

**RANCANG BANGUN ALAT PEMANTAU DAN
PENGENDALI SUHU DAN PH AIR PADA KOLAM IKAN
GABUS BERBASIS IoT**

(Skripsi)

Oleh:

**GUSTI LUTFI FIKRI
NPM 2015031049**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

RANCANG BANGUN ALAT PEMANTAU DAN PENGENDALI SUHU DAN PH AIR PADA KOLAM IKAN GABUS BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Oleh

Gusti Lutfi Fikri

Teknologi *Internet of Things* (IoT) telah menghadirkan inovasi dalam bidang perikanan. Kondisi lingkungan kolam ikan dapat dipantau dan dikendalikan secara otomatis menggunakan teknologi IoT. Ikan gabus dikenal karena memiliki kandungan albumin yang tinggi, menjadikannya sebagai obat alternatif untuk penyakit hipoalbumin dan penyembuhan luka pasca operasi. Salah satu faktor yang dapat menghambat pembudidayaan ikan gabus adalah kualitas air. Terdapat beberapa parameter yang diperhatikan dalam kualitas air, di antaranya suhu dan pH. Penelitian ini merancang prototipe alat pemantau dan pengontrol suhu serta pH berbasis IoT, dengan menggunakan sensor suhu dan pH sebagai parameter utama serta dua buah aktuator, yaitu pompa *filter* dan pompa *aerator*. Data dari sensor diproses oleh ESP32 dan ditampilkan pada platform *Thingspeak*. Sistem ini menerapkan metode fuzzy logic yang menghasilkan durasi operasional dari pompa *aerator* dan pompa *filter* untuk menjaga kualitas air pada kolam ikan gabus. Air kolam ikan gabus yang diinginkan memiliki rentang suhu antara 25-32 °C dan rentang pH antara 6,5-9. Saat pengujian sensor, didapatkan rata-rata selisih yang dihasilkan oleh sensor suhu sebesar 0,174 °C dan sensor pH sebesar 0,176. Selain itu, pengujian hasil pada output logika fuzzy sistem terhadap aturan (*rule*) menunjukkan akurasi sebesar 97,2%.

Kata Kunci : Ikan Gabus, Internet Of Things, Fuzzy Logic, ThingSpeak

ABSTRACT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF TEMPERATURE AND PH MONITORING AND CONTROL DEVICE FOR SNAKEHEAD FISH POND BASED INTERNET OF THINGS

BY

Gusti Lutfi Fikri

Internet of Things (IoT) technology has brought innovation in the field of fisheries. The environmental conditions of fish ponds can be monitored and controlled automatically using IoT technology. Snakehead fish is known for its high albumin content, making it an alternative medicine for hypoalbumin disease and postoperative wound healing. One of the factors that can hinder the cultivation of snakehead fish is water quality. There are several parameters that are considered in water quality, including temperature and pH. This research designs a prototype of an IoT-based temperature and pH monitoring and control device, using temperature and pH sensors as the main parameters and two actuators, namely a filter pump and an aerator pump. Data from the sensors is processed by ESP32 and displayed on the Thingspeak platform. This system applies a fuzzy logic method that generates the operational duration of the filter pump and aerator pump to maintain water quality in the snakehead fish pond. The desired snakehead fish pond water has a temperature range between 25-32°C and a pH range between 6.5-9. When testing the sensors, the average difference produced by the temperature sensor is 0.174 °C and the pH sensor is 0.176. In addition, testing the results on the system's fuzzy logic output against the rules shows an accuracy of 97.2%.

Keywords: Snakehead Fish, Internet Of Things, Fuzzy Logic, ThingSpeak

**RANCANG BANGUN ALAT PEMANTAU DAN PENGENDALI
SUHU DAN PH AIR PADA KOLAM IKAN GABUS BERBASIS IoT**

**Oleh :
GUSTI LUTFI FIKRI**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

**Pada
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2024

Judul Skripsi

**RANCANG BANGUN ALAT PEMANTAU
DAN PENGENDALI SUHU DAN PH AIR
PADA KOLAM IKAN GABUS BERBASIS IoT**

Nama Mahasiswa

Gusti Tufi Fikri

Nomor Pokok Mahasiswa

2015031049

Jurusan

Teknik Elektro

Fakultas

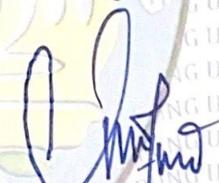
Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Ir. Emir Nasrullah, M.Eng.
NIP. 19600614 199402 1 001



Umi Murdika, S.T. M.T.
NIP. 19720206 200501 2 002

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Herlinawati, S.T., M.T.
NIP. 19710314 199903 2 001

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Sumadi, S.T., M.T.
NIP. 19731104 200003 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Ir. Emir Nasrullah, M.Eng.**

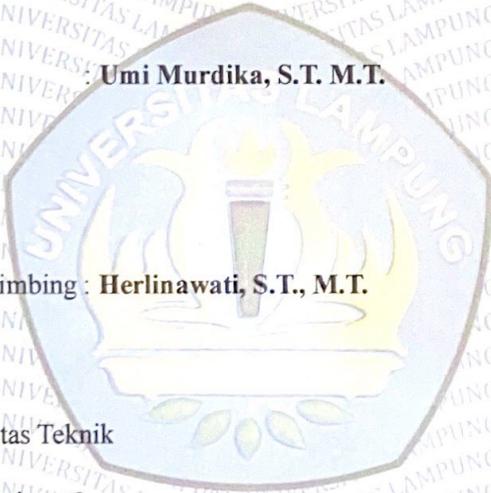
Sekretaris : **Umi Murdika, S.T. M.T.**

Penguji
Bukan Pembimbing : **Herlinawati, S.T., M.T.**

2. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.
NIP. 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **14 Agustus 2024**



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pemantau dan Pengendali Suhu dan Ph Air Pada Kolam Ikan Gabus Berbasis IoT” merupakan karya saya sendiri dan bukan karya orang lain. Semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti skripsi saya merupakan hasil penjiplakan atau dibuat orang lain, maka bersedia menerima sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 30 Agustus 2024




Gusti Lutfi Fikri
NPM 2015031049

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Jakarta pada tanggal 19 Februari 2002. Penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Gustop Amatiria dan Ibu Ida Subardiah Pelitawati. Penulis menamatkan pendidikan di Sekolah Dasar Al-Kautsar Bandar Lampung pada tahun 2014, melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di SMP IT Daarul Ilmi Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2017, serta menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAI Nurul Fikri Boarding School Serang.

Pada tahun 2020, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO), menjabat sebagai anggota Departemen Pendidikan dan Pengembangan Diri pada periode 2021 dan 2022. Penulis juga aktif sebagai asisten Laboratorium Pengukuran Besaran Listrik sejak tahun 2022, dan berkesempatan menjadi asisten pada Praktikum Pengukuran Besaran Listrik serta Praktikum Rangkaian Listrik.

Penulis melaksanakan kerja praktik di PT. PLN Nusantara Power UPK Tarahan Lampung dalam divisi Engineering pada tanggal 3 Juli 2023 sampai dengan 31 Juli 2023. Laporan kerja praktik yang disusun berjudul “Penggunaan Sensor Fotoakustik dalam Sistem Pemantauan DGA Online untuk Analisis Gas Terlarut dalam Minyak Isolasi Transformator: Studi Kasus di PLTU Tarahan” tahun 2023.



PERSEMBAHAN



Dengan Ridho Allah SWT

Teriring shalawat kepada Nabi Muhammad SAW Karya Tulis ini ku
persembahkan untuk:

Ayah dan Ibuku Tercinta

Gustop Amatiria dan Ida Subardiah

Serta Kakak-Kakak dan Adikku Tersayang

Ayu Gustida Fajrin

Gusti Muhammad Rizky

Gusti Ridho Nugroho

Terimakasih untuk semua dukungan dan doa selama ini Sehingga aku dapat
menyelesaikan hasil karyaku ini



MOTTO

“Cara untuk memulai adalah berhenti berbicara dan mulai melakukan”.

(Walt Disney)

“Jangan pergi mengikuti kemana jalan akan berujung. Buat jalanmu sendiri dan tinggalkanlah jejak.”

(Ralph Waldo Emerson)

"Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri."

(Q.S Ar-Ra'd: 11)

SANWACANA

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Rancang Bangun Alat Pemantau Dan Pengendali Suhu Dan Ph Air Pada Kolam Ikan Gabus Berbasis IoT.”** Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang tuaku tercinta Bapak Gustop Amatiria dan ibu Ida Subardiah, terimakasih atas segala cinta, kasih sayang, perhatian, dukungan, ridho dan doa pada setiap jalan perjuangan selama ini yang tiada hentinya.
2. Saudaraku-saudaraku tersayang Wo Ayu, Do Kiki, dan Dek Rido yang menjadi penyemangat dan memberikan doa untuk penulis, semoga kelak kita menjadi orang yang sukses agar dapat membahagiakan dan membanggakan Orang tua kita.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A. IPM., ASEAN.Eng., selaku Rektor Universitas Lampung
4. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung
5. Ibu Herlinawati, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung dan dosen penguji yang telah memberikan kritik, masukan, saran, serta motivasi yang berharga dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Sumadi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Lampung

7. Bapak Ir. Emir Nasrullah, M.Eng., selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, dan pandangan hidup kepada penulis dalam penyusunan Skripsi ini.
8. Ibu Umi Murdika, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, nasihat dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan Skripsi ini.
9. Ibu Dr. Eng. Endah Komalasari., S.T., M.T., selaku dosen pembimbing akademik (PA) yang telah memberikan nasihat, arahan, bimbingan dengan baik dan tulus kepada penulis selama perkuliahan.
10. Ibu Yetti Yuniati, S.T., M.T selaku Kepala Laboratorium dan PLP Laboratorium Pengukuran Besaran Listrik, atas ilmu dan pengalaman yang telah penulis peroleh selama menjadi asisten di laboratorium tersebut. Bimbingan dan kesempatan yang diberikan sangat berharga dalam proses belajar penulis.
11. Bapak Baiqodar, S.T., selaku PLP Laboratorium Pengukuran Besaran Listrik, atas ilmu dan pengalaman yang telah penulis peroleh selama menjadi asisten di laboratorium tersebut. Bimbingan dan kesempatan yang diberikan sangat berharga dalam proses belajar penulis.
12. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung yang telah memberikan pengajaran dan pandangan hidup selama perkuliahan.
13. Staff administrasi Jurusan Teknik Elektro dan Fakultas Teknik Universitas Lampung yang telah membantu penulis dalam hal administrasi.
14. Sahabat-sahabat tercinta: Affan, Dian, Fadhil, Irham, Sandro, dan Sidik. Terima kasih atas segala pengalaman yang telah kita lalui bersama dan dukungan yang tak pernah putus. Keberadaan kalian selalu menjadi sumber inspirasi dan semangat bagi penulis.
15. Rekan-rekan Asisten Laboratorium Pengukuran Besaran Listrik Dendi, Frans, Refhito, Aldo, Irfan, Cahya, Desi, Tiara, Rachma serta adik-adik asisten angkatan 21 dan 22 yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
16. Kak ferry, Kak Josep dan Kak Hari yang telah membimbing serta membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

17. Segenap Keluarga Besar Angkatan HELLIOS 2020, dan teman-teman yang telah menjadi rekan skripsi selama di lab.
18. Rekan-rekan HIMATRO UNILA serta kakak-kakak dan adik-adik tingkat di Jurusan Teknik Elektro.
19. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dan kesalahan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak demi perbaikan dan kemajuan bersama. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan kontribusi bagi semua pihak.

Bandar Lampung, 3 September 2024
Penulis,

Gusti Lutfi Fikri

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xx
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Perumusan Masalah	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Hipotesis	3
1.7. Sistematika Penulisan	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Ikan Gabus	6
2.3 Logika <i>Fuzzy</i>	7
2.4 Himpunan <i>Fuzzy</i>	8
2.4.1. Fungsi Keanggotaan	8
2.4.2. Tahapan Sistem Fuzzy	12
2.5 <i>Internet of Things</i> (IoT)	14
2.6 ESP32.....	14
2.7 Sensor PH	14
2.8 Sensor Suhu	15
2.9 Relay	16
2.10 <i>Container Box</i>	17

2.11 <i>Aerator</i>	18
2.12 Filter Akuarium.....	18
2.13 Arduino IDE	19
2.14 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	19
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1 Alat dan Bahan.....	22
3.2 Tahapan Penelitian.....	23
3.3 Diagram alir penelitian	24
3.4 Prosedur Penelitian	25
3.4.1 Persiapan Wadah	25
3.4.2 Persiapan Aktuator	26
3.4.3 Penebaran Ikan	26
3.5 Diagram Blok Perancangan Alat	27
3.6 Diagram Blok Pengendali Suhu dan pH	28
3.7 Diagram Alir Sistem <i>Fuzzy Logic</i>	28
3.8 Perancangan Fuzzy pada Matlab	32
3.9 Perancangan Sistem <i>Internet Of Things</i>	34
3.10 Pembuatan <i>Channel Thingspeak</i>	36
3.11 Sketsa Perancangan Alat.....	39
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1 Implementasi Perancangan	40
4.1.1 Wiring Diagram	41
4.1.2 Prinsip Kerja Sistem Perancangan.....	42
4.2 Pengujian Alat.....	42
4.2.1 Pengujian LCD 16x2	42
4.2.2 Pengujian Sensor pH	43
4.2.3 Pengujian Sensor Suhu DS18B20	45
4.2.4 Pengujian Sistem Keseluruhan	47
4.3 Perancangan <i>Fuzzy</i> Pada Matlab.....	48
4.3.1 Fuzzifikasi	48
4.3.2 Aturan Fuzzy	52
4.3.3 Pengujian Logika Fuzzy Pada Matlab	53
4.4 Perhitungan Pada Logika <i>Fuzzy</i>	54
4.4.1 Pengambilan Data Pemantau dan Pengendali Suhu dan pH Menggunakan Metode Fuzzy	67

4.5 Tampilan Dari <i>Thingspeak</i>	71
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA.....	76
LAMPIRAN	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Ikan Gabus	7
2.2 Kurva Linear Turun.....	9
2.3 Kurva Linear Naik.....	10
2.4 Fungsi Keanggotaan Segitiga.....	10
2.5 Fungsi keanggotaan Trapesium	11
2.6 Tahapan Sistem <i>Fuzzy</i>	12
2.7 ESP32.....	14
2.8 Sensor pH.....	15
2.9 Sensor Suhu DS18B20.....	16
2.10 Pompa Submersible.....	17
2.11 Relay	27
2.12 Container Box	18
2.13 <i>Aerator</i>	19
2.14 Filter Akuarium.....	20
2.15 Software Arduino IDE	21
2.16 LCD 2x16.....	21
3.1 Diagram Alir Penelitian	25
3.2 Diagram Blok Perancangan Alat.....	26
3.3 Diagram Blok Sistem Kendali Suhu dan pH	27
3.4 Diagram Alir Logika <i>Fuzzy</i>	28
3.5 Tampilan Awal MATLAB 2020	32
3.6 Tampilan <i>Fuzzy</i> Pada MATLAB.....	32
3.7 Tampilan <i>Rule Fuzzy</i> Pada Matlab.....	33

3.8 Tampilan <i>Rule Viewer</i>	33
3.9 Diagram Alir Pengiriman Data ke <i>Thingspeak</i>	34
3.10 Tampilan <i>Login Thingspeak</i>	34
3.11 Membuat <i>Channel</i> Baru	35
3.12 Pengaturan <i>Field</i> Pada <i>Thingspeak</i>	35
3.13 Tampilan <i>Widget</i> pada <i>ThingSpeak</i>	36
3.14 Tampilan <i>Menu API Key</i>	36
3.15 Sketsa Pemasangan Alat	37
4.1 Rangkaian Sistem Pemantau dan Pengendali Suhu dan pH.....	38
4.2 <i>Wiring</i> Diagram Sistem Perancangan Alat	39
4.3 Hasil Pengujian LCD 16x2	41
4.4 <i>Wiring</i> Sensor pH.....	42
4.5 Pengujian Sensor pH 4502C	42
4.6 <i>Wiring</i> Sensor Suhu DS18B20	43
4.7 Pengujian Sensor Suhu DS18B20.....	44
4.8 Fungsi Keanggotaan Suhu.....	46
4.9 Fungsi keanggotaan pH.....	47
4.10 Fungsi Keanggotaan Pompa Air	48
4.11 Fungsi Keanggotaan <i>Aerator</i>	49
4.12 <i>Rule Fuzzy</i> Pada Matlab	51
4.13 Pengujian Logika Fuzzy Pada MATLAB	51
4.14 Fungsi Keanggotaan Suhu	52
4.15 Fungsi Keanggotaan Segitiga.....	58
4.16 Luas Daerah dan Momen Filter.....	59
4.17 Luas Daerah dan Momen <i>Aerator</i>	59
4.18 Tampilan <i>Login Thingspeak</i>	58
4.19 Tampilan Dashboard <i>Thingspeak</i>	59
4.20 Halaman <i>Channel</i> Sistem Pemantau Suhu dan pH (<i>Input</i>)	59
4.21 Halaman <i>Channel</i> Sistem Pemantau Suhu dan pH (<i>Output</i>)	60

4.22 Halaman Atas Sistem Pemantau Suhu dan pH60

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 standar Parameter Kualitas Air Kolam Ikan Gabus	11
2.2 Spesifikasi LCD 16x2	21
3.1 Waktu Penelitian	22
3.2 Alat dan Bahan	22
3.3 Variable <i>Input</i>	28
3.4 Aturan <i>Fuzzy</i>	29
3.5 Himpunan <i>Fuzzy Output</i>	29
4.1 Pin <i>Wiring</i> ESP32 untuk sensor pH	35
4.2 Pengujian Sensor pH 4502C	35
4.3 Pengujian Sensor pH Setelah kalibrasi	36
4.4 Pin <i>Wiring</i> ESP32 untuk sensor Suhu DS18B20	37
4.5 Pengujian Sensor Suhu.....	38
4.6 <i>Rule Fuzzy</i>	39
4.7 Perhitungan Aturan <i>Fuzzy Logic</i>	41
4.8 Pengujian Sistem (<i>Filter Output</i>).....	43
4.9 Pengujian Sistem (<i>Aerator Output</i>).....	47

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi *Internet of Things* (IoT) telah menciptakan banyak peluang baru salah satunya pada bidang perikanan. Perangkat IoT yang terkoneksi jaringan dapat memantau kondisi lingkungan dan memungkinkan pengendalian parameter lingkungan secara otomatis. Dengan menggunakan teknologi *Internet of Things*, kolam ikan gabus dapat mendeteksi perubahan kondisi dengan lebih cepat dan memungkinkan pengelolaan yang lebih cerdas dan efisien. Dalam budidaya ikan gabus, pengelolaan lingkungan kolam sangat penting untuk pertumbuhan dan kesehatan ikan. jika suhu terlalu rendah dapat mempengaruhi organisme dalam mengikat oksigen sehingga menghambat pertumbuhan. Sedangkan pada pH jika pH terlalu tinggi atau terlalu rendah akan mengganggu pertumbuhan ikan, awal munculnya penyakit dan menyebabkan faktor kematian pada ikan [1]. Metode pengelolaan tradisional yang bergantung pada pengawasan manual sering kali kurang efektif, rentan terhadap keterlambatan dalam mengidentifikasi perubahan kondisi, dan dapat berdampak negatif pada produksi ikan. Oleh karena itu, penting untuk mencari solusi yang lebih canggih dan responsif untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan kolam ikan gabus.

Penggunaan alat pemantau dan pengontrol suhu dan pH pada kolam ikan gabus berbasis IoT menjadi relevan karena diperlukan pemantauan yang akurat dan responsif. Alat ini diharapkan dapat memberikan solusi yang terintegrasi dan cerdas yang memungkinkan pengelola kolam untuk mengelola parameter lingkungan secara efektif tanpa mengalami keterlambatan yang signifikan. Teknologi sensor suhu dan pH yang lebih murah dan presisi akan digunakan dalam pembuatan alat ini. Untuk memastikan transmisi data yang akurat,

sensor-sensor ini akan terhubung ke perangkat pengontrol melalui teknologi koneksi nirkabel yang canggih. Diharapkan dengan sistem ini akan memungkinkan pertumbuhan ikan yang optimal dan pengelolaan budidaya yang lebih efisien. Selain itu, diharapkan bahwa keberhasilan penggunaan alat ini akan berdampak positif pada sektor perikanan secara keseluruhan. Teknologi ini dapat menjadi teladan dalam penerapan IoT untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pada sektor perikanan.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat membuat alat *prototype* sistem pengendali pH dan suhu secara otomatis agar dapat menjaga suhu dan pH kolam ikan gabus.
2. Dapat memantau suhu dan pH menggunakan *Internet of Things* (IoT).

1.3. Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam pengerjaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat alat *prototype* sistem pemantauan dan pengendali suhu dan pH air pada kolam ikan gabus?
2. Bagaimana mengaplikasikan *internet of things* dalam sistem pemantauan suhu dan pH pada kolam ikan gabus?

1.4. Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam pengerjaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hanya membuat *prototype* menggunakan aquarium sebagai pengganti lingkungan hidup ikan gabus
2. Aktuator yang digunakan adalah pompa *Aerator* dan pompa *Filter*.
3. Pada sistem ini menggunakan sensor suhu dan pH sebagai parameter yang diperhatikan
4. Menggunakan *Thingspeak* sebagai *platform* IoT yang dapat menyimpan dan memantau *Output* sensor suhu dan pH

1.5. Manfaat Penelitian

Rancang alat sistem yang diusulkan bertujuan untuk membantu para peternak ikan gabus dalam memantau dan mengendalikan pH dan suhu di dalam kolam secara otomatis. Ini akan membuat pengelolaan lingkungan kolam lebih mudah dan efisien, membantu menjaga kondisi yang optimal bagi ikan gabus.

1.6. Hipotesis

Alat sistem pemantauan dan pengendali pH dan suhu pada kolam ikan gabus yang dirancang dapat bekerja sesuai dengan skenario yang direncanakan, sehingga terjaminnya pH dan suhu di dalam kolam ikan sesuai dengan range yang diinginkan.

1.7. Sistematika Penulisan

Adapun Sistematika penulisan yang digunakan dalam laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, tujuan penelitian, perumusan masalah, Batasan masalah, manfaat penelitian, hipotesis, serta sistematika penulisan laporan penelitian.

II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas teori-teori yang mendukung dan referensi materi dari berbagai sumber, termasuk buku, jurnal, *data sheet*, dan penelitian ilmiah, yang digunakan untuk menulis laporan tugas akhir ini.

III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas waktu dan tempat, alat dan bahan, metode penelitian dan pelaksanaan, dan pengamatan selama tugas akhir dilakukan.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab ini membahas perancangan dan data hasil pengujian alat yang dibuat.

PENUTUP

Pada bab ini membahas kesimpulan dan rekomendasi maupun saran dari data hasil penelitian untuk meningkatkan dan meningkatkan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Bab ini berisi referensi yang ada.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya oleh F. Hidayat, A. Harijanto, and B. Supriadi dengan judul “Rancang bangun Alat Ukur Sistem Monitoring pH dan Suhu Kolam Ikan Lele Berbasis IoT dengan ESP8266”. Penelitian bertujuan membuat alat monitoring pH dan suhu pada kolam ikan lele, menggunakan mikrokontroler esp32 yang kemudian hasil dari sensor tersebut akan masuk kedalam aplikasi yang dibuat dengan *firebase* sebagai database dan *MIT App Inventor* untuk membuat aplikasi android yang dapat dijalankan pada *smartphone*[2].

Penelitian sebelumnya oleh Sukarni, Avita Ayu, Poppy Puspitasarai dkk. Dengan judul “KONTROL KUALITAS AIR KOLAM IKAN LELE BERBASIS MICROBUBBLES DAN INTERNET OF THINGS (IOT)” penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem monitoring serta kontrol kualitas air, dengan sensor salinitas, kejernihan, pH, DO, dan suhu, cara kerjanya yaitu apabila salah satu parameter yang dibaca oleh sensor melebihi batas maka *microbubbles* akan hidup untuk menjaga kualitas air[3].

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Hafizh farhandika, Sony Sumaryo, Porman Pangaribuan dengan judul “PERANCANGAN SISTEM MONITORING KUALITAS AIR SECARA REAL-TIME UNTUK BUDIDAYA PERIKANAN MENGGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC*” penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem monitor kualitas air secara *real time* menggunakan arduino uno sebagai mikrokontroler, dengan *Input* sensor pH, TDS, dan kekeruhan, sistem bekerja dengan hasil pembacaan sensor akan diolah dengan metode *Fuzzy Logic* kemudian *Output* dari *Fuzzy Logic* merupakan kondisi kualitas air tersebut yang akan ditampilkan pada

website[4].

Pada penelitian ini berbeda dengan sebelumnya, perancangan alat dibuat menggunakan metode *Fuzzy Logic* untuk mengendalikan suhu dan pH pada kolam ikan, alat ini menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama, sensor DS18B20 sebagai sensor suhu dan sensor PH 4502C sebagai sensor pH, relay digunakan sebagai saklar untuk aktuator dengan hasil *Output* berupa durasi nyala pompa *Filter* dan pompa *Aerator*.

2.2 Ikan Gabus

Ikan Gabus (*Channa striata*), atau yang lebih dikenal sebagai *striped snakehead*, merupakan salah satu jenis ikan yang mendiami perairan tawar. Ikan ini memiliki kepala yang mirip ular, agak pipih, dan ditandai dengan adanya sisik besar di atas kepalanya. Merupakan ikan konsumsi yang populer di Asia, ikan gabus memiliki morfologi yang unik, dengan tubuh silindris dan sirip punggung tunggal, serta sisik berukuran besar dan mata yang relatif besar. Warna tubuhnya cenderung abu-abu atau cokelat, sering kali dengan bercak-bercak hitam yang tersebar di berbagai bagian tubuhnya[5].

Ikan gabus hidup di perairan tropis dan subtropis, khususnya tersebar luas di kawasan Asia Tenggara, termasuk di sungai-sungai dengan aliran air yang lambat, danau, rawa-rawa, dan saluran irigasi. Distribusinya mencakup sebagian besar wilayah Asia, seperti Indonesia, Malaysia, Thailand, dan Filipina.

Ikan gabus mempunyai nilai gizi yang tinggi yaitu protein 42%, lemak 1,58%, abu 6,64% dan air 4,73%. Ikan gabus juga merupakan sumber albumin alternatif untuk orang yang mengalami hipoalbumin dan luka. Luka bakar dan luka pasca operasi[4].



Gambar 2.1 Ikan Gabus

Dengan kandungan nutrisinya yang baik, ikan gabus dapat menjadi bagian dari pola makan sehat dan memberikan kontribusi positif terhadap kesehatan tubuh manusia. Oleh karena itu, pemahaman mengenai manfaat gizi ikan gabus dapat menjadi dorongan untuk lebih meningkatkan pemanfaatannya dalam industri perikanan dan konsumsi pangan.

Berdasarkan studi literatur yang dilakukan, pembudidayaan ikan gabus harus memiliki parameter pH dan suhu yang harus diperhatikan agar kualitas ikan gabus yang dihasilkan dapat tumbuh dengan baik, adapun standar parameter nilai pH dan Suhu pada ikan gabus dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut [5].

Tabel 2.1 standar Parameter Kualitas Air Kolam Ikan Gabus

No.	Parameter	Satuan	Nilai Ideal
1.	Suhu Air	°C	25 – 32
2.	pH		6,5 – 9

2.3 Logika *Fuzzy*

Logika *Fuzzy* merupakan suatu cara untuk memetakan suatu ruang masukan kedalam ruang keluaran. Ilmuwan pemrakarsa konsep himpunan *Fuzzy* adalah Professor Lotfi A. Zadeh dari California university di Barkeley pada tahun 1965. Logika ini menggunakan perhitungan matematik untuk menunjukkan ketidakjelasan atau kesamaran sebagai variabel linguistik. Ini adalah kombinasi dari pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Logika fuzzy digunakan untuk meniru penalaran dan kognisi manusia. Ini adalah pengembangan dari

logika biner, yang hanya memiliki dua nilai kebenaran, yaitu 0 atau 1. Nilai-nilai ini dianggap sebagai nilai kebenaran ekstrim tetapi memiliki tingkat kebenaran menengah yang berbeda[6].

Terdapat beberapa alasan dalam penggunaan *Fuzzy Logic* yaitu konsepnya sederhana dan mudah dimengerti, sangat mampu beradaptasi pada perubahan dan ketidakpastian dapat mentoleransi pada data yang tidak tepat, dapat mengaplikasikan pengetahuan dari para pakar dan juga dapat memodelkan fungsi *non linear* yang kompleks[6].

2.4 Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *Fuzzy* pertama kali dikembangkan pada tahun 1965 oleh Zadeh sebagai perluasan dari pengertian himpunan tegas. Dalam himpunan fuzzy, setiap anggota memiliki derajat keanggotaan bilangan dari 0 hingga 1, yang berarti bahwa suatu nilai dapat secara bersamaan bernilai benar atau salah. Namun, nilai kebenaran dan kesalahan setiap himpunan tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. [7].

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 ; & \text{jika } x \in A \\ 0 ; & \text{jika } x \notin A \end{cases}$$

Himpunan *Fuzzy* memiliki dua atribut, yaitu linguistik dan numeris. Atribut linguistik digunakan untuk menandai kelompok situasi atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti muda, parobaya, tua, dll. Nilai numerik adalah ukuran variabel, seperti 10,20,10, dll.

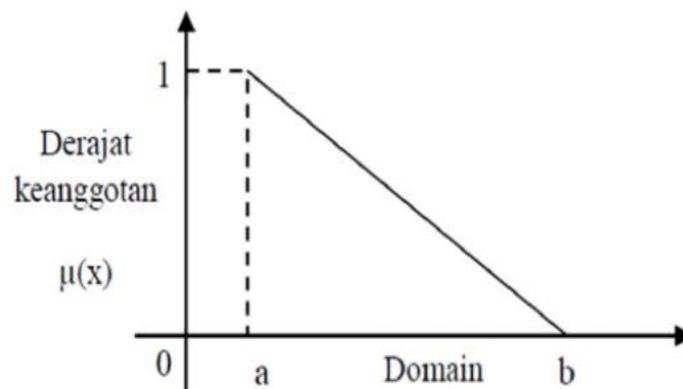
2.4.1. Fungsi Keanggotaan

fungsi keanggotaan adalah konsep dalam teori himpunan *Fuzzy* yang digunakan untuk menentukan sejauh mana suatu elemen termasuk dalam suatu himpunan *Fuzzy*. Fungsi keanggotaan, juga dikenal sebagai derajat keanggotaan, adalah suatu kurva yang memproyeksikan titik titik input data ke dalam nilai keanggotaan, atau derajat keanggotaan, dengan interval 0 hingga 1. Pendekatan fungsi adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghitung nilai keanggotaan.[7].

Dalam pemodelan logika Fuzzy, pemodelan yang tepat sangat penting karena model Fuzzy sensitif terhadap pendeskripsian himpunan Fuzzy itu sendiri. Terdapat berbagai macam pendeskripsian himpunan *Fuzzy*, diantaranya yang dapat digunakan yaitu :

Fungsi Keanggotaan Linear

Fungsi keanggotaan linear memiliki dua keadaan, dan merupakan fungsi keanggotaan yang paling sederhana yang digambarkan dengan satu garis lurus [8]. Pertama, derajat keanggotaan himpunan turun ke kanan hingga nol.



Gambar 2.2 Kurva Linear Turun

Fungsi keanggotaan linear:

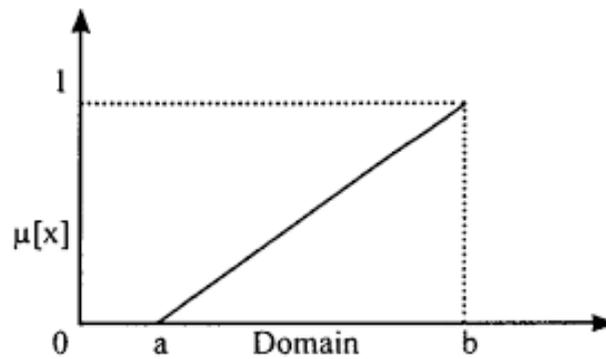
$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2.1)$$

Ket:

a : derajat keanggotaan terkecil dalam domain

b : derajat keanggotaan terbesar dalam domain

Yang kedua adalah tipe kurva linear naik, himpunan ini mengalami kenaikan dari derajat keanggotaan nol bergerak ke arah kanan menjadi keanggotaan satu.



Gambar 2.3 Kurva Linear Naik

Fungsi keanggotaan linear naik :

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2.2)$$

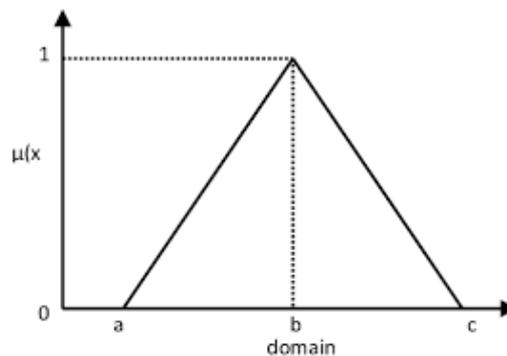
Ket :

a : derajat keanggotaan terkecil dalam domain

b : derajat keanggotaan terbesar dalam domain

Fungsi keanggotaan segitiga

Representasi kurva segitiga merupakan gabungan dari kurva linier Fungsi keanggotaan segitiga didefinisikan oleh tiga parameter, yaitu awal, puncak, dan akhir, yang masing-masing mewakili nilai keanggotaan rendah, nilai keanggotaan puncak, dan nilai keanggotaan rendah kembali[7].



Gambar 2.4 Fungsi keanggotaan segitiga

Bentuk fungsi keanggotaan segitiga:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.3)$$

Ket :

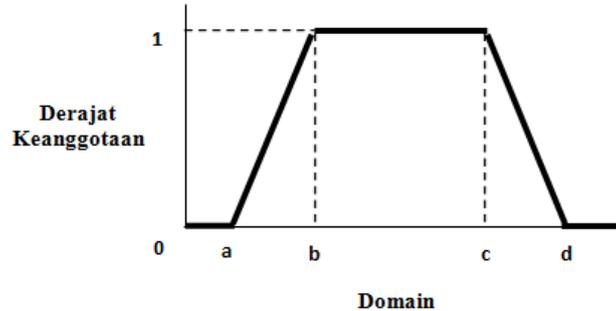
a : nilai domain terkecil saat derajat keanggotaan terkecil

b : nilai tengah domain pada derajat keanggotaan

c : nilai domain terbesar saat derajat keanggotaan terkecil

Fungsi keanggotaan trapesium

Pada dasarnya representasi kurva trapesium seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1, fungsi keanggotaan trapesium didefinisikan oleh empat parameter yang menentukan posisi dan lebar trapesium.

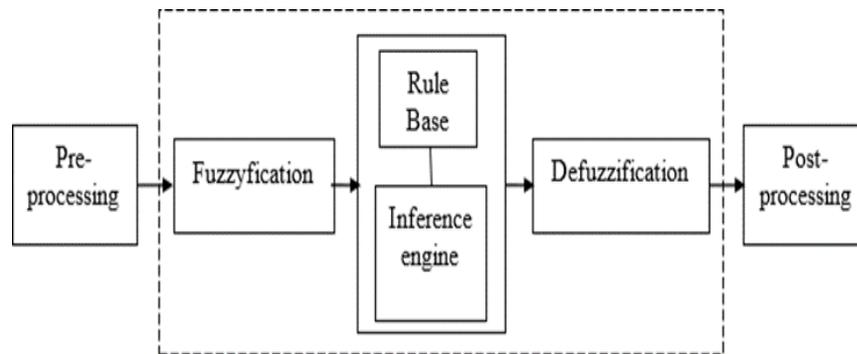


Gambar 2.5 Fungsi keanggotaan Trapesium

Bentuk fungsi keanggotaan trapesium:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & c \leq x \leq d \end{cases} \quad (2.4)$$

2.4.2. Tahapan Sistem *Fuzzy*



Gambar 2.6 Tahapan Sistem *Fuzzy*

Tahapan operasional sistem *Fuzzy* adalah fuzzifikasi, aturan *Fuzzy*, inferensi *fuzzy*, dan yang terakhir adalah defuzzifikasi. Berikut penjelasan mengenai masing masing dari tahapan tersebut:

1. Fuzzifikasi

Dalam logika fuzzy, tahap fuzzyifikasi biasanya Nilai tegas (*crisp*) diubah menjadi nilai fuzzy untuk mengatur derajat keanggotaan dalam logika fuzzy. Ini biasanya dilakukan dalam logika fuzzy untuk mengubah data yang pasti menjadi nilai linguistik yang lebih abstrak, sehingga dapat diolah dalam sistem yang menggunakan logika fuzzy[7].

2. Aturan *Fuzzy* (*Rule Fuzzy*)

Aturan *Fuzzy* adalah sekumpulan pernyataan berbasis logika *Fuzzy* yang digunakan untuk menentukan keluaran dari sistem inferensi *Fuzzy*. Pernyataan-pernyataan ini biasanya berbentuk "IF-THEN" dan digunakan untuk menghubungkan kondisi *Input* dengan tindakan atau keluaran yang diinginkan. Sebuah contoh aturan *Fuzzy* adalah "IF suhu rendah THEN putar pemanas." Penentuan kaidah atur logika *Fuzzy* didasarkan pada pengalaman dan disusun dalam bentuk penalaran Jika-Maka (If-Then) [6]. Aturan fuzzy sangat membantu sistem pengambilan keputusan karena memungkinkan mereka untuk mengambil keputusan berdasarkan informasi yang tidak pasti atau tidak jelas. Ini karena mereka memungkinkan sistem untuk mengambil keputusan dalam situasi di mana banyak ketidakpastian. Aturan

linguistik digunakan dalam proses *fuzzy* untuk menentukan aksi kontrol apa yang harus atau tidak digunakan untuk merespon masukan. Sistem inferensi fuzzy, juga disebut FIS, menggunakan aturan pada masukan fuzzy yang dihasilkan oleh proses fuzzifikasi, dan selanjutnya mengevaluasi tiap aturan dengan masukan yang dihasilkan dari proses fuzzifikasi untuk melakukan penalaran.

3. Inferensi *Fuzzy*

Pada tahap evaluasi *Fuzzy* pada aturan *Fuzzy*, atau inferensi *Fuzzy*, sistem logika *Fuzzy* menggunakan aturan *Fuzzy* yang telah ditentukan sebelumnya untuk menghubungkan kondisi Input dengan keluaran *Fuzzy* yang diinginkan. Proses ini memungkinkan sistem untuk membuat keputusan atau memberikan respons berdasarkan apa yang mereka ketahui tentang aturan *Fuzzy* saat ini. Hasil inferensi ini kemudian dapat digunakan dalam langkah-langkah selanjutnya, seperti defuzzifikasi, untuk menghasilkan keluaran yang konkret dan dapat digunakan dalam konteks aplikasi tertentu.

4. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses yang berlawanan dengan fuzzifikasi, tetapi menggunakan fuzzifikasi untuk mengubah nilai fuzzy dari besaran fuzzy. Proses ini menetapkan hasil fuzzy, dari hasil analisis, dalam nilai fuzzy dan mengembalikannya ke nilai tegas[7]. Proses ini sangat penting untuk menghasilkan harga *crisp* yang nantinya dibutuhkan oleh sistem. Harga harga *Fuzzy* hanya dibutuhkan pada proses penyelesaian *Fuzzy*. Pada proses defuzzifikasi ini tergantung pada *Output* himpunan *Fuzzy* yang dibangkitkan dari aturan *Fuzzy*. metode *centroid* merupakan salah satu metode yang digunakan pada proses penegasan, solusi nilai tegas diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah *Fuzzy*. Secara umum dirumuskan :

$$\text{defuzzifikasi} = \frac{MT}{LT} \quad (2.5)$$

Keterangan :

MT merupakan momen total atau jumlah momen

LT merupakan luas total atau jumlah luas

2.5 *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things atau dengan singkatan IoT merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus [9]. *Internet of Things* merupakan ekologi dimana suatu objek memiliki kemampuan untuk melakukan *transfer* data melalui jaringan tanpa perlu melibatkan komunikasi manusia ke manusia ataupun manusia ke mesin. *Internet of Things* bekerja dengan menggunakan argumentasi pemrograman, yang memungkinkan sesama mesin terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarak tertentu[9].

2.6 ESP32

ESP32 adalah kelanjutan dari ESP8266 yang diperkenalkan oleh *Espressif System*. Kelebihan ESP32 termasuk harga yang terjangkau, modul *WiFi* yang terintegrasi dalam *chip*, jumlah pin yang lebih besar daripada mikrokontroler lainnya, kapasitas memori yang lebih besar, dan dukungan *Bluetooth 4.0 low energy*. Karena rentang suhunya yang luas dan kemampuan untuk beroperasi secara mandiri dan tanpa bantuan orang lain, ESP32 cocok untuk aplikasi *Internet of Things*.



Gambar 2.7 ESP32

Pada ESP32 terdapat tombol push button yaitu tombol reset dan flash. Pada pin out terdiri dari 18 pin ADC (*Analog Digital Converter*) yang berfungsi untuk mengubah sinyal analog ke digital, 2 pin DAC (*Digital Analog Converter*) yang berfungsi untuk mengubah sinyal digital ke analog, 16 pin PWM (*Pulse Width Modulation*), 10 pin sensor sentuh, 2 pin jalur antarmuka UART, serta pin antarmuka I2C, I2S, dan SPI.

2.7 Sensor PH

Sensor pH tipe 4502C mengukur konsentrasi ion hidrogen dalam larutan. Jika pH

larutan kurang dari 7, itu dianggap asam, dan jika pH lebih dari 7, itu dianggap basa atau alkali. Nilai pH 7 dianggap sebagai titik netral, dan rentang pH keseluruhan berkisar dari 1 hingga 14. Untuk mengukur keasaman atau kebasaan cairan, pH meter dan alat pengukur pH lainnya digunakan. Sensor pH meter terdiri dari elektroda kaca, biasanya berbentuk batang, dengan bohlam di bagian bawahnya. Bagian sensitif dari probe adalah bohlam.



Gambar 2.8 Sensor pH

pH meter bekerja berdasarkan pengukuran pH secara potensiometrik. Dalam sistem pengukuran pH meter, ada dua elektroda: satu elektroda kerja dan satu elektroda referensi. Pengukuran faktor pH larutan menunjukkan perbedaan potensial antara dua elektroda. Elektroda ini melihat perubahan *voltase* karena aktivitas berubah ion hidrogen (H^+) yang ada dalam larutan. Keluaran pH meter telah dikalibrasi dalam mV, dan kondisi ideal elektroda pH adalah pada suhu $25\text{ }^\circ\text{C}$. Untuk mengetahui pH larutan, Anda dapat melihat perubahan tegangan yang disebabkan oleh aktivitas ion hidrogen (H^+) dalam larutan.[10]

2.8 Sensor Suhu

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor suhu digital yang mampu mengukur suhu dalam rentang $-55\text{ }^\circ\text{C}$ hingga $+125\text{ }^\circ\text{C}$ dengan akurasi $\pm 0.5\text{ }^\circ\text{C}$ untuk suhu antara $-10\text{ }^\circ\text{C}$ dan $+85\text{ }^\circ\text{C}$. Sensor ini menggunakan protokol satu kabel (*one-wire*) yang memungkinkan pengoperasian banyak sensor DS18B20 sekaligus hanya dengan satu kabel penghubung yang sama[10].

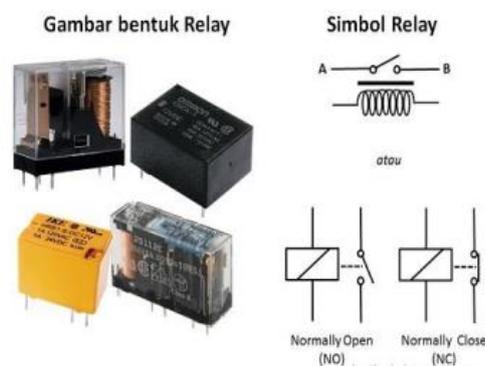


Gambar 2.9 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu ds18b20 dapat dipasang paralel dengan satu input, sehingga kita dapat menggunakan lebih dari satu sensor ds18b20, tetapi outputnya hanya dihubungkan ke satu pin mikrokontroler. Ini adalah jenis sensor suhu dengan *interface* satu jalur, yang berarti hanya membutuhkan sedikit kabel untuk dipasang.[11]. Ketika ujung logam dimasukkan ke dalam air, sensor mendeteksi suhu dalam derajat celsius karena ujungnya terhubung dengan karet elastis.

2.9 Relay

Salah satu jenis saklar listrik yang dioperasikan secara listrik adalah *relay*. Ini terdiri dari dua bagian utama yaitu *coil* (*elektromagnet*) dan seperangkat kontak saklar/saklar (*mekanikal*). *Relay* bekerja dengan prinsip *elektromagnetik* untuk menggerakkan kontak saklar, sehingga dapat menghantarkan lebih banyak listrik bertegangan dengan arus listrik yang lebih rendah.



Gambar 2.11 Relay

Relay memiliki batas kemampuan untuk mengalirkan arus listrik, yang biasanya ditulis pada relay. Karena relay memiliki ukuran yang berbeda saat digunakan, semakin besar kemampuan relay untuk mengalirkan arus listrik, dan jika relay diberi arus lebih dari 15 ampere, kontaknya mungkin akan panas, rusak, atau mengalami kerusakan

2.10 Container Box

Sejarah *Container box* dimulai pada tahun 1956 oleh Malcolm McLean, yang menciptakan konsep wadah standar untuk mengoptimalkan rantai pasok global. Penggunaan kontainer dalam konteks akuakultur mengikuti evolusi ini, dengan kontainer *box* yang dipilih karena kemudahan penggunaan, mobilitas, dan struktur yang kokoh. *Container box* untuk kolam ikan biasanya terbuat dari bahan yang aman bagi ikan, seperti plastik HDPE atau *fiberglass*, yang tahan terhadap korosi dan memberikan lingkungan yang cocok untuk pertumbuhan ikan.



Gambar 2.12 Container Box

Ukuran dan desain kontainer dipilih berdasarkan kebutuhan kolam ikan, dengan fokus pada aspek seperti drainase yang baik, sistem filtrasi, dan ventilasi yang memadai untuk menjaga kualitas air. Beberapa *container box* dilengkapi dengan perlengkapan tambahan, seperti sistem pemanas atau *Aerator*, untuk menyesuaikan kondisi lingkungan dan memastikan kesehatan ikan. Selain itu, kemudahan akses dan pemeliharaan menjadi faktor kunci dalam memilih atau merancang *container box* untuk kolam ikan.

2.11 *Aerator*

Aerator adalah alat yang digunakan untuk menambahkan oksigen terlarut dalam air. Prinsip kerja *Aerator* adalah mempertemukan air dengan oksigen yang ada di udara bebas. Aerasi dengan menggunakan *Aerator* bertujuan untuk memaksa air ke atas untuk berkontak dengan oksigen.



Gambar 2.13 *Aerator*

Aerator dalam budidaya perikanan tak hanya meningkatkan kadar oksigen di kolam, tetapi juga mempengaruhi pH air. Proses aerasi membantu menjaga stabilitas pH dengan meningkatkan keterlarutan oksigen, mencegah produksi senyawa organik yang bisa menurunkan pH, dan melalui sirkulasi air mengurangi penumpukan CO₂ yang dapat mempengaruhi pH. Kenaikan nilai DO berbanding lurus dengan kenaikan nilai pH [12]. Dengan demikian, *Aerator* tidak hanya berperan dalam memenuhi kebutuhan oksigen ikan tetapi juga menciptakan kondisi lingkungan yang optimal untuk menjaga pH air, esensial bagi pertumbuhan dan kesehatan ikan.

2.12 **Filter Akuarium**

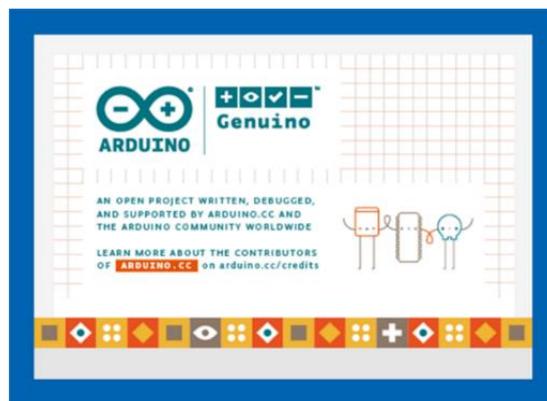
Filter akuarium berfungsi untuk menyaring air dalam akuarium, meningkatkan kualitas air dengan menghilangkan kotoran dan partikel yang tidak diinginkan. Ini penting untuk menjaga kesehatan ikan dan hewan air lainnya di dalamnya, dan penelitian ini menggunakan filter mekanis dan biologis. Filter mekanis bekerja secara mekanis sehingga hanya menyaring kotoran, Filter mekanis terbuat dari spons, ijuk, atau serat kapas. Namun, filter biologis berfungsi sebagai media untuk pertumbuhan bakteri yang mengubah amonia dan nitrit menjadi nitrat, seperti yang saya gunakan dalam penelitian ini.



Gambar 2.14 Filter Akuarium

2.13 Arduino IDE

Arduino IDE dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Java dan dilengkapi dengan library C/C++, yang dikenal sebagai Wiring, yang memudahkan operasi *Input* dan *Output*. Arduino IDE ini merupakan hasil pengembangan dari *software Processing*, yang dimodifikasi khusus untuk pemrograman Arduino. Program yang dibuat menggunakan *Arduino Software (IDE)* disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis pada editor teks serta disimpan dengan ekstensi file. Arduino IDE juga memiliki kemampuan untuk memodelkan berbagai desain rangkaian, menguji rangkaian dengan berbagai komponen, serta menganalisis sifat keseluruhan rangkaian melalui analisis AC/DC atau transien.

Gambar 2.15 *Software* Arduino IDE

2.14 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan rangkaian elektronika yang digunakan untuk menampilkan keterangan atau indikator yang diberikan kedalam mikrokontroler.



Gambar 2.16 LCD 2 x16

Penampil (*display*) elektronik adalah salah satu komponen elektronika adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan angka, huruf atau simbol-simbol lainnya. Komponen *CMOS Logic* LCD memantulkan dan mentransmisikan cahaya dari back-lit atau front-lit.

LCD 16x2 terdiri dari dua bagian utama. Yang pertama adalah panel LCD, yang berfungsi sebagai penampil informasi dalam bentuk huruf atau angka dua baris, dengan kapasitas 16 huruf atau angka per baris. Bagian kedua adalah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempelkan di balik panel LCD dan bertanggung jawab untuk mengatur tampilan informasi komunikasi LCD serta 16x2 mengatur dengan mikrokontroler. [13].

Tabel 2.1 Spesifikasi LCD 16x2

<i>Pin</i>	<i>Deskripsi</i>
1	Ground (-)
2	Vcc (+)
3	Mengatur Kontras atau pencahayaan
4	Register Select
5	Read / Write LCD Register
6	Enable
7-14	Data I/O (Input Output)
15	VCC (+) LED
16	Ground (-) LED

2.15 Thingspeak

ThingSpeak adalah platform *Internet of Things* (IoT) yang sering digunakan untuk proyek-proyek IoT, penelitian, dan aplikasi yang membutuhkan analisis data waktu nyata. Pengguna dapat mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan memvisualisasikan data secara real-time dari sensor atau perangkat *Internet of Things* dengan platform ini. *ThingSpeak* memiliki kemampuan untuk berintegrasi dengan berbagai perangkat dan sensor, serta memiliki API yang memungkinkan pengaksesan data. Untuk menciptakan *channel* di *ThingSpeak*, ikuti langkah-langkah berikut:

1. Daftar atau Masuk ke *ThingSpeak*: Kunjungi situs web *ThingSpeak* dan daftar untuk membuat akun baru atau masuk jika sudah memiliki akun.
2. Setelah masuk, di bagian atas halaman, klik menu "Channels". Kemudian, klik tombol "New Channel" untuk membuat channel baru.
3. Isi Informasi Channel: Beri nama channel dan deskripsi singkat tentang apa yang akan dilakukan channel tersebut. Kemudian isi *field-field* lainnya, seperti *Field 1*, *Field 2*, dan seterusnya, dengan nama yang sesuai dengan data yang akan dikirimkan ke *channel*, dan atur *visibilitas channel* menjadi *publik* atau *privat*. Setelah semua informasi dimasukkan, klik "Simpan Channel", dan *channel* Anda sekarang sudah dibatasi.
4. Dapatkan API Key: Setiap *channel* memiliki API Keys yang unik yang digunakan untuk mengirim dan mengambil data; klik pada *channel* yang baru dibuat, kemudian pergi ke tab "API Keys" untuk melihat dua API Keys, yaitu Write API Key untuk mengirim data ke *ThingSpeak*, dan Read API Key untuk membaca data dari *ThingSpeak*

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Alat dan bahan

No	Nama alat dan bahan	Justifikasi penggunaan
1	Laptop / PC	Merancang sistem yang dibuat serta menyusun algoritma program
2	<i>Software</i> Arduino IDE	Membuat dan mengunggah program ke ESP32
3	<i>Software</i> Matlab 2020a	Merancang dan melakukan simulasi logika <i>fuzzy</i>
4	<i>Platform</i> ThingSpeak	Sebagai <i>platform</i> IoT yang akan menampilkan nilai Suhu dan pH serta dapat memonitor kondisi hidup dan matinya aktuator
3	ESP32	Mikrokontroler yang akan mengendalikan aktuator pada sistem berbasis Iot
4	Sensor Suhu	Sensor yang membaca suhu air pada kolam ikan gabus
5	Sensor pH	Sensor yang membaca konsentrasi PH pada kolam ikan gabus
6	Modul Driver Relay	Relay digunakan sebagai saklar nyala-mati yang dikendalikan oleh sinyal yang berasal dari mikrokontroler untuk menyalakan atau mematikan Pompa <i>Filter</i> dan pompa <i>Aerator</i> .
8	<i>Power Supply</i> 5 Volt / 2 A	Sebagai sumber catu daya

9	<i>Filter Air</i>	Digunakan dalam pergantian air kolam sebagai wujud sirkulasi air bersih
10	LCD 16x2	Sebagai layar monitor yang akan menampilkan nilai Suhu dan pH
12	<i>Aerator</i>	Digunakan sebagai penstabil pH air dengan cara meningkatkan oksigen di dalam air
11	SmartpHone Android	Sebagai alat monitor yang akan menampilkan nilai pH dan suhu serta dapat memonitor kondisi hidup dan matinya aktuator berbasis IoT.
12	Thermometer	Digunakan sebagai alat pembanding untuk melakukan kalibrasi pada sensor Suhu
13	pH Meter	Digunakan sebagai alat pembanding untuk melakukan kalibrasi pada sensor pH

3.2 Tahapan Penelitian

Pada tugas akhir ini masalah yang dihadapi yaitu bagaimana membuat sistem kendali suhu dan pH air pada kolam ikan gabus menggunakan metode *Fuzzy Logic*, sehingga untuk menyelesaikan masalah tersebut terdapat beberapa tahapan dalam penelitian, yaitu sebagai berikut :

1. Studi literatur

Pada tahap studi literatur digunakan sebagai referensi dari berbagai sumber, seperti jurnal, buku, tugas akhir, artikel, dan *e-book*, serta melakukan pemeriksaan terhadap penelitian saat ini yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan.

2. Studi bimbingan

Tahap studi bimbingan berperan sebagai forum diskusi untuk mengatasi masalah yang dihadapi dan membahas materi terkait tugas akhir. Diharapkan bahwa peneliti akan memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang proses pembuatan tugas akhir melalui diskusi tentang masalah yang dihadapi dan materi tugas akhir.

3. Perancangan Sistem

Pada tahap ini, peneliti menentukan bagian apa yang diperlukan untuk membuat sistem pengendali suhu dan pH air pada kolam ikan gabus. Mereka melakukan ini dengan menggunakan sensor suhu dan pH dan menerapkan metode logika *fuzzy* pada sistem kendali suhu dan pH.

4. Pengambilan dan Pengolahan Data

Pada tahap ini, melakukan perancangan dan pembuatan alat pengendali suhu dan pH dengan menggunakan mikrokontroler ESP32, dengan *Input* sensor suhu dan pH dengan *Output* relay sebagai pengendali pompa aerator serta pompa air untuk sirkulasi kolam ikan

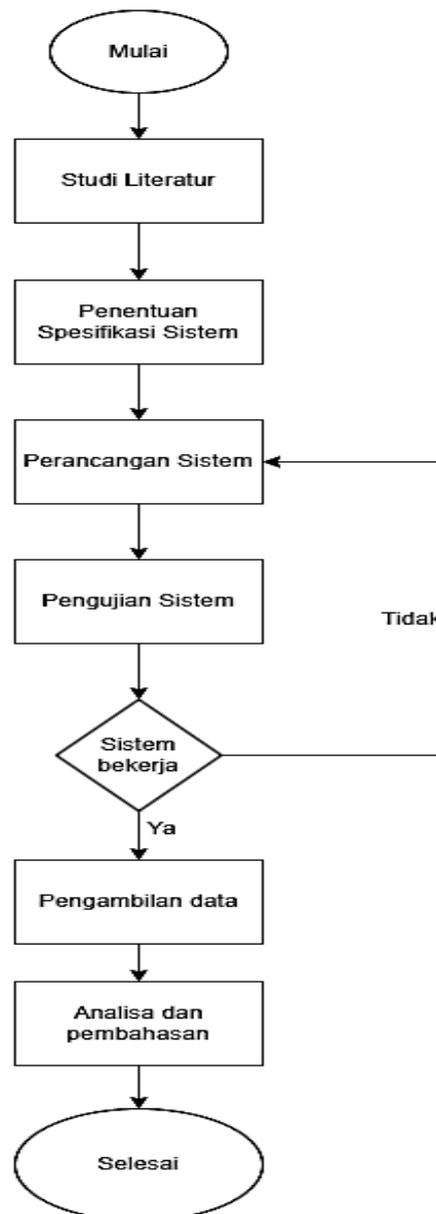
5. Pembuatan laporan

Pada tahap ini, melakukan menyajikan hasil dari penelitian dengan membuat laporan mengenai rencana penelitian dalam bentuk laporan awal dan juga hasil penelitian dalam bentuk laporan akhir

3.3 Diagram alir penelitian

Gambar 3.1 menunjukkan diagram alir penelitian yang bertujuan untuk memberikan pemahaman dan memudahkan pencapaian tahapan-tahapan dalam proses pembuatan yang dilakukan dalam penelitian ini. Diagram ini dirancang untuk membantu secara visual dalam mengidentifikasi dan mengikuti langkah-langkah yang perlu diambil selama penelitian.

Gambar 3.1 menunjukkan bahwa penelitian ini dimulai dengan pengumpulan studi literatur sebagai bahan acuan. Kemudian menentukan spesifikasi komponen yang akan digunakan untuk membangun sistem yang akan dibangun. Kemudian masuk ke tahap perancangan alat dan sistem. Setelah tahap ini selesai, sistem akan diuji dan dikirim ke tahap pengambilan data. Namun, jika sistem tidak berhasil, sistem harus diuji lagi hingga berhasil. Setelah pengambilan data selesai, langkah berikutnya adalah analisis dan diskusi hasil dari pengambilan data tersebut. Setelah itu, tahap pembuatan laporan dimulai.



Gambar 3.1 Diagram Alir penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Wadah

Wadah yang digunakan dalam penelitian berupa *container box* yang memiliki lebar 31 cm dengan panjang 48,5 cm dan tinggi 27,5 cm, sebelum digunakan wadah dicuci dan dikeringkan terlebih dahulu kemudian diberikan air sebanyak 15 liter dengan ketinggian \pm 18 cm.

3.4.2 Persiapan Aktuator

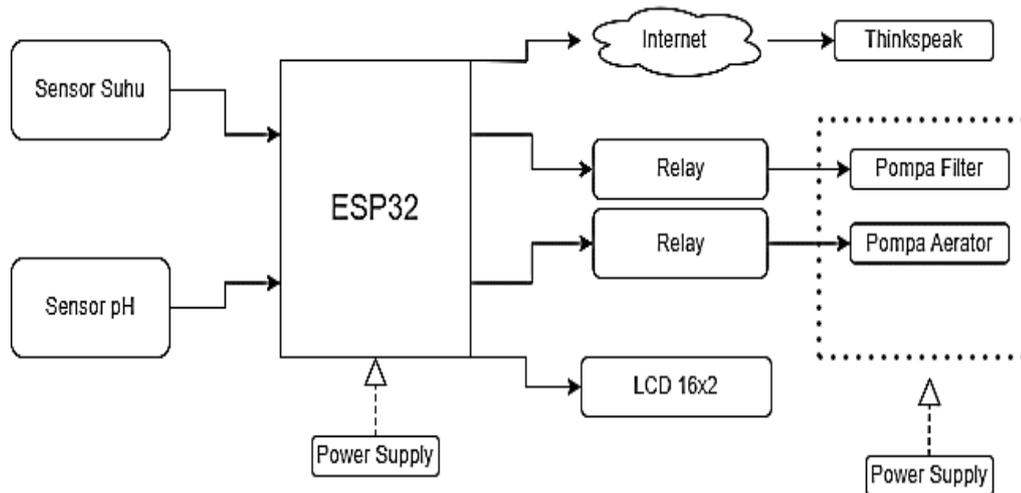
Aktuator yang digunakan dalam sistem ini adalah pompa *filter* dan pompa *aerator* untuk menjaga kualitas air yang optimal. *Aerator* yang digunakan adalah *aerator* air stone, yang memiliki kemampuan menghasilkan gelembung-gelembung halus untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air serta menjaga stabilitas pH air. *Aerator* ini memiliki output sebesar 2 x 4 liter/menit. Sedangkan untuk *filter* yang digunakan dalam penelitian ini, terdiri dari *filter* mekanis dan *filter* biologis, dengan urutan *filter* biologis di bagian dasar dan *filter* mekanis di atasnya. *Filter* mekanis menggunakan media spons yang berfungsi untuk menyaring partikel-partikel besar, seperti sisa makanan dan kotoran ikan, yang dapat mengotori air. *Filter* biologis menggunakan media *bioring* sebagai rumah bagi bakteri nitrifikasi yang mengubah amonia dan nitrit menjadi nitrat yang aman bagi ikan. Dengan urutan *filter* tersebut, sistem filtrasi ini layak digunakan pada kolam ikan gabus, karena mampu menjaga kebersihan dan kualitas air secara efektif. *Filter* mekanis akan memastikan partikel besar tidak mengganggu ekosistem, sementara *filter* biologis akan memastikan proses biokimia yang diperlukan untuk mengubah zat berbahaya menjadi zat yang aman bagi ikan dapat berjalan dengan baik.

3.4.3 Penebaran Ikan

Ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan gabus (*Channa striata*) dengan panjang awal rata-rata 5 cm, ditebar dengan padat tebaran sebanyak 20 ekor. Sebelum penelitian dimulai, dilakukan proses aklimatisasi selama tiga hari untuk memberikan kesempatan bagi ikan gabus beradaptasi dengan lingkungan akuarium yang baru. Tahap ini sangat penting karena bertujuan mengurangi tingkat stres pada ikan, yang dapat mempengaruhi kesehatan, dan perilaku ikan. Kualitas air, seperti suhu dan pH, dipantau secara teratur selama proses aklimatisasi, dan perilaku ikan diamati untuk mengidentifikasi tanda-tanda stres. Selama proses aklimatisasi, ikan yang mati akan digantikan oleh ikan baru dengan ukuran yang sama. Setelah aklimatisasi selesai, ikan uji dipertahankan selama sepuluh hari untuk pengambilan data.

3.5 Diagram Blok Perancangan Alat

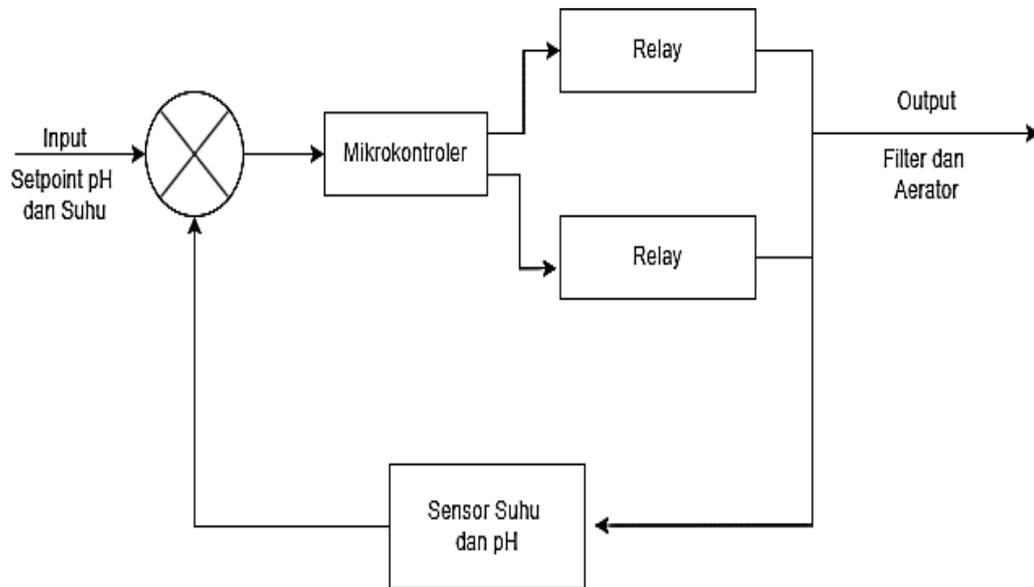
Adapun diagram blok perancangan alat dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Alat

Berdasarkan gambar 3.2 merupakan diagram blok perancangan sistem pemantauan dan pengendali suhu dan pH pada kolam ikan gabus berbasis IoT. Pada penelitian ini ESP32 berfungsi sebagai mikrokontroler yang terhubung dengan sensor DS18B20 dan sensor PH 4502c yang dengan kemampuan tahan air, suhu dan pH yang dibaca oleh sensor akan ditampilkan pada LCD dan dikirimkan ke jaringan internet menggunakan ESP32 yang terhubung dengan jaringan WiFi, data yang dikirimkan ke jaringan internet akan diterima dan ditampilkan melalui *Platform Thingspeak* yang dapat diakses di *smartphone* atau Laptop, kemudian ESP32 juga terhubung ke relay yang berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan aktuator yang berupa pompa *Filter* sebagai sirkulasi pada kolam yang akan menjaga suhu dan pompa *Aerator* untuk menjaga dan menaikkan pH agar tetap stabil pada *range* yang diinginkan.

3.6 Diagram Blok Pengendali Suhu dan pH

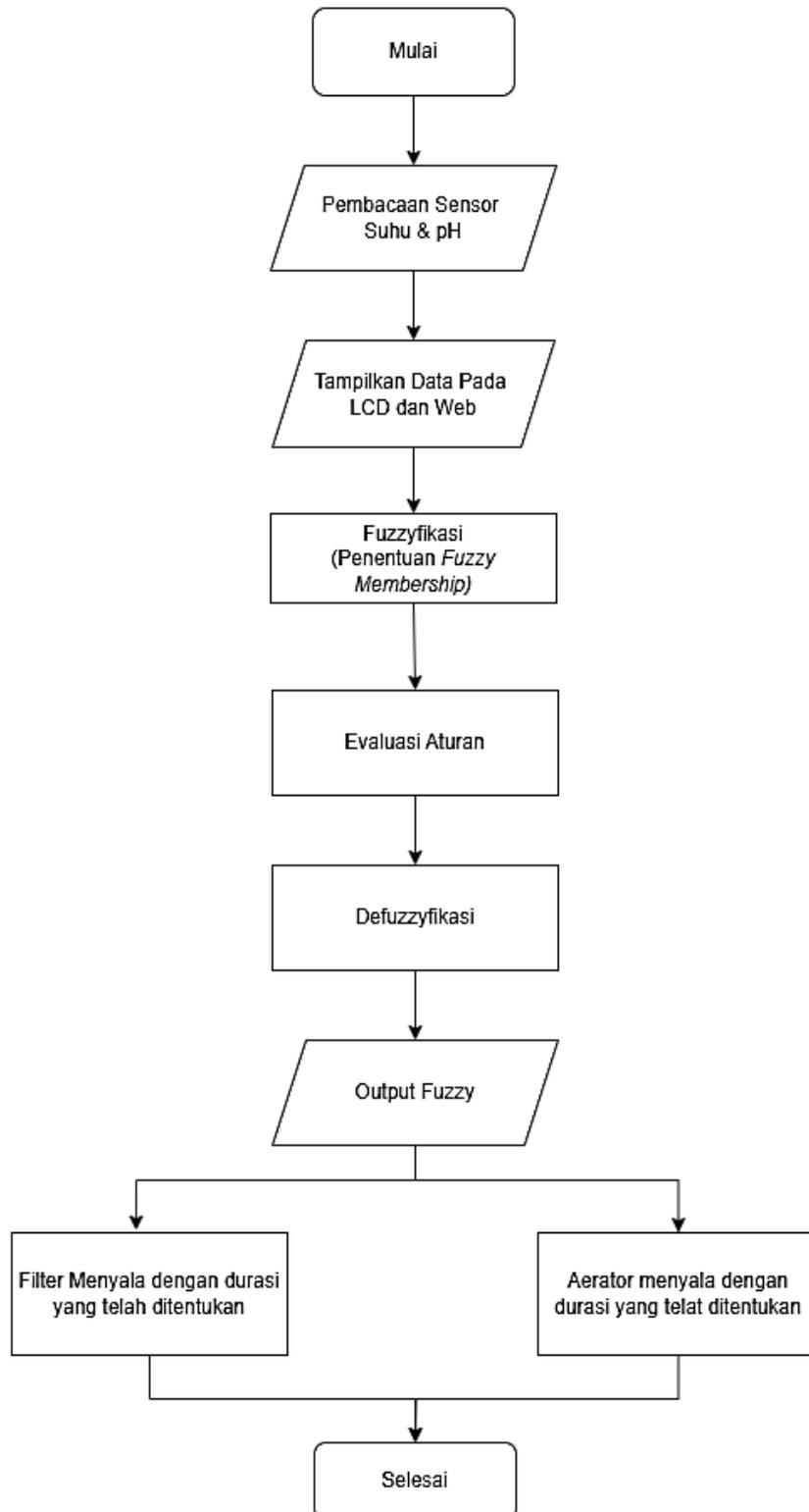


Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem Kendali Suhu dan pH

Gambar 3.3 merupakan gambar diagram blok sistem kendali suhu dan pH, *Input* pada diagram blok merupakan nilai suhu dan pH yang diinginkan dikirim ke mikrokontroler esp32, yang akan memprosesnya menggunakan logika fuzzy. Selanjutnya, dua aktuator, relay untuk menghidupkan pompa aerator dan relay untuk menghidupkan pompa filter, diaktifkan untuk mencapai nilai suhu dan pH yang diinginkan.

3.7 Diagram Alir Sistem *Fuzzy Logic*

Pada penelitian ini, sistem kontrol yang digunakan yaitu kontrol logika *Fuzzy*. Sistem ini dipilih karena memiliki konsep yang mudah dimengerti, fleksibel serta memiliki toleransi terhadap data yang tidak tetap. Pada penelitian ini menggunakan dua *Input* yaitu sensor DS18B20 dan PH-4502C yang berfungsi untuk mengukur nilai suhu dan pH pada air kolam ikan. Hasil dari pembacaan sensor akan berpengaruh terhadap lama hidupnya pompa *Filter* air dan pompa *Aerator*.



Gambar 3.4 Diagram Alir Logika *Fuzzy*

Pada tahap pembacaan, alat berbasis *Internet of Things* yang digunakan untuk memantau dan mengontrol suhu dan pH air di kolam ikan gabus memiliki sensor suhu yang mengukur suhu air dalam derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$) dan sensor pH yang mengukur tingkat keasaman air dalam rentang 0–14. Suhu ideal untuk budidaya ikan gabus adalah antara 25–32 derajat Celsius, dan rentang pH yang diinginkan adalah antara 6,5–9. Sensor akan membaca data ke *mikrokontroler* untuk diproses lebih lanjut. Metode logika fuzzy akan digunakan untuk menentukan langkah apa yang harus diambil untuk menjaga suhu dan pH air kolam ikan gabus pada tingkat yang ideal.

Setelah data dibaca dari sensor, tahap selanjutnya adalah menampilkan informasi suhu dan pH pada LCD untuk memantau kondisi kolam ikan gabus secara langsung dan real-time. Selain itu, data sensor juga dikirim ke platform IoT *Thingspeak* melalui koneksi WiFi. *Thingspeak* berfungsi sebagai platform untuk penyimpanan dan visualisasi data secara *real-time* di web. Sehingga dapat memonitor kondisi kolam ikan gabus dari jarak jauh melalui *dashboard Thingspeak*, yang memberikan akses ke data historis dan memungkinkan analisis lebih lanjut terhadap suhu dan pH air kolam untuk optimalisasi lingkungan hidup ikan.

Pada tahap Fuzzifikasi, sensor suhu dan pH akan dibagi menjadi tiga keanggotaan *Fuzzy*. Untuk sensor suhu keanggotaan *Fuzzy* adalah yaitu "Dingin", "Normal", dan "Panas". Untuk sensor pH, keanggotaan *Fuzzy* adalah "Asam", "Netral", dan "Basa". Rentang nilai yang diterima oleh sensor akan dikategorikan ke dalam salah satu keanggotaan tersebut, merepresentasikan kondisi kolam ikan gabus secara lebih abstrak. Selanjutnya, pada *Output*, terdapat dua aktuator, yaitu pompa *Filter* dan pompa *Aerator*, yang akan diatur berdasarkan nilai keanggotaan *Fuzzy* yang dihasilkan. Pompa *Filter* memiliki tiga keanggotaan, yaitu "Mati", "Sebentar", dan "Lama", sedangkan pompa *Aerator* memiliki dua keanggotaan, yaitu "Off", "Sedikit", dan "Banyak", yang berfungsi mengatur durasi operasi pompa *Aerator* dan pompa *Filter* untuk mengendalikan nilai pH dalam air kolam. Ini memungkinkan sistem untuk merespons perubahan kondisi kolam ikan gabus dengan lebih adaptif dan responsif, yang dapat meningkatkan kesehatan dan pertumbuhan ikan gabus secara keseluruhan.

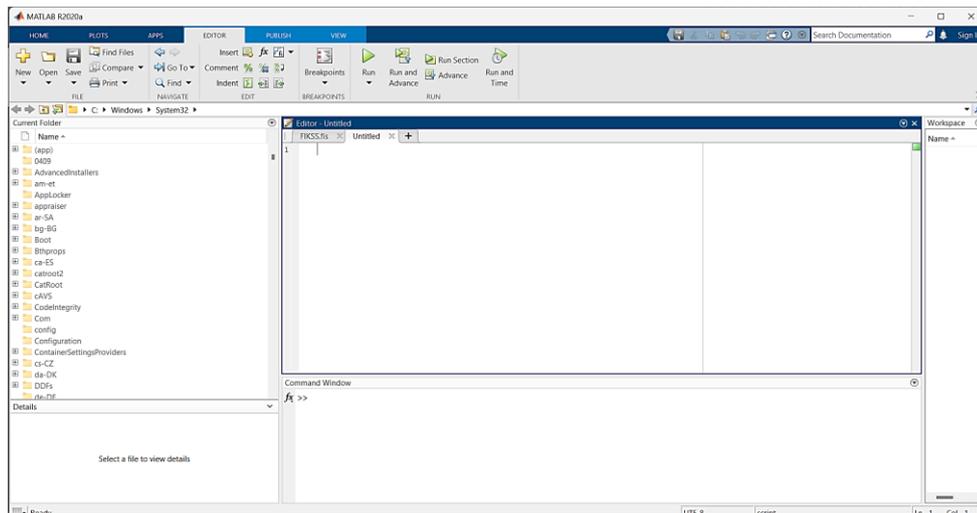
Pada tahap aturan *Fuzzy*, setiap kombinasi nilai keanggotaan *Fuzzy* dari sensor suhu dan pH akan dihubungkan dengan tindakan yang tepat dalam mengendalikan pompa *Filter* dan pompa *Aerator*. Aturan-aturan ini diwakili dalam bentuk pernyataan logika yang menghubungkan masukan suhu dan pH dengan keluaran pompa *Filter* dan pompa *Aerator*. Contohnya Jika (suhu is dingin) dan (pH is asam) maka (*Filter* lama) (*Aerator* Banyak). Evaluasi aturan *Fuzzy* dilakukan dengan mempertimbangkan bagaimana setiap aturan menghubungkan masukan dengan keluaran, serta respons yang dihasilkan terhadap perubahan kondisi lingkungan. Tujuannya adalah memastikan bahwa aturan-aturan tersebut mencerminkan secara akurat pemahaman terhadap sistem dan lingkungan yang diukur, serta dapat menghasilkan keluaran yang sesuai dengan harapan dalam berbagai situasi. Evaluasi aturan *Fuzzy* dilakukan untuk memastikan responsivitas sistem terhadap perubahan kondisi lingkungan.

Selanjutnya Defuzzifikasi adalah proses mengubah *Output Fuzzy* menjadi nilai konkret yang digunakan untuk mengendalikan perangkat keras seperti *Filter* dan *Aerator*. Ini memungkinkan sistem untuk menghasilkan instruksi yang jelas dan responsif berdasarkan kondisi aktual kolam ikan, sehingga memastikan pengelolaan suhu dan pH air yang optimal untuk pertumbuhan dan kesehatan ikan gabus.

Output Fuzzy merupakan keluaran dari sistem logika *Fuzzy* yang digunakan untuk mengatur durasi operasi *Filter* dan *Aerator* dalam kolam ikan gabus. Untuk *Filter*, *Output Fuzzy* dapat mencakup himpunan seperti "Sebentar", "Sedang", dan "Lama", yang masing-masing menentukan durasi operasi yang berbeda. Demikian pula, untuk *Aerator*, *Output Fuzzy* juga dapat mencakup himpunan seperti "Sebentar" dan "Lama", yang mengindikasikan durasi operasi *Aerator*. Tingkat aktivasi dari setiap himpunan *Fuzzy* ini akan ditentukan oleh nilai-nilai keanggotaan *Fuzzy* yang diperoleh dari proses Fuzzifikasi dan aturan *Fuzzy*, yang bergantung pada kondisi suhu dan pH air yang terukur. Dengan demikian, *Output Fuzzy* memberikan panduan tentang seberapa lama pompa *Filter* dan pompa *Aerator* harus beroperasi untuk menjaga kondisi lingkungan kolam ikan gabus pada tingkat yang optimal.

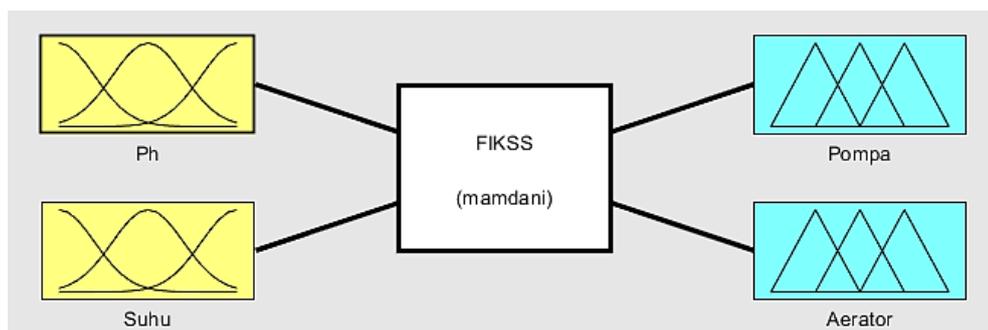
3.8 Perancangan *Fuzzy* pada Matlab

Penelitian ini menggunakan metode *fuzzy logic* untuk membuat keputusan tentang nilai yang dihasilkan sensor. MATLAB 2020, perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan perancangan *fuzzy logic*, digunakan. Berikut adalah tampilan awal MATLAB 2020.



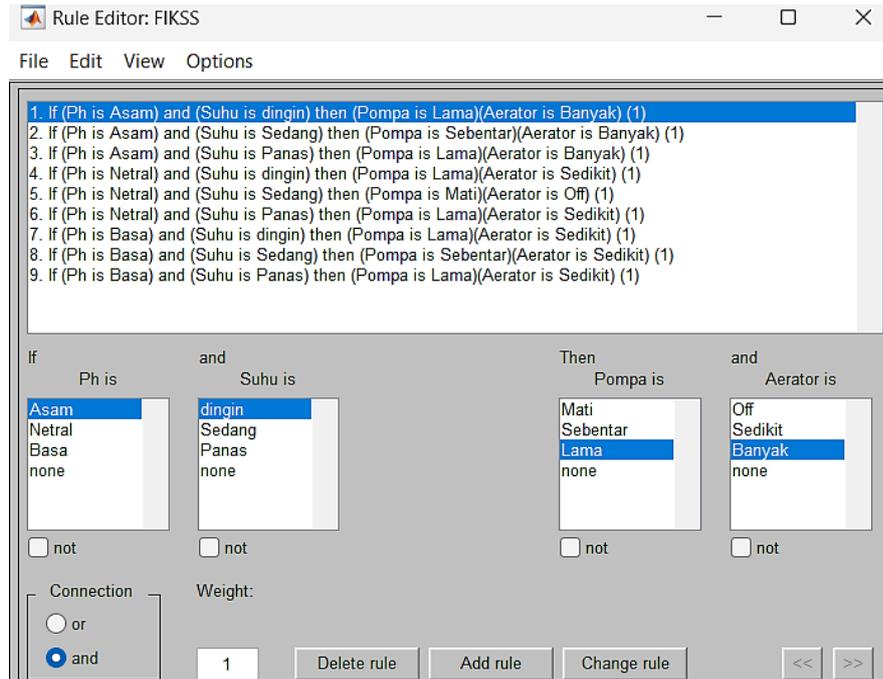
Gambar 3.5 Tampilan Awal MATLAB 2020

Untuk mendesain kontrol *fuzzy* dapat dilakukan pada menu *APPS*, kemudian memilih opsi *CONTROL SYSTEM DESIGN AND ANALYSIS*, dan pilih opsi *Fuzzy Logic Designer*.



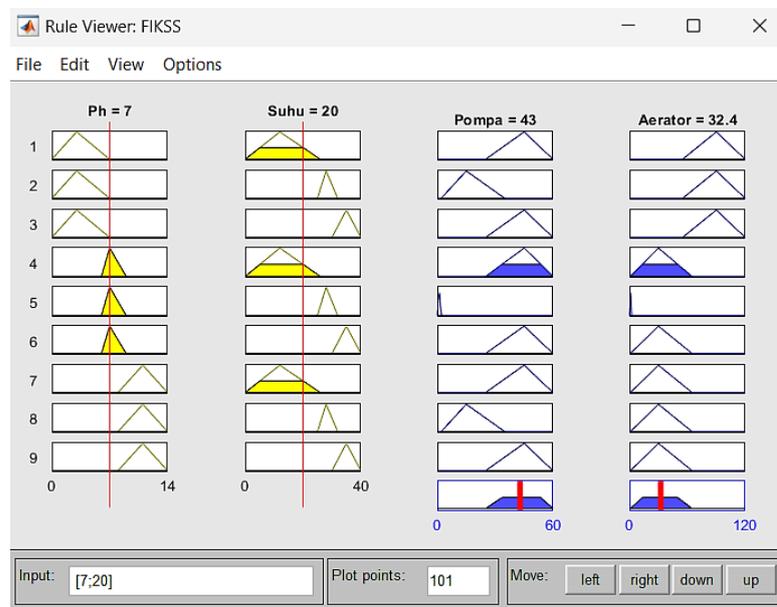
Gambar 3.6 Tampilan *Fuzzy* pada Matlab

Berdasarkan Gambar 3.6 pada kolom yang berwarna kuning merupakan input yang terdiri dari 2 variabel, lalu kolom putih merupakan proses yang terdiri dari aturan *fuzzy* dan kolom biru merupakan *output* pada *fuzzy*.



Gambar 3.7 Tampilan *Rule Fuzzy* Pada Matlab

Berdasarkan Gambar 3.7 merupakan tampilan untuk membuat sebuah *rule* pada matlab dengan bentuk "IF-THEN" dan digunakan untuk menghubungkan kondisi *Input* dengan tindakan atau keluaran yang diinginkan.



Gambar 3.8 Tampilan *Rule Viewer*

Gambar 3.8 menunjukkan tampilan rule viewer pada matlab yang memungkinkan

untuk melakukan perhitungan atau simulasi fuzzy logic sesuai dengan aturan dan fungsi keanggotaan yang telah dibuat sebelumnya.

3.9 Perancangan Sistem *Internet Of Things*

Dalam penelitian ini, *ThingSpeak* dimanfaatkan sebagai *platform Internet of Things* (IoT) untuk mengelola dan memantau data yang dikumpulkan oleh sensor suhu dan pH secara efisien. *ThingSpeak* memungkinkan data yang diperoleh ditampilkan secara *real-time*, memberikan gambaran langsung mengenai kondisi yang terpantau. Selain itu, platform ini juga menyimpan data historis di *cloud*, yang memungkinkan data tersebut untuk diakses, diproses, dan dianalisis kapan saja. Data yang tersimpan ini kemudian dapat disajikan dalam bentuk grafik yang memudahkan visualisasi dan pemahaman terhadap perubahan dan tren yang terjadi dari waktu ke waktu. Dengan begitu, pengguna dapat melakukan analisis lebih lanjut untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat berdasarkan data yang tersedia.

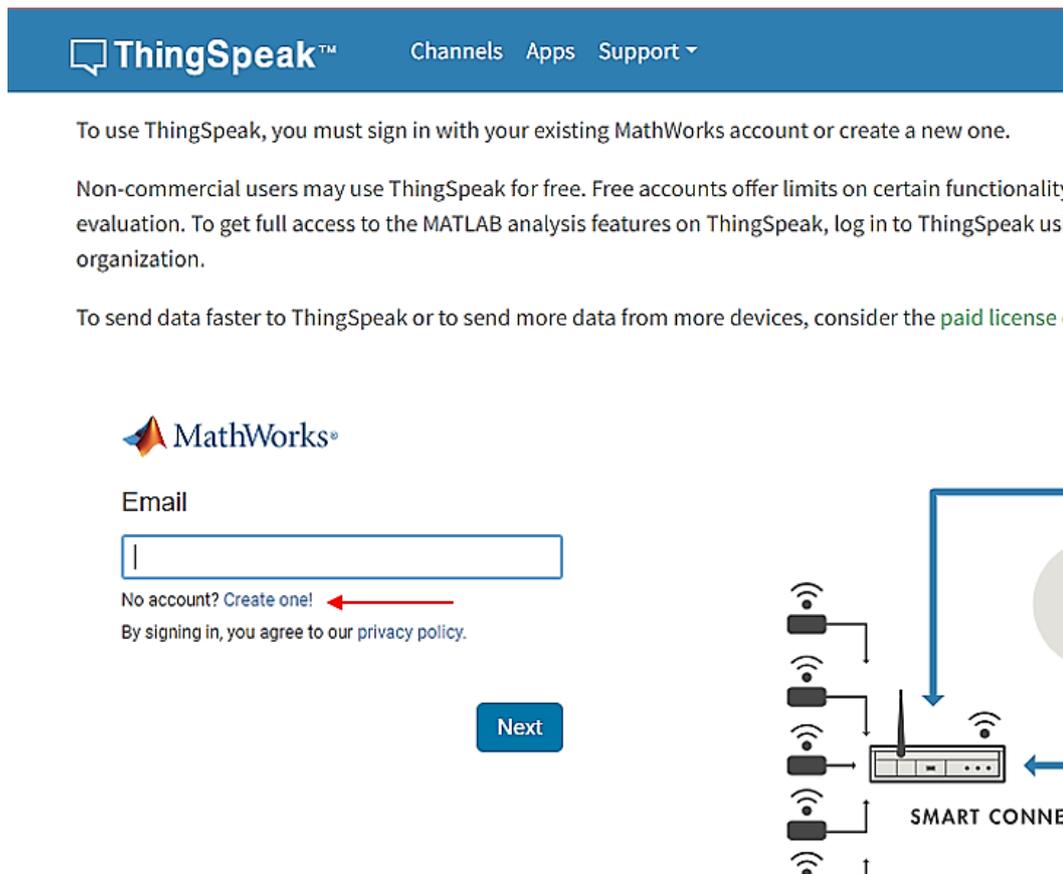
Berdasarkan Gambar 3.9 tahapan pengiriman data ke *platform Thingspeak* diawali dengan menginisiasi sensor suhu dan pH serta Mikrokontroler esp32, langkah selanjutnya yaitu mengecek apakah sensor dapat bekerja dan esp32 sudah terkoneksi dengan Wifi, jika sensor tidak dapat bekerja dan Wifi tidak terkoneksi maka kita akan melakukan inisiasi sensor dan esp32 kembali tetapi jika sensor sudah dapat bekerja dan esp32 sudah terkoneksi dengan Wifi tahap selanjutnya yaitu sensor akan membaca nilai pH dan Suhu pada air kolam ikan gabus yang kemudian hasil pembacaan tersebut akan dikirimkan dan diproses pada esp32 dengan menggunakan logika *fuzzy*. Hasil keluaran dari logika *fuzzy* berupa waktu operasional dari pompa *filter* dan pompa *aerator* menyala. Setelah didapatkan nilai Suhu dan pH serta nilai output dari logika *fuzzy* data tersebut akan ditampilkan pada *Platform Thingspeak* yang dapat datanya dapat dilihat dan diakses menggunakan *Smartphone* maupun Laptop.



Gambar 3.9 Diagram Alir Pengiriman Data ke *Thingspeak*

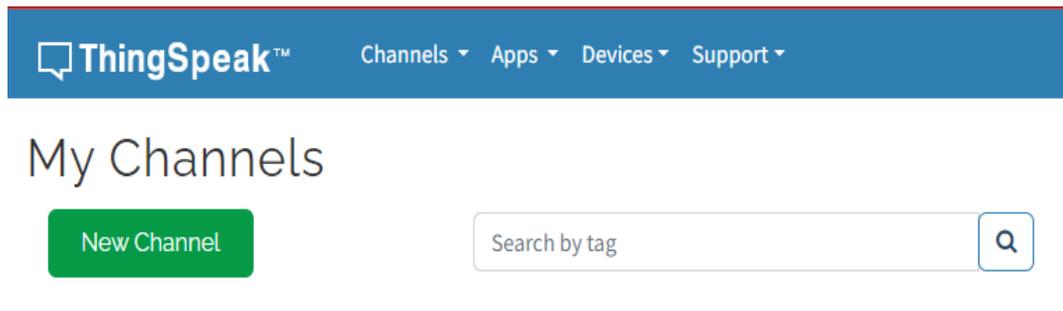
3.10 Pembuatan *Channel Thingspeak*

Seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3.10 di bawah ini, *Thingspeak* adalah *platform* IoT yang memungkinkan Anda menyimpan dan menampilkan data dari sensor atau perangkat IoT secara *real time*. Cara pertama untuk membuat channel pada *Thingspeak* adalah dengan mengklik "buat akun".



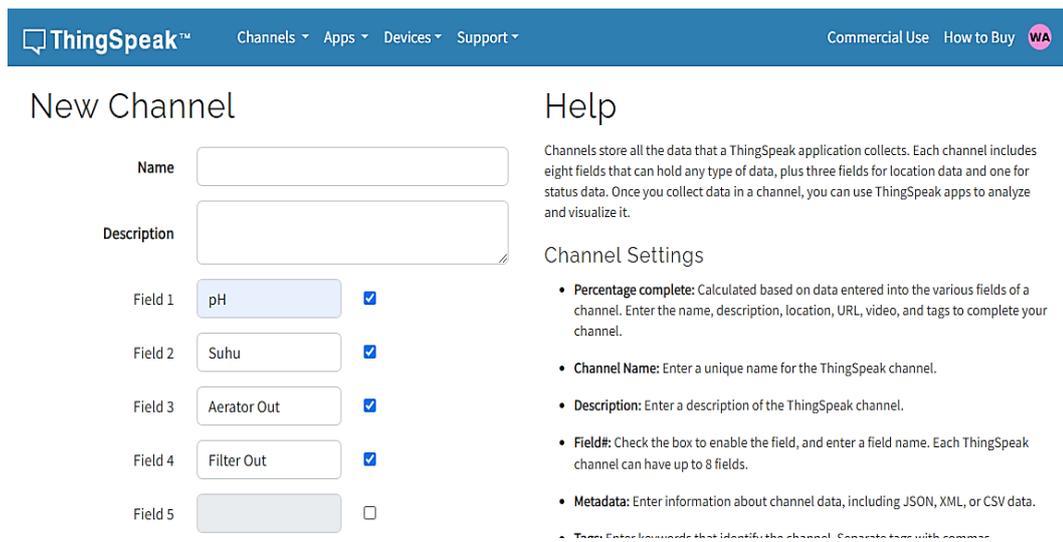
Gambar 3.10 Tampilan *Login Thingspeak*

Setelah membuat akun *Thingspeak* dan masuk ke *Thingspeak*, langkah selanjutnya adalah membuat channel. Ini dapat dilakukan dengan mengklik *Channels > New Channel*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.11 di bawah ini.



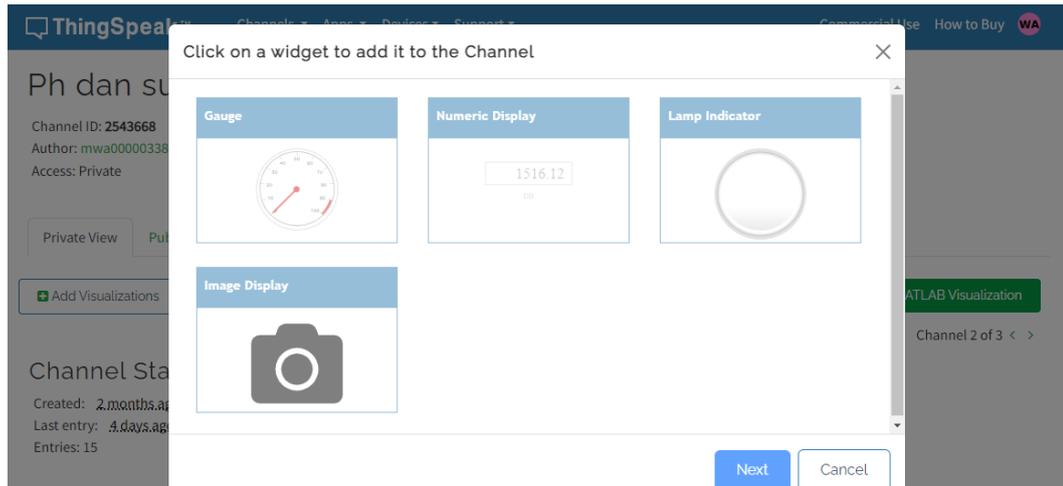
Gambar 3.11 Membuat *Channel* Baru

Setelah memilih *New Channel*, akan melihat menu pengaturan *field*. Di sana, data pembacaan sensor dan hasil *output fuzzy* akan dimasukkan. Pengaturan *field* harus disesuaikan dengan kebutuhan yang ingin kita tampilkan pada halaman *Platform Thingspeak* yang telah kita buat. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.12 pengaturan *field* pada *thingspeak*



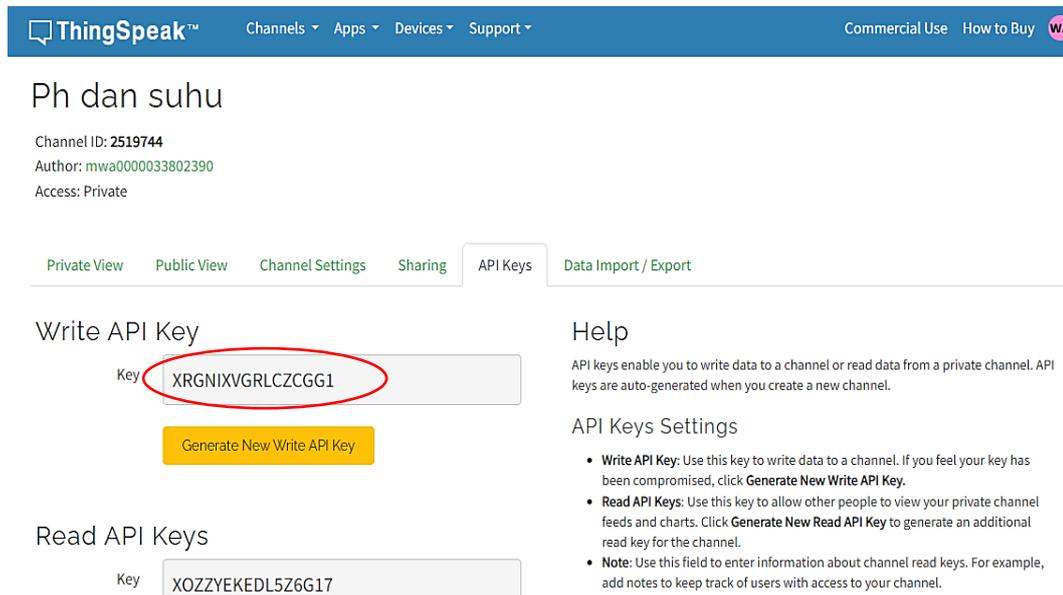
Gambar 3.12 Pengaturan *Field* Pada *Thingspeak*

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.13 di bawah ini, langkah selanjutnya adalah menambah dan memilih *widget* yang menampilkan data yang dibaca oleh sensor pada *platform Thingspeak*.



Gambar 3.13 Tampilan *Widget* pada *ThingSpeak*

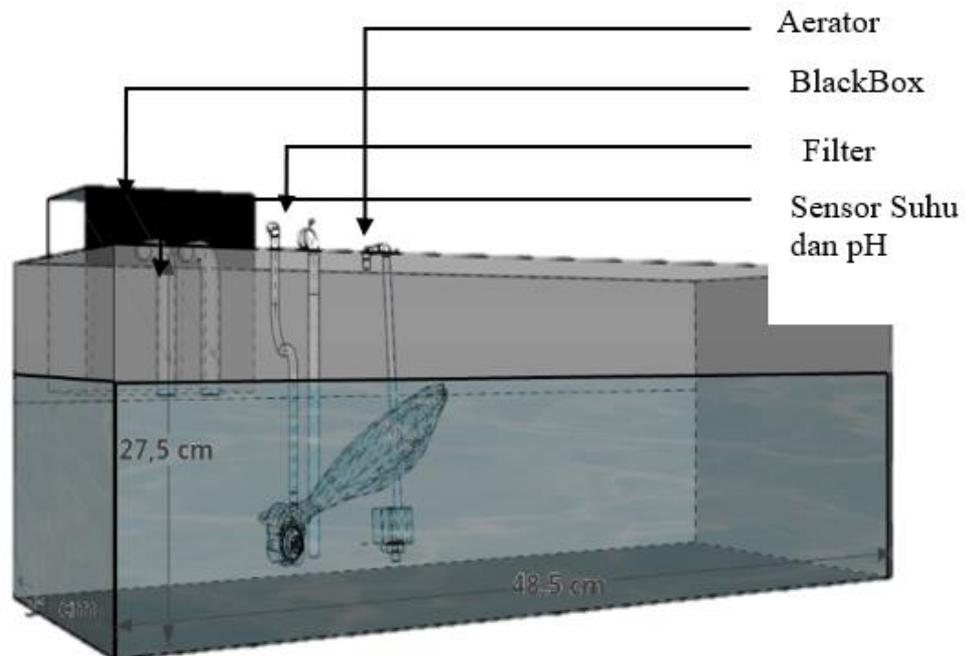
Setelah menambah *widget* yang diperlukan, langkah selanjutnya adalah mengakses channel yang telah dibuat dan memilih menu *API Keys*. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.14 di bawah ini, terdapat *API Keys* yang akan digunakan untuk mengintegrasikan *ThingSpeak* dengan *mikrokontroler*.



Gambar 3.14 Tampilan *Menu API Key*

3.11 Sketsa Perancangan Alat

Adapun desain arsitektur pada perancangan alat dapat dilihat pada gambar 3.15 berikut ini :



Gambar 3.15 Sketsa Pemasangan Alat

Sketsa prototipe kolam ini adalah representasi nyata dari beberapa komponen kunci yang diperlukan dalam pengelolaan kolam ikan. Melalui Gambar 3.15, dapat dengan jelas melihat struktur dan fungsi dari setiap bagian dalam sistem ini. Sensor suhu dan sensor pH merupakan elemen pertama yang memonitor kondisi air kolam secara terus-menerus. Sensor ini menyediakan data *Input* yang diperlukan untuk pengambilan keputusan lebih lanjut. ESP32, yang berperan sebagai mikrokontroler pusat, menerima informasi dari kedua sensor tersebut dan memrosesnya menggunakan metode logika *Fuzzy*. Hasil dari proses ini kemudian digunakan untuk mengendalikan aktuator utama, yaitu pompa *Aerator* dan pompa *Filter*. Melalui relay, ESP32 dapat mengirim sinyal atau perintah untuk mengaktifkan atau menonaktifkan aktuator sesuai dengan kebutuhan pada kondisi air yang terukur. Dengan demikian, desain prototipe kolam ini diharapkan dapat membantu menjaga kualitas air dan kesehatan ikan dalam lingkungan akuatik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian ini yaitu:

1. Telah terealisasi rancang bangun prototype alat pemantau dan pengendali suhu dan pH air kolam ikan gabus berbasis IoT yang dapat bekerja dengan baik, ditunjukkan dengan data hasil pembacaan sensor dapat ditampilkan dengan baik pada *platform Thingspeak*, serta hasil *Output* logika *Fuzzy* sistem terhadap *rule* memiliki akurasi sebesar 97,2%
2. Berdasarkan hasil pengujian pada sensor suhu DS18B20 didapatkan selisih suhu rata-rata sebesar 0,174, dan pada hasil pengujian sensor pH didapatkan nilai selisih pH rata-rata sebesar 0,176. Berdasarkan data tersebut sensor suhu dan pH dapat digunakan untuk pengukuran suhu dan pH air pada kolam ikan gabus.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diajukan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Dapat melakukan pengembangan alat pada bagian *Inputan* yaitu menambah indikator baru seperti sensor kekeruhan dan sensor DO (*Dissolved Oxygen*), sehingga mendapatkan informasi lebih rinci mengenai kualitas air kolam yang dapat membantu mengambil tindakan yang lebih efektif untuk menjaga lingkungan air yang optimal.
2. Dapat melakukan pengembangan alat pada bagian power dengan menambahkan baterai, Aki atau panel surya sebagai catu daya, sehingga apabila terjadi pemadaman listrik alat pemantau dan pengendali suhu dan pH ini dapat tetap bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. F. N. Azizah, H. Pujiharsono, and M. A. Afandi, "Sistem Pengendali Suhu dan Kadar pH pada Kolam Ikan Lele Berbasis IoT pada Desa Kutaringin Kabupaten Banjarnegara," *JRST (Jurnal Ris. Sains dan Teknol.*, vol. 6, no. 1, p. 65, 2022, doi: 10.30595/jrst.v6i1.11693.
- [2] F. Hidayat, A. Harijanto, and B. Supriadi, "Rancang Bangun Alat Ukur Sistem Monitoring PH Dan Suhu Kolam Ikan Lele Berbasis Iot Dengan Esp8266," *J. Kumparan Fis.*, vol. 5, no. 2, pp. 77–84, 2022, doi: 10.33369/jkf.5.2.77-84.
- [3] S. Sukarni *et al.*, "Kontrol Kualitas Air Kolam Ikan Lele Berbasis Microbubbles dan Internet of Things (IOT)," *Pros. Has. Pengabdi. Kpd. Masyarakat*, no. Hapemas 2, pp. 224–234, 2018, [Online].
- [4] H. F. Nurwirasaputra, S. Sumaryo, and P. Pangaribuan, "Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Air Secara Real-Time Untuk Budidaya Perikanan Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* Design of Real-Time System Water Quality Monitoring for Aquaculture Using *Fuzzy Logic* Method," *e-Proceeding Eng.*, vol. 7, no. 2, pp. 2992–2999, 2020.
- [5] M. Ghufran H. Kordi K., *Panduan lengkap bisnis dan budi daya ikan gabus*. Yogyakarta: Liliy Publisher, 2011.
- [6] H. Nasution, "Implementasi Logika *Fuzzy* pada Sistem Kecerdasan Buatan," *ELKHA J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 4–8, 2020, [Online].
- [7] E. Bale, H. Djahi, and D. E. D. . Pollo, "Rancang Bangun Sistem Pengontrolan Intensitas Cahaya Pada Ayam Broiler Dalam Masa Brooding Menggunakan Logika *Fuzzy*," *J. Media Elektro*, vol. XI, no. 2, pp. 123–129, 2022, doi: 10.35508/jme.v0i0.8048.
- [8] W. S. Emirza, "REFERENSI - 487407-none-5f038771," *J. Sarj. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 34–50, 2020.
- [9] Y. Efendi, "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 19–26, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i1.48.
- [10] Khaidir Hakam Gilang Ahmad. and B. Suprianto, "Sistem Kontrol Temperatur, PH, Dan Kejernihan Air Kolam Ikan Berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Elektro.*, vol. 08, pp. 420–427, 2019.

- [11] A. E. , D. Imam Muammarul, “Pengendalian Suhu Air Menggunakan Sensor Suhu Ds18B20,” *J. J-Ensitem*, vol. 06, no. 1, pp. 347–352, 2019.
- [12] S. P. Febri, “Pengaruh Pemberian Jenis Batu Aerasi Yang Berbeda Terhadap Kelimpahan Oksigen Terlarut,” *J. Ilm. Satya Minabahari*, vol. 8, no. 2, pp. 56–63, 2023, doi: 10.53676/jism.v8i2.143.
- [13] Sarmidi and A. Nurtado, “Simulasi Bel Sekolah Otomatis Berbasis Arduino Uno,” *J. Manaj. Dan Tek. Inform.*, vol. 03, no. 01, pp. 121–130, 2019.