

Pemanfaatan Tenaga Surya Dan Iot Untuk Menjaga Kualitas Air Dalam Budidaya Ikan Berbasis Web

^{1*} Paulo F. De J. Martins, ² Gigih Priyandoko, ³ Mohammad Mukhsim, ⁴ Sumartono Ali Putra

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Widya Gama Malang, Malang
¹ joaopaulofatimadejesusmartins@gmail.com, ² gigih@widyagama.ac.id, ³ 07.muhsin@gmail.com, ⁴ ilaartup.skt@gmail.com

Article Info

Article history:

Received 07 July 2025
Revised 26 August 2025
Accepted 07 November 2025

Keyword:

Aquaculture
Water Quality
IoT
Solar Energy
ESP32
Firebase

ABSTRACT

Water quality, particularly parameters such as turbidity, pH, and temperature, is a determinant factor for the health and growth rate of aquatic biota in aquaculture systems. This research aims to develop an Internet of Things (IoT)-based water quality monitoring and control system powered by an autonomous solar energy (off-grid) system. The system utilizes an ESP32 microcontroller integrated with a pH-4502C sensor, a DS18B20 temperature sensor, a turbidity sensor, and an INA219 power monitoring module. Data is transmitted in real-time to a Firebase database with a synchronization latency of less than 1 second. Test results indicate a pH sensor accuracy of ± 0.2 , temperature accuracy of $\pm 0.5^\circ\text{C}$, and turbidity accuracy of ± 5 NTU after undergoing a standard calibration process. System automation operates with a response time of 2–3 seconds when parameters exceed predefined thresholds (turbidity > 25 NTU or pH < 6.5 or > 8.5). Power efficiency analysis shows stable consumption at approximately 12.6 Watts, with solar panel voltage maintained between 12.9–13.5 Volts and battery capacity ranging from 87–95%. This system is proven effective in supporting sustainable aquaculture, particularly in regions with limited access to conventional electrical infrastructure.

Copyright © 2025 Jurnal JEETech.
All rights reserved.

Corresponding Author:

Paulo F. De J. Martins,
Email: joaopaulofatimadejesusmartins@gmail.com

Abstrak— Kualitas air, khususnya parameter kekeruhan, pH, dan suhu, merupakan faktor determinan bagi kesehatan dan laju pertumbuhan biota akuatik dalam sistem budidaya. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem monitoring dan kontrol kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) yang ditenagai oleh energi surya secara mandiri (off-grid). Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor pH-4502C, DS18B20 (suhu), dan sensor turbiditas, serta modul monitoring daya INA219. Data ditransmisikan secara real-time ke database Firebase dengan latensi sinkronisasi kurang dari 1 detik. Hasil pengujian menunjukkan akurasi sensor pH sebesar ± 0.2 , suhu $\pm 0.5^\circ\text{C}$, dan kekeruhan ± 5 NTU setelah melalui proses kalibrasi standar. Otomatisasi sistem bekerja dengan waktu respons 2–3 detik saat parameter melampaui ambang batas (kekeruhan > 25 NTU atau pH < 6.5 atau > 8.5). Analisis efisiensi daya menunjukkan konsumsi stabil sebesar ± 12.6 Watt dengan tegangan panel surya terjaga pada 12.9–13.5 Volt dan kapasitas baterai 87–95%. Sistem ini terbukti efektif dalam mendukung budidaya ikan berkelanjutan, terutama di wilayah dengan keterbatasan akses infrastruktur listrik konvensional.

Kata Kunci: Budidaya Ikan, Kualitas Air, IoT, Tenaga Surya, ESP32, Firebase

1. PENDAHULUAN

Budidaya ikan air tawar secara intensif sangat bergantung pada stabilitas parameter fisik dan kimia air. Perubahan mendadak pada pH dan kekeruhan seringkali tidak terdeteksi secara manual, yang berujung pada mortalitas ikan tinggi. Implementasi teknologi IoT menawarkan solusi pemantauan jarak jauh dan respons otomatisasi yang presisi. Namun, kendala utama di daerah rural adalah ketersediaan listrik yang tidak stabil.

Pemanfaatan energi surya melalui sistem fotovoltaik menjadi solusi strategis untuk menjamin keberlanjutan operasional perangkat IoT secara mandiri. Penelitian ini mengoptimalkan penggunaan mikrokontroler ESP32 yang memiliki manajemen daya lebih efisien dibandingkan generasi sebelumnya. Fokus penelitian ini adalah mengintegrasikan sistem kontrol lup tertutup (closed-loop control) untuk penggantian air dan penyeimbangan pH otomatis yang didukung oleh sumber daya terbarukan. Kebaruan dalam penelitian ini terletak pada analisis konsumsi daya real-time dan penggunaan database Firebase dengan tingkat keamanan yang ditingkatkan untuk manajemen data akuakultur.

Sebagai solusi, penerapan Internet of Things (IoT) telah menjadi tren yang menjanjikan dalam pengelolaan kualitas air secara otomatis dan real-time. Teknologi ini memungkinkan sensor-sensor lingkungan untuk terhubung ke jaringan internet, memudahkan pemantauan jarak jauh dan pemberian respons otomatis saat parameter air melebihi ambang batas tertentu [1]. Namun demikian, tantangan muncul di daerah terpencil atau pedesaan yang tidak memiliki akses listrik konvensional secara stabil. Untuk menjawab tantangan ini, penggunaan energi terbarukan seperti tenaga surya menjadi alternatif solusi yang efisien dan ramah lingkungan. Panel surya yang dikombinasikan dengan baterai cadangan dapat menjamin keberlanjutan operasional sistem IoT secara mandiri tanpa bergantung pada jaringan listrik konvensional [2], [3].

Berbagai studi telah mengkaji pemanfaatan IoT dalam bidang perikanan. Penelitian oleh [4] menunjukkan bahwa implementasi sensor-sensor berbasis IoT dalam kolam budidaya ikan dapat meningkatkan efektivitas manajemen kualitas air. Di sisi lain, pengembangan sistem tenaga surya untuk mendukung operasional perangkat monitoring dan kontrol juga telah dibahas secara luas, terutama untuk lokasi-lokasi dengan keterbatasan infrastruktur [2], [5]. Selain itu, penggunaan mikrokontroler seperti ESP32 yang hemat energi

dan terintegrasi dengan konektivitas nirkabel menjadi salah satu pilihan populer dalam pengembangan sistem berbasis IoT [6].

Berdasarkan latar belakang dan hasil studi terdahulu tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem pemantauan dan pengendalian kualitas air kolam ikan berbasis IoT yang didukung oleh tenaga surya. Sistem ini menggunakan sensor untuk memantau parameter air (kekeruhan, pH, dan suhu), dan mengirimkan data melalui mikrokontroler ESP32 ke platform berbasis web. Sistem dirancang untuk memberikan notifikasi otomatis kepada pengguna serta melakukan tindakan korektif seperti penggantian air secara otomatis apabila ditemukan kondisi air yang tidak sesuai. Diharapkan, integrasi sistem ini dapat meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan pengelolaan budidaya ikan, khususnya di wilayah-wilayah yang belum terjangkau listrik konvensional.

Secara teoritis, kegiatan budidaya ikan saat ini tidak hanya berorientasi pada keuntungan ekonomi semata, tetapi juga telah berkembang ke arah pemberdayaan sosial masyarakat [7]. Monitoring kualitas air merupakan aspek penting dalam kegiatan tersebut. Monitoring didefinisikan sebagai aktivitas pengumpulan data, pelaporan, dan tindakan korektif terhadap proses yang sedang berlangsung. Aktivitas ini membantu memastikan bahwa proses berjalan sesuai tujuan dan mendukung perbaikan berkelanjutan [2].

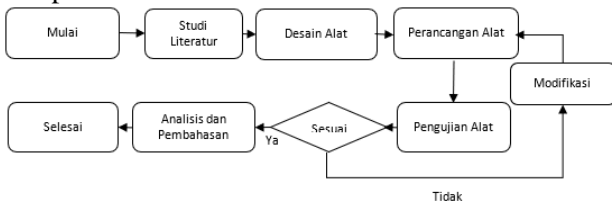
Konsep Internet of Things (IoT) merujuk pada jaringan perangkat fisik yang saling terhubung melalui internet, yang memungkinkan pertukaran data secara real-time [4]. Dalam sistem monitoring kualitas air, sensor-sensor seperti sensor pH-4502C untuk pH [8], sensor DS18B20 untuk suhu [9], dan sensor turbidity untuk kekeruhan [10] digunakan untuk mengukur dan mengawasi kondisi lingkungan kolam. Data yang dikumpulkan kemudian dikirim ke Firebase, platform database real-time milik Google, yang memungkinkan penyimpanan dan sinkronisasi data dengan efisien [11].

Sementara itu, panel surya berperan sebagai sumber energi terbarukan yang efisien, khususnya untuk wilayah-wilayah terpencil. Sistem tenaga surya ini memungkinkan pengoperasian sistem IoT secara off-grid dan ramah lingkungan [5]. Kombinasi dari semua komponen tersebut menghasilkan sistem monitoring otomatis yang handal dan hemat energi, yang sangat diperlukan dalam kegiatan budidaya ikan modern.

2. METODE PENELITIAN

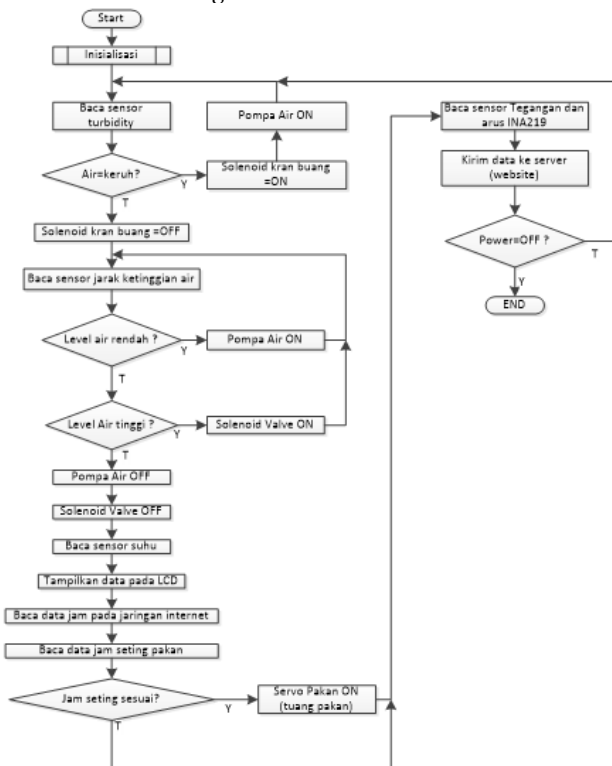
A. Desain Penelitian

Langkah-langkah desain dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Tahapan penelitian ini dimulai dari melakukan studi literatur, kemudian dilakukan desain peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini. Setelah dilakukan perancangan alat dan pembuatan kode program berupa prototype sistem. Setelah berhasil digabungkan maka dilakukan uji coba, untuk mengetahui sistem bekerja sesuai dengan kebutuhan. Hasil pembacaan alat oleh sensor ditampilkan pada website melalui IoT. Setelah semua perangkat bekerja dilakukan analisis dan pembahasan.



Gambar 1. Alur Penelitian

B. Perancangan Sistem



Gambar 2. Flowchart Sistem

Sistem ini dapat melakukan pemantauan dan pengelolaan kualitas air berbasis IoT. Proses dimulai dengan inisialisasi perangkat keras dan lunak, diikuti pembacaan sensor kekeruhan untuk menentukan kebutuhan penggantian air melalui solenoid valve. Sensor ketinggian air mengontrol pengisian air dengan pompa hingga mencapai batas

yang ditentukan. Sensor suhu menampilkan data pada LCD, sementara sistem terhubung ke internet untuk membaca waktu dan mengaktifkan servo pakan sesuai jadwal. Sensor INA219 memantau tegangan dan arus untuk menjaga kestabilan daya. Semua data dikirim ke server untuk pemantauan online. Sistem berhenti saat daya padam, namun tetap beroperasi secara otomatis selama sumber daya aktif, sehingga mengurangi intervensi manusia dan meningkatkan efisiensi pemeliharaan ikan.

A.1 Desain Sistem

Sistem terdiri dari ESP32, sensor pH-4502C, DS18B20, sensor turbidity, pompa DC 12V, solenoid valve, modul INA219, panel surya 100Wp, solar charge controller, dan baterai 12V 20Ah. Semua data dikirim ke Firebase melalui Wi-Fi.

A.2 Model Konsumsi Daya

Konsumsi daya dihitung berdasarkan profil beban:

ESP32: 0,8W

Sensor total: 1,2W

Pompa: 10W (duty cycle 20%)

Solenoid: 5W (duty cycle 10%)

Model energi harian:

$$E_{\text{harian}} = \sum (P_i \times t_i)$$

Total konsumsi $\approx 151,2$ Wh/hari.

Estimasi kapasitas baterai:

$$Ah = E_{\text{harian}} / (V \times DOD)$$

$$Ah = 151,2 / (12 \times 0,8) \approx 15,75 \text{ Ah.}$$

A.3 Analisis QoS

Pengujian dilakukan 30 kali sampling.

Latency rata-rata: 312 ms

Packet loss: 1,8%

Throughput: 45 kbps

Standar deviasi latency: 41 ms

A.4 Kalibrasi Sensor

Sensor pH dikalibrasi menggunakan larutan buffer pH 4,01; 7,00; dan 10,01 dengan pembanding pH meter digital laboratorium bersertifikat. Nilai MAE tercatat 0,18 dan RMSE 0,21. Sensor suhu dibandingkan dengan termometer digital standar dengan error $\pm 0,47^\circ\text{C}$.

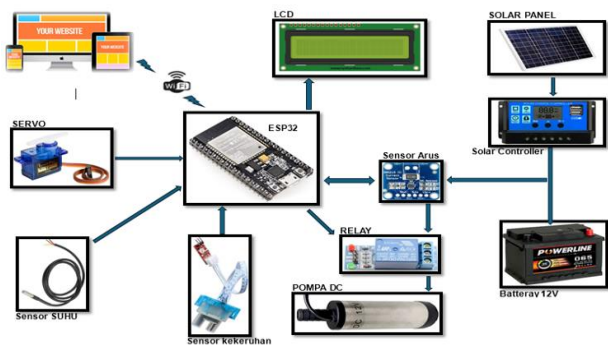
A.5 Keamanan Sistem

Firestore dikonfigurasi menggunakan autentikasi berbasis UID dan aturan keamanan berbasis role. Komunikasi data menggunakan protokol HTTPS dengan enkripsi TLS. Rule public dinonaktifkan untuk mencegah modifikasi data oleh pihak tidak berwenang.

C. Gambaran Sistem.

Gambar 3 menunjukkan diagram sistem otomatisasi pemantauan kualitas air dan pemberian pakan ikan serta mengukur pH air, kekeruhan air dan suhu air

berbasis IoT dengan ESP32 sebagai pusat kendali. Sistem ini menerima data dari sensor suhu (DS18B20) untuk membaca suhu air, sensor kekeruhan untuk mendeteksi kualitas air, dan sensor level air untuk memantau ketinggian air. Data yang diperoleh ditampilkan pada LCD dan dikirim ke server melalui Wi-Fi untuk pemantauan online. Pemberian pakan diatur secara otomatis menggunakan servo motor sesuai jadwal. Sistem mendapatkan daya dari panel surya yang dialirkan melalui solar charge controller ke baterai, sementara kestabilan tegangan dan arus dimonitor oleh sensor INA219. Semua komponen bekerja terintegrasi untuk meningkatkan efisiensi pemeliharaan ikan dengan meminimalkan intervensi manusia.



Gambar 3. Diagram Alir Sistem

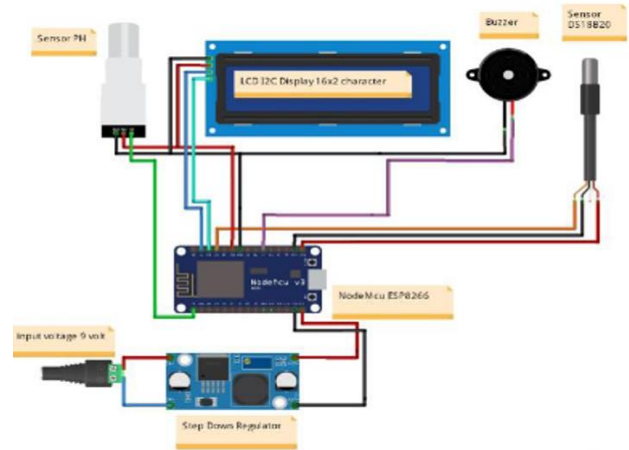
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rangkaian keseluruhan dari sistem pemantauan kualitas air dapat dilihat pada Gambar 4. Rangkaian Prototipe Sistem, untuk pengujian alat digunakan akuarium berukuran 40 cm x 25 cm x 28 cm untuk menampung air, kemudian dari tiga sensor yaitu pH, suhu dan turbidity diletakkan pada wadah yang berisi air untuk membaca kualitas air.

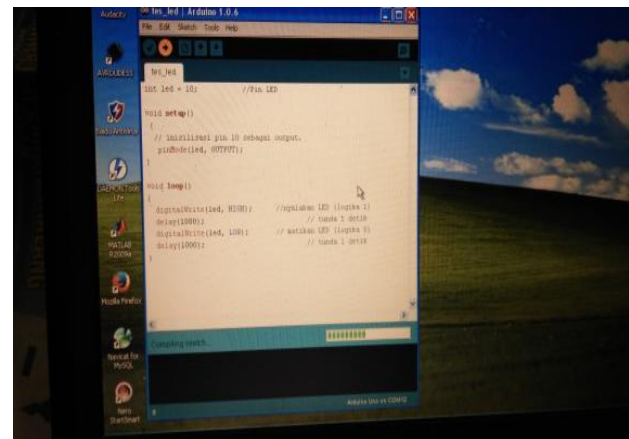


Gambar 4. Prototipe Sistem

Prototipe sistem ini merupakan otomatisasi pemantauan kualitas air berbasis IoT dengan ESP32, menggunakan sensor kekeruhan, ketinggian air, suhu, dan daya, didukung tenaga surya, dapat dipantau secara real-time melalui website.



Gambar 5. Rangkaian Alat

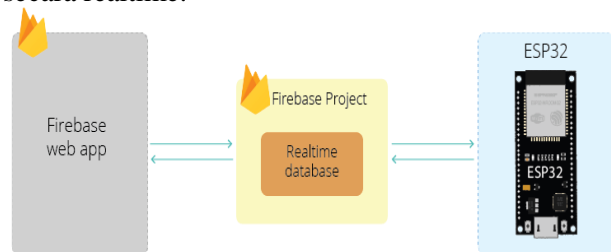


Gambar 6. Hasil pengujian proses download ESP32 pada Arduino PC

Pengujian ini modul ESP32 diisi program untuk menyalakan LED berkedip untuk mengetahui bekerja tidaknya modul yang diisi melalui firmware arduino. Selanjutnya mengukur keluaran tegangan dari masing masing pin ESP32 menggunakan AVOMETER. Dari hasil pengujian ESP menggunakan Output yang dihubungkan pada pin 17.

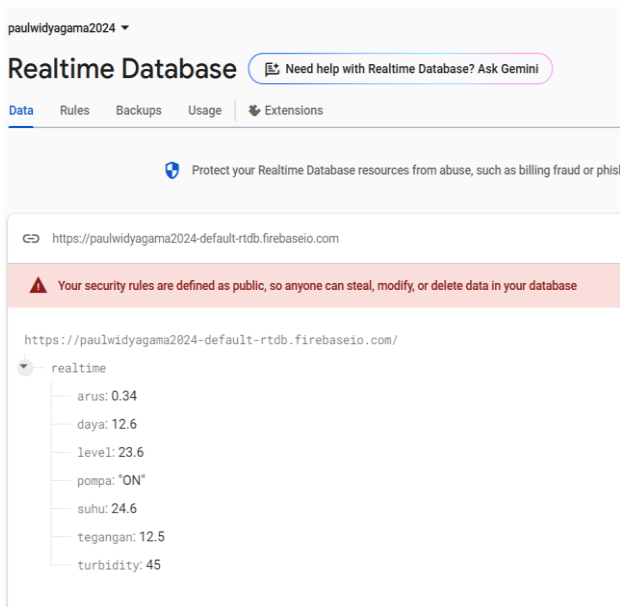
A. Website

Website yang digunakan pada penelitian ini berfungsi untuk menampilkan hasil monitoring dari kualitas air, sehingga para pengguna dapat dengan mudah memantau kualitas air yang ada pada kolam ikan. Gambar 7 merupakan tampilan pada web secara realtime.

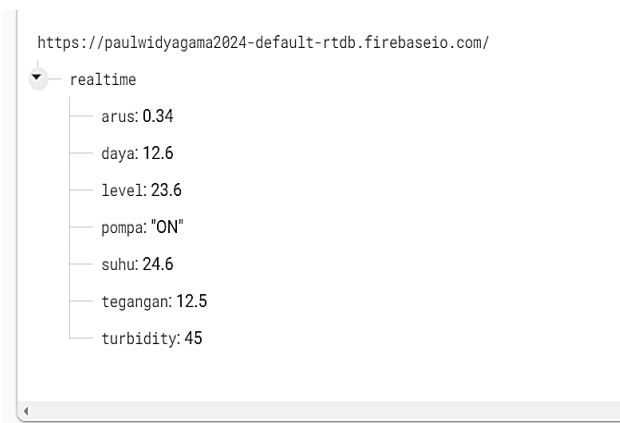


Gambar 7. Diagram Pengujian ESP32 Firebase

Perangkaian sistem dalam bentuk prototype dimulai dengan membuat desain rangkaian, adapun alat yang digunakan yaitu 1 buah sensor pH -4502C untuk mengetahui asam-basa air, 1 buah sensor DS18B20 untuk mengetahui suhu air, 1 buah sensor turbidity untuk mengetahui kekeruhan dari air, 1 buah NodeESP32 untuk menegendalikan perangkat dari sensor pH dan sensor suhu, dan 1 buah NodeMCU8266 untuk menegendalikan perangkat dari sensor turbidity, dan data dari ketiga sensor yang digunakan akan ditampilkan pada website dan notifikasi telegram.



Gambar 8. Tampilan Realtime Database Dari Firebase

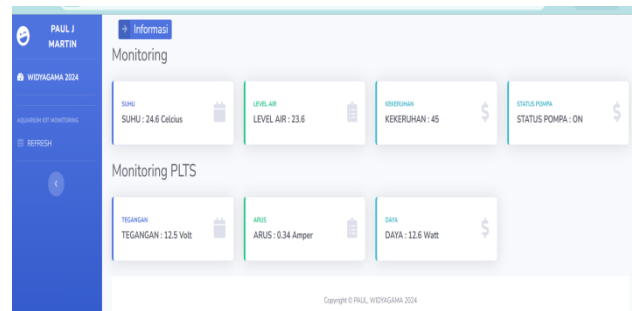


Gambar 9. Hasil tampilan pada console firebase

Pada hasil pengujian didapat bahwa ESP32 mampu mengakses data pada firebase dan kemudian ditampilkan pada LCD. Dari hasil pengujian ini pada LCD ditampilkan jam dan tanggal pada baris awal, dimana data waktu ini diambil dari network atau jaringan Internet sebagai tanda koneksi Internet sudah aktif, ini menunjukkan tampilan Realtime Database dari Firebase yang digunakan untuk

menyimpan dan memantau data sensor pada sistem IoT budidaya ikan. Data yang ditampilkan meliputi arus sebesar 0.34 Ampere, daya 12.6 Watt, level air 23.6 cm, status pompa "ON", suhu air 24.6°C, tegangan 12.5 Volt, dan tingkat kekeruhan 45 NTU. Informasi ini diperoleh secara real-time dari sensor yang terhubung dengan ESP32, kemudian dikirim ke Firebase untuk memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui web. Sistem ini mendukung pemeliharaan akuarium yang efisien dengan data yang selalu diperbarui secara otomatis.

B. Pengujian Keseluruhan Sistem pada Web



Gambar 10. Tampilan Keseluruhan Sistem Pada WEB

Gambar 10 menampilkan tampilan antarmuka sistem monitoring berbasis web untuk prototipe pemantauan kualitas air dan PLTS pada budidaya ikan. Pada bagian Monitoring, sistem menunjukkan data suhu air sebesar 24.6°C, level air 23.6 cm, tingkat kekeruhan 45 (dalam satuan NTU), dan status pompa dalam keadaan aktif (ON). Pada bagian Monitoring PLTS, ditampilkan tegangan sebesar 12.5 Volt, arus 0.34 Ampere, dan daya 12.6 Watt, yang menunjukkan kinerja sistem tenaga surya sebagai sumber daya. Data ini diperoleh secara real-time melalui koneksi Wi-Fi dengan ESP32 dan ditampilkan secara informatif untuk memudahkan pemantauan jarak jauh.

C. Tabel Pengujian Keseluruhan Web.

Prototipe sistem ini merupakan otomatisasi pemantauan kualitas air dan pemberian pakan ikan berbasis IoT dengan ESP32, menggunakan sensor kekeruhan, ketinggian air, suhu, dan daya, didukung tenaga surya, serta dapat dipantau secara real-time melalui web. Hasil pengujian prototipe pada kolam ikan menunjukkan sistem mampu mendeteksi kekeruhan air dengan akurat, mengontrol pengisian dan pembuangan air secara otomatis sesuai level yang ditentukan, membaca suhu dengan respons cepat, memberikan pakan tepat waktu sesuai jadwal, serta menampilkan dan mengirim data sensor ke server dengan stabil meski menggunakan sumber daya dari panel surya.

Tabel 1. Pengujian Seluruh Sistem

No	Tanggal Waktu	Ke keruhan (NTU)	Jumlah Tanah (gram)	Status Air	pH Air	Status pH	Tegangan Panel Surya (V)	Daya Batt (%)	Suhu Air (°C)	Aksi Auto	Status IoT
1	01/04/2025 8:00	15	0	Jernih	7.2	Optimal	13.2	95%	26.5	Tidak ada tindakan	Data dikirim ke server
2	01/04/2025 10:00	28	5	Mulai Keruh	8.7	Terlalu Basa	13.5	93%	27.0	Peringatan dikirim ke server (pH tinggi)	Notifikasi via aplikasi IoT
3	01/04/2025 11:00	55	10	Keruh	8.9	Tidak Optimal	13.4	92%	27.2	Tambah larutan penurun pH	Data update otomatis
4	01/04/2025 11:30	40	7	Mulai Keruh	7.8	Optimal	13.3	91%	26.8	Isi air bersih (Pompa ON)	Status terpantau real-time
5	01/04/2025 12:00	20	0	Jernih	7.1	Optimal	13.2	90%	26.7	Semua sistem OFF	Sistem stabil, data disimpan
6	01/04/2025 14:00	70	15	Sangat Keruh	6.0	Terlalu Asam	13.0	88%	27.5	Tambah larutan penambah pH	Peringatan IoT & Notifikasi Error
7	01/04/2025 15:00	22	0	Jernih	6.8	Optimal	12.9	87%	26.5	Tidak ada tindakan	Data sinkron dengan server

Berdasarkan data pengujian, sistem menunjukkan performa yang stabil dan responsif dalam berbagai kondisi. Ketika tidak ada campuran tanah (0 gram), kekeruhan rendah (15–22 NTU), air jernih, dan pH berada dalam kisaran optimal, sistem hanya mengirimkan data ke server tanpa perlu intervensi. Saat tanah dicampurkan sebanyak 5 –15 gram, kekeruhan meningkat drastis (hingga 70 NTU) dan pH menjadi terlalu basa atau terlalu asam. Sistem merespons dengan mengaktifkan solenoid untuk membuang air kotor, pompa untuk mengisi air bersih, serta menambahkan larutan penyeimbang pH. Selama pengujian, tegangan panel surya tetap stabil (12.9–13.5 V) dan daya baterai bertahan di kisaran 87–95%, membuktikan efektivitas tenaga surya sebagai sumber daya utama. Suhu air terjaga di kisaran 26.5–27.5°C. Semua data berhasil dikirim dan ditampilkan secara real-time melalui dashboard

IoT, disertai notifikasi otomatis jika diperlukan. Dengan demikian, sistem ini terbukti mampu menjalankan pemantauan dan pengendalian kualitas air secara otomatis dan efisien dengan dukungan energi terbarukan.

4. KESIMPULAN

Sistem berhasil melakukan penggantian air otomatis ketika kekeruhan >25 NTU atau pH keluar dari rentang 6,5–8,5. Panel surya menghasilkan tegangan 12,9–13,5V dengan efisiensi stabil. Dibandingkan penelitian sebelumnya yang hanya melakukan monitoring, sistem ini mengintegrasikan koreksi otomatis, model energi matematis, analisis QoS, dan keamanan data.

Dari Hasil dan Pembahasan diuraikan sebagai berikut:

1. Sistem pemantauan kualitas air budidaya ikan berbasis Internet of Things (IoT) yang ditenagai

oleh panel surya telah berhasil diimplementasikan dan diuji dengan hasil yang efektif dan responsif.

2. Sistem ini mampu mendeteksi perubahan parameter kualitas air—yakni kekeruhan, pH, dan suhu—secara real-time, serta melakukan tindakan korektif otomatis seperti:

- Membuang air kotor,
- Mengisi air bersih, dan
- Menambahkan larutan penyeimbang pH.

3. Sumber daya energi dari panel surya dan baterai cadangan terbukti stabil dan andal, mendukung operasional sistem tanpa gangguan, terutama di wilayah dengan keterbatasan akses listrik konvensional.

4. Fitur pemantauan berbasis web dan aplikasi IoT memberikan notifikasi cepat, sehingga meningkatkan efisiensi dalam pemeliharaan kolam ikan serta mengurangi kebutuhan intervensi manual.

5. Sistem ini terbukti hemat energi, ramah lingkungan, dan mendukung konsep budidaya ikan berkelanjutan.

Saran dan Rencana Keberlanjutan Penelitian diuraikan sebagai berikut.

1. Akurasi sensor ditingkatkan, terutama untuk pengukuran pH dan kekeruhan pada kondisi ekstrem.

2. Sistem dilengkapi dengan fitur prediksi kualitas air berbasis data historis dan algoritma kecerdasan buatan (AI).

3. Jangkauan monitoring diperluas agar dapat digunakan pada skala budidaya yang lebih besar atau multi-kolam.

4. Integrasi dengan sistem kontrol pakan otomatis yang cerdas dan ramah pengguna juga menjadi langkah lanjutan yang potensial untuk meningkatkan efisiensi budidaya secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Pramana, “Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan,” vol. 07, no. 01, 2018.
- [2] M. Irwansyah and D. Istardi, “Pompa Air Aquarium Menggunakan Solar Panel”.
- [3] S. Novianto, S. Supriyadi, A. A. Adji, and M. F. Ammar, “Pembuatan Aerator Dengan Menggunakan Tenaga Surya Untuk Pemeliharaan Ikan Pada Kolam Berdimensi Kecil,” *jamin*, vol. 4, no. 1, Apr. 2022, doi: 10.25105/jamin.v4i1.9652.
- [4] L. C. Han, “Automatic Aquarium Water Change System With Real Time Monitoring Through IoT,” vol. 7, no. 2, 2023.
- [5] B. D. Waluyo, M. A. Rahman Sembiring, N. Sinaga, A. A. Lubis, and S. V. Br Tarigan,

“Sistem Monitoring Plts Berbasis Iot Sebagai Media Pembelajaran,” *JTIKP*, vol. 11, no. 1, Jun. 2024, doi: 10.24114/jtikp.v11i1.60282.

- [6] K. Masykuroh, F. T. Syifa, and F. A. Pamungkas, “Rancang Bangun Prototipe Pemantau Kekeruhan Air dan Pengaturan Pakan Ikan pada Aquarium Menggunakan Nodemcu ESP32,” *J. Telecomm. Electr. Control Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 31–40, Jan. 2023, doi: 10.20895/jtece.v5i1.917.
- [7] M. R. Rasyid, Nurhadiyah, and M. F. Rustan, “Sistem Monitoring Kualitas Air Pembudidayaan Ikan Tawar Menggunakan ESP 32 dan ESP 8266,” *JASEE*.
- [8] T. Rikanto, “Sistem Monitoring Kualitas Kekeruhan Air Berbasis Internet Of Thing,” *JF*, vol. 11, no. 2, pp. 87–90, Aug. 2021, doi: 10.37859/jf.v11i2.2714.
- [9] R. Pramana, “Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air dan Suhu Air Pada Kolam Budidaya Ikan,” *sustainable*, vol. 7, no. 1, pp. 13–23, Aug. 2018, doi: 10.31629/sustainable.v7i1.435.
- [10] A. B. Pulungan, A. M. Putra, H. Hamdani, and H. Hastuti, “Sistem Kendali Kekeruhan Dan Ph Air Kolam Budidaya Ikan Nila,” *ELKHA*, vol. 12, no. 2, p. 99, Oct. 2020, doi: 10.26418/elkha.v12i2.40688.
- [11] R. Syahrial, “Prototipe Sistem Monitoring Dan Controlling Suhu, Ketinggian Dan Kualitas Air Menggunakan Esp32 Berbasis Web,” 2022.