

PERANCANGAN ALAT STERILISASI AIR KOLAM IKAN
MENGUNAKAN TEKNOLOGI OZONEFakhrul Hendri¹, Muhammad Bayu Adjie Dhiastra¹, Peprizal¹, Lesta¹¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Corresponding Author: fakhrulhendri28@gmail.com

ABSTRAK

Kualitas air merupakan faktor penting dalam budidaya ikan koi karena memengaruhi pertumbuhan, kesehatan, dan kelangsungan hidup ikan. Penelitian ini bertujuan merancang dan merealisasikan alat sterilisasi air kolam ikan menggunakan teknologi ozon berbasis ESP32 dan Internet of Things (IoT) untuk memantau kualitas air secara real-time. Sistem terdiri atas ESP32, sensor pH DFRobot, sensor turbidity DFRobot, sensor arus ACS712, sensor tegangan ZMPT101B, ozone generator, dua pompa air, aerator, modul relay, LCD 16×2 I²C, dan Node-RED. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) meliputi perancangan, perakitan, pengujian, dan analisis sistem. Hasil pengujian menunjukkan nilai pH meningkat dari 6,8 menjadi 7,4, sedangkan tingkat kekeruhan menurun dari 100% menjadi 0% setelah proses sterilisasi selama 60 menit. Pengamatan terhadap empat ekor ikan koi selama empat hari menunjukkan seluruh ikan tetap hidup dalam kondisi normal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan kualitas air serta mendukung monitoring berbasis IoT secara efektif.

Kata kunci: ESP32, Internet of Things (IoT), ozone generator, kualitas air, sterilisasi air.

ABSTRACT

Water quality is a crucial factor affecting the growth, health, and survival of koi fish. This study aimed to design and implement a fish pond water sterilization system using ozone technology based on the ESP32 microcontroller and the Internet of Things (IoT) for real-time water quality monitoring. The proposed system consists of an ESP32, DFRobot pH sensor, DFRobot turbidity sensor, ACS712 current sensor, ZMPT101B voltage sensor, ozone generator, two water pumps, aerator, relay module, 16×2 I²C LCD, and Node-RED platform. The Research and Development (R&D) method was employed, including system design, hardware implementation, testing, and data analysis. Experimental results showed that the water pH increased from 6.8 to 7.4, while turbidity decreased from 100% to 0% after 60 minutes of ozone treatment. A four-day observation of four koi fish confirmed normal survival throughout the testing period. The developed system effectively improved water quality and enabled real-time IoT-based monitoring.

Keywords: ESP32, Internet of Things (IoT), ozone generator, water quality, water sterilization.

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi besar pada sektor perikanan air tawar, salah satunya budidaya ikan koi (*Cyprinus carpio*) yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena bentuk, warna, dan corak tubuhnya yang menarik. Keberhasilan budidaya ikan koi sangat dipengaruhi oleh kualitas air sebagai media pemeliharaan. Parameter seperti pH, suhu,

oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*), amonia, nitrat, dan tingkat kekeruhan perlu dijaga agar tetap berada pada kisaran yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan dan kesehatan ikan (Riska *et al*, 2022). Penurunan kualitas air dapat menyebabkan ikan mengalami stres, menurunkan daya tahan tubuh, serta meningkatkan risiko terserang penyakit (Sugiarto *et al.*, 2021). Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu menjaga kualitas air secara efektif dan berkelanjutan.

Salah satu teknologi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kualitas air adalah sterilisasi menggunakan ozon (*ozone*). Ozon memiliki kemampuan oksidasi yang tinggi sehingga mampu mengurangi mikroorganisme patogen, mengoksidasi senyawa organik, menghilangkan bau, serta meningkatkan kejernihan air tanpa meninggalkan residu kimia berbahaya (Powell and Scolding, 2018). Perkembangan mikrokontroler dan *Internet of Things* (IoT) juga memungkinkan proses monitoring kualitas air dilakukan secara *real-time*. ESP32 menjadi salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan karena telah dilengkapi modul Wi-Fi sehingga mampu mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke platform monitoring melalui jaringan internet (Pramana, 2018).

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem monitoring kualitas air maupun sistem sterilisasi menggunakan *ozone generator* (Rosandi *et al.*, 2018). mengembangkan sistem monitoring kualitas air berbasis ESP32, sedangkan (Atmojo *et al.*, 2020). mengembangkan sistem purifikasi air menggunakan *ozone generator*. Penelitian lain menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT mampu meningkatkan kemudahan monitoring kualitas air secara jarak jauh (Fakhriza *et al.*, 2021). Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut masih memiliki keterbatasan karena umumnya hanya berfokus pada fungsi monitoring atau sterilisasi secara terpisah. Selain itu, integrasi monitoring parameter kelistrikan menggunakan sensor ACS712 dan ZMPT101B, penggunaan Node-RED sebagai media monitoring *real-time*, serta fitur kontrol manual pada sistem belum banyak diterapkan dalam satu platform (Efendi *et al.*, 2020).

Berdasarkan research gap tersebut, penelitian ini mengembangkan alat sterilisasi air tambak untuk media pemeliharaan ikan koi menggunakan teknologi ozon berbasis ESP32 dan Internet of Things (IoT) (Olanubi *et al*, 2024). Sistem mengintegrasikan sensor pH DFRobot, sensor turbidity DFRobot, sensor arus ACS712, sensor tegangan ZMPT101B, *ozone generator*, Node-RED, serta kontrol manual melalui push button dalam satu sistem terintegrasi. Pengujian dilakukan menggunakan 10.000 mL air tambak sebagai media uji dan dilanjutkan dengan pengamatan empat ekor ikan koi selama empat hari untuk mengevaluasi efektivitas sistem. Kontribusi penelitian ini adalah menghasilkan sistem sterilisasi yang mengintegrasikan proses sterilisasi, monitoring kualitas air, monitoring parameter kelistrikan, serta pengendalian otomatis dan manual dalam satu platform berbasis ESP32 sehingga lebih praktis dan mudah diterapkan pada budidaya ikan koi (Zafi *et al*, 2024).

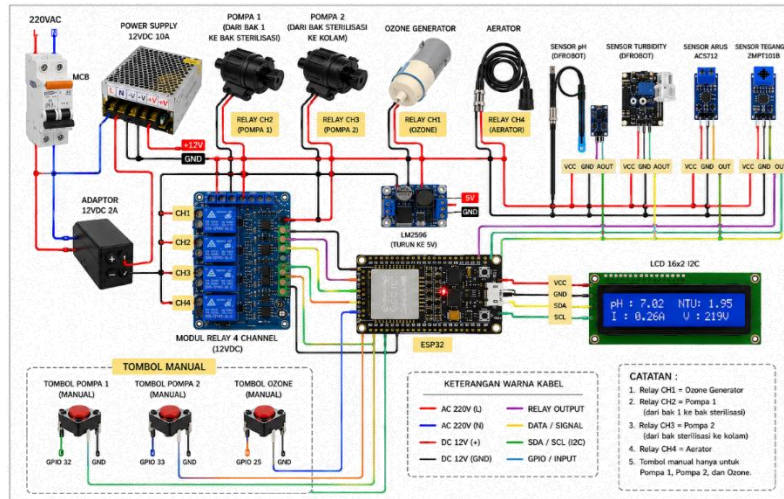
2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) untuk merancang, merealisasikan, dan menguji alat sterilisasi air kolam ikan berbasis ESP32 dan teknologi ozon. Tahapan penelitian meliputi perancangan sistem, perakitan alat, pengujian sensor, pengujian sistem, serta analisis data. Sistem juga dilengkapi dengan monitoring kualitas air secara *real-time* melalui platform Node-RED.

2.1 Blok Diagram

Perancangan sistem menggunakan blok diagram untuk menggambarkan hubungan antar

komponen pada alat sterilisasi air. ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali yang memproses data dari sensor pH, *turbidity*, arus, dan tegangan untuk mengendalikan *ozone generator*, pompa air, dan aerator melalui modul relay. Hasil pengukuran ditampilkan pada LCD 16×2 I²C dan dikirim ke Node-RED melalui Wi-Fi sehingga dapat dipantau secara *real-time*. Sistem juga dilengkapi tiga *push button* untuk pengoperasian secara manual.

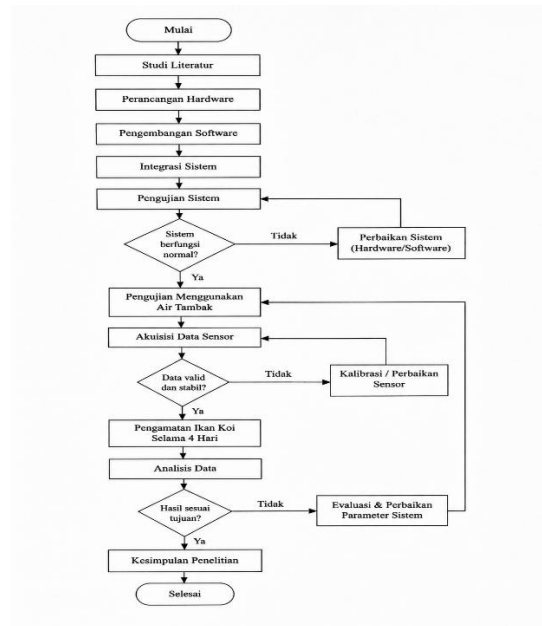


Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Diagram sistem menunjukkan rancangan alat sterilisasi air kolam ikan berbasis ESP32 dan IoT. ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali yang mengolah data dari sensor pH, *turbidity*, arus, dan tegangan untuk mengendalikan *ozone generator*, pompa air, dan aerator melalui modul relay. Hasil pengukuran ditampilkan pada LCD dan dikirim ke Node-RED untuk pemantauan secara *real-time*. Sistem juga dilengkapi *push button* sebagai kontrol manual perangkat.

2.2 Flowchart Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan studi literatur untuk memperoleh referensi mengenai kualitas air kolam ikan, teknologi ozon, ESP32, serta sensor yang digunakan. Selanjutnya dilakukan identifikasi kebutuhan sistem dan pemilihan komponen perangkat keras maupun perangkat lunak. Tahap berikutnya adalah perakitan alat dan integrasi seluruh komponen, kemudian dilakukan pengujian sensor pH, sensor *turbidity*, sensor arus, dan sensor tegangan. Setelah seluruh sensor berfungsi dengan baik, dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan menggunakan sampel air tambak. Data hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja alat dalam meningkatkan kualitas air serta memantau kondisi sistem secara *real-time*.



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Pada gambar Flowchart penelitian menggambarkan alur pelaksanaan penelitian mulai dari tahap perancangan sistem, perakitan alat, pengujian sensor, pengujian sistem, hingga analisis data. Tahapan tersebut dilakukan untuk memastikan alat sterilisasi air berbasis ESP32 dan teknologi ozon berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian.

2.3 Prosedur Pengujian

Pengujian diawali dengan kalibrasi sensor pH menggunakan larutan buffer standar, kemudian dilanjutkan dengan pengujian sensor *turbidity*, sensor arus, dan sensor tegangan. Setelah seluruh sensor menunjukkan hasil pengukuran yang sesuai, air tambak dipompa menuju wadah sterilisasi dan diproses menggunakan *ozone generator* selama 60 menit. Selama proses berlangsung, nilai pH, tingkat kekeruhan, arus, dan tegangan dipantau secara *real-time* melalui LCD dan Node-RED. Air hasil sterilisasi selanjutnya digunakan untuk pengamatan terhadap empat ekor ikan koi selama empat hari guna mengevaluasi efektivitas sistem dalam menjaga kualitas air.

2.4 Analisi Data

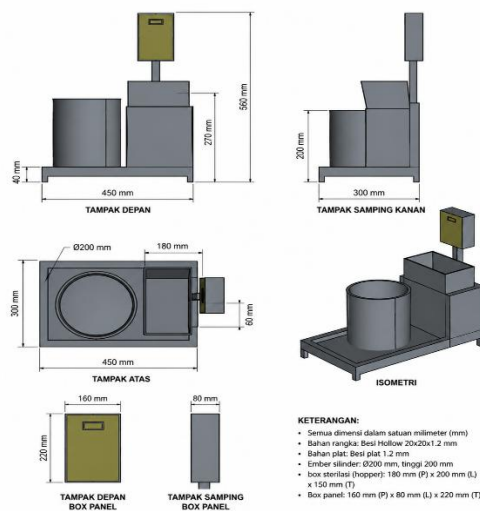
Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan nilai pH, tingkat kekeruhan, arus, dan tegangan sebelum dan sesudah proses sterilisasi. Hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mengevaluasi kinerja sistem serta efektivitas teknologi ozon dalam meningkatkan kualitas air kolam ikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perancangan Alat

Alat sterilisasi air kolam ikan berhasil direalisasikan sesuai dengan rancangan sistem yang telah dibuat. Sistem terdiri atas ESP32 sebagai pengendali utama, sensor pH DFRobot, sensor *turbidity* DFRobot, sensor arus ACS712, sensor tegangan ZMPT101B, *ozone generator*, dua pompa air, aerator, modul relay, LCD 16×2 I²C, serta Node-RED sebagai media pemantauan berbasis IoT. Seluruh komponen terintegrasi sehingga mampu melakukan proses sterilisasi air secara otomatis maupun manual. Hasil pembacaan sensor

ditampilkan pada LCD dan dikirimkan ke Node-RED melalui jaringan Wi-Fi untuk pemantauan secara *real-time*.



Gambar 3. Desain dan Hasil Jadi

Gambar 3. menunjukkan desain alat dan hasil realisasi alat sterilisasi air kolam ikan menggunakan teknologi ozon berbasis ESP32. Desain alat disusun sebagai acuan dalam proses pembuatan dengan memperhatikan tata letak setiap komponen agar sistem dapat terintegrasi secara optimal. Berdasarkan desain tersebut, alat berhasil direalisasikan dengan mengintegrasikan ESP32, sensor pH DFRobot, sensor *turbidity* DFRobot, sensor arus ACS712, sensor tegangan ZMPT101B, *ozone generator*, dua pompa air, aerator, modul relay, LCD 16×2 I²C, serta Node-RED. Hasil realisasi menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat berfungsi sesuai dengan rancangan sehingga sistem mampu melakukan proses sterilisasi air, pemantauan kualitas air, dan pengiriman data secara *real-time*.

3.2 Hasil Perancangan Alat

Pengujian sistem dilakukan menggunakan 10.000 mL air tambak dengan waktu sterilisasi selama 60 menit. Selama proses berlangsung, seluruh sensor bekerja secara normal dan data hasil pengukuran berhasil ditampilkan pada LCD serta dikirimkan ke Node-RED. Hasil pengujian menunjukkan adanya peningkatan kualitas air yang ditandai dengan meningkatnya nilai pH dari 6,8 menjadi 7,4 dan menurunnya tingkat kekeruhan dari 100% menjadi 0%. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa alat mampu menjalankan fungsi sterilisasi dan pemantauan kualitas air sesuai dengan rancangan sistem.

Tabel 1. Hasil Pengujian Keseluruhan

Waktu Pengujian	Nilai pH	Kekeruhan Turbidity (%)	Kondisi
25 menit	7.40	14.9	Jernih
40 menit	7.20	44.7	Keruh
60 menit	7.00	78.9	Sangat Keruh

Hasil pengujian keseluruhan menunjukkan nilai pH menurun dari 7,40 menjadi 7,00 namun masih berada pada kisaran netral, sedangkan tingkat kekeruhan meningkat dari 14,9% menjadi 78,9%. Hasil ini menunjukkan adanya penurunan kualitas air yang berhasil dideteksi oleh sistem.

3.3 Pengamatan Ikan Koi

Pengamatan kelangsungan hidup ikan koi dilakukan sebagai evaluasi biologis terhadap kualitas air setelah proses sterilisasi. Parameter yang diamati meliputi jumlah ikan yang bertahan hidup, kondisi air, serta respons perilaku ikan selama masa pengamatan, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

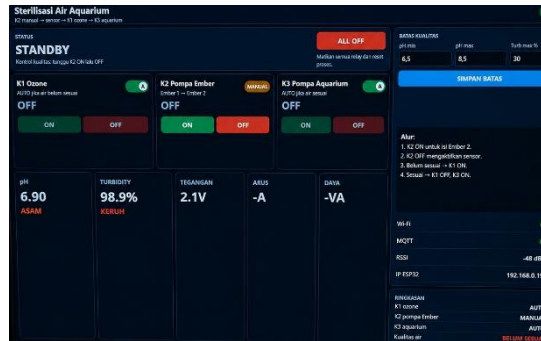
Tabel 2. Hasil Pengamatan Kelangsungan Hidup Ikan Koi

Jumlah Ikan Awal (Ekor)	Jumlah Ikan Hidup (Ekor)	Kelangsungan Hidup (%)	Kondisi Air	Kondisi Ikan
4	4	100	Jernih	Aktif berenang dan responsif terhadap pakan
4	4	70	Sedikit Jernih	Kondisi normal/sedikit tidak aktif
4	3	40	Keruh	Kurang aktif dan kondisi stress

Menunjukkan hasil pengamatan kelangsungan hidup ikan koi setelah menggunakan air hasil sterilisasi. Pada kondisi air jernih, seluruh ikan bertahan hidup (100%) dengan kondisi aktif dan responsif terhadap pakan. Ketika kualitas air menurun menjadi sedikit jernih dan keruh, kelangsungan hidup ikan juga menurun menjadi 70% dan 40%, disertai perubahan perilaku ikan yang menjadi kurang aktif hingga menunjukkan gejala stres. Hasil ini menunjukkan bahwa kualitas air berpengaruh terhadap kondisi dan kelangsungan hidup ikan koi.

3.4 Monitoring Berbasis Node-Red

Node-RED digunakan sebagai platform pemantauan berbasis IoT untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor secara *real-time*. Sistem berhasil mengirimkan informasi nilai pH, tingkat kekeruhan, arus, dan tegangan melalui jaringan Wi-Fi sehingga kondisi alat dapat dipantau dari perangkat yang terhubung. Fitur ini memudahkan pengguna dalam memonitor proses sterilisasi tanpa harus berada di lokasi alat.



Gambar 4. Tampilan Monitoring (IoT)

Menunjukkan tampilan monitoring sistem berbasis Node-RED yang menampilkan data pH, tingkat kekeruhan, arus, dan tegangan secara *real-time*. Monitoring ini memudahkan pengguna dalam mengamati kondisi alat dan kualitas air selama proses sterilisasi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, alat sterilisasi air kolam ikan menggunakan teknologi ozon berbasis ESP32 berhasil dirancang dan direalisasikan dengan baik. Sistem mampu memantau parameter kualitas air secara *real-time* melalui Node-RED, meliputi nilai pH, tingkat kekeruhan, arus, dan tegangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa proses sterilisasi mampu meningkatkan kualitas air dengan menaikkan nilai pH dari 6,8 menjadi 7,4 serta menurunkan tingkat kekeruhan dari 100% menjadi 0%. Selain itu, hasil pengamatan terhadap ikan koi menunjukkan bahwa kualitas air yang lebih baik mendukung kondisi ikan tetap aktif dan memiliki tingkat kelangsungan hidup yang lebih tinggi. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat digunakan sebagai solusi untuk sterilisasi dan pemantauan kualitas air kolam ikan secara efektif.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga artikel ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Manufaktur Bangka Belitung, Bapak Peprizal., M.Pd.T. selaku dosen pembimbing 1, Ibu Lesta., M.Si. selaku pembimbing 2, orang tua, serta rekan-rekan yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmojo, W.P., Susanto, E. and Pangaribuan, P. (2020) "Pengujian dan Kalibrasi Sensor Sistem kendali untuk PH , Temperatur , dan Kadar Oksigen pada Kolam Ikan," *e-Proceeding of Engineering*, 11(5), pp. 5618–5623.
- Efendi, H., Agus Ganda Permana, I.M. and Hartaman ST.MT, A. (2020) "Perancangan Dan Implementasi Alat Monitoring Kelayakan Air Pada Kolom Ikan Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan Mikrokontroler," *e-Proceeding of Applied Science*, 6(2), pp. 3862–3871.
- Fakhriza, R., Rahmat, B. and Astuti, S. (2021) "Perancangan Dan Implementasi Alat Monitoring Dan Controlling Kualitas Air Pada Kolam Ikan Koi," *e-Proceeding of Engineering*, 8(5), pp. 5274–5289.
- Olanubi, O.O., Akano, T.T. and Asaolu, O.S. (2024) "Design and development of an IoT-based intelligent water quality management system for aquaculture," *Journal of*

- Electrical Systems and Information Technology*, 11(1). Available at: <https://doi.org/10.1186/s43067-024-00139-z>.
- Powell, A. and Scolding, J.W.S. (2018) "Direct application of ozone in aquaculture systems," *Reviews in Aquaculture*, 10(2), pp. 424–438. Available at: <https://doi.org/10.1111/raq.12169>.
- Pramana, R. (2018) "Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air dan Suhu Air Pada Kolam Budidaya Ikan," *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan*, 7(1), pp. 13–23. Available at: <https://doi.org/10.31629/sustainable.v7i1.435>.
- Riska, P., Yuniarti, K. and Arafik, L. (2022) "Efektivitas Media Filter yang Berbeda Terhadap Kualitas Air Benih Ikan Koi (Cyprinus Carpio) dengan Sistem Resirkulasi," *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 10(4), pp. 207–212.
- Rosandi, D. *et al.* (2018) "Design of Water Quality Monitoring System for Koi Fish Farming Using NodeMCU ESP32 and Blynk Application Based on Internet of Things," *Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan*, 4(1), pp. 32–38. Available at: <https://doi.org/10.22146/juliet.v4i1.83131>.
- Sugiarto *et al.* (2021) "IoT-Based Water Quality Monitoring System to Enhance Sustainability and Business Performance in Koi Fish Cultivation," *Journal of Advances in Information and Industrial Technology*, 7(2), pp. 193–206. Available at: <https://doi.org/10.52435/jaiit.v7i2.730>.
- Zafi, A., Saputra, B.D. and Bianto, M.A. (2024) "the Monitoring System for Water Quality Is Based on the Internet of Things (Iot) and Uses a Tds Sensor," *Indonesian Journal of Engineering, Science and Technology*, 1(2), pp. 49–58. Available at: <https://doi.org/10.38040/ijenset.v1i2.1015>.