



## ***Implementation and Monitoring of Water Quality System in Ornamental Fish Aquarium with Fuzzy Logic Method***

### **Implementasi dan Monitoring Sistem Kualitas Air pada Akuarium Ikan Hias Menggunakan Metode Fuzzy Logic**

**I Made Riyan Ardana<sup>1\*</sup>, Jaka Persada Sembiring<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer,  
Universitas Teknokrat Indonesia, Lampung, Indonesia

E-Mail: <sup>1</sup>imaderiyanardana00@gmail.com, <sup>2</sup>jakapersada@teknokrat.ac.id

Received Jul 14th 2025; Revised Oct 07th 2025; Accepted Nov 11th 2025; Available Online Nov 13th 2025

Corresponding Author: I Made Riyan Ardana

Copyright © 2025 by Authors, Published by Institut Riset dan Publikasi Indonesia (IRPI)

#### **Abstract**

*Indonesia is a country in Southeast Asia that is home to one of the world's richest biodiversities. One form of biodiversity that Indonesia takes pride in is the variety of ornamental fish species. In maintaining ornamental fish, several common issues in aquarium care persist, including the need for manual water maintenance. The aim of this study is to assist ornamental fish owners in monitoring their fish; therefore, a water quality monitoring system was developed, including parameters like water pH and turbidity. In this study, an automatic fish feeding system was also developed. The study's results indicate that this system operates as expected, allowing users to monitor water parameters remotely through the web, making it easier to conduct monitoring, provided the device is connected to the internet. Scheduled feeding can also work properly.*

**Keyword:** Aquarium Maintenance, Automatic Feeder, pH Content in Water, Water Turbidity, Temperature

#### **Abstrak**

Indonesia adalah negara di Asia Tenggara yang menjadi rumah bagi berbagai jenis keanekaragaman hayati terkaya di dunia. Salah satu bentuk keanekaragaman hayati yang menjadi kebanggaan Indonesia adalah keberagaman spesies ikan hias. Dalam memelihara ikan hias ada beberapa permasalahan yang sering ditemukan dalam perawatan aquarium ikan hias yaitu perawatan air pada aquarium masih dilakukan secara manual. Tujuan penelitian ini ialah untuk membantu pemilik ikan hias dalam memantau peliharaannya maka dibuatkan sebuah sistem monitoring kualitas air yang meliputi kandungan pH dalam air, kekeruhan. Pada penelitian ini juga dikembangkan sebuah sistem pemberian pakan ikan secara otomatis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan, parameter air dapat dipantau melalui web sehingga dapat memudahkan pengguna dalam melakukan monitoring dengan catatan perangkat harus terhubung dengan koneksi internet. pemberian pakan secara terjadwal juga dapat berkerja dengan semestinya.

**Kata Kunci:** Kandungan Ph dalam Air, Kekeruhan Air, Perawatan Aquarium, Pemberi Pakan Otomatis, Suhu

#### **1. PENDAHULUAN**

Indonesia adalah negara dengan ekonomi terbesar di Asia Tenggara dan menjadi rumah bagi berbagai jenis keanekaragaman hayati terkaya di dunia. Salah satu bentuk keanekaragaman hayati yang menjadi kebanggaan Indonesia adalah keberagaman spesies ikannya [1]. Salah satunya yaitu ikan hias [2]. Sejauh ini ketertarikan masyarakat terhadap ikan hias untuk dipelihara semakin meningkat [3]. Dalam memelihara ikan hias pada aquarium sangat penting untuk melakukan pengecekan air secara berkala. Parameter yang harus diperhatikan dalam memelihara ikan hias ialah kandungan mineral, kandungan mineral biasanya dipengaruhi oleh tingkat keasaman pH. Nilai pH yang baik untuk ikan hias adalah 6,5-7,5, jika nilai pH dibawah 6,5 dapat membahayakan ikan hias [4].

Suhu juga merupakan parameter yang penting dalam ekosistem ikan hias [5]. Suhu air mempunyai pengaruh bagi organisme akuatik dalam pertumbuhannya [6]. Suhu normal pada aquarium ialah antara 27°C sampai dengan 30°C. Jika suhu aquarium rendah kadar oksigen yang terdapat dalam air akan berkurang [7].

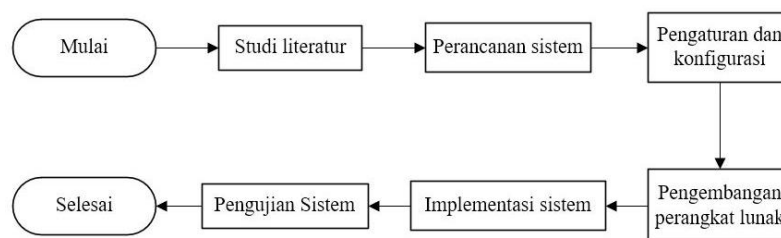
Pemberian pakan juga dapat berpengaruh bagi kesehatan ikan dan pemberian pakan yang berlebih dapat memengaruhi kualitas air dalam aquarium [8]. Kendala dalam melakukan perawatan ikan secara manual adalah pemilik ikan hias kurang memperhatikan akuariumnya di rumah tanpa pengawasan dan pengontrolan kurang memperhatikan akuariumnya di rumah tanpa pengawasan dan pengontrolan [9]. Dikarenakan sibuk bekerja atau sedang bepergian dalam waktu yang cukup lama [10]. Di era digitalisasi, penerapan teknologi di berbagai bidang sedang diupayakan secara intensif. Hal tersebut tentunya dapat mempermudah pemilik ikan hias dalam melakukan pemantauan dan perawatan akuarium secara berkala [11].

Dari permasalahan di tersebut diperlukan sistem yang dapat memonitoring kualitas pada air aquarium dan memberikan pakan, khususnya pakan ikan, sesuai jadwal dan takaran yang tepat secara otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan suatu sistem monitoring kualitas air aquarium ikan hias dan pemberi pakan ikan secara otomatis dengan menggunakan metode *fuzzy logic*. Sistem bekerja sesuai dengan parameter yang sudah ditentukan dan jadwal yang ditentukan dalam memberikan pakan sesuai dengan takaran yang telah ditetapkan. Perangkat keras pada sistem ini dapat dikontrol kapan saja dan dari mana saja melalui smartphone sehingga para pemilik ikan hias tidak perlu khawatir lagi ketika memiliki kesibukan lain atau pada saat meninggalkan rumah. Pada penelitian sebelumnya telah dibuat sebuah prototipe alat monitoring kualitas air pada kolam ikan koi berbasis arduino uno. Alat tersebut mampu melakukan pemantauan kualitas air pada kolam ikan koi dan mengurangi resiko ikan mati akibat amonia yang berlebihan [12].

Mengacu pada penelitian terdahulu, pada penelitian ini juga akan merancang sebuah sistem otomatis pemantauan kualitas air. Namun, pada prototipe ini media yang digunakan ialah aquarium serta penambahan sistem pemberian pakan ikan yang secara terjadwal dengan metode *fuzzy logic*. Sistem ini dibuat dengan menggunakan sistem *Internet of Things* (IoT) yang sangat luas penggunaannya. Dengan menggunakan sistem berbasis iot pemilik aquarium dapat menkontrol aquarium dimanapun sehingga dapat membantu dalam memonitoring kualitas air serta pemberian pakan ikan pada aquarium secara otomatis.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode prototipe, yang dimulai dengan pengumpulan komponen yang akan digunakan pada alat untuk sistem otomatisasi. Proses desain dilakukan untuk membangun prototipe yang bertujuan menghasilkan solusi efektif dalam mengoptimalkan kondisi air pada aquarium ikan hias. Dengan menghubungkan beberapa komponen elektronik seperti mikrokontroler ESP32, sensor pH SEN0161, sensor kekeruhan SEN0189, sensor suhu DS18B20, modul relay, motor servo, dan pompa air mini, prototipe ini dirancang untuk bekerja secara otomatis membaca parameter pada air aquarium dan mengatur parameternya jika kondisi air melebihi nilai batas yang sudah ditentukan, serta dapat melakukan pemberian pakan ikan secara berkala. Sistem ini mengaktifkan pompa air berdasarkan parameter pH, kekeruhan, dan suhu pada air aquarium yang terbaca secara real time oleh sensor. Pendekatan ini memungkinkan interkasi dan perbaikan berkelanjutan, sehingga dapat menghasilkan teknologi yang siap untuk diuji dalam kondisi nyata. Tahapan prototipe ditunjukkan pada Gambar 1.



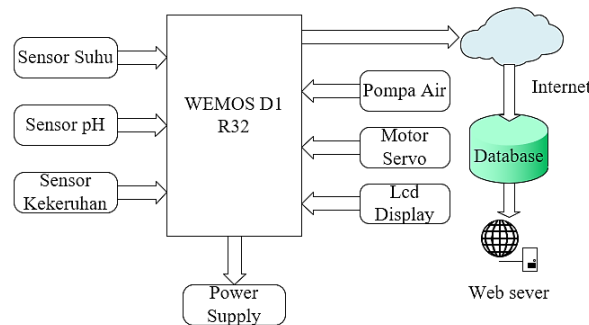
Gambar 1. Tahapan prototipe

### 2.1. Diagram Alur Kerja Alat

blok diagram sistem monitoring kualitas air aquarium ikan hias ini membentuk sebuah sistem pemantauan kualitas air yang dapat diakses kapan saja dan dimanapun selama terdapat koneksi internet, sistem ini dirancang berdasarkan Ph, suhu dan Kekeruhan air sebagai sarana pemantau kualitas air serta pemberian pakan secara otomatis. Diagram alur kerja alat dapat dilihat pada Gambar 2.

Pada tahapan perancangan sebuah sistem, aspek pemilihan perangkat keras dan perangkat lunak harus diperhatikan dengan seksama, perangkat keras mencakup sensor pH SEN0161 yang mampu mengukur parameter pada air yang mencakup asam, netral dan basa, sensor kekeruhan SEN0189 yang mampu mengukur tingkat kekeruhan pada air, sensor suhu DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu pada air, motor Servo yang akan digunakan untuk membuka tutup pemberi pakan ikan secara otomatis, *Liquid Crystal Display* (LCD) digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan sensor, relay digunakan untuk menghidupkan pompa air. Wemos ESP32 D1 R32 dipilih sebagai mikrokontroler karena dengan CPU yang lebih cepat, WiFi yang lebih canggih, lebih banyak GPIO, serta dukungan untuk dual-mode *Bluetooth Low Energy* (BLE) [13]. Selain itu komponen pendukung lainnya seperti kabel jumper dan modul catu daya. Desain sirkuit yang menghubungkan

perangkat keras dengan mikrokontroler dibuat dengan cermat. Perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE untuk memprogram wemos ESP32, yang melibatkan penulisan skrip untuk mengirim data dari sensor ke platform database my SQL. Skrip ini mencakup pengambilan data sensor pemrosesan data, dan pengiriman data ke database my SQL.



**Gambar 2.** Alur Kerja Alat

1. **Sensor pH SEN0161**  
Sensor pH air (SEN0161) adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi tingkat keasaman suatu cairan [14].
2. **Sensor Kekeruhan SEN0189**  
Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air. Kekeruhan sendiri merujuk pada jumlah partikel tersuspensi di dalam air. Semakin banyak partikel yang terlarut, maka air akan semakin keruh [15].
3. **Sensor Suhu DS18B20**  
Sensor DS18B20 adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi suhu. Sensor ini dipilih dikarenakan memiliki kemampuan tahan air (waterproof) [16]. Gambar Sensor Suhu DS18B20 dapat dilihat pada gambar 4.
4. **Wemos ESP32 D1 R32**  
ESP 32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things. Sehingga dapat mempermudah dalam perancangan alat yang membutuhkan akses internet [17].
5. **Motor Servo**  
Motor servo adalah motor dengan sistem umpan balik tertutup yang menginformasikan posisi motor kembali ke rangkaian kontrol internal. Motor servo terdiri dari motor DC, serangkaian gear, potensiometer, dan rangkaian kontrol [18]. motor servo dipilih karena sesuai untuk ukuran pemberian pakan otomatis pada aquarium ikan hias.

## 2.2. Pengaturan dan Konfigurasi

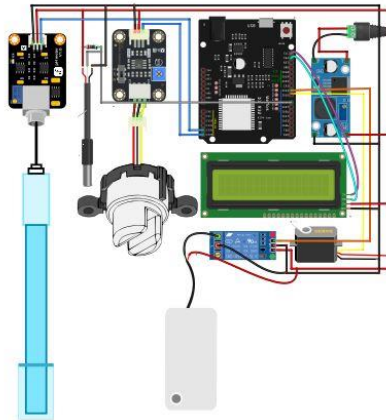
Langkah pengaturan dan konfigurasi meliputi pemasangan sensor ke mikrokontroler sesuai dengan pinout yang sudah ditentukan, dan konfigurasi perangkat lunak pada mikrokontroler untuk mengirim data pembacaan sensor ke platform database my SQL. gambar rangkaian pembuatan sistem alat dapat dilihat pada Gambar 3.

## 2.3. Membangun Prototipe

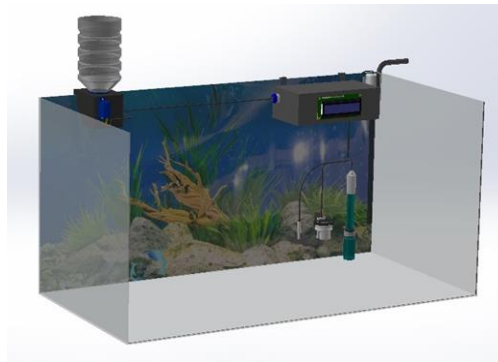
Membangun prototipe melibatkan beberapa tahap untuk memastikan keberhasilan implementasi dan monitoring sistem kualitas air pada aquarium dengan menggunakan metode *fuzzy logic*. Tujuan ini mempertimbangkan berbagai aspek seperti dimensi fisik, pengaturan komponen, dan efisiensi. Gambar 4 menunjukkan proses desain alat yang telah di buat, yang terdiri dari black box, sensor pH, Suhu, Kekeruhan, pompa air mini, dan alat pemberi pakan otomatis yang terdiri dari motor servo dan botol. Rancangan tampak dalam Aquarium dari bahan kaca dengan panjang 40 cm, lebar 20cm, dan tinggi 30cm.

Digunakan black box berukuran 10cm x 12cm x 5cm sebagai tempat untuk menyimpan komponen elektronika yang sudah di sambungkan pada mikrokontroler yang disimpan didalam kotak penyimpanan. Komponen-komponen tersebut di baut agar kokoh dan ditutup rapat dengan dibaut, agar lebih aman dan mudah jika ingin dilakukan perbaikan. Alat ini menggunakan material kaca pada aquarium ayam potong dan multiplek

yang digunakan sebagai sebagaiudukan *black box*, pada *black box* diberi lubang untuk tempat sensor dan kabel-kabel yang terhubung ke pompa air dan motor servo. Sensor dengan kabel jumper dengan panjang 50 cm dari *black box* agar bisa sampai ke dalam aquarium untuk mendeteksi parameter air. Gambar 9. ini ialah gambaran fisik alat yang telah dibuat, memperlihatkan integrasi dan penempatan komponen-komponen utama dalam sistem.



**Gambar 3. Skema Rangkaian**



**Gambar 4. Desain Alat**

#### 2.4. Implementasi Alat

Gambar 5 menunjukkan implementasi Alat berfungsi dengan mengoperasikan sensor pH yang mendeteksi keasaman pada air, sensor suhu untuk mendeteksi suhu pada air, sensor kekeruhan untuk mendeteksi tingkat kekeruhan pada air, data sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler Esp32. Jika parameter air di luar batas yang sudah disahkan, Esp32 dapat mengaktifkan relay guna menghidupkan pompa air sesuai kebutuhan, menjaga kondisi air tetap optimal. Pompa air digunakan untuk mengisi air baru saat suhu terlalu tinggi, sedangkan motor servo berfungsi sebagai pemberi pakan secara otomatis. Data dari sensor ini juga dapat dipantau secara real time untuk memastikan parameter air tetap dalam rentang ideal.



**Gambar 5. Implementasi Alat**

## 2.5. Evaluasi dan Perbaikan

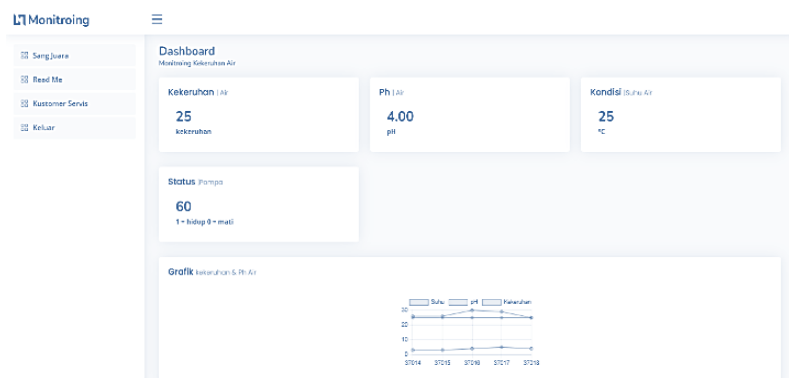
Tahapan akhir ini melibatkan evaluasi kinerja prototipe yang telah dibangun. Data sensor pH, suhu dan kekeruhan pada aquarium dikumpulkan dan dianalisis untuk menilai efektivitas sistem dalam mengendalikan kondisi air pada aquarium secara otomatis. Berdasarkan hasil evaluasi, perbaikan dan penyesuaian dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja sistem. Tujuan dari evaluasi ini adalah memastikan bahwa sistem bekerja secara efisien dalam menjaga parameter air yang optimal, sehingga dapat meningkatkan kesehatan ikan hias. Setiap tahap dalam penelitian ini dirancang untuk memastikan bahwa prototipe yang dihasilkan tidak hanya berfungsi dengan baik, tetapi juga efektif dalam mencapai tujuan penelitian, yaitu menjaga kondisi aquarium secara otomatis dan real-time.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap pengujian sistem ini dilakukan pengujian sensor dan kalibrasi sensor yang bertujuan untuk mengevaluasi kinerja alat secara keseluruhan. Pengujian ini berfokus kepada pengecekan fungsional tiap-tiap komponen yang dirancang pada sistem. Setiap perangkat dilakukan pengujian secara individual dan terintegrasi untuk memastikan seluruh fungsi berjalan sesuai dengan baik dan memenuhi spesifikasi yang ditetapkan. Pengujian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi potensi perbaikan guna meningkatkan efisiensi serta sistem dapat bekerja secara maksimal.

### 3.1. Pengujian Sistem Monitoring

Pengujian sistem monitoring dilakukan guna mengetahui apakah data sensor yang digunakan pada penelitian ini dapat ditampilkan pada web yang sudah dibuat. pengujian sistem monitoring dapat dilihat pada Gambar 6. Gambar tersebut hasil pengujian menunjukkan sistem monitoring data pada sensor dapat ditampilkan dengan baik dan secara real time yang menandakan sistem monitoring siap untuk digunakan.



Gambar 6. Pengujian Sistem Monitoring

### 3.2. Pengujian Metode Fuzzy Mamdani

Dalam pengujian metode *fuzzy mamdani* diperlukan perangkat lunak berupa perangkat lunak Matlab. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui dan membandingkan hasil perhitungan yang telah disusun melalui program pada mikrokontroler. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Pengujian Metode Fuzzy Mamdani

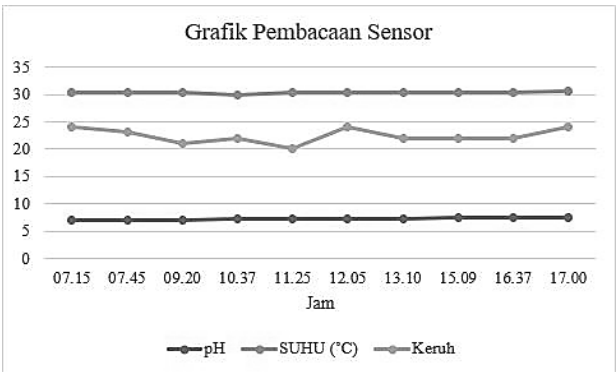
No	Pengolahan data input			Output kontroler Pompa	Output Matlab Pompa	Error
	PH	Suhu (°C)	Keruh			
1	6.73	32	25	4.47	4.47	0%
2	7.14	31	23	1.39	1.62	0,14%
3	6.97	32	24	3.86	3.84	0,52%
4	7.16	30.2	22	1.39	1.55	0,10%
5	7.24	30.3	20	1.39	1.69	0,17%
6	7.38	31	25	3.75	3.85	0,25%
7	8	32.2	24	3.75	3.75	0%
8	6.69	31.3	25	4.64	4.92	0.56%

Pada tabel 1 setelah dilakukan pengujian diperoleh perhitungan pada mikrokontroler sesuai dengan hasil pengujian pada Matlab, maka dapat disimpulkan bahwa penerapan metode *fuzzy mamdani* pada mikrokontroler sudah cukup baik. Hal ini menunjukkan bahwa mikrokontroler dapat menghasilkan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan. Namun, masih terdapat beberapa perbedaan pada output yang nilainya masih dalam kategori aman, perbedaan nilai ini terjadi dikarenakan input pada alat nilainya dapat berubah dikarenakan parameter air

yang terkadang kurang stabil. Sedangkan pada pengujian menggunakan matlab nilai input tidak akan berubah dan sesuai dengan yang sudah di inputkan, hal inilah yang menyebabkan terjadinya adanya perbedaan nilai output, tetapi masih dalam batas yang aman bagi ikan hias.

3.3. Analisis Hasil dan Pembahasan

Keseluruhan rancangan sistem kontrol dan monitoring yang telah dibuat diujicobakan pada aquarium ikan hias. Proses pengujian dan pengambilan data dilakukan pada hari Rabu, 16 april 2025 di rumah penulis, Kecamatan Tanjung senang, Kota Bandar Lampung. Pengujian alat akan dilakukan selama 10 jam mulai pukul 07.00 sampai dengan pukul 17.00 pada tanggal 16 april 2025. Untuk hasil pembacaan sensor suhu, pH, dan kekeruhan pada air Aquarium ikan hias. Hasil pembacaan data sensor melalui grafik dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Pembacaan Sensor

Pada Gambar 7 dapat dilihat grafik pembacaan sensor yang menunjukkan kualitas air pada aquarium cukup baik yang ditandai dengan parameter air yang masih berada pada nilai aman untuk ikan hias. Berikut adalah hasil pembacaan sensor suhu, pH, dan kekeruhan pada air aquarium ikan hias, data hasil pengukuran sensor dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. Pengujian Keseluruhan Sistem

Jam	pH	SUHU (°C)	Keruh	Pompa	Servo
07.15	6.93	30.31	24.00	On 30%	ON
07.45	7.06	30.31	23.00	OFF	OFF
09.20	7.08	30.42	21.00	OFF	OFF
10.37	7.15	30.00	22.00	OFF	OFF
11.25	7.16	30.35	20.00	OFF	OFF
12.05	7.25	30.35	24.00	On 30%	ON
13.10	7.32	30.44	22.00	OFF	OFF
15.09	7.40	30.37	22.00	OFF	OFF
16.37	7.39	30.44	22.00	OFF	OFF
17.00	7.35	30.50	24.00	OFF	ON

Berdasarkan data yang tersaji, dapat disimpulkan bahwa alat tersebut mampu menaikan nilai pH secara langsung saat pengukuran pertama. Perubahan ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh aktivitas respirasi dan produksi CO2 oleh organisme yang ada di dalam air. Sementara itu, pengukuran suhu melalui sensor menunjukkan fluktuasi, baik kenaikan maupun penurunan, yang sesuai dengan kondisi cuaca saat pengambilan data dilakukan. Pemberian pakan secara terjadwal juga dapat bekerja secara baik dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Pompa air juga dapat bekerja dengan semestinya.

4. KESIMPULAN

Peneliti berhasil merancang sistem kontrol dan monitoring pada aquarium ikan dengan menggunakan pompa air dan motor servo sebagai output dan sensor-sensor yang terhubung ke mikrokontroler untuk mengukur dan mengontrol parameter kualitas air secara otomatis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu melakukan pemantauan air pada aquarium dengan baik dan memastikan kualitas air tetap optimal. Penelitian ini juga berhasil melakukan pemberian pakan sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan.

Namun, penelitian ini memiliki beberapa kelemahan. Sensor Kekeruhan SEN0189 terkadang mengalami eror ketika melakukan pembacaan parameter air yang sangat keruh. Selain itu, sistem ini belum diuji dalam jangka panjang sehingga keadaan data di berbagai kondisi lingkungan masih belum sepenuhnya terverifikasi. Web yang digunakan juga masih memerlukan penyempurnaan terutama pada tampilan untuk

meningkatkan pengalaman pengguna. Untuk penelitian lanjutan, beberapa saran dapat diberikan. Pertama, penggunaan sensor yang lebih baik dengan akurasi pembacaan lebih tinggi serta ketahanan sensor terhadap air. Kedua, tambahkan sebuah baterai untuk mengantisipasi ketika listrik padam, sehingga alat dapat bekerja ketika listrik pada dan pemilik masih dapat melakukan pemantauan ikan.

## REFERENSI

- [1] R. K. Putra Asmara, "Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Penanganan Kualitas Ait Pada Aquarium Ikan Hias Berbasis Internet Of Things (IOT)," *J. Tek. Elektro dan Komput. TRIAC*, vol. 7, no. 2, pp. 69–74, 2020, doi: 10.21107/triac.v7i2.8148.
- [2] M. S. Ummah, "No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title," *Sustain.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2019, [Online]. Available: [http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484\\_sistem\\_pembetulan\\_terpusat\\_strategi\\_melestari](http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_sistem_pembetulan_terpusat_strategi_melestari)
- [3] S. Aub, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air ( pH dan Kekeruhan ) pada Aquarium Berbasis Internet of Things," vol. 27, no. 2, pp. 185–195, 2021, doi: 10.36309/goi.v27i2.156.
- [4] A. Y. Akbar, "Pengaruh Penambahan Garam Ikan dan Probiotik terhadap Kualitas Air pada Ikan Guppy (Poecilla reticulata)," *Panthera J. Ilm. Pendidik. Sains dan Terap.*, vol. 2, no. 4, pp. 243–254, 2022, doi: 10.36312/pjipst.v2i4.126.
- [5] T. A. Siswanto *et al.*, "Aplikasi Monitoring Suhu Air Untuk Budidaya Ikan Koi Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Nano Sensor Suhu Ds18b20 Waterproof Dan Peltier TEC1-12706 pada dunia koi," vol. 1, no. 1, pp. 40–46, 2018.
- [6] M. Basri and J. A. Surbakti, "Sistem Monitoring Serta Kontrol Suhu Pada Portable Aquarium Menggunakan Teknologi Internet of Things," *Pros. Semin. Nas. Has. ....*, vol. 2, pp. 7–8, 2022, [Online]. Available: <https://ejurnal.politanikoe.ac.id/index.php/psnp/article/view/153>
- [7] Siti Zulfa Oktaviani and G. Purnama Insany, "Sistem Monitoring Suhu Dan Pakan Ikan Otomatis Pada Ikan Hias Di Aquarium Berbasis Internet of Things," *Zo. J. Sist. Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 184–194, 2022, doi: 10.31849/zn.v4i2.11666.
- [8] U. Karimah, "Growth Performance and Survival Rate Tilapia Gift (Oreochromis niloticus) Given Amount Different Feeding," *J. Aquac. Manag. Technol.*, vol. 7, no. 1, pp. 128–135, 2018.
- [9] A. G. Putra, I. Hidayat, and S. Sumaryo, "Realisasi Sistem Kendali Aquarium Otomatis Pada Pemeliharaan Ikan Hias Air Tawar The Realization of Automatic Aquarium Control System at Maintaining Freshwater Fish," *e-Proceeding Eng.*, vol. 6, no. 3, pp. 10128–10137, 2019.
- [10] A. R. Duta, E. Nasrullah, and S. R. Sulistiyanti, "Pengendalian Kualitas Air Pada Aquarium Ikan Hias Mas Koki Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis IoT ( Internet of Things )," vol. 13, no. 1, pp. 501–513, 2025.
- [11] E. Marianis, L. Jasa, and P. Rahardjo, "Sistem Pemantauan Kekeruhan dan Suhu Air Pada Aquarium Ikan Hias Air Tawar Berbasis IoT (Internet of Things)," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 21, no. 2, p. 271, 2022, doi: 10.24843/mite.2022.v21i02.p15.
- [12] I. Vipriyandhito, A. Pandu Kusuma, and D. Fanny Hebrasianto Permadi, "Rancang Bangun Alat Monitoring Kualitas Air Pada Kolam Ikan Koi Berbasis Arduino," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 875–879, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5768.
- [13] M. A. Satryawan and E. Susanti, "Perancangan Alat Pendeteksi Kualitas Udara Dengan IoT (Internet of Things) Menggunakan Wemos ESP32 D1 R32," *Sigma Tek.*, vol. 6, no. 2, pp. 410–419, 2023, doi: 10.33373/sigmateknika.v6i2.5646.
- [14] M. Gregoryan, J. Andjarwirawan, and R. Lim, "Sistem Kontrol dan Monitoring Ph Air serta Kepekatan Nutrisi pada Budidaya Hidroponik Jenis Sayur dengan Teknik Deep Flow Techcnique," *J. Infra*, vol. 7, no. 2, pp. 1–6, 2019.
- [15] E. Kpt, "Jurnal spirit," vol. 16, no. 2, pp. 373–383, 2024.
- [16] W. Artonang, I. A. Bangsa, and R. Rahmadewi, "Implementasi Sensor Suhu DS18B20 dan Sensor Tekanan MPX5700AP menggunakan Mikrokontroler Arduino Pada Alat Pendeteksi Tingkat Stress," *J. Ilm. Wahana ....*, vol. 7, no. 1, pp. 153–160, 2021, doi: 10.5281/zenodo.4541278.
- [17] M. Muliadi, A. Imran, and M. Rasul, "Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32," *J. Media Elektr.*, vol. 17, no. 2, pp. 73–79, 2024, doi: 10.59562/metrik.v17i2.5398.
- [18] R. Am, B. Sumantri, and A. Wijayanto, "Pengaturan Posisi Motor Servo Dc Dengan Metode Fuzzy Logic".