

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN DAN
PENGENDALIAN KUALITAS AIR PADA AKUARIUM IKAN HIAS
MAS KOKI MENGGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC* BERBASIS
*IoT (Internet of Things)***

(Skripsi)

Oleh :

**ANDRES RACHMAN DUTA
2055031014**



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2024

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN KUALITAS AIR PADA AKUARIUM IKAN HIAS MAS KOKI MENGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC* BERBASIS IoT (*Internet of Things*)

Oleh

Andres Rachman Duta

Pemeliharaan ikan hias mas koki menjadi hobi yang populer di berbagai kalangan. Namun, kualitas air akuarium perlu dijaga untuk memastikan lingkungan yang ideal bagi kesehatan ikan. Mas koki memerlukan suhu air antara 27—28°C, pH 6,5—8,5, dan tingkat kekeruhan maksimal 25 NTU. Penelitian ini bertujuan merancang sistem pemantauan dan pengendalian kualitas air berbasis IoT menggunakan ESP32. Sistem ini memantau parameter suhu, pH, dan kekeruhan air, yang datanya ditampilkan melalui platform *Thingspeak* dan diproses dengan metode logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* digunakan untuk menentukan durasi kerja pompa air dan volume cairan pH yang diperlukan, guna menjaga kualitas air tetap optimal. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata selisih sensor suhu sebesar 0,256°C, sensor pH sebesar 0,066, dan sensor *turbidity* sebesar 0,48 NTU. Selain itu, pengujian pompa menunjukkan rata-rata penambahan cairan pH sebesar 20,30 ml/detik. Sistem ini juga memiliki akurasi *fuzzy logic* terhadap aturan yang dirancang sebesar 97,2%. Dengan kemampuan pemantauan dan pengendalian otomatis, sistem ini membantu penghobi ikan hias menjaga kualitas air akuarium secara efisien dan efektif. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknologi pemeliharaan ikan hias berbasis IoT, yang dapat meningkatkan kenyamanan dan kemudahan bagi penghobi dalam merawat ikan hias mas koki.

Kata Kunci : Ikan Hias Mas Koki, *Internet of Things*, *Fuzzy Logic*, *Thingspeak*

ABSTRACT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF WATER QUALITY MONITORING AND CONTROL SYSTEM FOR ORNAMENTAL GOLDFISH AQUARIUMS USING FUZZY LOGIC BASED IoT (Internet of Things)

Oleh

Andres Rachman Duta

The maintenance of ornamental goldfish has become a popular hobby among various communities. However, maintaining aquarium water quality is crucial to ensure an ideal environment for the fish's health. Goldfish require water temperatures between 27—28°C, pH levels of 6.5—8.5, and a maximum turbidity of 25 NTU. This research aims to design a water quality monitoring and control system based on IoT using the ESP32 microcontroller. The system monitors temperature, pH, and turbidity parameters, with data displayed on the Thingspeak platform and processed using fuzzy logic. Fuzzy logic is employed to determine the operation duration of the water pump and the volume of pH solution needed to maintain optimal water quality. The testing results show an average deviation of 0.256°C for the temperature sensor, 0.066 for the pH sensor, and 0.48 NTU for the turbidity sensor. Additionally, pump testing recorded an average pH solution addition of 20.30 ml/second. The system achieved a fuzzy logic accuracy of 97.2% based on the designed rules. With its automatic monitoring and control capabilities, this system assists ornamental fish enthusiasts in maintaining aquarium water quality efficiently and effectively. This research significantly contributes to the development of IoT-based fishkeeping technology, enhancing convenience and ease for goldfish hobbyists.

Keywords : Goldfish, Internet of Things, Fuzzy Logic, Thingspeak

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN DAN
PENGENDALIAN KUALITAS AIR PADA AKUARIUM IKAN HIAS
MAS KOKI MENGGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC* BERBASIS
IoT (*Internet of Things*)**

**Oleh :
ANDRES RACHMAN DUTA**

Skripsi

**Sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Lampung**

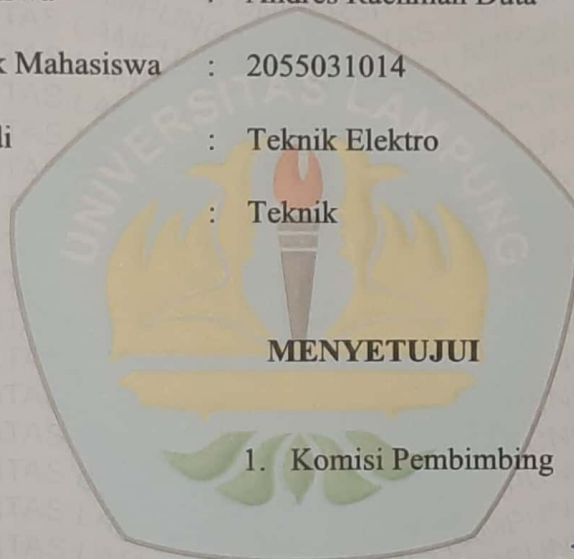


**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2024

Judul Skripsi : RANCANG BANGUN SISTEM
PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN
KUALITAS AIR PADA AKUARIUM IKAN
HIAS MAS KOKI MENGGUNAKAN
METODE *FUZZY LOGIC* BERBASIS IoT
(*Internet of Things*)

Nama Mahasiswa : Andres Rachman Duta
Nomor Pokok Mahasiswa : 2055031014
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik



1. Komisi Pembimbing

Emir Nasrullah, S.T., M.Eng.
NIP. 19600614 199402 1 001

Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti, S.T., M.T.
NIP. 19651021 199512 2 001

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

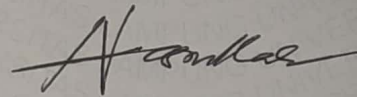
Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro

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

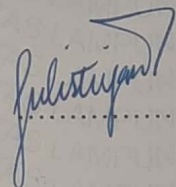
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

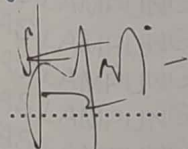
Ketua : **Emir Nasrullah, S.T., M.Eng.**




Sekretaris : **Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti, S.T., M.T.**



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



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.
NIP. 197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **6 Desember 2024**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Dan Pengendalian Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Mas Koki Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* Berbasis IoT (*Internet of Things*)” tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat atas diterbitkannya oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi akademik sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 6 Desember 2024



Andres Rachman Duta
NPM. 2055031014

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Tanjung Rejo, pada tanggal 04 Mei 2002 sebagai anak bungsu dari dua bersaudara, anak dari Bapak Ito Shariato dan Ibu Supiyati. Pendidikan sekolah dasar diselesaikan di SD Negeri 2 Tanjung Rejo pada tahun 2014, sekolah menengah pertama di SMP Negeri 2 Negeri Agung diselesaikan pada tahun 2017, dan sekolah menengah atas di SMA Negeri 3 Metro diselesaikan pada tahun 2020. Pada tahun 2020, penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur PMB Mandiri/SMMPN. Penulis juga aktif terlibat dalam berbagai kegiatan akademik dan organisasi. Pada organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) selama 2 periode kepengurusan, penulis tergabung di Departemen Pendidikan dan Pengembangan Diri sebagai anggota Divisi Minat dan Bakat periode 2021 dan tergabung sebagai anggota Departemen Kaderisasi dan Pengembangan Organisasi periode 2022. Selain itu, penulis turut aktif di Laboratorium Teknik Elektronika sebagai asisten selama tahun 2022 s.d. 2024.

Pada semester 5, penulis berkesempatan mengikuti program PKKM Kemdikbudristek RI yaitu KKN Tematik Membangun Desa di Desa Rukti Endah, Kecamatan Seputih Raman, Lampung Tengah. Penulis juga melaksanakan Kerja Praktek (KP) di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Lampung sub bidang Perencanaan, Evaluasi Operasi dan Pemeliharaan. Pencapaian ini mencerminkan komitmen penulis terhadap pengembangan diri, kontribusi dalam bidang teknologi, dan partisipasi aktif dalam kehidupan kampus. Penulis berharap dapat terus berkontribusi dalam meningkatkan kualitas dan eksplorasi di dunia teknologi melalui perjalanan akademis dan kegiatan organisasi yang penulis jalani.

PERSEMBAHAN



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan Ridho Allah SWT

Teriring shalawat kepada Nabi Muhammad SAW

Karya Tulis ini ku persembahkan untuk:

Ayah dan Ibuku Tercinta

Ito Sharianto dan Supiyati

Serta Kakak dan Mbaku Tersayang

Randi Dhamara dan Desi Arisca

Dan seluruh keluargaku yang tidak bisa disebutkan satu persatu

Terima kasih untuk semua dukungan dan doa selama ini.

Sehingga aku dapat menyelesaikan hasil karyaku ini.



MOTTO

“Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya”

(Q.S. Yasin : 40)

“Apabila sesuatu yang kau senangi tidak terjadi maka senangilah apa yang terjadi.”

(Ali Bin Abi Thalib)

“Hidup bukan saling mendahului, bermimpilah sendiri-sendiri.”

(Besok Mungkin Kita Sampai - Hindia)

“Segala sesuatu menunggu pada waktunya. Tidak ada mawar yang mekar sebelum waktunya. Matahari juga tidak terbit sebelum waktunya. Tunggu, apa-apa yang menjadi milikmu pasti akan datang kepadamu.”

(Jalaluddin Rumi)

“Segalanya menjadi mudah dengan mudah-mudahan.”

(Joko Pinurbo)

“Nikmatilah saja kegundahan ini, segala denyutnya yang merobek sepi, kelesuan ini jangan lekas pergi Aku menyelami sampai lelah hati.”

(Melankolia - Efek Rumah Kaca)

“Kelak kau kan mengingat, yang membawamu kesini, kami pernah disitu, di posisimu, helakan kesahmu, diantara pusaran nirfungsi, petakan semua lagi, titik tuju yang t'lah terpatri.”

(33x - Perunggu)

“ONE DAY OR DAY ONE”

“BELIVE IN YOURSELF”

SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala karunia, hidayah, serta inayah-Nya kepada penulis, sehingga laporan skripsi ini yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pemantauan dan Pengendalian Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Mas Koki Menggunakan *Fuzzy Logic* Berbasis IoT (*Internet of Things*)” dapat selesai tepat pada waktunya. Yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung. Shalawat dan salam selalu tercurah kepada junjungan seluruh alam, Nabi Muhammad SAW, sahabatnya, dan para pengikutnya yang selalu istiqomah di atas jalan agama islam hingga hari akhir zaman. Selama menjalani pengerjaan Skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan pemikiran maupun dorongan moril dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Ibu Herlinawati, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
4. Bapak Sumadi, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung sekaligus Dosen Penguji bagi penulis yang telah memberikan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan studi.
5. Bapak Emir Nasrullah, S.T., M.Eng., selaku Pembimbing Utama, terima kasih atas ilmu, keikhlasan, kesabaran, dan motivasinya selama penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti, S.T., M.T., selaku Pembimbing Pendamping tugas akhir, yang telah membantu, membimbing, dan memberi dukungan kepada penulis.

7. Ibu Umi Murdika, S.T., M.T., sebagai Dosen Pembimbing Akademik, yang telah banyak membimbing dan membantu penulis selama menjalani kuliah.
8. Bapak Dr. Eng. F. X. Arinto S., S.T., M.T., selaku Kepala Laboratorium Teknik Elektronika dan Kak Yudi Eka Putra, S.T. selaku PLP Laboratorium Teknik Elektronika terima kasih atas diberikannya tempat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Bapak dan Ibu Dosen, Staff serta Karyawan Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, berkat ilmu yang telah diajarkan kepada penulis selama penulis menjalani masa studi di perkuliahan.
10. Bapak Ito Shariato, S.Pd, Ibu Supiyati, Kak Randi Dhamara, Mbak Desi Arisca dan seluruh keluarga besar yang telah mendukung dan memotivasi penulis.
11. Keluarga Sipaling Elka, Bagus, Adzom, Ridwan, Riyandi, Rahmad, Anisa di Laboratorium Teknik Elektronika dan juga adik-adik asisten 2021, Haqqu, Azra, Esha, Wildan, Wahyudi, Steven, Farda, Faisal, Hud, Agra dan Mahesa yang selalu memberikan dukungan, pertolongan, canda tawa, dalam setiap proses apapun selama menjadi asisten Laboratorium Teknik Elektronika.
12. Keluarga besar Angkatan 2020 (HELLIOS 2020), yang telah memberikan rasa suka maupun duka juga banyak motivasi, nilai-nilai sosial, dan bantuan dalam berbagai hal.
13. Keluarga besar HIMATRO UNILA, yang telah menjadi keluarga kedua dan menjadi wadah dalam mengembangkan nilai-nilai organisasi bagi penulis.
14. Keluarga Kecilku, Ijul, Hisam, Ika, Ijatus, Shalya, Bela yang memberikan banyak support motivasi dan canda tawa dari masa sekolah hingga saat ini.
15. Keluarga Peternakan, Bocil Adit, Deros, Faris, Gibran, Gilang, Hamzah, Jeas, Mahesa, Margo, Raynaldi, Bimo, Rahmat pp, Aldi, Refito, Safin, Udin, Kiel, Nuel, Hadit, Ijul, Ridwan, Bagus, Rahmat, Riyandi, Addam, Dicky, Aldi, dan Rezra yang telah menjadi pendengar yang baik bagi penulis.
16. Rekan-rekan penunggu Lab Bimo, Hafiz Jumur, Rizki pp, Fero, Yudha, Aldiantoro, Hafidz Depok, Arda, Amal, Ana, Adhiva dan Refli yang telah kebersamai dalam berbagai hal.

17. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan terlibat langsung maupun tidak langsung yang telah membantu penulis dalam pembuatan skripsi.

Akhir kata, semoga Allah SWT membalas semua kebaikan bagi semua yang telah membantu. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 6 Desember 2024

Penulis,

Andres Rachman Duta

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
SURAT PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN	ix
MOTTO ..	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	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 Kualitas Air	7
2.3 Ikan Hias Mas Koki.....	8
2.4 <i>Internet of Things</i>	10
2.5 Logika <i>Fuzzy</i>	11
2.5.1. Himpunan <i>Fuzzy</i>	11
2.5.2. Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i>	11

2.5.3. Tahapan Sistem <i>Fuzzy</i>	15
2.6 <i>Thingspeak</i>	16
2.7 ESP32.....	17
2.8 Sensor <i>Turbidity</i> SEN0189.....	18
2.9 Sensor Suhu DS18B20 <i>Waterproof</i>	19
2.10 Sensor pH Tipe 4502C	20
2.11 <i>Relay</i>	21
2.12 Arduino IDE	22
2.13 <i>Power Supply</i>	23
2.14 <i>Heater Aquarium</i>	23
2.15 Pompa Air Mini <i>Submersible</i>	24
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2 Alat dan Bahan	25
3.3 Diagram Alir Penelitian	26
3.4 Perancangan Sistem.....	28
3.5 Diagram Blok Sistem	30
3.6 Metode Pengujian.....	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Data Hasil Pengujian Komponen	32
4.1.1 Data Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20	32
4.1.2 Data Hasil Pengujian Sensor Suhu pH 4502C	34
4.1.3 Data Hasil Pengujian Sensor <i>Turbidity</i> SEN0189	36
4.2 Pengujian Pompa Air	38
4.3 Pengujian <i>Fuzzy Logic</i>	39
4.4 Pengujian Sistem <i>Internet of Things</i> (IoT).....	45
4.4.1 Pengujian pada <i>Thingspeak</i>	45
4.5 Pengujian Sistem Keseluruhan.....	46
4.5.1 Realisasi <i>Wiring</i>	46
4.5.2 Realisasi Desain Alat.....	48
4.5.3 Prinsip Kerja Alat	49
4.5.4 Data Hasil Keseluruhan	49

V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 Ikan Hias Mas Koki	9
2. 2 Konsep IoT.....	10
2. 3 Linear Naik.....	12
2. 4 Linear Turun.....	13
2. 5 Fungsi Keanggotaan Segitiga.....	13
2. 6 Fungsi Keanggotaan Trapesium.....	14
2. 7 Tahapan Sistem <i>Fuzzy</i>	15
2. 8 <i>Thingspeak</i>	17
2. 9 ESP32.....	17
2. 10 Sensor <i>Turbidity</i> SEN0189	19
2. 11 Sensor suhu DS18B20	20
2. 12 Sensor pH tipe 4502C	21
2. 13 <i>Relay</i>	22
2. 14 Tampilan Arduino IDE	22
2. 15 <i>Power supply</i> 5 V	23
2. 16 <i>Heater Aquarium</i>	24
2. 17 Pompa Air Mini <i>Submersible</i>	24
3. 1 Diagram Alir Penelitian	26
3. 2 Diagram Alir Sistem Logika <i>Fuzzy</i>	28
3. 3 Diagram Blok Sistem	30
4. 1 Skematik Pengujian Sensor Suhu	32
4. 2 Grafik perbandingan nilai suhu pada termometer dan sensor DS18B20	33
4. 3 Skematik Pengujian Sensor pH.....	34
4. 4 Grafik perbandingan nilai pH pada pH meter digital dan sensor pH tipe 4502C.....	35
4. 5 Pengujian Sensor <i>Turbidity</i>	36
4. 6 Grafik perbandingan nilai kekeruhan pada sensor <i>Turbidity</i> SEN0189 dan <i>Turbidity</i> Meter	37
4. 7 Fungsi Keanggotaan Suhu	40
4. 8 Fungsi Keanggotaan pH.....	41
4. 9 Fungsi Keanggotaan Kekeruhan	42
4. 10 Fungsi Keanggotaan Pompa Air	43
4. 11 Fungsi Keanggotaan Pompa pH Up.....	44
4. 12 Tampilan <i>Dashboard</i> pada <i>Thingspeak</i>	46
4. 13 Skematik Rangkaian Keseluruhan	47
4. 14 Realisasi Desain Alat	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2. 1 Spesifikasi dari ESP32	18
2. 2 Spesifikasi dari Sensor <i>Turbidity</i> SEN0189	19
2. 3 Spesifikasi sensor suhu DS18B20	20
2. 4 Spesifikasi dari Sensor pH tipe 4502C :	21
3. 1 Alat dan Bahan	25
4. 1 Koneksi Pin Sensor Suhu dengan ESP32	32
4. 2 Hasil Perbandingan Pembacaan Sensor Suhu dan Termometer	33
4. 3 Koneksi Pin Sensor pH dengan ESP32	34
4. 4 Hasil Perbandingan Pembacaan Sensor pH dan pH Meter Digital	35
4. 5 Koneksi Pin Sensor <i>Turbidity</i> dengan ESP32	37
4. 6 Hasil Perbandingan Pembacaan Sensor <i>Turbidity</i> SEN0189 dan <i>Turbidity</i> Meter	37
4. 7 Pengujian Pompa	38
4. 8 Membership Function	39
4. 9 Aturan Fuzzy	45
4. 10 Penjelasan Pin ESP32	48
4. 11 Koneksi Antar Pin	47
4. 12 Data Hasil Keseluruhan	50

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Memelihara ikan adalah suatu hobi yang banyak diminati oleh masyarakat dari zaman dahulu hingga sekarang baik di kota maupun di desa. Dalam memelihara ikan sebenarnya para penghobi ini menemukan beberapa kesulitan ketika sedang bepergian dalam waktu yang cukup lama, sehingga mereka tidak dapat memantau secara langsung dalam hal pemberian pakan ikan berupa palet, lampu penerangan dalam akuarium, serta kejernihan air juga suhu dan pH dalam akuarium karena ikan hias membutuhkan kualitas air yang baik [1].

Dalam hal ini, kebanyakan para penghobi ikan hias mengkhawatirkan beberapa faktor tersebut seperti pergantian air yang harus dilakukan secara berkala karena semakin lama air dalam akuarium akan membuat kejernihan air berkurang, sedangkan pemilik rumah tidak berada di rumah [1]. Dengan sistem yang otomatis ini, diharapkan para penghobi ikan hias akan semakin mudah untuk memelihara ikan terutama pada saat tidak berada di rumah [2].

Dari permasalahan di atas maka diperlukan alat yang dapat mengontrol hal tersebut dalam sebuah sistem otomatis yang mana alat tersebut dapat melakukan pergantian air dalam akuarium yang sedang ditinggal oleh pemiliknya, juga dapat melakukan pemantauan suhu, kekeruhan dan pH pada akuarium ikan hias mas koki.

Dengan sistem yang otomatis ini, diharapkan para penggemar ikan hias akan semakin mudah untuk memelihara ikan dan mempermudah pemilik akuarium dalam pemantauan dan pengontrolan air dalam akuarium terutama pada saat sedang tidak berada di rumah. Sistem ini dibuat dengan menggunakan konsep IoT (*Internet of Things*). Dengan memanfaatkan konsep IoT, dapat dilakukannya kontrol jarak jauh pada *hardware* atau alat dengan menggunakan web *mobile* dan bantuan akses internet. Sistem tersebut menggunakan metode Logika *Fuzzy*, di

mana metode ini memiliki hasil keakuratan yang tinggi dalam suatu pengambilan keputusan. Dengan adanya sistem ini, pemantauan ikan hias dapat dilakukan secara otomatis tanpa adanya campur tangan dari sang pemilik [2]. Sehingga tidak perlu khawatir lagi jika lupa merawat ataupun untuk meninggalkan ikan hiasnya selama beberapa hari.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian yang dibahas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara merancang sistem pemantauan dan pengendalian kualitas air pada akuarium berbasis IoT?
2. Bagaimana cara penerapan metode *fuzzy logic* pada sistem pemantauan dan pengendalian kualitas air pada akuarium ?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya mencakup tiga parameter yang dianggap sangat penting dalam penelitian ini, yaitu kekeruhan, suhu dan pH.
2. Membangun sistem kendali yang dapat mengendalikan kondisi lingkungan air akuarium dengan peralatan seperti *heater*, pompa air dan pompa pH dengan mikrokontroler ESP32.
3. Metode untuk pengendalian kondisi lingkungan air akuarium menggunakan *Fuzzy logic* dan menggunakan *Thingspeak* sebagai *platform* untuk memantau keluaran sensor.
4. Penelitian ini memakai satu objek ikan yaitu ikan hias mas koki untuk standar optimal suhu, kekeruhan dan pH air yang telah ditentukan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Merancang suatu sistem yang dapat melakukan pemantauan kekeruhan,

suhu dan pH air pada akuarium.

2. Merancang suatu sistem yang dapat melakukan pengendalian kekeruhan, suhu dan kadar pH pada akuarium.
3. Menerapkan metode *fuzzy logic* pada alat yang dirancang.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian adalah terciptanya suatu sistem yang dapat memudahkan untuk pemantauan dan melakukan pengendalian kualitas air pada akuarium sehingga membantu dalam perawatannya.

1.6 Hipotesis

Pada penelitian ini alat yang dirancang dapat melakukan pemantauan dan pengendalian kualitas air pada akuarium ikan hias mas koki menggunakan *fuzzy logic* sesuai dengan kebutuhan, sehingga terjaminnya kualitas air akuarium sesuai dengan parameter yang telah ditentukan.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

I. PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan pada penelitian ini.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai penelitian sebelumnya dan juga teori pendukung yang menjadi pengantar pemahaman dan berkaitan dengan materi penelitian yang didapat dari berbagai sumber ilmiah.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metodologi penelitian berupa waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, serta metode

dan alur penelitian yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang proses pengambilan data, hasil yang didapatkan saat penelitian dan analisis data dari hasil penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari penelitian yang dilakukan, saran yang didasarkan pada hasil mengenai perbaikan dan pengembangan lebih lanjut agar didapatkan hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Bab ini berisi referensi yang digunakan dalam penulisan dan pelaksanaan penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini membahas tentang pemantauan dan pengendali kualitas air pada akuarium ikan hias berbasis IoT (*Internet of Things*) agar memudahkan para penghobi ikan hias dalam menjaga kualitas air pada akuariumnya.

Penelitian dengan judul “Model Sistem Monitoring pH dan Kekeruhan pada Akuarium Air Tawar berbasis *Internet of Things*”. Penelitian ini dilakukan oleh Dista Yoel Tadeus, Khasnan Azazi, dan Didik Ariwibowo dari Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro pada tahun 2019. Penelitian ini dilakukan dengan model sistem monitoring parameter lingkungan pada akuarium ikan hias berbasis IoT yang dibangun menggunakan komponen *opensource* berbiaya rendah pada penelitian ini telah berhasil dilakukan sehingga dapat menjadi alternatif bagi solusi bisnis maupun komunitas hobi ikan hias atau biota air lainnya. Monitoring parameter dalam sistem tersebut tidak terbatas pada pH dan kekeruhan air tetapi juga dapat ditambahkan bentuk sensor lain sesuai dengan parameter lingkungan yang ingin diawasi. Sebagai tambahan, sistem yang dibangun juga memungkinkan adanya model fungsi pengendalian dan telah diuji melalui mekanisme otomasi pompa filter yang akan hidup atau mati sesuai dengan nilai kekeruhan aktual [3].

Penelitian dengan judul “Penerapan IoT Pada Monitoring Budidaya Udang Hias Dalam Akuarium Berbasis Arduino”. Penelitian ini dilakukan oleh Wibis Finanda dan kawan-kawan dari Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang pada tahun 2020. Penelitian ini dilakukan untuk membaca indikator yang berasal dari berbagai sensor yang terpasang didalamnya seperti indikator suhu air, kekeruhan serta pH air dan dipantau dengan Monitoring melalui *smartphone*. berjalan dengan baik pada web browser yang diujikan yaitu Google Chrome (78.0.3) dan Microsoft Edge (44.1.0) karena aplikasi merupakan *website responsive* yang dibuat

menggunakan pemrograman PHP [4].

Pembahasan penelitian dengan judul “*Fish Feeder and Monitoring Temperature Control System Menggunakan Metode Prototype pada Akuarium Ikan Hias Koki Berbasis Internet of Things*”. Penelitian ini dilakukan oleh AB Susanto, Sindu Arianto, Joko Purnomo, Sulistiyasni dari STMIK Widya Utama Purwokerto pada tahun 2021. Penelitian ini dilakukan menggunakan sebuah perangkat berbasis IoT yang dapat memberikan pakan dari jarak jauh dan memonitoring suhu, kelembapan akuarium pada ikan hias koki. Pengujian analisa pada proses pengujian menggunakan aplikasi SPSS. Kesimpulan dari penelitian ini adalah alat ini telah teruji kinerjanya berdasarkan *Dimension of quality for goods* dengan nilai valid yaitu 84,94% dan dapat memberikan informasi berupa grafik monitoring suhu pada smartphone android serta dapat mengontrol suhu dalam akuarium tersebut, dan berdasarkan uji manfaat menghasilkan kinerja produk dengan nilai tertinggi pada aspek *usability* dan *efficiency* yang bernilai 98,75% yang artinya bahwa alat tersebut mudah digunakan dan efisien [5].

Penelitian dengan judul “Rancang Bangun Alat Ukur Sistem Monitoring pH, Temperatur, dan Kelembapan Akuarium Ikan Hias Berbasis Arduino Uno”. Penelitian dilakukan oleh Bintara Putra Candra Bareta dan kawan-kawan dari Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember pada tahun 2021. Kajian tersebut kerja sistem monitoring pH, Suhu, dan Kelembapan berbasis Arduino Uno dibuat dengan sensor SEN0161-V2, DS18B20 dan DHT-11 dan media penampilan data yaitu LCD. Cara penggunaannya cukup sederhana, untuk sensor pH dan air cukup di masukkan ke dalam air sedangkan untuk kelembapan bisa diletakkan di sebelah akuarium saja. Kemudian data nilai pengukuran ditampilkan pada LCD. Rangkaian sistem tersebut kemudian di kalibrasi untuk meyakinkan bahwa sistem tersebut dapat digunakan dengan baik. Kalibrasi meliputi kalibrasi sensor pH, suhu, dan Kelembapan berbasis Arduino serta pengujian LCD. Dari hasil kalibrasi tersebut sistem alat dinyatakan berfungsi dengan baik dan dapat digunakan untuk mengukur dengan akurat karena data hasil kalibrasi di bawah 10%, yaitu Di dapat rata – rata kalibrasi alat sekitar 96,6% [6].

Penelitian dengan judul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekeuhan Air dan Suhu Aquarium Ikan Cupang Berbasis Web di Wayy_Betta”. Penelitian dilakukan oleh Alfin Aditya Sani dan kawan-kawan dari Universitas Nusa Mandiri Jakarta Tahun 2022. Penelitian ini dilakukan untuk mengontrol dan memantau suhu, pH dan kekeuhan air akuarium yang berguna untuk mencegah pertumbuhan jamur *Branchiomyces Sanguinis*. Sistem Web Monitoring ini Waay Betta dapat diakses dari jarak jauh tanpa harus menuju lokasi, dan web monitoring ini memberikan informasi mengenai suhu, air dan kekeuhanya dengan cepat sehingga dapat dilakukan tindakan untuk mengatasi hal tersebut secara efektif dan efisien. Hasil dari alat dan aplikasi web yaitu dapat memudahkan pengguna untuk memonitoring kualitas air ikan cupang dengan menggunakan web. Kemudian “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekeuhan Air dan Suhu Aquarium Ikan Cupang Berbasis Web di Wayy Betta” telah berhasil dibuat dan sesuai dengan tujuan pembuatan, dan tampilan data suhu dan kekeuhan baik secara tampilan maupun fungsionalitas telah beroperasi dengan baik dan sesuai dengan rancangan awal [7].

Berdasarkan referensi yang didapatkan, perbedaan pada penelitian sebelumnya dengan menambahkan sensor kekeuhan air yaitu sensor *Turbidity* SEN0189 untuk pemantauan nilai kekeuhan pada air dan terdapat sistem pengendalian otomatis sehingga tidak hanya melakukan pemantauan dengan menampilkan hasil sensor saja tetapi melakukan pengendalian terhadap perubahan yang dideteksi oleh sensor sehingga menjaga kualitas air tetap baik dan juga dapat dipantau pada *platform Thingspeak* yang terhubung dengan jaringan internet.

2.2 Kualitas Air

Air adalah senyawa terpenting di bumi. Dalam kehidupan sehari-hari kita banyak menggunakan sumber air untuk kebutuhan sehari-hari seperti air untuk keperluan rumah tangga, memasak, mandi dan mencuci. Semua kebutuhan tersebut kita membutuhkan sumber air yang berkualitas. Air merupakan salah satu zat yang secara alami terdapat di permukaan bumi. Air adalah substansi kimia dengan rumus H_2O , dua atom hidrogen yang bergabung dengan satu atom oksigen. Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi

standar [8].

Kualitas air yang baik dilihat dari berbagai aspek kimia, biologi, fisik dan estetika. Salah satunya dari secara estetika, kualitas air dinyatakan melalui kekeruhannya. Tingkat kekeruhan air sangat mempengaruhi oleh makhluk hidup terutama pada ikan yang habitatnya di dalam air, di laut maupun air tawar [8]. Tingkat kekeruhan atau turbiditas ini ditunjukkan dengan satuan pengukuran yaitu *Nephelometric Turbidity Units* (NTU). Berdasarkan ketentuan dari Badan Kesehatan Dunia (WHO), batas maksimum tingkat kekeruhan air minum yang memenuhi syarat adalah 5 NTU. Dengan air yang tercemar ikan berisiko terkena dampak buruk apabila menetap pada air keruh yang terekspos partikel halus. Peningkatan kekeruhan dapat berdampak pada penurunan tingkat harapan hidup embrio telur ikan. Sedangkan untuk indikator dari kualitas air yang tidak baik adalah dari tingkat kekeruhannya yang sangat pekat dan menimbulkan bau yang tidak sedap [9]. Proses biokimiawi dalam perairan, seperti nitrifikasi sangat dipengaruhi oleh pH. Suhu media mempengaruhi laju metabolisme, pada saat suhu media meningkat, laju metabolisme akan meningkat hingga batas optimum dan kembali menurun di atas suhu optimum. Dalam proses metabolisme terdapat sisa pembakaran berupa NH_3 dan CO_2 apabila laju metabolisme berjalan cepat, maka sisa pembakaran berupa NH_3 dan CO_2 akan semakin tinggi, dan apabila CO_2 meningkat pH air akan menurun. Untuk mengatasi menurunnya pH air yang disebabkan oleh CO_2 dapat dilakukan pergantian air dengan air baru secara rutin. Nilai pH yang mematikan bagi ikan, yaitu kurang dari 4 dan lebih dari 11. Pada pH kurang dari 6,5 atau lebih dari 9,5 dalam waktu yang lama, akan mempengaruhi pertumbuhan dan reproduksi ikan [10].

2.3 Ikan Hias Mas Koki

Ikan hias adalah jenis ikan baik yang berhabitat di air tawar maupun di laut yang dipelihara bukan untuk konsumsi melainkan untuk memperindah taman atau ruang tamu. Ikan hias cukup dikenal oleh masyarakat sebagai hiasan akuarium. Perkembangan ikan hias di Indonesia mengalami kemajuan yang terus meningkat, terutama ikan hias air tawar asli Indonesia.

Dari sekian banyak jenis ikan hias, tidak semuanya dapat dibudidayakan. Dalam memelihara ikan hias harus diperhatikan bahwa masing-masing jenis mempunyai sifat dan kebiasaan hidup yang berbeda-beda, misalnya dalam cara pemijahan, bertelur ataupun menyusun sarangnya [11].

Menurut Badan Pengembangan Ekspor Nasional (1994) dalam M.Nur Purnama (2004), ikan hias adalah ikan yang umumnya mempunyai bentuk, warna dan karakter khas sehingga mampu menciptakan suasana akuarium yang mendukung tata ruang dan mampu memberikan suasana tenang. Dengan kata lain ikan hias menjadi komoditi perdagangan karena aspek keindahan bukan karena kandungan nutrisi.

Adapun jenis-jenis ikan hias adalah ikan cupang, ikan *molly*, ikan *guppy*, ikan *neon tetra*, ikan *platy*, ikan koi, ikan mas koki, ikan *goldfish*, ikan lohan, ikan arwana dan lain-lain. Salah satu ikan hias air tawar yang sedang naik daun pada saat pandemi ini adalah ikan mas koki. Ikan mas koki ini cukup di sukai dikarenakan memiliki warna dan bentuk yang bagus. Untuk membudidayakan ikan hias haruslah sesuai dengan kondisi lingkungan air disekitar kita. Lingkungan air yang ideal bagi ikan hias mas koki rata-rata adalah untuk suhu air 27 — 28°C dan pH antara 6,5 — 8,5 [12]. Sedangkan untuk kekeruhan air yang ideal yaitu dalam rentang 0 — 25 NTU [13].

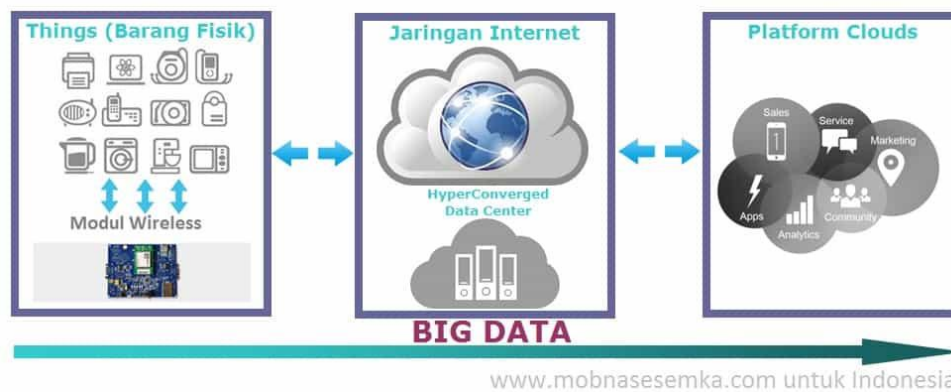


Gambar 2. 1 Ikan Hias Mas Koki

2.4 *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen [14].

Konsep IoT ini sebetulnya cukup sederhana dengan cara kerja mengacu pada 3 elemen utama pada arsitektur IoT, yakni: Barang fisik yang dilengkapi modul IoT, Perangkat Koneksi ke Internet seperti Modem dan *Router Wireless Speedy* seperti di rumah anda, dan *Cloud Data Center* tempat untuk menyimpan aplikasi beserta *database* [15].



Gambar 2. 2 Konsep IoT

Dasar prinsip kerja perangkat IoT adalah benda di dunia nyata diberikan identitas unik dan dapat dikali di sistem komputer dan dapat direpresentasikan dalam bentuk data di sebuah sistem komputer. Cara kerja *Internet of Things* yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang di mana tiap-tiap perintah argumennya itu menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarak berapa pun [16].

2.5 Logika Fuzzy

Logika *Fuzzy* merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. Adalah Profesor Lotfi A. Zadeh guru besar pada *University of California, Berkeley* yang merupakan pencetus sekaligus yang memasarkan ide tentang cara mekanisme pengolahan atau manajemen ketidakpastian yang kemudian dikenal dengan logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* pertama kali dikembangkan oleh Lotfi A. Zadeh melalui tulisannya pada tahun 1965 tentang teori himpunan *fuzzy*. Logika ini menjabarkan perhitungan matematik untuk menggambarkan suatu ketidakjelasan atau kesamaran kedalam bentuk variabel linguistik. Ini merupakan penggabungan pendekatan dari dua metode pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Logika *fuzzy* digunakan untuk meniru penalaran dan kognisi manusia. Logika *fuzzy* merupakan pengembangan dari logika biner. Logika biner hanya memiliki 2 nilai kebenaran yakni 0 atau 1. Logika *fuzzy* memasukkan 0 dan 1 sebagai nilai kebenaran ekstrem tetapi dengan berbagai tingkat kebenaran menengah [17].

2.5.1. Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* merupakan perkembangan dari himpunan tegas. Himpunan tegas merupakan himpunan dengan elemen pada nilai keanggotaan hanya mempunyai dua kemungkinan derajat keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & ; \text{jika } x \in A \\ 0 & ; \text{jika } x \notin A \end{cases} \quad (2.1)$$

μ_A merupakan fungsi karakteristik dari himpunan A. Pada himpunan *fuzzy* derajat keanggotaan setiap elemennya terletak dalam interval [0,1].

2.5.2. Fungsi Keanggotaan Fuzzy

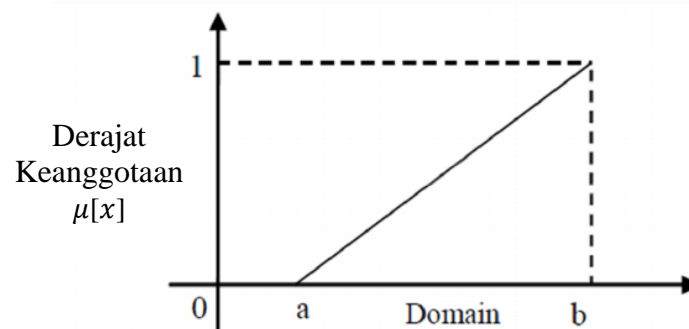
Fungsi keanggotaan *fuzzy* adalah fungsi yang memetakan elemen himpunan ke nilai keanggotaan pada interval [0,1]. Fungsi keanggotaan ini dapat digunakan untuk memperoleh nilai keanggotaan dengan melakukan pendekatan fungsi. Beberapa fungsi keanggotaan yang sering digunakan antara lain :

1. Representasi Linear

Representasi ini merupakan pemetaan *input* ke derajat keanggotaan dan digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Terdapat dua keadaan himpunan linear, antara lain :

a. Representasi Linear Naik

Dikatakan naik yaitu saat mengalami kenaikan dari derajat keanggotaan nol dan bergerak ke kanan menuju keanggotaan yang lebih tinggi (menuju satu).



Gambar 2. 3 Linear Naik

Fungsi keanggotaan antara lain :

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

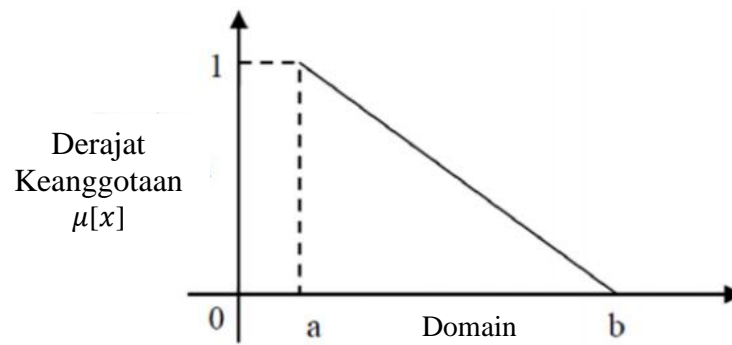
Keterangan :

α = nilai domain terkecil saat derajat keanggotaan terkecil

b = derajat keanggotaan terbesar dalam domain

b. Representasi Linear Turun

Dikatakan turun saat mengalami penurunan dari derajat keanggotaan satu dan bergerak ke kanan menuju keanggotaan yang lebih rendah (menuju nol).



Gambar 2. 4 Linear Turun

Fungsi keanggotaan antara lain :

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a} & ; \alpha \leq x \leq b \\ 0 & ; x < \alpha \end{cases} \quad (2.3)$$

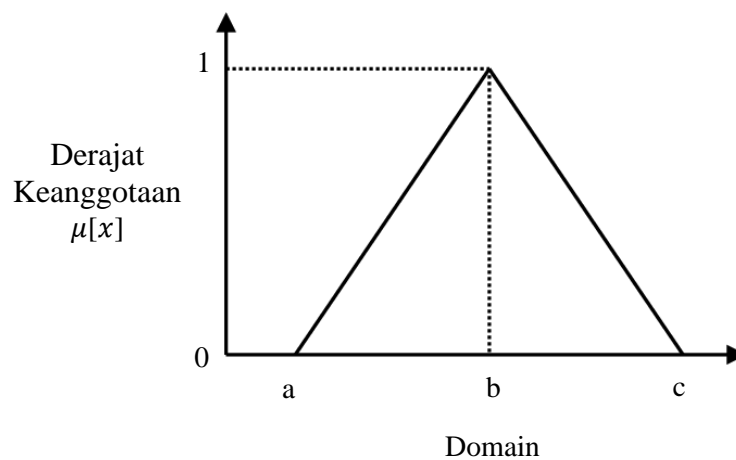
Keterangan:

α = nilai domain terkecil saat derajat keanggotaan terkecil

b = derajat keanggotaan terbesar dalam domain

2. Fungsi keanggotaan segitiga

Fungsi ini merupakan gabungan dari representasi linear dan mempunyai tiga parameter yaitu a, b dan c.



Gambar 2. 5 Fungsi Keanggotaan Segitiga

Fungsi keanggotaan segitiga yaitu :

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

Keterangan :

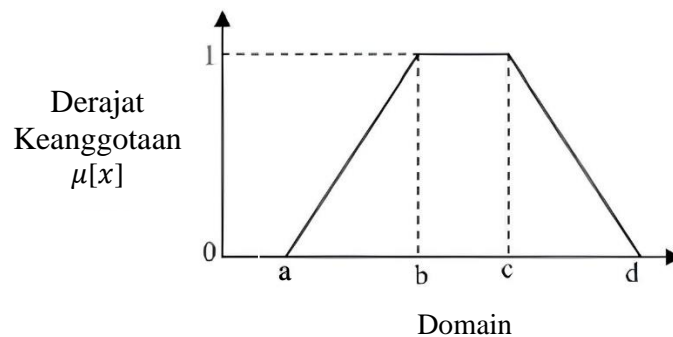
α = nilai domain terkecil saat derajat keanggotaan terkecil

b = derajat keanggotaan terbesar dalam domain

c = nilai domain terbesar saat derajat keanggotaan terkecil

3. Fungsi Keanggotaan Trapesium

Fungsi ini pada dasarnya berbentuk segitiga tetapi terdapat beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.

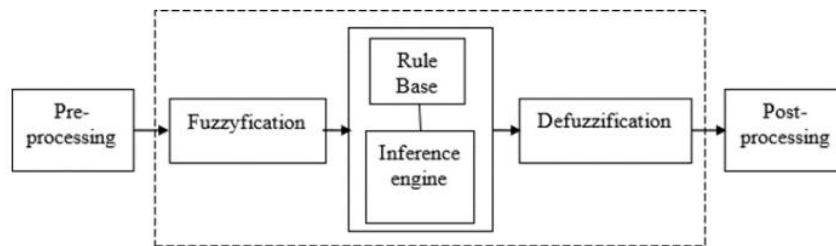


Gambar 2. 6 Fungsi Keanggotaan Trapesium

Fungsi keanggotaan trapesium antara lain:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 ; x \leq \alpha \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x - \alpha}{b - \alpha} ; \alpha \leq x \leq b \\ 1 ; b \leq x \leq c \\ \frac{d - x}{d - c} ; c \leq x \leq d \end{cases} \quad (2.5)$$

2.5.3. Tahapan Sistem *Fuzzy*



Gambar 2. 7 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 Tahap

Fuzzifikasi merupakan proses mengonversi nilai tegas (*crisp*) menjadi nilai *fuzzy* untuk mengatur derajat keanggotaan. Proses ini dilakukan dengan menyesuaikan kondisi *input* untuk mencerminkan tingkat keanggotaan yang lebih halus. Fuzzifikasi umumnya digunakan dalam logika *fuzzy* untuk mengubah data *input* yang pasti menjadi nilai linguistik yang lebih abstrak, sehingga dapat diolah dalam sistem yang menggunakan logika *fuzzy* [18].

2. Aturan *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*). Aturan *fuzzy* sangat bermanfaat untuk sistem pengambilan keputusan karena memungkinkan mereka untuk mengambil keputusan berdasarkan informasi yang tidak pasti atau tidak jelas.

3. Inferensi *Fuzzy*

Tahap evaluasi *fuzzy* pada aturan *fuzzy*, yang dikenal sebagai inferensi *fuzzy*, merupakan proses penalaran yang melibatkan *input* dan aturan *fuzzy* untuk menghasilkan *output* berupa himpunan *fuzzy*. Pada tahap ini, sistem logika *fuzzy* menggunakan aturan-aturan *fuzzy* yang telah ditentukan sebelumnya untuk menghubungkan kondisi *input* dengan keluaran *fuzzy* yang diinginkan. Proses ini memungkinkan sistem untuk mengambil keputusan atau memberikan *respons* berdasarkan pengetahuan yang terkandung dalam aturan *fuzzy*, dengan mempertimbangkan tingkat keanggotaan dari setiap *input* dalam himpunan *fuzzy* yang relevan. 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 merupakan suatu proses yang berkebalikan dengan proses fuzzifikasi, di mana untuk mengubah harga *crisp* dari besaran *fuzzy* dibutuhkan proses defuzzifikasi. Proses ini adalah konversi dari harga *fuzzy* menjadi harga *crisp* yang dibutuhkan oleh aktuator atau kontroler. 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* [19].

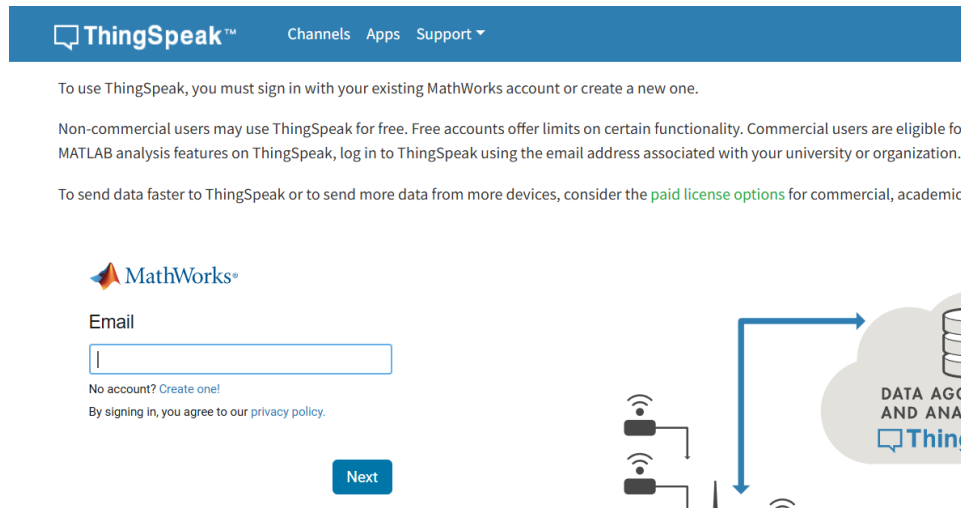
2.6 *Thingspeak*

Thingspeak adalah sebuah platform *open source* berbentuk website yang menyediakan layanan untuk kebutuhan *Internet of Things* (IoT) dan dapat menerima data menggunakan protokol HTTP melalui jaringan internet. *Thingspeak* memungkinkan pembuatan aplikasi *logging*, aplikasi pelacak lokasi, dan jaringan sosial hal dengan *update* status.

Pengguna dapat mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan memvisualisasikan data secara *real-time* dari sensor atau perangkat *Internet of*

Things (IoT) dengan platform ini. Thingspeak memiliki kemampuan untuk berintegrasi dengan berbagai perangkat, sensor dan memiliki API yang memungkinkan pengaksesan data [20].

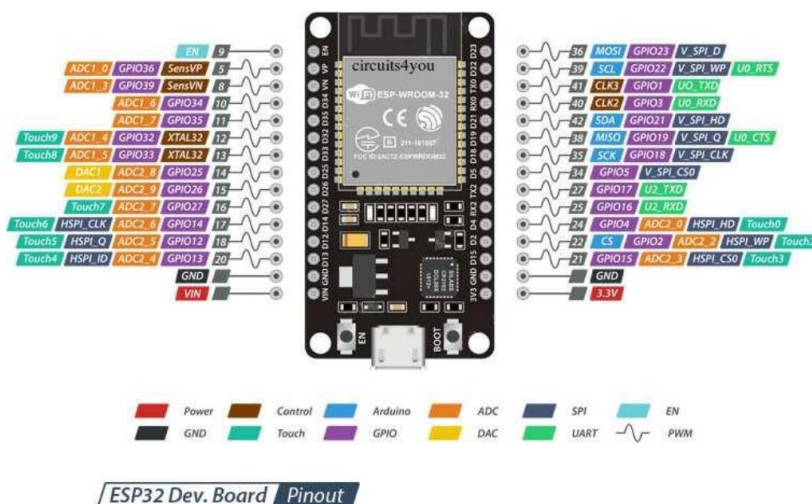
Berikut tampilan platform Thingspeak pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Thingspeak

2.7 ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif sebagai versi penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada papan mikrokontroler ESP32 sudah tersedia modul Wi-Fi dan juga modul bluetooth yang sangat mendukung untuk membuat alat dengan sistem IoT atau Internet of Things.



Gambar 2. 9 ESP32

ESP32 dapat bekerja andal di lingkungan industri, dengan suhu pengoperasian mulai dari -40°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$. ESP32 didukung oleh sistem kalibrasi canggih yang dapat secara dinamis beradaptasi dengan perubahan eksternal. ESP32 memiliki berbagai mode daya seperti konsumsi dayanya rendah [21].

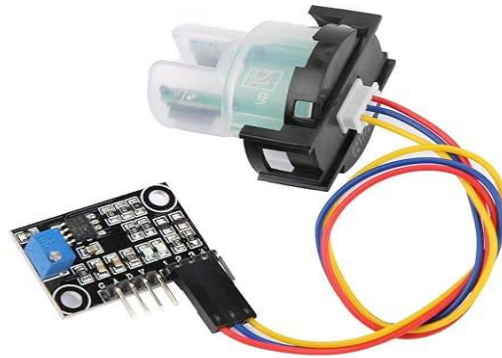
Tabel 2. 1 Spesifikasi dari ESP32

Spesifikasi	Keterangan
<i>Chipset</i>	<i>ESPRESSIF-ESP32 240MHz Xtensa®single-/dualcore 32-bit LX6 microprocessor</i>
<i>Working current</i>	3.3 V
<i>Working voltage</i>	2.7V—3.6V
<i>Sleep current</i>	0.26mA
<i>Bluetooth</i>	<i>Bluetooth v4.2 BR/EDR and BLE specification NZIF receiver with-97 dBm sensitivity</i>
<i>Wi-Fi</i>	<i>802.11b/g/n (802.11n up to 150 Mbps) Frequency range 2.4 GHz – 2.5 GHz</i>
<i>Working temperature range</i>	$-40^{\circ}\text{C} \text{ — } +125^{\circ}\text{C}$
<i>Power Supply</i>	USB 5V/1A
<i>Flash Memory</i>	QSPI flash 4MB
<i>SRAM</i>	520 kB SRAM
<i>On-board clock 4</i>	40MHz crystal oscillator

2.8 Sensor Turbidity SEN0189

Sensor *Turbidity* adalah sensor modul yang berkerja dengan membaca kekeruhan pada air, di mana pada dasarnya partikel kekeruhan tidak bisa dilihat oleh mata secara langsung. Semakin banyak partikel dalam air menunjukkan tingkat kekeruhan air juga tinggi [22].

Prinsip kerja dari sensor kekeruhan ini sama halnya dengan sensor *proximity* karena terdapat LED photodiode sebagai *transmitter* dan *receiver*. Pada sensor ini memanfaatkan cahaya yang dipancarkan pada LED yang kemudian hasil pemantulan cahaya yang akan dibaca oleh sensor. Semakin tinggi tingkat kekeruhan air yang akan dideteksi maka tingkat pemantulan cahaya yang diterima akan semakin sedikit, dan sebaliknya [23].



Gambar 2. 10 Sensor Turbidity SEN0189

Tabel 2. 2 Spesifikasi dari Sensor *Turbidity* SEN0189

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Operasional	$\pm 5V$
Arus Operasional	40mA
Waktu Responsi	< 500 mS
<i>Output Analog</i>	0 – 4,5 Volt
Rentang Temperatur	5 °Cs/d 90 °C
Penyimpan Temperatur	- 10 °Cs/d 90 °C
Berat	30 g
Dimensi	38 mm x 28 mm x 10 mm

2.9 Sensor Suhu DS18B20 *Waterproof*

Sensor suhu DS18B20 *Waterproof* merupakan sensor yang dapat digunakan untuk mengukur suhu air, dengan karakteristik *waterproof* yang memungkinkan sensor tersebut menjadi tahan terhadap air. Karena memiliki *shield* karet yang melindungi komponen elektrik dan sambungan kabel dari air sehingga sensor dapat diletakkan secara bebas dalam air. Sensor memiliki elemen konduktor yang merupakan bagian ukur dari sensor dan harus diletakkan atau menyentuh benda yang akan diukur.

Sensor suhu DS18B20 dengan kemampuan tahan air (*waterproof*) cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit, atau basah. Karena keluaran data sensor ini merupakan data digital, maka kita tidak perlu khawatir terhadap degradasi data ketika menggunakan untuk jarak yang jauh. DS18B20 menyediakan 9 bit hingga 12 bit yang dapat dikonfigurasi data [24].



Gambar 2. 11 Sensor suhu DS18B20

Tabel 2. 3 Spesifikasi sensor suhu DS18B20

Spesifikasi	Keterangan
<i>Power Supply</i>	3 V – 5.5 V
Konsumsi arus	1 mA
<i>Range Suhu</i>	-55 – 125 ° C
Akurasi	± 0.5 %
Resolusi	9 – 12 bit
Waktu Konversi	< 750 ms

2.10 Sensor pH Tipe 4502C

Sensor pH tipe 4502C ini merupakan modul yang bekerja untuk mendeteksi tingkat pH air yang di mana keluarannya berupa tegangan analog. pH merupakan pengukuran konsentrasi ion hidrogen dalam tubuh. Total skala pH berkisar dari 1—14, dengan 7 dianggap netral. Suatu larutan dengan pH kurang dari 7 dikatakan asam dan larutan dengan pH lebih dari 7 disebut basa atau alkali. Alat ini dapat mengukur kualitas air. Sensor ini kompatibel dengan berbagai mikrokontroler seperti *Raspberry Pi*, ESP32 atau *arduino*, dan memang dirancang untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, serta dilengkapi dengan konektor yang praktis [25].



Gambar 2. 12 Sensor pH tipe 4502C

Tabel 2. 4 Spesifikasi dari Sensor pH tipe 4502C :

Spesifikasi	Keterangan
<i>Power Supply</i>	5.00 V
Konsumsi arus	5-10 mA
<i>Range Suhu</i>	-10 – 50 °C
Rentang Pengukuran	0 – 14
Waktu Respon	≤ 1 menit
<i>Output</i>	Pin Analog
Ukuran Modul	43 x 32mm (1.69 x 1.26 ")

2.11 Relay

Relay merupakan perangkat elektronika yang dapat menghubungkan atau memutuskan arus listrik yang besar dengan memanfaatkan arus listrik yang kecil. *Relay* adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). *Relay* menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan *relay* yang menggunakan Elektromagnet 5 V dan 50 mA mampu menggerakkan *Armature relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A [26].

Adapun cara kerja relay adalah jika kita memberi tegangan pada kaki 1 dan kaki

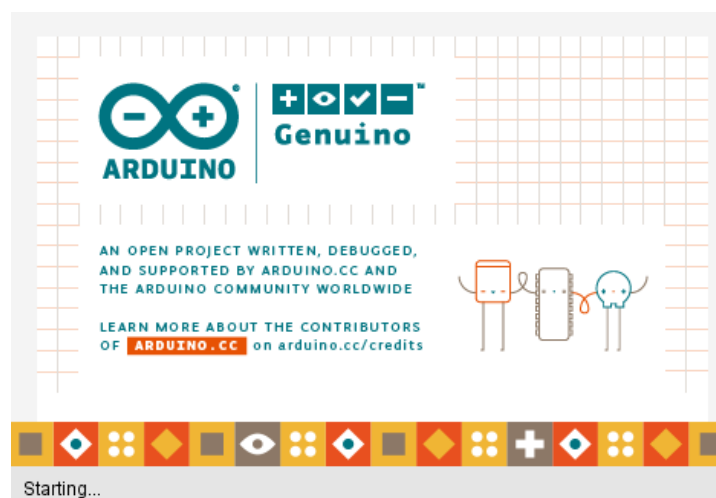
ground pada kaki 2 relay maka secara otomatis posisi kaki CO (*Change Over*) pada relay akan berpindah dari kaki NC (*Normally Close*) ke kaki NO (*Normally Open*).



Gambar 2. 13 Relay

2.12 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrate Development Enviroment*) merupakan sebuah *software* yang dipakai untuk membuat, mengedit suatu kode program, memverifikasi, dan mengunggah kode program ke arduino. Arduino menggunakan bahasa pemrograman C. Arduino IDE terdiri dari teks editor untuk membuat, dan mengedit *code* program, area pesan, *console teks*, dan *tool bar* serta tombol – tombol dengan fungsi umum. Program yang dibuat menggunakan *software* Arduino IDE dinamai *sketch* ditulis dalam teks editor dan disimpan dalam bentuk ekstensi .ino [27]. Berikut tampilan arduino IDE pada Gambar 2.14.



Gambar 2. 14 Tampilan Arduino IDE

2.13 Power Supply

Catu daya (*Power Supply*) adalah sebuah perangkat yang memasok listrik energi untuk satu atau lebih beban listrik. Prinsip kerjanya dapat mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC untuk memberikan *supply* tegangan pada beban, power supply ini dapat memberikan *supply* arus hingga 5 *Ampere*. Pada pembuatan alat ini, tegangan yang digunakan 5 volt untuk *receiver* pada mikrokontroler. *Power supply* mengubah tegangan DC 5 volt dari sumber daya listrik PLN menjadi tegangan DC 5 volt yang kemudian digunakan untuk tegangan *input* mikrokontroler [28]. Berikut untuk *power supply* pada Gambar 2.15.



Gambar 2. 15 *Power supply* 5 V

2.14 Heater Aquarium

Heater merupakan sebuah alat untuk memanaskan air yang menggunakan energi listrik. Pada penelitian ini digunakan *heater* aquarium tipe SOBO Water di mana *heater* yang dimaksud memiliki spesifikasi sebagai berikut daya : 100 watt, tegangan : 220V—240V 50/60 Hz, dan ukuran : 18x2,2 cm² [29].



Gambar 2. 16 *Heater Aquarium*

2.15 Pompa Air Mini *Submersible*

Pompa air mini merupakan alat yang digunakan untuk memompa air dengan jenis *submersible* memiliki ukuran sangat fleksibel yaitu $45 \times 30 \times 25 \text{ mm}^3$. Pompa ini membutuhkan daya listrik yang besar yaitu 3—5 *volt*. Dengan daya tersebut pompa air ini dapat menghasilkan debit air 1,5 l/menit [30]. Pompa ini termasuk tipe pompa *sentrifugal*, di mana memiliki prinsip kerja mengubah energi kinetis (kecepatan) cairan menjadi energi potensial (dinamis) melalui suatu *impeller* (komponen berputar dalam desain pompa sentrifugal, berguna untuk mentransfer energi dari motor pompa ke fluida) yang berputar dalam *casing*. Gaya *sentrifugal* dari perputaran kipas *impeller* dimanfaatkan untuk mendorong air ke atas [31].



Gambar 2. 17 Pompa Air Mini *Submersible*

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung. Adapun pelaksanaannya yaitu pada bulan Mei — Desember 2024.

3.2 Alat dan Bahan

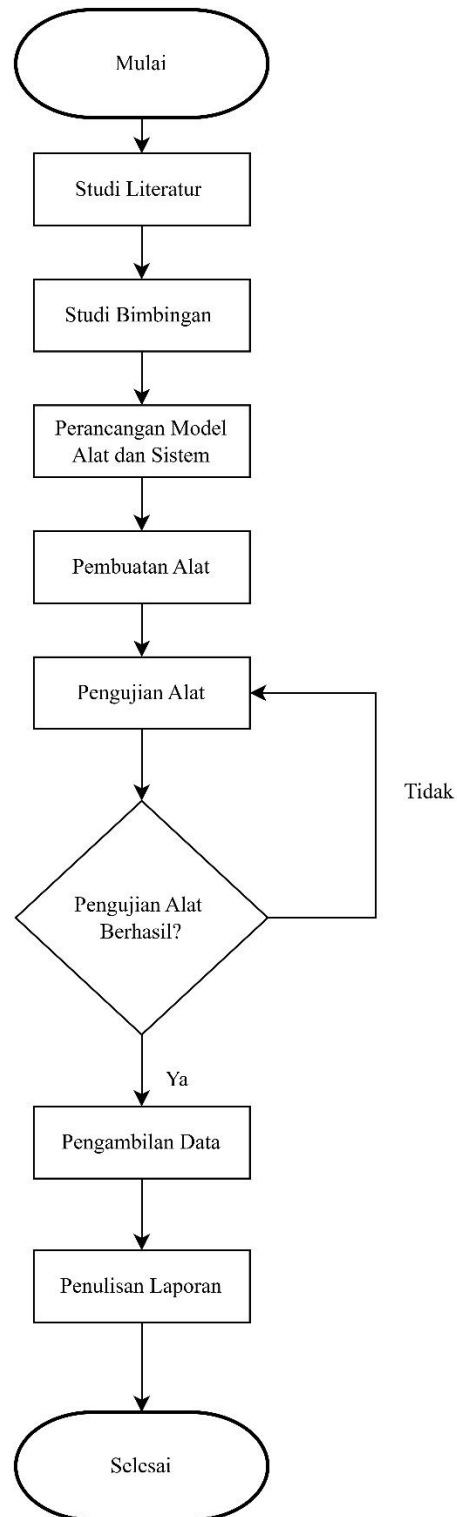
Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan

No	Nama Komponen dan Perangkat Lunak	Keterangan Penggunaan
1.	ESP32	Sebagai mikrokontroler dan pengiriman data
2.	Sensor pH tipe 4502C	Sebagai pendeteksi tingkat (keasaman) ph air
3.	Sensor suhu DS18B20 <i>Waterproof</i>	Sebagai sensor suhu air
4.	Sensor <i>Turbidity</i>	Sebagai alat untuk membaca kekeruhan pada air
5.	<i>Relay</i>	Sebagai saklar (<i>switch</i>) untuk pompa air dan pompa pH
6.	<i>Power Supply 5 V</i>	Sebagai sumber catu daya
7.	Arduino IDE	Sebagai perangkat lunak untuk membangun program yang akan dijalankan pada mikrokontroler
8.	<i>Thingspeak</i>	Sebagai <i>platform</i> untuk mengendalikan atau memantau suatu modul seperti ESP32 yang bisa terkoneksi dengan jaringan internet secara jarak jauh.
9.	<i>Heater Aquarium</i>	Sebagai untuk menaikkan suhu air.
10.	Pompa Air Mini <i>Submersible</i>	Sebagai pompa untuk mengalirkan larutan untuk menaikkan dan atau menurunkan nilai pH air akuarium.
11.	Laptop Acer	Sebagai perangkat keras untuk perancangan sistem dan program sistem
12.	Handphone Samsung A51	Sebagai perangkat keras untuk menampilkan visualisasi dari hasil sistem

3.3 Diagram Alir Penelitian

Adapun tahap-tahap yang dilakukan untuk menyusun penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1

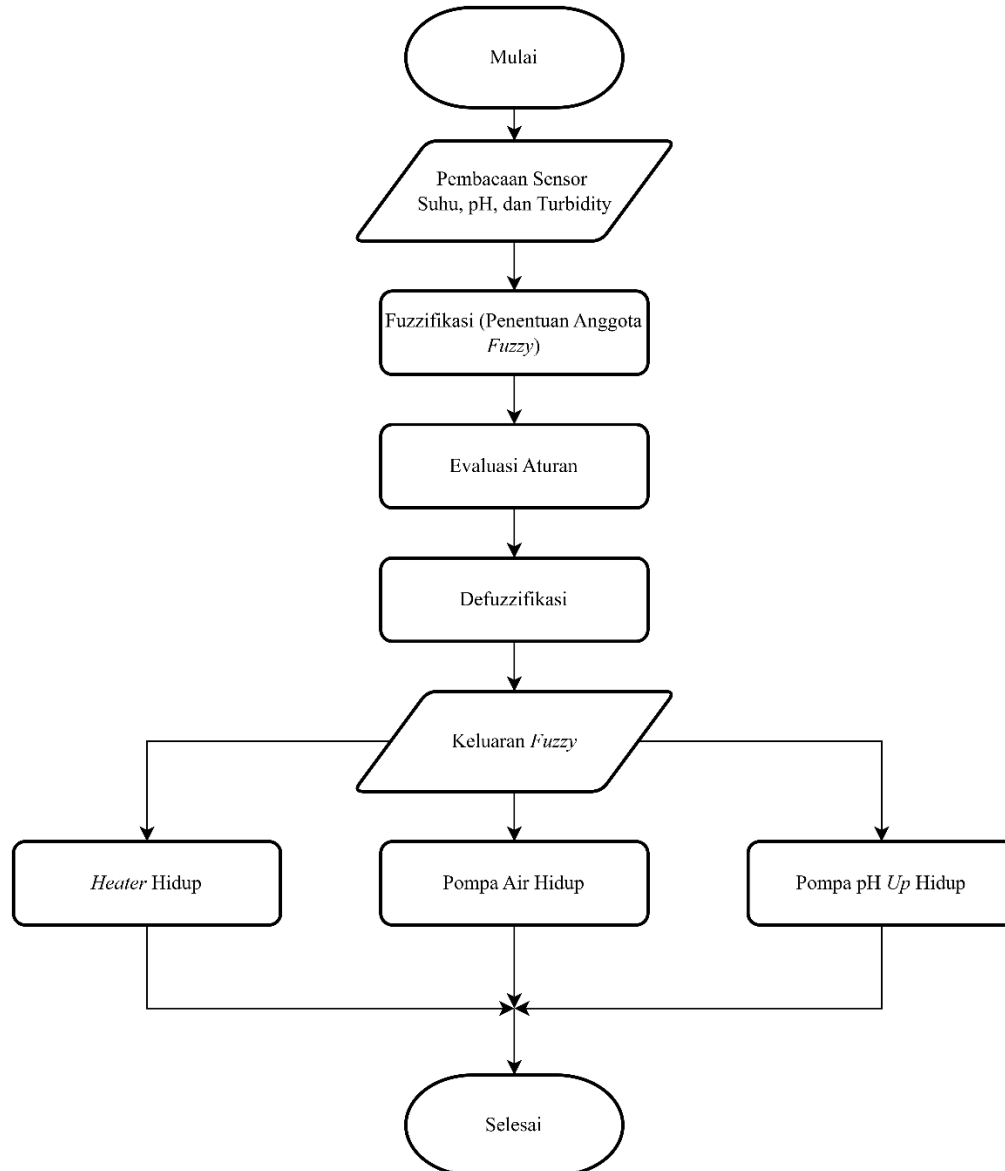


Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Pada Gambar 3.1 penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur yang bertujuan untuk mempelajari materi-materi yang terkait dengan topik yang dibahas dalam tugas akhir, yaitu mengenai sensor pH, sensor suhu DS18B20 *Waterproof*, sensor *Turbidity*, mikrokontroler ESP32, dan pemrograman di Arduino IDE, lalu perancangan *software* yang digunakan beberapa perangkat lunak yang diperlukan adalah dengan arduino IDE dan *Thingspeak*. Literatur yang digunakan merupakan artikel yang diambil dari jurnal yang informasinya dapat dipertanggungjawabkan. Tahap selanjutnya, yaitu studi bimbingan yang dilakukan dengan melakukan diskusi, bertanya dan mencari solusi bersama dosen pembimbing yang bertujuan untuk meningkatkan wawasan dan memahami lebih dalam proses penelitian yang dilakukan. Setelah itu, perancangan model alat dan sistem di mana dalam perancangan ini dilakukan penentuan komponen yang digunakan sesuai dengan kebutuhan alat, melakukan desain *wiring* dan pemrograman pada mikrokontroler dibawah bimbingan dosen pembimbing. Lalu tahap berikutnya yaitu pengujian alat apabila dalam pengujian belum berhasil maka akan dilakukan pengujian kembali hingga berhasil lalu dilakukan pengambilan data. Kemudian apabila pengambilan data sudah dilakukan tahap terakhir yaitu penulisan laporan untuk digunakan sebagai bentuk tanggung jawab penulis terhadap tugas akhir yang telah dilakukan dan digunakan untuk seminar hasil.

3.4 Perancangan Sistem

Adapun tahapan-tahapan dari sistem pada penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3. 2 Diagram Alir Sistem Logika *Fuzzy*

Pada penelitian ini, sistem kontrol yang digunakan yaitu kontrol logika *fuzzy* di mana pada penelitian ini menggunakan tiga masukan sensor yaitu sensor suhu DS18B20, sensor pH-4502C dan sensor *turbidity* SEN0189 yang merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur suhu, pH, dan kekeruhan pada air akuarium ikan hias.

Tahapan yang pertama yaitu pembacaan sensor pada alat pemantau dan pengendali suhu, pH dan kekeruhan kualitas air pada akuarium ikan hias berbasis IoT dengan menggunakan sensor suhu untuk mengukur suhu air kolam dalam satuan derajat *celsius* ($^{\circ}\text{C}$) dan sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman air dalam rentang 0 hingga 14 dan sensor *turbidity* untuk membaca kekeruhan pada air dalam rentang 0 hingga 25 NTU. Data suhu yang optimal untuk ikan hias berkisar antara 27°C hingga 28°C , sementara rentang pH yang diinginkan antara 6,5 hingga 8,5 dan kekeruhan dibawah 25 NTU. Informasi dari hasil pembacaan sensor akan dikirimkan ke ESP32 dan diproses menggunakan metode *fuzzy logic* untuk menentukan suatu tindakan guna menjaga kondisi kualitas air akuarium tetap optimal.

Tahap *fuzzyfikasi*, pada tahap ini sensor suhu dan pH akan dibagi menjadi tiga keanggotaan *fuzzy*, untuk suhu yaitu "Dingin", "Normal", dan "Panas", lalu "Asam", "Netral", dan "Basa" untuk pH, kemudian sensor kekeruhan akan dibagi menjadi dua keanggotaan *fuzzy* "Keruh" dan "Tidak Keruh".

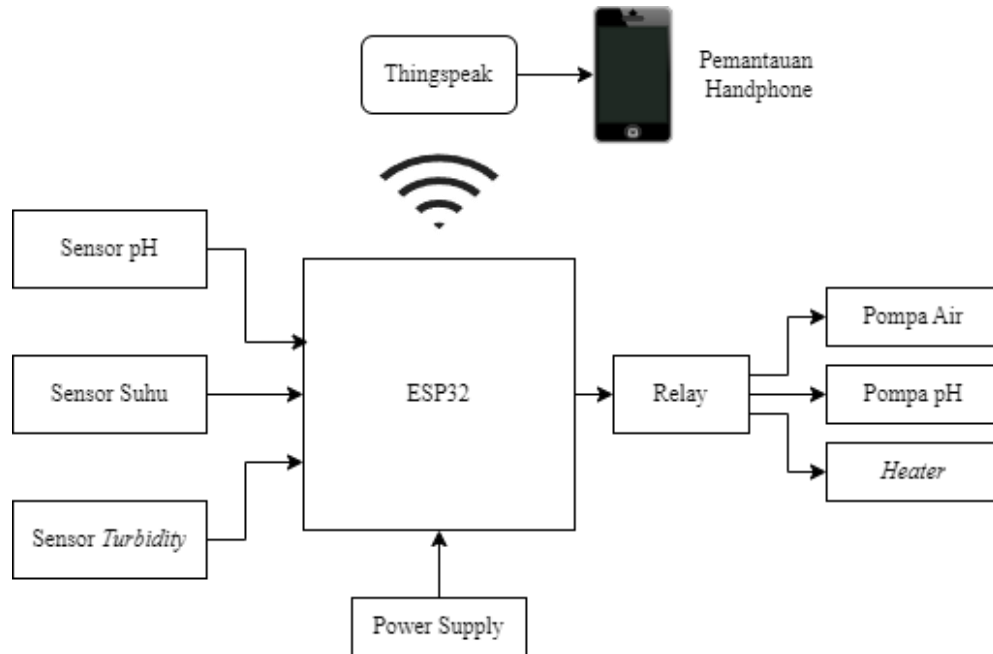
Tahap evaluasi aturan *fuzzy*, pada proses ini dilakukan untuk mengubah nilai *input* menjadi *output fuzzy* sesuai dengan aturan yang dibuat. Evaluasi aturan *fuzzy* ini dilakukan dengan mempertimbangkan bagaimana setiap aturan menghubungkan *input* dengan *output*, dan respon yang dihasilkan terhadap perubahan kondisi lingkungan.

Tahap defuzzifikasi, mengubah *output fuzzy* menjadi nilai tegas (*crisp*) yang akan mengendalikan *heater*, pompa air dan pompa pH sehingga memastikan pengelolaan suhu, pH dan kekeruhan air yang optimal untuk menjaga kondisi kualitas air akuarium.

Tahap *output fuzzy*, merupakan keluaran dari sistem logika *fuzzy* yang digunakan untuk mengendalikan *heater*, pompa air dan pompa pH yang nantinya akan melakukan tindakan terhadap perubahan pada lingkungan akuarium dengan pada tingkat yang optimal untuk memastikan kualitas air yang baik pada ikan hias di akuarium.

3.5 Diagram Blok Sistem

Adapun tahapan-tahapan pada diagram blok sistem bisa dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3. 3 Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 3.3 dijelaskan tentang implementasi *Internet of Things* pada sistem pemantauan dan pengendali kualitas air pada akuarium ikan hias mas koki dengan menggunakan *fuzzy logic* berbasis IoT. Diagram di atas menjelaskan skema hubungan antar perangkat atau sensor yang ada dalam penelitian ini, berikut merupakan penjelasan dari bagian *input*, *process*, dan *output*.

Pada bagian *input* terdapat tiga sensor yaitu sensor pH yang akan mendeteksi tingkat keasaman air akuarium, lalu terdapat sensor suhu DS18B20 *Waterproof* untuk mendeteksi suhu air akuarium, dan sensor *turbidity* untuk mendeteksi kekeruhan air pada akuarium. Kemudian terdapat catu daya sebagai *supply* tegangan pada mikrokontroler.

Pada bagian *process*, semua data dari hasil pembacaan sensor akan diproses oleh ESP32, di mana dalam tahap ini hasil pembacaan sensor akan diolah sehingga menghasilkan *output* yang sesuai. Kemudian ESP32 juga terhubung ke *relay* yang berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan pompa air, pompa pH dan *heater*.

Pada bagian *output*, terdapat *output* dalam sistem berupa *heater* yang digunakan untuk mengkondisikan suhu ketika suhu tersebut diluar kondisi yang ditentukan, pompa air digunakan untuk memompa air sehingga air dapat dikendalikan dalam mengatur kekeruhan air ketika melebihi batas normal, dan pompa pH guna mengatur tingkat konsentrasi pH yang terlarut dalam air sesuai dengan kondisi yang ditentukan. Data-data sensor juga dikirimkan ESP32 ke *Thingspeak* melalui jaringan internet yang terhubung, kemudian ditampilkan pada *smartphone* sebagai media pemantauan dan pengendalian dari masing-masing sensor.

3.6 Metode Pengujian

Adapun pengujian pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengujian sensor *Turbidity* SEN0189, yaitu untuk mengetahui apakah sensor dapat membaca kekeruhan air secara akurat atau tidak.
2. Pengujian sensor DS18B20, yaitu untuk mengetahui apakah sensor dapat membaca suhu air secara akurat atau tidak.
3. Pengujian sensor pH4502C, yaitu untuk mengetahui apakah sensor dapat membaca tingkat pH air secara akurat atau tidak.
4. Pengujian *Thingspeak*, yaitu untuk memantau kualitas air pada akuarium apakah sesuai dengan data yang dikirim oleh sensor.
5. Pengujian metode *fuzzy logic*, yaitu untuk menentukan nilai parameter setiap sensor.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini adalah :

1. Telah terealisasikan rancang bangun sistem pemantauan dan pengendalian kekeruhan, suhu dan pH air pada akuarium ikan hias mas koki menggunakan *fuzzy logic* berbasis IoT yang dapat bekerja dengan baik, ditunjukkan dengan data hasil pembacaan sensor yang dapat ditampilkan dengan baik pada *platform Thingspeak* secara *real-time*.
2. Metode *fuzzy logic* berhasil diterapkan pada alat yang dirancang untuk memberikan pengendalian berdasarkan parameter kualitas air yang telah ditentukan ditunjukkan dengan tingkat akurasi sebesar 97,2%. Hal tersebut menandakan *fuzzy logic* yang digunakan mampu memberikan keputusan pengendalian yang akurat.

5.2 Saran

Adapun saran dari penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat melakukan pengembangan alat pada bagian *Input* yaitu menambah indikator baru seperti sensor *Amonia* dan sensor *DO (Dissolved Oxygen)*, sehingga mendapatkan informasi lebih rinci mengenai kualitas air dan ekosistem akuarium yang dapat membantu mengambil tindakan yang lebih efektif untuk menjaga lingkungan air yang optimal.
2. Dapat menambahkan *buzzer* atau indikator notifikasi apabila terjadi ketidaksesuaian parameter seperti penambahan cairan pH yang seharusnya sedikit menjadi penambahan cairan pH banyak, sehingga hal tersebut lebih memudahkan penghobi ikan hias mas koki dalam pengendalian dan pemantauannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Santoso and A. D. Arfianto, "Sistem Pengganti Air Berdasarkan Kekeruhan Dan pemberi Pakan Ikan Pada Akuarium Air Tawar Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 16," *J. Ilm. Teknol. Inf. Asia*, vol. 8, no. 2, pp. 33–48, 2014.
- [2] L. Chee Han, I. Muhaini Binti Mohd Noor, S. Mohd Bahrin, and R. Abdula, "Automatic Aquarium Water Change System With Real Time Monitoring Through IoT," *J. Appl. Technol. Innov.*, vol. 7, no. 2, pp. 2600–7304, 2023.
- [3] D. Y. Tadeus, K. Azazi, and D. Ariwibowo, "Model Sistem Monitoring pH dan Kekeruhan pada Akuarium Air Tawar berbasis Internet of Things," *Metana*, vol. 15, no. 2, pp. 49–56, 2019, doi: 10.14710/metana.v15i2.26046.
- [4] W. Finanda, J. D. Irawan, and K. Auliasari, "Penerapan Iot Pada Monitoring Budidaya Udang Hias Dalam Akuarium Berbasis Arduino," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 4, no. 2, pp. 155–160, 2020, doi: 10.36040/jati.v4i2.2697.
- [5] A. B. Susanto, S. Arianto, J. Purnomo, and . S., "Fish Feeder And Monitoring Temperature Control System Menggunakan Metode Protoype pada Akuarium Ikan Hias Koki Berbasis Internet Of Things," *J. ICT Inf. Commun. Technol.*, vol. 20, no. 1, pp. 22–27, 2021, doi: 10.36054/jict-ikmi.v20i1.298.
- [6] B. P. C. Bareta, A. Harijanto, and M. Maryani, "Rancang Bangun Alat Ukur Sistem Monitoring pH, Temperatur, Dan Kelembapan Akuarium Ikan Hias Berbasis Arduino UNO," *J. Pembelajaran Fis.*, vol. 10, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.19184/jpf.v10i1.21900.
- [7] E. R. Nainggolan, A. A. Sani, and I. Rosita, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekeruhan Air dan Suhu Aquarium Ikan Cupang Berbasis Web di Wayy_Betta," *Remik*, vol. 6, no. 4, pp. 624–633, 2022, doi: 10.33395/remik.v6i4.11526.
- [8] A. Maulana and N. Ratama, "Sistem Monitoring dan Controlling Tingkat Kekeruhan Air pada Aquarium Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis

- Arduino Uno,” *JORAPI J. Res. Publ. Innov.*, vol. 1, no. 2, pp. 167–171, 2023.
- [9] A. N. Salim and A. Rahman, “Implementasi Fuzzy-Mamdani untuk Pengendalian Suhu dan Kekeruhan Air Aquascape Berbasis IoT,” *J. Algoritm.*, vol. 2, no. 2, pp. 159–169, 2022.
- [10] V. Yanuar, “Effect of Different Types of Feed on Growth Rate of Tilapia Fish (*Oreochromis niloticus*) and Water Quality in The Aquarium Maintenance,” *Ziraa’ah*, vol. 42, no. 2, pp. 91–99, 2017.
- [11] B. Priono and D. Satyani, “Penggunaan Berbagai Jenis Filter Untuk Pemeliharaan Ikan Hias Air Tawar Di Akuarium,” *Media Akuakultur*, vol. 7, no. 2, p. 76, 2012, doi: 10.15578/ma.7.2.2012.76-83.
- [12] N. Rochyani, “Analisis Karakteristik Lingkungan Air Dan Kolam Dalam Mendukung Budidaya Ikan,” *J. Ilmu-ilmu Perikan. dan Budid. Perair.*, vol. 13, no. 1, pp. 51–56, 2018, doi: 10.31851/jipbp.v13i1.2856.
- [13] M. R. Satriawan, G. Priyandoko, and S. Setiawidayat, “Monitoring pH Dan Suhu Air Pada Budidaya Ikan Mas Koki Berbasis IoT,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 12–17, 2023, doi: 10.37905/jjee.v5i1.16083.
- [14] D. J. James, “The Internet of Things in Agriculture,” *J. Ind. Inf.*, vol. 1, no. September, p. 3, 2017, [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452414X16000066>
- [15] M. S. Novelan, Z. Syahputra, and P. H. Putra, “Sistem Kendali Lampu Menggunakan NodeMCU dan Mysql Berbasis IOT (Internet Of Things),” *J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar.*, vol. 1, 2020.
- [16] A. Sangeetha and T. Amudha, “Artificial Intelligence and Internet of Things,” *Secur. IoT Ind. 4.0 Appl. with Blockchain*, no. July, pp. 161–194, 2021, doi: 10.1201/9781003175872-7.
- [17] R. Saatchi, “Fuzzy Logic Concepts, Developments and Implementation,” *Inf.*, vol. 15, no. 10, 2024, doi: 10.3390/info15100656.
- [18] N. R. Hamala, “Rancang Bangun Sistem Kendali Suhu Dan Kelembapan Ruang Pada Kandang Jangkrik Menggunakan Metode Fuzzy Logic,” 2023.

- [19] C. Wahyudi, V. C. Poekoel, and J. Litouw, "Stabilisasi pH dengan Sistem Kendali Fuzzy pada Vertikultur Hidroponik," *E-Journal*, pp. 1–11, 2022.
- [20] Pandimadevi Ganesan, Thushara Hameed, and Maheswari Maruthakutti, "IOT based water flow meter using ThingSpeak," *Int. J. Sci. Res. Arch.*, vol. 11, no. 2, pp. 1956–1962, 2024, doi: 10.30574/ijsra.2024.11.2.0717.
- [21] D. Harianto, "Development and Evaluation of an ESP32-based Temperature and Humidity Control Unit for Textile Storage," pp. 1–19.
- [22] F. R. Herawan, D. Darlis, and T. Haryanti, "Level And Turbidity Measurements System For Water Inside Tank Using Visible Light Communication Technology And Android Application," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 9, no. 3, pp. 1230–1237, 2023.
- [23] W. L. Hakim, L. Hasanah, B. Mulyanti, and A. Aminudin, "Characterization of turbidity water sensor SEN0189 on the changes of total suspended solids in the water," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1280, no. 2, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1280/2/022064.
- [24] D. Yunita, A. S. Nurazis, J. Juanda, I. S. Nasution, and S. Satriana, "Design and Examination of Yogurt Maker Machine with Sensor Temperature DS18B20," *J. Tek. Pertan. Lampung (Journal Agric. Eng.)*, vol. 13, no. 1, p. 250, 2024, doi: 10.23960/jtep-l.v13i1.250-259.
- [25] F. P. E. Putra, U. Ubaidi, R. N. Saputra, F. M. Haris, and S. N. R. Barokah, "Application of Internet of Things Technology in Monitoring Water Quality in Fishponds," *Brill. Res. Artif. Intell.*, vol. 4, no. 1, pp. 356–361, 2024, doi: 10.47709/brilliance.v4i1.4231.
- [26] Z. Lubis, M. I. Nasution, and N. Nasution, "Design and Construction of Mice Detection and Removal Equipment in the House Based on the Internet of Things (IoT)," *J. Pijar Mipa*, vol. 19, no. 3, pp. 529–534, 2024, doi: 10.29303/jpm.v19i3.6771.
- [27] J. Rivera and P. Salinas, "Low-Cost and Accessible Scale Body Maceration Control System: Integration of Internet of Things-NodeMCU with Arduino-IDE," *Int. J. Morphol.*, vol. 42, no. 5, pp. 1239–1247, 2024, doi: 10.4067/S0717-95022024000501239.
- [28] A. A. Muhammed, G. O. Omoruyi, and E. O. Aigbodion, "Design and

Implementation of a Microcontroller-Based Adaptive Four-Way Traffic Light Control System for Traffic Optimization,” pp. 92–102, 2024.

- [29] J. Junaedi and H. Ki, “Smart Aquarium with IoT based as Monitoring in Fish Farming,” *bit-Tech*, vol. 4, no. 3, pp. 116–122, 2022, doi: 10.32877/bt.v4i3.441.
- [30] F. Garcia, D. Martel, and E. Paiva-Peredo, “An automated power of hydrogen controlled filtration system for enhanced aquarium fish farming,” *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 14, no. 6, pp. 6265–6270, 2024, doi: 10.11591/ijece.v14i6.pp6265-6270.
- [31] D. Aztisyah, T. Yuniati, and Y. Adi Setyoko, “Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada pH Air dalam Sistem Otomatisasi Suhu dan pH Air Aquascape Ikan Guppy,” *J. Informatics, Inf. Syst. Softw. Eng. Appl.*, vol. 4, no. 1, pp. 58–70, 2021.