

Implementasi SMARCOS: *Smart Water Conditioning System* Berbasis Web-IoT di Balai Benih Ikan Kecamatan Mijen Semarang

Anan Nugroho^{1*}, Mona Subagja¹, Syahroni Hidayat¹, Agung Budiwirawan¹, Ledi Diyanasari¹, Jhonatur Stheven Simanjuntak¹, Tri Agus Wahyudi¹, Akmal Fikri¹

¹Universitas Negeri Semarang

anannugroho@mail.unnes.ac.id, mona@mail.unnes.ac.id, syahronihidayat@mail.unnes.ac.id, agungbudi@mail.unnes.ac.id, diyanasari@mail.unnes.ac.id, jhonatur15@students.unnes.ac.id, wahyuaguz9@students.unnes.ac.id, akmalfikri@students.unnes.ac.id

Abstrak

Pengelolaan kualitas air yang efektif sangat penting dalam pembenihan ikan untuk menjaga kelangsungan hidup dan produktivitas. Di Balai Benih Ikan (BBI) Cangkiran Mijen, pengukuran kualitas air masih dilakukan secara manual, menyebabkan ketidakstabilan lingkungan kolam. Untuk meningkatkan efisiensi pemantauan, dikembangkan SMARCOS (Smart Water Conditioning System), sistem berbasis Web-IoT untuk pemantauan otomatis parameter kualitas air seperti pH, oksigen, dan suhu. Program ini mencakup pendataan kolam, konsultasi pakar, perancangan sistem, pengujian, implementasi, serta pelatihan mitra. Evaluasi dilakukan melalui survei kepuasan dan pemantauan kinerja sistem. Hasil menunjukkan bahwa SMARCOS dapat secara otomatis mengoreksi parameter air, meningkatkan efisiensi pemantauan, dan memudahkan akses informasi melalui website IoT. Survei menunjukkan mitra merasa puas dengan kemudahan penggunaan sistem. Penerapan IoT dalam pemantauan kualitas air

terbukti meningkatkan efisiensi dan akurasi pengelolaan kolam pembenihan. Pelatihan yang diberikan juga meningkatkan pemahaman mitra terhadap teknologi ini. Keberhasilan SMARCOS menunjukkan bahwa IoT dapat menjadi solusi inovatif untuk modernisasi perikanan, serta dapat diterapkan di balai benih lainnya untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi budidaya perikanan.

Kata Kunci: SMARCOS, Kualitas Air, Internet of Things (IoT), Balai Benih Ikan, Aquaculture

Abstract

Effective water quality management is crucial for fish hatcheries to ensure survival and productivity. At the Fish Hatchery Center (BBI) Cangkiran Mijen, water quality monitoring is still conducted manually, leading to unstable pond conditions. To improve monitoring efficiency, SMARCOS (Smart Water Conditioning System) was developed as a Web-IoT-based system for automated monitoring of water parameters such as pH, oxygen, and temperature. The

program involved pond data collection, expert consultation, system design, testing, implementation, and partner training. Evaluation was conducted through satisfaction surveys and system performance monitoring. Results showed that SMARCOS effectively corrected water quality parameters automatically, enhanced monitoring efficiency, and provided easy access to information via an IoT-based website. Surveys indicated that partners were satisfied with the system's usability. The adoption of IoT for water quality monitoring significantly improved the efficiency and accuracy of hatchery pond management. Training sessions also increased partner understanding of IoT technology. The success of SMARCOS demonstrates that IoT can be an innovative solution for fisheries modernization, with potential replication in other hatcheries to enhance productivity and efficiency in aquaculture.

Keywords : SMARCOS, Water Quality, Internet of Things (IoT), Fish Hatchery Center, Aquaculture

DOI: <https://doi.org/10.47134/comdev.v6i1.1459>

*Correspondensi: Anan Nugroho

Email: anannugroho@mail.unnes.ac.id

Received: 10-12-2024

Accepted: 11-01-2025

Published: 30-01-2025



Journal of Community Development is licensed under a [Creative Commons Attribution-4.0 International Public License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Copyright: © 2025 by the authors.

I. PENDAHULUAN

Perikanan merupakan sektor penting dalam perekonomian Indonesia yang tidak hanya menyediakan sumber protein utama bagi masyarakat tetapi juga berkontribusi terhadap devisa negara. Salah satu tantangan utama dalam pembudidayaan ikan adalah pengelolaan kualitas air yang masih dilakukan secara manual (Skad and Nandika, 2020; Lisa *et al.*, 2024), terutama di Balai Benih Ikan (BBI) Cangkiran Mijen, Kota Semarang. Pengukuran kualitas air yang konvensional menyebabkan kesulitan dalam menjaga kestabilan lingkungan kolam, yang berdampak pada tingkat kelangsungan hidup ikan (Singh *et al.*, 2004; Affandi *et al.*, 2021). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan inovatif untuk meningkatkan efisiensi pemantauan dan pengelolaan kualitas air guna menunjang keberlanjutan sektor perikanan (Sabran and Rusfian, 2023).

Sebagai bagian dari upaya pengabdian kepada masyarakat, tim pelaksana memperkenalkan SMARCOS (Smart Water Conditioning System), sebuah sistem berbasis Web-IoT yang dirancang untuk membantu pekerja BBI dalam memantau dan mengelola parameter penting kualitas air, seperti pH, kadar oksigen, dan suhu secara otomatis (Pramana, 2018; Pradhana, Fitriani and Ichsan, 2021; Bu'u, Nachrowie and Sonalitha, 2023; Widodo *et al.*, 2023). Program ini bertujuan untuk memberikan sosialisasi dan pelatihan kepada mitra terkait pemanfaatan teknologi IoT dalam meningkatkan efisiensi kerja dan efektivitas monitoring kualitas air di kolam pembenihan (Dwiyaniti, Wardhani and Zen, 2019). Dengan adanya pelatihan ini, diharapkan pekerja BBI Mijen dapat lebih mudah dalam memahami dan mengaplikasikan teknologi yang diterapkan.

Pelaksanaan kegiatan pengabdian ini dilakukan dalam beberapa tahap, meliputi sosialisasi awal mengenai pentingnya digitalisasi dalam monitoring kualitas air, pelatihan operasional penggunaan SMARCOS, serta evaluasi terhadap pemahaman mitra setelah menerima pelatihan (Putra, Lestariningsih and Trichahyo, 2023). Pengukuran keberhasilan program dilakukan berdasarkan tingkat pemahaman mitra terhadap teknologi IoT serta dampak penerapan alat dalam meningkatkan efisiensi monitoring dan pengelolaan kualitas air. Sosialisasi dan pelatihan ini diharapkan dapat memberikan manfaat langsung bagi mitra dalam meningkatkan kualitas kerja mereka dalam pembibitan ikan.

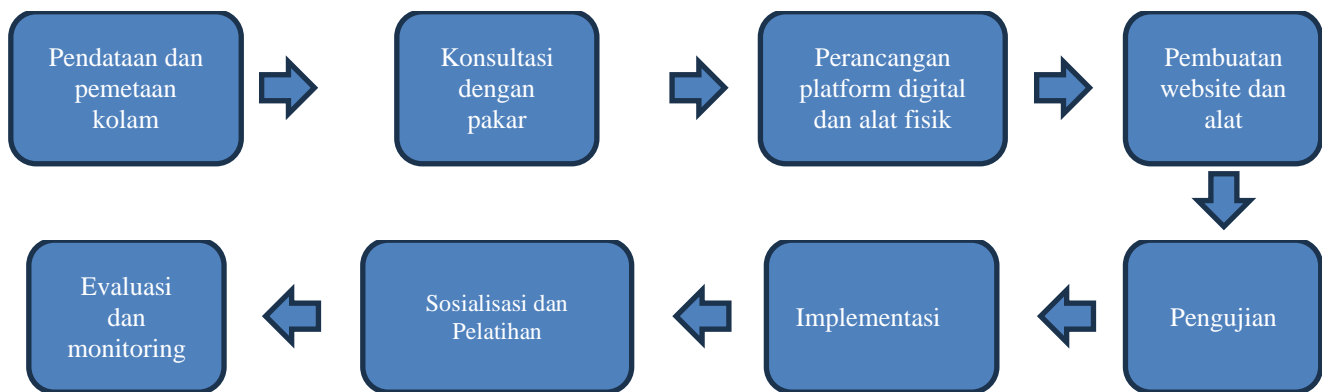
Berdasarkan studi terdahulu dan tantangan yang dihadapi oleh BBI Cangkiran Mijen, implementasi SMARCOS melalui program sosialisasi dan pelatihan ini merupakan langkah nyata dalam mendukung modernisasi sektor perikanan. Keberhasilan program ini tidak hanya diukur dari peningkatan pemahaman mitra tetapi juga dari dampak langsung penerapan teknologi dalam mengoptimalkan kualitas air dan meningkatkan produktivitas pembudidayaan ikan. Dengan demikian, program ini dapat menjadi model yang dapat direplikasi di berbagai balai benih ikan lainnya guna mempercepat adopsi teknologi dalam sektor perikanan di Indonesia.

II. METODE

Kegiatan pengabdian ini berlangsung sejak Januari 2024 hingga Oktober 2024. Sasaran kegiatan pengabdian ini adalah pekerja BBI Cangkiran Mijen yang ada di kelurahan Tambangan Kec. Mijen, Kota Semarang. BBI Mijen merupakan UPTD (Unit Pelaksana Teknis Dinas) Perikanan Kota Semarang yang memiliki kegiatan usaha menjual berbagai jenis benih ikan dengan berbagai macam ukuran. UPTD BBI

didirikan pada tahun 1963 dengan luas area sebesar 2 hektar yang memiliki 52 kolam outdoor, dan 28 kolam indoor dengan panjang dan lebar yang berbeda-beda sesuai umur dan kondisi ikan.

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan mengikuti tahap seperti ditunjukkan pada Gambar. 1. Kegiatan dimulai dari pendataan dan pemetaan kolam. Ini dilakukan untuk memahami informasi krusial kolam, sehingga pemanfaatan dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Pendataan dilakukan dengan meninjau langsung lokasi sehingga hasil yang didapat asli dan mendetail. Pendataan kolam berupa luas kolam, jumlah kolam yang dipakai dalam pendederan, jenis-jenis ikan yang dibudidayakan, dan cara mengatasi perubahan secara mendadak pada kolam (pH, dan suhu). Pendataan juga dilakukan untuk mengetahui demografi calon mitra untuk kebutuhan penyusunan strategi pelaksanaan kegiatan pelatihan.



Gambar 1. Tahap pelaksanaan pengabdian

Tahap selanjutnya adalah Konsultasi dengan pakar dilakukan dengan mewawancarai Bapak Nur Trijono S.Ip. selaku Kepala UPTD BBI Mijen yang sudah berpengalaman dalam bidang pembudidayaan ikan secara langsung serta mengonsultasikan permasalahan yang terjadi pada mitra agar menghasilkan solusi berupa alat untuk mengatasi permasalahan mitra.

Tahap selanjutnya adalah Perancangan platform digital dan fisik dilakukan berdasarkan hasil analisis dari kebutuhan mitra. Proses perancangan membutuhkan peran mitra dalam membantu menyesuaikan kebutuhan pembuatan platform agar dapat tetap sasaran. Perancangan platform akan disesuaikan dengan kondisi kemampuan mitra seperti akses internet, fasilitas smartphone, dan kemampuan dalam mengoperasikan perangkat elektronik. Perancangan alat fisik dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan dari permasalahan yang di uraikan sebelumnya.

Tahap berikutnya adalah Pembuatan website dan alat, pembuatan website IoT difokuskan berdasarkan desain UML yang telah dibuat sedangkan perakitan SMARCOS dilakukan dengan merakit seluruh bagian-bagiannya yang akan diterapkan pada kolam Indor BBI Mijen.

Setelah dilakukan pembuatan website dan alat maka proses selanjutnya ke tahap pengujian dan implementasi untuk memastikan SMARCOS dapat bekerja dan website juga dapat bekerja sebagaimana mestinya baik di laboratorium maupun lapangan. Pada tahap selanjutnya pelatihan dan transfer teknologi bersama pakar, sosialisasi yang ditujukan untuk memberikan pengetahuan awal tentang alat pengatur

kualitas air otomatis terintegrasi IoT yang telah dibangun. Pelatihan ditunjukkan untuk dapat melakukan transfer pengetahuan kepada seluruh mitra tentang cara pengoperasian alat pengatur kualitas air terintegrasi IoT, website pendukung, dan pemeliharaan

Pada tahap pelatihan dan transfer teknologi bersama pakar, pelatihan ini akan dilakukan secara langsung dengan memberikan ilmu dasar terkait Internet of Things pada Balai benih ikan mijen. Metode yang digunakan adalah presentasi dan demonstrasi. Pekerja akan diperkenalkan tentang konsep IoT, teknologi dan aplikasi, serta manfaatnya dalam pertanian. Kemudian, akan ada demonstrasi penggunaan perangkat IoT dalam alat peningkatan kualitas air. Pelatihan mengenai website IoT akan dilakukan dengan memberikan ilmu dasar terkait website melalui pelatihan secara langsung pada pekerja balai benih ikan mijen.

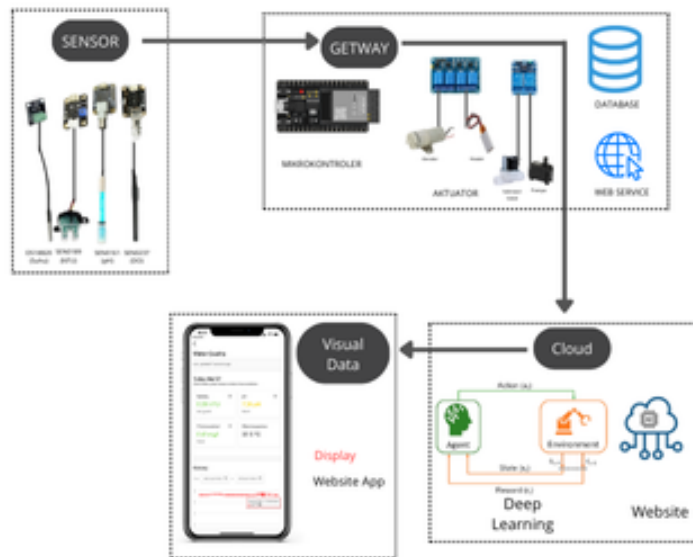
Pada tahap akhir dilakukan evaluasi dan monitoring dilakukan secara insentif oleh tim pelaksana mengenai segala kegiatan yang berlangsung khususnya dalam pengimplementasian alat untuk memastikan pelaksanaan kegiatan khususnya dalam pengimplementasian alat untuk memastikan pelaksanaan kegiatan dilakukan sesuai rencana. Evaluasi akan dilakukan seiring dengan tahap monitoring. Evaluasi berupa, tolak ukur seberapa membantu alat monitoring kualitas air pembibitan. Dengan melakukan monitoring secara insentif oleh tim pelaksana mengenai segala kegiatan yang berlangsung khususnya dalam pengimplementasian alat untuk memastikan pelaksanaan kegiatan dilakukan sesuai rencana. Evaluasi akan dilakukan seiring dengan tahap monitoring.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari kegiatan pengabdian yang dilakukan bersama UPTD BBI Mijen telah sesuai dengan tahapan kegiatan yang telah ditetapkan pada Gambar 1. Kegiatan pendataan dan pemetaan lokasi tempat akan dilaksanakannya kegiatan pengabdian telah dilakukan di bulan Januari 2024. Diperoleh bahwa BBI Mijen memiliki total 80 kolam. Pada kolam Indoor UPTD BBI Mijen sangat dibutuhkan, baik dari sisi lokasi dan luas lahan sangat potensial, Alat Kontrol Kualitas Air Otomatis atau di sebut SMARCOS (*Smart Water Conditioning System*) berbasis IoT seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Kemudian hasil pendataan ini kami gunakan untuk kebutuhan peralatan yang akan digunakan pada SMARCOS. Kebutuhan pada SMARCOS dapat dilihat sebagai berikut (Novianto, Farida and Sahertian, 2021; Riantizal *et al.*, 2023);

1. Sensor pH: Digunakan untuk mengukur tingkat keasaman air di kolam ikan.
2. Sensor Oksigen: Memastikan kadar oksigen dalam air berada pada level yang optimal untuk kelangsungan hidup ikan.
3. Sensor Suhu: Memantau suhu air untuk memastikan tidak terjadi fluktuasi suhu yang berpotensi membahayakan ikan.
4. ESP32: Mikrokontroler utama yang mengumpulkan data dari sensor-sensor dan mengirimkan informasi tersebut ke sistem pemantauan berbasis web.
5. Relay: Digunakan untuk mengontrol perangkat lain, seperti pompa air, berdasarkan data dari sensor.
6. Solenoid Valve: Digunakan untuk mengatur aliran cairan penambah pH guna menjaga keseimbangan pH air kolam.
7. Aerator: Menjaga kadar oksigen tetap optimal dengan mengalirkan udara ke dalam air.

8. LCD 20x4 I2C: Menampilkan data real-time dari sensor untuk pemantauan langsung.



Gambar 2. Desain *Internet of Things* SMARCOS

Cara Kerja:

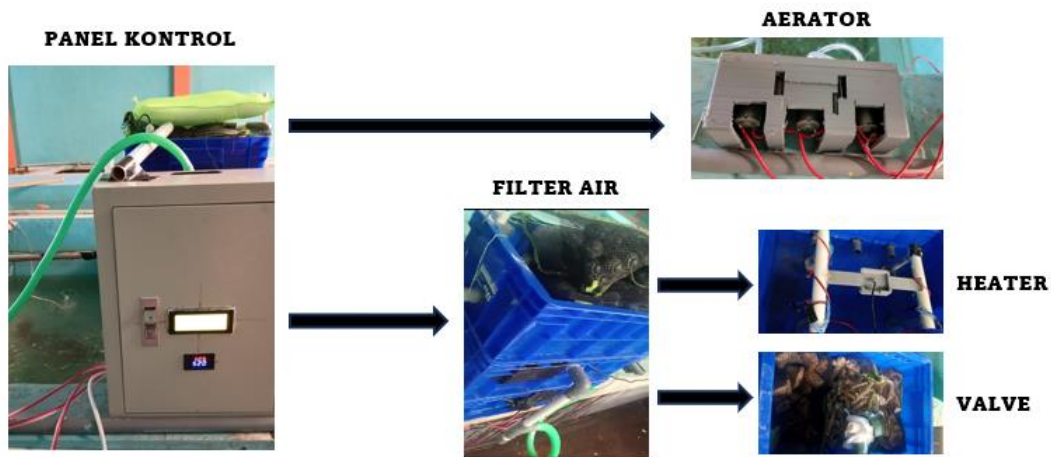
- 1) **Monitoring Kualitas Air:** Sensor-sensor dalam SMARCOS secara kontinu memantau pH, oksigen, dan suhu air. Jika salah satu parameter terdeteksi berada di luar kisaran yang aman, sistem secara otomatis mengaktifkan perangkat yang sesuai untuk mengoreksi kondisi tersebut
- 2) **Otomasi Pengendalian:** Misalnya, jika pH air terlalu rendah, ESP32 akan memerintahkan solenoid valve untuk menambahkan cairan alkali hingga pH kembali normal. Demikian juga, jika kadar oksigen rendah, aerator akan diaktifkan untuk menambah oksigen ke dalam air.

Selanjutnya adalah melakukan tahap perakitan alat dan koding. Hasil perakitan alat dapat dilihat pada panel kontrol seperti yang terlihat pada Gambar 3.

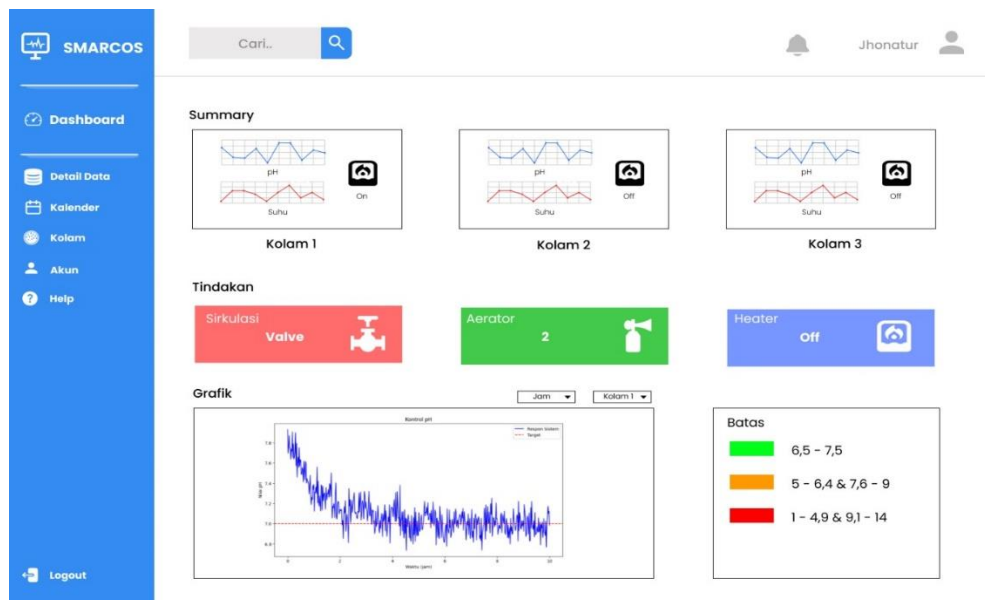


Gambar 3. Panel Kontrol SMARCOS

Setelah panel kontrol sudah dirakit selanjutnya alat akan di implementasikan dengan menggabungkan aktuator-aktuator lainnya, seperti Aerator, Heater dan Valve yang terdapat pada Filter air, dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Bagian-bagian SMARCOS



Gambar 5. Tampilan website yang memberikan informasi kondisi pH, DO, temperatur, dan Turbidity pada kolam pembibitan

Pengujian dan implementasi telah dilakukan terhadap alat SMARCOS berbasis IoT. Dapat dilihat pada tangkapan layar di gambar 5 bahwa data sensor telah dipasang untuk memonitoring kondisi terkini kolam pembibitan, dan dapat bekerja sebagaimana mestinya. Selanjutnya sosialisasi, pelatihan, dan evaluasi telah dilaksanakan sejak bulan Juli hingga September 2024. Kegiatan dimulai dengan melakukan sosialisasi pada awal Juli. Kegiatan sosialisasi, Gambar 6, dihadiri oleh ketua pengabdian yaitu bapak Dr. Anan Nugroho

S.T., M.Eng, yang memberikan sambutan pada pengurus UPTD BBI Mijen dan juga dihadiri oleh bapak Nur Triyono S.Pi selaku ketua sekaligus penanggung jawab UPTD BBI Mijen dari dinas perikanan pemkot semarang dan ibu Kabid. Pengelolaan Pembudidayaan Ikan Dinas Perikanan Kota Semarang Ibu Masithoh, S. Pi., M. Si yang menyampaikan secara umum harapan dan keinginan untuk UPTD BBI Mijen terhadap pengabdian ini. Sosialisasi bersama UPTD BBI Mijen disambut baik oleh dinas perikanan kota semarang dan pak Nur Triyono selaku kepala UPTD BBI Mijen juga antusias, diharapkan dengan alat agar bisa meminimalisir terjadinya kematian bibit ikan secara mendadak di musim pancaroba.



Gambar 6. Penyerahan souvenir sosialisasi

Pelatihan petugas UPTD BBI Mijen dilakukan dengan dua sesi yaitu pada sesi pertama pelatihan penggunaan SMARCOS adalah pelatihan yang berfokus pada penjelasan alat-alat dan cara kerja yang digunakan pada SMARCOS, mulai dari pemanas kolam menggunakan heater, penyuplai oxygen menggunakan aerator, dan menurunkan pH serta kekeruhan air dengan air baru yang lebih baik menggunakan valve. Kemudian pada sesi kedua pelatihan lebih kepada penjelasan tentang website IoT yang mendukung smarcos. Peserta diberikan pelatihan tentang cara mengakses website IoT SMARCOS, membaca informasi yang ditampilkan pada website, dan pengambilan tindakan kontrol otomatis dari jarak jauh melalui website tersebut.



Gambar 7. Kegiatan pelatihan SMARCOS

Telah dilaksanakan evaluasi terhadap penerapan SMARCOS yang telah diimplementasikan di UPTD BBI Mijen, kota Semarang seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Dari evaluasi selama kurun waktu 15 Juni –

20 Juni 2024 didapatkan bahwa SMARCOS sudah dapat bekerja sebagaimana mestinya seperti melakukan monitoring dan secara otomatis melakukan tindakan yang dibutuhkan jika kualitas air tidak memenuhi standar. Lalu pada tanggal 21 Juni 2024 dilakukan survei kepuasan mitra dan dari hasil survei diketahui bahwa mitra puas dengan kinerja SMARCOS. Kemudian dari penggunaan website diketahui petugas UPTD BBI Mijen dan Dinas perikanan sudah dapat memahami cara kerja website IoT SMARCOS. Para petugas terkait sudah dapat mengakses website dari hp masing-masing. Dari hasil survei petugas merasa puas dengan penerapan website IoT SMARCOS dilihat dari kemudahan akses dan memahami informasi, praktis dalam pengambilan tindakan, dan kebaruan dalam penerapannya di UPTD BBI Mijen.

IV. KESIMPULAN

Pengabdian kepada masyarakat ini telah berhasil dalam mengembangkan dan mengimplementasikan SMARCOS sebagai solusi otomatisasi pemantauan kualitas air di BBI Cangkiran Mijen. Dari hasil evaluasi, sistem SMARCOS terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pemantauan kualitas air, serta secara otomatis mengoreksi parameter air yang tidak sesuai. Survei menunjukkan bahwa mitra merasa puas dengan kemudahan akses sistem berbasis web dan efektivitas alat dalam menjaga stabilitas lingkungan kolam. Selain itu, pelatihan yang diberikan berhasil meningkatkan pemahaman mitra mengenai teknologi IoT dan penerapannya dalam sektor perikanan. Keberhasilan implementasi SMARCOS membuktikan bahwa penggunaan teknologi berbasis IoT dapat memberikan solusi inovatif dalam mendukung modernisasi sektor perikanan. Dengan meningkatnya efisiensi pemantauan dan pengelolaan kualitas air, teknologi ini dapat membantu mengurangi tingkat kematian bibit ikan, khususnya di musim pancaroba. Oleh karena itu, sistem ini dapat direplikasi di berbagai balai benih ikan lainnya guna mempercepat adopsi teknologi dalam sektor perikanan di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Negeri Semarang yang telah mendanai kegiatan pengabdian ini berdasarkan surat perjanjian nomor 493.26.2/UN37/PPK.10/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, A. *et al.* (2021) 'Rancang Bangun Alat Ukur pH Dan Ketinggian Air Berbasis Smartphone Guna Meningkatkan Produktifitas Budidaya Ikan Nila', *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 2(2), pp. 75–80.
- Bu'u, K. S., Nachrowie, N. and Sonalitha, E. (2023) 'Monitoring Kualitas Air pada Aquarium Berbasis Internet of Things (IoT)', *Blend Sains Jurnal Teknik*, 2(2), pp. 184–190.
- Dwiyani, M., Wardhani, R. N. and Zen, T. (2019) 'Desain Sistem Pemantauan Kualitas Air pada Perikanan Budidaya Berbasis Internet of Things dan Pengujiannya', *Multinetics*, 5(2), pp. 57–61.
- Lisa, E. *et al.* (2024) 'Manajemen Pengelolaan Air pada Kolam Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*) Di BBI Lhok Parom Kabupaten Nagan Raya', *Journal of Aceh Aquatic Sciences*, 8(1), pp. 21–28.
- Novianto, A. D., Farida, I. N. and Sahertian, J. (2021) 'Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Metode Fuzzy Logic', in *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, pp. 315–320.
- Pradhana, S., Fitriani, H. and 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), pp. 4197–4204.

- Pramana, R. (2018) 'Perancangan sistem kontrol dan monitoring kualitas air dan suhu air pada kolam budidaya ikan', *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan*, 7(1), pp. 13–23.
- Putra, F. N., Lestariningsih, L. and Tricahyo, V. A. (2023) 'Optimalisasi Peningkatan Tingkat Pengetahuan Peternak Itik dengan Mengembangkan Smart grading Berbasis IoT dan Edukasi Budidaya Itik', *Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Nusantara (JPPNu)*, 5(2), pp. 275–284.
- Riantizal, D. A. *et al.* (2023) 'Alat Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis IoT menggunakan metode Fuzzy Logic', in *SEMASTER: Seminar Nasional Teknologi Informasi & Ilmu Komputer*, pp. 228–237.
- Sabran, F. W. and Rusfian, E. Z. (2023) 'Penggunaan Internet of Things pada eFishery untuk keberlanjutan Akuakultur di Indonesia', *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 3(2), pp. 8142–8156.
- Singh, R. K. *et al.* (2004) 'Water quality management during transportation of fry of Indian major carps, Catla catla (Hamilton), Labeo rohita (Hamilton) and Cirrhinus mrigala (Hamilton)', *Aquaculture*. Elsevier, 235(1–4), pp. 297–302.
- Skad, C. and Nandika, R. (2020) 'Perancangan Alat Pakan Ikan Berbasis Internet of Thing (IoT)', *Sigma teknika*, 3(2), pp. 121–131.
- Widodo, T. *et al.* (2023) 'Sistem kendali proporsional kualitas air berupa ph dan suhu pada budidaya ikan lele berbasis IoT', *JEPIN (Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika)*, 9(1), pp. 59–66.