

PKM Pemberdayaan Masyarakat melalui Pendampingan Teknologi IoT dalam Pemantauan Kualitas Air Kolam berbasis Ramah Lingkungan

Teuku Multazam¹, Syukriah², Asran³, Edi Yusuf⁴, Ezwarsyah⁵, Mochamad Ari Saptari⁶

^{1,3,5}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Malikussaleh, Aceh Utara

² Program Studi Teknik Industri, Universitas Malikussaleh, Aceh Utara

⁴ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Malikussaleh, Aceh Utara

⁶Program Studi Sistem Informasi, Universitas Malikussaleh, Aceh Utara

Received : 5 Juni 2026, Revised : 23 Juni 2026, Published : 1 Juli 2026

Corresponding Author

Nama Penulis: Teuku Multazam

E-mail: teuku.multazam@unimal.ac.id

Abstrak

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas Kelompok Pembudidaya Ikan (Pokdakan) Mina Ujong Blang, Kecamatan Muara Dua, Kota Lhokseumawe dalam pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) untuk pemantauan kualitas air kolam budidaya ikan secara real-time. Permasalahan utama mitra adalah masih terbatasnya sistem monitoring kualitas air yang dilakukan secara manual sehingga proses pengambilan keputusan bersifat reaktif dan kurang akurat. Metode pelaksanaan kegiatan meliputi implementasi sistem IoT berbasis sensor suhu, pH, kekeruhan, dan oksigen terlarut, pendampingan penggunaan sistem, serta evaluasi peningkatan pemahaman mitra. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa sistem IoT yang diterapkan mampu memberikan data kualitas air secara real-time dan meningkatkan efektivitas monitoring kolam. Selain itu, terjadi peningkatan kemampuan mitra dalam mengoperasikan sistem digital serta perubahan pola pengelolaan budidaya dari berbasis pengalaman menjadi berbasis data. Dengan demikian, kegiatan ini berkontribusi dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan budidaya ikan sekaligus mendorong penerapan teknologi digital yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Kata kunci - IoT, Budidaya Ikan, Kualitas Air, Akuakultur Cerdas

Abstract

This Community Service Program aims to enhance the capacity of the Fish Farmers Group (Pokdakan) Mina Ujong Blang, Muara Dua District, Lhokseumawe City, in utilizing Internet of Things (IoT) technology for real-time monitoring of aquaculture water quality. The main problem faced by the partner is the limited use of manual water quality monitoring systems, which leads to reactive and less accurate decision-making processes. The implementation method includes the deployment of an IoT-based system equipped with temperature, pH, turbidity, and dissolved oxygen sensors, training and mentoring activities, and evaluation of participants' understanding improvement. The results show that the implemented IoT system is able to provide real-time water quality data and improve the effectiveness of pond monitoring. In addition, there is an increase in the partners' ability to operate digital systems and a shift in aquaculture management practices from experience-based to data-driven decision-making. Therefore, this program contributes to improving aquaculture efficiency while promoting the adoption of environmentally friendly and sustainable digital technology.

Keywords - IoT, aquaculture, water quality, smart aquaculture

How To Cite : Multazam, T., Syukriah, S., Asran, A., Yusuf, E., Ezwarsyah, E., & Saptari, M. A. (2026). PKM Pemberdayaan Masyarakat melalui Pendampingan Teknologi IoT dalam Pemantauan Kualitas Air Kolam berbasis Ramah Lingkungan . *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 4(5), 1822 - 1832. <https://doi.org/10.59837/jpmba.v4i4.4562>
Copyright ©2026 Teuku Multazam, Syukriah Syukriah, Asran Asran, Edi Yusuf, Ezwarsyah Ezwarsyah, Mochamad Ari Saptari

PENDAHULUAN

Budidaya perikanan merupakan sektor penting dalam mendukung ketahanan pangan dan peningkatan ekonomi masyarakat melalui penyediaan sumber protein hewani. Keberhasilan kegiatan budidaya sangat ditentukan oleh kualitas air sebagai media hidup organisme akuatik. Parameter kualitas air seperti suhu, pH, oksigen terlarut (dissolved oxygen/DO), dan amonia berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan, metabolisme, kesehatan, serta tingkat kelangsungan hidup ikan (Bhatnagar & Devi, 2013). Penurunan kadar DO dan peningkatan konsentrasi amonia dapat menyebabkan stres, menurunkan laju pertumbuhan, bahkan meningkatkan risiko kematian pada organisme budidaya (Torrans, 2008; Sriyasad et al., 2015; Vaage & Myrick, 2021). Oleh karena itu, pemantauan kualitas air secara berkelanjutan menjadi aspek penting dalam pengelolaan sistem akuakultur yang produktif dan berkelanjutan.

Dalam praktiknya, pengelolaan kualitas air pada budidaya ikan skala masyarakat masih menghadapi berbagai keterbatasan karena monitoring umumnya dilakukan secara manual dan tidak berkesinambungan (Subowo & Pradita, 2024). Pembudidaya biasanya hanya melakukan pengukuran berkala menggunakan alat sederhana atau mengandalkan observasi visual terhadap kondisi ikan dan air. Kondisi ini menyebabkan perubahan parameter penting seperti suhu, pH, dan oksigen terlarut (DO) sering terlambat terdeteksi karena keterbatasan sumber daya manusia dan ketidakteraturan jadwal pengukuran (Pramana & Alajuri, 2025). Padahal, parameter-parameter tersebut merupakan faktor utama yang menentukan keberhasilan budidaya ikan dan harus dipantau secara berkelanjutan (Shete et al., 2024). Keterlambatan pemantauan kualitas air dapat meningkatkan stres, memicu munculnya penyakit, hingga menyebabkan kematian ikan secara massal yang berdampak pada penurunan produktivitas dan kerugian ekonomi bagi pembudidaya (Desnanjaya et al., 2025; Boyd, 2017; Patil et al., 2026).

Permasalahan tersebut juga ditemukan pada Kelompok Pembudidaya Ikan (Pokdakan) Mina Ujong Blang yang berlokasi di Kecamatan Muara Dua, Kota Lhokseumawe. Sebagai salah satu kelompok pembudidaya yang berperan penting dalam pengembangan perikanan air tawar dan payau di kawasan pesisir, kelompok ini masih menghadapi keterbatasan dalam pemantauan kualitas air. Proses monitoring dilakukan secara konvensional dan tidak didukung oleh sistem digital yang mampu menyediakan data secara real time. Akibatnya, pengelolaan kolam masih didominasi oleh pengalaman praktis pembudidaya, sehingga upaya menjaga stabilitas parameter kualitas air belum berjalan secara optimal. Dampaknya, tindakan penanganan umumnya dilakukan setelah muncul gejala penyakit atau kematian ikan, bukan melalui deteksi dan pencegahan sejak dini.

Keterbatasan dalam pengelolaan kualitas air tidak hanya menurunkan produktivitas budidaya, tetapi juga mengancam keberlanjutan lingkungan perairan. Pengelolaan yang kurang optimal dapat memicu akumulasi limbah organik dari sisa pakan, peningkatan beban pencemar, serta penggunaan bahan tambahan budidaya yang tidak terkontrol sehingga menurunkan kualitas lingkungan dan berpotensi mencemari sumber air di sekitarnya (Tan et al., 2021; Mahari, 2024). Oleh karena itu, pengembangan akuakultur berkelanjutan memerlukan sistem monitoring kualitas air yang efisien, akurat, dan berbasis teknologi untuk mendeteksi perubahan parameter secara real-time, mengurangi risiko pencemaran, serta meningkatkan efisiensi pengelolaan budidaya (Su et al., 2020; Flores-Iwasaki et al., 2025).

Sejumlah kegiatan pengabdian kepada masyarakat menunjukkan bahwa penerapan teknologi berbasis *Internet of Things (IoT)* pada sektor perikanan mampu meningkatkan efektivitas pemantauan

kualitas air budidaya. Penggunaan sistem monitoring yang memanfaatkan sensor dan platform digital memungkinkan pembudidaya memperoleh informasi kondisi perairan secara real-time, sehingga proses pengambilan keputusan dalam pengelolaan kolam dapat dilakukan secara lebih cepat dan tepat (Burhan et al., 2025). Selain itu, pelatihan dan pendampingan yang menyertai penerapan teknologi tersebut turut meningkatkan pengetahuan serta keterampilan masyarakat dalam mengoperasikan sistem monitoring berbasis IoT, sehingga mendukung praktik budidaya yang lebih efisien, responsif, dan berkelanjutan.

Perkembangan *Internet of Things (IoT)* telah menjadi salah satu solusi penting dalam pertanian presisi dan smart aquaculture melalui pemanfaatan sensor, perangkat komunikasi, dan sistem komputasi yang mampu menghasilkan data lingkungan secara *real-time* serta dapat diakses dari jarak jauh (Ray, 2017). Implementasi IoT didukung oleh wireless sensor network (WSN) sebagai infrastruktur utama untuk mengumpulkan dan mentransmisikan data lapangan secara efisien (Jawad et al., 2017). Selain itu, pemanfaatan teknologi cloud computing bersama IoT memungkinkan proses penyimpanan, pengolahan, dan analisis data dilakukan secara terpusat, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih akurat dan berbasis data (Gubbi et al., 2013). Berbagai penelitian juga menunjukkan bahwa penerapan IoT pada sektor pertanian dan perikanan mampu meningkatkan efektivitas pemantauan lingkungan serta mengoptimalkan pengelolaan sumber daya produksi (Antony et al., 2020).

Berdasarkan kondisi dan urgensi permasalahan di lapangan, diperlukan upaya pengabdian kepada masyarakat yang terstruktur, tidak hanya berfokus pada penyediaan teknologi, tetapi juga pada pendampingan yang komprehensif agar masyarakat mampu mengadopsi, mengoperasikan, dan memanfaatkan teknologi tersebut secara mandiri serta berkelanjutan. Oleh karena itu, kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini difokuskan pada pendampingan penerapan teknologi *Internet of Things (IoT)* untuk pemantauan kualitas air kolam yang ramah lingkungan pada Pokdakan Mina Ujong Blang di Kota Lhokseumawe. Sistem yang dikembangkan mencakup penggunaan sensor pH, suhu, tingkat kekeruhan (*turbidity*), dan oksigen terlarut yang terhubung dengan platform pemantauan digital berbasis internet. Melalui sistem tersebut, data kondisi kolam dapat ditampilkan dan diakses secara real-time, sehingga memudahkan pembudidaya dalam memantau kualitas air serta mengambil keputusan pengelolaan yang lebih cepat dan tepat.

Tujuan utama dari pelaksanaan kegiatan PkM ini adalah untuk meningkatkan kapasitas teknis, keterampilan, dan kemandirian para anggota Pokdakan Mina Ujong Blang dalam memanfaatkan keunggulan teknologi IoT untuk pengelolaan kualitas air kolam secara lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan. Selain itu, kegiatan ini juga bertujuan secara sosial untuk menstimulasi dan meningkatkan literasi teknologi informasi masyarakat pembudidaya ikan daerah dalam menghadapi era transformasi digital di sektor perikanan nasional. Dengan adanya implementasi sistem monitoring cerdas ini, diharapkan dapat terjadi peningkatan produktivitas hasil budidaya, penurunan risiko kerugian finansial akibat gagal panen, serta terciptanya praktik perikanan budidaya yang lebih ramah lingkungan, higienis, dan berbasis data akurat di wilayah Kota Lhokseumawe.

METODE

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini dilaksanakan desa bayu Kota Lhokseumawe, dengan pendekatan partisipatif dan berbasis pendampingan teknologi. Metode pelaksanaan dirancang untuk tidak hanya mentransfer pengetahuan, tetapi juga memastikan adanya peningkatan kapasitas mitra dalam mengoperasikan dan memanfaatkan teknologi *Internet of Things (IoT)* secara mandiri dalam pemantauan kualitas air kolam.

1. Tahap Identifikasi dan Analisis Kebutuhan Mitra

Tahap awal kegiatan dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara, dan diskusi langsung dengan anggota Pokdakan Mina Ujong Blang untuk mengidentifikasi kondisi aktual budidaya ikan, khususnya pada aspek pengelolaan kualitas air. Pada tahap ini dikaji

permasalahan utama seperti keterbatasan alat monitoring, pola pemantauan yang masih manual, serta kesulitan dalam mendeteksi perubahan parameter air secara real-time. Hasil analisis kebutuhan ini digunakan sebagai dasar dalam merancang sistem IoT yang sesuai dengan kondisi teknis dan kemampuan mitra.

2. Perancangan Sistem IoT Pemantauan Kualitas Air

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem monitoring kualitas air berbasis *Internet of Things (IoT)* yang terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu sensor pH, sensor suhu, sensor kekeruhan (turbidity), dan sensor oksigen terlarut (dissolved oxygen/DO). Seluruh sensor dihubungkan dengan mikrokontroler berbasis modul IoT, seperti ESP8266 atau ESP32, yang berfungsi mengolah sekaligus mengirimkan data hasil pengukuran. Data yang diperoleh kemudian ditransmisikan ke platform cloud untuk ditampilkan secara real-time melalui dashboard yang dapat diakses menggunakan smartphone maupun komputer. Arsitektur sistem dirancang sesederhana mungkin agar mudah dioperasikan oleh pembudidaya dengan tingkat literasi teknologi yang beragam, tanpa mengurangi akurasi dan keandalan data yang digunakan untuk memantau kondisi lingkungan kolam.

3. Implementasi dan Instalasi Sistem di Lokasi Mitra

Tahap implementasi dilakukan melalui pemasangan perangkat IoT pada kolam budidaya milik mitra. Sensor ditempatkan pada beberapa titik yang representatif untuk memperoleh data kualitas air yang akurat dan menggambarkan kondisi kolam secara menyeluruh. Selanjutnya, dilakukan konfigurasi sistem komunikasi data antara perangkat sensor dan platform monitoring berbasis internet. Pada tahap ini juga dilaksanakan uji fungsi (system testing) untuk memastikan seluruh sensor bekerja sesuai spesifikasi, data dapat terbaca secara stabil, serta proses pengiriman dan penyajian data berlangsung secara real-time tanpa gangguan yang berarti. Apabila ditemukan ketidaksesuaian pada hasil pengukuran atau kinerja sistem, dilakukan kalibrasi ulang sensor serta penyesuaian konfigurasi perangkat guna menjamin keakuratan dan keandalan sistem monitoring.

4. Pendampingan dan Pelatihan Mitra

Pendampingan dilakukan melalui kegiatan pelatihan langsung kepada anggota Pokdakan Mina Ujong Blang. Materi pelatihan meliputi pengenalan dasar IoT, cara kerja sensor kualitas air, penggunaan dashboard monitoring, serta interpretasi data kualitas air kolam. Metode pelatihan dilakukan secara praktik langsung (*hands-on training*), sehingga mitra tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu mengoperasikan sistem secara mandiri. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip *community empowerment* yang menekankan pada peningkatan kapasitas dan kemandirian masyarakat dalam mengadopsi teknologi baru.

5. Monitoring, Evaluasi, dan Keberlanjutan Sistem

Tahap akhir kegiatan adalah monitoring dan evaluasi (Monev) terhadap penggunaan sistem IoT oleh mitra. Evaluasi dilakukan untuk menilai tingkat keberhasilan implementasi sistem, kemudahan penggunaan oleh pembudidaya, serta dampaknya terhadap efektivitas pengelolaan kualitas air kolam.

Selain itu, dilakukan juga pendampingan lanjutan untuk memastikan sistem tetap berfungsi dengan baik setelah kegiatan PKM selesai. Aspek keberlanjutan ditekankan melalui peningkatan kemampuan mitra dalam melakukan perawatan dasar perangkat, seperti kalibrasi sensor, pengecekan koneksi, dan pemeliharaan sistem monitoring.

HASIL DAN PEMBAHASAN

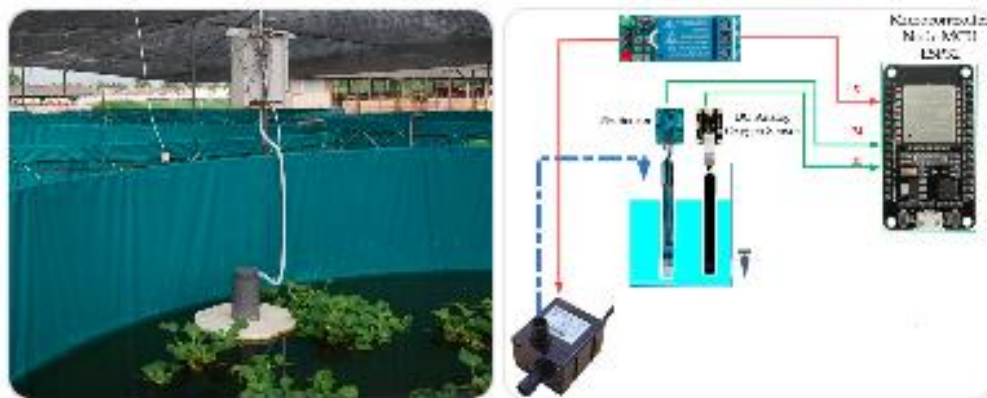
Pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat pada Kelompok Pembudidaya Ikan (Pokdakan) Mina Ujong Blang, Kecamatan Muara Dua, Kota Lhokseumawe dilaksanakan melalui beberapa tahapan utama, yaitu implementasi sistem *Internet of Things (IoT)* untuk pemantauan kualitas air kolam, pendampingan dan pelatihan penggunaan sistem kepada mitra, serta evaluasi terhadap

peningkatan pemahaman dan keterampilan pembudidaya. Kegiatan ini dirancang untuk meningkatkan kemampuan mitra dalam memantau kualitas air secara real-time, meningkatkan efisiensi pengelolaan budidaya ikan, serta mendorong penerapan teknologi digital dalam sistem akuakultur yang lebih modern dan berkelanjutan. Hasil kegiatan menunjukkan adanya perubahan signifikan baik dari aspek teknis pengelolaan kolam maupun peningkatan literasi teknologi pada anggota Pokdakan.

Implementasi Sistem IoT Pemantauan Kualitas Air Kolam

Tahap implementasi merupakan tahap inti dalam kegiatan ini yang berfokus pada penerapan teknologi *Internet of Things (IoT)* di lingkungan budidaya ikan mitra. Pada tahap ini dilakukan instalasi beberapa sensor utama yang berfungsi untuk memantau kualitas air secara real-time, yaitu sensor suhu untuk mengukur kestabilan temperatur air, sensor pH untuk mengetahui tingkat keasaman, sensor kekeruhan (*turbidity*) untuk melihat tingkat kejernihan air, serta sensor oksigen terlarut (*DO*) yang sangat penting dalam menentukan kelayakan hidup ikan di dalam kolam.

Seluruh sensor tersebut dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32 yang berperan sebagai pusat pemrosesan data sekaligus pengirim data ke platform cloud. Sistem ini memungkinkan data kualitas air dikirim secara otomatis tanpa perlu intervensi manual, sehingga proses monitoring menjadi lebih efisien, kontinu, dan minim kesalahan manusia. Pemasangan perangkat dilakukan langsung pada kolam budidaya untuk memastikan bahwa data yang diperoleh benar-benar merepresentasikan kondisi aktual lingkungan perairan.



Gambar 1.
Instalasi Sistem IoT pada Kolam Budidaya Ikan

Gambar 1 memperlihatkan proses instalasi sistem IoT pada kolam budidaya ikan milik Pokdakan Mina Ujong Blang yang dilakukan secara langsung di lokasi mitra. Pada gambar tersebut terlihat pemasangan beberapa sensor kualitas air yang ditempatkan pada area kolam untuk menangkap data lingkungan secara akurat dan representatif. Sensor-sensor tersebut tidak hanya diletakkan secara sembarangan, tetapi diposisikan pada titik tertentu yang dianggap mewakili kondisi rata-rata kolam agar data yang dihasilkan tidak bias. Selain itu, terlihat juga unit mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data sebelum dikirimkan ke sistem berbasis internet. Instalasi ini menjadi fondasi utama dalam sistem monitoring berbasis IoT karena menentukan kualitas dan keandalan data yang akan digunakan dalam proses pengambilan keputusan oleh pembudidaya.

Integrasi Dashboard dan Monitoring Real-Time

Setelah sistem sensor berhasil diimplementasikan, tahap berikutnya adalah integrasi data ke dalam dashboard monitoring berbasis internet. Dashboard ini dirancang untuk menampilkan data kualitas air dalam bentuk visual yang mudah dipahami, seperti grafik tren dan indikator numerik untuk parameter suhu, pH, kekeruhan, dan oksigen terlarut.



Gambar 2.
Dashboard Monitoring Kualitas Air Berbasis IoT

Gambar 2 menunjukkan tampilan dashboard monitoring berbasis IoT yang digunakan dalam kegiatan ini untuk menampilkan data kualitas air kolam secara real-time. Pada dashboard tersebut, data dari sensor ditampilkan dalam bentuk grafik dinamis yang terus diperbarui sesuai kondisi aktual di lapangan. Hal ini memungkinkan pembudidaya untuk tidak hanya melihat angka statis, tetapi juga memahami pola perubahan kualitas air dari waktu ke waktu. Misalnya, penurunan oksigen terlarut dapat terlihat sebagai tren menurun pada grafik sehingga pembudidaya dapat segera melakukan tindakan seperti menambah aerasi. Dengan adanya sistem ini, proses pengambilan keputusan menjadi lebih cepat, akurat, dan berbasis data, bukan lagi hanya berdasarkan perkiraan atau pengalaman semata.

Peningkatan Kapasitas Mitra melalui Pelatihan

Selain implementasi teknologi, kegiatan ini juga mencakup pelatihan dan pendampingan kepada anggota Pokdakan Mina Ujong Blang. Pelatihan dilakukan secara langsung dengan pendekatan praktik (hands-on) agar mitra benar-benar memahami cara kerja sistem, bukan hanya secara teoritis.



Gambar 3.
Kegiatan Pelatihan dan Pendampingan Mitra

Gambar 3 menggambarkan kegiatan pelatihan dan pendampingan yang dilakukan kepada dalam memahami dan mengoperasikan sistem IoT pemantauan kualitas air. Pada kegiatan ini, peserta

tidak hanya diberikan penjelasan mengenai konsep dasar Internet of Things, tetapi juga dilatih secara langsung untuk membaca data sensor, memahami fungsi setiap parameter kualitas air, serta mengoperasikan dashboard monitoring secara mandiri. Pendekatan praktik ini terbukti lebih efektif karena mitra dapat langsung melihat hubungan antara data digital yang ditampilkan sistem dengan kondisi nyata di kolam budidaya. Selain itu, interaksi langsung selama pelatihan juga meningkatkan kepercayaan diri pembudidaya dalam menggunakan teknologi baru dalam aktivitas sehari-hari.

Dampak Implementasi dan Evaluasi Keberhasilan Program PkM

Hasil implementasi sistem *Internet of Things (IoT)* menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan baik dari aspek teknis pengelolaan budidaya maupun kapasitas mitra dalam memanfaatkan teknologi digital. Sebelum adanya sistem, pemantauan kualitas air kolam masih dilakukan secara manual dengan frekuensi terbatas, sehingga perubahan kondisi lingkungan sering terlambat terdeteksi. Setelah sistem diterapkan, proses monitoring dapat dilakukan secara real-time, sehingga pembudidaya memiliki akses informasi yang lebih cepat dan akurat dalam menentukan tindakan pengelolaan kolam.

Dampak utama dari penerapan sistem ini terlihat pada peningkatan responsivitas mitra terhadap perubahan kualitas air. Parameter seperti penurunan oksigen terlarut atau peningkatan kekeruhan dapat segera diketahui melalui dashboard, sehingga tindakan korektif seperti pengaturan aerator atau pergantian air dapat dilakukan lebih cepat dibandingkan sebelumnya. Kondisi ini menunjukkan bahwa teknologi IoT tidak hanya berfungsi sebagai alat monitoring, tetapi juga sebagai pendukung pengambilan keputusan berbasis data (*data-driven decision making*) dalam kegiatan budidaya ikan.

Selain dampak teknis, kegiatan ini juga menghasilkan peningkatan kapasitas mitra dalam memahami dan mengoperasikan sistem digital. Hal ini diperkuat melalui hasil evaluasi yang dilakukan menggunakan indikator pemahaman konsep IoT, kemampuan penggunaan sistem monitoring, serta kemampuan interpretasi data kualitas air.

Tabel 1.
Hasil Evaluasi Kegiatan PkM

No	Indikator Evaluasi	Sebelum PkM (%)	Setelah PkM (%)	Peningkatan (%)
1	Pemahaman konsep IoT	25%	87%	+62%
2	Penggunaan sistem monitoring	22%	83%	+61%
3	Interpretasi data kualitas air	30%	89%	+59%
4	Respons terhadap perubahan air	35%	91%	+56%
5	Efektivitas pengelolaan kolam	40%	93%	+53%

Hasil evaluasi tersebut menunjukkan adanya peningkatan yang cukup signifikan pada seluruh indikator yang diukur. Peningkatan tertinggi terlihat pada aspek pemahaman konsep IoT dan kemampuan penggunaan sistem monitoring, yang mengindikasikan bahwa pendekatan pelatihan berbasis praktik langsung (*hands-on training*) efektif dalam meningkatkan literasi teknologi mitra. Secara keseluruhan, hal ini memperkuat bahwa implementasi sistem IoT tidak hanya berdampak pada aspek teknis budidaya, tetapi juga pada aspek pemberdayaan masyarakat melalui peningkatan kapasitas digital.

Pembahasan

Hasil kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat menunjukkan bahwa penerapan sistem *Internet of Things (IoT)* dalam pemantauan kualitas air kolam tidak hanya meningkatkan efisiensi monitoring, tetapi juga mendorong perubahan pola pengelolaan budidaya ikan dari yang semula berbasis pengalaman menuju pengambilan keputusan berbasis data. Sistem yang dikembangkan

memanfaatkan berbagai sensor lingkungan yang bekerja secara terpadu dalam satu platform digital untuk menyajikan informasi kondisi kolam secara real-time. Namun, keberhasilan penerapannya di lapangan tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan perangkat teknologi, melainkan juga oleh stabilitas lingkungan operasional, seperti kualitas jaringan internet, penempatan sensor yang tepat, serta konsistensi proses kalibrasi. Faktor-faktor tersebut berperan penting dalam menjaga akurasi dan keandalan data yang dihasilkan sebagai dasar pengelolaan budidaya yang lebih efektif.

Ketercapaian tujuan kegiatan menunjukkan bahwa mitra telah mampu memahami dan mengoperasikan sistem monitoring berbasis IoT dengan baik. Proses peningkatan kapasitas berlangsung secara bertahap sesuai dengan tingkat literasi digital yang dimiliki peserta. Kondisi ini menunjukkan bahwa keberhasilan penerapan teknologi tidak hanya bergantung pada fungsi sistem yang dikembangkan, tetapi juga pada kesiapan pengguna, tingkat penerimaan teknologi, serta kemampuan memanfaatkan teknologi dalam mendukung kegiatan operasional sehari-hari (Jayashankar et al., 2018; Hoang & Tran, 2023; Li et al., 2024). Perbandingan kondisi sebelum dan sesudah implementasi menunjukkan adanya pergeseran signifikan dalam sistem pengambilan keputusan budidaya. Pada kondisi awal, keputusan pengelolaan kolam cenderung bersifat reaktif karena bergantung pada observasi visual yang bersifat periodik. Setelah implementasi sistem IoT, pembudidaya memiliki akses terhadap data real-time yang memungkinkan deteksi dini terhadap perubahan kualitas air. Perubahan ini menciptakan transisi menuju sistem monitoring berbasis data (data-driven monitoring system), yang secara teoritis lebih unggul karena mampu mengurangi time lag antara perubahan kondisi lingkungan dan respon tindakan di lapangan.

Secara teknis, penerapan IoT dalam kegiatan ini didasarkan pada konsep wireless sensor network (WSN), yaitu jaringan sensor yang memungkinkan pemantauan dan pengiriman data secara real-time. Kinerja sistem monitoring dipengaruhi oleh distribusi node sensor, keandalan transmisi data, serta efisiensi konsumsi energi perangkat yang digunakan (Akyildiz et al., 2002). Dalam konteks kegiatan ini, tantangan teknis yang muncul adalah kestabilan pembacaan sensor pada lingkungan perairan yang dinamis, terutama pada parameter kekeruhan dan oksigen terlarut yang cenderung fluktuatif. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi IoT di lingkungan budidaya tidak hanya bersifat plug-and-play, tetapi membutuhkan penyesuaian teknis terhadap kondisi lapangan.

Dari sisi akuakultur, kualitas air merupakan faktor kunci yang secara langsung memengaruhi metabolisme dan kelangsungan hidup ikan. Perubahan kecil pada kadar oksigen terlarut (DO) maupun pH dapat memicu stres fisiologis, mengganggu pertumbuhan, menurunkan respons imun, dan meningkatkan risiko kematian ikan (Wendelaar Bonga, 1997; Menon et al., 2023). Dalam implementasi sistem ini, keberadaan monitoring real-time memungkinkan identifikasi kondisi kritis lebih cepat, namun interpretasi data tetap memerlukan pemahaman biologis dari pembudidaya. Dengan demikian, teknologi IoT tidak menggantikan pengetahuan lokal, tetapi memperkuatnya melalui penyediaan data yang lebih objektif dan kontinu.

Jika dibandingkan dengan kegiatan pengabdian sebelumnya, implementasi ini menunjukkan kesamaan dalam meningkatkan efektivitas pemantauan kualitas air berbasis IoT, namun memiliki keunggulan pada rancangan sistem yang lebih sederhana sehingga mudah dioperasikan oleh pengguna nonteknis. Beberapa program pengabdian di sektor perikanan menunjukkan bahwa keberhasilan penerapan teknologi IoT tidak hanya ditentukan oleh kualitas perangkat yang digunakan, tetapi juga oleh pelaksanaan pelatihan dan pendampingan yang berkelanjutan kepada mitra (Rahmawati et al., 2025; Rochim et al., 2025). Sejalan dengan temuan tersebut, pendampingan intensif yang dilakukan dalam kegiatan ini menjadi faktor penting dalam meningkatkan kapasitas mitra untuk mengoperasikan sistem, memahami data hasil pemantauan, serta memastikan keberlanjutan pemanfaatan teknologi dalam kegiatan budidaya ikan.

Selain aspek teknis, perubahan yang paling menonjol terlihat pada pola pikir pembudidaya yang mulai beralih dari pengambilan keputusan berbasis intuisi menuju keputusan yang didukung data. Namun, proses adopsi masih berada pada tahap transisi karena pengalaman empiris tetap

digunakan untuk memverifikasi rekomendasi sistem. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa adopsi teknologi akuakultur dipengaruhi oleh persepsi, pengalaman, dan konteks sosial pembudidaya, sehingga teknologi tidak menggantikan praktik yang telah ada, tetapi memperkuat pengetahuan lokal yang berkembang dalam komunitas budidaya (Kumar et al., 2018; Obiero et al., 2019; Agusanty et al., 2021). Oleh karena itu, penerapan sistem berbasis data perlu dipahami sebagai proses kolaboratif yang memadukan inovasi teknologi dan kearifan lokal untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Meskipun sistem IoT yang diterapkan menunjukkan kinerja yang baik, beberapa keterbatasan masih perlu diperhatikan, terutama terkait ketergantungan pada konektivitas internet, kebutuhan kalibrasi sensor secara berkala, serta potensi penurunan akurasi data dalam penggunaan jangka panjang. Dinamika kondisi lingkungan kolam juga dapat memengaruhi stabilitas pembacaan sensor. Oleh karena itu, keberlanjutan sistem bergantung pada kemampuan mitra dalam melakukan pemeliharaan dasar perangkat. Ke depan, sistem ini berpotensi dikembangkan dengan pemanfaatan analitik prediktif atau kecerdasan buatan untuk meningkatkan ketepatan prediksi kualitas air berdasarkan data historis.

KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat berhasil meningkatkan kemampuan mitra dalam memanfaatkan teknologi *Internet of Things (IoT)* untuk pemantauan kualitas air kolam secara real-time. Implementasi sistem IoT memungkinkan monitoring parameter air seperti suhu, pH, kekeruhan, dan oksigen terlarut dilakukan secara lebih cepat dan akurat sehingga mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam pengelolaan budidaya ikan. Berdasarkan hasil evaluasi terhadap peserta kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat, diperoleh tingkat pemahaman yang cukup tinggi pada beberapa aspek utama, yaitu pemahaman konsep dasar IoT sebesar 88%, pemahaman pengembangan alat (integrasi hardware dan sistem IoT) sebesar 84%, serta pemahaman penggunaan sistem untuk implementasi ke depan sebesar 91%. Hasil ini menunjukkan bahwa peserta telah mampu memahami konsep *Internet of Things*, proses pengembangan sistem monitoring kualitas air berbasis sensor, serta cara pemanfaatan sistem secara operasional dalam kegiatan budidaya ikan, sehingga secara keseluruhan kegiatan PkM ini efektif dalam meningkatkan kompetensi teknis dan kesiapan pengguna dalam menerapkan teknologi IoT secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusanty, H., Arief, A. A., Kasri, K., & Kasifah, K. (2021). Local knowledge system of milkfish farmers at traditional pond in Tassiwalie Coastal Village Pinrang District. *Torani Journal of Fisheries and Marine Science*, 4(2), 86–99. <https://doi.org/10.35911/torani.v4i2.12896>
- Akyildiz, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., & Cayirci, E. (2002). Wireless sensor networks: A survey. *Computer Networks*, 38(4), 393–422. [https://doi.org/10.1016/S1389-1286\(01\)00302-4](https://doi.org/10.1016/S1389-1286(01)00302-4)
- Antony, A. P., Leith, K., Jolley, C., Lu, J., & Sweeney, D. J. (2020). A review of practice and implementation of the *Internet of Things (IoT)* for smallholder agriculture. *Sustainability*, 12(9), Article 3750. <https://doi.org/10.3390/su12093750>
- Bhatnagar, A., & Devi, P. (2013). Water quality guidelines for the management of pond fish culture. *International Journal of Environmental Sciences*, 3(6), 1980–2009. <https://doi.org/10.6088/ijes.2013030600019>
- Boyd, C. E. (2017). General relationship between water quality and aquaculture performance in ponds. In *Fish Diseases: Prevention and Control Strategies* (pp. 147–166). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804564-0.00006-5>
- Burhan, M. I., Ashari, H., Rahmah, A., Riska, M., & Sari, D. A. L. (2025). Implementasi teknologi monitoring kualitas tambak berbasis IoT bagi petani tambak Sinar Bonto Manai, Pangkep.

- TEKIBA: *Jurnal Teknologi dan Pengabdian Masyarakat*, 5(3).
<https://doi.org/10.36526/tekiba.v5i3.6235>
- Desnanjaya, I. G. M. N., Nugraha, I. M. A., & Ariana, A. A. G. B. (2025). Improved design and accuracy of real-time water quality and filtering systems for application in IoT-based aquaculture. *Jurnal Riset Akuakultur*, 20(1), 27–47. <https://doi.org/10.15578/jra.20.1.2025.27-47>
- Flores-Iwasaki, M., Guadalupe, G. A., Pachas-Caycho, M., & Chapa-Gonza, S. (2025). *Internet of Things (IoT) sensors for water quality monitoring in aquaculture systems: A systematic review and bibliometric analysis*. *AgriEngineering*, 7(3), 78. <https://doi.org/10.3390/agriengineering7030078>
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- Hoang, H. G., & Tran, H. D. (2023). Smallholder farmers' perception and adoption of digital agricultural technologies: An empirical evidence from Vietnam. *International Journal of Sociology of Agriculture and Food*, 52(4). <https://doi.org/10.1177/00307270231197825>
- Jawad, H. M., Nordin, R., Gharghan, S. K., Jawad, A. M., & Ismail, M. (2017). Energy-efficient wireless sensor networks for precision agriculture: A review. *Sensors*, 17(8), Article 1781. <https://doi.org/10.3390/s17081781>
- Jayashankar, P., Nilakanta, S., Johnston, W. J., Gill, P., & Burres, R. (2018). IoT adoption in agriculture: The role of trust, perceived value and risk. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 33(6), 804–821. <https://doi.org/10.1108/JBIM-01-2018-0023>
- Kumar, G., Engle, C., & Tucker, C. (2018). Factors driving aquaculture technology adoption. *Journal of the World Aquaculture Society*, 49(3), 447–476. <https://doi.org/10.1111/jwas.12514>
- Li, L., Zhang, M., Chandio, A. A., & Liu, Y. (2024). Investigating the intention and behavior of vegetable farmers to adopt IoT technology: Survey-based evidence from China. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1340874. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1340874>
- Mahari, W. A. W. (2024). *Aquaculture wastes as a resource: An overview*. **Planetary Sustainability**, 4(2), 41–55. <https://doi.org/10.46754/ps.2024.07.004>
- Menon, S. V., Kumar, A., Middha, S. K., Paital, B., Mathur, S., Johnson, R., Kademan, A., Usha, T., Hemavathi, K. N., Dayal, S., Ramalingam, N., Subaramaniyam, U., Sahoo, D. K., & Asthana, M. (2023). Water physicochemical factors and oxidative stress physiology in fish: A review. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1240813. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1240813>
- Obiero, K. O., Waidbacher, H., Nyawanda, B. O., Munguti, J. M., Manyala, J. O., & Kaunda-Arara, B. (2019). Predicting uptake of aquaculture technologies among smallholder fish farmers in Kenya. *Aquaculture International*, 27(6), 1689–1707. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00423-0>
- Patil, A., et al. (2026). Sustainable aquaculture: An IoT-integrated system for real-time water quality monitoring featuring advanced DO and ammonia sensors. *Aquacultural Engineering*, 112, 102620. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2025.102620>
- Pramana, R., & Alajuri, M. H. S. (2025). Integrated fuzzy logic model for smart water quality monitoring and floating net cage optimization in barramundi aquaculture. *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, 6(5). <https://doi.org/10.52436/1.jutif.2025.6.5.5346>
- Rahmawati, R. D., Aisa, A., Nashoih, A. K., Al Ghazali, D. H., Nuryani, N., Attamimi, M. H., et al. (2024). Meningkatkan produktivitas budidaya ikan melalui sistem monitoring kualitas air di Desa Tapen berbasis IoT. *Jumat Informatika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(3). <https://doi.org/10.32764/abdimasif.v5i3.5451>
- Ray, P. P. (2017). Internet of Things for smart agriculture: Technologies, practices and future direction. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 9(4), 395–420. <https://doi.org/10.3233/AIS-170440>
- Rochim, F. P., Sulistyawan, V. N., Saputro, B., Arlinto, A., Andriano, N., Maghribi, M. M., & Kladius, R. (2025). *Peningkatan produksi budidaya ikan bandeng melalui implementasi sistem monitoring*

- kualitas air berbasis IoT di Desa Kadilangu*. Bakti Sekawan: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 5(2). <https://doi.org/10.35746/bakwan.v5i2.762>
- Shete, R. P., Bongale, A. M., & Dharrao, D. (2024). IoT-enabled effective real-time water quality monitoring method for aquaculture. *MethodsX*, 13, 102906. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2024.102906>
- Sriyasak, P., Chitmanat, C., Whangchai, N., Promya, J., & Lebel, L. (2015). Effect of water de-stratification on dissolved oxygen and ammonia in tilapia ponds in Northern Thailand. *International Aquatic Research*, 7(4), 287–299. <https://doi.org/10.1007/s40071-015-0113-y>
- Su, X., Sutarlie, L., & Loh, X. J. (2020). *Sensors, biosensors, and analytical technologies for aquaculture water quality*. **Research**, 2020, Article 8272705. <https://doi.org/10.34133/2020/8272705>
- Subowo, A., & Pradita, N. (2024). Design of an IoT-based aquaculture monitoring system based on IoT in fish farming. *Energy: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 15(2). <https://doi.org/10.51747/energy.v15i2.15203>
- Tan, X., Lam, S. S., Lim, J. W., Ho, S. H., Lee, C. T., & Le, C. F. (2021). *Environmental impacts and imperative technologies towards sustainable treatment of aquaculture wastewater: A review*. *Journal of Water Process Engineering*, 40, 102553. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102553>
- Torrans, E. L. (2008). Production responses of channel catfish to minimum daily dissolved oxygen concentrations in earthen ponds. *North American Journal of Aquaculture*, 70(4), 371–381. <https://doi.org/10.1577/A07-102.1>
- Vaage, B., & Myrick, C. A. (2021). The effects of acute and chronic exposure of ammonia on juvenile burbot (*Lota lota*) growth and survival. *Aquaculture*, 542, 736891. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736891>
- Wendelaar Bonga, S. E. (1997). The stress response in fish. *Physiological Reviews*, 77(3), 591–625. <https://doi.org/10.1152/physrev.1997.77.3.591>