



IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS PADA BUDIDAYA IKAN LELE

Muhammad Ikhsan Saputra ¹, Agus Triyono, ST, MT ², Wahyuni Eka Sari, S.Kom., M.Eng ³

^{1,2} Teknologi Informasi, Teknologi Rekayasa Komputer, Politeknik Negeri Samarinda,

Jl. DR. Ciptomangunkusumo, Kampus Gunung Lipan, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

Email : ikhsanputra376@gmail.com, triyono@polnes.ac.id, wahyunisari52@gmail.com

Abstract

Catfish farming still faces various challenges, particularly in monitoring water quality and feeding, which are typically done manually. This can lead to irregularities, feed wastage, and even fish mortality due to undetected pH changes. Additionally, many farmers do not yet have systems that enable remote monitoring of pond conditions. Therefore, this study developed an automated monitoring and control system based on the Internet of Things (IoT) using an ESP32 microcontroller integrated with pH sensors, RTC, servo motors, and ultrasonic sensors. The pH sensor showed an average difference of 2.57% compared to the pH meter, with a maximum deviation of 4.23% and a minimum of -1.11%. The servo motor operates according to schedule with a movement duration of 1.5 seconds, while the ultrasonic sensor can read water levels in percentage form between 0% and 100% based on a distance of 0–30 cm. This system enables farmers to monitor ponds in real-time via ThingsBoard and improve efficiency in water quality management and automatic feeding.

Keywords: Catfish, IoT, ESP32, pH sensor, Thingsboard.

Abstrak

Budidaya ikan lele masih menghadapi berbagai kendala, terutama dalam pemantauan kualitas air dan pemberian pakan yang umumnya dilakukan secara manual. Hal ini dapat menyebabkan ketidakteraturan, pemborosan pakan, hingga kematian ikan akibat perubahan pH air yang tidak terdeteksi. Selain itu, banyak peternak belum memiliki sistem yang memungkinkan pemantauan kondisi kolam secara jarak jauh. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem monitoring dan kontrol otomatis berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor pH, RTC, motor servo, dan sensor ultrasonik. Sensor pH menunjukkan rata-rata selisih 2,57% dibandingkan pH meter, dengan deviasi maksimum 4,23% dan minimum -1,11%. Servo motor berhasil bekerja sesuai jadwal dengan durasi gerak 1,5 detik, sementara sensor ultrasonik mampu membaca ketinggian air dalam bentuk persentase antara 0% hingga 100% berdasarkan jarak 0–30 cm. Sistem ini memungkinkan peternak memantau kolam secara real-time melalui ThingsBoard dan meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan kualitas air serta pemberian pakan otomatis.

Kata kunci: Lele, IoT, ESP32, Sensor pH, Thingsboard.

Article History

Received: Agustus 2025

Reviewed: Agustus 2025

Published: Agustus 2025

Plagiarism Checker No 235

Prefix DOI :

[10.8734/Koehesi.v1i2.365](https://doi.org/10.8734/Koehesi.v1i2.365)

Copyright : Author

Publish by : Koehesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



PENDAHULUAN

Ikan lele merupakan salah satu komoditas perikanan air tawar yang populer di Indonesia karena rasanya yang gurih dan kandungan nutrisinya yang tinggi. Namun, budidayanya masih menghadapi tantangan seperti keterbatasan lahan, kualitas air yang fluktuatif, dan manajemen pakan yang belum efisien. Sistem budidaya tradisional dianggap membutuhkan biaya dan waktu besar, namun hanya mampu memenuhi sekitar 20% dari total permintaan pasar [1].

Kualitas air menjadi faktor kunci keberhasilan, khususnya parameter seperti pH, suhu, dan kadar oksigen. Ketidakteraturan dalam menjaga parameter ini dapat berdampak buruk terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Selain itu, pemberian pakan secara manual sering kali tidak efektif dan berisiko menimbulkan pemborosan serta perilaku kanibalisme pada ikan [2].

Seiring perkembangan teknologi, pendekatan berbasis Internet of Things (IoT) mulai banyak diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas budidaya. Beberapa penelitian telah merancang sistem pemberian pakan otomatis berbasis Arduino dan RTC [3], integrasi loadcell dan aplikasi Android [4], hingga pengambilan keputusan berbasis logika fuzzy yang menyesuaikan pakan dengan suhu air [5]. Sistem monitoring kualitas air juga telah dikembangkan menggunakan platform IoT seperti Thinger.io [6].

Namun demikian, sebagian besar sistem tersebut masih terbatas pada parameter tertentu dan belum mengintegrasikan keseluruhan aspek seperti pH, suhu, dan ketinggian air dalam satu kesatuan yang adaptif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem IoT terintegrasi yang dapat memantau berbagai parameter kualitas air secara real-time dan mengontrol pemberian pakan secara otomatis dan efisien, guna meningkatkan produktivitas budidaya ikan lele secara berkelanjutan.

TINJAUAN PUSTAKA

Ikan Lele Sangkuriang

Ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) merupakan varietas unggul hasil perbaikan genetika yang memiliki kelebihan seperti pertumbuhan cepat, tahan penyakit, serta teknik pemeliharaan yang sederhana [7]. Sejak masuknya varietas lele dumbo pada 1985, sektor budidaya ikan lele berkembang pesat di Indonesia. Penggunaan teknologi seperti pemijahan buatan yang mengintegrasikan hormon dan prinsip bioteknologi modern telah membantu meningkatkan kualitas dan kuantitas benih [8].

Dosis Pakan Ikan Lele

Pakan memegang peranan penting dalam efisiensi budidaya ikan lele. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya menganjurkan dosis pakan 2–3% dari bobot biomassa ikan per hari. Manajemen pakan yang baik dapat mengurangi risiko stres dan kanibalisme, serta meningkatkan konversi pakan menjadi daging [9]. Pakan juga menyumbang hingga 70% dari biaya produksi, sehingga pengelolaan pakan yang efisien menjadi faktor penentu keberhasilan [10].

**Pembudidayaan Ikan Lele**

Satu siklus produksi lele sangkuriang berlangsung sekitar dua bulan dengan potensi panen enam kali dalam setahun. Pemilihan benih ukuran 5–7 cm yang memiliki adaptasi lingkungan tinggi menjadi standar pasar. Dengan manajemen pakan yang optimal, pertumbuhan ikan dapat mencapai rata-rata 0,13 gram per hari [11].

Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler dual-core hemat daya dengan dukungan Wi-Fi dan Bluetooth yang sangat cocok untuk sistem IoT. Dengan kapasitas RAM 520 KB dan banyak GPIO, ESP32 mampu mengelola banyak sensor dan aktuator secara bersamaan dalam satu sistem [12].

Sensor Ultrasonik

Sensor HC-SR04 bekerja dengan mengirimkan gelombang ultrasonik dan mengukur waktu pantulnya untuk menghitung jarak. Sensor ini efektif untuk mengukur ketinggian air, tetapi memerlukan kalibrasi untuk hasil akurat, misalnya dengan metode regresi linear [13].

Sensor pH

Sensor pH mengukur tingkat keasaman atau kebasaan cairan melalui elektroda berbahan kaca yang mendeteksi konsentrasi ion H_3O^+ . Sensor ini penting untuk menjaga kondisi air tetap optimal dalam budidaya ikan, karena fluktuasi pH dapat memengaruhi kesehatan ikan [14].

Motor Servo

Motor servo mengubah sinyal PWM menjadi gerakan sudut presisi dan banyak digunakan dalam sistem otomatisasi seperti alat pemberi pakan ikan. Keunggulannya ada pada presisi dan kontrol dua arah yang stabil [15].

Platform Thingsboard

ThingsBoard adalah platform IoT open-source yang memungkinkan pengumpulan data, visualisasi real-time, dan manajemen perangkat melalui protokol MQTT, CoAP, dan HTTP. Sistem ini fleksibel dan cocok untuk aplikasi monitoring perikanan [16].

Internet Of Things (IoT)

IoT memungkinkan perangkat fisik seperti sensor dan aktuator untuk saling terhubung dan bertukar data secara otomatis melalui internet. Dalam budidaya ikan, IoT dapat digunakan untuk memantau kondisi lingkungan kolam secara real-time dan mengotomatiskan kontrol sistem [13].

Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak open-source berbasis Java yang digunakan untuk menulis dan mengunggah program ke papan mikrokontroler seperti ESP32. IDE ini mendukung integrasi dengan berbagai sensor dan modul melalui pustaka (library) yang tersedia [17].

Sensor RTC (DS3231)

RTC DS3231 berfungsi mencatat waktu dengan presisi tinggi dan tetap aktif saat sistem mati



karena adanya baterai cadangan. Sensor ini penting dalam sistem penjadwalan otomatis pada proyek IoT [18].

LCD I2C 16x2

LCD 16x2 adalah modul tampilan dua baris yang menampilkan hingga 16 karakter per baris, cocok untuk sistem monitoring. Kompatibel dengan antarmuka I2C, konsumsi dayanya rendah dan mudah diintegrasikan ke mikrokontroler seperti Arduino dan ESP32 [19].

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian

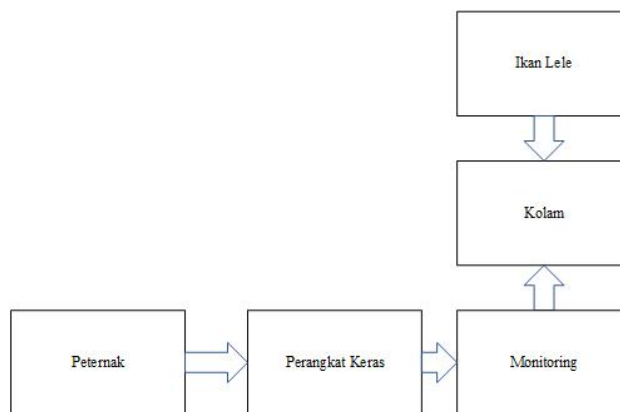
Penelitian ini menggunakan metode eksperimen langsung dan observasi untuk mengembangkan sistem monitoring kualitas air dan pemberian pakan otomatis pada budidaya ikan lele berbasis Internet of Things (IoT). Tahapan dimulai dari analisis kebutuhan sistem, pemilihan komponen, serta pengumpulan referensi terkait. Komponen utama yang digunakan meliputi mikrokontroler ESP32, sensor pH, sensor ultrasonik, RTC, motor servo, dan platform ThingsBoard sebagai media monitoring jarak jauh.

Setelah analisis, dilakukan perancangan sistem berupa diagram blok dan skematik rangkaian menggunakan perangkat lunak bantu seperti Fritzing dan Tinkercad. Perangkat keras kemudian dirakit sesuai desain, dan seluruh komponen diuji konektivitas serta kestabilan dayanya. Pemrograman sistem dilakukan melalui Arduino IDE untuk membaca data dari sensor, menjalankan logika pemberian pakan otomatis, serta mengirim data ke ThingsBoard secara real-time melalui jaringan Wi-Fi.

Tahap akhir adalah implementasi dan uji coba lapangan untuk memastikan sistem berjalan sesuai fungsi. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap data manual, serta mengamati kinerja sistem dalam mengelola pH air dan pemberian pakan secara efisien dan terjadwal. Hasil uji coba menjadi dasar untuk menilai keandalan sistem sebelum diterapkan lebih lanjut dalam skala nyata.

Metode Penelitian

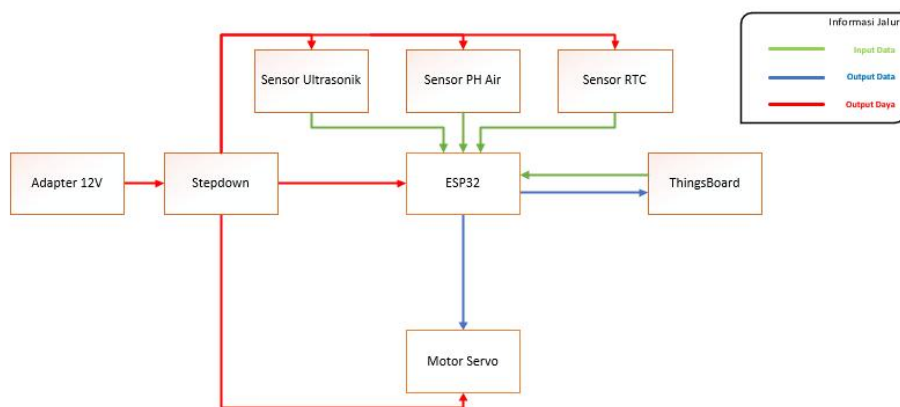
Sistem dirancang untuk mengotomatisasi pemberian pakan dan memantau kualitas air kolam ikan lele menggunakan ESP32. Sensor pH digunakan untuk membaca keasaman air, sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air, dan RTC sebagai penjadwal pemberian pakan otomatis melalui motor servo. Seluruh data dikirim secara real-time ke platform ThingsBoard untuk monitoring jarak jauh, sehingga peternak dapat memantau dan mengontrol kondisi kolam secara efisien.



Gambar 1. Diagram Blok Analisis Sistem

1. Diagram Blok

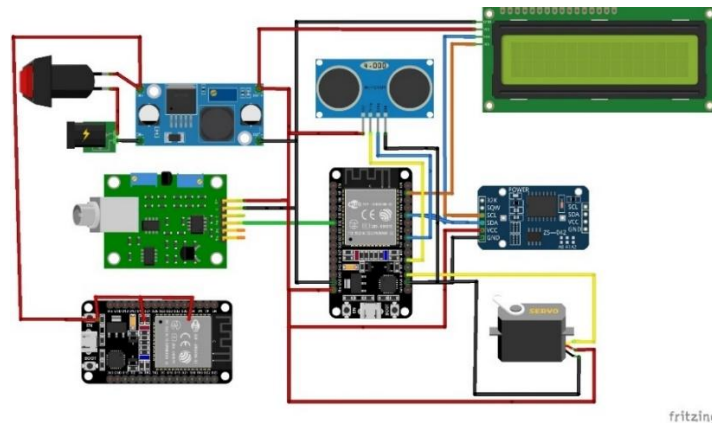
Desain diagram blok digunakan untuk menggambarkan hubungan antar komponen utama dalam sistem. Gambar 2 menunjukkan alur kerja dan interaksi antara sensor, mikrokontroler, dan aktuator dalam keseluruhan perangkat yang dirancang.



Gambar 2. Diagram Blok

2. Desain Skematik Perangkat Keras

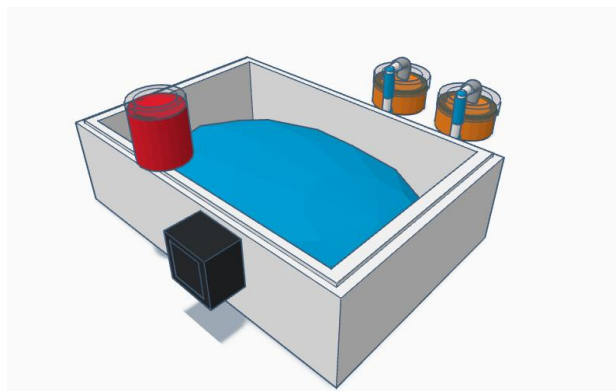
Setelah menentukan komponen, dilakukan perancangan skematik sebagai acuan visual untuk menunjukkan hubungan antar komponen. Gambar 4.3 menggambarkan koneksi sensor dan aktuator dalam sistem secara keseluruhan.



Gambar 3. Desain Skematik Perangkat Keras

3. Desain 3D

Desain 3D Sebagai berikut :



Gambar 4. Desain 3D

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pembuatan Hardware

Perangkat keras sistem monitoring dan kontrol otomatis budidaya ikan lele berhasil dirakit dan diuji dengan baik. Sistem terdiri dari mikrokontroler **ESP32** sebagai pusat kendali yang terintegrasi dengan **sensor pH** untuk memantau tingkat keasaman air, **sensor ultrasonik HC-SR04** untuk mengukur ketinggian air, serta **RTC DS3231** dan **motor servo** untuk penjadwalan pemberian pakan secara otomatis. Data hasil pembacaan sensor ditampilkan secara lokal melalui **LCD I2C 16x2**.

Seluruh komponen disusun secara rapi pada papan percobaan dan dihubungkan dengan catu daya eksternal yang stabil. Sistem telah dikalibrasi untuk memastikan pembacaan sensor pH dan ultrasonik bekerja secara akurat dalam rentang yang dibutuhkan budidaya ikan lele. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat mampu menjalankan fungsinya dengan baik: membaca parameter kualitas air secara konsisten, mengontrol aktuator sesuai jadwal, dan menampilkan data secara

responsif melalui antarmuka ThingsBoard. Dengan sistem ini, proses pemantauan dan pemberian pakan menjadi lebih efisien dan terjadwal tanpa intervensi manual langsung dari peternak.

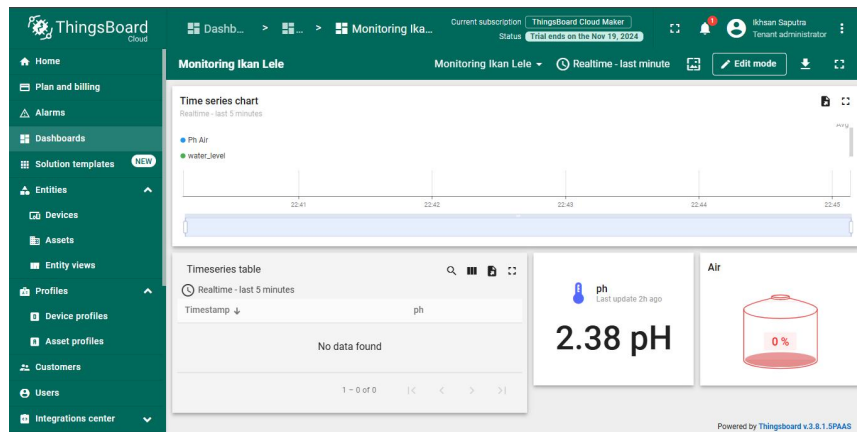


Gambar 6. Hasil Akhir Hardware

Hasil Pembuatan Software

Perangkat lunak yang dikembangkan dalam sistem ini berfungsi untuk mengatur pembacaan sensor, logika otomatisasi pemberian pakan, serta pengiriman dan visualisasi data secara real-time. Program utama ditulis menggunakan **Arduino IDE**, yang mengontrol pengambilan data dari **sensor pH**, **sensor ultrasonik HC-SR04**, dan **modul RTC DS3231**, serta mengaktifkan **motor servo** untuk membuka tempat pakan pada waktu yang telah dijadwalkan. Hasil pembacaan sensor juga ditampilkan secara lokal melalui **LCD I2C 16x2**, memudahkan pengguna dalam melakukan pengecekan langsung.

Seluruh data yang diperoleh dikirim secara otomatis melalui koneksi **WiFi internal ESP32** menggunakan protokol **MQTT** ke platform **ThingsBoard**, yang berperan sebagai dashboard IoT berbasis cloud. Melalui antarmuka ThingsBoard, pengguna dapat **memantau parameter kualitas air** dan aktivitas pemberian pakan secara **real-time**, lengkap dengan visualisasi grafik dan riwayat data. Penggunaan ThingsBoard memungkinkan pemantauan kolam dari jarak jauh melalui perangkat seperti laptop atau smartphone, sehingga meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi dalam pengelolaan budidaya ikan lele. Kombinasi antara kendali lokal dan monitoring berbasis cloud ini menjadikan sistem lebih responsif dan adaptif terhadap kebutuhan operasional peternak.



Gambar 7. Tampilan Dashboard Thingsboard

Hasil Pengujian Sensor pH

Pada pengujian ini peneliti menguji Sensor pH air menggunakan beberapa sampel untuk mengetahui persentase seberapa akurat sensor. Pengujian ini tercatat dalam tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor pH

Tanggal Penelitian	Sampel	Sensor pH (pH)	pH Meter (pH)	Selisih(%)
30 Oktober 2024	Air Kolam Ikan Lele	6.80	7.10	4.23%
30 Oktober 2024	Air Dengan Bubuk pH 4.00	3.88	4.00	3.00%
30 Oktober 2024	Air Kopi	4.92	5.10	3.53%
30 Oktober 2024	Air Minum	7.40	7.50	1.33%
30 Oktober 2024	Air PDAM	6.65	6.80	2.21%
30 Oktober 2024	Air Dengan Bubuk pH 9.00	9.10	9.00	-1.11%

Dari hasil pengukuran di atas, dapat disimpulkan bahwa terdapat variasi antara hasil pengukuran sensor pH dan pH meter pada berbagai sampel air. Selisih persentase antara kedua metode berkisar dari -1,11% hingga 4,23%. Meskipun kedua alat menunjukkan konsistensi yang cukup baik, faktor-faktor seperti kalibrasi alat dan kondisi lingkungan dapat mempengaruhi akurasi pengukuran.

Hasil Pengujian Sensor RTC dan Motor Servo

Pengujian Sensor RTC dan Motor Servo dilakukan untuk mengetahui apakah sistem pemberian pakan otomatis bekerja dan mendeteksi waktu jadwal yang sudah diprogram itu akurat.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor RTC dan Motor Servo



Tanggal Penelitian	Jadwal RTC	Waktu Nyata	Durasi Servo	Status Servo	Keterangan
30 Oktober 2024	8:00:00	7:58:00	1.5 Detik	Bergerak	Pakan Berhasil Diberikan
30 Oktober 2024	13:00:00	12:58:00	1.5 Detik	Bergerak	Pakan Berhasil Diberikan
30 Oktober 2024	17:00:00	16:58:00	1.5 Detik	Bergerak	Pakan Berhasil Diberikan
30 Oktober 2024	20:00:00	19:58:00	1.5 Detik	Bergerak	Pakan Berhasil Diberikan

Sistem pemberian pakan otomatis berfungsi dengan baik meskipun terdapat perbedaan waktu antara jadwal dari RTC dan waktu nyata. Penyesuaian mungkin diperlukan untuk mengatasi keterlambatan waktu pada RTC agar pemberian pakan dapat dilakukan secara lebih akurat.

Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian Sensor Ultrasonik dilakukan untuk mengetahui apakah sistem membaca ketinggian air dengan akurat dimana output yang dikeluarkan adalah persentase.

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Persentase	Jarak (cm)
100	30
90	27
80	24
70	21
60	18
50	15
40	12
30	9
20	6
10	3
0	0

Hasil Pengujian Sensor pH dan Sensor Ultrasonik

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah dua sensor bekerja secara bersamaan.

Tabel 4 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Waktu	Level pH	Level Air(%)
20:09	4.98	36%
20:09	5.03	36%
20:09	6.41	36%
20:09	5.3	36%
20:09	4.99	36%
20:10	6.79	36%



20:11	6.27	36%
20:12	6.66	36%
20:12	6.93	36%
20:13	5.27	36%
20:13	6.39	36%
20:14	6.25	36%
20:15	6.22	36%

Seperti dilihat pada Tabel 4, Sensor pH yang digunakan dalam pengujian menunjukkan ketidakstabilan yang signifikan selama periode pengukuran. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kestabilan sensor pH, terutama pada malam hari, adalah:

1. Kondisi Cuaca: Malam hari sering kali diiringi perubahan suhu dan kelembapan, yang dapat mempengaruhi reaksi kimia dalam air dan pembacaan pH. Penurunan suhu air dapat mengubah kelarutan gas seperti karbon dioksida, yang berpengaruh pada nilai pH.
2. Fluktuasi Suhu: Sensor pH sangat sensitif terhadap suhu. Perubahan suhu yang mendadak dapat menyebabkan pembacaan pH yang tidak konsisten, terutama jika sensor tidak terkalibrasi dengan baik.
3. Kualitas Sensor: Ketidakstabilan juga bisa disebabkan oleh kondisi sensor itu sendiri.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, sistem yang dibuat dalam penelitian berjudul **“Implementasi Internet of Things pada Budidaya Ikan Lele”** telah berhasil menjalankan fungsi utamanya dengan baik. Sistem ini mampu memantau kualitas air kolam melalui pembacaan nilai pH dan ketinggian air secara real-time menggunakan sensor pH PH-4502C dan sensor ultrasonik HC-SR04, serta melakukan pemberian pakan secara otomatis menggunakan motor servo yang dikendalikan oleh modul RTC DS3231. Data yang dikumpulkan ditampilkan melalui LCD dan dikirim ke platform ThingsBoard secara online melalui koneksi WiFi dari ESP32. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berjalan stabil dan responsif, serta dapat membantu meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan kolam ikan lele.

Sebagai pengembangan ke depan, sistem ini disarankan untuk dilengkapi dengan sensor tambahan seperti sensor suhu air guna memperluas cakupan pemantauan lingkungan kolam. Kalibrasi sensor pH juga perlu dilakukan secara berkala untuk menjaga akurasi data. Selain itu, integrasi sistem dengan notifikasi otomatis melalui aplikasi atau pesan instan dapat meningkatkan respons pengguna terhadap kondisi kolam. Untuk mendukung operasional jangka panjang, penggunaan sumber daya listrik alternatif seperti panel surya dapat menjadi solusi hemat energi dan ramah lingkungan.

REFERENSI



- [1] Bimrew Sendekie Belay, “Sistem Kontrol Dan Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Lele Dengan Media Kolam Berbasis Iot,” *γ787*, no. 8.5.2017, pp. 2003–2005, 2022.
- [2] L. Ihtisyamuddin, M. Zakaria, and Mashoedah, “Pengembangan Sistem Monitoring Kualitas Air Dan Pemberi Pakan Otomatis Pada Kolam Budidaya Ikan Lele Berbasis Internet of Things Di Mbs (Muhammadiyah Boarding School) Yogyakarta,” *J. Electron. Educ. Pengemb. Sist. Monit. (Luthfan Ihtisyamuddin)*, vol. 1, no. 2, pp. 3026–0973, 2023.
- [3] D. Herliabriyana, S. Kirono, and H. Handaru, “Sistem Kontrol Pakan Ikan Lele Jarak Jauh Menggunakan Teknologi Internet of Things(IoT),” *J. Ilm. Intech Inf. Technol. J. UMUS*, vol. 1, no. 02, pp. 62–74, 2019, doi: 10.46772/intech.v1i02.70.
- [4] A. A. W. Aisyah, H. Pujiharsono, and M. A. Afandi, “Sistem Monitoring dan Kontrol Pakan Budidaya Ikan Lele menggunakan NodeMCU berbasis IoT,” *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 108–116, 2022, doi: 10.20895/jtece.v4i2.533.
- [5] S. Somantri, G. P. Insany, S. Olis, and K. Kamdan, “Perancangan Sistem Otomatisasi Pemberi Pakan Ikan Lele Berdasarkan Suhu Air Menggunakan Logika Fuzzy Sugeno,” *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 9, no. 2, p. 289, 2023, doi: 10.26418/jp.v9i2.65823.
- [6] A. F. Choiri, “IoT-Based Water Quality Monitoring System for Fish Ponds Using Fuzzy Inference Method,” vol. 11, no. 2, pp. 143–152, 2025.
- [7] H. Haliyani, “PERFORMANSI KINERJA BUDIDAYA PEMBESARAN IKAN LELE SANGKURIANG (*Clarias gariepinus*) DI CV. DAMPO AWANG KECAMATAN JATINANGOR KABUPATEN SUMEDANG, JAWA BARAT,” *Bul. Jalanidhitah Sarva Jivitam*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.15578/bjsj.v2i1.8445.
- [8] A. Nurasni, “Pengaruh suhu dan lama kejutan panas terhadap triploidisasi ikan lele sangkuriang (*Clarias Gariepinus*),” *Indones. J. Appl. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 19–26, 2021.
- [9] A. Qalit, Fardian, and A. Rahman, “Rancang Bangun Prototipe Pemantauan Kadar pH dan Kontrol Suhu Serta,” vol. 2, no. 3, pp. 8–15, 2017.
- [10] D. W. Kurniawan, “Analisa Pengelolaan Pakan Ikan Lele Guna Efisiensi Biaya Produksi Untuk Meningkatkan Hasil Penjualan,” *IQTISHADEquity J. Manaj.*, vol. 2, no. 1, 2020, doi: 10.51804/iej.v2i1.552.
- [11] Alexcandra Sitanggang, Maleha, and Suharno, “STUDI KELAYAKAN USAHA BUDIDAYA



- IKAN LELE SANGKURIANG DI KOTA PALANGKA RAYA (Studi Kasus Usaha Budidaya Lele Sangkuriang Milik Bapak Yayan),” *J. Socio Econ. Agric.*, vol. 15, no. 1, pp. 57–67, 2020, doi: 10.52850/jsea.v15i1.1046.
- [12] M. Dwiyani and R. N. W, “Desain Sistem Pemantauan Kualitas Air pada Perikanan Budidaya Berbasis Internet of Things dan Pengujiannya,” vol. 5, no. 2, pp. 57–61, 2019.
- [13] P. S. F. Yudha and R. A. Sani, “JURNAL EINSTEIN Jurnal Hasil Penelitian Bidang Fisika IMPLEMENTASI SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 SEBAGAI SENSOR PARKIR MOBIL BERBASIS ARDUINO,” *J. Einstein*, vol. 5, no. 3, pp. 19–26, 2017, [Online]. Available: <http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/inpafie-issn:2407-747x,p-issn2338-1981>
- [14] sabri çimen, F. A. Nasution, and Mokhammad Samsul Arif, “No Title,” *Elect. Gov. J. Tata Kelola Pemilu Indones.*, vol. 12, no. 2, p. 6, 2020, [Online]. Available: <https://talenta.usu.ac.id/politeia/article/view/3955>
- [15] A. M. Putra and A. B. Pulungan, “Alat Pemberian Pakan Ikan Otomatis,” *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 2, p. 113, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i2.108580.
- [16] I. P. O. Wisnawa, I. P. W. Prasetya, and C. A. S. Lahallo, “Arsitektur Internet of Things (IoT) Berskala Industri Dengan Fitur Auto Provisioning,” *TIERS Inf. Technol. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 24–30, 2021, doi: 10.38043/tiers.v2i2.3312.
- [17] U. M. Tyas *et al.*, “Implementasi aplikasi arduino ide pada mata kuliah sistem digital 1,2,3,4,” vol. 1, no. April, 2023.
- [18] R. Siregar, D. Setiawan, I. Ishak, and S. Sobirin, “Implementasi Internet OF Thing Dan RTC Pada Smart Watering System Tanaman Kedelai Berbasis Nodemcu,” *J. Sist. Komput. Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, vol. 1, no. 6, pp. 287–295, 2022, doi: 10.53513/jursik.v1i6.6484.
- [19] D. A. Saputra, S. Kom, M. Eng, and N. Utami, “Rancang bangun alat pemberi pakan ikan otomatis berbasis mikrokontroler,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 15–19, 2020.