



An IoT-Based System for Ornamental Fish Feeding and Water Quality Control Using Mamdani Fuzzy Logic

Aufar¹, Husaini^{2*}, Nanda Saputri³

¹²³Jurusan Teknologi Informasi dan Komputer, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Kota Lhokseumawe, 24301
INDONESIA

*Penulis Korespondensi : husaini@pnl.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diajukan pada 17 November 2025

Direvisi pada 28 November 2025

Publikasi pada 20 Desember 2025

Kata kunci:

IoT

ESP32

Fuzzy Mamdani

Fish Feeding

Keywords:

IoT

ESP32

Fuzzy Mamdani

Fish Feeding

ABSTRAK

Pemeliharaan ikan hias dalam akuarium seringkali menghadapi tantangan dalam menjaga kualitas air dan konsistensi pemberian pakan, terutama ketika pemilik tidak berada di rumah dalam waktu lama. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang mengintegrasikan metode fuzzy logic Mamdani untuk mengatur jadwal pemberian pakan ikan sekaligus memantau kondisi pH dan suhu air. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali dengan sensor DS18B20 untuk suhu dan sensor pH untuk mengukur keasaman air. Motor servo digunakan untuk mengeluarkan pakan ikan sesuai hasil perhitungan fuzzy berdasarkan kategori suhu dan pH. Data dikirim ke aplikasi monitoring berbasis Flutter melalui koneksi Wi-Fi dan tersimpan dalam basis data MySQL. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu memberikan pakan secara tepat waktu hanya pada kondisi air sehat, dengan akurasi sensor suhu 98,7% dan sensor pH 97,5%. Penerapan IoT dan fuzzy logic terbukti meningkatkan efisiensi pemeliharaan ikan hias secara signifikan.

ABSTRACT

The maintenance of ornamental fish in aquariums frequently encounters challenges in sustaining optimal water quality and consistent feeding schedules, particularly during prolonged owner absence. This study aims to develop an automated Internet of Things (IoT)-based system integrated with the Mamdani fuzzy logic method to manage feeding schedules while simultaneously monitoring water pH and temperature parameters. The system employs an ESP32 microcontroller as its central processing unit, utilizing a DS18B20 temperature sensor and a pH sensor to assess water conditions. A servo motor dispenses feed according to fuzzy logic calculations derived from temperature and pH categories. All operational data are transmitted to a Flutter-based monitoring application via Wi-Fi and stored in a MySQL database. Experimental results demonstrate the system's capability to deliver precise and timely feeding exclusively under healthy water conditions, achieving 98.7% temperature sensor accuracy and 97.5% pH sensor accuracy. The implementation confirms that IoT and fuzzy logic integration significantly enhances the efficiency of ornamental fish care systems.

1. Pendahuluan

Pemeliharaan ikan hias merupakan hobi yang populer di kalangan masyarakat, namun perawatannya menghadapi sejumlah tantangan signifikan. Kualitas air menjadi faktor kritis yang harus terus dipantau, dimana parameter seperti suhu dan pH air berpengaruh langsung terhadap kesehatan dan kelangsungan hidup ikan. Selain itu, pemberian pakan secara teratur juga menjadi kendala utama karena

sistem manual bergantung pada kehadiran pemilik. Seringkali, jadwal pemberian pakan tidak terpenuhi dengan optimal akibat kesibukan atau ketidakhadiran pemilik, yang dapat mengganggu pertumbuhan dan kesehatan ikan [1].

Internet of Things (IoT) hadir sebagai solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan dalam pemeliharaan ikan hias. Teknologi ini memungkinkan konektivitas antara perangkat fisik melalui jaringan internet, memfasilitasi kontrol dan pemantauan secara jarak jauh [2][3]. Dalam konteks akuarium, IoT menghubungkan berbagai komponen seperti sensor, mikrokontroler, dan aktuator untuk menciptakan sistem otomatis yang dapat beroperasi tanpa intervensi manusia secara langsung. Penerapan IoT ini tidak hanya meningkatkan efisiensi perawatan, tetapi juga memastikan akurasi dalam menjaga kondisi lingkungan akuarium [4].

Fuzzy Logic, khususnya metode Mamdani, diterapkan dalam sistem ini untuk menangani ketidakpastian dalam proses pengambilan keputusan. Berbeda dengan logika konvensional yang hanya mengenal nilai benar atau salah, logika fuzzy menggunakan nilai kebenaran dalam rentang 0 hingga 1. Sistem ini bekerja melalui tiga tahapan utama: fuzzifikasi untuk mengubah input menjadi himpunan fuzzy, inferensi yang menerapkan aturan IF-THEN, dan defuzzifikasi untuk mengubah output fuzzy menjadi nilai tegas [5][6]. Pendekatan ini memungkinkan sistem merespon kondisi akuarium secara lebih adaptif dan mirip dengan cara berpikir manusia.

ESP32 berfungsi sebagai otak dari seluruh sistem dengan kemampuan WiFi dan Bluetooth yang terintegrasi. Mikrokontroler ini bertugas mengumpulkan data dari berbagai sensor, termasuk sensor suhu DS18B20 dan sensor pH. Data yang terkumpul kemudian diproses menggunakan algoritma fuzzy Mamdani yang telah diprogram [7]. Berdasarkan hasil pemrosesan, ESP32 mengirimkan sinyal kendali ke aktuator seperti motor servo untuk pemberian pakan dan relay untuk mengontrol pompa air [8]. Dengan fitur utamanya yang lengkap dan efisien, ESP32 menjadi pilihan ideal untuk implementasi sistem IoT ini.

Real Time Clock (RTC) berperan penting dalam menjaga ketepatan waktu operasi sistem. Modul ini memastikan pemberian pakan berlangsung sesuai jadwal yang telah ditetapkan, terlepas dari ada atau tidaknya koneksi internet [9][10]. RTC menjaga akurasi waktu dengan sumber daya baterai independen, sehingga tetap berfungsi bahkan ketika sistem utama dimatikan. Integrasi RTC dalam sistem ini menjamin keandalan dalam pelaksanaan tugas-tugas rutin dan meningkatkan tingkat otomasi secara keseluruhan, memberikan solusi perawatan yang konsisten dan terpercaya.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem otomasi berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan metode Fuzzy Mamdani untuk memantau dan mengatur dua parameter kritis dalam pemeliharaan ikan hias, yaitu pemberian pakan dan kualitas air. Secara spesifik, sistem ini dirancang untuk: (1) mendeteksi parameter kualitas air (suhu dan pH) secara real-time menggunakan sensor yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32, (2) menerapkan logika Fuzzy Mamdani guna mengambil keputusan yang adaptif dalam mengontrol pemberian pakan serta pengaturan kualitas air, (3) memastikan ketepatan jadwal pemberian pakan melalui modul RTC (Real-Time Clock), dan (4) menyediakan solusi otomatis yang efisien, akurat, dan mudah diakses dari jarak jauh untuk mengurangi ketergantungan pada intervensi manual. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat

meningkatkan efektivitas perawatan ikan hias sekaligus menjadi dasar pengembangan sistem IoT yang lebih kompleks di bidang akuakultur.

2. Metode

2.1 Metode dan Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Penerapan dalam proses pengembangan sistem. Metode ini dipilih karena memungkinkan perancangan sistem secara bertahap, mulai dari pembuatan fungsi dasar hingga dilakukan pengujian, evaluasi, dan penyempurnaan sesuai kebutuhan. Tahapan penelitian dimulai dengan studi literatur untuk memperdalam pemahaman mengenai teknologi Internet of Things (IoT), sensor pH, sensor suhu dan mikrokontroler ESP32. Selanjutnya dilakukan analisis kebutuhan untuk menentukan fitur utama yang akan dikembangkan. Sistem kemudian dirancang dalam bentuk yang mampu mengatur jadwal pemberian pakan dengan dua parameter berdasarkan kondisi air kolam yang diukur dengan sensor suhu dan sensor pH. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu studi literatur, kerangka sistem, perancangan sistem, pengujian sistem dan analisa sistem. Setiap tahapan dilakukan secara berurutan agar hasil penelitian sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

2.2 Data dan Pengumpulan Data

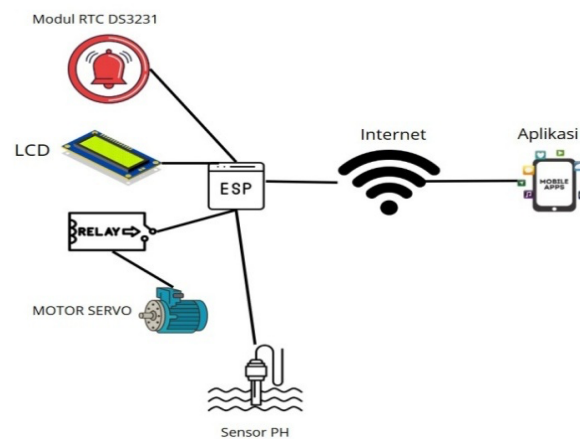
Data dalam penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh dari kajian literatur seperti jurnal, buku, dan artikel terkait sistem monitoring dan teknologi IoT. Selain itu, digunakan juga dokumentasi teknis dari lembar data sensor serta mikrokontroler ESP32, dan sumber daring seperti laporan penelitian maupun repositori kode program. Data tersebut dikumpulkan untuk memberikan pemahaman teoritis dan teknis, menentukan spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang sesuai, serta menjadi acuan dalam perancangan, implementasi, dan evaluasi sistem.

2.3 Perancangan Sistem (Hardware/Software)

Dalam Perancangan sistem pada penelitian ini dilakukan dengan mengacu pada penelitian agar proses yang dikembangkan memiliki alur yang jelas dan terstruktur. Perancangan ini mencakup kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras. Pada sisi perangkat lunak digunakan Windows 10 sebagai sistem operasi, Arduino IDE untuk pemrograman mikrokontroler, Visual Studio Code sebagai editor kode, serta Flutter untuk membangun aplikasi monitoring. Sedangkan perangkat keras yang digunakan terdiri dari mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, sensor suhu dan sensor pH untuk pengukur kualitas air, motor servo sebagai pembuka katup pakan, LCD untuk menampilkan hasil deteksi.

2.3.1 Tampilan Rancangan Sistem

Adapun tahapan Rancangan sistem penelitian ini menunjukkan keterhubungan dan kerja sama antar komponen untuk menghasilkan kinerja yang diharapkan. Rancangan sistem ditunjukkan pada . Gambar 1 menunjukkan rancangan sistem.

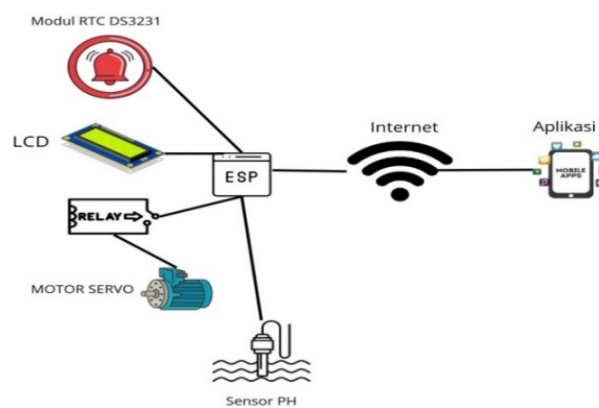


Gambar 1. Rancangan Sistem

Berdasarkan pada gambar 1 di atas memperlihatkan rancangan sistem pemberian pakan ikan hias otomatis dan mengatur kualitas air kolam berbasis mikrokontroler ESP32. Sensor Suhu dan Sensor pH mengukur kondisi air dengan output linguistik kondisi air sehat, kurang sehat dan tidak sehat, kemudian Data dari sensor diolah oleh ESP32, kemudian hasilnya ditampilkan pada LCD, sementara motor servo berfungsi menggerakkan mekanisme pembuka tutup katup pakan.

2.3.2 Blok Diagram

Blok diagram pada penelitian ini dirancang untuk memperlihatkan hubungan antar komponen utama dalam sistem. Sensor-sensor yang digunakan berfungsi untuk mendeteksi kondisi air kolam, kemudian data hasil pembacaan dikirim ke mikrokontroler ESP32 untuk diproses. Selanjutnya, ESP32 mengendalikan motor servo dan perhitungan fuzzy mamdani untuk pemberian pakan, menampilkan informasi pada LCD, serta mengirimkan data ke aplikasi monitoring. Dengan demikian, blok diagram ini memberikan gambaran umum mengenai aliran data dan proses kerja sistem secara keseluruhan.

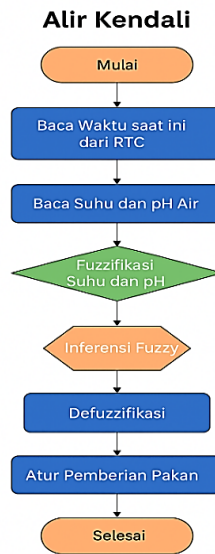


Gambar 2. Blok Diagram

Berdasarkan pada gambar 2 Blok terdiri dari beberapa sensor yang dipasang pada Akuarium, yaitu sensor suhu untuk mengukur suhu kolam, sensor pH untuk mengukur pH kolam. Data dari sensor diproses oleh mikrokontroler ESP32 yang mengendalikan motor servo untuk membuka tutup pakan, serta menampilkan informasi pada LCD. Selanjutnya, data dikirim dan dapat diakses secara real-time oleh aplikasi monitoring melalui komputer maupun smartphone. Dengan demikian, sistem dapat melakukan pemberian pakan secara otomatis sekaligus menyediakan monitoring jarak jauh berbasis IoT.

2.3.3 Flowchart

Menunjukkan alur kerja sistem dalam bentuk flowchart, yang menggambarkan proses pemisahan sampah menjadi dua kategori utama, yaitu organik dan non-organik.



Gambar 3. Flowchart

Flowchart pada gambar 3 di atas menggambarkan alur kerja sistem sistem dimulai ketika alat diaktifkan. Tahap pertama yang dilakukan adalah membaca waktu aktual dari modul RTC (Real Time Clock). RTC berfungsi sebagai pengatur jadwal utama agar sistem dapat menjalankan pemberian pakan secara otomatis pada waktu yang telah ditentukan, seperti pukul 07.00, 13.00, dan 19.00.

Selanjutnya, sistem melakukan pembacaan nilai dari sensor suhu DS18B20 dan sensor pH air untuk mengetahui kondisi lingkungan tempat ikan hidup. Kedua nilai tersebut menjadi parameter utama dalam menentukan apakah kondisi air layak untuk pemberian pakan.

2.4 Teknik Pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen dalam sistem, mulai dari sensor, mikrokontroler, hingga aktuator pemberi pakan, berfungsi sesuai rancangan. Dalam pengujian ini, dilakukan simulasi pemberian pakan berdasarkan input dari sensor suhu dan pH. Sistem akan diuji dengan berbagai skenario lingkungan (misalnya suhu tinggi, pH rendah, dll.) dan diamati apakah output fuzzy sesuai dengan logika yang telah dirancang. Keberhasilan sistem diuji dengan mengamati apakah pakan diberikan dalam jumlah yang tepat dan sesuai dengan kondisi air saat itu.

3. Hasil Dan Pembahasan

Perancangan alat pemberian pakan ikan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pemeliharaan ikan koi, khususnya dalam hal pemberian pakan dan pemantauan kualitas air kolam. Sistem ini mengintegrasikan beberapa komponen utama, yaitu mikrokontroler ESP32, sensor suhu DS18B20, sensor pH air, modul RTC (Real Time Clock), dan motor servo sebagai aktuator katup pakan.

3.1 Hasil Perancangan Alat

Pada tahap perancangan, mikrokontroler ESP32 berperan sebagai otak sistem yang mengatur alur kerja secara keseluruhan. Sensor suhu DS18B20 dipilih karena keakuratannya dalam membaca suhu air dan kemampuannya beroperasi dalam lingkungan yang basah. Sementara itu, sensor pH analog digunakan untuk mendeteksi tingkat keasaman air secara *real-time*.

3.2. Hasil Penelitian

Pengujian dilakukan untuk memastikan kinerja setiap komponen, baik perangkat keras maupun perangkat lunak. Hasil Pengujian Suhu dan pH Air Kolam dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Suhu dan pH Air Kolam

Tanggal	Waktu	Suhu (°C)	pH	Suhu	pH	Output Fuzzy (Pakan)	Jumlah Pakan (gram)
2025-07-01	07:00	29,5	7	Sehat	Sehat	Sedikit	Sedikit (4-6 gram)
2025-07-01	09:00	31,2	6,8	Sehat	Kurang Sehat	Sedang	Sedang (7-9 gram)
2025-07-01	13:00	29,85	6,68	Sehat	Tidak Sehat	Tidak Diberi	0
2025-07-01	19:00	29,2	6,87	Sehat	Tidak Sehat	Tidak Diberi	0
2025-07-02	07:00	28,48	7,4	Sehat	Sehat	Diberi	10
2025-07-02	11:00	28,7	7,2	Sehat	Sehat	Banyak	Banyak (10 gram)
2025-07-02	13:00	27,47	6,91	Sehat	Tidak Sehat	Tidak Diberi	0

3.3 Pembahasan Hasil Penelitian

Sistem pemberian pakan otomatis mampu bekerja sesuai dengan kondisi kualitas air yang terdeteksi oleh sensor suhu dan pH. Rentang suhu selama pengujian berada di kisaran 26,1–31,2 °C dengan rata-rata 28,0 °C, sementara nilai pH tercatat konsisten di sekitar 7,0–7,4, yang berarti berada pada kondisi netral dan sesuai dengan syarat kualitas air ideal. Hasil fuzzifikasi menunjukkan bahwa sebagian besar data masuk ke kategori Suhu Sehat dan pH Sehat, sehingga inferensi fuzzy Mamdani menghasilkan keputusan pemberian pakan dalam kategori “Diberi” dengan jumlah 10 gram. Hal ini terlihat dominan dalam hampir seluruh jadwal uji, khususnya pada waktu 07.00, 13.00, dan 19.00 sesuai jadwal pakan yang ditentukan. Variasi keputusan sistem hanya terjadi pada beberapa kondisi tertentu, misalnya pada tanggal 1 Juli 2025 pukul 07.00 dengan suhu 29,5 °C dan pH 7,0, sistem mengeluarkan pakan dalam kategori Sedikit (4–6 gram). Pada pukul 09.00 hari yang sama, ketika suhu meningkat hingga 31,2 °C dengan pH 6,8 (tergolong kurang sehat), sistem menyesuaikan keputusan menjadi Sedang (7–9 gram). Perbedaan ini menunjukkan bahwa sistem fuzzy Mamdani berhasil merespons variasi kecil pada suhu dan pH dengan memberikan jumlah pakan yang proporsional sesuai kondisi lingkungan. Secara keseluruhan, data menunjukkan bahwa sistem fuzzy Mamdani telah berjalan efektif dan konsisten dalam menyesuaikan jumlah pakan berdasarkan kualitas air.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, sistem menunjukkan kinerja yang adaptif dan responsif terhadap perubahan kondisi air. Sistem berhasil tidak memberikan pakan pada kondisi ekstrem (suhu terlalu dingin dan pH asam), serta memberikan pakan dalam jumlah optimal saat kondisi mendekati ideal. Dengan mengatur pemberian pakan sebanyak tiga kali sehari, sistem ini berperan besar dalam menjaga kesehatan ikan, menghindari pemborosan pakan, serta membantu penggiat ikan hias melakukan pemantauan otomatis yang lebih efisien.

Metode fuzzy logic berhasil diterapkan untuk mengolah nilai suhu dan pH air menjadi keputusan pemberian pakan yang adaptif. Sistem mampu menilai kondisi air sebagai layak atau tidak layak untuk pemberian pakan, dan menentukan jumlah pakan dalam kategori tidak diberi, sedikit, sedang, atau banyak. Namun penggunaan metode fuzzy logic masih dianggap kurang tepat untuk pengambilan keputusan berdasarkan kondisi air

Referensi

- [1] R. Ramadhan and nila feby Puspitasari, "Intelligent waste sorting prototype based internet of things," vol. 10, no. 2, 2023.
- [2] A. Wafi, H. Setyawan, and S. Ariyani, "Prototipe Sistem Smart Trash Berbasis IOT (Internet Of Things) dengan Aplikasi Android," *J. Tek. Elektro dan Komputasi*, vol. 2, no. 1, pp. 20–29, 2020, doi: 10.32528/elkom.v2i1.3134.
- [3] A. B. P. Manullang, Y. Saragih, and R. Hidayat, "Implementasi NodeMCU ESP8266 dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis IoT," *J. Inform. Rekayasa Elektron.*, vol. 4, no. 2, pp. 163–170, 2021, [Online]. Available: <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jireISSN.2620-6900>
- [4] I. yolia dewi Widayanti, J. Maulindar, and Nurchim, "Perancangan Sistem Sampah Organik Dan Anorganik Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor Proximity," *INFOTECH J.*, vol. 9, no. 1, pp. 207–214, 2023, doi: 10.31949/infotech.v9i1.5345.
- [5] F. Albanna, "Pemanfaatan Bot Telegram Sebagai Penunjang Promosi Online Menggunakan Java Script," *J. Manaj. Dirgant.*, vol. 13, no. 2, pp. 113–118, 2020.
- [6] M. Nasir and Dkk, "Penerapan IoT Pada Sistem Pengontrolan Lampu dan AC Berbasis Raspberry Pi," *Proceeding Semin. Nas. Politek. Negeri Lhokseumawe*, vol. 4, no. 1, p. 2, 2021.
- [7] D. Syauby and R. Primananda, "Implementasi Protokol MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) Untuk Monitoring Infus Pasien Secara Terpusat," *Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 1366–1371, 2019.
- [8] "T. Romadhona 'IMPLEMENTASI PROTOKOL MQTT PADA SISTEM DETEKSI KADAR ALKOHOL SUATU CAIRAND,' *Pharmacogn. Mag.*, vol. 75, no. 17, pp. 399–405, 2021," *Pharmacogn. Mag.*, vol. 75, no. 17, pp. 399–405, 2021.
- [9] M. Akbar, S. D. Anjasmara, and K. D. K. Wardhani, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Sensor Proximity dan NodeMCU ESP8266," *J. Komput. Terap.*, vol. 7, no. 2, pp. 290–299, 2021, doi: 10.35143/jkt.v7i2.5178.
- [10] M. Fadli, D. Suherdi, and F. Taufik, "Implementasi Sensor Proximity Induktif Pada Sistem Pemilah Sampah Logam Menggunakan Metode Counter Berbasis Arduino," *J. Sist. Komput. Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, vol. 2, no. 4, pp. 229–235, 2023, doi: 10.53513/jursik.v2i4.7610.