

FisherBot: Sistem Iot-Ozonizer dengan Chatbot AI untuk Budidaya Ikan Ramah Pemula

Azifa Rusyda Dewi^{1*}, Muhammad Zaky Rahmawan², Arif Noor Adiyanto³, Ahmad Edi Darmawan⁴, Eka Arif Nugraha⁵

¹⁻³MAN 1 Kudus, Indonesia

⁴Kantor Kementerian Agama Kab. Jembrana, Indonesia

⁵MTsN 1 Jepara, Indonesia

azifad386@gmail.com¹, zakyrahmawan03@gmail.com², adiyanto21@gmail.com³,
ahmadedidarmawan17@gmail.com⁴, eka.arifnugraha@gmail.com⁵

*Penulis Korespondensi: azifad386@gmail.com

Abstract. In their growth and development, fish can be affected by various types of diseases, one of which is caused by bacteria. FisherBot is an innovative solution in the form of an integrated Internet of Things (IoT)-based system that combines ozonation technology to prevent fish disease outbreaks, and is equipped with a beginner-friendly artificial intelligence (AI)-based chatbot feature. The method used in this research is the ADDIE development model, which includes Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. FisherBot consists of several sensors, namely DHT-11, pH, TDS-40, and turbidity, to monitor pond water quality in real-time, and an ozonizer that injects 0.5 ppm/hour, functioning as a sterilizer for pond water. The results obtained show that the FisherBot system is able to accurately monitor water quality parameters and significantly reduce total bacteria. The test results show that all sensors are able to work with good accuracy, with an average temperature measurement of 28,9°C, pH of 6.94, TDS-40 of 869 ppm, and turbidity of 27,4 NTU. Using the Total Plate Count (TPC) method, total bacterial testing showed that the bacterial population in the pond decreased to an average of 3,200 CFU/ml compared to the control without ozone, which was 5,777.78 CFU/ml. FisherBot is expected to increase productivity, reduce fish mortality, and sustainably enhance the contribution of the aquaculture sector to national income.

Keywords: Chatbot AI; FisherBot; IoT; Ozon; TPC

Abstrak. Dalam pertumbuhan dan perkembangannya, ternyata ikan dapat terserang berbagai jenis penyakit salah satunya disebabkan oleh bakteri. FisherBot merupakan solusi inovatif berupa sistem terintegrasi berbasis *Internet of Things* (IoT) yang menggabungkan teknologi ozonisasi untuk mencegah serangan penyakit ikan, serta dilengkapi dengan fitur *chatbot* berbasis kecerdasan buatan (AI) yang ramah untuk pemula. Metode yang digunakan penelitian ini adalah ADDIE, meliputi *Analysis* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), and *Evaluation* (Evaluasi). FisherBot terdiri atas beberapa sensor yaitu DHT-11, pH, TDS-40, dan *turbidity* untuk memantau kualitas air kolam secara *real-time*, serta ozonizer diinjeksikan sebanyak 0,5 ppm/jam yang berfungsi sebagai pensteril air kolam. Hasil yang diperoleh berupa sistem FisherBot mampu memantau parameter kualitas air secara akurat dan menurunkan total bakteri secara signifikan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh sensor mampu bekerja dengan akurasi baik, dengan rata-rata pengukuran suhu sebesar 28,9°C, pH sebesar 6,94, TDS-40 sebesar 869 ppm, dan *turbidity* sebesar 27,4 NTU. Dengan menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC), pengujian total bakteri menunjukkan bahwa populasi bakteri di kolam rata-rata turun menjadi 3.200 CFU/ml dibandingkan dengan kontrol tanpa ozon, yang sebesar 5.777,78 CFU/ml. FisherBot diharapkan dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi angka kematian ikan, dan meningkatkan kontribusi sektor budidaya ikan terhadap pendapatan negara secara berkelanjutan.

Kata kunci: Chatbot AI; FisherBot; IoT; Ozon; TPC

1. LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negeri kepulauan dengan hampir 75% dari seluruh wilayah adalah perairan pesisir dan lautan. Rencana strategis Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) periode 2020–2024 berfokus pada mewujudkan Indonesia maju yang berdaulat, mandiri, dan berkepribadian berdasarkan gotong royong dengan mewujudkan masyarakat kelautan dan perikanan yang sejahtera serta sumber daya kelautan dan perikanan yang berkelanjutan. "Hasil penelitian dan inovasi dimanfaatkan" adalah sasaran strategis kelima yang akan dicapai oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) dari tahun 2020 hingga 2024. Sasaran ini memiliki indikator kinerja, yaitu hasil penelitian kelautan dan perikanan yang diadopsi atau diterapkan, mulai dari lima penelitian pada tahun 2020 hingga lima belas penelitian pada tahun 2024. Dalam mendorong pemanfaatan hasil riset dan inovasi, diperlukan terobosan teknologi yang ramah lingkungan dan mudah dioperasikan, terutama bagi pemula di bidang budidaya ikan untuk mencegah kegagalan budidaya ikan.

Budidaya ikan menurut Badan Pusat Statistik Indonesia mencakup pemeliharaan induk, pemijahan induk, pemanenan telur atau larva, pemeliharaan larva sampai menjadi benih, sortasi, dan transportasi ikan. Selama pertumbuhan dan perkembangannya, ternyata ikan dapat mengalami berbagai jenis penyakit salah satunya disebabkan oleh bakteri. Salah satu jenis bakteri yang dapat menyerang ikan adalah *Aeromonas hydrophila* (Pattipeiluhu et al., 2022). Bakteri dapat menghasilkan toksin dan menginfeksi organ ikan seperti insang, ginjal, otak, dan hati daripada di jenis organ lainnya. Bakteri *Aeromonas hydrophila* menyebabkan wabah penyakit pada ikan yang meningkatkan kematian ikan secara berkala dan mengakibatkan kerugian yang cukup besar pada budidaya ikan (Zawisza et al., 2023). Pencegahan terhadap serangan penyakit pada ikan biasanya dilakukan menggunakan vaksin. Selain vaksin, diperlukan alternatif lain untuk memberikan sistem kekebalan untuk bertahan terhadap serangan patogen tertentu, terutama bakteri, virus, atau toksin yang lebih ramah lingkungan. Akibatnya, dibutuhkan inovasi baru untuk meningkatkan kelangsungan hidup ikan. Salah satu inovasi yang dapat meningkatkan kelangsungan hidup ikan adalah mengintegrasikan ozon dalam sistem budidaya ikan untuk mencegah penyakit. Sifat oksidator kuat ozon menjadikannya salah satu disinfektan paling efektif. Ketika berinteraksi dengan zat lain, menghasilkan oksigen, menjadikannya bahan yang aman dan ramah lingkungan untuk budidaya ikan (Chen et al., 2023).

Selain itu bebas dari serangan bakteri, keberhasilan budidaya ikan juga dipengaruhi oleh faktor parameter seperti kekeruhan, suhu, PH dan padatan terlarut pada air (Nasuki et al., 2024). Kualitas air kolam yang buruk dapat mengakibatkan nafsu makan ikan menurun dan

jika dibiarkan juga mengakibatkan kematian massal pada ikan. Air yang baik memiliki TDS antara 300-900 ppm, yang berarti bahwa dalam satu miliar partikel air terdapat antara 300 dan 900 komponen mineral. Suhu dan pH juga merupakan parameter yang sangat penting dalam budidaya. Suhu yang baik dalam budidaya ikan secara umum berada pada kisaran 25-30°C serta pH air berkisar 6-7 (Kulla et al., 2020). Dari permasalahan tersebut diperlukan pendekatan teknologi untuk menyelesaikan permasalahan. Teknologi yang digunakan yaitu sistem *monitoring* dan *kontrolling* kualitas air dalam budidaya ikan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT).

Dengan adanya sistem tersebut diharapkan para pembudidaya ikan khususnya pemula, dapat memantau dan mengambil keputusan secara *real time* apabila kualitas air kolam tidak normal sehingga dapat mengurangi risiko kematian ikan. FisherBot merupakan solusi inovatif berupa sistem terintegrasi berbasis *Internet of Things* (IoT) yang menggabungkan teknologi ozonisasi untuk mencegah serangan penyakit ikan, serta dilengkapi dengan fitur *chatbot* berbasis kecerdasan buatan (AI) yang ramah untuk pemula. Harapannya dengan adanya FisherBot dapat menjadi inovasi bagi para pembudidaya ikan koi khususnya pemula, selain itu, dengan adanya IoT dan *ChatbotAI* mereka juga dapat mengefisienkan tempat dan waktu karena dapat mengakses informasi kerja alat melalui gawai.

Sektor perikanan budidaya merupakan salah satu pilar ketahanan pangan dan penyumbang devisa yang signifikan bagi Indonesia. Namun, produktivitas sektor ini sering kali terkendala oleh berbagai permasalahan, salah satunya adalah serangan penyakit ikan yang bersumber dari buruknya kualitas air. Kualitas air yang menurun akibat tingginya populasi bakteri, amonia, serta fluktuasi pH dan suhu menjadi penyebab utama terjadinya kematian massal ikan. Kondisi ini diperburuk oleh kurangnya pemantauan secara berkala dan keterbatasan teknologi yang terjangkau di tingkat pembudidaya kecil.

Inovasi teknologi sangat dibutuhkan untuk menjawab permasalahan tersebut, terutama yang mampu memberikan solusi preventif dan terintegrasi. Teknologi *Internet of Things* (IoT) telah banyak diterapkan di berbagai sektor, termasuk pertanian dan perikanan, untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pengambilan keputusan berbasis data *real-time*. Di sisi lain, teknologi ozonisasi juga mulai dikembangkan sebagai alternatif ramah lingkungan untuk sterilisasi air kolam, karena kemampuannya membunuh bakteri patogen tanpa meninggalkan residu berbahaya. Namun, adopsi dua teknologi ini secara bersamaan masih terbatas, terutama dalam konteks sistem terintegrasi yang mudah digunakan oleh pembudidaya pemula.

Pengembangan FisherBot menjadi sangat relevan. FisherBot adalah sistem berbasis IoT yang dirancang untuk memantau parameter kualitas air secara *real-time* dengan sensor suhu,

pH, TDS, dan kekeruhan, sekaligus menyuntikkan ozon sebagai agen sterilisasi air. Sistem ini juga dilengkapi dengan *chatbot* berbasis kecerdasan buatan (AI) untuk memberikan edukasi dan konsultasi dasar kepada pengguna. Kombinasi fitur ini diharapkan mampu meningkatkan produktivitas, menurunkan angka kematian ikan, serta mempercepat adopsi teknologi digital oleh pembudidaya lokal.

Dibandingkan dengan penelitian terdahulu, *state of the art* dari FisherBot terletak pada integrasi antara pemantauan kualitas air berbasis sensor, otomasi ozonisasi, dan penggunaan *chatbot* AI dalam satu platform yang komprehensif dan ramah pengguna. Beberapa studi sebelumnya hanya fokus pada pemantauan kualitas air dengan IoT atau pemanfaatan ozon dalam skala laboratorium tanpa sistem terpadu (Liu et al., 2022; Prasetyo et al., 2021). Oleh karena itu, FisherBot menawarkan pendekatan baru yang menggabungkan dimensi teknologi, edukasi, dan keberlanjutan.

Kontribusi ilmiah dari penelitian ini adalah hadirnya model implementasi IoT dan AI yang aplikatif untuk konteks perikanan skala kecil-menengah di Indonesia. Hal ini selaras dengan arah transformasi digital sektor pertanian dan perikanan nasional. Sistem ini juga dapat menjadi prototipe awal untuk pengembangan ekosistem digital perikanan terpadu yang berbasis pada teknologi 4.0 dan keberlanjutan lingkungan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan berbasis model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) sebagai kerangka utama. Model ADDIE dipilih karena memberikan struktur yang sistematis dan fleksibel dalam proses perancangan sistem teknologi edukatif dan fungsional. Tahap *Analysis* diawali dengan identifikasi kebutuhan pengguna dan permasalahan umum yang dihadapi pelaku usaha budidaya ikan, khususnya terkait penyakit ikan dan kualitas air. Tahap ini dilakukan melalui observasi lapangan, studi pustaka, dan wawancara dengan pembudidaya ikan skala kecil. Kebutuhan utama yang teridentifikasi meliputi pemantauan kualitas air secara *real-time*, mekanisme sterilisasi yang efisien, serta media informasi yang mudah diakses oleh pemula.

Pada tahap *Design*, rancangan sistem FisherBot dibuat secara konseptual dan teknis, meliputi pemilihan sensor, skema alur data, integrasi ozonisasi, dan pembuatan *chatbot* AI. Sensor yang digunakan antara lain DHT-11 untuk mengukur suhu dan kelembaban, pH sensor, TDS-40 untuk total *dissolved solids*, dan *turbidity* sensor untuk mengukur tingkat kekeruhan air. Selain itu, ozonizer dengan kapasitas 0,5 ppm/jam dirancang untuk beroperasi otomatis berdasarkan ambang batas parameter air tertentu. *Chatbot* AI dirancang dengan antarmuka

yang sederhana agar mudah digunakan oleh pembudidaya non-teknis. Tahap desain ini juga melibatkan simulasi awal di lingkungan laboratorium untuk memastikan kelayakan konsep.

Tahap *Development* melibatkan proses pembuatan sistem secara fisik dan perangkat lunak. Rangkaian elektronik dirakit pada mikrokontroler berbasis NodeMCU, yang memungkinkan konektivitas IoT dan pengolahan data sensor secara simultan. Perangkat lunak dikembangkan menggunakan platform pemrograman Arduino IDE dan antarmuka *chatbot* dibangun dengan menggunakan platform *chatbot* builder yang mendukung integrasi AI. Sistem ini diuji di laboratorium untuk memastikan bahwa semua komponen berjalan sesuai fungsi, termasuk uji respons sensor, efektivitas ozonizer, dan kemampuan *chatbot* dalam menjawab pertanyaan pengguna. Pengembangan juga mencakup *dashboard monitoring* berbasis web yang menampilkan parameter air secara *real-time*.

Tahap *Implementation* dilakukan melalui instalasi dan uji coba FisherBot pada kolam uji di lokasi budidaya ikan. Pengujian dilakukan selama periode tertentu untuk mengamati konsistensi pembacaan sensor dan efektivitas ozonisasi terhadap penurunan jumlah bakteri. Metode *Total Plate Count* (TPC) digunakan untuk mengukur jumlah bakteri dalam air kolam, baik sebelum maupun sesudah penerapan ozonizer. Hasil pengukuran meliputi suhu rata-rata 28,9°C, pH 6,94, TDS 869 ppm, dan kekeruhan 27,4 NTU. Jumlah bakteri berkurang dari 5.777,78 CFU/ml pada kolam tanpa ozon menjadi 3.200 CFU/ml pada kolam yang diberi ozon, menunjukkan efektivitas sistem dalam menurunkan potensi penyakit.

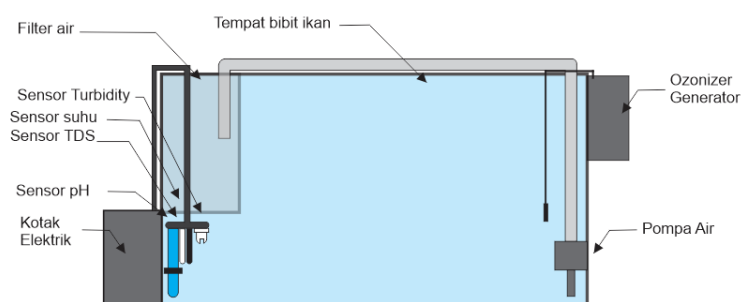
Terakhir, tahap *Evaluation* dilakukan untuk menilai keandalan sistem secara teknis serta kebermanfaatannya bagi pengguna. Evaluasi dilakukan melalui analisis akurasi sensor, efektivitas sterilisasi, serta umpan balik pengguna terhadap fitur *chatbot*. Selain evaluasi teknis, penelitian ini juga mengevaluasi potensi adopsi teknologi oleh pembudidaya ikan skala mikro dan kecil. Temuan menunjukkan bahwa sistem ini tidak hanya mampu memberikan pemantauan yang akurat dan intervensi preventif terhadap penyakit ikan, tetapi juga menjadi media edukatif yang memberdayakan pelaku usaha pemula. Dengan demikian, FisherBot berhasil memadukan teknologi *monitoring*, otomasi, dan AI dalam satu ekosistem terintegrasi yang aplikatif dan potensial untuk direplikasi secara luas di sektor perikanan budidaya nasional.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

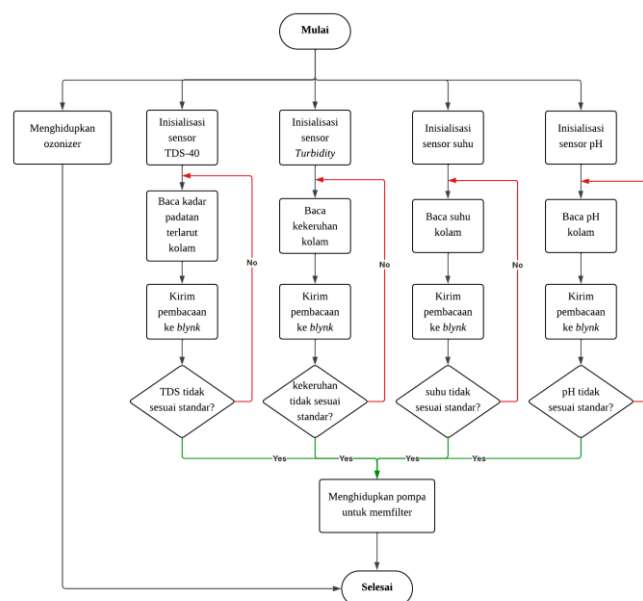
Hasil

Pada bagian ini disajikan hasil dari proses perancangan, pengujian, serta evaluasi sistem “FisherBot” yang dikembangkan untuk menunjang budidaya ikan berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan fitur ozonisasi dan *chatbot* AI. Hasil penelitian diperoleh melalui beberapa tahapan pengujian yang meliputi pengukuran sensor pH, TDS-40, suhu, dan *turbidity*, efektivitas sistem ozonisasi dalam menurunkan populasi bakteri, serta pengamatan fungsi sistem secara keseluruhan.

Rancang Bangun FisherBot



Gambar 1. Design FisherBot



Gambar 2. Diagram alir proses kerja alat FisherBot



Gambar 3. Rancang Bangun FisherBot

Design dan rancang bangun FisherBot sebagai sistem IOT-ozonizer dengan *chatbot* AI untuk budidaya ikan ramah pemula dapat dilihat pada gambar 2 dan 3. Pada penelitian ini, semua komponen dihubungkan dengan mikrokontroler Esp8266 dan dikoneksikan dengan database. Perangkat *monitoring* yang digunakan berupa sensor *turbidity*, sensor pH DFR robot, sensor suhu DHT 11, dan sensor TDS-40. Pada FISHERBOT pompa digunakan untuk mengalirkan air ke dalam filter untuk penyaringan. Data yang diperoleh dari masing-masing sensor di transfer oleh Esp8266 ke *database* agar data tersebut dapat terbaca melalui aplikasi *mobile*.

Hasil Pengujian Sensor

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor pH

Percobaan ke-	pH meter	pH DFRobot	Selisih	Error (%)
1	6,93	6,95	0,02	0,29 %
2	6,89	6,95	0,06	0,87 %
3	6,89	6,93	0,04	0,58 %
4	6,91	6,92	0,01	0,14 %
5	6,90	6,94	0,04	0,58 %
Rata-rata	6,904	6,938	0,034	0,49 %

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian sensor pH DFRobot yang dibandingkan dengan pH meter standar yang dilakukan sebanyak lima kali. Rata-rata nilai pH yang terbaca oleh sensor DFRobot adalah 6,938 dan pH meter sebesar 6,904 dengan deviasi sebesar 0,034 dan *error* rata-rata 0,49%.

Tabel 2. Hasil Uji Keakuratan Sensor TDS-40

Percobaan ke-	TDS Meter (ppm)	Sensor TDS-40 (ppm)	Selisih	Error (%)
1	829	873	44	5,31 %
2	829	879	50	6,03 %
3	829	891	62	7,48 %
4	829	879	50	6,03 %
5	829	823	6	0,72 %
Rata-rata	829	869	42,4	4,83 %

Berdasarkan tabel 2, hasil pembacaan Sensor TDS-40 dengan alat ukur standar TDS meter dengan lima kali pengujian. Hasilnya, pembacaan sensor TDS-40 menghasilkan rata-rata 869 ppm, sedangkan pada TDS meter dihasilkan 829 ppm. Sensor menunjukkan nilai yang sedikit lebih tinggi dibandingkan standar, dengan selisih rata-rata 42,4 ppm dan persentase error rata-rata sebesar 4,83%.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor *Turbidity*

Percobaan ke-	<i>Turbidity</i> Meter (NTU)	DFRobot (NTU)	Selisih	Error (%)
1	18	19	1	5,56 %
2	24	23	1	4,17 %
3	28	30	2	7,14 %
4	32	31	1	3,13 %
5	35	34	1	2,86 %
Rata-rata	27,4	27,4	1,2	4,57 %

Pengujian sensor *turbidity* dilakukan dengan membandingkan pembacaan DFRobot terhadap alat ukur kekeruhan standar. Pembacaan sensor DFRobot menghasilkan rata-rata 27,4 NTU, sedangkan pada *turbidity* meter dihasilkan rata-rata yang sama, yaitu 27,4. Sensor tersebut menghasilkan nilai yang cukup konsisten, dengan selisih rata-rata 1,2 NTU dan rata-rata *error* sebesar 4,57%.

Tabel 4. Hasil Uji Keakuratan Sensor Suhu

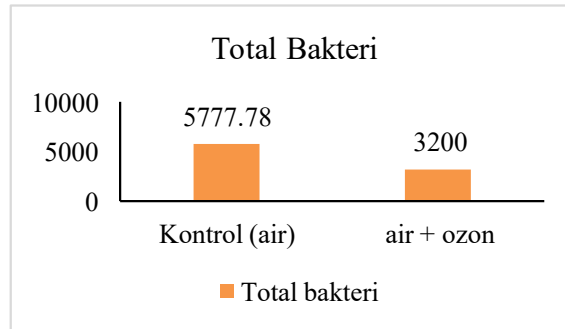
Percobaan ke-	Termometer (°C)	Sensor Suhu (°C)	Selisih	Error (%)
1	28	28,3	0,3	1,07 %
2	28	28,7	0,7	2,50 %
3	29	28,9	0,1	0,34 %
4	30	29,4	0,6	2,00 %
5	29	29,2	0,2	0,69 %
Rata-rata	28,8	28,9	0,38	1,32 %

Tabel 4 menunjukkan hasil perbandingan sensor suhu DHT-11 dengan termometer standar. Pembacaan sensor suhu menghasilkan rata-rata 28,9°C, sedangkan pada termometer dihasilkan rata-rata 28,8°C. Sensor menunjukkan tingkat akurasi yang cukup tinggi dengan rata-rata selisih hanya 0,38°C dan *error* rata-rata sebesar 1,32%.

Hasil Pengujian Efektivitas Ozon

Tabel 5. Hasil Pengujian Total Bakteri Umum

Perlakuan	Minggu-1 (CFU/ml)	Minggu-2 (CFU/ml)	Minggu-3 (CFU/ml)	Rata-Rata (CFU/ml)	Rata-Rata per Perlakuan (CFU/ml)
Kontrol 1 (air)	1100	5000	1500	2533.33	5,777.78±3,029.73
Kontrol 2 (air)	1500	21000	3100	8533.33	
Kontrol 3 (air)	3300	13000	2500	6266.67	
(air + ozon) 1	1300	1100	1700	1366.67	3,200.00±1,885.32
(air + ozon) 2	1200	8400	5800	5133.33	
(air + ozon) 3	700	600	8000	3100.00	



Gambar 4. Grafik Hasil Perhitungan Total Bakteri Umum

Tabel 5 menampilkan hasil pengujian jumlah total bakteri (CFU/ml) dari dua perlakuan perlakuan selama waktu tiga minggu. Perlakuan dibagi menjadi dua, yaitu kontrol (air tanpa penambahan ozon) dan perlakuan dengan kombinasi air + ozon. Pada perlakuan kontrol masing-masing menunjukkan variasi jumlah bakteri cukup besar perminggu. Rata-rata tertinggi ditemukan pada Kontrol 2 dengan 8.533,33 CFU/ml, sementara rata-rata total dari ketiga kontrol adalah $5.777,78 \pm 3.029,73$ CFU/ml. Sedangkan, perlakuan air + ozon menunjukkan jumlah total bakteri yang lebih rendah dibanding kontrol. Nilai rata-rata tertinggi dari kelompok air+ozon tercatat pada perlakuan ketiga (air + ozon) minggu ketiga dengan 8.000 CFU/ml, namun secara keseluruhan, rata-rata total bakteri dari semua perlakuan ozon adalah $3.200,00 \pm 1.885,32$ CFU/ml.

Hasil Chatbot AI

FISHERBOT

Chabot AI

KIRIM

pH : 7.2

TDS : 933 ppm

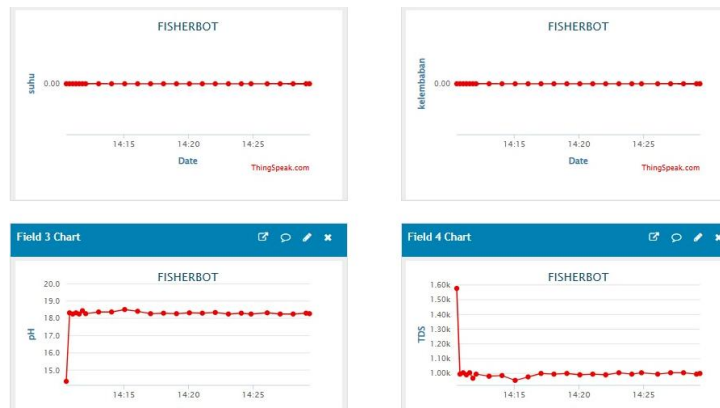
Turbidity : 27 NTU

Suhu : 28.70 celcius

Stadar kekeruhan air kolam ikan

Standar kekeruhan air kolam ikan sangat penting untuk diperhatikan demi kesehatan ikan dan keberlangsungan ekosistem kolam. Secara umum, kekeruhan air kolam ikan sebaiknya dijaga agar tetap rendah, idealnya pada tingkat yang memungkinkan dasar kolam terlihat jelas. Kekeruhan yang berlebihan dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti lumpur, alga, sisa pakan, atau kotoran ikan yang mengendap. Tingkat kekeruhan yang optimal sering kali diukur menggunakan parameter seperti turbiditas (NTU - Nephelometric Turbidity Units) atau transparansi (dengan alat seperti Secchi disk). Meskipun nilai NTU spesifik dapat bervariasi tergantung jenis ikan dan sistem kolam, banyak ahli merekomendasikan turbiditas di bawah 25 NTU untuk kolam ikan hias dan budidaya yang sehat. Untuk transparansi, air yang baik seharusnya memungkinkan Secchi disk terlihat pada kedalaman minimal 30-40 cm, bahkan lebih

Gambar 5. Hasil Chatbot AI



Gambar 6. Representasi pembacaan sensor dalam grafik

Gambar 4 menunjukkan *interface* AI *chatbot* yang digunakan dalam sistem FisherBot. *Chatbot* memberikan informasi langsung tentang parameter kualitas air kolam ikan seperti pH (7,2), TDS (933 ppm), kekeruhan sebesar 27 NTU, dan suhu sebesar 28,70 °C. *Chatbot* AI juga dapat menjelaskan standar kekeruhan air kolam ikan berdasarkan nilai NTU dan hubungannya dengan kesehatan ikan dan ekosistem akuakultur. Melalui fitur percakapan interaktif, informasi ini membantu pengguna memahami secara langsung arti data sensor. Selain itu, gambar 5 menunjukkan data dari sistem FisherBot yang terintegrasi dengan platform *ThingSpeak*. Empat grafik menunjukkan nilai masing-masing parameter sensor: suhu, pH, kekeruhan, dan total padatan terlarut. Setiap grafik menunjukkan tren data analisis secara *real-time*, yang mempermudah pengguna untuk menganalisis kondisi air kolam secara visual.

Pembahasan

Rancangan FisherBot merupakan inovasi dalam bidang teknologi yang memanfaatkan sensor pH, sensor *Turbidity*, sensor TDS-40, Ozon, ESP-8266, Aquarium, dan pompa Air. Adanya alat ini bertujuan untuk membantu peternak dalam proses budidaya ikan karena alat ini dapat *memonitoring* dan *controlling* kualitas air kolam. Prinsip kerja FisherBot sesuai diagram alir (gambar 1) meliputi sensor yang terpasang akan membaca pH, kekeruhan, suhu, dan partikel terlarut dalam air kolam. Adapun ozon akan hidup 30 menit dalam sehari dengan konsentrasi 0,5 ppm, untuk pencegahan penyakit pada ikan karena meminimalisir bakteri dan virus (Sudarsono et al., 2022). Standar air kolam untuk budidaya ikan yaitu pH sebesar 6,5-8,5, partikel terlarut di bawah 1000 ppm, kekeruhan sebesar 25 NTU, dan suhu rentang 25-30°C (Pulungan et al., 2020). Apabila pembacaan sensor tidak memenuhi standar air kolam, maka secara otomatis air tersebut akan dialirkan menuju filter untuk difilter. Keempat sensor tersebut akan selalu hidup dan mengirimkan hasil pembacaan ke website untuk bisa dipantau dari jarak jauh.

Pengujian fungsi masing-masing komponen dilakukan untuk memastikan bahwa komponen sudah berfungsi dengan baik. Pada pengujian dilakukan perbandingan pembacaan sensor dengan pembacaan alat standar untuk mengetahui keakuratan hasil. Persen *error* dihasilkan dari persamaan:

$$\text{Persen } error (\%) = \left| \frac{\text{Hasil pengujian sensor} - \text{hasil pengujian alat standar}}{\text{hasil pengujian alat standar}} \right| \times 100\%$$

Hasil Pengujian fungsi masing-masing komponen seperti pada sub bab di bawah ini :

Pengujian Keakuratan Sensor pH

Pengujian sensor pH untuk mengetahui akurasi dan ketelitian dari sensor pH yang digunakan dengan memberikan rangsangan berupa air. Hasil pembacaan sensor pH akan dibandingkan dengan alat pembaca pH yang sudah sesuai standar yaitu pH meter. Hasil pengujian pembacaan pH dapat dilihat pada tabel 1. Pada pengujian keakuratan sensor pH dihasilkan eror rata-rata sebesar 0,49% dan rata-rata pembacaan pH kolam sebesar 6,938. Hal ini masih berada dalam rentang optimal dan sesuai standar, karena pH untuk budidaya ikan berkisar antara 6,5-8,5 (Verma et al., 2022). Verma et al. (2022) juga menambahkan apabila pH air kolam tidak memenuhi standar maka akan menyebabkan stres pada ikan, bahkan hingga kematian.

Pengujian Keakuratan Sensor TDS-40

Pengujian sensor TDS-40 untuk mengetahui akurasi dan ketelitian dari sensor TDS-40 yang digunakan dengan memberikan rangsangan. Hasil pembacaan sensor TDS-40 akan dibandingkan dengan alat pembaca total padatan terlarut yang sudah standar yaitu TDS meter. Hasil pengujian pembacaan sensor TDS-40 dapat dilihat pada tabel 3. Pada pengujian keakuratan sensor TDS-40 dihasilkan eror rata-rata sebesar 4,83% dengan rata-rata pembacaan sensor 869 NTU. Hal ini masih memenuhi standar kualitas air untuk kolam ikan yaitu <1000 ppm (Putra et al., 2024).

Pengujian Keakuratan Sensor Turbidity

Pengujian sensor *turbidity* untuk mengetahui akurasi dan ketelitian dari sensor *turbidity* yang digunakan dengan memberikan rangsangan. Hasil pembacaan sensor *turbidity* akan dibandingkan dengan alat pembaca kekeruhan yang sudah standar yaitu DFR robot. Hasil pengujian pembacaan sensor TDS-40 dapat dilihat pada tabel 4. Pada pengujian keakuratan sensor *turbidity* dihasilkan eror rata-rata sebesar 4,75% dan rata-rata pembacaan sensor sebesar 27,4. Nilai ini masih masuk dalam rentang aman berdasarkan literatur (~10–50 NTU) sehingga penetrasi cahaya masih cukup mendukung vegetasi dan oksigenasi alami bagi ikan (Pradhana et al., 2021).

Pengujian Keakuratan Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu untuk mengetahui akurasi dan ketelitian dari sensor suhu yang digunakan dengan memberikan rangsangan. Hasil pembacaan sensor suhu akan dibandingkan dengan alat pembaca suhu yang sudah standar yaitu termometer. Hasil pengujian pembacaan sensor suhu dapat dilihat pada tabel 5. Pada pengujian keakuratan sensor suhu dihasilkan eror rata-rata sebesar 1,32% dan rata-rata pembacaan sensor sebesar 28,9°C. Standar optimal suhu untuk budidaya ikan sebesar 25–30 °C, dengan batas aman hingga 32–35 °C tergantung spesies, sehingga suhu hasil pengujian masuk dalam rentang aman (Rinanto et al., 2025).

Metode *Total Plate Count* (TPC) digunakan untuk menghitung jumlah bakteri yang muncul dalam air kolam. Jumlah bakteri ditunjukkan dalam satuan CFU/ml (unit pembentukan koloni/ml). Pada awal pemeliharaan jumlah populasi bakteri pada kontrol (air) mencapai kisaran 1100-3300 atau 10^3 dan perlakuan ozon (air + ozon) pada kisaran 700-1300 atau 10^2 - 10^3 CFU/ml. Pada perlakuan ini kelimpahan bakteri yang tumbuh pada masing-masing perlakuan belum melebihi ambang batas minimal keberadaan bakteri umum. Kelimpahan total bakteri yang belum mencapai ambang batas minimal keberadaan bakteri umum, tidak akan mengalami perubahan yang signifikan pada kualitas air yang digunakan untuk budidaya ikan. Hasil penelitian Jung et al. (2021) juga melaporkan bahwa oksidan yang dihasilkan dari ozon mampu mengurangi jumlah koloni bakteri dan meningkatkan kualitas air. Sistem *aquaculture semi-recirculating* pada budidaya ikan menunjukkan *survival* lebih tinggi dan penurunan kejadian penyakit, mendukung efek antibakteri dan pengontrol kualitas air oleh ozon. Pemberian ozon tentunya dapat meningkatkan produktivitas budidaya perairan karena sebagai molekul yang memiliki energi yang sangat besar, ozon dapat menginaktivasi bakteri, virus, jamur dan beberapa jenis protozoa (Teitge et al., 2020).

FisherBot merupakan solusi inovatif berupa sistem terintegrasi berbasis *Internet of Things* (IoT) yang menggabungkan teknologi ozonisasi untuk mencegah serangan penyakit ikan, serta dilengkapi dengan fitur *chatbot* berbasis kecerdasan buatan (AI). Gambar 4 menunjukkan *interface* aplikasi FisherBot dengan pengguna, *chatbot* AI yang digunakan untuk memantau parameter kualitas air kolam ikan secara *real-time*. Pada hasil pembacaan sensor juga direpresentasikan dalam bentuk grafik agar pengguna dapat mengetahui stagnasi kualitas air kolam, sesuai dengan gambar 5. Dalam tampilan *chatbot*, ditampilkan empat parameter utama yang terdeteksi oleh sensor, pH, *turbidity*, *total dissolve solid*, dan suhu kolam. Setiap grafik menunjukkan tren pembacaan data secara waktu nyata (*real-time*), yang mempermudah analisis kondisi air secara visual. Setelah pengguna mengirimkan perintah, maka *chatbot* AI memberikan penjelasan secara otomatis. Fitur ini menunjukkan kemampuan *chatbot* AI untuk

memberikan informasi yang aplikatif dan edukatif bagi para pembudidaya ikan, khususnya pemula dalam *memonitoring* dan *kontrolling* kualitas air kolam secara digital dan efisien (Hemal et al., 2024). Integrasi antara sistem ini dapat membantu pengguna, khususnya pembudidaya pemula untuk mengambil keputusan yang tepat secara langsung sehingga dapat menjaga kondisi optimal bagi pertumbuhan ikan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Perancangan FisherBot sebagai sistem IOT-ozonizer dengan *chatbot* AI untuk budidaya ikan ramah pemula menggunakan, ESP8266 sebagai mikrokontroler, ozonizer sebagai pensterilisasi air kolam, sensor pH sebagai pendeteksi pH pada kolam bibit ikan koi, sensor TDS-40 sebagai pendeteksi kadar padatan terlarut pada kolam, sensor *turbidity* sebagai pendeteksi kekeruhan dan sensor suhu untuk mendeteksi air kolam serta IoT digunakan untuk *memonitoring* secara online melalui aplikasi *mobile*. Hasil yang diperoleh berupa sistem FisherBot mampu memantau parameter kualitas air secara akurat dan menurunkan total bakteri secara signifikan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh sensor mampu bekerja dengan akurasi baik, dengan rata-rata pengukuran suhu sebesar 28,9°C, pH sebesar 6,94, TDS-40 sebesar 1169 ppm, dan *turbidity* sebesar 27,4 NTU. Hasil uji total bakteri pada penelitian ini yang terbaik terdapat pada perlakuan P.1 yang menggunakan penambahan ozon pada media pemeliharaan dengan nilai rata-rata total bakteri sebesar 3.200 CFU/ ml sehingga penggunaan ozon dapat menekan pertumbuhan bakteri penyebab penyakit. Pada hasil *chatbot* AI, setelah pengguna mengirimkan perintah, maka *chatbot* AI memberikan penjelasan secara otomatis Hal tersebut akan berpengaruh baik dalam kualitas air terhadap budidaya ikan. Adapun saran dari penelitian ini adalah pemilihan komponen sensor yang memiliki spesifikasi yang lebih tinggi agar dapat berfungsi secara maksimal dan dapat diterapkan dalam skala besar.

DAFTAR REFERENSI

- Chen, Z., Liu, X., Cheng, X., & Guo, Z. (2023). Dissipation of eutrophic substances in grass carp aquaculture pond water by ozone. *Water*, 15(18), 3167. <https://doi.org/10.3390/w15183167>
- Hemal, M. M., Rahman, A., Nurjahan, N., Islam, F., Ahmed, S., Kaiser, M. S., & Ahmed, M. R. (2024). An integrated smart pond water quality monitoring and fish farming recommendation Aquabot system. *Sensors*, 24(11), 3682. <https://doi.org/10.3390/s24113682>
- Jung, S., Park, W., Park, S., Park, J., Kim, J.-W., & Kim, P.-K. (2021). Ozone-produced oxidants improve water quality parameters and microbial colony counts in the semi-recirculating aquaculture system for olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Korean*

- Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54(5), 751–760.
<https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.0751>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2020). *Rencana Strategis Kementerian Kelautan dan Perikanan Tahun 2020–2024*. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan. Retrieved from
- Kulla, O. L. S., Yuliana, E., & Supriyono, E. (2020). Analisis kualitas air dan kualitas lingkungan untuk budidaya ikan di Danau Laimadat, Nusa Tenggara Timur. *PELAGICUS: Jurnal IPTEK Terapan Perikanan dan Kelautan*, 1(3), 135–144.
<https://doi.org/10.15578/plgc.v1i3.9290>
- Nasuki, C., Mulia, C., Almani, S., & Rahmadiyah, T. (2024). *Kualitas air budidaya ikan* (1st ed.). CV HEI Publishing Indonesia.
- Pattipeiluhu, S., Laimeheriwa, B. M., & Lekatompessy, A. A. P. (2022). Impact of *Aeromonas hydrophila* infection on clinical signs and blood parameter of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Fisheries and Marine Research*, 6(3), 6–13.
<https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2022.006.03.2>
- Pradhana, S., Fitriyah, H., & Ichsan, M. H. H. (2021). Sistem kendali kualitas air kolam ikan nila dengan metode jaringan syaraf tiruan berdasarkan pH dan turbidity berbasis Arduino Uno. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(10), 4197–4204.
- Pulungan, A. B., Putra, A. M., Hamdani, & Hastuti. (2020). Sistem kendali kekeruhan dan pH air kolam budidaya ikan nila. *ELKHA*, 12(2), 99–104.
<https://doi.org/10.26418/elkha.v12i2.40688>
- Putra, S., Rubiani, H., & Manova, R. Y. (2024). Sistem monitoring kualitas air (suhu, keasaman, dan TDS (total dissolved solid)) kolam ikan koi berbasis Internet of Things. *Jurnal Produktif*, 8(2), 809–818. <https://doi.org/10.35568/produktif.v8i2.5872>
- Rinanto, Y., Fausyiah, G. F., Ramadhan, D. A., Nugrahaini, J. A., Rustanti, A. H., Jannah, D. M., Andini, G. F., Ahmad, Z. T. A., Sayyaf, T., Latifa, K., & Umayah, A. (2025). Otomatisasi kendali suhu di kolam bioflok dalam budidaya ikan nila di Kemuning berbasis IoT. *Jurnal Semar*, 14(1), 209–218.
<https://doi.org/10.20961/semar.v14i1.97988>
- Sudarsono, S. N., Abirawa, B. K. I. P., Mulyadi, E., & Triana, N. W. (2022). Efisiensi kadar ozon dalam proses disinfeksi bakteri *Escherichia coli* pada pengolahan air minum. *ChemPro*, 3(2). <https://doi.org/10.33005/chempro.v3i2.270>
- Teitge, F., Pepler, C., Steinhagen, D., & Jung-Schroers, V. (2020). Water disinfection by ozonation has advantages over UV irradiation in a brackish water recirculation aquaculture system for Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Fish Diseases*, 43(10), 1259–1285. <https://doi.org/10.1111/jfd.13238>
- Verma, D. K., Singh, S., Maurya, N. K., & Kumar, P. (2022). Important water quality parameters in aquaculture: An overview. *Agriculture and Environment*, 3(3), 24–29.
- Zawisza, M., Chadzinska, M., Steinhagen, D., Rakus, K., & Adamek, M. (2023). Gill disorders in fish: Lessons from poxvirus infections. *Reviews in Aquaculture*, 16, 234–253.
<https://doi.org/10.1111/raq.12835>