

Received: Mei 2025	Accepted: Juni 2025	Published: Juli 2025
Article DOI: http://dx.doi.org/10.24903/jam.v9i02.3619		

Optimalisasi Sirkulasi Oksigen dan Monitoring Kualitas Air untuk Peningkatan Budidaya Perikanan di Desa Makarti Kutai Kartanegara

Sigiet Haryo Pranoto

Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

shp904@umkt.ac.id

Hamada Zein

Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

hz831@umkt.ac.id

Fitriyati Agustina

Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

fa444@umkt.ac.id

Arbansyah

Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

arb381@umkt.ac.id

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Desa Makarti, Kabupaten Kutai Kartanegara, dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas budidaya ikan nila melalui penerapan teknologi tepat guna dan pemberdayaan masyarakat. Permasalahan utama yang dihadapi masyarakat adalah keterbatasan dalam mengelola kualitas air kolam serta kurangnya sarana pendukung budidaya. Untuk menjawab permasalahan tersebut, tim pengabdian merancang dan menerapkan sistem aerator berbasis Internet of Things (IoT) yang dilengkapi dengan sensor suhu dan pH, guna memantau kondisi air secara real-time. Selain itu, dilakukan pelepasan 1.500 ekor bibit ikan nila ke kolam warga sebagai bentuk dukungan nyata terhadap keberlanjutan budidaya. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa suhu dan pH air kolam berada dalam kisaran optimal untuk pertumbuhan ikan nila, dan penggunaan teknologi monitoring berbasis IoT memberikan kemudahan bagi warga dalam melakukan kontrol kualitas air.

Kata Kunci: *Budidaya ikan, aerator, IoT, kualitas air, pemberdayaan masyarakat*

Pendahuluan

Desa Makarti, yang terletak di Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, memiliki potensi signifikan dalam sektor perikanan budidaya. Sebagian besar masyarakat di desa ini telah mengembangkan kegiatan budidaya ikan Mashur et al (2020) salah satunya adalah ikan nila menjadi komoditas utama yang banyak dibudidayakan. Potensi ini sangat mendukung perekonomian lokal dan

ketahanan pangan masyarakat. Namun, dalam perkembangannya, ditemukan beberapa kendala krusial yang menghambat produktivitas dan pertumbuhan ikan nila. Salah satu masalah mendasar yang dihadapi pembudidaya adalah ukuran ikan yang tidak dapat mencapai standar optimal, yang secara langsung berdampak pada hasil panen dan pendapatan petani.

Permasalahan utama yang teridentifikasi menjadi penyebab rendahnya pertumbuhan ikan adalah kualitas air kolam yang kurang optimal, khususnya terkait dengan derajat keasaman (pH) dan sirkulasi oksigen terlarut. Kondisi pH yang tidak stabil atau berada di luar rentang ideal dapat menyebabkan stres pada ikan Fauziah et al (2022) menghambat metabolisme, dan pada akhirnya mengganggu pertumbuhan. Lebih lanjut, ketersediaan oksigen terlarut yang tidak memadai (hipoksia) merupakan faktor pembatas yang sangat kritis. Ikan membutuhkan oksigen yang cukup untuk proses respirasi dan pertumbuhan, sehingga sirkulasi oksigen yang buruk akan mengakibatkan ikan menjadi kerdil, rentan terhadap penyakit, bahkan dapat menyebabkan kematian massal, terutama pada kepadatan tebar yang tinggi.

Kondisi tersebut diperparah dengan metode budidaya yang masih cenderung tradisional (Utami & Hasyim, 2020), di mana pemantauan kualitas air dan aerasi seringkali dilakukan secara manual dan kurang konsisten. Keterbatasan alat dan pengetahuan mengenai manajemen kualitas air yang tepat menjadi tantangan bagi para pembudidaya di Desa Makarti. Akibatnya, upaya peningkatan produksi dan efisiensi budidaya perikanan belum dapat terealisasi secara maksimal, sehingga potensi ekonomi yang dimiliki oleh sektor perikanan di desa ini belum tergarap sepenuhnya.

Menyadari urgensi permasalahan ini Hardiansyah & Susilo (2023), Herlina et al. (2024) & Yuliani & Maulana (2021) tim pengabdian masyarakat bertujuan untuk memberikan solusi inovatif berbasis teknologi. Kami mengusulkan implementasi aerator berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu meningkatkan sirkulasi oksigen secara efisien dan alat pengukur pH untuk memantau serta menjaga stabilitas kualitas air secara real-time. Diharapkan, dengan penerapan teknologi ini, masalah pertumbuhan ikan yang terhambat akibat pH dan sirkulasi oksigen yang buruk dapat teratasi, sehingga budidaya ikan nila di Desa Makarti dapat menjadi lebih optimal, produktif, dan berkelanjutan, serta mampu meningkatkan kesejahteraan para pembudidaya. Permasalahan serupa juga ditemukan dalam berbagai riset terdahulu, seperti monitoring kualitas air kolam berbasis IoT untuk budidaya ikan lele yang dilakukan oleh Fauziah et al. (2022) serta pengembangan alat otomatis pengontrol aerator berbasis IoT oleh Hardiansyah dan Susilo (2023). Implementasi IoT dalam budidaya ikan nila juga dikaji oleh Herlina et al. (2024), sementara Mashur et al. (2020) menekankan pentingnya pemberdayaan masyarakat dalam kegiatan budidaya. Penelitian lain oleh Nadi (2019) dan Yuliani & Maulana (2021) menunjukkan efektivitas sensor digital dan sistem monitoring berbasis web dalam menjaga kualitas air kolam secara real-time. Pendekatan teknologi ini menjadi sangat relevan dengan permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat Desa Makarti.

Metode

1. Survey Lokasi Pengabdian

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian ini diawali dengan survei lapangan di Desa Makarti, Kabupaten Kutai Kartanegara, sebagai lokasi sasaran program. Survei ini dilakukan untuk memperoleh gambaran langsung mengenai kondisi budidaya perikanan yang dijalankan oleh masyarakat setempat, khususnya pada kolam-kolam ikan yang dibangun secara swadaya. Melalui pengamatan di lapangan dan wawancara dengan warga, tim dapat mengidentifikasi permasalahan utama serta potensi yang dapat dikembangkan dalam kegiatan budidaya tersebut. Salah satu contoh kolam budidaya yang menjadi fokus dapat dilihat pada **Gambar 1**.



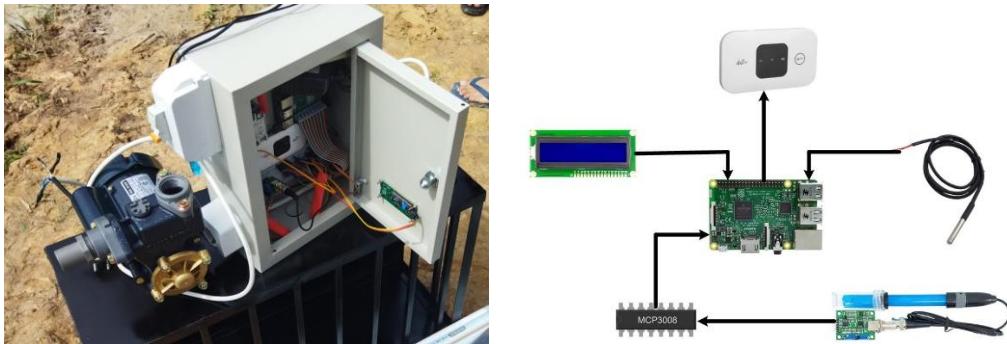
Gambar 1. Lokasi kolam budidaya perikanan

Setelah memperoleh data dari hasil survei, tim melakukan analisis kebutuhan guna merumuskan solusi yang tepat dan sesuai dengan kondisi masyarakat. Analisis ini mencakup aspek teknis seperti desain pengairan kolam, pemberian pakan, serta kualitas air, dan juga aspek non-teknis seperti manajemen kelompok dan pemasaran hasil panen. Berdasarkan hasil analisis, tim menyusun program intervensi yang bersifat solutif dan partisipatif agar dapat diadopsi dan dilanjutkan oleh masyarakat secara mandiri.

Selanjutnya, implementasi program dilakukan melalui beberapa kegiatan utama seperti pelatihan teknis budidaya ikan, perancangan dan pemasangan alat bantu sederhana berupa aerator untuk meningkatkan sirkulasi oksigen dalam kolam, serta uji coba penggunaannya bersama masyarakat. Pemasangan aerator ini diharapkan dapat memperbaiki kualitas air kolam, meningkatkan pertumbuhan ikan, dan mengurangi angka kematian akibat kekurangan oksigen terlarut. Selain itu, dilakukan juga pengujian pH air secara berkala untuk memastikan bahwa kondisi perairan tetap berada dalam kisaran optimal bagi pertumbuhan ikan. Pengujian ini penting untuk mencegah stres ikan dan menurunkan risiko penyakit akibat perubahan kualitas air yang tidak terdeteksi. Kegiatan ini tidak hanya berfokus pada penyediaan alat, tetapi juga pada peningkatan kapasitas masyarakat melalui pendekatan edukatif dan kolaboratif. Diharapkan, intervensi ini dapat mendukung produktivitas budidaya perikanan sekaligus menumbuhkan kemandirian kelompok dalam mengelola teknologi dan kualitas lingkungan budidaya secara berkelanjutan.

2. *Pemasangan Aerator Berbasis IoT dan Pengecekan Kualitas Air*

Sebagai bentuk inovasi teknologi tepat guna, program ini juga mencakup pemasangan aerator berbasis Internet of Things (IoT) yang memungkinkan kontrol dan monitoring dilakukan secara real-time melalui perangkat digital. Aerator ini dilengkapi dengan sensor untuk mendeteksi parameter kualitas air seperti suhu, dan pH air. Data yang diperoleh akan dikirimkan secara otomatis ke aplikasi berbasis web, sehingga memudahkan petani ikan dalam mengambil keputusan cepat apabila terjadi perubahan kualitas air yang signifikan. Dengan sistem ini, masyarakat tidak hanya mendapatkan alat bantu, tetapi juga memperoleh keterampilan baru dalam menggunakan teknologi digital untuk menunjang keberhasilan budidaya. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan kolam dan mendorong transformasi digital dalam sektor perikanan desa. Rangkaian dan instalasi aerator berbasis IoT dapat dilihat pada **Gambar 2** berikut.



Gambar 2. Rangkaian aerator berbasis IoT

Rangkaian aerator berbasis IoT pada gambar tersebut bekerja dengan memanfaatkan sensor suhu dan sensor pH untuk memantau kualitas air kolam secara real-time. Sensor suhu (misalnya DS18B20) menghasilkan data digital yang dapat langsung dibaca oleh unit kontrol utama, yaitu Raspberry Pi, sementara sensor pH menghasilkan sinyal analog yang dikonversi menjadi sinyal digital menggunakan modul ADC MCP3008 sebelum diteruskan ke Raspberry Pi. Data dari kedua sensor ini kemudian diolah oleh Raspberry Pi untuk menentukan kondisi air. Hasil pembacaan ditampilkan secara langsung pada LCD display agar mudah dipantau oleh petani di lokasi. Selain itu, Raspberry Pi juga terhubung ke jaringan internet melalui modem WiFi, sehingga data dapat dikirimkan secara online dan dipantau dari jarak jauh melalui aplikasi berbasis web atau smartphone. Berdasarkan hasil pemantauan, Raspberry Pi dapat dikonfigurasi untuk mengaktifkan aerator secara otomatis jika terdeteksi kondisi kualitas air yang menurun, seperti suhu terlalu tinggi atau pH berada di luar batas normal. Dengan sistem ini, proses pemantauan dan pengelolaan kolam menjadi lebih efisien dan responsif, serta mendorong pemanfaatan teknologi digital dalam budidaya perikanan.

3. Pemasangan Aerator Berbasis IoT dan Pengecekan Kualitas Air

Sebagai bagian dari implementasi kegiatan pengabdian kepada masyarakat, tim pengabdian melaksanakan kegiatan pelepasan bibit ikan nila di Desa Makarti, Kabupaten Kutai Kartanegara. Sebanyak 1.500 ekor bibit ikan nila diserahkan kepada kelompok masyarakat pembudidaya ikan dan dilepaskan langsung ke dalam kolam milik warga. Ikan nila dipilih karena memiliki daya adaptasi yang tinggi, pertumbuhan yang cepat, serta bernilai ekonomis, sehingga sangat cocok untuk dibudidayakan di lingkungan perairan desa. Kegiatan ini juga menjadi simbol dimulainya program pendampingan budidaya perikanan berbasis teknologi yang diusung dalam pengabdian ini.

Pelepasan bibit ini tidak hanya bertujuan untuk mendukung aspek teknis budidaya, tetapi juga menjadi bentuk komitmen tim pengabdian agar program benar-benar memberikan dampak langsung dan berkelanjutan bagi masyarakat Desa Makarti. Dengan keterlibatan langsung warga dalam proses pelepasan dan perawatan ikan, diharapkan muncul rasa tanggung jawab bersama serta peningkatan kapasitas dalam mengelola kolam secara mandiri. Kegiatan ini menjadi langkah awal menuju peningkatan produktivitas perikanan

serta penguatan ekonomi lokal melalui pengelolaan sumber daya perikanan yang lebih efisien dan berbasis teknologi.



Gambar 3. Pelepasan bibit ikan nila

Hasil dan Pembahasan

1. Kalibrasi Aerator

Sebelum digunakan dalam kegiatan pengabdian di Desa Makarti, tim terlebih dahulu melakukan tahapan kalibrasi pada sistem aerator berbasis IoT, khususnya pada bagian sensor pH yang berfungsi untuk memantau kualitas air kolam. Kalibrasi dilakukan guna memastikan akurasi dan kestabilan pembacaan sensor pH dalam kondisi lingkungan yang menyerupai kolam budidaya.

Tahapan kalibrasi dimulai dengan menyiapkan larutan buffer standar pH 4 dan pH 7 sebagai acuan pengukuran. Sensor pH dihubungkan ke sistem mikrokontroler menggunakan Raspberry Pi melalui modul konversi sinyal (ADC MCP3008), kemudian perangkat lunak pembaca data diaktifkan. Sensor pertama-tama dicelupkan ke dalam larutan buffer pH 7 (netral) dan sistem disesuaikan agar membaca nilai pH mendekati 7,00. Setelah itu, sensor dicelupkan ke dalam larutan pH 4 dan pH 10 untuk menguji kestabilan dan respons linier dari sensor.

Jika terdapat deviasi atau ketidaksesuaian nilai, maka dilakukan penyesuaian parameter pada kode program atau konfigurasi perangkat lunak hingga sensor mampu membaca nilai pH secara akurat. Setelah kalibrasi selesai, sensor diuji kembali dalam air kolam simulasi untuk memastikan bahwa pembacaan pH konsisten. Tahapan kalibrasi ini penting dilakukan agar data kualitas air yang ditampilkan melalui sistem monitoring IoT benar-benar valid dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam manajemen budidaya.



Gambar 4. Proses kalibrasi aerator IoT

2. Pengujian Temperatur dan pH Air

Kegiatan pengabdian yang dilaksanakan di Desa Makarti, Kabupaten Kutai Kartanegara, memberikan sejumlah hasil awal yang menunjukkan respon positif dari masyarakat serta efektivitas pendekatan teknologi yang diterapkan. Salah satu fokus utama dari program ini adalah pemantauan kualitas air kolam, khususnya parameter suhu dan pH air, yang merupakan faktor penting dalam keberhasilan budidaya ikan nila. Untuk itu, tim melakukan instalasi alat monitoring yang terhubung dengan sistem berbasis IoT dan dilengkapi sensor suhu serta sensor pH. Sensor-sensor ini mengukur kondisi air kolam secara berkala, dan data ditampilkan melalui LCD serta dapat diakses secara daring.

Berdasarkan hasil pemantauan awal, suhu air kolam di Desa Makarti berada pada rentang 28°C – 31°C , yang masih tergolong ideal untuk pertumbuhan ikan nila. Sementara itu, nilai pH air berkisar antara 6,8–7,4, yang juga sesuai dengan kisaran optimal bagi ikan nila, yaitu antara pH 6,5–8,5. Pengukuran ini menunjukkan bahwa kondisi awal kolam cukup baik dan mendukung proses

budidaya. Namun demikian, fluktuasi suhu dapat terjadi pada siang hari, sehingga penggunaan aerator dan monitoring berkala menjadi penting untuk menjaga kestabilan lingkungan kolam. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi monitoring berbasis IoT dapat membantu masyarakat (Purnama & Prasetyo, 2023). untuk lebih memahami kondisi kolam secara akurat dan mengambil langkah cepat jika terjadi perubahan kualitas air yang berpotensi merugikan budidaya.



Gambar 5. Pengukuran temperatur air dan pH

Simpulan dan rekomendasi

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di Desa Makarti telah berhasil dilaksanakan dengan baik dan memperoleh respons positif dari masyarakat, khususnya kelompok pembudidaya ikan. Implementasi teknologi aerator berbasis Internet of Things (IoT) serta sistem monitoring kualitas air mampu menjaga suhu dan pH air kolam dalam kondisi optimal, sehingga mendukung pertumbuhan ikan nila secara lebih efisien. Kegiatan pelepasan 1.500 ekor bibit ikan nila juga memberikan dampak langsung terhadap peningkatan produktivitas kolam dan menjadi bagian dari upaya keberlanjutan program. Keterlibatan aktif masyarakat dalam seluruh tahapan kegiatan menunjukkan keberhasilan pendekatan partisipatif yang membangun rasa kepemilikan dan tanggung jawab bersama. Untuk menjaga keberlanjutan program ini, pendampingan lanjutan perlu terus dilakukan agar masyarakat dapat mengoperasikan dan merawat sistem secara mandiri. Pengembangan sistem monitoring juga direkomendasikan agar mencakup parameter tambahan seperti kadar oksigen terlarut (DO), amonia, dan tingkat kekeruhan air guna meningkatkan kualitas pengelolaan kolam. Program serupa juga sangat potensial untuk direplikasi di wilayah lain yang memiliki potensi perikanan, dengan dukungan kolaboratif dari pemerintah daerah, sektor swasta, dan lembaga penelitian untuk memperkuat dampaknya dalam jangka panjang.

Daftar Pustaka

- Fauziah, N., Hidayat, A., & Wahyudi, D. (2022). Monitoring kualitas air kolam berbasis IoT untuk budidaya ikan lele. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 45–52.
- Hardiansyah, D., & Susilo, H. (2023). *Rancang bangun alat pemantau kualitas air dan pengontrol aerator otomatis berbasis Internet of Things (IoT)*. Politeknik Negeri Jakarta.
- Herlina, A., Ardiansah, M. S., Fadilah, R., & Hidayat, S. A. (2024). Implementasi IoT untuk monitoring kualitas air kolam vertikal pada budidaya ikan nila. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*.
- Mashur, D., Azhari, F. M., & Zahira, P. (2020). Pemberdayaan masyarakat melalui pengembangan budidaya ikan air tawar di Kabupaten Pasaman. *Jurnal NiARA*, 13(1), 172–179.
- Nadi, M. R. G. N. (2019). Rancang bangun alat monitoring air berbasis mikrokontroler dengan sensor kualitas air. *Journal Online of Physics*, 5(1), 48–56.
- Saridu, S. A., Leilani, A., Renitasari, D. P., Syharir, M., & Karmila. (2023). Pembesaran ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan sistem bioflok. *Jurnal Veteriner, Ilmu Peternakan dan Perikanan (JVIP)*, 3(2), 90–95.
- Yuliani, A., & Maulana, R. (2021). IoT-based monitoring system for water quality management in freshwater aquaculture. *Aquaculture Reports*, 19, 100658. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100658>.
- Purnama, A., & Prasetyo, R. (2023). Efektivitas penggunaan aerator berbasis IoT dalam budidaya ikan gurame. *Jurnal Agroindustri*, 15(2), 101–110.
- Wijaya, T., & Sari, D. P. (2022). Sistem monitoring kualitas air otomatis berbasis mikrokontroler untuk budidaya ikan patin. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 9(3), 200–210.
- Utami, M. D., & Hasyim, A. (2020). Pemanfaatan sensor digital untuk pengukuran kualitas air dalam budidaya ikan lele. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*, 25(1), 55–63.