

Implementasi Smart Feeder Berbasis Internet of Things (IoT) pada Akuarium Ikan

Implementation of Smart Feeder Based on Internet of Things (IoT) for Fish Aquarium

Misniati^{*1}, Lalu Delsi Samsumar², Zaenudin³

^{1,2,3}Teknologi Informasi, Universitas Teknologi Mataram, Jl. Kampus Universitas Teknologi Mataram, Kekalik Jaya, Kota Mataram

E-mail: ¹misniati587@gmail.com, ²samsumarld@utmmataram.ac.id, ³zen3d.itb@gmail.com

Received: August 20, 2025 | Revised: September 12, 2025 | Accepted: October 16, 2025

Abstrak

Perawatan ikan hias pada akuarium rumah tangga umumnya masih dilakukan secara manual, seperti memberi pakan, memantau suhu dan kekeruhan air, serta melakukan pengurasan, yang memakan waktu dan berisiko menurunkan kualitas air hingga menyebabkan stres atau kematian ikan. Meskipun IoT berkembang, penerapannya pada pemeliharaan akuarium rumah masih jarang. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan smart feeder berbasis IoT dengan fitur pemberian pakan otomatis, pemantauan kualitas air, dan pengurasan otomatis menggunakan ESP32, sensor suhu DS18B20, sensor kekeruhan, sensor ultrasonik, RTC, motor servo, pompa air, dan aplikasi Blynk dengan metode penelitian yang digunakan yaitu prototyping. Hasil pengujian menunjukkan sensor suhu DS18B20 memiliki rata-rata error $\pm 1,55\%$ dengan akurasi 98,45% dan respon $\pm 1,5$ detik, sensor kekeruhan mampu membedakan kondisi jernih dan keruh dengan akurasi 99% dan respon ± 2 detik, sensor ultrasonik 92%, distribusi pakan 98,6% dengan respon servo 1,2 detik, dan pengurasan otomatis 66,7%-90% tergantung kondisi ambang batas, dengan latency Blynk < 2 detik. Secara keseluruhan, sistem memiliki tingkat keberhasilan rata-rata sekitar 91,5%, mampu mengurangi beban perawatan manual, menjaga kualitas air tetap optimal, dan meningkatkan kenyamanan pemelihara, sekaligus membuka peluang pengembangan otomatisasi akuarium berbasis IoT di rumah tangga.

Kata kunci : *Internet of Things, Smart Feeder, Akuarium Ikan Hias, Kualitas Air, Otomatisasi Pakan*

Abstract

Household aquarium maintenance is generally performed manually, including feeding, monitoring temperature and turbidity, and water replacement, which is time-consuming and may reduce water quality, leading to stress or fish mortality. Although Internet of Things (IoT) technology has developed, its application in household aquariums remains limited. This study designed and implemented an IoT-based smart feeder with automatic feeding, water quality monitoring, and automatic water replacement using ESP32, DS18B20 temperature sensor, turbidity sensor, ultrasonic sensor, RTC, servo motor, water pump, and the Blynk application, applying a prototyping method. Tests showed the DS18B20 sensor had an average error of $\pm 1.55\%$ with 98.45% accuracy and ± 1.5 s response time; the turbidity sensor distinguished clear and turbid conditions with 99% accuracy and ± 2 s response; the ultrasonic sensor reached 92%; feed distribution achieved 98.6% with 1.2 s servo response; and water replacement achieved 66.7%–90% depending on turbidity threshold, with Blynk latency < 2 s. Overall, the system achieved an average success rate of 91.5%, reducing manual workload, maintaining optimal water quality, and improving user convenience, while providing opportunities for further IoT-based aquarium automation development at the household scale.

Keywords: Internet of Things, Smart Feeder, Ornamental Fish Aquarium, Water Quality, Feeding Automation

1. PENDAHULUAN

Ikan hias merupakan salah satu jenis hewan peliharaan air yang banyak diminati karena keindahan warna, keragaman bentuk, serta perilaku yang khas. Aktivitas memelihara ikan hias tidak hanya bernilai hobi, tetapi juga memberikan manfaat psikologis, seperti menciptakan suasana rileks yang dapat membantu mengurangi stres. Pasar ikan hias global sendiri terus berkembang, dengan nilai mencapai lebih dari USD 5,4 miliar pada tahun 2021 dan diproyeksikan meningkat dengan laju sekitar 8,5 % per tahun hingga 2030, seiring dengan meningkatnya minat masyarakat terhadap pemeliharaan ikan hias di rumah tangga di berbagai negara [1].

Keberhasilan pemeliharaan ikan hias sangat bergantung pada pemberian pakan yang tepat, pemantauan suhu, kualitas air, serta kebersihan akuarium. Apabila kualitas air tidak terjaga dengan baik, ikan berisiko mengalami stres, mudah terserang penyakit, hingga kematian. Namun, di tingkat rumah tangga, sebagian besar poroses kegiatan perawatan akuarium masih dilakukan secara manual, mulai dari pemberian pakan hingga pengurusan air. Proses manual ini membutuhkan waktu, tenaga, dan konsistensi yang tinggi, serta memiliki risiko keterlambatan atau kelalaian yang berdampak pada kesehatan ikan. Perkembangan *Internet of Things* (IoT) telah menghadirkan beragam solusi di berbagai sektor, mulai dari pertanian, peternakan, akuakultur hingga *Smart Home*. Menurut penelitian terbaru, jumlah perangkat IoT global diperkirakan mencapai 29 miliar unit pada tahun 2030, dengan sektor smart home menjadi salah satu yang tumbuh paling pesat [2]. Pemanfaatan IoT pada pemeliharaan ikan memungkinkan otomatisasi dalam pemberian pakan, pemantauan kualitas air secara langsung, serta pengendalian dari jarak jauh menggunakan aplikasi. Salah satu inovasi yang relevan adalah *Smart Feeder*, yaitu sistem yang mengintegrasikan fungsi pemberian pakan otomatis dengan pemantauan kualitas air, serta dapat dikembangkan untuk menambahkan fitur pengurusan air otomatis [3].

Meskipun demikian, penerapan sistem otomatisasi terintegrasi secara penuh pada akuarium ikan hias skala rumah tangga masih jarang dikembangkan. Sebagian besar penelitian terdahulu berfokus hanya pada satu aspek pemeliharaan, seperti pemberian pakan otomatis atau pemantauan kualitas air, tanpa menggabungkan keduanya dengan fungsi pengurusan air berbasis ambang batas kekeruhan. Sejumlah penelitian terdahulu telah banyak membahas mengenai sistem pakan otomatis berbasis IoT. Penelitian pertama dengan judul *Merancang Bangun Sistem Pakan Otomatis Berbasis Internet of Things (Smart Feeder)* menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor ultrasonik HY-SRF05 untuk memantau ketersediaan pakan serta mengatur penjadwalan pemberian pakan otomatis melalui aplikasi MIT App Inventor, namun belum mencakup fitur monitoring kualitas air dan pengurusan otomatis [4]. Penelitian kedua dengan judul *Prototype of Automatic Control System for Water Temperature and Acidity in Ornamental Fish Aquarium Based on IoT* mengintegrasikan sensor suhu DS18B20 dan sensor pH 4502C dengan sistem kontrol otomatis berbasis NodeMCU ESP8266 dan aplikasi Blynk, namun belum menambahkan fitur pemberian pakan dan pengurusan air otomatis [5]. Penelitian ketiga dengan judul *Rancang Bangun Monitoring Akuarium dan Pakan Ikan Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT)* menunjukkan bahwa sistem mampu mengembangkan pemberian pakan otomatis sekaligus monitoring kejernihan air menggunakan aplikasi Blynk, namun sistem tersebut belum dilengkapi fitur pengurusan otomatis [6]. Penelitian keempat dengan judul *Sistem Monitoring Suhu dan Pakan Ikan Otomatis pada Ikan Hias di Akuarium berbasis Internet of Things (IoT)* menunjukkan bahwa sistem mampu mengintegrasikan pemberian pakan dengan monitoring suhu melalui notifikasi Telegram, tetapi masih terbatas pada satu media komunikasi dan belum mencakup fitur pengurusan otomatis [7]. Penelitian kelima dengan judul *Development of Smart Aquaculture Farm Management System Using IoT and AI-based surrogate models* oleh Chiu mengembangkan

sistem smart aquarium berbasis IoT dengan integrasi sensor kualitas air dan kontrol otomatis untuk pemberian pakan, namun sistem tersebut belum mencakup fitur pengurusan air otomatis [8]. Penelitian keenam dengan judul *Automatic Fish Feeding and Temperature Control System for Aquariums Based on Internet of Things (IoT)*, Penelitian ini mengintegrasikan sistem pemberian pakan otomatis dan kontrol suhu otomatis menggunakan sensor suhu DS18B20 + load cell + ESP32 serta pengiriman data via MQTT/Node-RED, namun belum memasukkan fitur pengurusan air otomatis [9]. Penelitian ketujuh dengan judul *Improved Accuracy in IoT-Based Water Quality Monitoring for Aquaculture Tanks Using Low-Cost Sensors: Asian Seabass Fish Farming*, berfokus pada peningkatan akurasi sensor kualitas air (pH, suhu) menggunakan algoritma *simple linear regression* yang divalidasi dengan alat profesional YSI Pro. Hasilnya meningkatkan akurasi sensor hingga 97%, namun penelitian ini hanya berfokus pada pemantauan kualitas air tanpa integrasi sistem pakan maupun pengurusan otomatis [10]. Penelitian kedelapan dengan judul *Empowering Aquarists: A Comprehensive Study on IoT-Enabled Smart Aquarium Systems for Remote Monitoring and Control* mengembangkan sistem akuarium pintar berbasis ESP32 dengan sensor pH, suhu, dan kekeruhan, serta dilengkapi sistem otomatis untuk pembuangan dan pengisian air. Data dikirim ke platform ThingSpeak untuk pemantauan jarak jauh melalui ponsel, namun sistem ini belum menerapkan pemberian pakan dan kontrol adaptif atau kecerdasan buatan untuk pengaturan kondisi ikan secara dinamis [11]. Penelitian kesembilan berjudul *Development of an Automatic Water Exchange System for Smart Freshwater Aquarium* mengembangkan sistem pengurusan dan pengisian air otomatis (AWES) menggunakan sensor suhu, flow meter, dan stepper motor yang dikendalikan lewat aplikasi Android. Sistem ini mampu menjaga suhu dan volume air secara otomatis, namun belum memiliki fitur pemberian pakan otomatis [12]. Penelitian kesepuluh berjudul *Smart Aquarium with IoT based as Monitoring in Fish Farming* menerapkan Arduino Uno dan ESP8266 untuk monitoring suhu, pH, kekeruhan, dan pemberian pakan otomatis melalui aplikasi MIT App Inventor. Sistem juga dapat menguras air otomatis saat keruh, namun belum memiliki pengaturan suhu dan aliran air yang presisi seperti AWES [13].

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penelitian terdahulu umumnya masih bersifat parsial, dengan fokus pada salah satu atau sebagian aspek pemeliharaan akuarium, seperti pemberian pakan otomatis atau monitoring kualitas air. Belum ada penelitian yang mengintegrasikan seluruh fungsi utama dalam satu sistem terpadu. Selain itu, sebagian besar penelitian belum menerapkan fitur pengurusan air otomatis yang penting dalam menjaga kestabilan kondisi lingkungan ikan. Hal tersebut menjadi research gap yang mendasari penelitian ini, yaitu perancangan sistem Smart Feeder berbasis IoT yang mampu memadukan tiga fungsi utama secara menyeluruh, yakni pemberian pakan otomatis, monitoring suhu dan kekeruhan air, serta pengurusan otomatis berbasis ambang batas kekeruhan. Sistem ini diintegrasikan dengan aplikasi Blynk untuk memungkinkan proses pemantauan dan pengendalian secara real-time, serta dirancang untuk skala rumah tangga dengan mempertimbangkan efisiensi energi dan kemudahan penggunaan. Integrasi menyeluruh antara fungsi monitoring, feeding, dan water control inilah yang menjadi kontribusi utama penelitian ini terhadap pengembangan teknologi akuarium pintar berbasis Internet of Things (IoT), sekaligus menjawab keterbatasan yang belum diakomodasi oleh penelitian-penelitian sebelumnya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode prototyping melalui pendekatan kualitatif. Metode prototyping merupakan model pengembangan sistem yang menekankan pembuatan versi awal (*prototype*) untuk diuji dan disempurnakan secara bertahap hingga sesuai dengan kebutuhan pengguna [14]. Pemilihan metode ini didasarkan pada keunggulannya yang memungkinkan pengembangan sistem dilakukan secara interaktif dan responsif terhadap masukan pengguna. Pendekatan kualitatif digunakan untuk menggali secara mendalam pengalaman, persepsi, dan

kebutuhan pengguna terhadap sistem smart aquarium/feeder berbasis IoT melalui wawancara, observasi, dan studi Pustaka [15].

Langkah-langkah dalam metode prototyping yang diterapkan pada penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 1. Tahap Metode Prototype

Gambar 1 diatas menunjukkan alur dari kelima tahapan tersebut yang digunakan dalam proses pengembangan sistem ini. Adapun penjelasan dari masing-masing tahapan metode prototipe adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi Kebutuhan

Tahap ini mencakup pengumpulan informasi tentang kebutuhan pengguna (misalnya pemilik akuarium ikan hias skala rumah tangga) dan kebutuhan system, seperti monitoring kualitas air (suhu dan kekeruhan), otomatisasi pemberian pakan, serta fitur pengurusan air otomatis. Pengembang melakukan observasi terhadap cara pemberian pakan dan pengelolaan air di akuarium, lalu menentukan komponen yang dibutuhkan agar proses bisa berjalan otomatis.

2. Proses Desain

Setelah kebutuhan dikumpulkan. Disusun rancangan awal sistem yang meliputi desain perangkat keras, skema koneksi komponen, serta alur logika kerja sistem dalam bentuk flowchart.

3. Membangun Prototype

Tahap ini merupakan implementasi dari desain awal menjadi sebuah prototype yang dapat diuji. Sistem mulai dibangun dengan merakit komponen dan mengintegrasikan program utama menggunakan Arduino IDE.

4. Evaluasi dan Perbaikan

Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem Smart Feeder berbasis IoT pada akuarium ikan hias telah berfungsi sesuai dengan kebutuhan dan tujuan perancangan.

Prototype diuji secara fungsional untuk memastikan sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Pengujian dibagi menjadi dua bagian, yaitu uji teknis sistem dan validasi sistem, yang masing-masing dijelaskan sebagai berikut.

1) Pengujian Teknis

Parameter dan metode pengujian ditunjukkan pada Tabel berikut :

Tabel 1. Parameter dan Metode Pengujian

No	Parameter	Cara Uji	Alat Pemanding
	Suhu Air	Membandingkan hasil sensor DS18B20 dengan thermometer manual	Termometer
2.	Kekeruhan Air	Membandingkan hasil sensor dengan observasi visual/manual.	Pengamatan Mata / Observasi langsung
3.	Respon pemberian pakan	Mengukur waktu respon servo dari perintah hingga aktif.	Stopwatch
4.	Respon Pompa	Mengukur waktu pompa aktif saat ambang kekeruhan tercapai.	Stopwatch
5.	Stabilitas sistem	Memeriksa konsistensi data di Blynk dan LCD.	Observasi 3 Hari

2) Validasi Sistem

Uji coba dilakukan selama 3 hari dengan frekuensi pemberian pakan otomatis dua kali sehari (pukul 08.00 dan 18.00 WITA). Lingkungan uji menggunakan akuarium berkapasitas ± 30 liter yang berisi 15 ekor ikan guppy hias sebagai representasi ikan hias skala rumah tangga. Akuarium ditempatkan di ruangan dengan suhu normal 26–28 °C tanpa pendingin maupun pemanas tambahan. Kondisi air awal dijaga jernih melalui filtrasi standar, kemudian dibiarkan mengalami perubahan alami selama periode pengujian untuk menilai respons sistem terhadap variasi kualitas air. Setiap parameter diuji sebanyak 3–5 kali untuk memperoleh nilai rata-rata yang lebih akurat. Variasi pengujian dilakukan pada kondisi air jernih maupun keruh, serta air yang bersuhu dingin, normal, dan hangat. Selain uji teknis, dilakukan pula observasi pengguna terhadap pemilik akuarium untuk menilai kemudahan penggunaan aplikasi Blynk, keterbacaan LCD, serta kenyamanan dalam pengoperasian sistem secara keseluruhan. Hasil validasi ini kemudian dibandingkan dengan alat pembanding (termometer manual, observasi visual, dan stopwatch).

5. Hasil

Setelah dilakukan pengujian dan perbaikan, sistem yang dikembangkan mampu berjalan sesuai dengan kebutuhan. Prototype berhasil menjalankan otomatisasi pemberian pakan, monitoring suhu dan kekeruhan, serta pengurusan air secara otomatis berdasarkan nilai sensor. Sistem ini dapat digunakan sebagai solusi untuk mempermudah perawatan akuarium ikan hias secara efisien dan terintegrasi dalam skala rumah tangga.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Identifikasi Kebutuhan

Tahap awal pengembangan sistem dilakukan dengan identifikasi kebutuhan untuk menentukan fungsi dan komponen yang harus tersedia agar sistem dapat bekerja sesuai tujuan.

3.1.1 Kebutuhan Sistem

Kebutuhan sistem mencakup fungsi utama yang harus dimiliki oleh *smart feeder* berbasis IoT agar dapat membantu pemeliharaan akuarium ikan hias secara optimal. Sistem yang dirancang diharapkan mampu menjalankan fungsi-fungsi berikut :

1. Pemberian pakan otomatis sesuai jadwal
Dalam fitur pemberian pakan otomatis berbasis jadwal, sistem dibuat agar dapat memberikan pakan ikan secara teratur sesuai waktu yang sudah ditentukan, sehingga pemilik tidak lagi harus memberi makan secara manual setiap harinya.
2. Pemantauan suhu air secara real-time
Sistem mampu membaca dan menampilkan suhu air secara langsung agar pemilik dapat memastikan kondisi tetap ideal untuk ikan hias.
3. Pemantauan tingkat kekeruhan air secara real-time
Sistem dapat mendeteksi perubahan kejernihan air, sehingga pemilik mengetahui kapan kualitas air mulai menurun.
4. Pengurasan air otomatis
Sistem mampu melakukan pengurasan air secara otomatis apabila tingkat kekeruhan melampaui ambang batas yang ditetapkan, sehingga kualitas lingkungan akuarium tetap terjaga.
5. Monitoring dan kontrol jarak jauh berbasis IoT
Sistem terhubung dengan aplikasi Blynk, sehingga pengguna dapat memantau data suhu, kekeruhan, pH, serta mengendalikan pemberian pakan dan pengurasan dari jarak jauh melalui smartphone.

3.1.2 Kebutuhan Perangkat keras

Kebutuhan perangkat keras meliputi komponen fisik yang digunakan untuk membangun sistem sesuai fungsi yang telah ditentukan. Adapun Perangkat keras yang dibutuhkan sebagai berikut :

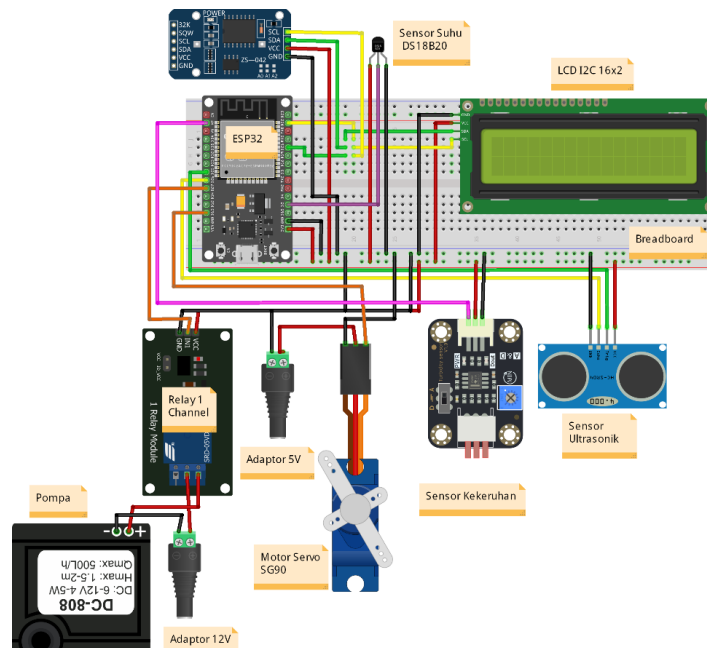
Tabel 2. Spesifikasi Perangkat

No	Komponen	Tipe/Model	Spesifikasi Utama
1.	Mikrokontroler	ESP32 DevKit V1	Dual-core, Wi-Fi, 3.3V
2.	Sensor Suhu	DS18B20	Range -55 – 125 °C, Akurasi ± 0.5 °C
3.	Sensor Kekeruhan	SEN0189	Output Analog 0 – 4.5V, Range 0 – 3000 NTU
4.	Sensor Ultrasonik	HC-SR04	Jarak 2 – 400 cm, Akurasi ± 3 mm
5.	RTC	DS3231	Akurasi ± 2 ppm, Interface I2C
6.	Motor Servo	SG90	Sudut 0–180°, Tegangan 4.8–6V

7.	Pompa Air	12V DC	Debit ± 240 L/jam
8.	LCD	I2C 16x2	Tegangan 5V, Interface I2C
9.	Aplikasi	Blynk	Platform IoT berbasis Cloud

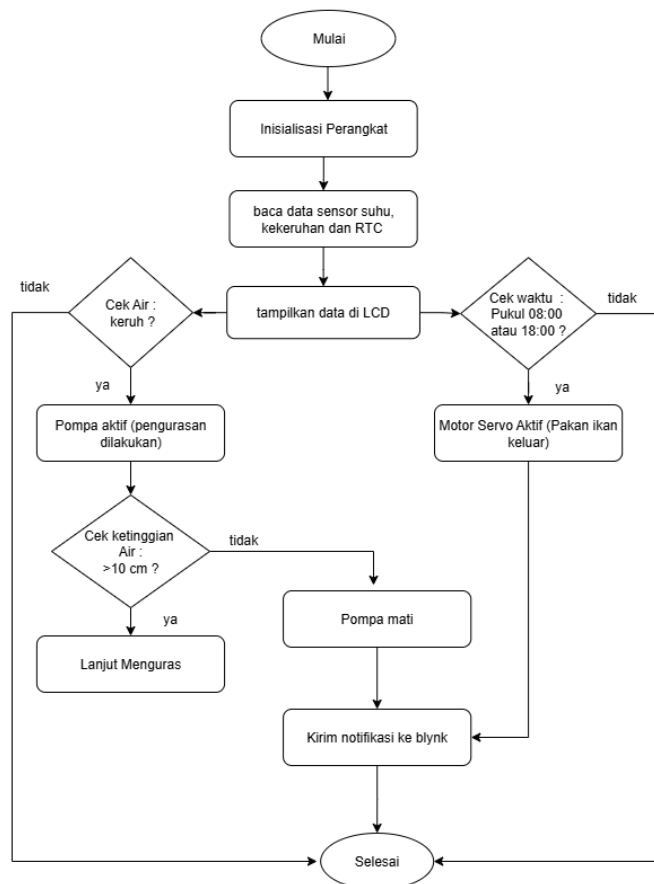
3.2 Proses Desain

Setelah kebutuhan teridentifikasi, dilakukan perancangan prototype sistem Smart Feeder berbasis IoT. Proses desain diawali dengan pembuatan skema rangkaian perangkat keras untuk menggambarkan hubungan antar komponen yang akan digunakan.



Gambar 2. Diagram Rangkaian Perangkat keras

Setelah skema rangkaian perangkat keras, tahap berikutnya adalah membuat flowchart alur kerja sistem yang bertujuan untuk menjelaskan proses kerja sistem secara keseluruhan.



Gambar 3. Flowchart Alur Kerja Sistem

3.3 Membangun Prototype

Tahap ini dilakukan untuk mewujudkan konsep yang telah dirancang menjadi sebuah perangkat nyata. Proses perancangan dilakukan dengan menyusun dan merakit seluruh komponen mengikuti skema rangkaian yang sebelumnya telah disiapkan pada tahap desain. Berikut hasil prototype yang berhasil dibuat dan dikembangkan :



Gambar 4. Hasil Pengembangan Prototipe

3.4 Evaluasi dan Pengujian

Proses evaluasi dan pengujian dilakukan guna memastikan setiap komponen dapat bekerja dengan optimal sesuai kebutuhan sistem.

3.4.1. Pengujian perangkat keras (*Hardware*)

Uji coba perangkat keras mencakup ESP32, motor servo, sensor suhu DS18B20, sensor kekeruhan, sensor ultrasonik, relay, modul LCD I2C, serta pompa.

1. Pengujian Sensor Suhu

Table 3. Pengujian Sensor Suhu

No	Kondisi Air	Nilai yang diharapkan	Hasil Sensor (°C)	Hasil Termometer Manual (°C)	Selisih	Status
1.	Air Es	< 24 °C	20.5	20	0.5	Berhasil
2.	Air Biasa	= 24 – 28 °C	27.4	27.2	0.2	Berhasil
3.	Air Hangat	> 28°C	28.6	28.2	0.4	Berhasil

Selisih pengukuran terhadap termometer manual antara 0,2–0,5 °C, dengan rata-rata error $\pm 1,55\%$ dan respon rata-rata $\pm 1,5$ detik.

2. Pengujian Sensor Kekeruhan

Table 4. Pengujian Sensor Kekeruhan

No	Kondisi Air	Nilai yang diharapkan	Hasil Sensor (NTU)	Observasi Visual	Status
1.	Air Jernih	< 1400	1370	Air Jernih	Berhasil
2.	Air Keruh	> 1400	2523	Air Keruh	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa hasil pengukuran sesuai dengan observasi visual, menunjukkan akurasi 99%. Waktu respon rata-rata sekitar ± 2 detik.

3. Pengujian Sensor Ultrasonik

Table 5. Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Percobaan	Hasil Sensor (cm)	Hasil Penggaris (cm)	Selisih	Status
1.	1.	15.1	15	0.1	Berhasil
2.	2.	20.3	20	0.3	Berhasil
3.	3.	25.4	25.2	0.2	Berhasil
4.	4.	27.6	27.5	0.1	Berhasil
5.	5.	30	29.8	0.2	Berhasil

Tingkat keberhasilan mencapai 92%, menunjukkan sensor ultrasonic bekerja stabil dan akurat untuk memantau ketinggian air.

4. Pengujian Servo

Table 6. Pengujian Motor Servo

No	Sudut Target	Jumlah Percobaan	Waktu Respon (detik)	Status
1.	45°	5	1.2	Berhasil
2.	80°	5	1.0	Berhasil
3.	180°	5	1.3	Berhasil

Hasil percobaan menunjukkan bahwa waktu respon rata-rata 1,0–1,3 detik dengan tingkat keberhasilan 98,6%.

5. Pengujian Pompa dengan Relay berdasarkan Tingkat Kekeruhan Air

Tabel 7. Pengujian Pompa dan Relay

Percobaan	Nilai Kekeruhan Air	Status Relay	Status Pompa	Respon Rata-Rata (detik)	Status
1.	1440	ON	ON	4	Berhasil (Delay)
2.	1550	ON	ON	2.0	Berhasil
3.	1987	ON	ON	1.9	Berhasil
4.	2523	ON	ON	1.6	Berhasil

Dari 4 percobaan pengujian pompa dengan relay, rate keberhasilan pompa mencapai dapat dikatakan 90 %, menandakan sistem bekerja stabil dan sesuai target. Selain pengujian pada sensor dan aktuator utama, komponen LCD I2C dan RTC DS3231 juga berfungsi sesuai kebutuhan sistem. LCD I2C mampu menampilkan data suhu, kekeruhan, serta status pakan dan pompa secara real-time, baik pada layar maupun aplikasi Blynk. Sementara itu, RTC DS3231 berjalan presisi dan sinkron dengan waktu pada aplikasi Blynk, sehingga penjadwalan pemberian pakan otomatis dapat berlangsung tepat waktu sesuai pengaturan.

3.4.2. Pengujian Perangkat Lunak (*software*)

Pengujian perangkat lunak dilakukan pada aplikasi Blynk sebagai media monitoring dan kontrol.



Gambar 5. Pengujian Perangkat Lunak

Hasil uji menunjukkan bahwa aplikasi mampu menampilkan data sensor serta status aktuator dengan latency komunikasi rata-rata <2 detik, sehingga aplikasi dinilai cukup responsif untuk pemantauan jarak jauh.

3.4.3. Uji Coba Sisten Secara Keseluruhan

Pengujian system secara keseluruhan mencakup ketepatan waktu pemberian pakan, akurasi pembacaan suhu dan kekeruhan air, serta aktivasi pompa ketika air terdeteksi keruh atau melebihi batas ketinggian.

Tabel 8. Uji Coba Sistem Secara Keseluruhan

No	Tanggal	Waktu Pakan	Nilai Suhu	Nilai Kekeruhan	Status Sistem
1.	02/06/2025	08:00 WITA	25.3 °C	749	Normal
2.	02/06/2025	18:00 WITA	25.6 °C	821	Normal
3.	03/06/2025	08:00 WITA	25.9 °C	966	Normal
4.	03/06/2025	18:00 WITA	26 °C	792	Normal
5.	04/06/2025	08:00 WITA	27.4 °C	1248	Air Keruh, Pompa aktif

6.	04/06/2025	18:00 WITA	26.1 °C	1168	Normal
----	------------	------------	---------	------	--------

Berdasarkan seluruh hasil uji, sistem menunjukkan tingkat keberhasilan rata-rata 91,5% dengan latency aplikasi tetap <2 detik. Hal ini membuktikan bahwa sistem tidak hanya berfungsi pada level komponen, tetapi juga dapat bekerja secara stabil dalam kondisi operasional penuh.

3.5. Analisis Perbandingan dengan penelitian terkait

Dari sepuluh penelitian terdahulu yang dikaji, tiga penelitian dipilih karena memiliki relevansi paling tinggi terhadap penelitian ini, yaitu dalam hal pemberian pakan otomatis, pemantauan kualitas air, serta pengurusan air otomatis berbasis IoT. Analisis perbandingan ini bertujuan untuk menilai apakah sistem yang dikembangkan memiliki performa yang lebih baik atau sebanding dibanding penelitian-penelitian tersebut. Penelitian pertama berjudul *IoT Prototype Development of Automatic Fish Feeder and Water Replacement* menunjukkan kemampuan sistem dalam melakukan pemberian pakan dan penggantian air otomatis berdasarkan tingkat kekeruhan. Namun, penelitian ini masih berada pada tahap prototipe awal dan belum menyertakan pengujian performa sistem secara terukur. Dibandingkan dengan penelitian tersebut, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki performa yang lebih baik, karena telah diuji secara kuantitatif dengan tingkat keberhasilan distribusi pakan mencapai 98,6%, akurasi sensor suhu 98,45%, serta efektivitas pengurusan air otomatis hingga 90% dengan respon komunikasi real-time kurang dari 2 detik.

Penelitian kedua dengan judul *Automatic Fish Feeding and Temperature Control System for Aquariums Based on IoT* menggabungkan pemberian pakan otomatis dan pengaturan suhu air menggunakan sensor DS18B20 dan load cell dengan koneksi ESP32 melalui MQTT/Node-RED. Sistem tersebut mampu menjaga suhu air dalam rentang ideal dan memiliki stabilitas yang cukup baik. Namun, karena belum dilengkapi fitur pengurusan air otomatis, kinerja keseluruhannya masih sebanding namun belum melampaui sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini, yang memiliki integrasi penuh antara pemberian pakan, monitoring kualitas air, dan pengurusan otomatis berbasis sensor.

Penelitian ketiga berjudul *Smart Aquarium with IoT based as Monitoring in Fish Farming* menerapkan Arduino Uno dan ESP8266 untuk memantau suhu, pH, dan kekeruhan serta melakukan pemberian pakan dan pengurusan otomatis. Meskipun fungsinya hampir serupa, sistem tersebut belum memiliki pengaturan waktu dan suhu yang presisi serta tidak menggunakan RTC untuk sinkronisasi pakan. Dengan demikian, performa sistem pada penelitian ini lebih unggul, karena mampu menampilkan data secara real-time melalui Blynk IoT dan LCD, mengatur waktu pemberian pakan otomatis dua kali sehari, serta menjalankan pengurusan air otomatis dengan respon yang stabil berdasarkan ambang batas kekeruhan.

3.7. Implikasi Praktis Penelitian

Hasil penelitian ini memiliki implikasi praktis yang signifikan bagi pemeliharaan akuarium ikan hias, khususnya pada skala rumah tangga. Sistem Smart Feeder berbasis IoT meningkatkan efisiensi waktu dan kemudahan bagi pemilik, karena proses pemberian pakan dan pengurusan air berlangsung otomatis saat kekeruhan melebihi ambang batas. Dari sisi kesehatan ikan, sistem ini menjaga stabilitas lingkungan air secara berkelanjutan. Integrasi sensor suhu dan kekeruhan memungkinkan pemantauan real-time, sehingga perubahan kondisi air dapat segera terdeteksi dan ditangani untuk mencegah stres atau kematian ikan. Selain itu, sistem ini juga memiliki nilai edukatif dan ekonomis. Pengguna dapat mempelajari penerapan teknologi IoT secara langsung, sekaligus menghemat biaya perawatan dengan mengurangi frekuensi pembersihan manual dan penggunaan air berlebih.

3.6. Perbandingan Sistem Manual dan Sistem Otomatis

Table 9. Perbandingan Sistem Manual dan Sistem Otomatis (IoT Smart Feeder)

Aspek	Metode Manual	Sistem otomatis (Hasil Uji)
Pengukuran Suhu	Termometer manual, tidak tersimpan, bergantung pengguna	Sensor DS18B20, error rata-rata $\pm 1,55\%$, real-time, data tersimpan di Blynk
Pengukuran Kekeruhan	Observasi visual (subjektif, tanpa angka)	Sensor kekeruhan, akurasi 100%, hasil kuantitatif (1370–2523 NTU)
Pemberian Pakan	Tergantung ketepatan waktu & jumlah pakan oleh pemilik	Servo, keberhasilan 98,6%, terjadwal dengan RTC, jumlah konsisten
Pengurasan Air	Manual (perlu cek visual, lama, tidak terukur)	Pompa otomatis aktif jika nilai kekeruhan NTU > 1400, keberhasilan 66,7%
Respon Sistem	Bergantung manusia, relatif lambat dan tidak konsisten	Rata-rata <2 detik, rata-rata keberhasilan sistem 91,5%

Dari tabel terlihat bahwa sistem otomatis memberikan keunggulan signifikan dibanding metode manual, baik dari aspek akurasi, konsistensi, maupun efisiensi waktu.

3.6.1. Keterbatasan & Kelemahan Sistem

Meskipun hasil uji menunjukkan performa yang cukup baik, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan beserta potensi perbaikannya, yaitu :

1. Latensi Pompa
Aktivasi pompa terlambat saat kekeruhan mendekati ambang batas. Dapat diperbaiki dengan pompa berkapasitas tinggi, saluran efisien, atau algoritma prediktif.
2. Error Sensor
Akurasi sensor baik jangka pendek tapi belum teruji lama. Solusinya dengan menggunakan sensor tahan air, proteksi tambahan, atau kalibrasi berkala.
3. Keterbatasan Pengurasan
Pompa hanya menguras sebagian air. Perlu pompa sekunder atau desain saluran yang lebih efisien.
4. Ketergantungan Internet
Gangguan jaringan menghambat kontrol jarak jauh. Solusinya dengan menambah mode offline atau sistem backup lokal.

Keterbatasan ini menjadi peluang untuk pengembangan lebih lanjut dengan peningkatan pada aspek mekanik, sensor yang lebih tahan lama, serta opsi mode offline untuk menjamin keberlanjutan fungsi sistem.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menghasilkan sistem Smart Feeder berbasis IoT yang mampu bekerja secara stabil dan efisien. Sistem mencapai rata-rata keberhasilan 91,5% dengan waktu respon sensor dan aktuator <2 detik, menunjukkan kinerja yang lebih akurat dan konsisten dibanding metode manual. Kelebihan dari sistem ini adalah integrasi penuh antara fungsi pemberian pakan, pemantauan kualitas air, dan pengurusan otomatis dalam satu perangkat yang mudah digunakan. Selain itu, dukungan aplikasi Blynk memberikan fleksibilitas tinggi serta kemudahan akses monitoring dan kontrol jarak jauh. Namun, sistem ini memiliki keterbatasan pada durabilitas sensor saat digunakan dalam jangka panjang di lingkungan berair, serta ketergantungan pada koneksi internet yang stabil untuk memastikan pemantauan dan kontrol berjalan optimal. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan penambahan sistem cadangan (*backup system*) yang dapat bekerja secara *offline* jika koneksi internet terputus, penggunaan sensor kualitas air yang lebih tahan lama dan memiliki akurasi tinggi, serta integrasi fitur notifikasi pintar berbasis AI untuk mendeteksi pola kebutuhan pakan maupun kondisi air yang berpotensi membahayakan ikan. Dengan pengembangan ini, sistem berpotensi menjadi solusi yang lebih andal, efisien, dan berkelanjutan dalam mendukung pemeliharaan akuarium ikan hias.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. H. Hoseinifar *et al.*, “Sustainable Ornamental Fish Aquaculture: The Implication of Microbial Feed Additives,” May 01, 2023, *MDPI*. doi: 10.3390/ani13101583.
- [2] A. Hassebo and M. Tealab, “Global Models of Smart Cities and Potential IoT Applications: A Review,” Sep. 01, 2023, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/iot4030017.
- [3] R. A. A. Kristy, A. Subki, M. Zulpahmi, and L. D. Samsumar, “Perancangan Sistem IoT Monitoring dan Smart Feed pada Ikan Hias,” *Journal of Computer Science and Informatics Engineering*, vol. 3, no. 4, pp. 149–160, 2024, doi: 10.55537/cosie.v3i4.923.
- [4] I. Setiawan, R. Fauzi, and S. Abdullah, “27 Creative Commons Attribution 4.0 International License Merancang Bangun Sistem Pakan Otomatis Berbasis Intenet Of Things (Smart Feeder),” *Jurnal Informatika Utama*, vol. 3, no. 1. pp. 127-137, 2025, doi: 10.55903/jitu.v3i1.274.
- [5] A. Hermansyah, T. W. Septian, A. P. Perdana P, and M. M. Faris, “Prototype of Automatic Control System for Water Temperature and Acidity in Ornamental Fish Aquarium Based on Internet of Things (IOT),” *Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, vol. 5, no. 3, pp. 187–192, Aug. 2023, doi: 10.35882/ijeeemi.v5i3.272.
- [6] F. Burhani, Z. Zaenurrohman, and P. Purwiyanto, “Rancang Bangun Monitoring Akuarium Dan Pakan Ikan Otomatis Berbasis Internet Of Things (IOT),” *Journal of Electrical Engineering and Computer (JEECOM)*, vol. 4, no. 2, pp. 62–68, 2022, doi: 10.33650/jeeecom.v4i2.4309.
- [7] S. Z. Oktaviani and G. P. Insany, “Sistem Monitoring Suhu Dan Pakan Ikan Otomatis Pada Ikan Hias Di Akuarium Berbasis Internet of Things,” *ZONAsi: Jurnal Sistem Informasi*, vol. 4, no. 2, pp. 184–194, 2022, doi: 10.31849/zn.v4i2.11666.
- [8] M.-C. Chiu, W.-M. Yan, S. A. Bhat, and N.-F. Huang, “Development of smart aquaculture farm management system using IoT and AI-based surrogate models,” *J Agric Food Res*, vol. 9, p. 100357, 2022, doi: 10.1016/j.jafr.2022.100357.

-
- [9] M. Ayu, S. Widyati, Y. Anshori, CA Lamasitudju, R. Laila, dan YY Joeffie, "Sistem Pemberian Pakan Ikan dan Kontrol Suhu Otomatis untuk Aquarium Berbasis Internet of Things (IoT)", *JAIC*, vol. 9, no. 1, hlm. 146–152, Januari 2025, doi: 10.30871/jaic.v9i1.8847.
 - [10] N. A. M. Jais, A. F. Abdullah, M. S. M. Kassim, M. M. Abd Karim, and N. Muhadi, "Improved accuracy in IoT-Based water quality monitoring for aquaculture tanks using low-cost sensors: Asian seabass fish farming," *Heliyon*, vol. 10, no. 8, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e29022.
 - [11] M. S. Sheela, S. R. Chand, S. Gopalakrishnan, M. Gopianand, and J. J. Hephzipah, "Empowering aquarists a comprehensive study on IOT-enabled smart aquarium systems for remote monitoring and control," *Babylonian Journal of Internet of Things*, vol. 2024, pp. 33–43, 2024, doi: 10.58496/BJIoT/2024/005.
 - [12] D. Stachowiak and P. Hemmerling, "Development of an Automatic Water Exchange System for Smart Freshwater Aquarium," *Electronics (Switzerland)*, vol. 11, no. 17, Sep. 2022, doi: 10.3390/electronics11172705.
 - [13] J. Junaedi and H. Ki, "Smart Aquarium with IoT based as Monitoring in Fish Farming," *bit-Tech*, vol. 4, no. 3, pp. 116–122, Jun. 2022, doi: 10.32877/bt.v4i3.441.
 - [14] D. Jean Cross Sihombing, "Exploring prototype methodology in land information system development: design and evaluation of an application-Denny Jean Cross Sihombing Exploring prototype methodology in land information system development: design and evaluation of an application," *Informatika dan Sains*, vol. 14, no. 01, p. 2024, doi: 10.54209/infosains.v14i01.
 - [15] F. N. Muhamad, D. T. Yulianto, and M. A. Aulia Fathurohman, "Aquarium Monitoring and Automatic Feeding System Based on Internet of Things," *International Journal of Research and Applied Technology*, vol. 3, no. 1, pp. 123–130, Jun. 2023, doi: 10.34010/injuratech.v3i1.10012.