

Sistem Monitoring Kekeruhan Dan Ketinggian Air Pada Aquarium Ikan Hias Berbasis IoT

Nadhiif Mutadayyin¹, Yanu Shalahuddin², Diah Arie Widhining Kusumastutie³

^{1,2,3}Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam Kadiri Jalan Sersan Suarmadji No.38 Manisrenggo, Kec. Kota Kediri, Kota Kediri Jawa Timur 64128 Indonesia

Korespondensi: nadhiif112@gmail.com

ARTICLE HISTORY

Received: 13-12-2025

Revised: 18-12-2025

Accepted: 19-12-2025

Abstrak

Pemeliharaan ikan hias pada skala mitra penjual sering kali menghadapi kendala efisiensi operasional, terutama terkait manajemen kualitas air. Berdasarkan observasi pada mitra, ditemukan permasalahan berupa ketidakefisienan biaya listrik dan metode pengurasan air yang masih dilakukan secara manual, sehingga berisiko mengganggu kesehatan ikan dan meningkatkan beban kerja. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring kualitas air berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk mengotomatisasi pemantauan akuarium. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 WROOM 32 sebagai unit pemroses utama, sensor *turbidity* untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air, dan sensor ultrasonik JSN-SR04T yang memiliki ketahanan terhadap air untuk mengukur ketinggian air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor *turbidity* mampu bekerja dengan tingkat *error* rata-rata sebesar 11,56%. Sementara itu, sensor JSN-SR04T menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi dengan presisi mencapai $\pm 0.2\text{cm}$. Dari sisi konektivitas, analisis transmisi data ke platform IoT menunjukkan performa yang stabil dengan rata-rata *latency* minimal sebesar 0,1 ms. Dengan implementasi sistem ini, mitra penjual dapat memantau kondisi akuarium secara *real-time*, mengoptimalkan penggunaan perangkat listrik, dan mengganti metode pengurasan manual menjadi sistem yang lebih terukur dan efisien.

Kata kunci: IoT, ESP32, JSN-SR04T, *Turbidity*, Akuarium, *Monitoring*.

IoT-Based Monitoring System for Turbidity and Water Level in Ornamental Fish Aquariums

Abstract

Ornamental fish farming at the partner-seller scale often faces operational efficiency challenges, particularly related to water quality management. Observations with partners revealed issues such as inefficient electricity costs and manual water drainage methods, which pose risks to fish health and increase workloads. This research aims to design an Internet of Things (IoT)-based water quality monitoring system to automate aquarium monitoring. The system uses an ESP32WROOM 32 microcontroller as the main processing unit, a turbidity sensor to detect water turbidity levels, and a water-resistant

JSN-SR04T ultrasonic sensor to measure water levels. Test results showed that the turbidity sensor was able to operate with an average error rate of 11.56%. Meanwhile, the JSN-SR04T sensor demonstrated a very high level of accuracy, with a precision of ± 0.2 cm. In terms of connectivity, analysis of data transmission to the IoT platform demonstrated stable performance with an average latency of at least 0.1 ms. By implementing this system, sales partners can monitor aquarium conditions in real-time, optimize the use of electrical devices, and replace manual draining methods with a more scalable and efficient system. the JSN SR04T sensor achieves a precision of ± 0.5 cm. Data transmission delay analysis yields an average latency of at least 0.1 ms, supporting responsive real-time monitoring. In conclusion, this monitoring system is proven to be valid and reliable, offering a robust and time-efficient solution for IoT-based aquarium water quality management.

Key words: IoT, ESP32, JSN-SR04T, Turbidity, Aquarium, Monitoring.

1. Pendahuluan

Budidaya ikan hias merupakan sektor akuakultur yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan terus berkembang pesat, baik untuk pasar domestik maupun internasional. Keberhasilan budidaya ikan hias sangat ditentukan oleh kualitas air tempat mereka hidup. Dua parameter kritis yang perlu dipantau secara berkala adalah tinggi permukaan air dan tingkat kekeruhan air.

Ketinggian air yang tidak stabil, baik akibat penguapan maupun kebocoran, dapat menyebabkan volume air tidak ideal, mempengaruhi ruang gerak ikan, dan konsentrasi oksigen terlarut. Di sisi lain, kekeruhan air merupakan indikator utama kualitas air yang disebabkan oleh partikel tersuspensi seperti sisa pakan, kotoran ikan, dan pertumbuhan alga. Kekeruhan yang tinggi dapat menurunkan kadar oksigen, menghambat penetrasi cahaya, dan menjadi media berkembangnya patogen, sehingga berpotensi menimbulkan stres dan kematian pada ikan.

Pada sektor budidaya ikan hias skala lokal, seperti yang dialami oleh Mitra Faiz Iwak di Nganjuk, terdapat permasalahan signifikan terkait pengelolaan kualitas air yang masih mengandalkan metode konvensional. Pendekatan manual ini mengakibatkan proses pembersihan dan pemeliharaan akuarium menjadi sangat tidak efisien dari segi waktu dan sumber daya manusia. Lebih lanjut, data yang diperoleh tidak bersifat real-time dan memiliki tingkat akurasi yang rendah. Ketidakakuratan ini berpotensi besar memengaruhi kesehatan ikan. Sebagai contoh, ketidakmampuan untuk memantau tingkat kekeruhan air secara presisi pada rentang nilai kritis antara 10,5 hingga 18 NTU dapat memicu gangguan pernapasan ikan, penurunan kadar oksigen terlarut dalam air, serta mengganggu daya lihat organisme akuatik [6]. Oleh karena itu, diperlukan solusi berbasis teknologi untuk mengatasi keterbatasan ini.

Beberapa penelitian Azhar dkk., 2024 menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk memantau ketinggian air. Namun, sensor tersebut tidak memiliki pelindung air (*non-waterproof*), sehingga rentan terhadap korosi akibat uap air di akuarium. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan mengimplementasikan sensor JSN-SR04T yang bersifat *waterproof* untuk menjamin durabilitas sistem dalam jangka panjang. Motivasi utama penelitian ini adalah untuk menyediakan solusi yang mampu membantu pelaku usaha

budidaya ikan hias dalam melakukan monitoring secara otomatis dan real-time dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT).

2. Metode

Metode penelitian ini dilakukan melalui tiga tahapan utama. Pertama, tahap perancangan dan integrasi perangkat keras yang meliputi perakitan ESP32, sensor JSN-SR04T, sensor *turbidity*, dan sistem manajemen daya (Adaptor 12V serta *Stepdown* LM2596) ke dalam sebuah sirkuit terpadu pada PCB. Kedua, tahap uji fungsionalitas untuk memastikan kinerja alat bekerja sesuai dengan logika program yang ditanamkan melalui simulasi kondisi nyata pada akuarium, termasuk mengukur stabilitas transmisi data (*latency*). Ketiga, tahap uji validitas dan reliabilitas dilakukan dengan metode komparatif, yaitu membandingkan pembacaan sensor JSN-SR04T terhadap meteran manual dan sensor *turbidity* terhadap hasil uji laboratorium. Pengukuran dilakukan secara berulang untuk menguji konsistensi dan akurasi sistem dalam memantau kualitas air secara *real-time*.

2.1 Alat

Spesifikasi perangkat keras dan material yang diimplementasikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. ESP32 WROOM-32: Pengolah data utama (otak sistem) sekaligus pengirim data ke internet via Wi-Fi.
- b. Sensor JSN-SR04T: Mengukur ketinggian air (jarak) dengan desain tahan air (*waterproof*).
- c. Sensor Turbidity SEN0189: Mendeteksi tingkat kekeruhan atau kejernihan air akuarium.
- d. Pompa Air: Aktuator untuk melakukan pengurasan atau pengisian air secara otomatis.
- e. Modul Relay: Saklar otomatis untuk menghidupkan dan mematikan pompa air.
- f. Adaptor 12V: Sumber daya utama untuk sistem dan pompa.
- g. Modul LM2596 (*Stepdown*): Penurun tegangan dari 12V ke 5V untuk menyuplai ESP32 dan sensor.
- h. Aquarium: Media pengujian dan wadah objek penelitian (ikan hias).
- i. Bor PCB & Solder: Alat fabrikasi untuk merakit dan menyambungkan jalur elektronik.

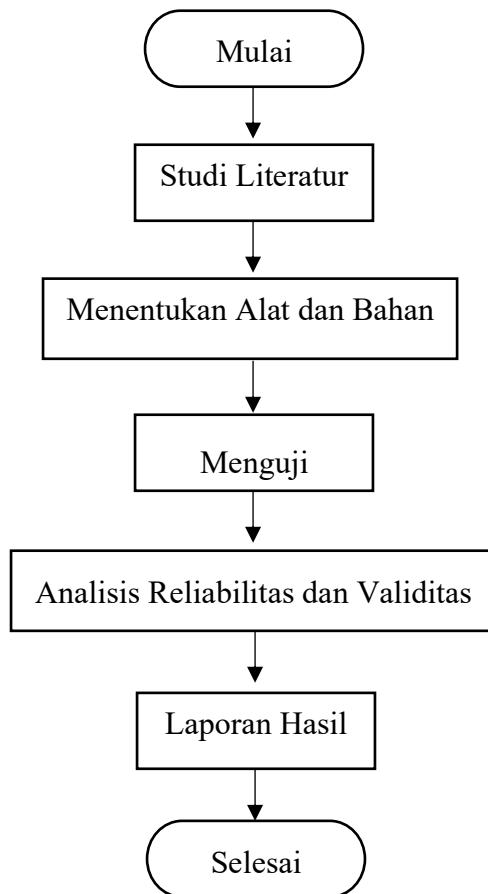
2.2 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

- a. Kabel: Berfungsi sebagai media transmisi sinyal data dan penghantar arus listrik antar komponen elektronik.
- b. Lem-G: Berfungsi sebagai perekat instan untuk memperkuat posisi komponen atau sensor pada dudukan akuarium dan boks panel.
- c. Female Header: Berfungsi sebagai soket pada PCB agar mikrokontroler atau modul dapat dilepas-pasang dengan mudah tanpa perlu disolder langsung.
- d. Connector Pin (2p, 3p, 4p, 5p): Berfungsi sebagai penghubung kabel sensor ke PCB agar koneksi lebih rapi, kokoh, dan memudahkan proses bongkar-pasang (*maintenance*).

- e. PCB (Printed Circuit Board): Berfungsi sebagai papan jalur permanen untuk menyusun dan menghubungkan seluruh komponen elektronik menjadi satu kesatuan sirkuit yang terintegrasi.

2.3 Prosedur



Gambar 1. Flowchart Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini mengikuti metodologi yang terstruktur dan sistematis, memastikan validitas dan akurasi dari hasil yang diperoleh. Setiap tahapan memiliki peran krusial dalam keberhasilan pengembangan sistem monitoring berbasis IoT untuk akuarium.

- Studi Literatur:** Tahap awal penelitian ini adalah mengumpulkan dan menganalisis literatur terkait. Studi ini mencakup pemahaman mendalam tentang prinsip kerja Internet of Things (IoT), karakteristik fisika dan kimia kualitas air untuk ikan hias, serta spesifikasi teknis dari komponen elektronika yang relevan. Informasi yang diperoleh dari tahap ini menjadi dasar konseptual dan teknis untuk perancangan sistem.
- Menentukan Alat dan Bahan:** Berdasarkan tinjauan literatur, tahap selanjutnya adalah identifikasi dan penentuan komponen yang akan digunakan. Komponen inti yang dipilih meliputi mikrokontroler ESP32 sebagai otak sistem, sensor kekeruhan dan sensor ultrasonik JST-SR04T sebagai instrumen pengukuran, serta platform Blynk sebagai antarmuka monitoring pada perangkat seluler.

- c. Menguji: Tahap ini difokuskan pada uji fungsionalitas untuk memastikan kinerja alat selaras dengan rancangan program. Setelah proses perakitan dan pengunggahan kode ke mikrokontroler selesai, sistem diuji dalam kondisi nyata guna membuktikan bahwa pembacaan sensor dan respons sistem tidak menyimpang dari logika yang telah diprogramkan. Hal ini dilakukan untuk menjamin bahwa perangkat bekerja secara presisi sesuai instruksi perangkat lunak yang ditanamkan.
- d. Analisis Reliabilitas dan Validitas: Tahap ini difokuskan pada pengujian validitas dan reliabilitas untuk menjamin keabsahan data penelitian. Uji validitas dilakukan dengan membandingkan parameter yang terbaca oleh sistem terhadap alat ukur standar atau pengukuran manual; dalam hal ini, data sensor JSN-SR04T divalidasi menggunakan meteran fisik, sedangkan data sensor turbidity divalidasi melalui hasil uji laboratorium kekeruhan air sebagai referensi absolut. Sementara itu, uji reliabilitas dilakukan melalui pengambilan data berulang pada kondisi lingkungan yang stabil untuk mengukur tingkat konsistensi dan stabilitas pembacaan kedua sensor tersebut. Proses komparasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa perangkat tidak hanya bekerja secara konsisten, tetapi juga menghasilkan data yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.
- e. Laporan Hasil: Setelah pengujian dan analisis selesai, semua temuan didokumentasikan dalam laporan penelitian. Laporan ini mencakup metodologi yang digunakan, data yang terkumpul, hasil analisis, serta kesimpulan dari efektivitas dan kinerja sistem. Laporan ini berfungsi sebagai bukti ilmiah atas pencapaian tujuan penelitian.
- f. Selesai: Tahap ini menandai berakhirnya siklus penelitian, di mana semua tujuan telah tercapai dan temuan telah didokumentasikan secara komprehensif.

3. Hasil dan Pembahasan

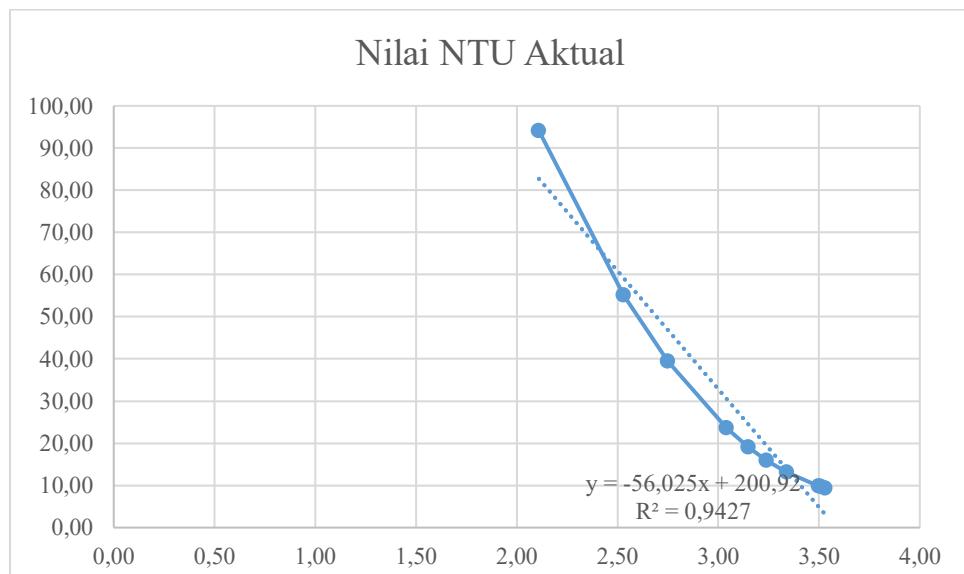
Pada bagian ini memaparkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan dalam bab sebelumnya, yakni mengetahui tingkat validitas dan reliabilitas sensor ketinggian air (dalam cm) dan tingkat kekeruhan air (dalam NTU/Nephelometric Turbidity Unit) platform monitoring secara real-time. Verifikasi hasil dilakukan melalui metode komparatif untuk menjamin validitas data: pembacaan jarak diverifikasi menggunakan meteran manual (menghasilkan presisi 0,2 cm), sementara nilai kekeruhan diverifikasi dengan hasil uji *Turbiditymeter* (menghasilkan *error* 11,56%). Keandalan transmisi data IoT dipastikan melalui analisis *latency* dengan hasil rata-rata minimal 0,1 ms. Prosedur perbandingan dengan alat standar ini menjamin bahwa data yang dihasilkan sistem akurat dan layak digunakan sebagai solusi bagi mitra.

Tabel 1. Tabel Kalibrasi Kekeruhan Air

Nilai Kekeruhan Aktual (NTU)	Voltase (Input) (Volt)
9,33	3,53
9,72	3,51
9,86	3,50
13,05	3,34

Nilai Kekeruhan Aktual (NTU)	Voltase (Input) (Volt)
15,91	3,24
19,04	3,15
23,59	3,04
39,44	2,75
55,17	2,53
94,08	2,11

Proses kalibrasi sensor turbiditas dilaksanakan dengan metode komparasi antara nilai Analog-to-Digital Converter (ADC) tegangan terukur dari sensor dengan nilai referensi kekeruhan (NTU) yang diperoleh dari uji Turbidity Meter. Kalibrasi melibatkan pengambilan 10 sampel uji kekeruhan dengan konsentrasi nominal yang berbeda seperti pada tabel diatas, Hasil pengukuran nilai ADC yang berkorespondensi dengan nilai kekeruhan tersebut dicatat sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Regresi Linier Kekeruhan Air

Data pasangan (NTU,ADC) selanjutnya digunakan untuk membangun model kalibrasi menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dengan model Regresi Linier. Pemodelan dilakukan melalui regresi linier untuk mendapatkan persamaan garis yang merepresentasikan hubungan antara ADC dan kekeruhan. Persamaan regresi linier yang dihasilkan dari plot tersebut akan menjadi rumus kalibrasi yang digunakan untuk mengkonversi nilai ADC sensor menjadi nilai kekeruhan (NTU) yang terstandardisasi. Maka didapatkan rumus $y = -56,025x + 200,92$. Yang kemudian di masukkan kedalam program.

Tabel 2. Tabel Komparasi Kekeruhan Air

Nilai Kekeruhan Aktual (NTU)	Nilai Kekeruhan Terbaca (NTU)	Percentase Error (%)
9,33	9,40	0,8

Nilai Kekeruhan Aktual (NTU)	Nilai Kekeruhan Terbaca (NTU)	Percentase Error (%)
9,72	9,80	0,8
9,86	10,00	1,4
13,05	16,30	24,9
15,91	20,40	28,3
19,04	23,90	25,5
23,59	28,40	20,4
39,44	39,90	1,2
55,17	48,70	11,7
94,08	94,80	0,8

Berdasarkan data pengujian kekeruhan, terlihat bahwa akurasi pembacaan sensor bervariasi terhadap rentang nilai NTU. Pada kekeruhan rendah (9,33–9,86 NTU), nilai terbaca memiliki kesesuaian yang sangat baik dengan nilai aktual, dengan persentase error relatif kecil, yaitu sebesar 0,8–1,4%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor memiliki akurasi yang baik pada rentang kekeruhan rendah.

Pada rentang kekeruhan menengah (13,05–23,59 NTU), persentase error meningkat secara signifikan hingga mencapai 20,4–28,3%. Peningkatan error ini mengindikasikan adanya keterbatasan sensor atau ketidaksesuaian kurva kalibrasi pada rentang tersebut.

Pada kekeruhan tinggi (39,44–94,08 NTU), akurasi pengukuran kembali membaik dengan persentase error yang relatif kecil, yaitu 0,8–1,2%, meskipun terdapat satu titik pada 55,17 NTU dengan error sebesar 11,7%. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor kekeruhan memiliki performa yang baik pada rentang rendah dan tinggi, namun diperlukan penyempurnaan metode kalibrasi, khususnya pada rentang kekeruhan menengah, untuk memperoleh akurasi yang lebih konsisten di seluruh rentang pengukuran.

Tabel 3. Analisis Statistik

No.	Nilai Aktual (cm)	Nilai Sensor (cm)	Rata-rata (cm)	Median (cm)	Standar Deviasi	Percentase Error %	
1.	40	39,8	40,2	40	0,430116263	0,5	0,5
		39,9				0,25	
		40,8				2	
		40,5				1,25	
		40				0	
2.	45	45,1	45,14	45,1	0,230217289	0,2222222222	0,3
		45				0	
		45,5				1,1111111111	
		45,2				0,4444444444	
		44,9				0,2222222222	
3.	50	50,6	50,4	50,4	0,254950976	1,2	0,8
		50,7				1,4	
		50,4				0,8	
		50,2				0,4	
		50,1				0,2	

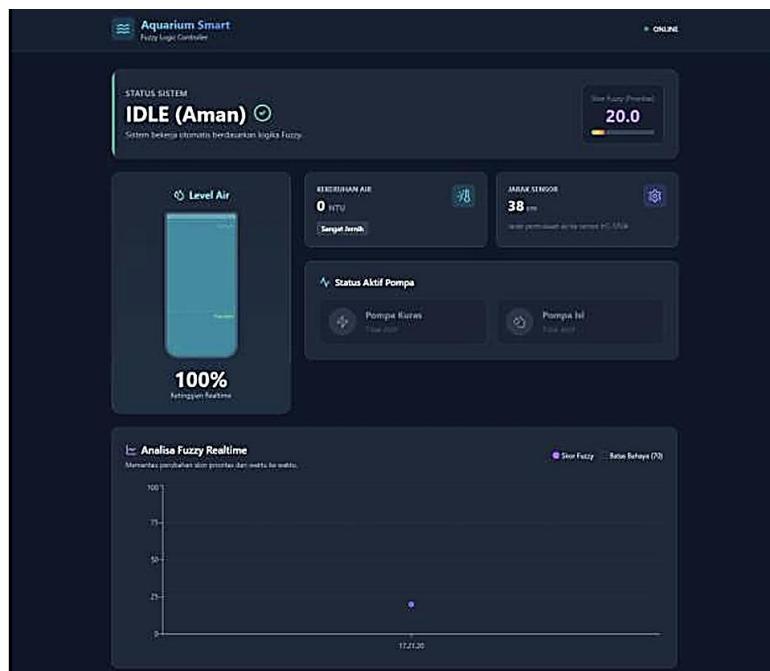
Analisis data menggunakan formula persentase error yaitu:

Berdasarkan hasil pengujian akurasi sensor ultrasonik JSN-SR04T (Tabel 3), evaluasi dilakukan pada jarak aktual 40 cm, 45 cm, dan 50 cm dengan lima kali pengulangan pada setiap titik ukur. Parameter yang dianalisis meliputi nilai rata-rata, median, standar deviasi, dan persentase error.

Pada jarak aktual 40 cm, sensor menghasilkan nilai rata-rata pembacaan 40,2 cm dengan median 40 cm dan standar deviasi 0,43 cm, serta persentase error sebesar 0,5%. Pada jarak 45 cm, nilai rata-rata pembacaan adalah 45,14 cm, median 45,1 cm, dan standar deviasi 0,23 cm, dengan persentase error 0,3%, yang menunjukkan kestabilan pengukuran yang lebih baik. Selanjutnya, pada jarak 50 cm, sensor mencatat nilai rata-rata 50,4 cm, median 50,4 cm, dan standar deviasi 0,25 cm, dengan persentase error 0,8%.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor JSN-SR04T memiliki akurasi yang baik dengan persentase error di bawah 1% pada seluruh jarak uji serta nilai standar deviasi yang relatif kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa sensor mampu memberikan pengukuran jarak yang akurat dan konsisten, sehingga layak digunakan untuk aplikasi robotik dan sistem instrumentasi yang tidak memerlukan presisi tinggi.

Berdasarkan hasil tersebut, data pengukuran jarak yang dihasilkan oleh sensor JSN-SR04T selanjutnya diintegrasikan ke dalam **web app sistem monitoring** sebagai parameter utama dalam penentuan ketinggian air secara *real-time*. Akurasi dan kestabilan sensor yang telah tervalidasi memastikan bahwa informasi jarak dan level air yang ditampilkan pada web app bersifat andal dan representatif terhadap kondisi aktual di lapangan. Dengan demikian, web app tidak hanya berfungsi sebagai media visualisasi data, tetapi juga sebagai antarmuka pendukung pengambilan keputusan otomatis pada sistem kendali berbasis IoT.



Gambar 3. Visual Frontend web app Aquarium Smart.

Berdasarkan tampilan **web app Aquarium Smart**, Gambar 3, platform IoT ini berfungsi sebagai antarmuka monitoring dan kontrol *real-time* untuk sistem kekeruhan dan ketinggian air akuarium. Web app menampilkan status sistem berbasis logika fuzzy (IDLE (Aman)) beserta skor prioritas, data kekeruhan air (NTU) berikut kategorinya, serta jarak permukaan air terhadap sensor ultrasonik JSN-SR04T yang menjadi dasar estimasi level air. Informasi ketinggian air juga disajikan dalam bentuk indikator visual dan persentase (mis. 100%) agar mudah dipahami pengguna. Selain monitoring, web app memperlihatkan status aktuator secara langsung, sehingga pengguna dapat memverifikasi keputusan kendali otomatis dan kondisi sistem secara cepat melalui jaringan lokal/internet sesuai konfigurasi. Berdasarkan pengujian sebanyak 10 kali, didapatkan rata-rata delay pengiriman data sensor kekeruhan dan ketinggian menuju dashboard adalah 10,8ms, dengan delay tertinggi 22ms dan terendah 0,1ms.

4. Kesimpulan

Prototipe sistem monitoring berbasis IoT telah berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan ESP32 WROOM-32, sensor ultrasonik JSN-SR04T, dan sensor *Turbidity* SEN0189. Sistem mampu mengukur ketinggian air dengan akurasi ± 0.2 cm dan kekeruhan air dengan akurasi rata-rata $\pm 11,56\%$ setelah dikalibrasi. Data dapat terkirim ke platform *cloud* dengan *delay* maksimal 22,65 ms. Sistem mendemonstrasikan kestabilan yang baik selama pengujian, dengan antarmuka Website yang terbukti efektif dan mudah digunakan untuk memantau kondisi secara *real-time*. Meskipun sistem telah bekerja secara optimal, pengembangan lebih lanjut sangat disarankan dengan menambahkan variabel input berupa sensor pH untuk memantau derajat keasaman dan sensor suhu (DS18B20). Penambahan kedua parameter ini krusial guna memberikan data kualitas air yang lebih komprehensif, mengingat kelangsungan hidup ikan hias sangat bergantung pada stabilitas nilai pH dan temperatur air.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Kadiri telah mendukung penelitian ini, Ketua Jurusan Teknik Elektro yang selalu mengarahkan dan mendukung dalam setiap penelitian yang dilakukan, serta Wali Dosen yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Y. H. Fitrian and M. Y. Putra, “IoT Based Goldfish Aquarium Water Quality Monitoring System Using SDLC Method,” vol. 4, no. 3, 2025.
- [2] F. F. Hamid, L. Elektronika, J. Fisika, K. Unand, and L. Manis, “Sistem Kontrol Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Air Tawar dan Monitoring Via Telegram Berbasis IoT,” vol. 12, no. 3, pp. 452–458, 2023.
- [3] D. R. Anto, D. Sukoco, and I. Munadhif, “Implementasi Kontrol Motor Pada Prototype Filtrasi Alami Menggunakan Sensor Flow Dan Ultrasonic,” vol. 11, no. September, 2024.

- [4] K. Tsai, L. Chen, L. Yang, H. Shiu, and H. Chen, "IoT based Smart Aquaculture System with Automatic Aerating and Water Quality Monitoring," pp. 177–184, doi: 10.53106/160792642022012301018.
- [5] D. Andrianto, "Monitoring Kualitas Air Pada Instalasi Pengolahan Air Berbasis Internet Of Things (Iot)," *J. Tek. Blend Sains*, 2018
- [6] M. Haq et al., "SISTEM MONITORING DAN KONTROL KUALITAS," vol. 19, pp. 76–82, 2024.
- [7] A. R. Azhar, D. A. Setiawan, N. A. A. Yasmin, T. A. Putri, dan G. F. Nama, "Sistem Monitoring Pengisian Otomatis Kapasitas Air dan IoT Berbasis Menggunakan Modul ESP8266," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 12, no. 1, Jan. 2024. doi: 10.23960/jitet.v12i1.3966.
- [8] Amrullah, M. U. H. Al Rasyid, dan I. Winarno, "Implementasi dan Analisis Protokol Komunikasi IoT untuk Crowdsensing pada Bidang Kesehatan," *Jurnal Inovtek Polbeng - Seri Informatika*, vol. 7, no. 1, hlm. 126–135, Jun. 2022.
- [9] M. Ardita, I. S. Faradisa, dan B. R. P. D. Palevi, "Evaluasi Unjuk Kerja Latency Komunikasi IoT Berbasis UDP untuk Aplikasi pada Intelligent Transportation System (ITS)," dalam Prosiding Seminar Nasional SENIATI 2022, ITN Malang, Jul. 2022, hlm. 147–152.
- [10] M. Haikal, Mursyidah, dan M. Nasir, "Penerapan IoT (Internet Of Thing) Pada Sistem Monitoring Dan Kontrol Aquarium Berbasis Web Service," *Jurnal Teknologi Rekayasa Informasi dan Komputer*, vol. 6, no. 2, hlm. 52–58, Mar. 2023.
- [11] F. Febrianti, S. A. Wibowo, dan N. Vendyansyah, "Implementasi IoT (Internet Of Things) Monitoring Kualitas Air dan Sistem Administrasi pada Pengelola Air Bersih Skala Kecil," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 5, no. 1, hlm. 171–177, Mar. 2021.
- [12] Y. Karmani, Y. S. Belutowe, dan E. R. Nubatonis, "System Monitoring Tingkat Kekaruan Air dan Pemberian Pakan Ikan pada Aquarium Berbasis IoT," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 6, no. 1, hlm. 76–82, Jun. 2022.
- [13] A. Noor, A. Supriyanto, dan H. Rhomadhona, "Aplikasi Pendekripsi Kualitas Air Menggunakan Turbidity Sensor dan Arduino Berbasis Web Mobile," *Jurnal CoreIT: Jurnal Hasil Penelitian Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, vol. 5, no. 1, hlm. 31–35, Jun. 2019.
- [14] M. A. A. Putra dan D. Irawan, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Air pada Tambak Budidaya Udang Berbasis ESP32," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 13, no. 1, Jan. 2025. doi: 10.23960/jitet.v13i1.5588.
- [15] M. Nizam, H. Yuana, dan Z. Wulansari, "Mikrokontroler ESP 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 6, no. 2, hlm. 766–771, Sep. 2022.