

Implementasi Budidaya Ikan Nila Cerdas Berbasis IoT pada Kelompok Tani Kalikatok Desa Ngabean Kendal

Riska Dami Ristanto^{a,*}, Henry Ananta^b, Budi Sunarko^c, Uswatun Hasanah^d, Nektar Cahayasabda^e, Muhammad Syahrul Ramdhani^f, Damar Hadziq Hidayatilah^g

^aProgram Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

rdristanto@mail.unnes.ac.id

^bProgram Studi Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

henryananta@mail.unnes.ac.id

^cProgram Studi Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

budi.sunarko@mail.unnes.ac.id

^dProgram Studi Teknik Komputer, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

uswatun_hasanah@mail.unnes.ac.id

^eProgram Studi Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

nektarcahayasabda@students.unnes.ac.id

^fProgram Studi Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

syahrulramdhani@student.unnes.ac.id

^gProgram Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

damarhadziq1234@students.unnes.ac.id

Abstract

Ngabean Village, Boja District, Kendal Regency, has a natural spring that is utilized by the Kalikatok Farmers Group for tilapia aquaculture. Each harvest, this farming group can produce 23-26 quintals of tilapia from 6 aquaculture ponds. The problems faced by the partners include: 1) Tilapia mortality rates reach more than 30% caused by sudden changes in water parameters due to the lack of regularly water quality monitoring; 2) The farmers do not have the ability to utilize IoT technology to increase tilapia aquaculture productivity. The purpose of this community service activity is: 1) To implement an IoT-based water quality monitoring system for tilapia aquaculture; 2) To socialize and provide guidance on the use of IoT technology to increase tilapia aquaculture productivity. This activity was carried out by applying an IoT-based monitoring system tool in parallel to the fishpond using temperature sensors, ultrasonic sensors, pH sensors, and TDS sensors as variables in determining water quality parameters. The results show that the values of water quality parameters for tilapia aquaculture can be monitored in real-time. The IoT device can also be controlled by giving specific commands through the WhatsApp application to take early action in handling cases of sudden changes in water parameters. Socialization and guidance on the use of IoT devices are carried out periodically to increase productivity, reduce tilapia mortality rates below 30% and produce superior quality tilapia that is suitable for sale.

Keywords: Tilapia Aquaculture; Intelligent System; Water Quality Monitoring; IoT (*Internet of Things*); pH Sensor; TDS (*Total Dissolved Solids*) Sensor.

Abstrak

Wilayah desa Ngabean, Kecamatan Boja, Kabupaten Kendal memiliki sumber mata air yang dimanfaatkan oleh Kelompok Tani Kalikatok untuk budidaya ikan nila. Setiap kali panen, kelompok tani ini mampu menghasilkan 23-26 kwintal ikan nila dari 6 kolam budidaya. Permasalahan yang dialami oleh mitra antara lain: 1) Tingkat kematian ikan nila mencapai lebih dari 30% yang disebabkan oleh perubahan parameter air secara mendadak karena tidak dilakukan pemantauan parameter kualitas air secara rutin; 2) Para pembudidaya tidak memiliki kemampuan untuk memanfaatkan teknologi IoT dalam meningkatkan produktivitas budidaya ikan nila. Tujuan dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah: 1) Mengimplementasikan sistem monitoring kualitas air berbasis IoT untuk budidaya ikan nila; 2) Sosialisasi dan pendampingan penggunaan teknologi IoT untuk meningkatkan produktivitas budidaya ikan nila. Kegiatan ini dilakukan dengan menerapkan alat sistem monitoring berbasis IoT secara paralel pada kolam ikan dengan menggunakan sensor suhu, sensor ultrasonik, sensor pH dan Sensor TDS sebagai variabel dalam menentukan parameter kualitas air. Hasilnya, nilai parameter kualitas air untuk budidaya ikan nila dapat terpantau secara realtime. Kontrol alat

IoT juga dapat dilakukan dengan memberikan perintah khusus melalui aplikasi WhatsApp untuk melakukan tindakan dini dalam menangani kasus perubahan parameter air secara mendadak. Sosialisasi dan pendampingan penggunaan alat IoT dilakukan secara berkala sebagai upaya untuk meningkatkan produktivitas, menurunkan tingkat kematian ikan nila dibawah 30% dan menghasilkan ikan nila dengan kualitas unggul yang layak jual.

Kata Kunci: Budidaya Ikan Nila; Sistem Cerdas; Monitoring Kualitas Air; IoT (*Internet of Things*); Sensor pH; Sensor TDS (*Total Dissolve Solid*).

1. Pendahuluan

Desa Ngabean merupakan salah satu desa di Kecamatan Boja, Kabupaten Kendal, Provinsi Jawa Tengah yang mayoritas penduduknya berprofesi sebagai petani. Desa Ngabean memiliki sumber mata air yang berada di kelurahan Kalikatok. Sumber mata air ini dimanfaatkan oleh beberapa kelompok tani untuk pengairan sawah dan budidaya ikan nila. Budidaya ikan nila tergolong mudah, dikarenakan ikan nila memiliki kadar toleransi yang tinggi terhadap perubahan kualitas air (Monalisa, 2010). Ikan nila mampu hidup dan berkembang dengan baik pada suhu air antara 25-30°C, pH air antara 7-8 dengan toleransi 6-8,5 dan Total Dissolve Solid (TDS) ≤ 1000 mg/L (Putri, 2022; PP No. 82 Tahun 2001). Parameter kualitas air tersebut dapat terpenuhi dari sumber mata air yang ada di Desa Ngabean.

Menurut Bapak Nurochman salah satu pembudidaya di Desa Ngabean menyatakan bahwa berternak ikan itu memelihara air, semakin bagus kualitas air maka pertumbuhan ikan akan semakin bagus pula. Terdapat dua parameter utama kualitas air yang dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan nila yaitu nilai pH dan TDS. Semakin rendah nilai pH, maka dapat menyebabkan kelarutan logam alkali (Na) dalam air semakin besar, sebaliknya semakin tinggi nilai pH, maka dapat meningkatkan konsentrasi amoniak (NH₃) dalam air dan bersifat toksik bagi ikan (Frits et al, 2013). Nilai TDS bergantung pada jumlah antropogenik dalam air yang berupa limbah domestik, yaitu limbah cair hasil buangan dari rumah tangga dan zat kimia lainnya dari persawahan (Yulfiperius, 2006). Selain itu, pengelolaan jumlah dan pemberian pakan juga mempengaruhi hasil panen ikan nila. Pengelolaan pakan ikan nila menggunakan perhitungan *Feed Conversion Ratio* (FCR). Dalam seminggu, pemberian pakan dilakukan dengan 5 hari (pagi dan sore) pakan pelet yang tinggi protein, 1 hari menggunakan pakan organik dan 1 hari untuk ikan puasa.

Kelompok Tani Kalikatok yang diketuai oleh Bapak Mohamad Nurochman produktif budidaya ikan nila sejak tahun 2015. Budidaya ikan nila ini dikelola oleh 11 pembudidaya yang rata-rata memiliki latar belakang pendidikan SD hingga SMP. Sebelum menekuni budidaya ikan nila, para pembudidaya bekerja sebagai petani padi dan penderes nira aren sehingga belum cukup kompeten dalam budidaya ikan nila. Kelompok Tani Kalikatok memiliki 6 kolam budidaya dengan 2 kolam berukuran 6×8 m dan 4 kolam berukuran 10×15 m yang tiap kolamnya memiliki kedalaman 1,2 m seperti pada Gambar 1. Jumlah bibit ikan yang dikelola sebanyak 3000 ekor untuk kolam berukuran kecil dan 5000 ekor untuk kolam berukuran besar. Ikan nila siap dipanen setelah 5 bulan proses budidaya. Dalam satu kali panen dapat menghasilkan rata-rata 3 kuintal untuk kolam kecil dan 5 kuintal ikan nila untuk kolam besar. Nilai jual ikan nila sebesar Rp30.000,- perkilonya. Keuntungan diperoleh jika jumlah ikan nila yang mati tidak melebihi angka 30%.



Gambar 1. Kondisi Kolam Budidaya Ikan Nila di Desa Ngabean Kendal

Sejak tahun 2015, para pembudidaya menggunakan *Freshwater Test Kit* untuk mengetahui kualitas air pada kolam budidaya. Pengujian kualitas air pada kolam budidaya dilakukan satu kali dalam satu minggu dengan cara mengambil sampel air untuk kemudian dilakukan pengujian nilai pH dan TDS. Proses pengujian membutuhkan waktu kurang lebih 30 menit untuk dapat menunjukkan nilai dari masing-masing parameter air. Kondisi pengujian kualitas air yang tidak rutin dan *realtime* menyebabkan terlambatnya proses penanganan jika terjadi perubahan parameter air secara mendadak. Parameter air yang tidak sesuai dengan kondisi hidup ikan dapat meningkatkan risiko ikan yang terserang penyakit, pertumbuhan ikan yang tidak maksimal, serta kematian pada ikan (Adi et al, 2020). Hal tersebut berdampak pada penurunan hasil produksi ikan nila yang disebabkan oleh jumlah kematian ikan dan kualitas hasil panen ikan nila yang berukuran kecil seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. (a) Ikan nila terserang penyakit; (b) Ikan nila berukuran kecil; (c) Kematian masal ikan nila; (d) Alat pengujian kualitas air.

Sistem monitoring kualitas air diperlukan pembudidaya untuk meminimalisir tingkat kematian ikan akibat perubahan parameter air yang tidak sesuai dengan kondisi hidup ikan nila. Sebagai upaya peningkatan hasil produksi ikan nila yang berkualitas, maka pengabdian kepada masyarakat ini berfokus pada potensi penggunaan sistem monitoring kualitas air berbasis IoT yang dapat memantau parameter kualitas air secara *realtime* serta dapat melakukan tindakan penanganan dini pada kolam ikan. Melalui kegiatan ini, diharapkan dapat menurunkan tingkat kematian ikan dibawah 30% serta menghasilkan ikan nila dengan kualitas unggul yang layak jual.

2. Metode Pelaksanaan

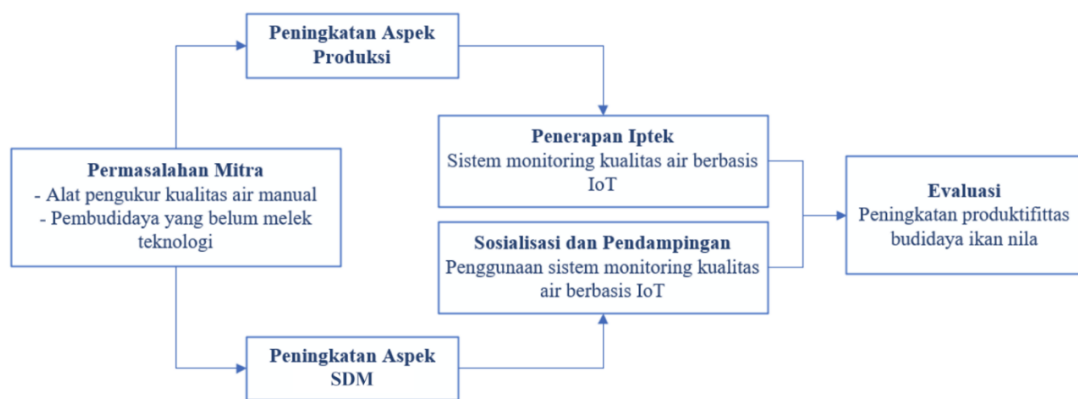
Metode yang dilakukan dalam melaksanakan kegiatan pengabdian kepada masyarakat sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan pada mitra adalah sebagai berikut:

- Koordinasi tim dengan mitra pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat.
- Membuat alat dan sistem monitoring kualitas air berbasis IoT.
- Uji coba fungsionalitas alat sistem monitoring kualitas air berbasis IoT.
Uji coba dilakukan untuk memastikan tidak ada kendala atau kegagalan sistem pada saat implementasi di lapangan.
- Penerapan alat sistem monitoring kualitas air berbasis IoT pada kolam budidaya ikan nila.
- Sosialisasi dan pendampingan penggunaan alat sistem monitoring kualitas air berbasis IoT pada pembudidaya ikan nila.

Mitra dijelaskan cara kerja alat sistem monitoring kualitas air dilanjutkan untuk mencoba secara langsung penggunaan alat monitoring kualitas air pada kolam budidaya. Pendampingan meliputi instalasi alat dan sensor pada kolam budidaya, konfigurasi sistem monitoring pada akun WhatsApp mitra, serta penggunaan sistem monitoring kualitas air secara realtime.

- Evaluasi pelaksanaan dan keberlanjutan program

Tahap evaluasi pelaksanaan program dilakukan untuk menggali lebih dalam kendala yang dialami oleh mitra selama menggunakan alat sistem monitoring kualitas air. Keberhasilan program dievaluasi melalui wawancara dan pengamatan secara langsung kepada mitra saat pelaksanaan kegiatan. Setelah program selesai, tim pengusul akan melakukan pemantauan dan keberlangsungan program di lokasi mitra secara berkala. Jika mitra masih membutuhkan pendampingan, tim pengusul akan menyediakan waktu selama 3-6 bulan untuk memberikan pendampingan secara rutin sampai mitra dapat berkegiatan secara mandiri.



Gambar 3. Diagram Alir Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat

Tabel 1. Detail Metode Pemecahan Masalah pada Mitra

No	Aspek	Solusi	Aktivitas	Partisipasi Mitra
1	Peningkatan Aspek Produksi	Penerapan IPTEK melalui sistem monitoring kualitas air berbasis IoT untuk	Membuat dan menerapkan alat sistem monitoring	Menyediakan tempat dan fasilitas pemasangan alat sistem monitoring

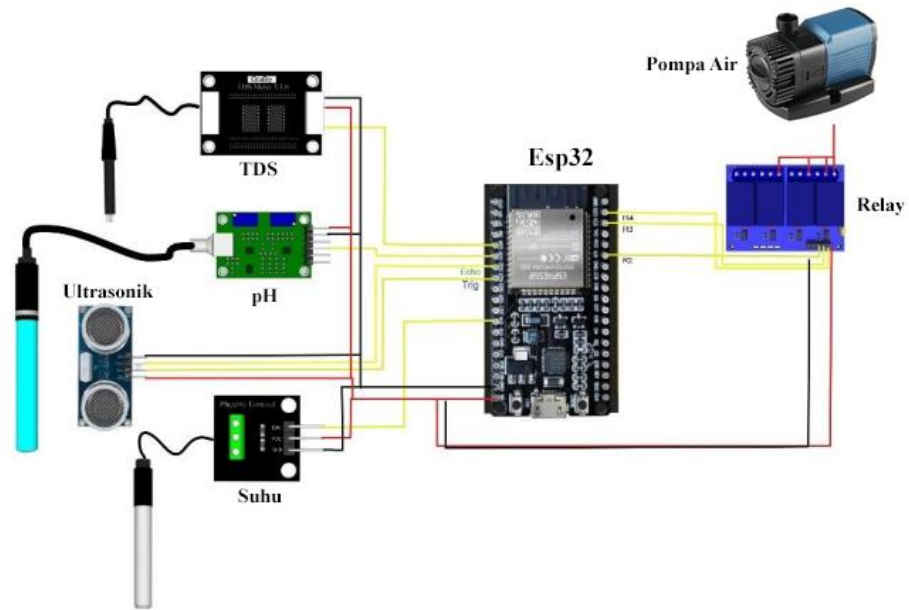
		meningkatkan produktivitas budidaya ikan nila	kualitas air berbasis IoT	kualitas air pada kolam budidaya ikan nila
2	Peningkatan Aspek SDM	Sosialisasi dan pendampingan dalam pemanfaatan teknologi IoT untuk budidaya ikan nila	Tutorial, praktik, diskusi, pendampingan, monitoring dan evaluasi	Menyediakan tempat dan ikut serta dalam forum kegiatan sosialisasi pemanfaatan teknologi IoT untuk budidaya ikan nila

3. Hasil dan Pembahasan

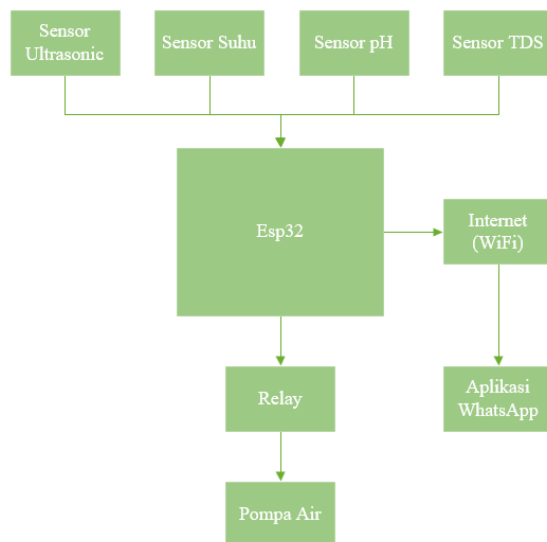
Kegiatan pengabdian kepada masyarakat telah dilaksanakan pada hari Kamis, 27 Juni 2024 di Desa Ngabean Kendal. Kegiatan tersebut dilakukan oleh seluruh anggota tim pengabdian yang terdiri dari 4 dosen dan 5 mahasiswa yang membantu proses pelaksanaan kegiatan pengabdian. Kegiatan pengabdian ini terbagi menjadi 2 kegiatan yaitu implementasi alat sistem monitoring kualitas air berbasis IoT dan pendampingan penggunaan alat.

3.1. Implementasi Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis IoT

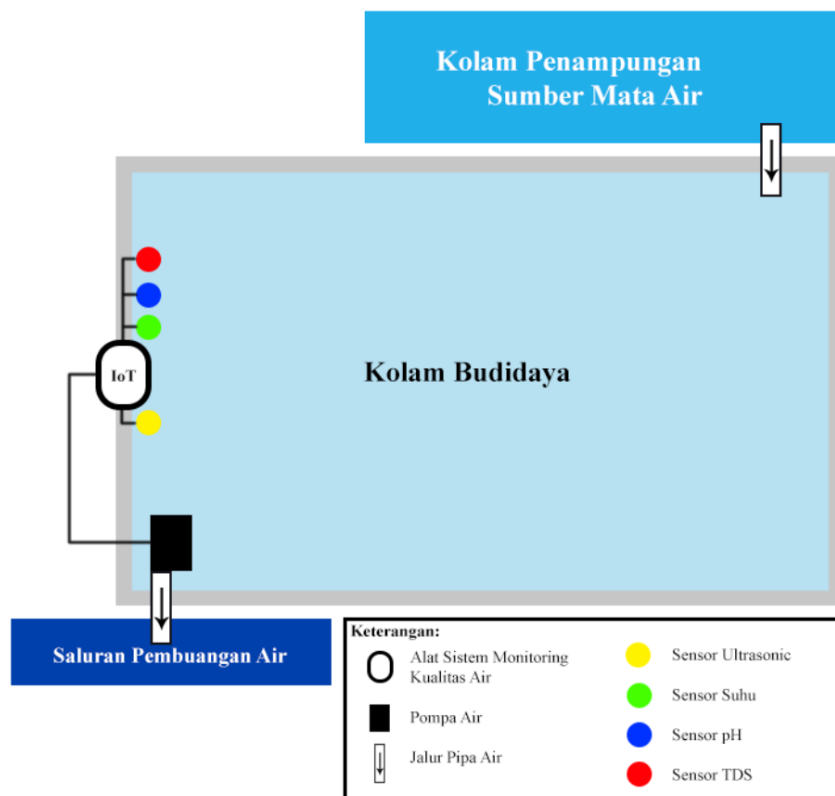
Sistem monitoring kualitas air dibangun dengan menggunakan teknologi *Internet of Things (IoT)*. Teknologi IoT memiliki kemampuan dalam berbagi data serta kontrol jarak jauh alat atau teknologi seperti sensor dan software melalui internet (Winda, 2022; Udin et al, 2021). Monitoring kualitas air berbasis IoT menjadi solusi permasalahan mitra dimana pembudidaya dengan mudah memantau kualitas air secara *realtime* melalui media *smartphone* (Rifaldi, 2024). Jika hasil pengukuran sensor berada di luar batas standar parameter air untuk hidup ikan nila maka sistem IoT akan mengirimkan pesan peringatan melalui aplikasi *WhatsApp* dengan menampilkan hasil pengukuran kondisi air saat itu. Selain itu, sistem juga dapat melakukan tindakan penanganan dini dengan menyalakan pompa untuk pengurasan air kolam sebanyak 20% (Galih, 2016). Pompa air akan otomatis mati jika ketinggian air kolam mencapai 96 cm (Muhammad et al, 2021). Dengan berkurangnya ketinggian air kolam budidaya, air pada kolam penampungan akan mengalir ke kolam budidaya secara otomatis hingga mencapai ketinggian 1,2 m. *Wiring diagram* sistem monitoring kualitas air berbasis IoT dapat dilihat pada Gambar 4. Dengan diterapkan sistem monitoring kualitas air ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas budidaya ikan nila di Desa Ngabean. Gambar 5 menunjukkan diagram alir sistem monitoring kualitas air, dan Gambar 6 menunjukkan denah pemasangan alat dan sensor pada kolam budidaya.



Gambar 4. Wiring Diagram Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis IoT



Gambar 5. Diagram Alir Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis IoT



Gambar 6. Denah Pemasangan Alat dan Sensor pada Kolam Budidaya Ikan Nila

Hasil pengukuran dari sensor pH, TDS dan Suhu direkam dan disimpan oleh sistem monitoring. Data hasil pengukuran dikirimkan melalui internet kepada pengguna menggunakan aplikasi *WhatsApp* dalam bentuk pesan/*notifikasi* (Abidin et al, 2023). Sistem monitoring kualitas air dapat dipantau secara *realtime* selama 24 jam.



Gambar 7. Sistem Monitoring Kualitas Air melalui Aplikasi WhatsApp

Alat sistem monitoring kualitas air berbasis IoT berhasil diimplementasikan pada kolam utama yang terhubung secara paralel dengan 5 kolam budidaya lainnya. Sehingga hasil pengukuran parameter air pada kolam utama dapat mewakili hasil pengukuran pada 5 kolam lainnya. Gambar 8 menunjukkan proses kegiatan implementasi alat sistem monitoring kualitas air berbasis IoT mulai dari perakitan komponen alat IoT beserta sensor suhu, ultrasonik, pH, dan TDS. Selanjutnya dilakukan konfigurasi sistem IoT untuk mengatur konektivitas antara alat IoT dengan pengguna melalui penyedia layanan *Twilio* pada aplikasi *WhatsApp*. Terakhir adalah melakukan pengujian sistem untuk

memastikan alat IoT sudah terpasang dengan baik dan dapat menampilkan hasil pengukuran parameter air sesuai dengan fungsinya.



Gambar 8. (a) Perakitan alat; (b) Konfigurasi sistem IoT; (c) Pengujian sistem.

3.2. Sosialisasi dan Pendampingan Penggunaan Sistem Monitoring Kualitas Air

Kegiatan sosialisasi dilakukan guna memberikan wawasan kepada para pembudidaya tentang pemanfaatan teknologi IoT untuk budidaya perikanan. Kegiatan ini meliputi penjelasan mengenai teknologi IoT, tutorial penggunaan alat, praktik melakukan kontrol terhadap sistem IoT serta diskusi terkait pemanfaatan IoT untuk budidaya perikanan. Kegiatan ini diikuti oleh seluruh para pembudidaya pada kelompok tani Kalikatok. Kegiatan sosialisasi ini sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas SDM dalam memanfaatkan teknologi terkini untuk bidang pertanian khususnya pada budidaya ikan nila. Hasil peningkatan wawasan pengetahuan dan teknologi di bidang perikanan dapat meningkatkan produktivitas budidaya (Rully, 2022).

Kegiatan pendampingan dilaksanakan secara berkala untuk membantu para pembudidaya dalam menggunakan sistem monitoring kualitas air berbasis IoT (Affandi et al, 2021). Pendampingan meliputi instalasi alat dan sensor pada kolam budidaya, konfigurasi sistem monitoring pada akun WhatsApp mitra, serta penggunaan sistem monitoring kualitas air secara realtime. Melalui kegiatan ini, diharapkan mitra dapat berkembang secara mandiri dan mampu meningkatkan taraf hidup masyarakat. Gambar 9 menunjukkan salah satu aktivitas pendampingan pemasangan alat IoT pada kolam budidaya ikan nila.



Gambar 9. Pemasangan Alat Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis IoT

3.3. Evaluasi Pelaksanaan dan Keberlanjutan Program

Evaluasi dilakukan melalui wawancara dan pengamatan secara langsung kepada para pembudidaya di kelompok tani Kalikatok pada saat kegiatan pengabdian berlangsung. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa implementasi sistem monitoring kualitas air berbasis IoT ini dapat mempermudah pekerjaan pembudidaya dalam memantau kondisi parameter air yang menjadi faktor utama dalam keberhasilan budidaya ikan nila. Selain itu wawasan para pembudidaya mengenai pemanfaatan teknologi IoT dalam budidaya perikanan juga meningkat, hal itu ditunjukkan dengan antusias dan kemahiran para pembudidaya dalam mengoperasikan alat sistem monitoring kualitas air berbasis IoT ini.

Keberlanjutan program diperlukan untuk melakukan evaluasi lebih lanjut mengenai tingkat produktivitas budidaya ikan nila setelah menggunakan sistem monitoring ini. Analisis data diperlukan untuk mengetahui tingkat presentase kematian ikan dan kualitas hasil panen ikan nila selama 2 – 3 kali masa panen. Adapun hasil capaian dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Capaian Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat

No	Aspek	Kegiatan	Hasil Capaian
1	Peningkatan aspek produksi	Penerapan IPTEK melalui implementasi sistem monitoring kualitas air berbasis IoT	Sistem monitoring kualitas air berbasis IoT telah diimplementasikan dan dapat berjalan dengan baik pada kolam budidaya ikan nila. Penggunaan sistem ini dapat meningkatkan produktivitas budidaya dengan mempermudah para pembudidaya dalam memantau kondisi parameter air secara <i>realtime</i> . Harapannya dengan kondisi air yang terjaga kualitasnya dapat menekan tingkat kematian ikan nila dibawah 30% serta menghasilkan ikan nila dengan kualitas unggul yang layak jual.
2	Peningkatan aspek SDM	Sosialisasi pemanfaatan teknologi IoT dalam budidaya perikanan dan pendampingan dalam menggunakan sistem monitoring kualitas air berbasis IoT	Kegiatan sosialisasi dan pendampingan telah terlaksana dengan baik. Melalui kegiatan ini, terdapat peningkatan wawasan mengenai pemanfaatan teknologi IoT dalam budidaya perikanan sebagai upaya dalam meningkatkan kualitas SDM dalam mengelola budidaya ikan nila.

4. Kesimpulan

Melalui rangkaian kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa implementasi budidaya ikan nila cerdas berbasis IoT pada Kelompok

Tani Kalikatok Desa Ngabean Kendal melalui penerapan sistem monitoring kualitas air dan sosialisasi penggunaan teknologi IoT dapat tercapai dengan baik. Respon positif dan koordinasi yang baik antara mitra dengan tim pengabdian berkontribusi terhadap keberhasilan kegiatan ini. Penerapan sistem IoT jangka panjang diharapkan dapat meningkatkan produktivitas budidaya ikan nila serta meningkatnya kualitas SDM yang mandiri dan responsif terhadap perkembangan teknologi.

Daftar Pustaka

- Abidin, Z., Danny, M., Muhidin, A., 2023. Sistem Pengembangan Chatbot Whatsapp Untuk Monitoring Hasil Pembelajaran Siswa Sekolah Menengah Kejuruan. *Bulletin of Computer Science Research* 3(5), 319-26.
- Adi, P., Agus, I., Mey, R., 2020. Prototype Sistem Monitoring Kualitas pH Air pada Kolam Akuaponik untuk Menjaga Kesehatan Pangan. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-6* 6(1), 827-820.
- Affandi., Arya, R.N., Iqbal, T., Raja, S.H., 2021. Rancang Bangun Alat Ukur pH Dan Ketinggian Air Berbasis Smartphone Guna Meningkatkan Produktifitas Budidaya Ikan Nila. *Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil)* 2(2), 80-75.
- Frits, T., Ockstan, K., Robert, R., 2013. Studi Parameter Fisika Kimia Air pada Areal Budidaya Ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. *E-Journal Budidaya Perairan* 1(2), 19-8.
- Galih, S., Heru, D.W., 2016. Perancangan dan Penerapan Sistem Pemompaan Air Sampel untuk Sistem Online Monitoring Kualitas Air Sungai. *Jurnal Air Indonesia* 9(1), 88-79.
- Monalisa, S.S., Minggawati, I., 2010. Kualitas air yang mempengaruhi pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis sp.*) di kolam beton dan terpal. *Journal of Tropical Fisheries* 5(2), 530-526.
- Muhammad, Z.Z., Misbah., Rini, P.A., 2021. Sistem Otomatisasi Perawatan Aquascape Berbasis IoT (Internet of Things). *Prosiding Seminar Nasional Fortei* 4(1), 50-7.
- Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Putri, A.I., Hafiludin., 2022. Manajemen Kualitas Air Pada Pembenihan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Di Balai Benih Ikan Teja Timur Pamekasan. *Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan* 3(2), 31-27.
- Rifaldi, A., Oriza, C., 2024. Water PH Monitoring and Control System in Aquariums Based on Internet of Things. *Jurnal Teknik Elektro Indonesia* 5(1), 118-111.
- Rully, T., Rita, M.H., 2022. Peningkatan Benih Ikan Lele (*Clarias sp.*) Melalui Teknik Pemijahan Menggunakan Teknologi Basmingro di Desa Bua. *DEVOTION: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Bidang Pendidikan, Sains dan Teknologi* 1(1), 17-20.
- Udin., Heliawati, H., Muh, F.M., 2021. Prototype Sistem Monitoring Kekeruhan Sumber Mata Air Berbasis Internet of Things. *Journal of Applied Computer Science & Technology* 2(2), 72-66.
- Winda, I., 2022. Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Daya Berbasis IoT. *Jurnal Portal Data* 2(6), 14-1.
- Yulfiperius., Mozes, R.T., Ridwan, A., Djaja, S.S., 2006. Pengaruh Alkalinitas terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan lalawak (*Barbodes sp.*). *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal* 23(1), 43-38.