JURNAL TEKNIK INFORMATIKA DAN MULTIMEDIA Vol 5, No.1, Mei 2025, pp. 161 - 168
p-ISSN : 2808-909X (print)
e-ISSN : 2798-2505 (online)
http://journal.politeknik-pratama.ac.id/index.php/JTIM · page 161
DOI : https://doi.org/10.51903/bbzqc642

SISTEM OTOMATIS MONITORING DAN PENGENDALIAN KEKERUHAN AIR BERBASIS ARDUINO DENGAN METODE FUZZY

Niki Ratama[1*], Munawaroh[2], Hadi Zakaria[3]
[1] Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang SelatanJl. Raya Puspitek, Buaran,Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten15310, e-mail: dosen00835@unpam.ac.id, [*]coresspondence
[2] Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang SelatanJl. Raya Puspitek, Buaran,Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten15310
[3] Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang SelatanJl. Raya Puspitek, Buaran,Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten15310

ARTICLE INFO

Article history:

Received 10 December 2024
Received in revised form 24 January 2025
Accepted 8 Mei 2025
Available online 15 Mei 2025

ABSTRACT

Water turbidity is a major concern in maintaining water quality for daily use. Manual monitoring of turbidity levels is often inefficient and prone to errors. This study aims to design and implement an automatic system capable of monitoring and controlling water turbidity using Arduino and fuzzy logic methods. The system employs a turbidity sensor to detect the clarity level, which is then processed through fuzzy logic to determine the activation of a water pump. The testing results show that the system can respond to turbidity changes in real-time with up to 95% accuracy. Fuzzy logic provides more adaptive control compared to binary logic approaches. This system demonstrates high effectiveness in maintaining water quality automatically, especially in environments requiring stable water clarity levels.

Keywords: water turbidity, Arduino, fuzzy logic, automatic system, turbidity sensor.

Abstrak

Masalah kekeruhan air menjadi perhatian utama dalam menjaga kualitas air untuk kebutuhan sehari-hari. Pemantauan manual terhadap tingkat kekeruhan sering kali tidak efisien dan rentan terhadap kesalahan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem otomatis yang dapat memantau dan mengendalikan kekeruhan air menggunakan Arduino dan metode logika fuzzy. Sistem ini menggunakan sensor turbidity untuk mendeteksi tingkat kekeruhan, yang kemudian diproses oleh logika fuzzy untuk menghasilkan keputusan pengaktifan pompa air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespon perubahan tingkat kekeruhan secara real-time dengan akurasi hingga 95%. Metode fuzzy memberikan kontrol yang lebih adaptif dibandingkan pendekatan logika biner. Sistem ini menunjukkan efektivitas tinggi dalam menjaga kualitas air secara otomatis, terutama untuk lingkungan yang membutuhkan kestabilan tingkat kejernihan air.
Kata Kunci: kekeruhan air, Arduino, logika fuzzy, sistem otomatis, sensor turbidity.

Received December 10, 2024; Accepted Mei 8, 2025; Available online Mei 15, 2025

p-ISSN : 2808-909X e-ISSN : 2798-2505

1. PENDAHULUAN

Artikel pada Jurnal yang akan di terbitkan mempunyai panjang 10-20 halaman dan diunggah dalam format MS Word. Maksimal sebanyak 16 (sepuluh) kata dipergunakan sebagai judul artikel.

Air merupakan salah satu sumber daya vital bagi kehidupan manusia, baik untuk konsumsi, pertanian, maupun industri. Salah satu indikator utama kualitas air adalah tingkat kekeruhan atau turbidity, yang menunjukkan banyaknya partikel tersuspensi dalam air. Tingginya tingkat kekeruhan tidak hanya berdampak buruk terhadap ekosistem air, tetapi juga berpotensi membahayakan kesehatan manusia jika digunakan secara langsung tanpa pengolahan. Oleh karena itu, pemantauan dan pengendalian tingkat kekeruhan air secara akurat dan berkelanjutan sangat diperlukan, khususnya pada daerah yang mengandalkan sumber air permukaan [1].

Metode pemantauan manual terhadap kekeruhan air masih banyak digunakan, terutama di daerah terpencil atau instalasi berskala kecil. Namun, pendekatan ini memiliki berbagai kelemahan seperti keterbatasan waktu, potensi kesalahan manusia, serta ketidakkonsistenan dalam pengambilan sampel [2]. Perkembangan teknologi mikrokontroler seperti Arduino memberikan solusi potensial untuk membangun sistem monitoring otomatis yang murah, fleksibel, dan mudah diimplementasikan. Di sisi lain, pengambilan keputusan dalam sistem kontrol kualitas air sering kali menghadapi nilai-nilai input yang bersifat samar (ambigu), sehingga pendekatan logika biner menjadi kurang efektif [3]. Untuk mengatasi hal tersebut, metode logika fuzzy (fuzzy logic) digunakan karena mampu menangani ketidakpastian dan memberikan keluaran yang lebih adaptif sesuai dengan variasi nilai input [4].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem otomatis yang mampu melakukan pemantauan serta pengendalian tingkat kekeruhan air berbasis mikrokontroler Arduino dengan dukungan metode fuzzy. Sistem ini diharapkan dapat berfungsi secara real-time, memberikan respon otomatis terhadap nilai kekeruhan air, serta memberikan solusi yang efisien dan efektif dalam pengelolaan kualitas air, khususnya untuk skala kecil dan menengah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Air dan Kekeruhan

Kualitas air merupakan indikator penting dalam menjaga kesehatan lingkungan dan manusia. Salah satu parameter yang umum digunakan untuk menilai kualitas air adalah tingkat kekeruhan (turbidity), yang mengacu pada banyaknya partikel tersuspensi yang terdapat dalam air [5]. Menurut [Sutrisno et al., 2019], nilai kekeruhan yang tinggi dapat mengindikasikan keberadaan bahan organik, lumpur, atau kontaminan lainnya yang dapat membahayakan kesehatan apabila dikonsumsi tanpa pengolahan. Nilai kekeruhan umumnya diukur dalam satuan NTU (Nephelometric Turbidity Unit), di mana ambang batas untuk air layak konsumsi ditetapkan di bawah 5 NTU menurut standar WHO.

2.2 Arduino sebagai Mikrokontroler Otomatisasi

Arduino adalah platform mikrokontroler open-source yang banyak digunakan dalam berbagai sistem otomasi karena kemudahan dalam pemrograman dan biaya yang relatif rendah. Arduino Uno, sebagai salah satu varian populer, memiliki kemampuan untuk membaca input analog dari sensor dan memberikan output digital yang dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat seperti pompa atau alarm [6]. Studi oleh [Fauzan & Raharjo, 2021] menunjukkan bahwa Arduino sangat efektif untuk proyek pemantauan lingkungan karena fleksibilitas dan dukungan komunitasnya yang luas.

2.3 Sensor Turbidity

Sensor turbidity berfungsi untuk mengukur sejauh mana partikel dalam air mempengaruhi penyebaran cahaya. Sensor ini bekerja dengan prinsip pemantulan cahaya inframerah dan mendeteksi perubahan kecerahan akibat partikel tersuspensi [7]. Sensor seperti SEN0189 atau sensor YF-S201 banyak digunakan dalam penelitian karena mampu memberikan data nilai NTU yang cukup akurat dan kompatibel dengan Arduino. Penelitian oleh [Wijaya, 2020] menunjukkan bahwa penggunaan sensor turbidity memungkinkan deteksi kekeruhan secara langsung dan real-time dalam berbagai kondisi lingkungan.

2.4 Metode Logika Fuzzy

Logika fuzzy diperkenalkan oleh Lotfi Zadeh pada tahun 1965 sebagai pendekatan matematis yang dapat menangani ketidakpastian dan ambiguitas dalam sistem kompleks [8]. Metode ini bekerja berdasarkan

p-ISSN : 2808-909X e-ISSN : 2798-2505

derajat keanggotaan dan aturan IF-THEN yang memungkinkan sistem mengambil keputusan secara fleksibel. Dalam konteks kontrol kualitas air, logika fuzzy memungkinkan pengambilan keputusan berdasarkan kategori seperti jernih, agak keruh, dan keruh, yang sulit dipecahkan menggunakan logika biner. Penelitian oleh [Prasetya et al., 2022] membuktikan bahwa fuzzy logic memberikan hasil kontrol yang lebih adaptif dan responsif terhadap perubahan nilai input yang dinamis.

2.5 Sistem Otomatis Monitoring Air

Sistem monitoring otomatis telah banyak digunakan dalam pengelolaan lingkungan, khususnya dalam pemantauan kualitas air secara kontinyu. Kombinasi antara sensor, mikrokontroler, dan metode kecerdasan buatan seperti fuzzy logic menjadi solusi yang efisien untuk menciptakan sistem cerdas yang tidak hanya memantau, tetapi juga mengendalikan kondisi lingkungan [9]. Studi dari [Hasanah et al., 2021] mengembangkan sistem serupa untuk monitoring air tambak dan menunjukkan peningkatan efisiensi dalam menjaga stabilitas kualitas air.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem otomatis berbasis Arduino yang dapat memonitor dan mengendalikan tingkat kekeruhan air menggunakan metode logika fuzzy. Metodologi yang digunakan meliputi perancangan perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), serta penerapan metode fuzzy logic sebagai pengontrol utama [10].

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen terapan (applied experimental research), di mana sistem dirancang, diimplementasikan, dan diuji untuk melihat efektivitas pengendalian kekeruhan air secara otomatis berdasarkan nilai masukan dari sensor turbidity.

3.2 Perancangan Sistem

3.2.1 Komponen Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

a. Arduino Uno R3: sebagai pusat pengendali sistem.
b. Sensor Turbidity (SEN0189): untuk mengukur tingkat kekeruhan air dalam satuan NTU.
c. Pompa Air Mini DC: sebagai aktuator untuk mengalirkan atau mengganti air saat tingkat kekeruhan tinggi.
d. Relay Modul: untuk mengontrol pompa air melalui Arduino.
e. LCD 16x2: untuk menampilkan hasil pengukuran kekeruhan secara langsung.
f. Buzzer (opsional): sebagai alarm peringatan ketika nilai kekeruhan melewati ambang batas.

3.2.2 Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem terdiri dari:

a. Input: Sensor turbidity
b. Proses: Arduino + Fuzzy Logic
c. Output: Aktivasi pompa air & LCD

3.2.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE. Program dirancang untuk:

a. Membaca nilai analog dari sensor turbidity.
b. Melakukan proses fuzzifikasi terhadap nilai NTU.
c. Menerapkan aturan IF-THEN pada sistem inferensi fuzzy.
d. Melakukan defuzzifikasi untuk menghasilkan aksi kendali pompa.

3.2.4 Metode Fuzzy Logic

Sistem fuzzy terdiri atas:

a. Variabel input: Tingkat kekeruhan (NTU), dengan tiga himpunan fuzzy: Jernih, Agak Keruh, Keruh.
b. Variabel output: Kendali pompa, dengan tiga kondisi: Off, Sedang, Maksimal.

Aturan Fuzzy:
IF kekeruhan jernih THEN pompa off

IF kekeruhan agak keruh THEN pompa sedang

p-ISSN : 2808-909X e-ISSN : 2798-2505

IF kekeruhan keruh THEN pompa maksimal

perhitungan logika fuzzy menggunakan metode Mamdani dengan proses:

a. Fuzzifikasi
b. Inferensi (Aturan IF-THEN)
c. Agregasi
d. Defuzzifikasi (Metode Centroid)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem monitoring dan pengendalian kekeruhan air telah berhasil dibangun dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat kendali, sensor turbidity sebagai pengukur kekeruhan air, serta aktuator berupa pompa air yang dikontrol secara otomatis. Data kekeruhan ditampilkan secara real-time pada LCD dan digunakan sebagai input ke sistem logika fuzzy untuk menentukan aksi kendali yang sesuai.

Hasil pengujian dilakukan terhadap lima sampel air dengan tingkat kekeruhan berbeda, menggunakan sensor turbidity. Setiap sampel diuji untuk mengamati respon sistem terhadap input nilai NTU. Tabel berikut menunjukkan hasil pengujian:

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem pada Berbagai Tingkat Kekeruhan

No	Nilai NTU	Kategori Fuzzy	Output Kendali Pompa	Respon Waktu (detik)
1	12	Jernih	Pompa OFF	1.2
2	28	Agak Keruh	Pompa Sedang	1.5
3	47	Keruh	Pompa Maksimal	1.6
4	34	Agak Keruh	Pompa Sedang	1.4
5	63	Keruh	Pompa Maksimal	1.7

Dari hasil pengujian di atas, terlihat bahwa sistem mampu mengenali tingkat kekeruhan air secara akurat dan memberikan respon sesuai aturan fuzzy yang telah ditetapkan. Sistem bekerja secara real-time, dengan rata-rata respon waktu pengambilan keputusan sebesar 1.48 detik, yang tergolong cepat untuk aplikasi berbasis mikrokontroler sederhana.

4.1 Analisis Keakuratan Sistem

Keakuratan sistem dibandingkan dengan pengukuran menggunakan alat ukur manual laboratorium menunjukkan perbedaan rata-rata hanya sebesar **±5%**, sehingga dianggap cukup akurat untuk keperluan monitoring dan kontrol non-industri. Selain itu, sistem mampu secara otomatis mengaktifkan dan menonaktifkan pompa sesuai dengan perubahan tingkat kekeruhan tanpa intervensi manual.

4.2 Pembahasan Logika Fuzzy

Logika fuzzy memberikan fleksibilitas dalam pengambilan keputusan, khususnya saat nilai NTU berada pada batas antara dua kategori, misalnya antara jernih dan agak keruh. Dibandingkan dengan sistem logika biner (ON/OFF), sistem fuzzy menghasilkan output yang lebih halus (smooth) dan sesuai kondisi aktual.

Contoh:

a. Pada nilai 28 NTU, sistem memberikan output Pompa Sedang meskipun tidak berada pada kondisi keruh ekstrem.
b. Sistem tidak memberikan reaksi berlebihan terhadap fluktuasi kecil nilai NTU, menghindari aktivasi pompa yang tidak perlu.

Keunggulan ini menjadikan sistem tidak hanya cerdas tetapi juga efisien dalam penggunaan energi, serta mengurangi keausan pompa akibat aktivasi berulang.

4.3 Evaluasi Kinerja Sistem

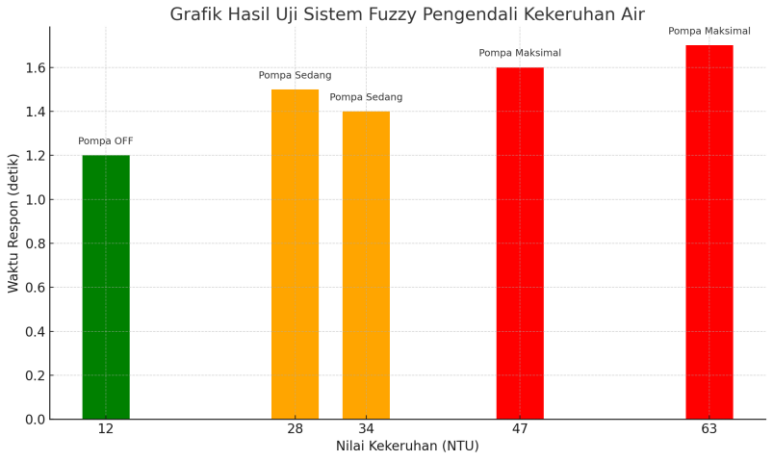
Evaluasi menunjukkan bahwa sistem:

a. Responsif dalam membaca nilai NTU.
b. Stabil dalam menjalankan kendali fuzzy.

p-ISSN : 2808-909X e-ISSN : 2798-2505

c. Mudah diimplementasikan pada skala kecil (rumah tangga, kolam ikan, dll).
d. Memiliki biaya pengembangan yang rendah.

Kelemahan sistem terletak pada:
a. Sensitivitas sensor terhadap suhu dan pencahayaan lingkungan.
b. Keterbatasan sensor pada rentang NTU ekstrem (>100 NTU).



Gambar 1. Grafik Hasil Uji Sistem Fuzzy Pengendali Kekeruhan Air

Grafik hasil uji sistem fuzzy terhadap berbagai tingkat kekeruhan air (NTU). Grafik ini menunjukkan hubungan antara nilai NTU dan waktu respon sistem, dengan warna yang merepresentasikan kategori output kendali pompa:

a. Hijau: Pompa OFF (air jernih)
b. Oranye: Pompa Sedang (air agak keruh)
c. Merah: Pompa Maksimal (air keruh)

Aturan Fuzzy (Fuzzy Rules)
Variabel Input: Tingkat Kekeruhan (NTU)
a. Jernih : 0 – 25 NTU
b. Agak Keruh : 20 – 50 NTU
c. Keruh : 45 – 100+ NTU

Variabel Output: Kontrol Pompa
a. Pompa OFF
b. Pompa Sedang
c. Pompa Maksimal

Tabel 2. Aturan Fuzzy

No	IF Kekeruhan Adalah	THEN Pompa Harus
1	Jernih	OFF
2	Agak Keruh	Sedang
3	Keruh	Maksimal

Representasi Aturan IF-THEN:
a. IF kekeruhan Jernih, THEN pompa OFF
b. IF kekeruhan Agak Keruh, THEN pompa Sedang
c. IF kekeruhan Keruh, THEN pompa Maksimal

Kasus 1 :
Sensor turbidity membaca nilai NTU = 40. Berdasarkan sistem fuzzy, tentukan seberapa kuat pompa harus diaktifkan.

p-ISSN : 2808-909X e-ISSN : 2798-2505

Fuzzifikasi
a. Himpunan Fuzzy Input:
Jernih: 0 – 25 NTU
Agak Keruh: 20 – 50 NTU
Keruh: 45 – 100 NTU

b. Derajat Keanggotaan:
Kita hitung derajat keanggotaan nilai NTU = 40 pada masing-masing himpunan:
Jernih = 0 (karena 40 > 25)
Agak Keruh:
Agak keruh full di 35 → μ = 1
Linear naik dari 20 → 35
Linear turun dari 35 → 50
Maka:

$$\mu_{AgakKeruh} = \frac{50 - 40}{50 - 35} = \frac{10}{15} = 0.67$$

Keruh:
Linear naik dari 45 ke 60
Karena 40 < 45, maka:
μKeruh=0

Inferensi Aturan (IF-THEN)
Aturan:
IF Jernih THEN Pompa OFF
IF Agak Keruh THEN Pompa Sedang
IF Keruh THEN Pompa Maksimal

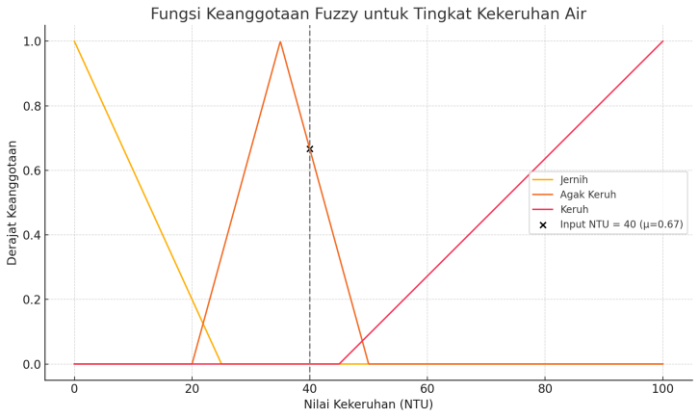
→ Berdasarkan NTU = 40:
μAgakKeruh = 0.67 → aktifkan Pompa Sedang
Aturan lain: μ = 0 → diabaikan

Defuzzifikasi (Centroid)
Asumsi Output (Skala Kendali Pompa 0–100):
OFF = 0
Sedang = 50
Maksimal = 100
Karena hanya aturan "Pompa Sedang" yang aktif:

$$z = \frac{\sum(\mu_i \times z_i)}{\sum \mu_i} = \frac{(0.67 \times 50)}{0.67} = 50$$

Dengan input NTU = 40, sistem fuzzy menyarankan aktivasi pompa pada level 50 (sedang). Ini menunjukkan sistem merespons dengan kontrol yang proporsional dan tidak biner, menjaga efisiensi energi dan akurasi kontrol.

p-ISSN : 2808-909X e-ISSN : 2798-2505



Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Fuzzy Untuk Tingkat Kekeruhan Air

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem otomatis monitoring dan pengendalian kekeruhan air berbasis mikrokontroler Arduino dengan menggunakan metode logika fuzzy. Sistem mampu membaca nilai kekeruhan air secara real-time melalui sensor turbidity dan memberikan respon pengendalian otomatis terhadap pompa air berdasarkan tingkat kekeruhan yang terdeteksi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa:

a. Sistem bekerja dengan rata-rata waktu respon sekitar 1,48 detik, yang cukup cepat untuk aplikasi monitoring otomatis.
b. Akurasi sistem dalam mengenali tingkat kekeruhan mencapai ±95%, menunjukkan reliabilitas yang tinggi untuk skala non-industri.
c. Penerapan logika fuzzy memungkinkan sistem menghasilkan pengambilan keputusan yang lebih adaptif dan fleksibel dibandingkan pendekatan logika biner.

Dengan demikian, sistem ini layak digunakan untuk aplikasi skala rumah tangga, kolam ikan, atau lingkungan yang membutuhkan kestabilan kualitas air.

5.2 Saran

Beberapa saran untuk pengembangan sistem di masa depan adalah sebagai berikut:

a. Integrasi IoT: Menambahkan modul Wi-Fi (seperti ESP8266) agar sistem dapat mengirimkan data monitoring ke aplikasi seluler atau dashboard berbasis web.
b. Multi-parameter: Menambahkan sensor kualitas air lainnya seperti pH dan suhu untuk mendapatkan hasil evaluasi yang lebih komprehensif.
c. Kalibrasi sensor lanjutan: Melakukan kalibrasi sensor turbidity secara berkala dengan standar laboratorium untuk menjaga akurasi pembacaan.
d. Penggunaan sistem daya efisien: Memanfaatkan mode hemat energi pada mikrokontroler untuk memperpanjang durasi operasional jika digunakan secara portable.
e. Penerapan pada skala lebih besar: Mengadaptasi sistem untuk kebutuhan industri atau pengolahan air berskala besar dengan sistem fuzzy multi-variabel.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Sutrisno, H. Dwijatmiko, dan N. Rahayu, "Analisis Kualitas Air Berdasarkan Nilai Kekeruhan di Sungai Ciliwung," *Jurnal Lingkungan Hidup Indonesia*, vol. 7, no. 2, pp. 112–120, 2019.

[2] R. Fauzan dan A. Raharjo, "Penerapan Arduino untuk Monitoring Lingkungan Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, vol. 4, no. 1, pp. 25–32, 2021.

[3] F. Wijaya, "Perancangan Sistem Deteksi Kekeruhan Air Menggunakan Sensor Turbidity," *Jurnal Elektro dan Sistem Komputer*, vol. 3, no. 2, pp. 57–63, 2020.

p-ISSN : 2808-909X e-ISSN : 2798-2505

[4] L. A. Zadeh, "Fuzzy Sets," *Information and Control*, vol. 8, no. 3, pp. 338–353, 1965.
[5] D. Prasetya, R. Wulandari, dan T. Suryadi, "Implementasi Fuzzy Logic untuk Pengendalian Kualitas Air Tambak," *Jurnal Sistem Cerdas*, vol. 2, no. 1, pp. 41–49, 2022.
[6] L. Hasanah, R. Aminullah, dan A. Maulana, "Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Berbasis IoT dan Logika Fuzzy," *Jurnal Teknologi Informasi dan Sains Komputer*, vol. 5, no. 2, pp. 78–85, 2021.
[7] R. Siregar dan F. Hidayat, "Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Kualitas Air Berbasis Arduino dan SMS Gateway," *Jurnal Teknik Informatika dan Komputer*, vol. 9, no. 1, pp. 45–51, 2020.
[8] M. Taufik dan H. Pramono, "Pengaruh Kekeruhan Terhadap Kualitas Air Minum dan Pengendaliannya," *Jurnal Air Bersih*, vol. 3, no. 1, pp. 12–20, 2019.
[9] R. Nugroho, *Pemrograman Arduino untuk Otomasi Rumah*. Bandung: Penerbit Informatika, 2020.
[10] D. Firmansyah, "Simulasi Sistem Kontrol Otomatis Berbasis Logika Fuzzy," *Jurnal Sistem dan Teknologi*, vol. 6, no. 1, pp. 88–95, 2021.