adalah data yang digunakan unt mengontrol rangkaian *Relay*.
- b) Pada rangkaian *relay* : *output relay* ada kabel merah di koneksikan ke Positif Pompa, dan kabel merah satunya mengarah ke adaptor 12 Volt yang digunakan sebagai catudaya Pompa DC 12 Volt.

### 9) PCB

PCB atau disebut pula dengan *Printed Circuit Board* merupakan papan yang digunakan untuk mengkoneksikan antar kaki komponen yang ada diatas Papan Circuit, kenapa PCB ini sangat dibutuhkan karena jika kita mengkoneksikan tiap komponen elektronik menggunakan kabel maka hasilnya tidak akan rapid dan sangat berbahaya jika ada salah satu kabel yang terlepas dan mengenai kaki komponen elektronika yang lainnya.



Gambar 2.9 PCB 10x10Cm untuk Lobang ukuran IC

#### 1) Fuzzy Sugeno

Terdapat tiga metode inferensi yang populer dalam aplikasi logika fuzzy, yaitu metode Tsukamoto, mamdani, dan Takagi-Sugeno. Penerapan dua metode yang pertama di dunia industry telah banyak digunakan salah satu nya adalah dalam peralatan rumah tangga seperti Fuzzy pada mesin cuci, Fuzzy pada Lemari es dan lain-lain (Sudradjat, 2018).

Metode inferensi Sugeno diperkenalkan oleh Tomohiro Takagi dan Michio Sugeno pada tahun 1985, metode ini mirip dengan Mamdani, hanya saja, *output* aturan fuzzy pada metode Sugeno tidak berbentuk himpunan fuzzy, melainkan konstanta atau persamaan linier, selain itu, defuzzifikasi pada metode ini biasanya menggunakan metode rata-rata berbobot (Efendi, 2022).

*Output* aturan fuzzy yang berupa konstanta atau persamaan linier membuat metode Sugeno menjadi metode yang mudah dikomputasi, efisien, dan mudah digabungkan dengan persamaan linier (Efendi, 2022).

## 1. Penerapan Fuzzy Sugeno untuk monitor pH air kolam

### a) Data penelitian

Suhu dan pH merupakan indikator yang penting dalam memelihara ikan Lele, kesalahan dalam pengaturan kedua hal tersebut dapat menyebabkan kematian. Kolam budidaya ikan lele yang baik mempunyai suhu berkisar  $26^{\circ}\text{C}$  -  $32^{\circ}\text{C}$  dan  $6,5 - 7,5$  untuk batas nilai pH, bila suhu tidak berada pada nilai yang ditentukan, ikan lele akan menjadi tidak aktif dan akan kehilangan nafsu makan dan apabila nilai kadar pH tidak berada pada nilai yang ditentukan, maka ikan lele akan rawan terserang penyakit. Penggunaan sensor pH-4502 Arduino dimaksudkan untuk mengetahui kualitas kadar pH air dalam kolam ikan lele, sedangkan penggunaan sensor suhu DS18B20 Arduino untuk mengetahui kondisi suhu air pada kolam ikan lele.

Kondisi pH yang tidak pada nilai normal harus ditambahkan kadar pH air menggunakan cairan *buffer* asam dan cairan *buffer* basa ataupun menggunakan daun ketapang untuk menjaga kondisi nilai pH tetap terjaga.

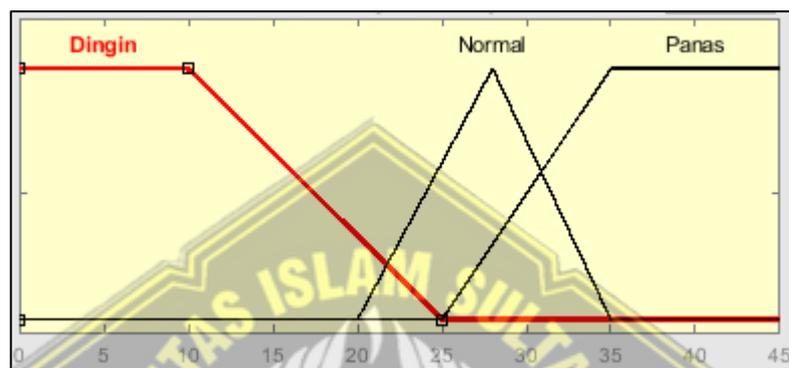
Penggunaan cairan *buffer* asam atau cairan *buffer* basa dapat dilakukan dengan menggunakan pompa yang telah di konfigurasi secara otomatis menggunakan metode fuzzy logic Sugeno agar dapat memberikan jumlah total cairan *buffer* yang akurat. Heater digunakan untuk menjaga kualitas suhu air agar tetap berada pada nilai *setpoint* yang telah ditentukan yaitu sebesar  $32^{\circ}\text{C}$ .

### b) Pembentukan himpunan Fuzzy

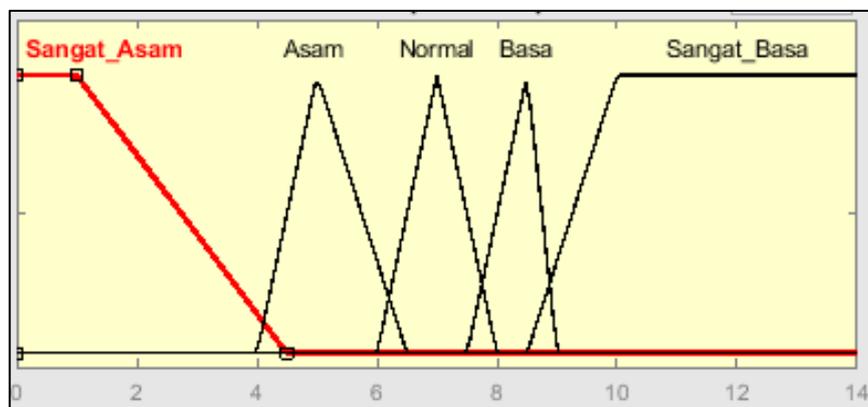
Terdapat beberapa himpunan Fuzzy yang akan dibuat dalam perancangan sistem pengendali kualitas air kolam ikan lele ini, yaitu :

Tabel 2.2 Himpunan *Input* Fuzzy Suhu

<i>Variable</i>	Himpunan Fuzzy	Nilai
Suhu	Dingin	0,10,25
	Normal	20,28,35
	Panas	25,35,45

Gambar 2.10 Membership *Function* Plot SuhuTabel 2.3 Himpunan *Input* Fuzzy pH

<i>Variable</i>	Himpunan Fuzzy	Nilai
pH	Sangat Asam	0, 1, 4.5
	Asam	4, 5, 6.5
	Normal	6, 7, 8
	Basa	7.5, 8.5, 9
	Sangat Basa	8.5, 10, 14

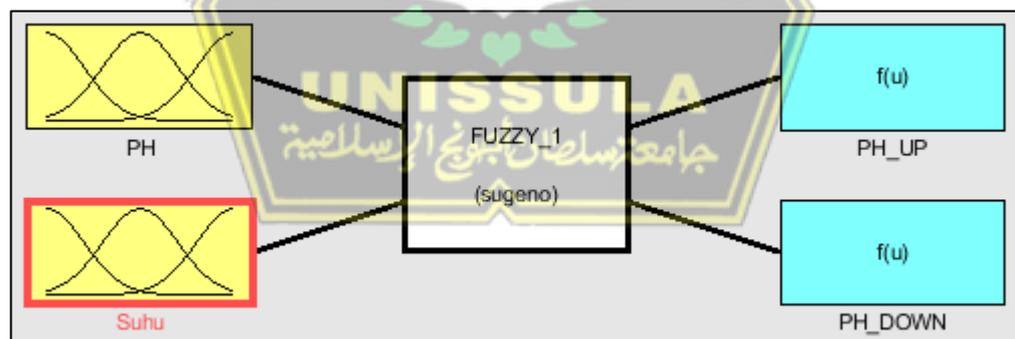
Gambar 2.11 Membership *Function* Plot pH

Tabel 2.4 Himpunan *Output Fuzzy Buffer Up*

<i>Variable</i>	<b>Himpunan Fuzzy</b>	<b>Nilai</b>
<b>pH UP</b>	Sangat Banyak	200
	Banyak	150
	Normal	100
	Sedikit	50
	Kosong	0

Tabel 2.5 Himpunan *Output Fuzzy Pompa Buffer Down*

<i>Variable</i>	<b>Himpunan Fuzzy</b>	<b>Nilai</b>
<b>pH DOWN</b>	Sangat Banyak	200
	Banyak	150
	Normal	100
	Sedikit	50
	Kosong	0

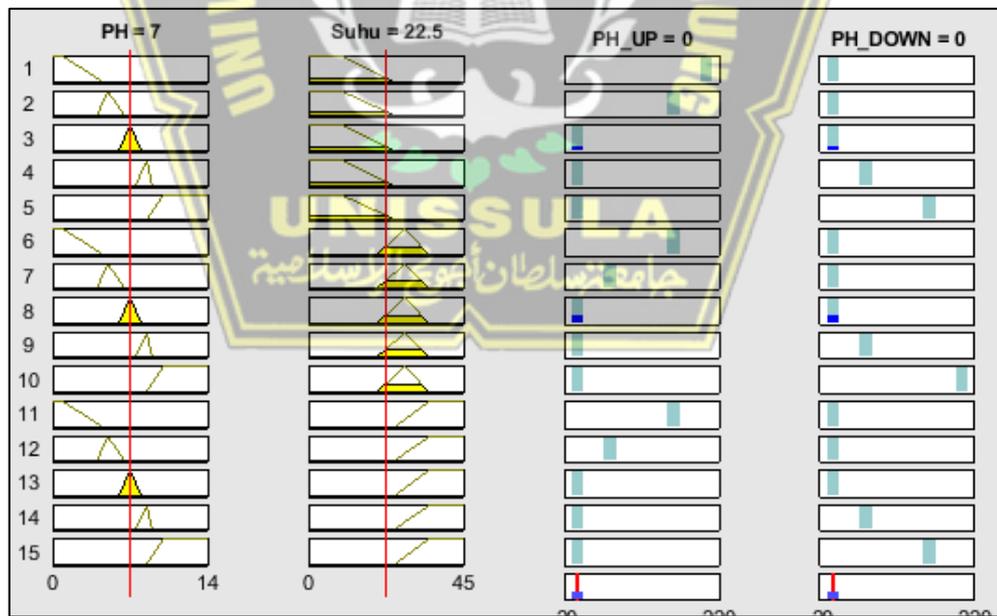
Gambar 2.12 Hubungan *Input Fuzzy Sugeno dan Output*

## c) Aplikasi Fungsi Implikasi

Tabel 2.6 Aturan Fuzzy Sistem Pengendali Kualitas Air kolam Ikan

<i>Input</i>		<i>Output</i>	
<b>Suhu</b>	pH	<i>Buffer UP</i>	<i>Buffer Down</i>
Dingin	Sangat Asam	Sangat Banyak	Kosong

Dingin	Asam	Banyak	Kosong
Dingin	Normal	Kosong	Kosong
Dingin	Basa	Kosong	Sedikit
Dingin	Sangat Basa	Kosong	Banyak
Normal	Sangat Asam	Banyak	Kosong
Normal	Asam	Sedikit	Kosong
Normal	Normal	Kosong	Kosong
Normal	Basa	Kosong	Sedikit
Normal	Sangat Basa	Kosong	Sangat Banyak
Panas	Sangat Asam	Banyak	Kosong
Panas	Asam	Sedikit	Kosong
Panas	Normal	Kosong	Kosong
Panas	Basa	Kosong	Sedikit
Panas	Sangat Basa	Kosong	Banyak



Gambar 2.13 Diagram aturan Fuzzy sistem pengendali kualitas air kolam

## 2) Defuzzyfikasi

*Input* dari proses defuzzyfikasi adalah himpunan Fuzzy yang dihasilkan dari proses komposisi dan *output* adalah sebuah nilai. Untuk aturan IF-THEN Fuzzy

dalam persamaan  $RU(k) = \text{IF } x_1 \text{ is } A_{1k} \text{ and } \dots \text{ and } x_n \text{ is } A_{nk} \text{ THEN } y \text{ is } B_k$ , dimana  $A_{1k}$  dan  $B_k$  berturut-turut adalah himpunan Fuzzy dalam  $U_i R$  ( $U$  dan  $V$  adalah domain fisik),  $i = 1, 2, \dots, n$  dan  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$   $U$  dan  $y \in V$  berturut-turut adalah variabel *input* dan *output* (linguistik) dari sistem Fuzzy Defuzzifier pada persamaan di atas didefinisikan sebagai suatu pemetaan dari himpunan Fuzzy  $B$  ke dalam  $V R$  (yang merupakan *output* dari inferensi Fuzzy) ke titik tegas  $y \in V$ .

Pada metode Fuzzy Logic Sugeno defuzzification dilakukan dengan perhitungan Weight Average (WA):

$$WA = \frac{\alpha_{pred_1} * z_1 + \alpha_{pred_2} * z_2 + \dots + \alpha_{pred_n} * z_n}{\alpha_{pred_1} + \alpha_{pred_2} + \dots + \alpha_{pred_n}}$$

Keterangan:

WA = Nilai rata-rata

$\alpha_n$  = nilai predikat aturan ke- $n$

$z_n$  = indeks nilai output (konstanta) ke- $n$ .

### 3) Sistem Basis Data

Basis data (*database*) adalah kumpulan dari berbagai data yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya. Basis data tersimpan di perangkat keras, serta dimanipulasi dengan menggunakan perangkat lunak. Definisi basis data meliputi spesifikasi dari tipe data, struktur dan batasan dari data atau informasi yang akan disimpan. *Database* merupakan salah satu komponen yang penting dalam sistem informasi, karena merupakan basis dalam menyediakan informasi pada para pengguna atau *user*. Penyusunan basis data meliputi proses memasukkan data kedalam media penyimpanan data dan diatur dengan menggunakan perangkat Sistem Manajemen Basis Data (*Database Management System DBMS*). Manipulasi basis data meliputi pembuatan pernyataan (*query*) untuk mendapatkan informasi tertentu, melakukan pembaharuan atau penggantian (*update*) data, serta pembuatan *report* data. (Wahyono, Teguh, 2014)

Tujuan utama DBMS adalah untuk menyediakan tinjauan abstrak dari data bagi *user*. Jadi sistem menyembunyikan informasi mengenai bagaimana data disimpan dan dirawat, tetapi data tetap dapat diambil dengan efisien. Pertimbangan efisien yang digunakan adalah bagaimana merancang struktur data yang kompleks, tetapi tetap dapat digunakan oleh pengguna yang masih awam, tanpa mengetahui kompleksitas struktur data. Basis data menjadi penting karena munculnya beberapa masalah bila tidak menggunakan data yang terpusat, seperti adanya *duplikasi* data, hubungan antar data tidak jelas, organisasi data dan *update* menjadi rumit.

Jadi tujuan dari pengaturan data dengan menggunakan basis data adalah :

- a. Menyediakan penyimpanan data untuk dapat digunakan oleh organisasi saat sekarang dan masa yang akan datang.
- b. Kemudahan pemasukan data, sehingga meringankan tugas operator dan menyangkut pula waktu yang diperlukan oleh pemakai untuk mendapatkan data serta hak-hak yang dimiliki terhadap data yang ditangani.
- c. Pengendalian data untuk setiap siklus agar data selalu *up-to-date* dan dapat mencerminkan perubahan spesifik yang terjadi di setiap sistem.
- d. Pengamanan data terhadap kemungkinan penambahan, perubahan, pengrusakan dan gangguan-gangguan lain.

#### 4) **WAMP Server**

*Wamp server* adalah sebuah paket *server* yang berada di localhost dan hanya diinstal di dalam sistem operasi *windows*. *Wamp* sendiri adalah singkatan dari *Windows* and the principal components of the package: *Apache*, *Mysql* and *PHP*. Kegunaan *WAMP* sama saja dengan *XAMPP* secara umum , namun secara kelebihan atau kekurangan pasti memiliki nilainya sendiri-sendiri.

Banyak yang berpendapat mengenai perbedaan serta kelebihan dan kekurangan antara *WAMP* dengan *XAMPP*. Beberapa perbedaan serta kelebihan dan kekurangannya antara *WAMP* dengan *XAMPP*:

1. *WAMP* lebih mudah dalam konfigurasinya di banding *XAMPP*
2. *WAMP* hanya untuk di OS *Windows*

3. *XAMPPP* menyediakan dukungan untuk *MYSQL*, *PHP* dan *PEARL* sementara *WAMP* hanya *PHP* Dan *MYSQL*
4. *XAMPPP* memiliki fitur *SSL* sementara *WAMP* tidak
5. *WAMP* lebih ringan di banding *XAMPPP*
6. Proses instalasi yang cepat
7. Konfigurasi *PHP* dan *Apache* langsung melalui menu
8. "*Online*" dan "*offline*" mode

Jadi tidak perlu menghidupkan *PHP* dan *Mysql* satu persatu, tinggal klik icon *Wamp server 5* saja maka keduanya akan otomatis berjalan.

### 5) *MySQL*

*Mysql* adalah sebuah perangkat lunak sistem manajemen basis data *SQL* (*database management system*) atau *DBMS* yang *multithread*, *multi-user*. *Mysql* AB membuat *Mysql* tersedia sebagai perangkat lunak gratis dibawah lisensi *General Public License* (*GPL*), tetapi mereka juga menjual dibawah lisensi komersial untuk kasus-kasus dimana penggunaannya tidak cocok dengan penggunaan *GPL*. Tidak sama dengan proyek-proyek seperti *Apache*, dimana perangkat lunak dikembangkan oleh komunitas umum, dan hak cipta untuk kode sumber dimiliki oleh penulisnya masing-masing, *Mysql* dimiliki dan disponsori oleh sebuah perusahaan komersial Swedia *Mysql* AB, dimana memegang hak cipta hampir atas semua kode sumbernya. Kedua orang Swedia dan satu orang Finlandia yang mendirikan *Mysql* AB adalah David Axmark, Allan Larsson, dan Michael "Monty" Widenius. Titel "AB" dibelakang *Mysql* adalah singkatan dari "Aktiebolag", istilah *PT* (*Perseroan Terbatas*) bagi perusahaan Swedia.

*Mysql* adalah sebuah implementasi dari sistem manajemen basis data relasional (*RDBMS*) yang didistribusikan secara gratis dibawah lisensi *GPL* (*General Public License*). Setiap pengguna dapat secara bebas menggunakan *Mysql*, namun dengan batasan perangkat lunak tersebut tidak boleh dijadikan produk turunan yang bersifat komersial. *Mysql* sebenarnya merupakan turunan salah satu konsep utama dalam basis data yang telah ada sebelumnya; *SQL* (*Structured Query Language*). *SQL* adalah sebuah konsep pengoperasian basis data,

terutama untuk pemilihan atau seleksi dan pemasukan data, yang memungkinkan pengoperasian data dikerjakan dengan mudah secara otomatis.

Kehandalan suatu sistem basis data (DBMS) dapat diketahui dari cara kerja pengoptimasi-nya dalam melakukan proses perintah-perintah *SQL* yang dibuat oleh pengguna maupun program-program aplikasi yang memanfaatkannya. Sebagai penyedia basis data, *Mysql* mendukung operasi basis data transaksional maupun operasi basis data non-transaksional. Pada modus operasi non-transaksional, *Mysql* dapat dikatakan unggul dalam hal unjuk kerja dibandingkan perangkat lunak penyedia basis data kompetitor lainnya. Namun pada modus non-transaksional tidak ada jaminan atas reliabilitas terhadap data yang tersimpan, karenanya modus non-transaksional hanya cocok untuk jenis aplikasi yang tidak membutuhkan reliabilitas data seperti aplikasi *blogging* berbasis web (*wordpress*), CMS (*Content Management System*) dan sejenisnya. Untuk kebutuhan sistem yang ditujukan bagi bisnis sangat disarankan menggunakan modus basis data transaksional, hanya saja sebagai konsekuensinya unjuk kerja *Mysql* pada modus transaksional tidak secepat unjuk kerja pada modus non-transaksional. (Sudarma S, 2010).

#### 6) C++

C++ adalah bahasa pemrograman komputer yang di buat oleh Bjarne Stroustrup, yang merupakan perkembangan dari bahasa C dikembangkan di Bell Labs (Dennis Ritchie) pada awal tahun 1970-an, Bahasa itu diturunkan dari bahasa sebelumnya, yaitu B, Pada awalnya, bahasa tersebut dirancang sebagai bahasa pemrograman yang dijalankan pada sistem Unix, Pada perkembangannya, versi ANSI (American National Standard Institute) Bahasa pemrograman C menjadi versi dominan, Meskipun versi tersebut sekarang jarang dipakai dalam pengembangan sistem dan jaringan maupun untuk sistem *embedded*, Bjarne Stroustrup pada Bell Labs pertama kali mengembangkan C++ pada awal 1980-an. Untuk mendukung fitur-fitur pada C++, dibangun efisiensi dan sistem *support* untuk pemrograman tingkat rendah (*low level coding*). Pada C++ ditambahkan konsep-konsep baru seperti *class* dengan sifat-sifatnya seperti *inheritance* dan *overloading*. Salah satu

perbedaan yang paling mendasar dengan bahasa C adalah dukungan terhadap konsep pemrograman berorientasi objek.

Program C++ ditulis dengan ekstensi `.cpp`. Agar dapat dieksekusi atau dijalankan, maka program harus dikompilasi terlebih dahulu menggunakan compiler C++. Proses kompilasinya adalah *file* sumber (`.cpp`) bersama dengan *file header* (`.h`) diterjemahkan dulu oleh compiler C++ sehingga menjadi kode objek (`.obj`), format *file* objek ini adalah biner (berkode 0 dan 1). Selanjutnya semua *file* objek bersama dengan *file* pustaka (`.lib`) dikaitkan menjadi satu oleh *linker* dan hasilnya adalah file *Executable*.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

Metode diartikan sebagai cara teratur yang digunakan untuk melaksanakan suatu pekerjaan agar tercapai sesuai dengan yang dikehendaki atau cara kerja yang bersistem untuk memudahkan pelaksanaan suatu kegiatan guna mencapai tujuan yang ditentukan. Penelitian ialah pemeriksa yang teliti, penyelidikan atau kegiatan pengumpulan, pengolahan, analisis dan penyajian data yang dilakukan secara sistematis dan objektif untuk memecahkan suatu persoalan atau menguji suatu hipotesis untuk mengembangkan prinsip-prinsip umum.

Metode penelitian adalah suatu prosedur kerja yang sistematis, teratur dan tertib, yang dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah untuk memecahkan suatu masalah guna mendapat kebenaran yang objektif. (Andi, 2011).

Adapun unsure-unsur dalam menyusun metode penelitian sebagai berikut :

- a) Subjek dan objek penelitian.
- b) Data dan sumber data.
- c) Teknik pengumpulan data.
- d) Teknik analisis data.
- e) Teknik pengecekan keabsahan data.

Selain metode penelitian, adapun alat bantu digunakan dalam penelitian ini yaitu *flowchart*. *Flowchart* adalah serangkaian bagian-bagian yang menggambarkan alur program. *Flowchart* juga merupakan gambar atau bagan yang memperlihatkan urutan dan hubungan antar proses beserta instruksinya. Gambaran ini dinyatakan dengan simbol. Dengan demikian setiap simbol menggambarkan proses tertentu, sedangkan hubungan antar proses digambarkan dengan garis penghubung.

#### **3.1 Lokasi penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini penulis melakukan penelitian di Peternakan Lele Ketapang, Jember , Ketapang , Kendal Regency Jawa Tengah 51319

### 3.2 Cara pengambilan data

Dalam melakukan penelitian, penulis menggunakan beberapa metode penelitian *supaya* berjalan secara rapi, teratur dan terorganisir.

#### 1. Objek Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Peternakan lele ketapang, jember , ketapang , Kendal Regency Jawa tengah.

#### 2. Jenis Data

Ada 2 jenis data, yaitu :

##### a) Data Primer

Data yang berasal dari dalam objek penelitian, meliputi wawancara langsung dengan Pemilik peternakan lele.

##### b) Data Sekunder

Data yang berasal dari luar objek penelitian, mengumpulkan buku dan literatur yang berkaitan dengan objek penelitian.

#### 3. Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang akurat, maka penulis melakukan pengumpulan data sebagai berikut:

##### a) Observasi

Pengamatan secara langsung terhadap objek yang dijadikan sebagai penelitian.

##### b) Interview

Yaitu dengan cara melakukan tanya jawab atau konsultasi yang dilakukan secara langsung dengan Pemilik peternakan lele mengenai informasi-informasi yang berhubungan dengan penelitian.

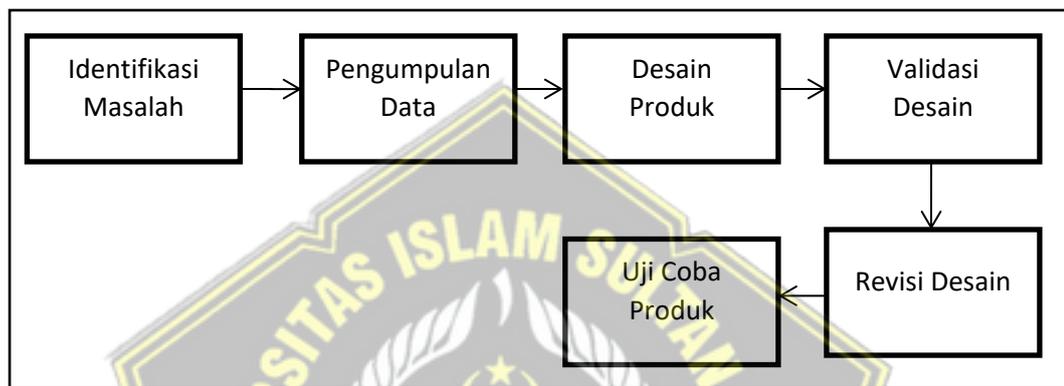
##### c) *Study* Literatur

Pengumpulan data dengan cara mengambil dari bahan-bahan kepustakaan atau membaca buku-buku yang berhubungan dengan tema penelitian.

### 3.3 Prosedur Pengembangan

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini yakni Metode *Research and Development* (RnD). Metode ini digunakan untuk menghasilkan produk tertentu yang bersifat analisi dan dapat diuji keefektifannya sehingga dapat

berfungsi di masyarakat luas. Menurut Borg and Gall (1989) penelitian RnD pada industri merupakan ujung tombak dari suatu industri dalam menghasilkan produk-produk baru yang dibutuhkan oleh pasar. Hampir 4% biaya uang digunakan untuk penelitian dan pengembangan, bahkan untuk industri farmasi dan komputer lebih dari 4%. Dalam penyusunan penelitian dengan metode RnD, peneliti harus mengikuti tahapan-tahapan pengembangan.



Gambar 3.1 *Research and Development* (RnD)

Langkah-langkah penggunaan metode *Research and Development* (RnD)

#### 1. Identifikasi Masalah

Penelitian berawal dari adanya potensi atau masalah. Potensi adalah suatu yang bila di dayagunakan akan memiliki nilai tambah. Semua potensi akan berkembang menjadi masalah bila tidak dapat di dayagunakan dan begitupun dengan masalah jika dapat didayagunakan maka dapat dijadikan potensi.

#### 2. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan untuk memperoleh suatu informasi tentang penelitian ini diataranta :

##### a) Observasi

Pengamatan secara langsung terhadap objek yang dijadikan sebagai penelitian.

##### b) Interview

Yaitu dengan cara melakukan Tanya jawab atau konsultasi yang dilakukan secara langsung dengan kepala Pemilik peternakan lele mengenai informasi-informasi yang berhubungan dengan penelitian.

c) *Study Literatur*

Pengumpulan data dengan cara mengambil dari bahan-bahan kepustakaan atau membaca buku-buku yang berhubungan dengan tema penelitian.

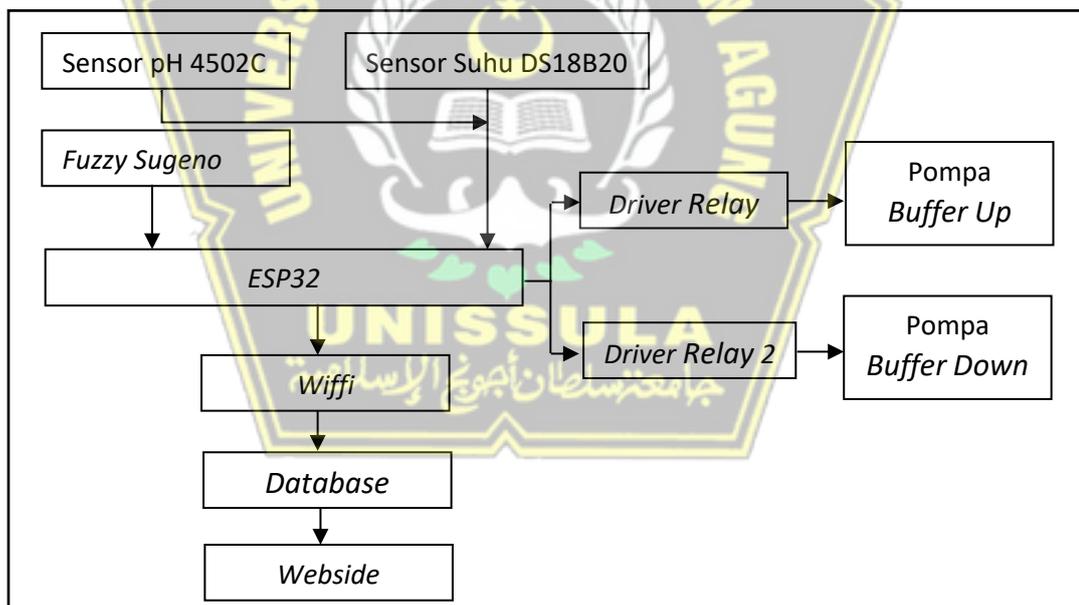
3. Desain Produk

Produk yang dihasilkan dalam penelitian *Research and Development* bermacam-macam. Tahap ini akan dimulai dengan perancangan spesifikasi sistem, perancangan perangkat lunak, keras dengan alat bantu perancangan :

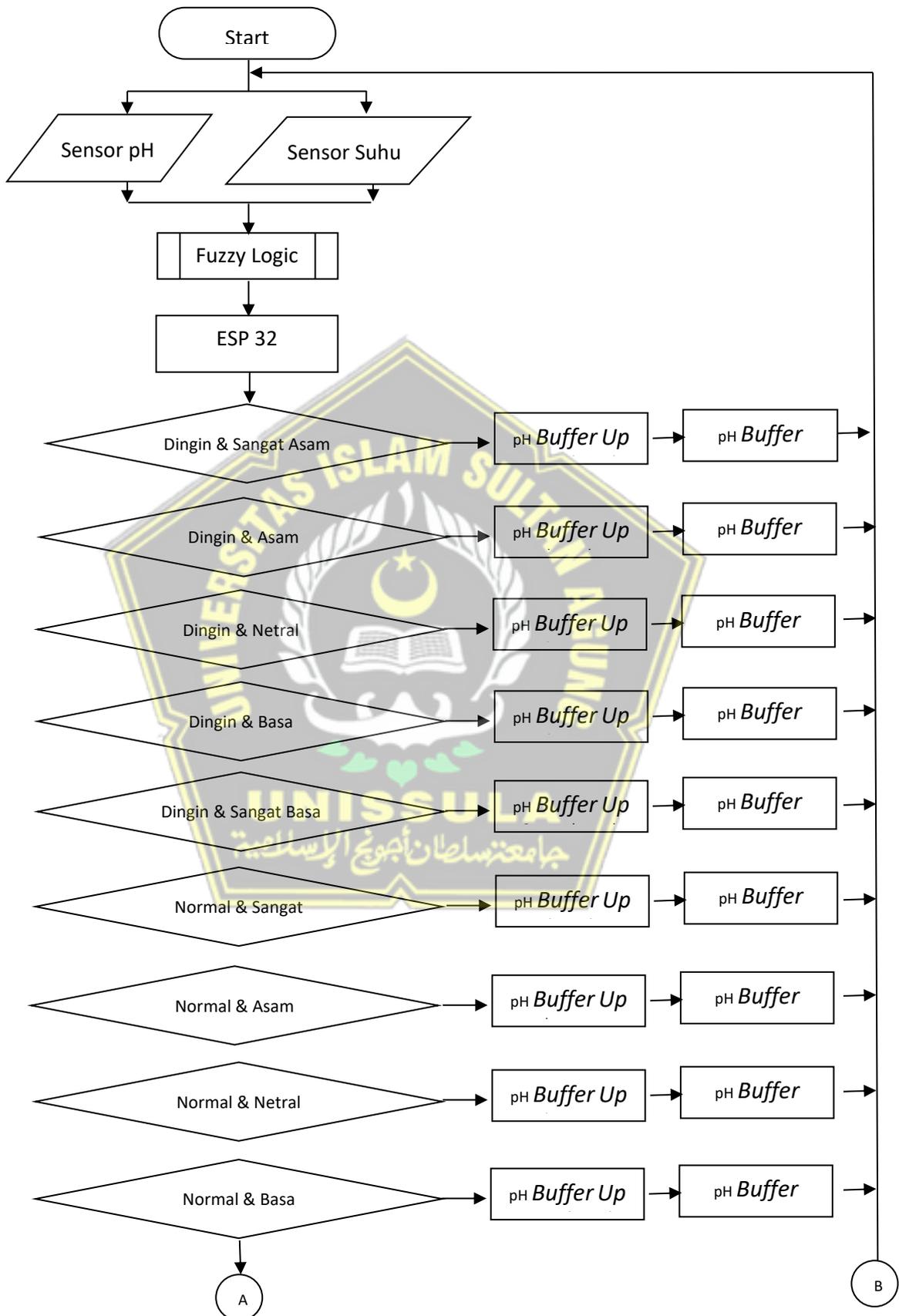
a) Merancang Sistem

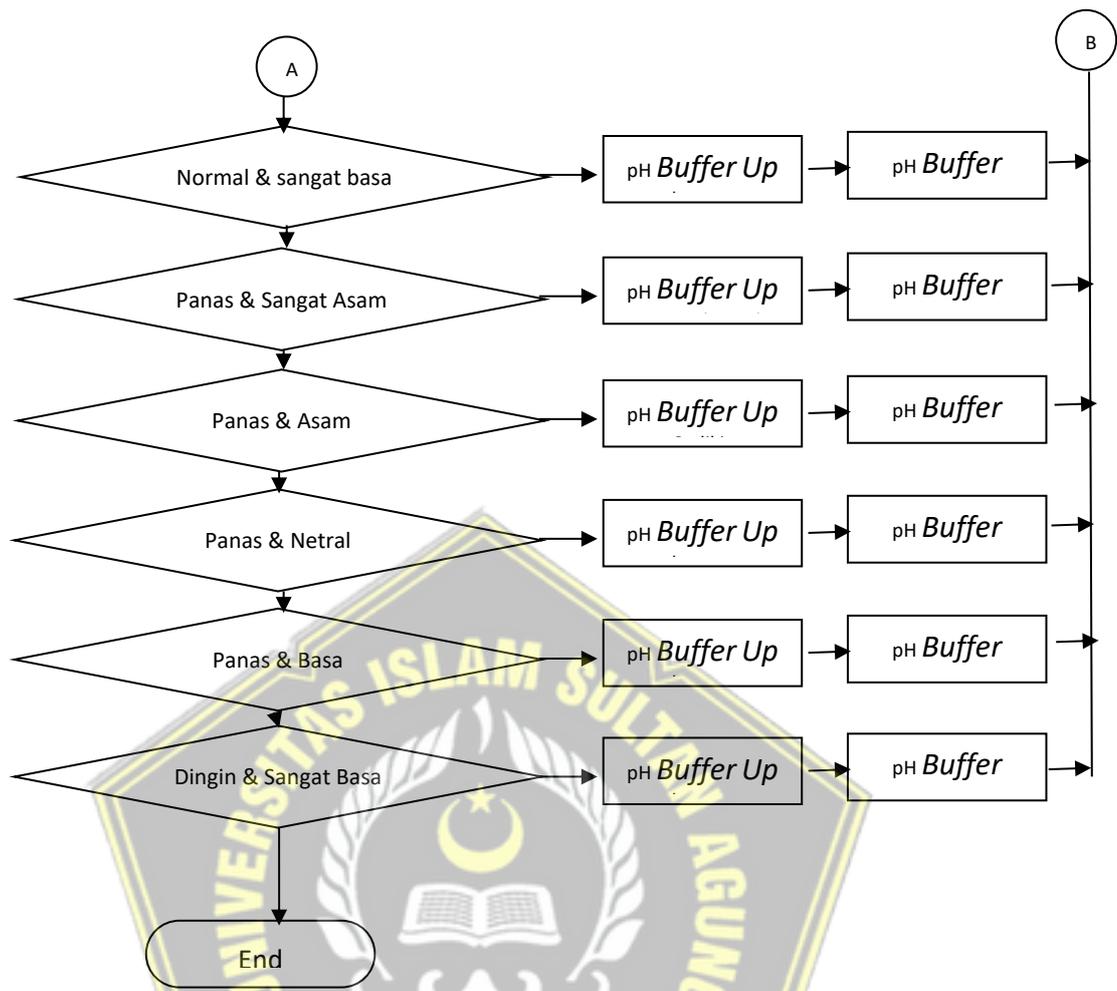
Dalam merancang *system* agar dapat digunakan secara baik dan teratur maka digunakan alat bantu berupa *flowchart*, perancangan tampilan, perancangan *hardware* dan perancangan program.

Adapun untuk perancangan *flowchart* untuk *hardware* adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 *Flowchart* Sistem *Hardware*

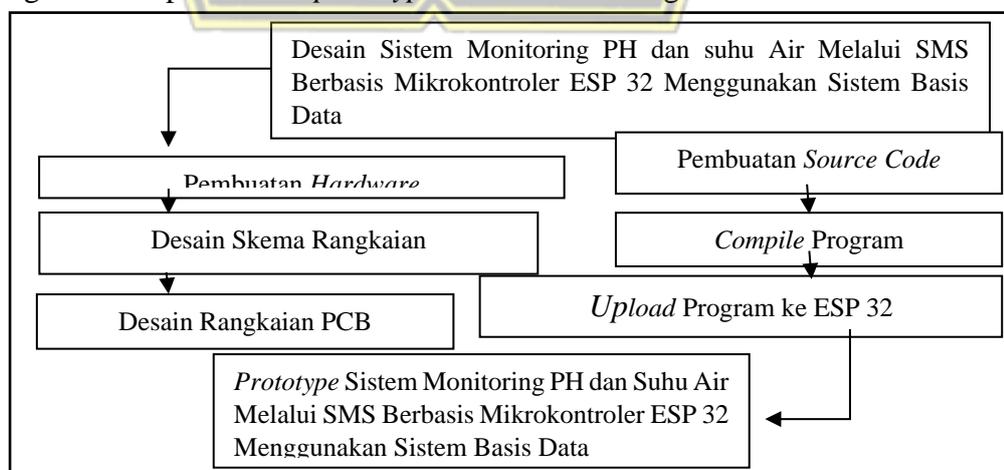




Gambar 3.3 Flowchart Kontrol pH

## b) Membuat Program

Setelah merancang *system* selanjutnya pembuatan *source code* dengan bahasa pemrograman C. pembuatan *prototype* sistem monitoring PH dan suhu air Kolam.



Gambar 3.4 Rancangan Sistem

#### 4. Rancangan *user interface*

Perancangan *user interface* pada *Website* akan menampilkan nilai dari Sensor pH, nilai dari Sensor Suhu , status dari kondisi *Buffer* dan mode kendali dalam keadaan *running* atau *Stanby*.

#### 5. Validasi Desain

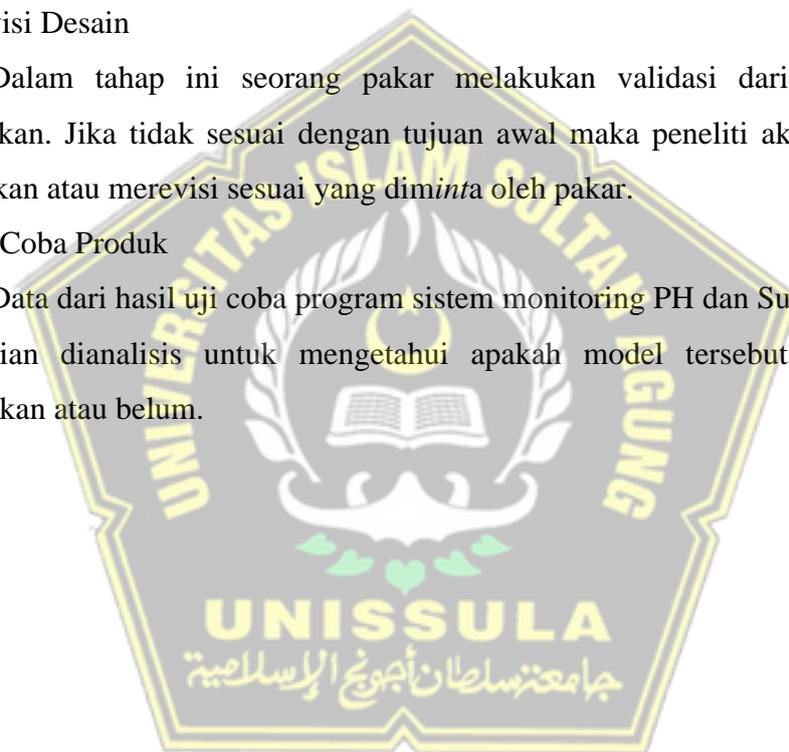
Validasi desain merupakan salah satu proses pengembangan yang dilakukan guna mengetahui tingkat keefektifan produk baru tersebut. Uji validasi menghadirkan pakar atau tenaga ahli dengan penelitian menggunakan angket.

#### 6. Revisi Desain

Dalam tahap ini seorang pakar melakukan validasi dari desain yang dihasilkan. Jika tidak sesuai dengan tujuan awal maka peneliti akan melakukan perbaikan atau merevisi sesuai yang diminta oleh pakar.

#### 7. Uji Coba Produk

Data dari hasil uji coba program sistem monitoring PH dan Suhu air tersebut kemudian dianalisis untuk mengetahui apakah model tersebut sudah layak digunakan atau belum.



## **BAB IV**

### **HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN**

#### **4.1 Hasil Penelitian**

Untuk mengasihkan produk alat yang mempunyai nilai yang presisi maka di buat rancangan untuk pengujian alat dan *system* yang sedang dikembangkan apakah sudah sesuai dengan kebutuhn dan dapat berfungsi dengan baik.

##### **4.1.1 Rancangan Pengujian Alat**

Dalam tahap ini terdapat beberapa perencanaan pengujian terhadap alat yang akan dikembangkan, yaitu :

- a) Pengujian dilakukan terhadap keakuratan pada nilai sensor pH 4502 dengan cara memasukkan kedalam larutan normal, larutan asam, dan larutan basa.
- b) Pengujian dilakukan terhadap keakuratan pada nilai sensor suhu DS18B20 dengan cara dimasukkan ke dalam wadah air panas dan wadah air dingin.
- c) Pengujian dilakukan terhadap motor pompa *Buffer up* dan pompa *Buffer Down* dengan cara memberikan kondisi pada sensor suhu DS18B20 melebihi batas nilai *setpoint* yang telah ditentukan yaitu lebih dari 32°C dan pH air dibuat Asam dengan nilai dibawah 6.
- d) Pengujian dilakukan terhadap metode Fuzzy yang telah diterapkan pada mikrokontroler ESP32 berdasarkan nilai *input* kondisi suhu dan nilai *input* kondisi pH untuk menentukan kondisi pompa *buffer up* atau pompa *buffer down* yang akan dijalankan.

##### **4.1.2 Rancangan pengujian Aplikasi**

Dalam tahap ini terdapat beberapa perencanaan pengujian terhadap sistem aplikasi yang dikembangkan, yaitu:

- a) Pengujian dilakukan pada menu utama atau main activity yang terdapat tampilan hasil nilai pH, status pH, nilai suhu dan status pompa *buffer up* dan *buffer down* yang dikirimkan oleh mikrokontroler ke real time *database Mysql*.
- b) Pengujian dilakukan pada menu utama atau main activity untuk mode pengendalian otomatis atau mode *standby*. Mode otomatis berfungsi untuk

mengaktifkan fungsi kendali pompa *buffer up* dan pompa *buffer down* berjalan untuk pemberian larutan *buffer up* dan larutan *buffer down*. Mode *standby* berfungsi untuk mematikan fungsi kendali pompa *buffer up* dan mematikan fungsi kendali pompa *buffer down* dalam mode *standby*.

#### 4.1.3 Rancangan Basis Data

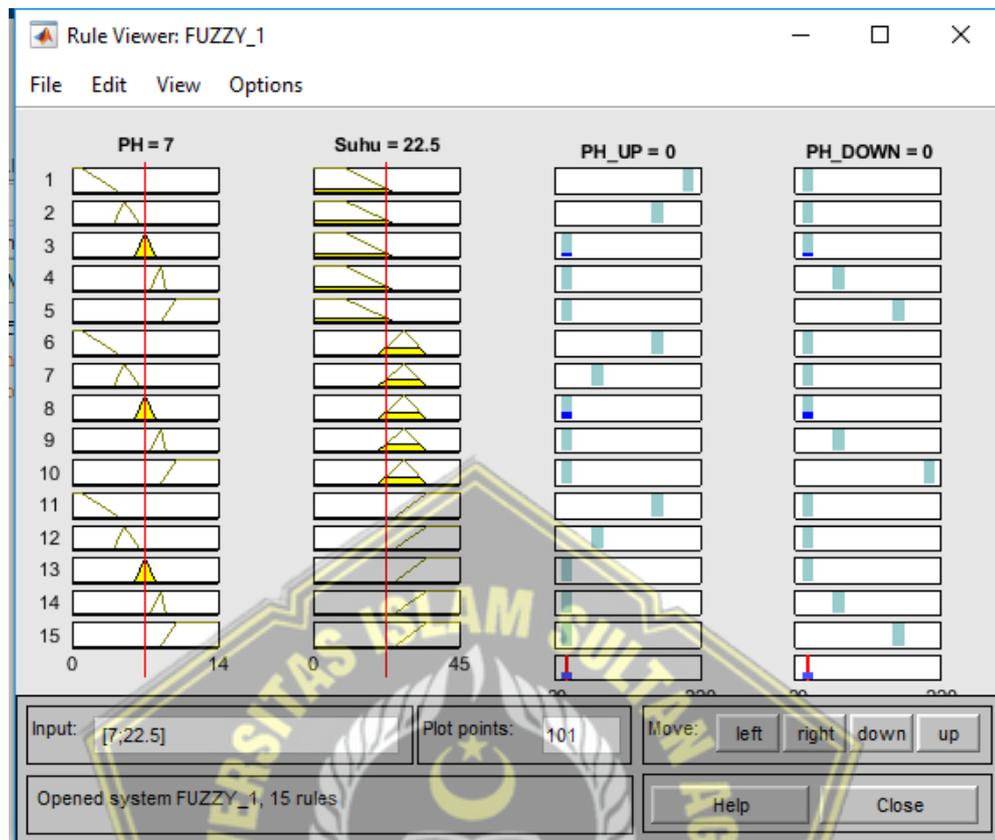
*Database* diperlukan untuk menyimpan nilai yang dihasilkan oleh Sensor pH dan Sensor Suhu, sehingga tidak kehilangan histori dari pengukuran pH dan Suhu air. Kita menggunakan *database Mysql* untuk menyimpan data sensor.

Tabel 4.1 Rancangan *Database*

Nama Field	Type	Keterangan
Nilai_ph	float	Nilai sensor pH
Nilai_suhu	float	Nilai sensor Suhu
Ph_buffer	int	Kondisi <i>buffer</i> pH
Ph_state	int	Kondisi status pH
Mode	boolean	Kondisi <i>running / stanby</i>

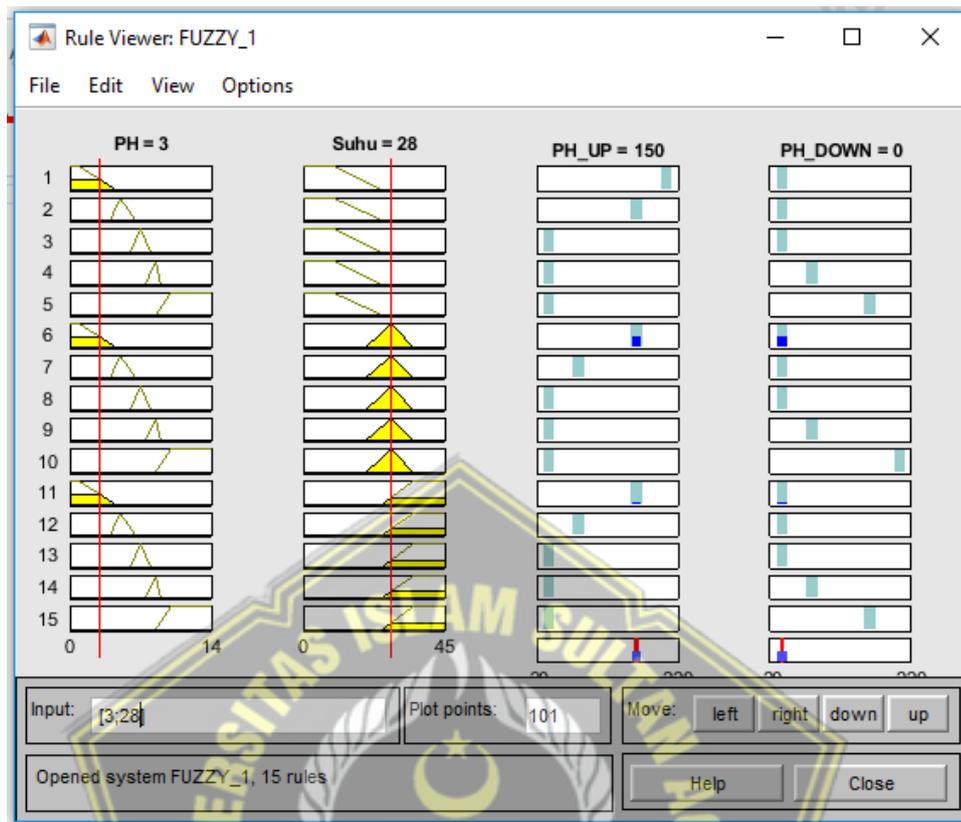
#### 4.1.4 Implementasi

Untuk mengimplementasikan basis data pengetahuan yang telah didapatkan pada bab sebelumnya untuk metode Fuzzy Logic Sugeno, tampilan hasil metode Fuzzy Logic dapat dinyatakan melalui *Fuzzy rules viewer* atau *surface viewer*. Adapun *Fuzzy rules viewer* dari sistem pengendalian kualitas air kolam lele ini menggunakan bantuan aplikasi Matlab-FuzzyToolbox.



Gambar 4.1 Fuzzy rules system pengendali pH Air Kolam

Memperlihatkan Fuzzy Logic sistem pengendalian kualitas air dengan *output* berupa jumlah cairan yang dikeluarkan oleh pompa pH *up* dan pompa pH *down* yang mendapat *input* dari nilai sensor suhu dan nilai sensor pH. Jumlah aturan Fuzzy pada *output* tersebut sebanyak 15 *rules*. Kemudian dikondisikan kembali dengan pH dan suhu air kolam yang sesuai dengan habitat asli lele, maka implementasi metode dapat dilihat dari *rules viewer* dibawah ini:



Gambar 4.2 Implementasi Metode Fuzzy

Sensor pH : 1.45  
 Sensor Suhu : 27.94 °C  
 Buffer UP : 150  
 Baffer Down : 0

Gambar 4.3 Hasil website

Hasil *website* seperti pada gambar 4.19 hendak menunjukkan hasil yang sudah di hitung melalui fuzzy Hasil web menunjukkan saran dalam wujud tampilan yang terdiri dari hasil sensor ph, sensor suhu, butter *up*, butter *down*. Hasil tampilan web ditampilkan dari hasil akhir fuzzy yang akan diproses alat suhu dan ph

## 4.2 Analisis Dan Pengujian

Pada bagian ini akan membahas mengenai tampilan alat dimulai dari kondisi alat sebelum dijalankan hingga berjalan, dan rangkaian uji coba telah selesai dilaksanakan. Berikut ini adalah tahap-tahap pengujian alat yang dijalankan.

### 4.2.1 Uji alat

Gambaran dari rancangan alat yang telah selesai dibuat untuk sistem pengendalian pH air kolam ikan lele



Gambar 4.4 Uji Alat



Gambar 4.5 Perancangan Uji coba Alat

#### 4.2.2 Pengujian Sensor pH-4502

Dilakukan dengan cara mengamati hasil pembacaan dari sensor pH yang digunakan dengan cara dimasukkan ke dalam larutan basa, larutan asam dan larutan normal.

Tabel 4.2 Hasil pengujian Sensor pH-4502

No	Jenis Larutan	Nilai Sensor pH	Digital pH Meter	Presentase
1	Asam	4.11	4.01	2.5%
2	Normal	6.8	6.68	1.7%
3	Basa	9.2	9.01	2.1%
<b>Rata-rata Selisih Pengujian</b>				2.1%

### 4.2.3 Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Dilakukan dengan cara memasukkan sensor suhu DS18B20 ke dalam air dengan kondisi air yang berbeda beda.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20

No	Nilai Sensor Suhu	Termometer Suhu	Presentasi
1	30	31.6	5%
2	18	19.2	6.25%
3	36	37.1	2.9%
<b>Rata-rata Selisih Pengujian</b>			4.71%

### 4.2.4 Pengujian Metode Fuzzy Pompa *Buffer Up* dan *Down*

Dilakukan dengan cara mengamati kondisi *input* nilai yang dihasilkan oleh sensor pH dan sensor suhu yang telah melalui proses defuzzyfikasi berdasarkan dari aturan-aturan yang telah ditentukan.

Tabel 4.4 Hasil pengujian Metode Fuzzy Pompa *Buffer Up* dan *Down*

Uji	Nilai Suhu	Nilai pH	Hasil	Fuzzy Rules
1	24	7	Kedua pompa mati	Pompa <i>buffer up</i> dan <i>down</i> Kosong
2	30	7.5	Kedua pompa mati	Pompa <i>buffer up</i> dan <i>down</i> Kosong
3	32	6.3	Pompa <i>buffer up</i> aktif 6.15ml	Pompa <i>buffer up</i> sedikit
4	35	9	Pompa <i>buffer down</i> aktif 150ml	Pompa <i>buffer down</i> banyak
5	21	4.2	Pompa <i>buffer up</i> aktif 131ml	Pompa <i>buffer up</i> banyak

#### 4.2.5 Perhitungan Fuzzy Sugeno

1. Perhitungan fuzzy ini untuk membuat kondisi air kolam selalu dalam keadaan normal berdasarkan suhu dan pH air.
2. *Inputan* berupa suhu air dan pH air
3. *Output* : seberapa banyak pH *Up* atau pH *Down* yang dibutuhkan
4. Himpunan *output* Fuzzy :

Sangat banyak (SB)	: 200
Banyak (B)	: 150
Normal (N)	: 100
Sedikit (S)	: 50
Kosong (K)	: 0

5. Rull 1 (R1)

**IF** (Suhu = Dingin) **AND**

(PH = Sangat\_Asam)

**THEN**

(PH *Up* = Sangat Banyak 200)

6. Rull 2 (R2)

**IF** (Suhu = Dingin) **AND**

(PH = Asam)

**THEN**

(PH *Up* = Banyak 150)

7. Rull 3 (R3)

**IF** (Suhu = Dingin) **AND**

(PH = Normal)

**THEN**

(Kosong 0)

8. Rull 4 (R4)

**IF** (Suhu = Dingin) **AND**

(PH = Basa)

**THEN**

(PH *Down* = Sedikit 50)

9. Rull 5 (R5)

**IF** (Suhu = Dingin) **AND**

(PH = Sangat\_Basa)

**THEN**

**(PH Down = Sangat Banyak 200)**

10. Rull 6 (R6)

**IF** (Suhu = Normal) **AND**

(PH = Sangat Asam)

**THEN**

**(PH Up=Banyak 150)**

11. Rull 7 (R7)

**IF** (Suhu = Normal) **AND**

(PH = Asam)

**THEN**

**(PH Up=Sedikit 50)**

12. Rull 8 (R8)

**IF** (Suhu = Normal) **AND**

(PH = Sangat\_Basa)

**THEN**

**(PH Down=Sangat\_Banyak 200)**

13. Rull 9 (R9)

**IF** (Suhu = Normal) **AND**

(PH = Basa)

**THEN**

**(PH Down=Sedikit 50)**

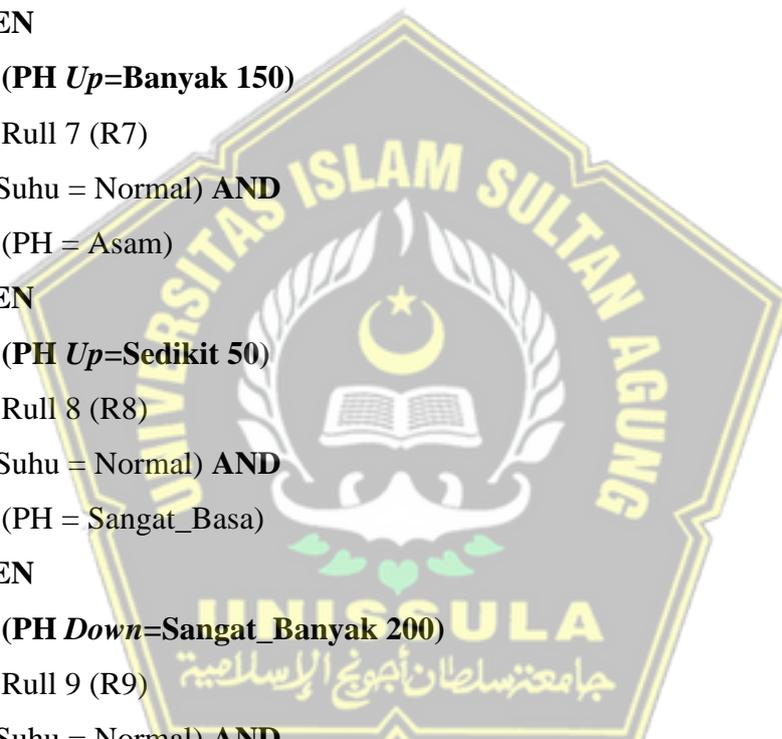
14. Rull 10 (R10)

**IF** (Suhu = Normal) **AND**

(PH = Netral)

**THEN**

**(Kosong 0)**



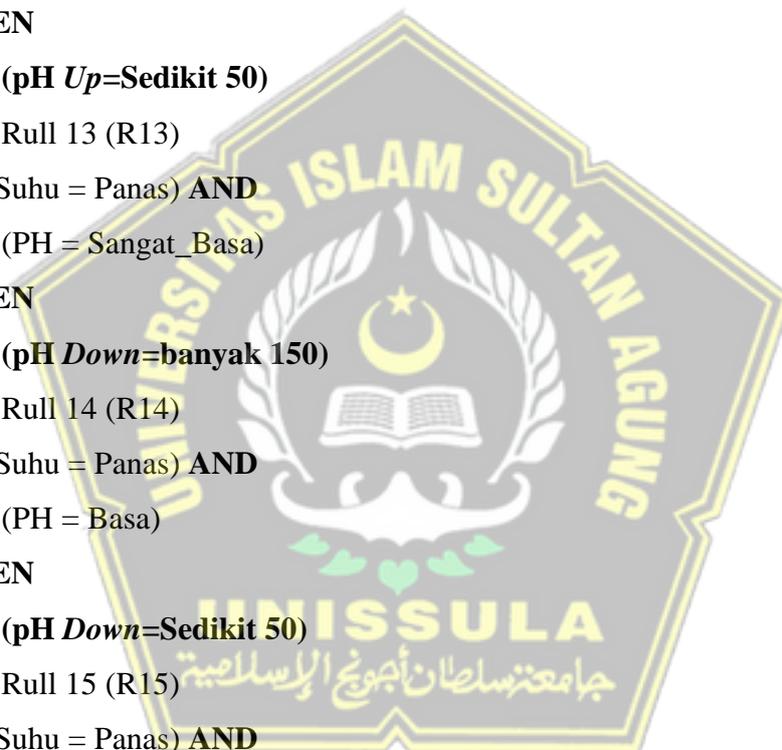
15. Rull 11 (R11)  
**IF** (Suhu = Panas) **AND**  
(PH = Sanagat\_asam)  
**THEN**  
(pH *Up*=banyak 150)

16. Rull 12 (R12)  
**IF** (Suhu = Panas) **AND**  
(PH = asam)  
**THEN**  
(pH *Up*=Sedikit 50)

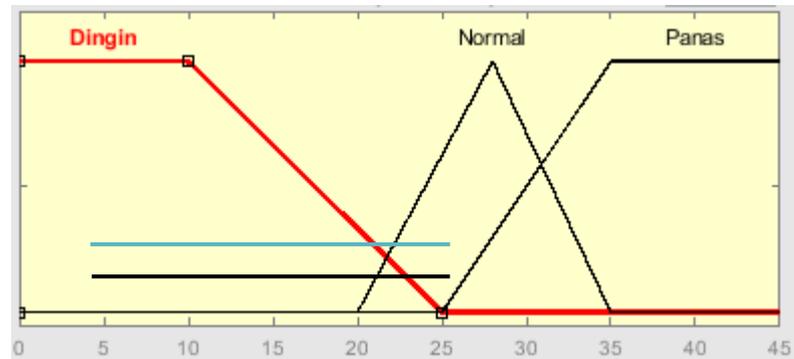
17. Rull 13 (R13)  
**IF** (Suhu = Panas) **AND**  
(PH = Sangat\_Basa)  
**THEN**  
(pH *Down*=banyak 150)

18. Rull 14 (R14)  
**IF** (Suhu = Panas) **AND**  
(PH = Basa)  
**THEN**  
(pH *Down*=Sedikit 50)

19. Rull 15 (R15)  
**IF** (Suhu = Panas) **AND**  
(PH = Netral)  
**THEN**  
(Kosong 0)



## 20. Variable fuzzy Suhu



Suhu : 21°C

$$\text{Dingin} = \frac{25-21}{25-20} = \frac{4}{5} = 0.8$$

$$\text{Normal} = \frac{21-20}{25-20} = \frac{1}{5} = 0.2$$

$$\text{Panas} = 0$$

## a. Variable Fuzzy pH



pH air : 5.5

$$\text{Sangat asam} = 0$$

$$\text{Asam} = \frac{6-5.5}{6-4} = \frac{0.5}{2} = 0.25$$

$$\text{Normal} = 0$$

$$\text{Basa} = 0$$

$$\text{Sangat Basa} = 0$$

## b. {Rules Evaluatin (1)

Jika Suhu 21(dingin) dan pH 5.5 (asam) , maka pH *Buffer Up* 150

$$\alpha_1 = \mu_{\text{PredikatR1}}$$

$$= \min(\mu_{\text{suhu}}[21], \mu_{\text{pH}}[5.1])$$

$$= \min(0.8, 0.25)$$

$$= 0.25$$

$$\text{Nilai } z_1 = 150$$

c. *{Rulless Evaluatin (2)}*

Jika Suhu 21(normal) dan pH 5.5 (asam) , maka pH *Buffer Up* 50

$$A_2 = \mu_{\text{PredikatR2}}$$

$$= \min(\mu_{\text{suhu}[21]}, \mu_{\text{pH}[5.1]})$$

$$= \min(0.2, 0.25)$$

$$= 0.2$$

$$\text{Nilai } z_2 = 50$$

d. Pencari nilai z

$$Z = \frac{(0.25 * 150) + (0.2 * 50)}{0.25 + 0.2}$$

$$= 37.5 + 10 / 0.45$$

$$= 47.5 / 0.45$$

$$= 105.56$$

Maka *output* dari fuzzy adalah pH *Buffer Up* sebesar : 105.56 atau dibulatkan menjadi 106

#### 4.2.6 Pengujian Aplikasi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bahwa aplikasi yang dirancang telah berfungsi dengan baik sesuai harapan peneliti. Pengujian ini pada proses pengendalian pada rangkaian mikrokontroler dan dilakukan menggunakan *website* yang telah terpasang aplikasi pengendalian kualitas air kolam ikan lele.

Tabel 4.5 Hasil pengujian Aplikasi

No	Nama	Hasil yang diharapkan	validasi	
			Y	T
1	Main utama	Menampilkan nilai Sensor pH dan suhu, status <i>Buffer</i>	√	
2	Mode	Muncul <i>running</i> atau Stanby	√	

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengujian dan percobaan terhadap penerapan Fuzzy Logic Dalam Sistem Kualitas Air Kolam ikan Berdasarkan pH dan Suhu, maka kesimpulan yang didapat adalah:

1. Penelitian ini telah berhasil membuat perancangan alat dan sistem pengendalian kualitas air kolam dengan memanfaatkan *Internet of Things*.
2. Penelitian ini telah berhasil mengendalikan kualitas air kolam ikan lele dengan bantuan sensor pH-4502 dan sensor suhu DS18B20, tetapi sensor yang digunakan memiliki selisih nilai rata-rata pembacaan nilai. Seperti sensor pH memiliki selisih nilai rata-rata sebesar 2,1% dan sensor suhu memiliki selisih nilai rata-rata pembacaan sebesar 4,71%.
3. Penelitian ini telah berhasil mengimplementasikan metode Fuzzy Logic Sugeno untuk dapat mengendalikan pompa air pH pada kolam budidaya ikan lele agar tetap pada kondisi normal.

#### **5.2 Saran**

Terdapat saran yang diperlukan untuk membuat penerapan Fuzzy Logic Dalam Sistem Kualitas Air Kolam ikan Lele Berdasarkan pH dan Suhu ini berjalan dengan lebih baik lagi, yaitu:

1. Diharapkan agar dapat menambahkan beberapa fitur pengendalian pada alat agar tidak hanya pada kendali pompa pH saja.
2. Penggunaan sensor pH dan sensor suhu mungkin dapat dioptimalkan dengan menggunakan jenis sensor yang lebih baik lagi.
3. Sistem pengendalian kualitas air kolam Ikan Lele ini dapat ditambahkan dengan fungsi kendali lain seperti, kendali kadar oksigen dan kendali kadar mineral terlarut.
4. Sistem pengendalian kualitas air kolam Ikan Lele ini dapat digabungkan dengan sistem (Smart Tank) yang berguna untuk pengurusan air kolam Ikan Lele.

## DAFTAR PUSTAKA

- Efendi, S. (2022). *System Pendukung Keputusan : Teori, Konsep Dan Implementasi Metode*. Jakarta: CV Cattleva Darma Fortuna.
- Elfira Febriani, S. (2022). *Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi*. Banyuwangi: Wawasan Ilmu.
- Fuad. (2019). *Pertumbuhan Ikan Lele*.
- Geetha, S. &. (2017). *Internet Of Things Enabled Real Time Water Quality Monitoring System*. Springer.
- Kairuman. (2018). *Budidaya Ikan Lele*.
- M. Gufran, K. (2010). *Panduan Lengkap Memelihara Ikan Air Tawar Di Kolam Terpal*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Patel, K. K. (2016). *Internet Of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges*. JESC.
- Pertanian, K. (2019). *Statistik Lahan Pertanian Tahun 2014-2018*. Jakarta: Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal – Kementerian Pertanian 2019.
- Saravanan, K. A. (2018). *Real-Time Water Quality Monitoring Using Internet Of Things In SCADA*. Springer.
- Setiawan, C. (2010). *Jurus Sukses Budi Daya Lobster Air Tawar*. Cianjur Jawa Barat: PT Agro Media Pustaka.
- Sudradjat. (2018). *Dasar Dasar Fuzzy Logic*. Bandung.
- Sudradjat. (N.D.). *Dasar Dasar Fuzzy Logic*. Bandung.
- Suhenda. (2020). *Pertumbuhan Dan Perkembangan Ikan*.
- Toro, E. S. (2019). *Internet Of Things Dengan Python, ESP32, Dan Raspberry PI*. Malang: UB Press.
- Zarazua, G. M. (2010). *An Automated Recirculation Aquaculture System Based On Fuzzy Logic Control For Aquaculture Production Of Tilapia (Oreochromis Niloticus)*. Springer.

Zarazua, G. M. (2019). *Fuzzy-Logic-Based Feeder System For Intensive Tilapia Production (Oreochromis Niloticus)*. Springer.

