

PENDETEKSI KUALITAS AIR MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY*

(Skripsi)

Oleh

MUHAMMAD BIMO KOMALA



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PENDETEKSI KUALITAS AIR MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

Oleh

MUHAMMAD BIMO KOMALA

Air merupakan sumber daya alam yang vital bagi kehidupan manusia dan ekosistem di bumi sehingga kualitas air yang baik sangat penting untuk menjaga kesehatan dan ekosistem yang berkelanjutan. Sehingga penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pendeteksi kualitas air yang efisien menggunakan logika fuzzy untuk berbagai media air. Sistem terdiri dari sensor pH, suhu (DS18B20), dan kekeruhan sebagai input, Arduino UNO sebagai pemroses, dan LCD 20x4 sebagai penampil. Metode logika fuzzy Sugeno diimplementasikan untuk mengevaluasi kualitas air berdasarkan tiga parameter tersebut. Sistem mampu mendeteksi kualitas air untuk tiga jenis media: higiene sanitasi, kolam renang, dan tambak udang, dengan aturan fuzzy yang disesuaikan untuk masing-masing jenis. Proses meliputi fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi, menghasilkan output berupa klasifikasi kualitas air (baik, kurang baik, atau tidak baik). Hasil pengujian menunjukkan akurasi 100% sesuai aturan fuzzy yang ditentukan, dengan rata-rata waktu 62,2 detik untuk mencapai nilai stabil. Pengujian dilakukan pada berbagai sampel air untuk memvalidasi kinerja sistem. Penelitian ini menawarkan solusi praktis untuk pemantauan kualitas air yang lebih efisien dan akurat.

Kata kunci: kualitas air, logika fuzzy, Arduino, sensor pH, sensor suhu, sensor kekeruhan, sistem pendeteksi

ABSTRACT

WATER QUALITY DETECTION SYSTEM USING FUZZY LOGIC

By

MUHAMMAD BIMO KOMALA

Water is a vital natural resource for human life and ecosystems on Earth, making good water quality essential for maintaining health and sustainable ecosystems. Therefore, this research aims to develop an efficient water quality detection system using fuzzy logic for various water media. The system consists of pH, temperature (DS18B20), and turbidity sensors as inputs, Arduino UNO as the processor, and a 20x4 LCD as the display. The Sugeno fuzzy logic method is implemented to evaluate water quality based on these three parameters. The system is capable of detecting water quality for three types of media: sanitary hygiene, swimming pools, and shrimp ponds, with fuzzy rules customized for each type. The process includes fuzzification, inference, and defuzzification, producing output in the form of water quality classification (good, fair, or poor). Testing results showed 100% accuracy according to the specified fuzzy rules, with an average time of 62.2 seconds to reach stable values. Testing was conducted on various water samples to validate system performance. This research offers a practical solution for more efficient and accurate water quality monitoring.

Keywords: water quality, fuzzy logic, Arduino, pH sensor, temperature sensor, turbidity sensor, detection system

PENDETEKSI KUALITAS AIR MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY*

Oleh

MUHAMMAD BIMO KOMALA

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar

SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Elektro



FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDARLAMPUNG

2024

Judul Skripsi : **PENDETEKSI KUALITAS AIR
MENGUNAKAN METODE LOGIKA
FUZZY**

Nama Mahasiswa : **Muhammad Bimo Komala**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2015031015

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik



Dr. Sri Purwiyanti, S.T., M.T.
NIP.197310041998032001

Dr. Eng FX Arinto Setyawan, S.T., M.T.
NIP. 196912191999031002

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Herlinawati, S.T., M.T.
NIP. 197103141999032001

Ketua Program Studi Teknik Elektro

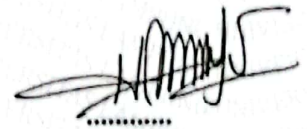
Sumadi, S.T., M.T.
NIP. 197311042000031001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

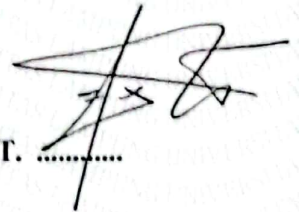
Ketua

: Dr. Sri Purwiyanti, S.T., M.T.



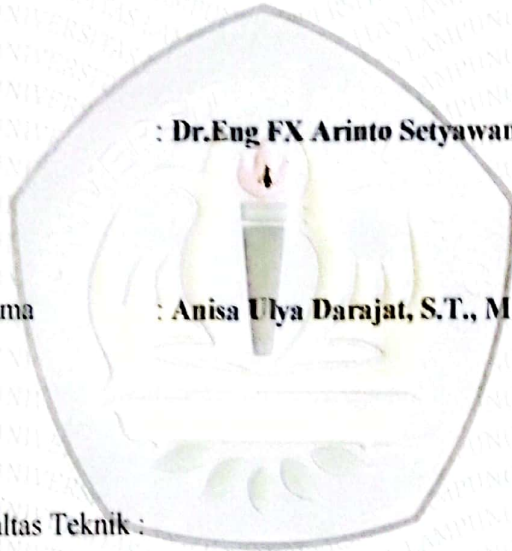
Sekretaris

: Dr.Eng FX Arinto Setyawan, S.T., M.T.



Penguji Utama

: Anisa Ulya Darajat, S.T., M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik :



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. /

NIP. 197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 10 Oktober 2024

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini yang berjudul “Pendeteksi Kualitas Air Menggunakan Logika Fuzzy” 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, 10 Oktober 2024



Muhammad Bimo Komala

NPM. 2015031015

RIWAYAT HIDUP



Saya lahir di Batam, pada tanggal 17 Oktober 2002 sebagai anak pertama dari 1 bersaudara, anak dari Bapak Fidel Maroko dan Ibu Anita. Pendidikan sekolah dasar diselesaikan di SD Pusri Palembang pada tahun 2015, sekolah menengah pertama di SMP Pusri Palembang diselesaikan pada tahun 2017, dan sekolah menengah atas di SMAN 6 Palembang diselesaikan pada tahun 2020. Pada tahun 2020, saya terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN. Saya telah aktif terlibat dalam berbagai kegiatan akademik dan organisasi. Selama 2 periode kepengurusan, saya menjabat sebagai anggota divisi Pendidikan himatro periode 2021 dan anggota departemen kaderisasi dan pengembangan organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (Himatro) Universitas Lampung Periode 2022. Penulis pada semester 7 mengikuti program MBKM KKN Tematik Membangun Desa Cerdas Digital Tahun 2023. Selain itu, penulis melaksanakan kerja praktik di PT. PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Lampung pada tanggal 26 Juni sampai dengan 06 Agustus 2023. Laporan kerja praktik yang disusun berjudul “Analisis Rugi-Rugi Daya Jaringan Tegangan Menengah 20kV Pada Penyulang Sidomulyo TRH16 Dengan Menggunakan Electrical Transient Analysis Program (ETAP)“.



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

FIDEL MAROKO DAN ANITA

Serta Adikku Tersayang

**MUHAMMAD ZAIDAN KOMALA DAN KAYLA
ZAHRA**

Terimakasih untuk semua dukungan dan doa selama ini

Sehingga aku dapat menyelesaikan hasil karyaku ini.





Motto

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada tuhanmulah engkau berharap”

(QS. Al-Insyirah, 6-8)

“Terlambat bukan berarti gagal, cepat bukan berarti hebat. Terlambat bukan menjadi alasan untuk menyerah, setiap orang memiliki proses yang berbeda. PERCAYA PROSES itu yang paling penting karena Allah SWT telah mempersiapkan hal baik dibalik kata proses yang kamu anggap rumit”

(Edwar Satria)

“Melayanglah seperti kupu-kupu, sengatlah seperti lebah”

(Cassius Marcellus Clay, Jr)

SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala karunia, hidayah, serta inayah-Nya kepada penulis, sehingga laporan skripsi ini yang berjudul “Pendeteksi Kualitas Air Menggunakan Logika Fuzzy” dapat selesai tepat pada waktunya. Yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW. sahabatnya, serta para pengikutnya yang selalu istiqomah diatas 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.
5. Ibu Dr. Sri Purwiyanti, S.T., M.T. selaku pembimbing utama tugas akhir bagi penulis, yang telah membantu, membimbing, memberi motivasi, dan memberi dukungan kepada penulis.
6. Ibu Dr. Eng. F. X. Arinto S., S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pendamping tugas akhir bagi penulis, yang telah membantu, membimbing, dan memberikan dukungan kepada penulis
7. Ibu Anisa Ulya Darajat, S.T., M.T. selaku dosen penguji bagi penulis yang telah membantu memberikan saran untuk tugas akhir bagi penulis dan juga selaku

Kepala Laboratorium Teknik Kendali yang telah memberikan banyak dukungan serta motivasi saat sebagai asisten lab kepada penulis.

8. Bapak Dr. Eng. Ageng Sadnowo R., S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing akademik, yang telah banyak membimbing dan membantu penulis selama menjalani kuliah.
9. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung, berkat ilmu yang telah diajarkan kepada penulis selama menjalani masa studi perkuliahan.
10. Ayahanda Fidel Maroko, Ibunda Anita, Adik Muhammad Zaidan Komala, serta Adik Kayla Zahra sebagai orang yang selalu mendukung dan mendoakan penulis.
11. Teruntuk Anisa Rahmadini yang selalu menemani penulis melewati segala halangan dan rintangan dari awal sampai dengan sekarang hingga seterusnya.
12. Keluarga Peternakan 20 yang telah memberikan dukungan, pertolongan, tempat cerita, canda tawa, membantu setiap proses selama mengerjakan tugas akhir.
13. Keluarga besar Hellios Angkatan 2020, yang telah memberikan banyak motivasi, canda tawa, dan bantuan dalam kondisi apapun.
14. Keluarga besar HIMATRO yang telah menjadi wadah untuk mengembangkan skill bagi penulis.
15. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan terlibat langsung maupun tidak langsung yang telah membantu penulis dalam perkuliahan maupun pembuatan skripsi.

Semoga Allah SWT membalas semua perbuatan dan kebaikan yang telah diberikan kepada Penulis sampai dengan terselesaikannya Skripsi ini. Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan, baik dari segi penyusunan maupun pemilihan kata. Maka dari itu penulis terbuka untuk menerima masukan kritik dan saran yang dapat membangun Penulis kedepannya. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 10 Oktober 2024

Muhammad Bimo Komala

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
SURAT PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN.....	ix
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	18
1.1 Latar Belakang	18
1.2 Tujuan Penelitian.....	19
1.3 Rumusan Masalah	19
1.4 Batasan Masalah.....	19
1.5 Manfaat Penelitian	19
1.6 Hipotesis	19
1.7 Sistematika Penulisan	19
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	21
2.1 Penelitian Terdahulu	21
2.2 Air	22
2.2.1 Air Higiene Sanitasi	22
2.2.2 Air Kolam Renang	22
2.2.3 Air Tambak Udang.....	23
2.3 Arduino UNO R3.....	23
2.4 Logika Fuzzy.....	24
2.5 Sensor pH	28
2.6 Sensor Suhu DS18B20.....	29

2.7	Sensor Turbidity	29
2.8	LCD 20x4.....	30
2.9	Push Button.....	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		32
3.1	Waktu dan Tempat	32
3.2	Alat dan Bahan	32
3.3	Spesifikasi Alat.....	32
3.4	Prosedur Penelitian	33
3.5	Perancangan Alat	34
3.5.1	Diagram Blok Perancangan Alat	34
3.5.2	Perancangan Logika Fuzzy	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		49
4.1	Prinsip Kerja Alat	49
4.2	Pengujian LCD 20x4	50
4.3	Pengujian Sensor pH.....	51
4.4	Pengujian Sensor Suhu DS18B20.....	52
4.5	Pengujian Sensor Turbidity	53
4.6	Pengujian Logika Fuzzy	55
4.7	Perhitungan Logika Fuzzy	58
4.7.1	Perhitungan Logika Fuzzy untuk Sampel Air Sanitasi	58
4.7.2	Perhitungan Logika Fuzzy untuk Sampel Air Kolam Renang .	63
4.7.3	Perhitungan Logika Fuzzy untuk Sampel Air Tambak Udang	67
4.8	Pengujian Sistem Keseluruhan	72
BAB V PENUTUP.....		74
5.1	Kesimpulan	74
5.2	Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA		75
LAMPIRAN.....		78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arduino UNO R3	24
Gambar 2.2 Kurva Fungsi Keanggotaan Segitiga.....	25
Gambar 2.3 Kurva Fungsi Keanggotaan Trapesium.....	26
Gambar 2.4 Kurva Fungsi Keanggotaan Gaussian	27
Gambar 2.5 Kurva Fungsi Keanggotaan.....	28
Gambar 2.6 LCD 20x4.....	31
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Alat.....	34
Gambar 3.3 Tahapan Logika Fuzzy	35
Gambar 3.4 Fungsi Keanggotaan pH pada Air Higiene Sanitasi	36
Gambar 3.5 Fungsi Keanggotaan pH pada Air Kolam Renang	37
Gambar 3.6 Fungsi Keanggotaan pH pada Air Tambak Udang.....	38
Gambar 3.7 Fungsi Keanggotaan Suhu pada Air Sanitasi	39
Gambar 3.8 Fungsi Keanggotaan Suhu pada Air Kolam Renang.....	40
Gambar 3.9 Fungsi Keanggotaan Suhu pada Air Tambak Udang.....	41
Gambar 3.10 Fungsi Keanggotaan Kekeruhan pada Air Sanitasi	42
Gambar 3.11 Fungsi Keanggotaan Kekeruhan pada Air Kolam Renang.....	43
Gambar 3.12 Fungsi Keanggotaan Kekeruhan pada Air Tambak Udang	44
Gambar 4.1 Rangkaian Sistem Pendeteksi Air	49
Gambar 4.2 Hasil Pengujian LCD 20x4	50
Gambar 4.3 Pengujian Sensor pH 4502C	51
Gambar 4.4 Pengujian Sensor Suhu DS18B20.....	52
Gambar 4.5 Pengujian Sensor <i>Turbidity</i>	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Kualitas Air Higiene Sanitasi	22
Tabel 2.2 Standar Kualitas Air Kolam Renang	23
Tabel 2.3 Standar Kualitas Air Tambak Udang.....	23
Tabel 2.4 Spesifikasi Arduino UNO R3	24
Tabel 3.1 Fungsi Keanggotaan Variabel pH.....	36
Tabel 3.2 Fungsi Keanggotaan Variabel Suhu	39
Tabel 3.3 Fungsi Keanggotaan Variabel Kekeruhan	42
Tabel 3.4 <i>Rule</i> base Untuk Air Higiene Sanitasi	45
Tabel 3.5 <i>Rule</i> base Untuk Air Kolam Renang	46
Tabel 3.6 <i>Rule</i> base Untuk Air Tambak Udang.....	47
Tabel 4.1 Waktu Delay Pada Alat Untuk Mencapai Nilai Stabil.....	50
Tabel 4.2 Pin <i>Wiring</i> Arduino untuk Sensor pH.....	51
Tabel 4.3 Pengujian Sensor pH	52
Tabel 4.4 Pin <i>Wiring</i> Arduino untuk Sensor Suhu	53
Tabel 4.5 Pengujian Sensor Suhu.....	53
Tabel 4.6 Pin <i>Wiring</i> Arduino untuk Sensor <i>Turbidity</i>	54
Tabel 4.7 Pengujian Sensor <i>Turbidity</i>	54
Tabel 4.8 Sampel Hasil Logika <i>Fuzzy</i> menggunakan <i>Rules</i> Air Sanitasi.....	55
Tabel 4.9 Sampel Hasil Logika <i>Fuzzy</i> menggunakan <i>Rules</i> Air Kolam Renang ..	56
Tabel 4.10 Sampel Hasil Logika <i>Fuzzy</i> menggunakan <i>Rules</i> Air Tambak Udang	57
Tabel 4.11 Sampel Data Perhitungan Logika <i>Fuzzy</i> untuk Air Sanitasi.....	58
Tabel 4.12 Perhitungan <i>Rules</i> Logika <i>Fuzzy</i> pada Air untuk Higiene Sanitasi	59
Tabel 4.13 Sampel Data Perhitungan Logika <i>Fuzzy</i> untuk Air Kolam Renang	63
Tabel 4.14 Perhitungan <i>Rules</i> Logika <i>Fuzzy</i> pada Air untuk Kolam Renang	64
Tabel 4.15 Sampel Data Perhitungan Logika <i>Fuzzy</i> untuk Air Tambak Udang....	67
Tabel 4.16 Perhitungan <i>Rules</i> Logika <i>Fuzzy</i> pada Air untuk Tambak Udang	68
Tabel 4.17 Data Pengujian Sistem Pendeteksi Air untuk Higiene Sanitasi.....	72

Tabel 4.18 Data Pengujian Sistem Pendeteksi Air untuk Kolam Renang.....	73
Tabel 4.19 Data Pengujian Sistem Pendeteksi Air untuk Higiene Sanitasi.....	73

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang vital bagi kehidupan manusia dan ekosistem di bumi[1]. Kualitas air yang baik sangat penting untuk menjaga kesehatan manusia dan ekosistem yang berkelanjutan. Salah satu parameter utama yang digunakan untuk menilai kualitas air adalah pH, suhu, dan turbiditas. Dalam pemantauan kualitas air seringkali melibatkan pendekatan secara tradisional menggunakan proses manual yang memakan waktu dan sumber daya. Metode manual cenderung memerlukan pengambilan sampel air yang dilakukan secara berkala di berbagai lokasi, diikuti oleh pengujian laboratorium yang memerlukan waktu agar mendapatkan hasil. Maka dari itu dibuatlah alat pendeteksian air secara otomatis dan efisien.

Meskipun telah diciptakan berbagai alat untuk mendeteksi kualitas air, namun masih terdapat beberapa permasalahan salah satunya adalah alat yang hanya bisa mendeteksi satu media air. Sebagian besar alat deteksi kualitas air cenderung hanya bisa mendeteksi satu media air sehingga tidak dapat digunakan pada media air lain. Untuk itu perlu dikembangkan suatu alat pendeteksi air yang dapat digunakan untuk mendeteksi kualitas pada berbagai macam media air. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satunya adalah menggunakan metode *fuzzy* dalam pendeteksian kualitas air dengan parameter pH, suhu, dan kekeruhan. Logika *fuzzy* dapat membantu mengatasi kompleksitas dalam mengevaluasi kualitas air dengan lebih akurat dan efisien, serta memberikan kemampuan untuk mengatasi kendala alat konvensional yang terbatas dalam cakupan media air yang dapat dideteksi.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem untuk mendeteksi kualitas air menggunakan metode logika *fuzzy*. Namun berbeda dengan penelitian sebelumnya, pada penelitian ini alat yang dibuat dapat mendeteksi kualitas pada berbagai media air.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menciptakan sistem yang dapat mendeteksi kualitas air yang dapat digunakan pada berbagai media air.
2. Menciptakan sistem yang dapat mendeteksi kualitas air dengan metode logika *fuzzy* Sugeno.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah “Bagaimana membuat sebuah sistem yang dapat mendeteksi kualitas pada berbagai media air menggunakan metode logika *fuzzy*”

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini hanya digunakan untuk mengukur kualitas air, tidak untuk memperbaiki kualitas air.
2. Parameter kualitas air yang digunakan untuk menentukan kualitas air dengan logika *fuzzy* Sugeno hanya pH, suhu, dan kekeruhan.
3. Penelitian ini hanya menggunakan media air untuk higiene sanitasi, kolam renang, dan tambak.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah penelitian ini dapat mempermudah pengukuran kualitas air sesuai dengan media air yang ditentukan.

1.6 Hipotesis

Pada penelitian ini alat pengukuran kualitas air dengan metode logika *fuzzy* dapat melakukan pengukuran pada kualitas air sesuai dengan media yang ditentukan

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Berisi mengenai latar belakang, tujuan penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, hipotesis dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi tentang beberapa teori pendukung dan referensi materi yang diperoleh dari berbagai sumber buku, jurnal, *datasheet*, dan penelitian ilmiah terdahulu yang digunakan untuk penulisan tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang waktu dan tempat pelaksanaan penelitian, alat dan bahan, metode penelitian dan pelaksanaan serta pengamatan dalam pengerjaan tugas akhir.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang proses pengambilan data, hasil yang didapatkan saat penelitian dan analisis data dari hasil penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran yang didasarkan pada hasil data mengenai perbaikan dan pengembangan lebih lanjut agar didapatkan hasil lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Muhammad Fauzan Zarkashie dari Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, pada tahun 2021, telah melaksanakan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pengukuran Kualitas Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi Berbasis Arduino Uno.” Penelitian ini berfokus pada pengukuran kualitas air dengan parameter tingkat keasaman, suhu, dan kekeruhan pada media air yang digunakan untuk higiene sanitasi [2].

Nenny Anggraini, Tabah Rosyadi, Deny Saputra, Nashrul Hakiem, Mohamad Mu’adz, dan Muhamad Vicky dari Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah telah melakukan penelitian pada tahun 2021 yang berjudul “Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Renang Menggunakan Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan Cayenne.” Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kualitas air dengan parameter tingkat keasaman, suhu, dan kekeruhan pada media air kolam renang [3].

A.Emil Multazam dan Zulfajri Hasannudin dari STMIK Handayani dan Universitas Hasanuddin telah melakukan penelitian pada tahun 2017 yang berjudul “Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Vaname.” Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kualitas air dengan parameter tingkat keasaman dan suhu yang baik untuk air pada tambak udang [4].

Tuanku Muhammad Raihan telah melakukan penelitian pada tahun 2022 yang berjudul “Sistem Pemantauan Kualitas Air Menggunakan ESP32 Dengan *Fuzzy Logic* Sugeno Berbasis Android”. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kualitas air dengan parameter pH, Suhu, TDS, dan Kekeruhan.[5]

Pada penelitian ini dilakukan pengembangan dari penelitian sebelumnya yaitu alat yang dirancang berupa alat yang dapat digunakan pada berbagai macam media air menggunakan metode logika *fuzzy*.

2.2 Air

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi. Pada manusia, banyak kegiatan yang di dalamnya membutuhkan air, beberapa diantaranya adalah untuk higiene sanitasi dan untuk rekreasi. Pada hewan, air digunakan untuk proses metabolisme serta untuk bertahan hidup. Tentu dari semua penggunaannya, air perlu diperhatikan karena tidak semua air dapat dipergunakan untuk memenuhi kebutuhannya. Dalam memenuhi kebutuhannya, air harus memenuhi beberapa faktor seperti kimia, fisika, bakteriologi, dan radioaktif [6].

2.2.1 Air Higiene Sanitasi

Air higiene sanitasi merupakan air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti mandi, mencuci dan sanitasi. Kualitas air higiene sanitasi berbeda dengan air minum dan harus memenuhi persyaratan tertentu agar aman digunakan untuk keperluan higiene perorangan dan/atau rumah tangga. Persyaratan tersebut meliputi pemeriksaan terhadap berbagai parameter seperti bau, zat padat terlarut, kekeruhan, suhu, warna, serta kandungan zat-zat seperti besi, mangan, nitrat, nitrit, dan lainnya. Menurut Permenkes nomor 32 tahun 2017 air higiene sanitasi memiliki standar kualitas tingkat keasaman, suhu dan kekeruhan berdasarkan Permenkes Nomor 32 Tahun 2017 seperti pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Standar Kualitas Air Higiene Sanitasi

No.	Parameter	Rentang
1.	Keasaman	6.5 – 8.5 pH
2.	Suhu	Suhu udara ± 3 °C
3.	Kekeruhan	< 25 NTU

Pada Tabel 2.1 memperlihatkan bahwa standar kualitas air higiene sanitasi yang diatur dalam Permenkes RI Nomor 32 Tahun 2017 adalah tingkat keasaman 6.5 – 8.5 pH, suhu 17 – 31 °C, kekeruhan < 25 NTU [7].

2.2.2 Air Kolam Renang

Air dapat pula digunakan untuk rekreasi seperti kolam renang. Air kolam renang merupakan air yang digunakan untuk mengisi kolam renang yang memiliki standar kualitas tertentu agar aman bagi penggunaannya. Air kolam renang harus dijaga kualitas serta kebersihannya secara berkala agar tidak membahayakan

Kesehatan. Adapun standar kualitas dari air kolam renang berdasarkan Permenkes RI Nomor 32 Tahun 2017 seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Standar Kualitas Air Kolam Renang

No.	Parameter	Rentang
1.	Keasaman	7 – 7.78 pH
2.	Suhu	16 – 40 °C
3.	Kekeruhan	< 0,5 NTU

Pada Tabel 2.1 memperlihatkan bahwa standar kualitas air higiene sanitasi yang diatur dalam Permenkes RI Nomor 32 Tahun 2017 adalah tingkat keasaman 7 – 7.87 pH, suhu 16 – 40 °C, kekeruhan < 0.5 NTU[7].

2.2.3 Air Tambak Udang

Selain dimanfaatkan oleh manusia, air juga merupakan kebutuhan penting bagi hewan dan organisme lainnya untuk menjaga kelangsungan hidup. Dalam konteks penelitian ini, air tambak udang dijadikan sebagai media penelitian karena kualitas air di tambak udang memiliki peran penting dalam memastikan panen udang yang optimal. Adapun kualitas air pada tambak udang adalah seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Standar Kualitas Air Tambak Udang

No.	Parameter	Rentang
1.	Keasaman	7.5 – 8.5 pH
2.	Suhu	25 – 31 °C
3.	Kekeruhan	8.6 – 17.26 NTU

Pada Tabel 2.3 memperlihatkan bahwa standar kualitas air tambak udang adalah tingkat keasaman 7.5 – 8.5 pH, suhu 25 – 31 °C, kekeruhan 8.6 – 17.26 NTU [4], [8].

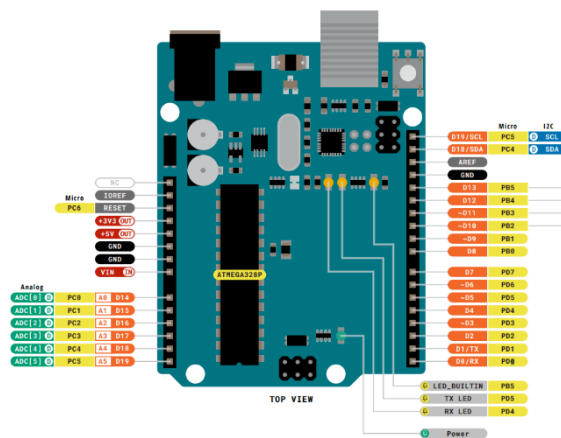
2.3 Arduino UNO R3

Arduino merupakan perangkat keras (*Hardware*) pengendali papan - tunggal (*single-board*) yang bersifat (*open-source*), diturunkan dari *wiring platform*, dan dibuat untuk mempermudah penggunaan elektronika dalam berbagai bidang. Perangkat kerasnya memiliki prosesor Atmel AVR dan memakai bahasa pemrograman sendiri[9]. Arduino adalah *kit* mikrokontroler yang serba bisa dan sangat mudah penggunaannya. Untuk membuatnya diperlukan *chip programmer* (untuk menanamkan *bootloader* Arduino pada *chip*).

Tabel 2.4 Spesifikasi Arduino UNO R3

Spesifikasi	Deskripsi
Prosesor	Atmega328P 16Mhz
Operasi Tegangan	5 Volt
<i>Input</i> Tegangan	7-12 Volt
Pin I/O Digital	14
Pin Analog	6
Arus DC tiap pin I/O	50 mA
Arus DC ketika 3.3V	50 mA
Memori <i>flash</i>	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan <i>clock</i>	16 MHz

Arduino merupakan perangkat papan tunggal yang bebas untuk dikembangkan dan juga perangkat lunaknya dapat dinikmati secara bebas juga. Di sisi perangkat lunak, Arduino dapat dijalankan di *multiplatform*, yaitu Linux, Windows, atau Mac. Perangkat keras arduino merupakan mikrokontroler yang berbasis AVR dari ATMEL yang didalamnya sudah diberi *bootloader* dan juga sudah terdapat standar pin I/O-nya. Adapun spesifikasi dan bentuk fisik dari arduino ditampilkan pada Tabel 2.4 dan Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Arduino UNO R3

2.4 Logika Fuzzy

Logika *Fuzzy* merupakan sebuah logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzziness*) antara nilai benar dan salah. Apabila menggunakan logika *fuzzy* suatu sistem dapat memiliki keluaran selain benar dan salah. Menurut Lotfi Zadeh bahwa logika benar dan salah dari logika boolean tidak dapat mengatasi masalah gradasi yang berada pada dunia nyata. Untuk mengatasi masalah gradasi yang tidak terhingga tersebut. Zadeh mengembangkan sebuah himpunan *fuzzy*.

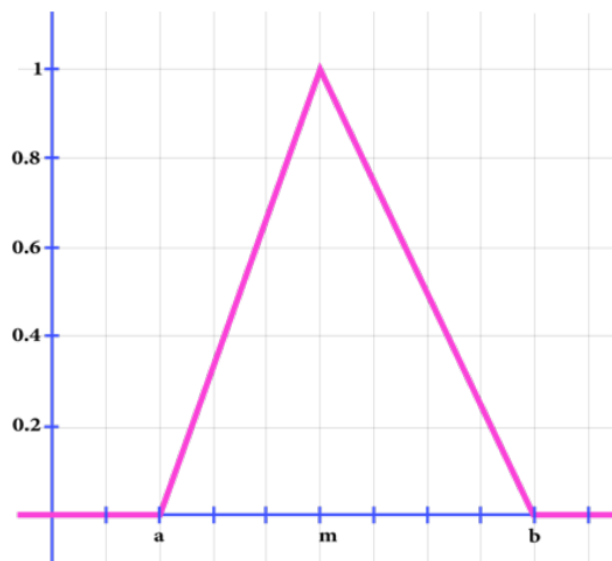
Tidak seperti logika Boolean, logika *fuzzy* mempunyai nilai yang berkelanjutan. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian besar dan sebagian salah pada waktu yang sama. Berdasarkan hal tersebut logika *fuzzy* dapat digunakan untuk memodelkan suatu permasalahan yang matematis, Dimana konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti[10].

Terdapat tiga metode yang ada di logika *fuzzy* yaitu :

1. *Fuzzy* – Tsukamoto
2. *Fuzzy* – Mamdani
3. *Fuzzy* – Sugeno

Setiap metode logika *fuzzy* terdapat fungsi keanggotaan (*membership function*). Fungsi keanggotaan (*membership function*) merupakan kurva yang menunjukkan pemetaan *input* data ke dalam nilai keanggotaannya dalam sistem logika *fuzzy*. Terdapat 3 bentuk kurva fungsi keanggotaan pada logika *fuzzy* yaitu:

1. Fungsi Keanggotaan Segitiga (*Triangular Membership function*)

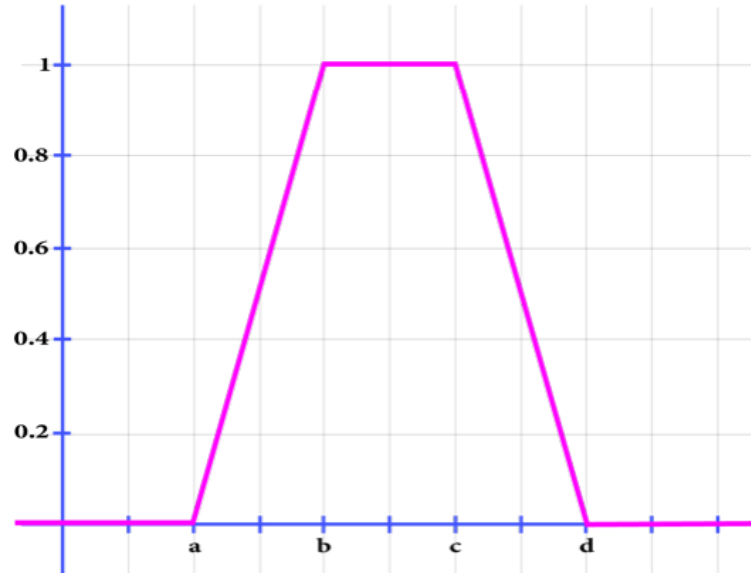


Gambar 2.2 Kurva Fungsi Keanggotaan Segitiga

Gambar 2.2 memperlihatkan bahwa kurva segitiga merupakan kombinasi dari 2 garis linear dan memiliki 3 parameter sehingga fungsi ini memiliki puncak pada nilai tertentu[11]. Fungsi ini memiliki parameter a , b , dan c yang menentukan titik-titik pada segitiga tersebut. Adapun persamaan untuk kurva fungsi keanggotaan segitiga ($\mu_A(x)$) sebagai berikut.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x - a}{b - a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c - x}{c - b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases}$$

2. Fungsi Keanggotaan Trapesium (Trapezoidal Membership function)

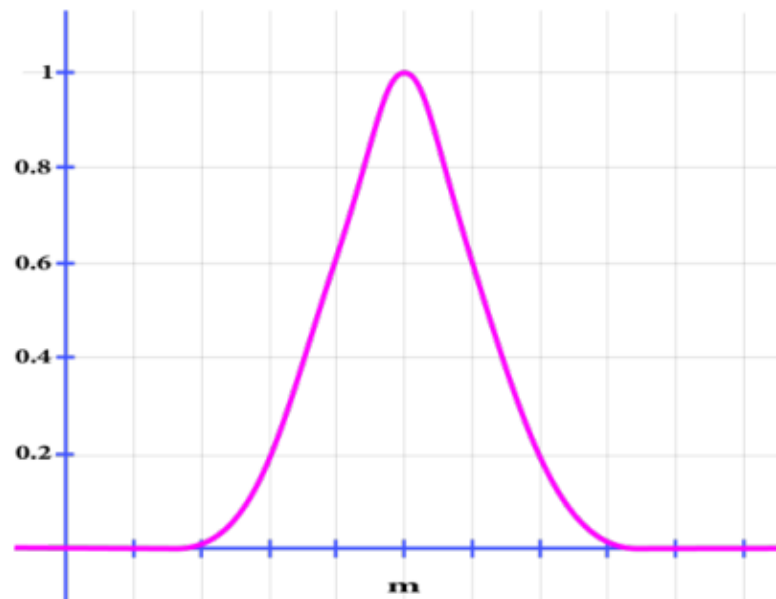


Gambar 2.3 Kurva Fungsi Keanggotaan Trapesium

Gambar 2.3 memperlihatkan bahwa kurva trapesium merupakan penggabungan dari fungsi keanggotaan yang membentuk trapesium dengan sisi tegak dan sisi miring[11]. Fungsi ini mirip seperti fungsi segitiga namun, pada fungsi trapesium terdapat nilai yang mempunyai derajat keanggotaan = 1. Pada fungsi kurva trapesium memiliki beberapa nilai yang memiliki nilai keanggotaan = 1 dimana merupakan koordinat dari (u) dari keempat sudut $\Pi(u)$. Fungsi ini memungkinkan untuk mendefinisikan rentang nilai *input* yang lebih fleksibel daripada fungsi segitiga. Fungsi ini memiliki parameter a , b , c , dan d yang menentukan titik pada trapesium tersebut. Adapun persamaan untuk kurva fungsi keanggotaan trapesium ($\Pi(u)$) sebagai berikut.

$$\Pi(u) = \begin{cases} 0, & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x - a}{b - a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d - x}{d - c}, & c \leq x \leq d \end{cases}$$

3. Fungsi Keanggotaan Gaussian (Gaussian Membership function)



Gambar 2.4 Kurva Fungsi Keanggotaan Gaussian

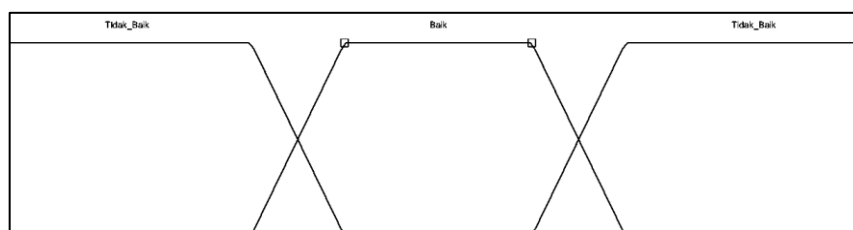
Gambar 2.4 memperlihatkan bahwa fungsi keanggotaan Gaussian mengubah nilai asli menjadi distribusi normal. Puncak distribusi normal menentukan definisi ideal untuk himpunan, dengan nilai *input* lainnya berkurang dalam keanggotaannya saat menjauh dari puncak[11]. Bentuk kurva dari fungsi Gaussian ditentukan oleh pusat *mean* (c) dan standar deviasi (σ). Adapun persamaan untuk kurva fungsi keanggotaan Gaussian ($G(u)$) sebagai berikut.

$$G(u) = e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-c}{\sigma}\right)^2}$$

Masing-masing metode pada logika *fuzzy* memiliki cara yang berbeda untuk mengolah data. Pada *Fuzzy Tsukamoto*, setiap aturan direpresentasikan menggunakan himpunan-himpunan *fuzzy*, dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Metode *defuzzifikasi* yang digunakan dalam metode Tsukamoto adalah metode *defuzzifikasi* rata-rata terpusat (*Center Average Defuzzifier*). Pada metode Mamdani, Saat melakukan evaluasi aturan dalam mesin inferensi, metode Mamdani menggunakan fungsi *MIN* dan komposisi antar-*rule* menggunakan fungsi *MAX* untuk menghasilkan himpunan *fuzzy* baru. Sedangkan metode Sugeno hampir sama dengan metode Mamdani, hanya saja *output* (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy* melainkan berupa konstanta atau persamaan linier. Metode Sugeno ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Sistem *fuzzy* Sugeno

memperbaiki kelemahan yang dimiliki oleh sistem *fuzzy* murni untuk menambah suatu perhitungan matematika sederhana sebagai bagian *THEN*. Pada perubahan ini, sistem *fuzzy* memiliki suatu nilai rata-rata tertimbang (*Weighted Average Values*) di dalam bagian aturan *fuzzy IF-THEN*. Sistem *fuzzy* Sugeno juga memiliki kelemahan terutama pada bagian *THEN*, yaitu dengan adanya perhitungan matematika sehingga tidak dapat menyediakan kerangka alami untuk merepresentasikan pengetahuan manusia dengan sebenarnya [12].

Adapun membership function yang akan digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan membership function kurva trapesium seperti pada Gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Kurva Fungsi Keanggotaan

2.5 Sensor pH

Sensor pH adalah alat yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan larutan. Alat ini terdiri dari sebuah *probe* berbahan kaca yang berisi larutan elektrolit lemah yang terhubung ke antarmuka sensor. Prinsip kerjanya sederhana, ketika *probe* dimasukkan ke dalam suatu larutan, *probe* akan menghitung berapa banyak elektrode yang ada dalam larutan, semakin banyak elektrode yang ada dalam larutan, semakin asam larutan tersebut. Jika terdapat lebih banyak elektrode dalam larutan, maka larutan akan menjadi lebih asam[13].

Sensor pH adalah alat yang populer dalam analisis kimia kuantitatif. Cara alat ini mengukur pH adalah menggunakan metode yang mirip dengan aktivitas ion hidrogen yang mengelilingi bohlam kaca dengan dinding tipis pada ujungnya. Ion hidrogen yang terukur ditampilkan sebagai nilai pH dengan rentang pH asam adalah 0 – 7 dan pH basa adalah 7 – 14[14].

Instrumen yang digunakan dalam sensor pH dapat bersifat analog maupun digital. Sebagaimana alat yang lain, untuk mendapatkan hasil pengukuran yang baik, maka diperlukan perawatan dan kalibrasi sensor pH. Pada penggunaan sensor pH, kalibrasi alat harus diperhatikan sebelum dilakukan pengukuran. Seperti

diketahui prinsip utama sensor pH adalah pengukuran arus listrik yang tercatat pada sensor pH akibat suasana ionik di larutan. Stabilitas sensor harus selalu dijaga dan caranya adalah dengan kalibrasi alat. Kalibrasi terhadap sensor pH dilakukan dengan menggunakan larutan *buffer* standar sebesar pH = 4.01, 7, dan 10[15].

Spesifikasi sensor pH (*Gravity*: Analog pH Sensor):

- Modul Power: 5.00V
- Modul Ukuran : 43 x 32mm
- *Range* pengukuran : 0 – 14pH
- Mengukur Suhu : 0 – 60 °C
- Akurasi: + 0.1pH (25 °C)
- *Response Time*: ≤ IMIN
- pH Sensor dengan BNC *Connector*
- pH2.0 *Interface* (3 kaki *patch*)
- *Gain* Penyesuaian Potensiometer

2.6 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu air sesuai dengan namanya merupakan sensor yang dapat mengukur suhu air. Salah satu sensor yang dapat digunakan untuk mengukur suhu air adalah DS18B20 Digital *Waterproof Temperature* Sensor. Perbedaan sensor DS18B20 dengan sensor suhu pada umumnya adalah DS18B20 bersifat tahan air sehingga tetap dapat beroperasi ketika diletakkan di dalam air. DS18B20 memanfaatkan kapsul dari bahan *Stainless Steel* sebagai wadah untuk membungkus sensor suhu di dalamnya.

DS18B20 dapat menghasilkan 9 sampai 12 bit pembacaan suhu yang dapat dikonfigurasi. Data dikirim ke/dari DS18B20 menggunakan 1 *wire bus*. Beberapa DS18B20 dapat digunakan secara bersamaan dalam 1 *wire bus* dikarenakan silikon pada masing-masing DS18B20 memiliki nomor serial yang unik. DS18B20 dapat membaca suhu dengan rentang antara -55 °C sampai dengan 125 °C dengan nilai eror sebesar 0.5 °C dalam rentang suhu 10 sampai 85 °C[16].

2.7 Sensor *Turbidity*

Sensor *turbidity* dapat mengukur kualitas air berdasarkan tingkat kekeruhan atau tingkat kekaburan (*opaque*) dalam air[17]. Sensor *turbidity* memanfaatkan

cahaya untuk mendeteksi zat yang tertahan (*suspended*) di dalam air dengan mengukur tingkat transmisi dan laju hamburan cahaya yang dapat berubah-ubah berdasarkan jumlah zat tertahan (*Total Suspended Solids*) dalam air. Semakin tinggi tingkat TSS maka nilai kekeruhan juga semakin tinggi, dan semakin rendah tingkat TSS maka nilai kekeruhan juga semakin rendah[18]. Sensor kekeruhan dapat digunakan untuk mengukur kekeruhan air pada berbagai macam tempat seperti air higiene sanitasi, kolam renang, dan tambak udang sesuai dengan media pada penelitian ini.

Salah satu sensor *turbidity* adalah *Gravity Arduino Turbidity Sensor* yang dikeluarkan oleh DFRobot. Sensor kekeruhan tersebut dapat mengeluarkan sinyal digital maupun analog dan dapat digunakan pada berbagai macam mikrokontroler seperti Arduino UNO, NodeMCU, ESP32, hingga Raspberry Pi. Akan tetapi, jika kita ingin mendapatkan nilai kekeruhan yang sebenarnya, bukan nilai *HIGH* atau *LOW* maka harus menggunakan sinyal analog. Perlu diperhatikan bahwa bagian atas *Gravity Arduino Turbidity Sensor* tidak tahan air sehingga harus berhati-hati dalam penggunaan sensor supaya tidak merusak sensor[5].

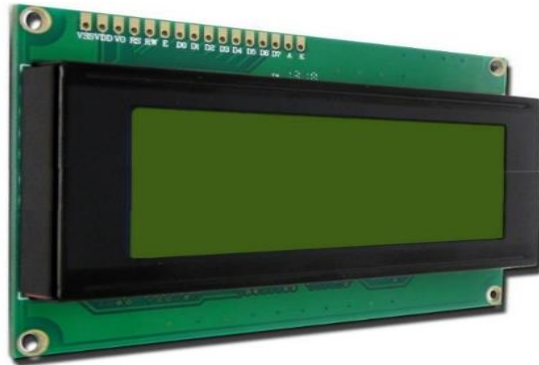
Adapun spesifikasi sensor *turbidity* (*Gravity: Arduino Turbidity Sensor*) :

- *Operating Voltage*: 5V DC
- *Operating Current*: 40mA (*MAX*)
- *Response Time*: <500ms
- *Insulation Resistance*: 100M (*MIN*)
- *Output Method*:
- *Analog output*: 0 – 4.5 V
- *Digital Output*: *High/Low level signal* (Batas nilai dapat diubah menggunakan potentiometer)
- *Operating Temperature*: 5°C – 90 °C

2.8 LCD 20x4

LCD 20x4 merupakan penampil yang digunakan pada penelitian ini. LCD digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran keasaman, suhu, dan kekeruhan serta menampilkan bagus atau tidaknya kualitas air yang diukur sesuai standar. LCD 20x4 mempunyai 16 buah pin dan yang digunakan hanya sebanyak 10 pin, yaitu VSS, VDD, VEE, D4, D5, D6, D7, RS, RW, dan E. penghubung antara LCD

ke Arduino menggunakan soket dengan konfigurasi RS+Pin 7, RW = Pin gnd, E = pin, D4 = Pin 5, D5 = Pin 4, D6 = Pin 3, D7 = Pin 2. Adapun bentuk dari LCD 20x4 seperti Gambar 2.5.



Gambar 2.6 LCD 20x4

2.9 *Push Button*

Push Button merupakan perangkat/saklar yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Sistem kerja *unlock* disini berarti saklar akan bekerja sebagai *device* penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan dan memberikan aliran arus listrik. Pada penelitian ini, *push button* digunakan untuk memberikan perintah terhadap arduino untuk memilih parameter air apa yang akan diukur.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Pelaksanaan dan pembuatan tugas akhir dilakukan di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung pada bulan Februari 2024 hingga September 2024.

3.2 Alat dan Bahan

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

1. Laptop Acer Aspire 5
2. Arduino UNO R3
3. Sensor pH
4. Sensor Suhu DS18B20
5. Sensor *Turbidity*
6. LCD 20x4
7. *Push Button*

3.3 Spesifikasi Alat

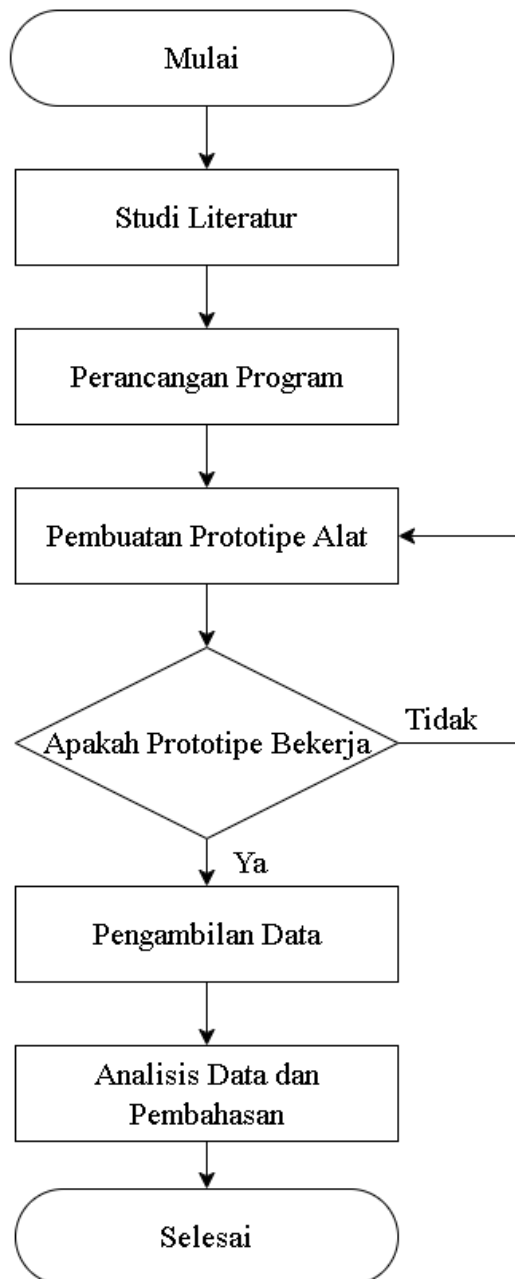
Adapun Spesifikasi alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Laptop Acer Aspire 5 digunakan untuk studi literatur, memasukan program, analisis data, dan membuat laporan penelitian.
2. Mikrokontroler Arduino Uno digunakan untuk mengintegrasikan fungsi komponen yang digunakan pada alat yang dibuat.
3. Sensor pH digunakan sebagai alat untuk mengukur ion positif (H^+) untuk mendeteksi tingkat keasaman pada air.
4. Sensor Suhu DS18B20 digunakan sebagai alat untuk membaca suhu pada air
5. Sensor *Turbidity* digunakan sebagai alat untuk mendeteksi kekeruhan yang disebabkan oleh partikel terlarut

6. LCD 20x4 digunakan sebagai penampil dari pengukuran tingkat keasaman, suhu dan kekeruhan pada air serta layak atau tidaknya air sesuai dengan parameter yang ditentukan.
7. *Push Button* digunakan untuk memasukkan pemilihan media air yang akan diukur sehingga parameter yang ditentukan sesuai dengan media air.

3.4 Prosedur Penelitian

Adapun diagram alir yang digunakan dari prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

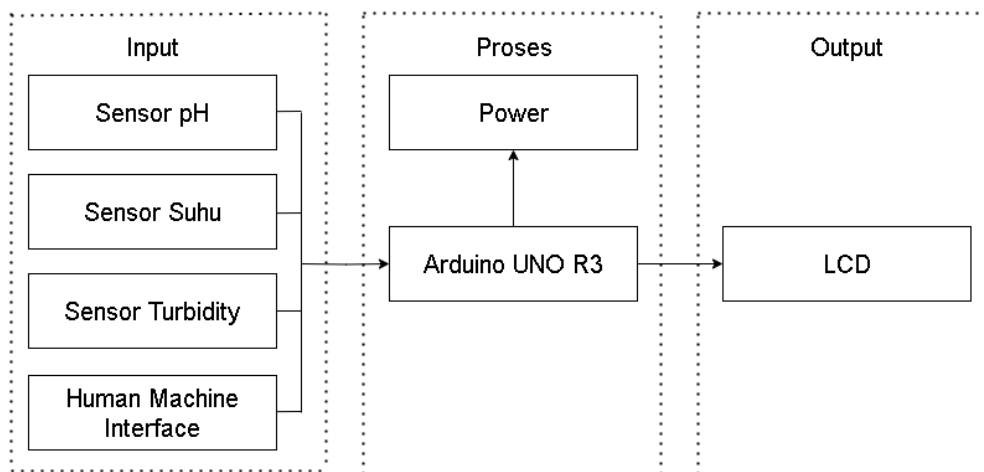
Penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur sebagai bahan referensi seperti jurnal ilmiah, artikel, dan referensi bacaan lainnya. Setelah mendapatkan referensi maka dilanjutkan dengan perancangan program. Setelah perancangan program selesai maka dilanjutkan dengan pembuatan prototipe alat dari perancangan tersebut. Kemudian dilakukan pengujian terhadap prototipe untuk melihat alat berfungsi dengan baik atau tidak. Apabila alat tidak berfungsi dengan baik maka kembali ke pembuatan dari prototipe serta memastikan bahwa prototipe yang dibuat sudah sesuai dengan perancangan. Jika prototipe sudah bekerja dengan baik, maka selanjutnya yaitu pengambilan data. Setelah pengambilan data selesai, data tersebut dianalisis dan dibahas berdasarkan pemahaman teoritis dari studi literatur lalu selesai.

3.5 Perancangan Alat

Adapun perancangan alat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.5.1 Diagram Blok Perancangan Alat

Adapun diagram blok perancangan alat penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2.



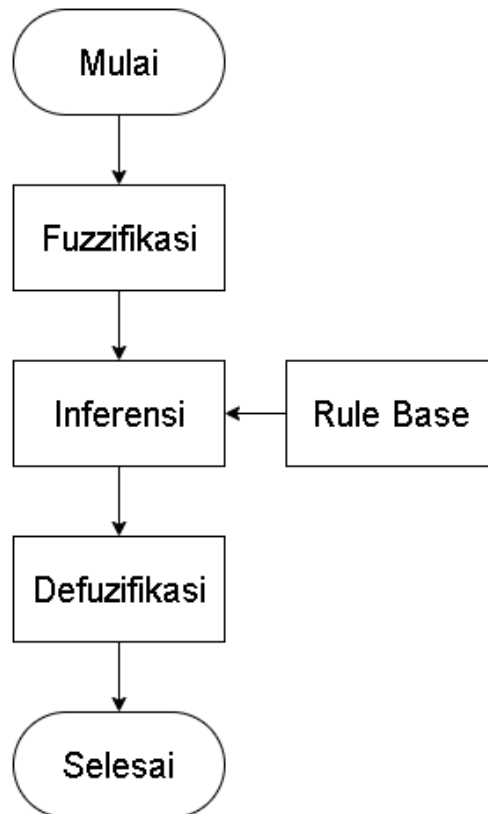
Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Alat

Pada Gambar 3.2 memperlihatkan bahwa alat ini bekerja pada saat *push button* ditekan yang berfungsi sebagai pilihan media air yang akan diukur. Kemudian sensor pH, sensor suhu, dan sensor *turbidity* akan melakukan pembacaan. Sensor pH berfungsi untuk mengukur tingkat keasaman pada air. Sensor suhu berfungsi untuk mengukur tinggi rendahnya suhu pada air. Sensor *turbidity* berfungsi untuk mengukur tingkat kekeruhan pada air. Sinyal pembacaan

yang dideteksi oleh sensor akan diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno R3. Sinyal yang diproses oleh mikrokontroler akan diproses menggunakan metode logika *fuzzy* tipe sugeno. Kemudian proses yang dilakukan akan menghasilkan ketentuan baik atau tidak baiknya air sesuai dengan media yang ditentukan dan ditampilkan pada LCD.

3.5.2 Perancangan Logika *Fuzzy*

Pada proses perancangan logika *fuzzy* dengan metode Sugeno bertujuan untuk menentukan nilai konsekuen (*crisp*) berdasarkan pembacaan data sensor pH, sensor suhu, dan sensor *turbidity*. Nilai konsekuen (*crisp*) yang dihasilkan berupa kualitas air sesuai dengan media yang ditentukan. Adapun tahapan dari logika *fuzzy* menentukan nilai konsekuen (*crisp*) seperti pada Gambar 3.3



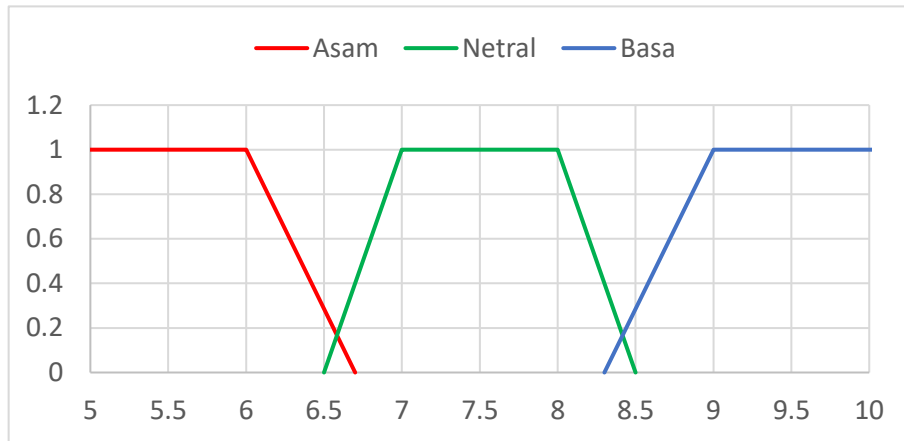
Gambar 3.3 Tahapan Logika *Fuzzy*

Berdasarkan Gambar 3.3 terdapat proses *Fuzzifikasi* yang didalamnya terdapat fungsi keanggotaan pada setiap variabel yang ditentukan. setiap media memiliki fungsi keanggotaan yang berbeda-beda. Adapun fungsi keanggotaan pada setiap media seperti pada Tabel dan Gambar berikut.

1. Fungsi Keanggotaan Variabel pH

Tabel 3.1 Fungsi Keanggotaan Variabel pH

Media	pH		
	Asam	Netral	Basa
Air Higiene Sanitasi	0 – 6.7	6.5 – 8.5	8.3 – 14
Air Kolam Renang	0 – 6.9	6.8 – 8	7.9 – 14
Air Tambak Udang	0 – 7.4	7.3 – 8.7	8.6 - 14



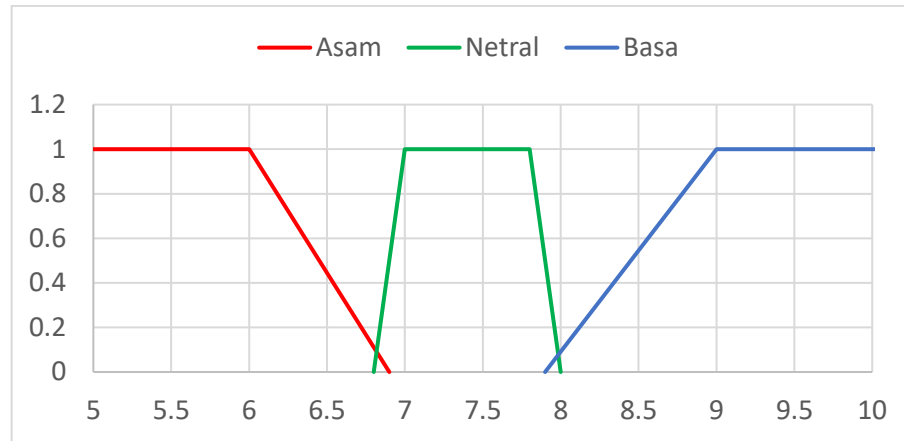
Gambar 3.4 Fungsi Keanggotaan pH pada Air Higiene Sanitasi

Berdasarkan Gambar 3.4, pada himpunan variabel pH pada air higiene sanitasi menggunakan tiga nilai linguistik yaitu Asam, Netral, Basa. Pada semesta variabel himpunan ini memiliki *range* [0, 14] dengan *range* masing-masing yaitu Asam [0, 6.7], Netral [6.5, 8.5], dan Basa [8.3, 14]. Adapun derajat keanggotaan/nilai linguistik pH pada air higiene sanitasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Asam}(u) = \begin{cases} 1, & x \leq 6 \\ \frac{6.7 - x}{6.7 - 6}, & 6 \leq x \leq 6.7 \\ 0, & x \geq 6.7 \end{cases}$$

$$\text{Netral}(u) = \begin{cases} 0, & x \leq 6.5 \text{ atau } x \geq 8.5 \\ \frac{x - 6.5}{7 - 6.5}, & 6.5 \leq x \leq 7 \\ 1, & 7 \leq x \leq 8 \\ \frac{8.5 - x}{8.5 - 8}, & 8 \leq x \leq 8.5 \end{cases}$$

$$\text{Basa}(u) = \begin{cases} 0, & x \leq 8.3 \\ \frac{x - 8.3}{9 - 8.3}, & 8.3 \leq x \leq 9 \\ 1, & x \geq 9 \end{cases}$$



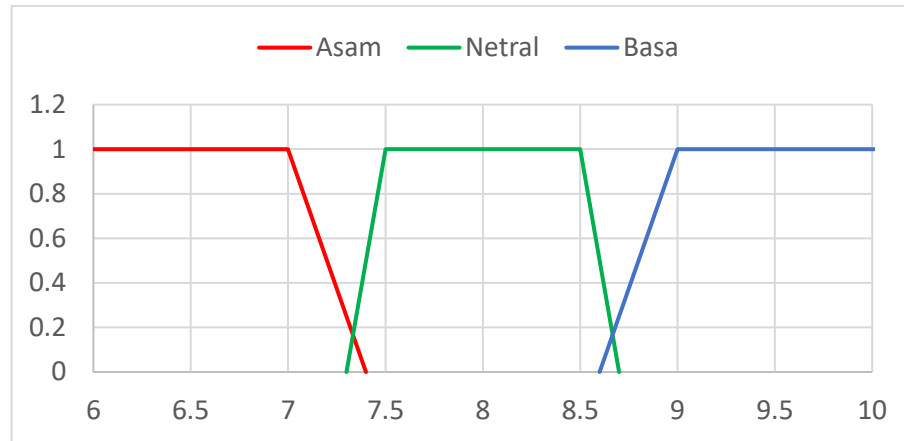
Gambar 3.5 Fungsi Keanggotaan pH pada Air Kolam Renang

Berdasarkan Gambar 3.5, pada himpunan variabel pH pada air kolam renang menggunakan tiga nilai linguistik yaitu Asam, Netral, Basa. Pada semesta variabel himpunan ini memiliki *range* [0, 14] dengan *range* masing-masing yaitu Asam [0, 6.9], Netral [6.8, 8], dan Basa [7.9, 14]. Adapun derajat keanggotaan/nilai linguistik pH pada air kolam renang dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Asam}(u) = \begin{cases} 1, & x \leq 6 \\ \frac{6.9 - x}{6.9 - 6}, & 6 \leq x \leq 6.9 \\ 0, & x \geq 6.9 \end{cases}$$

$$\text{Netral}(u) = \begin{cases} 0, & x \leq 6.8 \text{ atau } x \geq 8 \\ \frac{x - 6.8}{7 - 6.8}, & 6.8 \leq x \leq 7 \\ 1, & 7 \leq x \leq 7.8 \\ \frac{8 - x}{8 - 7.8}, & 7.8 \leq x \leq 8 \end{cases}$$

$$\text{Basa}(u) = \begin{cases} 0, & x \leq 7.9 \\ \frac{x - 7.9}{9 - 7.9}, & 7.8 \leq x \leq 9 \\ 1, & x \geq 9 \end{cases}$$



Gambar 3.6 Fungsi Keanggotaan pH pada Air Tambak Udang

Berdasarkan Gambar 3.6, pada himpunan variabel pH pada air tambak udang menggunakan tiga nilai linguistik yaitu Asam, Netral, Basa. Pada semesta variabel himpunan ini memiliki *range* [0, 14] dengan *range* masing-masing yaitu Asam [0, 7.4], Netral [7.3, 8.7], dan Basa [8.6, 14]. Adapun derajat keanggotaan/nilai linguistik pH pada air tambak udang dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Asam}(u) = \begin{cases} 1, & x \leq 7 \\ \frac{7.4 - x}{7.4 - 7}, & 7 \leq x \leq 7.4 \\ 0, & x \geq 7.4 \end{cases}$$

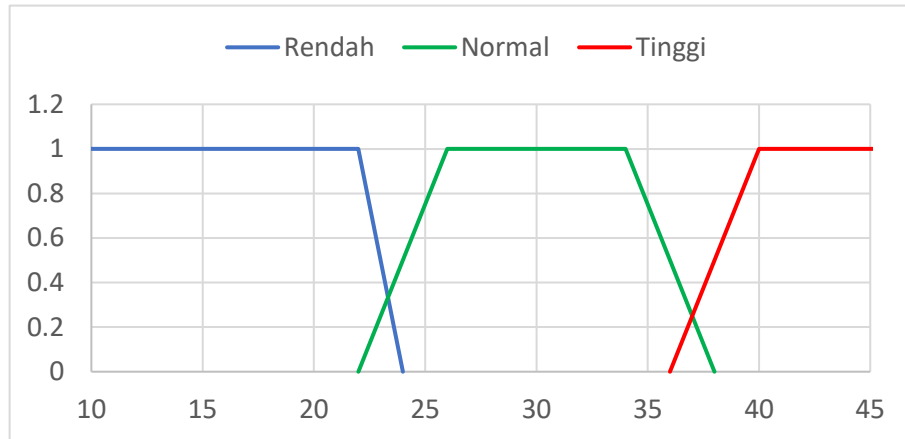
$$\text{Netral}(u) = \begin{cases} 0, & x \leq 7.3 \text{ atau } x \geq 8.7 \\ \frac{x - 7.3}{7.5 - 7.3}, & 7.3 \leq x \leq 7.5 \\ 1, & 7.5 \leq x \leq 8.5 \\ \frac{8.7 - x}{8.7 - 8.5}, & 8.5 \leq x \leq 8.7 \end{cases}$$

$$\text{Basa}(u) = \begin{cases} 0, & x \leq 8.6 \\ \frac{x - 8.6}{9 - 8.6}, & 8.6 \leq x \leq 9 \\ 1, & x \geq 9 \end{cases}$$

2. Fungsi Keanggotaan Variabel Suhu

Tabel 3.2 Fungsi Keanggotaan Variabel Suhu

Media	Suhu (°C)		
	Rendah	Normal	Tinggi
Air Higiene Sanitasi	0 – 24	22 – 38	36 – 45
Air Kolam Renang	0 – 17	16 – 40	38 – 45
Air Tambak Udang	0 – 24	22 – 34	32 – 45



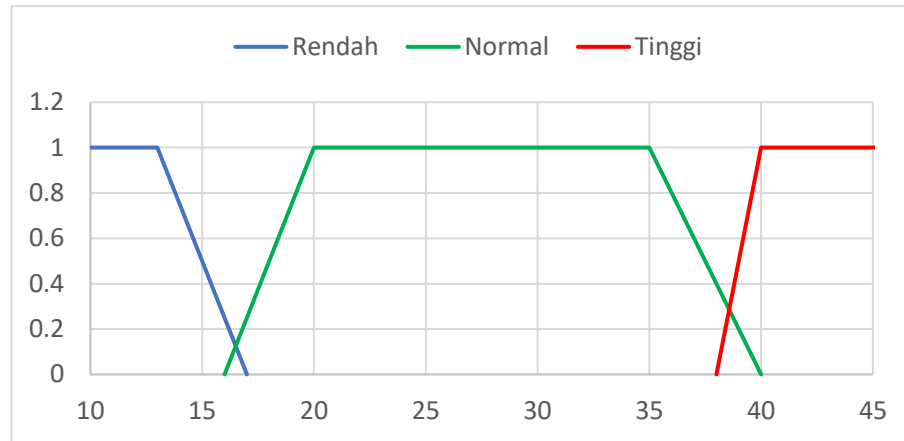
Gambar 3.7 Fungsi Keanggotaan Suhu pada Air Sanitasi

Berdasarkan pada Gambar 3.7, pada himpunan variabel suhu pada air hygiene sanitasi menggunakan tiga nilai linguistik yaitu Rendah, Normal, Tinggi. Pada semesta variabel himpunan ini memiliki *range* $[0, 45]$ dengan *range* masing-masing yaitu Rendah $[0, 24]$, Normal $[22, 38]$, dan Tinggi $[36, 45]$. Adapun derajat keanggotaan/nilai linguistik suhu pada air hygiene sanitasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Rendah}(u) = \begin{cases} 1, & x \leq 22 \\ \frac{24 - x}{24 - 22}, & 22 \leq x \leq 24 \\ 0, & x \geq 24 \end{cases}$$

$$\text{Normal}(u) = \begin{cases} 0, & x \leq 22 \text{ atau } x \geq 38 \\ \frac{x - 22}{26 - 22}, & 22 \leq x \leq 26 \\ 1, & 26 \leq x \leq 34 \\ \frac{38 - x}{38 - 34}, & 34 \leq x \leq 38 \end{cases}$$

$$\text{Tinggi}(u) = \begin{cases} 0, & x \leq 36 \\ \frac{x - 36}{40 - 36}, & 36 \leq x \leq 40 \\ 1, & x \geq 40 \end{cases}$$



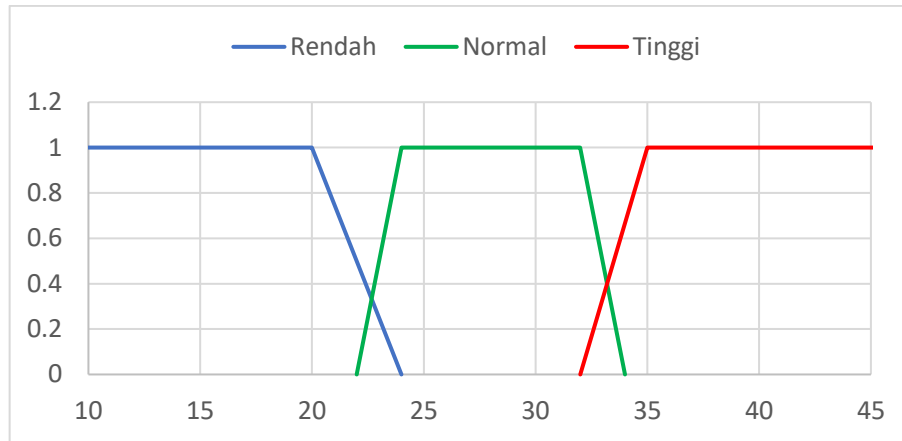
Gambar 3.8 Fungsi Keanggotaan Suhu pada Air Kolam Renang

Berdasarkan Gambar 3.8, pada himpunan variabel suhu pada air kolam renang menggunakan tiga nilai linguistik yaitu Rendah, Normal, Tinggi. Pada semesta variabel himpunan ini memiliki *range* $[0, 45]$ dengan *range* masing-masing yaitu Rendah $[0, 17]$, Normal $[16, 40]$, dan Tinggi $[38, 45]$. Adapun derajat keanggotaan/nilai linguistik suhu pada air kolam renang dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Rendah}(u) = \begin{cases} 1, & x \leq 13 \\ \frac{17 - x}{17 - 13}, & 13 \leq x \leq 17 \\ 0, & x \geq 17 \end{cases}$$

$$\text{Normal}(u) = \begin{cases} 0, & x \leq 16 \text{ atau } x \geq 40 \\ \frac{x - 16}{20 - 16}, & 16 \leq x \leq 20 \\ 1, & 20 \leq x \leq 35 \\ \frac{40 - x}{40 - 35}, & 35 \leq x \leq 40 \end{cases}$$

$$\text{Tinggi}(u) = \begin{cases} 0, & x \leq 38 \\ \frac{x - 38}{40 - 38}, & 38 \leq x \leq 40 \\ 1, & x \geq 40 \end{cases}$$



Gambar 3.9 Fungsi Keanggotaan Suhu pada Air Tambak Udang

Berdasarkan Gambar 3.9, pada himpunan variabel suhu pada air tambak udang menggunakan tiga nilai linguistik yaitu Rendah, Normal, Tinggi. Pada semesta variabel himpunan ini memiliki *range* $[0, 100]$ dengan *range* masing-masing yaitu Rendah $[0, 24]$, Normal $[22, 34]$, dan Tinggi $[32, 45]$. Adapun derajat keanggotaan/nilai linguistik suhu pada air tambak udang dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Rendah}(u) = \begin{cases} 1, & x \leq 20 \\ \frac{24 - x}{24 - 20}, & 20 \leq x \leq 24 \\ 0, & x \geq 24 \end{cases}$$

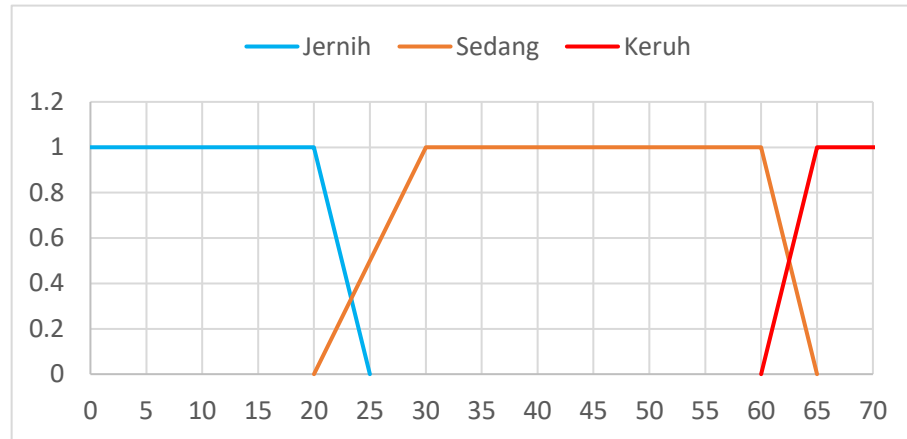
$$\text{Normal}(u) = \begin{cases} 0, & x \leq 22 \text{ atau } x \geq 34 \\ \frac{x - 22}{24 - 22}, & 22 \leq x \leq 24 \\ 1, & 24 \leq x \leq 32 \\ \frac{34 - x}{34 - 32}, & 32 \leq x \leq 34 \end{cases}$$

$$\text{Tinggi}(u) = \begin{cases} 0, & x \leq 32 \\ \frac{x - 32}{35 - 32}, & 32 \leq x \leq 35 \\ 1, & x \geq 35 \end{cases}$$

3. Fungsi Keanggotaan Variabel Kekeruhan

Tabel 3.3 Fungsi Keanggotaan Variabel Kekeruhan

Media	Kekeruhan (NTU)		
	Jernih	Sedang	Keruh
Air Higiene Sanitasi	0 – 25	20 – 80	60 – 70
Air Kolam Renang	0 – 5	4 – 80	40 – 50
Air Tambak Udang	0 – 7	6 – 19	17 – 25



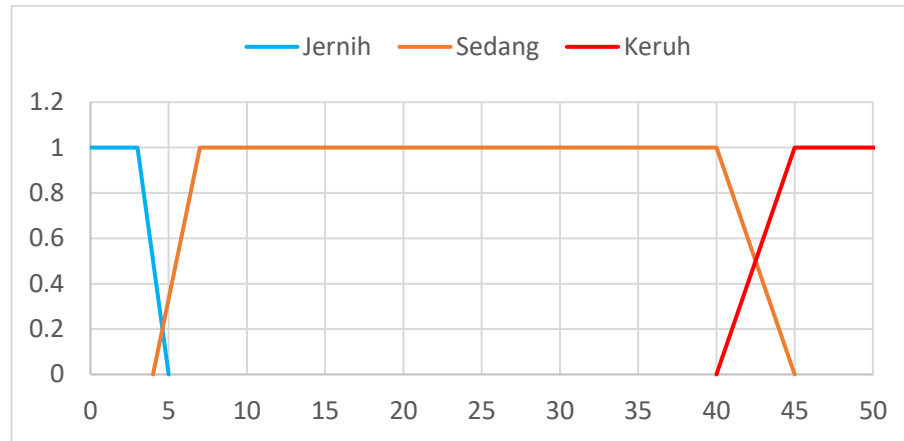
Gambar 3.10 Fungsi Keanggotaan Kekeruhan pada Air Sanitasi

Berdasarkan Gambar 3.10, pada himpunan variabel kekeruhan pada air higiene sanitasi menggunakan tiga nilai linguistik yaitu Jernih, Sedang, Keruh. Pada semesta variabel himpunan ini memiliki *range* $[0, 70]$ dengan *range* masing-masing yaitu Jernih $[0, 25]$, Sedang $[20, 65]$, dan Keruh $[60, 70]$. Adapun derajat keanggotaan/nilai linguistik kekeruhan pada air higiene sanitasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Jernih}(u) = \begin{cases} 1, & x \leq 20 \\ \frac{25 - x}{25 - 20}, & 20 \leq x \leq 25 \\ 0, & x \geq 25 \end{cases}$$

$$\text{Sedang}(u) = \begin{cases} 0, & x \leq 20 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x - 20}{30 - 20}, & 20 \leq x \leq 30 \\ 1, & 30 \leq x \leq 60 \\ \frac{60 - x}{60 - 65}, & 60 \leq x \leq 65 \end{cases}$$

$$\text{Keruh}(u) = \begin{cases} 0, & x \leq 60 \\ \frac{x - 60}{65 - 60}, & 60 \leq x \leq 65 \\ 1, & x \geq 65 \end{cases}$$



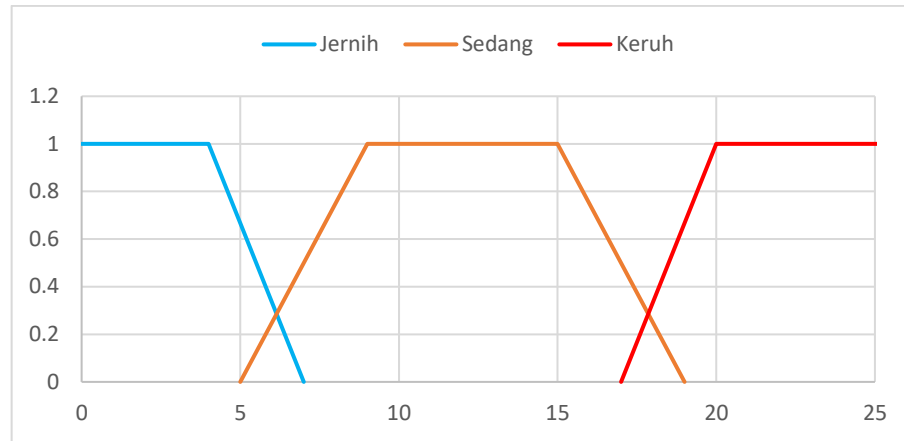
Gambar 3.11 Fungsi Keanggotaan Kekerusuhan pada Air Kolam Renang

Berdasarkan Gambar 3.11, pada himpunan variabel kekeruhan pada air kolam renang menggunakan tiga nilai linguistik yaitu Jernih, Sedang, Keruh. Pada semesta variabel himpunan ini memiliki *range* $[0, 50]$ dengan *range* masing-masing yaitu Jernih $[0, 5]$, Sedang $[3, 45]$, dan Keruh $[40, 45]$. Adapun derajat keanggotaan/nilai linguistik kekeruhan pada air hygiene sanitasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Jernih}(u) = \begin{cases} 1, & x \leq 3 \\ \frac{5-x}{5-3}, & 3 \leq x \leq 5 \\ 0, & x \geq 5 \end{cases}$$

$$\text{Sedang}(u) = \begin{cases} 0, & x \leq 4 \text{ atau } x \geq 45 \\ \frac{x-4}{7-4}, & 4 \leq x \leq 7 \\ 1, & 7 \leq x \leq 40 \\ \frac{40-x}{40-45}, & 40 \leq x \leq 45 \end{cases}$$

$$\text{Keruh}(u) = \begin{cases} 0, & x \leq 40 \\ \frac{x-40}{45-40}, & 40 \leq x \leq 45 \\ 1, & x \geq 45 \end{cases}$$



Gambar 3.12 Fungsi Keanggotaan Kekeruhan pada Air Tambak Udang

Berdasarkan Gambar 3.12, pada himpunan variabel kekeruhan pada air tambak udang menggunakan tiga nilai linguistik yaitu Jernih, Sedang, Keruh. Pada semesta variabel himpunan ini memiliki *range* $[0, 25]$ dengan *range* masing-masing yaitu Jernih $[0, 7]$, Sedang $[5, 19]$, dan Keruh $[17, 25]$. Adapun derajat keanggotaan/nilai linguistik kekeruhan pada air hygiene sanitasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Jernih}(u) = \begin{cases} 1, & x \leq 4 \\ \frac{7-x}{7-4}, & 4 \leq x \leq 7 \\ 0, & x \geq 7 \end{cases}$$

$$\text{Sedang}(u) = \begin{cases} 0, & x \leq 5 \text{ atau } x \geq 19 \\ \frac{x-5}{9-5}, & 5 \leq x \leq 9 \\ 1, & 9 \leq x \leq 15 \\ \frac{19-x}{19-15}, & 15 \leq x \leq 19 \end{cases}$$

$$\text{Keruh}(u) = \begin{cases} 0, & x \leq 17 \\ \frac{x-17}{20-17}, & 17 \leq x \leq 20 \\ 1, & x \geq 20 \end{cases}$$

Setelah *fuzzifikasi* dengan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan sesuai dengan media air, kemudian masuk ke tahapan inferensi yang di dalamnya terdapat *rule base*. *Rule base* berfungsi sebagai aturan agar logika *fuzzy* dapat mengambil keputusan atau memberikan nilai *output* berdasarkan *input*. Adapun *rule base* dari 3 media air yang ditentukan pada penelitian ini seperti pada Tabel 3.4, 3.5, dan 3.6 berikut.

Tabel 3.4 *Rule base* Untuk Air Higiene Sanitasi

No.	<i>Input</i>			<i>Output</i>
	pH	Suhu	Kekeruhan	
1.	Asam	Rendah	Jernih	Tidak Baik
2.	Asam	Rendah	Sedang	Tidak Baik
3.	Asam	Rendah	Keruh	Tidak Baik
4.	Asam	Normal	Jernih	Kurang Baik
5.	Asam	Normal	Sedang	Kurang Baik
6.	Asam	Normal	Keruh	Tidak Baik
7.	Asam	Tinggi	Jernih	Kurang Baik
8.	Asam	Tinggi	Sedang	Kurang Baik
9.	Asam	Tinggi	Keruh	Tidak Baik
10.	Netral	Rendah	Jernih	Kurang Baik
11.	Netral	Rendah	Sedang	Kurang Baik
12.	Netral	Rendah	Keruh	Tidak Baik
13.	Netral	Normal	Jernih	Baik
14.	Netral	Normal	Sedang	Kurang Baik
15.	Netral	Normal	Keruh	Tidak Baik
16.	Netral	Tinggi	Jernih	Baik
17.	Netral	Tinggi	Sedang	Kurang Baik
18.	Netral	Tinggi	Keruh	Tidak Baik
19.	Basa	Rendah	Jernih	Kurang Baik
20.	Basa	Rendah	Sedang	Kurang Baik
21.	Basa	Rendah	Keruh	Tidak Baik
22.	Basa	Normal	Jernih	Baik
23.	Basa	Normal	Sedang	Kurang Baik
24.	Basa	Normal	Keruh	Tidak Baik
25.	Basa	Tinggi	Jernih	Baik
26.	Basa	Tinggi	Sedang	Kurang Baik
27.	Basa	Tinggi	Keruh	Tidak Baik

Tabel 3.5 *Rule base* Untuk Air Kolam Renang

No.	<i>Input</i>			<i>Output</i>
	pH	Suhu	Kekeruhan	
1.	Asam	Rendah	Jernih	Tidak Baik
2.	Asam	Rendah	Sedang	Tidak Baik
3.	Asam	Rendah	Keruh	Tidak Baik
4.	Asam	Normal	Jernih	Tidak Baik
5.	Asam	Normal	Sedang	Tidak Baik
6.	Asam	Normal	Keruh	Tidak Baik
7.	Asam	Tinggi	Jernih	Tidak Baik
8.	Asam	Tinggi	Sedang	Tidak Baik
9.	Asam	Tinggi	Keruh	Tidak Baik
10.	Netral	Rendah	Jernih	Kurang Baik
11.	Netral	Rendah	Sedang	Tidak Baik
12.	Netral	Rendah	Keruh	Tidak Baik
13.	Netral	Normal	Jernih	Baik
14.	Netral	Normal	Sedang	Tidak Baik
15.	Netral	Normal	Keruh	Tidak Baik
16.	Netral	Tinggi	Jernih	Kurang Baik
17.	Netral	Tinggi	Sedang	Tidak Baik
18.	Netral	Tinggi	Keruh	Tidak Baik
19.	Basa	Rendah	Jernih	Tidak Baik
20.	Basa	Rendah	Sedang	Tidak Baik
21.	Basa	Rendah	Keruh	Tidak Baik
22.	Basa	Normal	Jernih	Tidak Baik
23.	Basa	Normal	Sedang	Tidak Baik
24.	Basa	Normal	Keruh	Tidak Baik
25.	Basa	Tinggi	Jernih	Tidak Baik
26.	Basa	Tinggi	Sedang	Tidak Baik
27.	Basa	Tinggi	Keruh	Tidak Baik

Tabel 3.6 *Rule base* Untuk Air Tambak Udang

No.	<i>Input</i>			<i>Output</i>
	pH	Suhu	Kekeruhan	
1.	Asam	Rendah	Jernih	Tidak Baik
2.	Asam	Rendah	Sedang	Tidak Baik
3.	Asam	Rendah	Keruh	Tidak Baik
4.	Asam	Normal	Jernih	Tidak Baik
5.	Asam	Normal	Sedang	Kurang Baik
6.	Asam	Normal	Keruh	Tidak Baik
7.	Asam	Tinggi	Jernih	Tidak Baik
8.	Asam	Tinggi	Sedang	Tidak Baik
9.	Asam	Tinggi	Keruh	Tidak Baik
10.	Netral	Rendah	Jernih	Tidak Baik
11.	Netral	Rendah	Sedang	Kurang Baik
12.	Netral	Rendah	Keruh	Tidak Baik
13.	Netral	Normal	Jernih	Kurang Baik
14.	Netral	Normal	Sedang	Baik
15.	Netral	Normal	Keruh	Kurang Baik
16.	Netral	Tinggi	Jernih	Tidak Baik
17.	Netral	Tinggi	Sedang	Kurang Baik
18.	Netral	Tinggi	Keruh	Tidak Baik
19.	Basa	Rendah	Jernih	Tidak Baik
20.	Basa	Rendah	Sedang	Tidak Baik
21.	Basa	Rendah	Keruh	Tidak Baik
22.	Basa	Normal	Jernih	Tidak Baik
23.	Basa	Normal	Sedang	Kurang Baik
24.	Basa	Normal	Keruh	Tidak Baik
25.	Basa	Tinggi	Jernih	Tidak Baik
26.	Basa	Tinggi	Sedang	Tidak Baik
27.	Basa	Tinggi	Keruh	Tidak Baik

Rule base pada Tabel 3.4, 3.5, dan 3.6 di atas merupakan *rule base* yang akan digunakan pada tahap inferensi logika *fuzzy*. Adapun tahap inferensi dengan mengikuti dasar dari tahap mekanisme inferensi dengan aturan *min-max* nilai fuzzy hasil fuzzifikasi pada tahap fuzzifikasi diolah untuk mendapatkan nilai keluaran status berbasis aturan atau biasa disebut predikat α [19].

Tahap terakhir dalam logika *fuzzy* adalah defuzzifikasi dimana variabel *fuzzy* yang diolah pada tahap mekanisme inferensi diubah kembali menjadi nilai tegas dengan cara mengalikan dengan nilai *output*. Nilai *output* (z) yang ditentukan adalah apabila *output* Baik maka 0.9, apabila *output* Kurang Baik maka 0.6 dan apabila *output* Tidak Baik maka 0.3. Kemudian setelah ditentukannya predikat α dan Nilai *output* (z) maka nilai tegas (*Crisp*) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut[20].

$$Crisp = \frac{Total\ Tertimbang}{Total\ Bobot}$$

$$Crisp = \frac{\sum_{i=1}^{27} (Z_i \times \alpha_i)}{\sum_{i=1}^{27} \alpha_i}$$

Apabila nilai tegas (*Crisp*) sudah ditentukan maka dikembalikan pada klasifikasi nilai *output* dengan nilai Baik > 0.6 , Kurang Baik $0.6 \geq x > 0.3$, dan Tidak Baik ≤ 0.3 .

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Telah terealisasikan alat pendeteksi kualitas air yang dapat mendeteksi berbagai media air dengan rata-rata waktu delay untuk mencapai nilai stabil adalah 62.2 detik.
2. Telah terealisasikan alat pendeteksi kualitas air menggunakan logika *fuzzy* yang proses perhitungannya diprogram dalam mikrokontroler Arduino UNO R3 dengan penggunaan memori 19798 *byte* dari kapasitas maksimum yaitu 32256 *byte*.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diajukan untuk penelitian selanjutnya pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengembangan terhadap alat pada bagian *input* yaitu menambahkan indikator baru seperti sensor warna dan sensor bau, sehingga mendapatkan informasi lebih rinci mengenai kualitas air yang dapat membantu mengambil tindakan yang lebih efektif untuk menjaga lingkungan air yang optimal sesuai dengan standarnya.
2. Melakukan pengembangan alat pada bagian modul dan mikrokontroler yaitu pemilihan modul dan mikrokontroler yang lebih kecil sehingga alat pendeteksi kualitas air yang diciptakan lebih ramping dan kecil.
3. Melakukan survey dan wawancara kepada pakar mengenai kualitas air untuk tambak udang yang baik sehingga memiliki landasan yang banyak sebagai standar pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Ahmadi, "Tafsir Ekologi: Dikursus Hidrologi Dalam Al-Qur'an," *SINDA*, Universitas Islam Negeri Sayyid Ali Rahmatullah vol. 1, no. 3, hlm. 175–179, Tulungagung, Desember 2021.
- [2] F. Zarkashie, "Rancang Bangun Sistem Pengukuran Kualitas Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi Berbasis Arduino Uno," Skripsi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Jakarta, Maret 2021.
- [3] N. Anggraini dan T. Rosyadi, "Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Renang Menggunakan Mikrokontroller NodeMCU ESP8266 Dan Cayenne," *Jurnal Ilmiah FIFO*, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, vol. 13, no. 2, hlm. 191–200, Jakarta, November 2021,
- [4] A. E. Multazam dan Z. B. Hasanuddin, "Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Vaname," *Jurnal IT*, Universitas Hasanuddin, vol. 8, no. 2, hlm. 118–125, 2017.
- [5] T. M. Raihan, "Sistem Pemantauan Kualitas Air Menggunakan ESP32 Dengan Fuzzy Logic Sugeno Berbasis Android," Skripsi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Jakarta, September 2022.
- [6] S. Bahri dan K. Fikriyah, "Prototype Monitoring Penggunaan Dan Kualitas Air Berbasis Web Menggunakan Raspberry PI," *Jurnal Elektum*, Universitas Muhammadiyah Jakarta, vol. 15, no. 2, hlm. 41–50, jakarta 2018.
- [7] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, Dan Pemandian Umum.
- [8] E. A. Hendrajat, E. Ratnawati, dan A. Mustafa, "Penentuan Pengaruh Kualitas Tanah Dan Air Terhadap Produksi Total Tambak Polikultur Udang Vaname Dan Ikan Bandeng Di Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur Melalui Aplikasi Analisis Jalur," *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau Dan Penyuluhan Perikanan, vol. 10, no. 1, hlm. 179–195, Sulawesi Selatan, November 2018.

- [9] R. Nuryanto, "Pengukur Berat Dan Tinggi Badan Ideal Berbasis Arduino," Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Jan 2016.
- [10] R. Meimaharani dan T. Listyorini, "Analisis Sistem Inference Fuzzy Sugeno Dalam Menentukan Harga Penjualan Tanah Untuk Pembangunan Minimarket," *Jurnal SIMETRIS*, Universitas Muria Kudus, vol. 5, no. 1, hlm. 89–96, Kudus, 2014.
- [11] A. Setiawan, E. R. Arumi, dan P. Sukmasetya, "Fuzzy Membership Functions Analysis For Usability Evaluation Of Online Credit Hour Form," *Journal of Engineering Science and Technology*, Taylor's University, vol. 15, no. 5, hlm. 3189–3203, Selangor, 2020.
- [12] A. D. Saputri, R. D. Ramadhani, dan R. Adhitama, "Logika Fuzzy Sugeno Untuk Pengambilan Keputusan Dlam Penjadwalan Dan Peningkat Service Sepeda Motor," *Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications*, Telkom Purwokerto University vol. 2, no. 1, hlm. 49–55, Purwokerto 2019.
- [13] M. F. Pebrianto, "Rancang Bangun Alat Pengganti Air Kolam Ikan Otomatis Bertenaga sel Surya Berbasis Internet Of Things (IOT)," Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya, Surabaya, September 2021.
- [14] M. A. Novianta, B. Firman, dan I. Primambudi, "Penerapan Sistem Monitoring Kualitas Air Berdasarkan Ph, TDS, DO, dan Suhu Di PDAM Klaten Dengan Informasi SMS Gateway," Universitas AKPRIND Indonesia, Fakultas Teknologi Industri, Yogyakarta, Juli 2021.
- [15] G. A. Saputra, "Analisis Cara Kerja Sensor PH-E4502C Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Merancang Alat Pengendalian Ph Air," Skripsi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bandar Lampung, Bandar Lampung, Oktober 2020.
- [16] R. K. Adin, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Otomasi Hidroponik Secara Internet Of Things (IOT) Menggunakan Arduino Nano," Skripsi, Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Jakarta, 2021.
- [17] S. Fatriana Kadir, "Mobile IOT (Internet Of Things) Untuk Pemantauan Kualitass Air Habitat Ikan Hias Pada Akuarium Menggunakan Metode Logika Fuzzy," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, Institut Teknologi Nasional Malang, vol. 3, no. 1, hlm. 298–305, Malang, Februari 2019.
- [18] A. Rizal, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kualitas Air Minum Layak Konsumsi Berdasarkan Parameter Fisis Kekeruhan Air Dan Total Dissolved Solid (TDS) Berbasis Arduino Uno," Skripsi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, Bandar Lampung, September 2023.

- [19] W. S. Mintaraga, “Aplikasi Fuzzy Inference System Dengan Metode Sugeno Untuk Mengestimasi Curah Hujan,” Skripsi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang, Januari 2017.
- [20] D. Rifai dan F. Fitriyadi, “Penerapan Logika Fuzzy Sugeno dalam Keputusan Jumlah Produksi Berbasis Website,” *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 2, hlm. 102–109, Juli 2023.