

SISTEM MONITORING DAN KONTROL AKUARIUM IKAN ARWANA BERBASIS IOT MENGUNAKAN ESP32

Yusrizal Abdul Muis¹, Muhidin.², Iwan Sumirat.³

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor
Bogor, Indonesia

E-mail :Yusrizalabdulmuis@gmail.com

ABSTRAK

Ikan arwana merupakan salah satu jenis ikan hias bernilai tinggi yang memerlukan kestabilan parameter kualitas air secara kontinu untuk mendukung kelangsungan hidupnya. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh permasalahan pemeliharaan akuarium yang umumnya masih dilakukan secara manual, sehingga rentan terhadap keterlambatan penanganan fluktuasi kualitas air seperti tingkat keasaman (pH), suhu, kekeruhan, dan ketinggian air. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring serta kontrol kualitas air akuarium ikan arwana secara otomatis dan *real-time* berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32. Sistem ini mengintegrasikan sensor pH (DFRobot V2), sensor suhu (DS18B20), sensor kekeruhan (*turbidity*), dan sensor ultrasonik (HC-SR04) yang dihubungkan dengan berbagai aktuator seperti *heater*, pompa kuras, pompa isi, pompa filter, dan aerator. Berdasarkan hasil pengujian, sensor pH yang telah dikalibrasi memiliki akurasi rata-rata sebesar 98,83%, sensor suhu DS18B20 memiliki akurasi 98,76%, serta sensor kekeruhan berhasil mendeteksi ambang batas anomali air pada nilai > 25 NTU. Sistem kontrol otomatis terbukti sukses mengeksekusi siklus pengurasan dan pengisian air berdasarkan parameter pH dan kekeruhan, serta menjaga kestabilan suhu melalui *heater*. Selain itu, modul UPS berbasis aki 12V andal dalam menyuplai daya darurat untuk komponen vital saat terjadi pemadaman listrik, dan platform web "IoT Kita" berhasil menampilkan seluruh data sensor secara *real-time* tanpa kendala transmisi yang berarti.

Kata kunci: Akuarium Ikan Arwana, Internet of Things, ESP32, Kualitas Air, Sistem Kontrol Otomatis.

ABSTRACT

Arowana fish is a high-value ornamental fish that requires continuous stability of water quality parameters to support its survival. This research is motivated by conventional aquarium maintenance problems which are generally still carried out manually, making it vulnerable to delays in handling water quality fluctuations such as acidity (pH), temperature, turbidity, and water level. This study aims to design and build an automated and real-time arowana fish aquarium water quality monitoring and control system based on the Internet of Things (IoT) using an ESP32 microcontroller. The system integrates a pH sensor (DFRobot V2), temperature sensor (DS18B20), turbidity sensor, and ultrasonic sensor (HC-SR04) connected to various actuators such as a heater, drain pump, refill pump, filter pump, and aerator. Based on the test results, the calibrated pH sensor has an average accuracy of 98.83%, the DS18B20 temperature sensor has an accuracy of 98.76%, and the turbidity sensor successfully detects water anomaly thresholds at values > 25 NTU. The automatic control system successfully executes water draining and filling cycles based on pH and turbidity parameters, and maintains temperature stability via the heater. In addition, the 12V battery-based UPS module reliably supplies emergency power to vital components during power outages, and the "IoT Kita" web platform successfully displays all sensor data in real-time without significant transmission issues.

Keywords: Arowana Aquarium, Internet of Things, ESP32, Water Quality, Automatic Control System

I. LATAR BELAKANG

Ikan arwana merupakan salah satu jenis ikan hias bernilai tinggi yang memerlukan kestabilan parameter kualitas air secara kontinu untuk mendukung kelangsungan hidupnya [1]. Parameter kualitas air seperti pH, suhu, kekeruhan (*turbidity*), dan ketinggian air berpengaruh terhadap kesehatan dan kelangsungan hidup ikan [2]. Pada pemeliharaan konvensional, pemantauan masih banyak dilakukan secara manual sehingga perubahan kualitas air dapat terlambat diketahui [3]. Kondisi tersebut mendorong kebutuhan terhadap sistem yang mampu memantau parameter air secara kontinu dan memberikan respons otomatis [4].

Berdasarkan kajian pada skripsi, kondisi air untuk ikan arwana dipertahankan pada kisaran pH 6,5–7,5 dan suhu 28–30 °C, sedangkan kekeruhan ditargetkan di bawah 25 NTU [5]. Penerapan IoT memungkinkan data sensor dikirim dan dipantau dari jarak jauh melalui jaringan internet [6]. Perkembangan sistem pemantauan kualitas air akuarium hias berbasis IoT telah banyak diteliti [7], termasuk penggunaan sistem kontrol via Telegram [8] maupun WhatsApp [9]. Selain itu, manajemen dan kontrol suhu air kolam [10] serta pemantauan kualitas air akuarium secara menyeluruh menjadi dasar penting dalam perancangan [11].

Di samping itu, perancangan sistem monitoring level air berbasis sensor ultrasonik [12] serta penerapan logika *fuzzy* untuk pengaturan suhu dan ketinggian air kolam [13] turut memperkaya metode kendali otomatis. Dalam aspek perangkat keras, penggunaan mikrokontroler ESP32 diandalkan dalam perancangan perangkat IoT [14], termasuk implementasi akuarium pintar berbasis ESP32 untuk pengendalian suhu dan pH secara *real-time* [15]. Penelitian terdahulu juga telah menerapkan monitoring kualitas air berbasis ESP32, tetapi integrasi sensor ketinggian air sebagai pengaman siklus pengurasan dan pengisian otomatis pada akuarium arwana masih menjadi ruang pengembangan [16]. Untuk menjamin keandalan sistem saat terjadi pemadaman listrik, diperlukan catu daya darurat seperti sistem UPS [17].

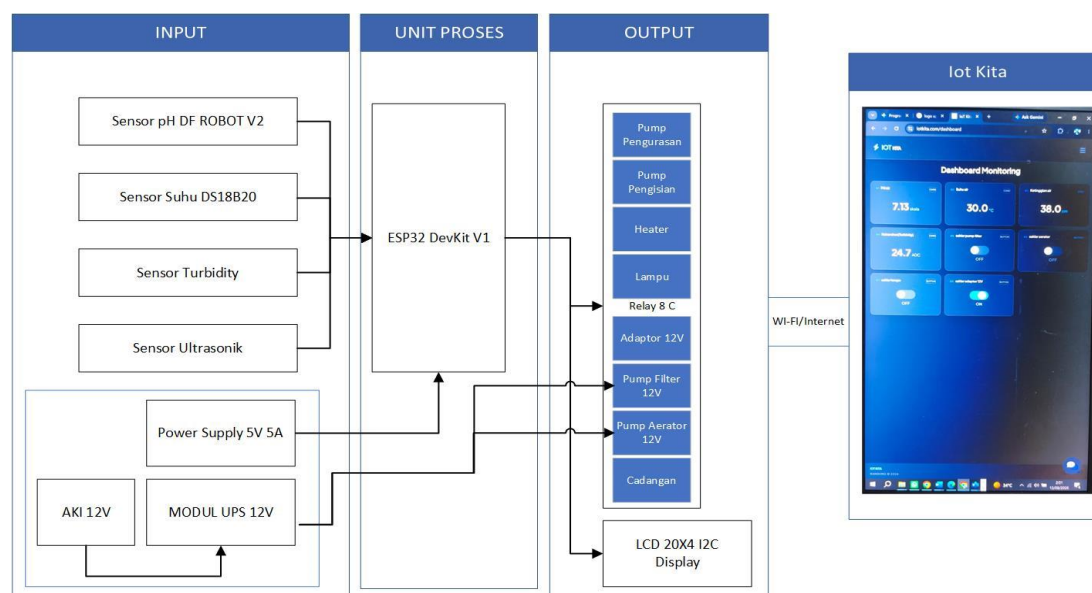
II. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode rancang bangun yang meliputi studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, pembuatan prototipe, integrasi sistem, pengujian fungsional, analisis data, serta evaluasi dan optimasi. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi dan Sistem Tenaga Listrik, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor.

A. Perancangan Sistem

ESP32 DevKit V1 digunakan sebagai pengendali utama yang membaca sensor pH, DS18B20, *turbidity*, dan HC-SR04. Data sensor ditampilkan pada LCD 20×4 dan dikirim melalui koneksi Wi-Fi ke platform IoT Kita. Relay digunakan sebagai antarmuka kendali aktuator, sedangkan ESP32 Expansion Board digunakan untuk memudahkan distribusi koneksi GPIO, VCC, dan GND.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTS UIKA-BOGOR



Gambar 1. Diagram blok sistem monitoring dan kontrol akuarium ikan arwana

B. Mekanisme Kendali

Kendali otomatis menggunakan beberapa kondisi utama. Heater diaktifkan ketika suhu air berada di bawah 28 °C dan dimatikan ketika suhu berada di atas 29 °C. Jika pH berada di bawah 5 atau di atas 8, pompa penguras diaktifkan. Pengurasan dihentikan ketika ketinggian air mencapai batas bawah sekitar 15 cm, kemudian pompa pengisian diaktifkan hingga ketinggian air kembali ke sekitar 30 cm. Kondisi turbidity di atas 25 NTU juga memicu siklus pengurasan dan pengisian dengan batas ketinggian yang sama.

Untuk menjaga keberlangsungan fungsi vital saat listrik PLN padam, pompa filter dan aerator DC 12 V dihubungkan dengan sistem UPS berbasis aki 12 V. Sistem juga menyediakan kendali manual untuk perangkat pendukung melalui platform IoT Kita.

C. Pengujian Sistem

Pengujian meliputi kalibrasi dan akurasi sensor pH, akurasi sensor suhu DS18B20, respons sensor turbidity, pengujian kontrol heater, pengujian siklus pengurasan dan pengisian berdasarkan pH dan turbidity, pengujian UPS, serta pengujian keselarasan dan kestabilan data pada platform IoT. Akurasi sensor dihitung dari perbandingan hasil pembacaan sistem terhadap alat ukur atau nilai referensi yang digunakan pada pengujian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perolehan Bentuk Fisis Prototipe

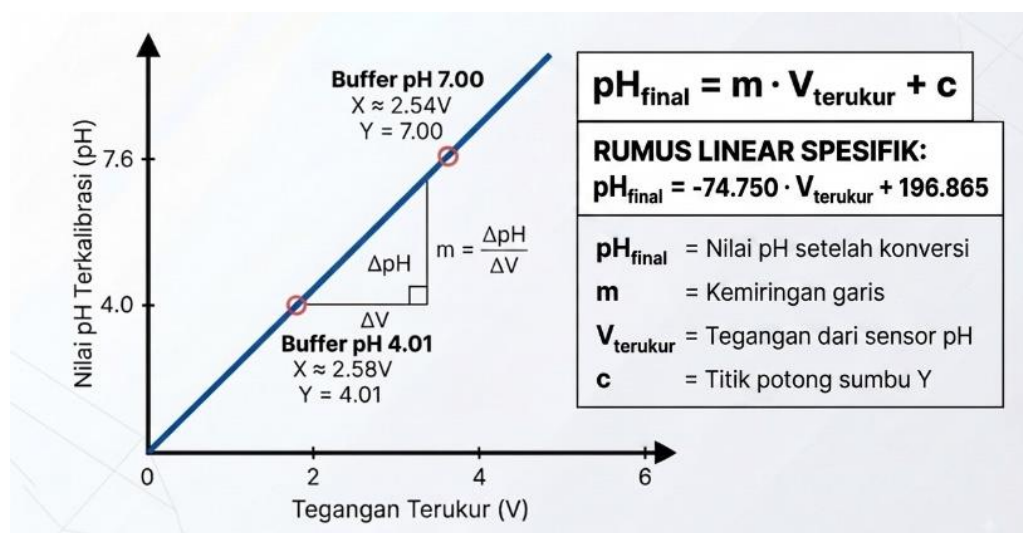
Prototipe berhasil direalisasikan dengan akuarium utama berukuran 100 × 30 × 40 cm dan bak reservoir 40 × 30 × 30 cm. Rangka utama menggunakan besi siku, sedangkan komponen elektronik seperti ESP32, relay, catu daya, dan UPS ditempatkan pada boks panel untuk melindungi perangkat dari cipratan air. Sensor pH, DS18B20, turbidity, dan ultrasonik serta aktuator pompa dan heater dipasang pada sistem sirkulasi sesuai kebutuhan pengukuran dan kendali.



Gambar 2. Bentuk fisis prototipe akuarium ikan arwana

B. Kalibrasi dan Pengujian Sensor pH

Kalibrasi sensor pH DFRobot V2 dilakukan menggunakan larutan buffer pH 4,01; 7,00; dan 9,18. Pengujian dilakukan untuk memperoleh hubungan antara tegangan keluaran sensor dan nilai pH referensi melalui pendekatan linier. Hasil kalibrasi menunjukkan pembacaan rata-rata 4,02 pada buffer 4,01 dengan akurasi 99,75%; pembacaan 6,96 pada buffer 7,00 dengan akurasi 99,50%; dan pembacaan 8,64 pada buffer 9,18 dengan akurasi 94,16%.



Gambar 3. Konversi tegangan ke pH menggunakan rumus linier

Tabel 1. Hasil pengujian akurasi sensor pH

No.	pH Standar	pH Meter	Sensor ESP32	Error	Akurasi
1	4,01	4,03	4,01	0,02	99,50%
2	7,00	6,92	7,00	0,08	98,84%
3	9,18	9,27	9,10	0,17	98,16%
Rata-rata	—	—	—	0,09	98,83%

Berdasarkan Tabel 1, sensor pH DFRobot V2 menghasilkan akurasi rata-rata 98,83% dengan error rata-rata 0,09. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor telah memberikan pembacaan yang cukup dekat dengan alat ukur standar dan layak digunakan sebagai salah satu parameter pemicu pengurasan otomatis.

C. Pengujian Akurasi Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor DS18B20 dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor terhadap termometer standar setiap 15 menit selama 120 menit. Hasil pengujian menunjukkan error berada pada rentang 0,3–0,4 °C dengan akurasi setiap pengukuran di atas 98%.

Tabel 2. Hasil pengujian akurasi sensor suhu DS18B20

No.	Waktu	Termometer (°C)	DS18B20 (°C)	Error (°C)	Akurasi
1	0 menit	27,8	27,5	0,3	98,92%
2	15 menit	28,1	27,8	0,3	98,93%
3	30 menit	28,4	28,0	0,4	98,59%
4	45 menit	28,5	28,1	0,4	98,60%
5	60 menit	28,7	28,3	0,4	98,61%
6	75 menit	28,8	28,4	0,4	98,61%
7	90 menit	29,0	28,6	0,4	98,62%
8	105 menit	29,2	28,9	0,3	98,97%
9	120 menit	29,5	29,2	0,3	98,98%
Rata-rata	—	—	—	0,36	98,76%

Rata-rata akurasi sensor DS18B20 mencapai 98,76% dengan error rata-rata 0,36 °C. Selisih yang kecil menunjukkan sensor dapat digunakan sebagai masukan kendali heater untuk menjaga suhu air pada rentang yang ditentukan.

D. Pengujian Sensor Kekeruhan (Turbidity)

Pengujian turbidity dilakukan dengan tiga sampel kondisi air. Rentang 0–11 NTU dikategorikan sebagai air jernih, 11–25 NTU sebagai air sedang, dan nilai di atas 25 NTU sebagai air keruh yang memicu status pengurasan.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor kekeruhan (turbidity)

No.	Kondisi Sampel	Pembacaan	Kategori	Status LCD	Logika
1	Air jernih	2,8 NTU	Jernih (0–11)	Normal	Sesuai
2	Air sedang	11,9 NTU	Sedang (11–25)	Normal	Sesuai
3	Air keruh	31,1 NTU	Keruh (>25)	Menguras Air	Sesuai

Hasil pengujian menunjukkan sensor turbidity mampu merespons perbedaan kondisi air. Pada nilai 2,8 dan 11,9 NTU sistem tetap berada pada kondisi normal, sedangkan pada 31,1 NTU sistem mengubah status menjadi “Menguras Air”. Hal ini menunjukkan logika ambang 25 NTU telah bekerja sesuai rancangan.

E. Pengujian Sistem Kontrol Heater

Tabel 4. Hasil pengujian sistem kontrol suhu (heater)

No.	Suhu Air	Parameter Logika	Status Heater	Keterangan
1	26,4 °C	Suhu < 28 °C	ON	Heater aktif menaikkan suhu air
2	29,2 °C	Suhu > 29 °C	OFF	Heater mati menjaga kestabilan suhu

Pengujian fungsional menunjukkan heater aktif pada suhu 26,4 °C ketika kondisi berada di bawah setpoint 28 °C. Saat suhu meningkat menjadi 29,2 °C, heater berubah menjadi OFF. Dengan demikian, kendali berbasis dua batas tersebut dapat mempertahankan suhu sesuai logika yang dirancang.

F. Pengujian Pengurasan dan Pengisian Otomatis

Tabel 5. Hasil pengujian respon sistem berdasarkan parameter sensor pH

No.	Kondisi Uji	pH	Ketinggian Air	Aksi Sistem
1	pH asam	4,1	30 cm	Menguras Air
2	pH basa	9,1	30 cm	Menguras Air
3	Transisi pengisian	4,1	17 cm	Mengisi
4	Kondisi normal	6,4	31 cm	Normal

Tabel 6. Hasil pengujian respon sistem berdasarkan parameter sensor turbidity

No.	Kondisi Uji	Turbidity	Ketinggian Air	Aksi Sistem
1	Kekeruhan tinggi	37,7 NTU	29 cm	Menguras Air
2	Transisi pengisian	5,7 NTU	17 cm	Mengisi
3	Kondisi normal	1,3 NTU	31 cm	Normal

Pada pengujian pH, kondisi asam 4,1 dan basa 9,1 berhasil memicu pompa penguras. Pada saat ketinggian turun hingga sekitar 17 cm, sistem beralih ke proses pengisian. Setelah air kembali mencapai sekitar 31 cm, sistem berada pada kondisi normal. Pada pengujian turbidity, nilai 37,7 NTU memicu pengurasan, kemudian pada 17 cm sistem beralih mengisi dan kembali normal ketika ketinggian mencapai 31 cm. Hasil ini menunjukkan sensor ultrasonik berfungsi sebagai pembatas siklus pengurasan dan pengisian.

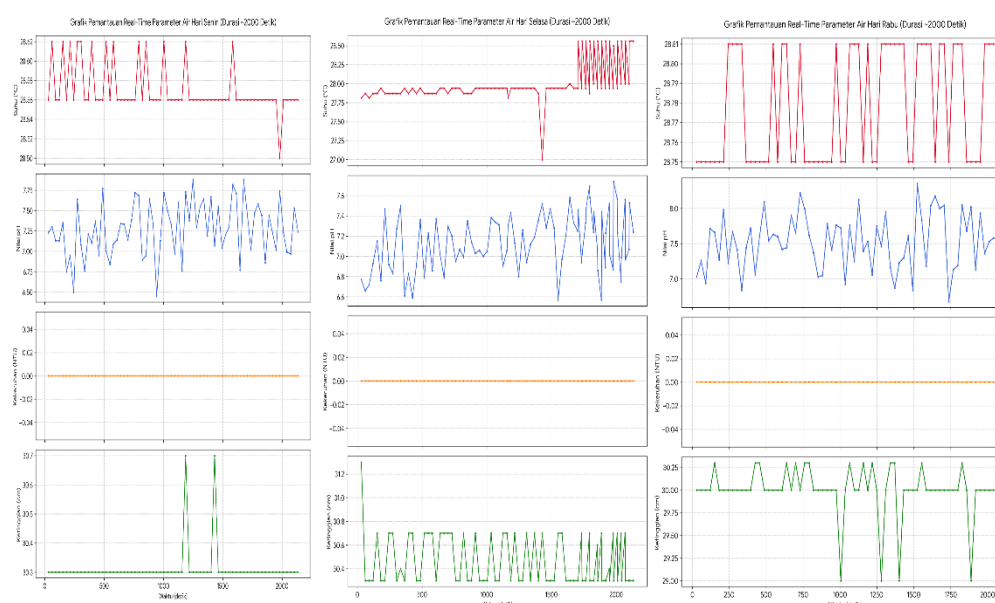
G. Pengujian UPS dan Monitoring IoT

Saat sumber PLN diputus, modul UPS 12 V secara otomatis mengambil alih suplai untuk komponen vital. Pompa filter dan aerator tetap menyala stabil tanpa mengalami reset, sedangkan komponen yang tidak termasuk beban vital dapat dimatikan untuk menghemat energi. Pengujian komunikasi juga menunjukkan data pada LCD dan platform IoT Kita dapat tersinkron dengan baik; sebagai contoh, suhu 28,6 °C pada LCD terbaca 28,6 °C pada web, sedangkan pH 6,6 pada LCD terbaca 6,62 pada web.

Tabel 7. Rekapitulasi hasil pengujian data real-time IoT selama 3 hari

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTS UIKA-BOGOR

Hari	Durasi Respons	Suhu	pH	Ketinggian Air	Keterangan
Senin	2,133 detik	28,50–28,62 °C (rata-rata 28,57 °C)	6,45–7,88 (rata-rata 7,27)	30,30–30,70 cm (rata-rata 30,31 cm)	Stabil
Selasa	2,133 detik	27,00–28,56 °C (rata-rata 28,02 °C)	6,57–7,74 (rata-rata 7,14)	30,30–31,30 cm (rata-rata 30,46 cm)	Respons otomatis valid
Rabu	2,041 detik	28,75–28,81 °C (rata-rata 28,78 °C)	6,68–8,35 (rata-rata 7,52)	29,00–30,30 cm (rata-rata 30,00 cm)	Pengiriman paket lancar



Gambar 4. Grafik tren pemantauan re al-time parameter air selama tiga hari

Pengamatan selama tiga hari dengan durasi pengujian sekitar 2.000 detik per hari menunjukkan koneksi Wi-Fi dan pengiriman data ke IoT Kita berjalan stabil. Seluruh parameter dapat diperbarui secara berkala dan fluktuasi sensor terekam pada grafik pemantauan. Hasil tersebut menunjukkan fungsi monitoring real-time telah berjalan sesuai tujuan perancangan.

KESIMPULAN

Sistem monitoring dan kontrol akuarium ikan arwana berbasis IoT menggunakan ESP32 berhasil direalisasikan dengan mengintegrasikan sensor pH DFRobot V2, DS18B20, turbidity, dan HC-SR04 dengan aktuator serta platform IoT Kita. Sensor pH setelah kalibrasi menghasilkan akurasi rata-rata 98,83%, sedangkan sensor suhu DS18B20 menghasilkan akurasi rata-rata 98,76% dengan error rata-rata 0,36 °C. Sensor turbidity mampu mendeteksi kondisi air dan memicu pengurusan pada nilai lebih dari 25 NTU. Sistem kontrol otomatis berhasil menjalankan pengurusan dan pengisian berdasarkan pH dan turbidity, mengendalikan heater berdasarkan suhu, serta menggunakan sensor ultrasonik sebagai batas ketinggian air. UPS berbasis aki 12 V mampu mempertahankan pompa filter dan aerator ketika

PLN padam, sementara IoT Kita dapat menampilkan data sensor secara real-time dengan pengiriman yang stabil.

REFERENSI

- [1] A. Bina Nusantara, S. Liawatimena, G. Wiranda, dan D. Arisandi, "Optimizing Arowana Fish Breeding with IoT Aquaculture," *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 15, no. 1, 2025, doi: 10.31849/digitalzone.v15i1.13896.
- [2] K. Oktavianto dan Santoso, "Perencanaan dan Pembuatan Alat Pengatur Suhu, Monitoring pH Air dan Pemberi Makan Ikan Arwana Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega16," *ELSAINS*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, tahun tidak diketahui.
- [3] K. S. Bu'u, N. Nachrowie, dan E. Sonalitha, "Monitoring Kualitas Air pada Akuarium Berbasis Internet of Things (IoT)," *Blend Sains Jurnal Teknik*, vol. 2, no. 2, 2024.
- [4] O. Loveni dan Z. Zulwisli, "The Development of IoT-Based Aquarium Control System," *Spectrum*, vol. 2, no. 1, 2023.
- [5] I. K. A. Enriko, E. L. I. P. Sari, dan F. N. Gustiana, "Design and Implementation Internet of Things for Monitoring Temperature and Water Level in Aquascape," *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 2025.
- [6] H. Haryanto, K. Kristono, dan M. Fadhil, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air (pH dan Kekeruhan) pada Akuarium Berbasis Internet of Things," *Go Infotech: Jurnal Ilmiah STMIK AUB*, vol. 27, no. 2, 2021, doi: 10.36309/goi.v27i2.156.
- [7] W. D. Ramadhan dan Subandi, "Sistem Monitoring dan Controlling Kualitas Air pada Akuarium Ikan Hias Berbasis Internet of Things," *Bit (Fakultas Teknologi Informasi Universitas Budi Luhur)*, vol. 21, no. 1, pp. 65–71, Apr. 2024.
- [8] F. F. Hamid dan H. Harmadi, "Sistem Kontrol Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Air Tawar dan Monitoring via Telegram Berbasis IoT," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 12, no. 3, pp. 451–457, 2023, doi: 10.25077/jfu.12.3.451-457.
- [9] A. Muttaqin, A. R. Hakim, dan M. F. Aulia, "Sistem Monitoring dan Controlling Akuarium Ikan Berbasis Internet of Things Menggunakan Aplikasi Whatsapp," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 6, no. 1, pp. 277–284, Feb. 2022.
- [10] D. Amalia, R. H. Prasetyo, dan A. Nugroho, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Suhu Air Kolam Ikan Berbasis Internet of Things," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 9, no. 2, pp. 85–92, 2021.
- [11] M. Haq dan D. Irawan, "Sistem Monitoring dan Kontrol Kualitas Air pada Akuarium," *E-Link: Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, vol. 19, no. 1, pp. 76–82, 2024, doi: 10.30587/e-link.v19i1.7578.
- [12] K. Ihsan, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Level Air Berbasis IoT Menggunakan Sensor Ultrasonik dan ESP8266," *Jurnal Konsep: Teknologi dan Sistem*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [13] S. Amalia, R. Andari, Kartiria, dan P. E. Putra, "Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Serta Ketinggian Air pada Kolam Budidaya Ikan Menggunakan Logika Fuzzy," *Jurnal Radial*:

- Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi, vol. 9, no. 1, pp. 23–38, Jun. 2021, doi: 10.37971/radial.v9i1.217.
- [14] D. Hercog, M. Hönig, P. Križan, M. Truntič, and M. Štrukelj, “Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices,” *Sensors*, vol. 23, no. 15, Art. no. 6739, 2023, doi: 10.3390/s23156739.
- [15] M. R. Al-Farizi, A. Rahman, dan D. Setiawan, “Rancang Bangun Aquarium Pintar Berbasis Mikrokontroler ESP32 untuk Pengendalian Suhu dan pH Air Secara Real-Time,” *Jurnal Jaringan Komputer dan Keamanan (JJKK)*, vol. 1, no. 1, pp. 21–26, 2021.
- [16] A. D. Wijanarko dan H. Supriyono, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Alat Pengurasan dan Pengisian Otomatis pada Aquarium Ikan Arwana Berbasis IoT,” *Naskah Publikasi Tugas Akhir, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 2024.
- [17] I. Daut, M. Irwanto, dan S. Hardi, “Photovoltaic Powered Uninterruptible Power Supply Using Smart Relay,” *4th International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO)*, pp. 21–26, 2010.