

Sistem Monitoring Kolam Bioflok Bagi Petani Ikan Nila di Pulau Batam

Daniel S Pamungkas*, Illa Aryeni, Handri Toar, Ika K L N Suciningtias, Rafiqah Y D Salwa, Urip R Pangestu, Precelia E Samosir, Mohammad Hasanuddin, Eha S Sirait

Jurusan Elektro, Politeknik Negeri Batam, Jl A Yani, Batam, Indonesia

*daniel@polibatam.ac.id

Kata Kunci: IoT, Kualitas Air, Budidaya Ikan, Mikrokontroler ESP32. **Abstrak** Proyek ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang khusus untuk optimalisasi budidaya ikan nila. Sistem ini memanfaatkan sensor elektronik untuk memantau parameter penting seperti Total Dissolved Solids (TDS), pH, suhu, dan oksigen terlarut (DO). Data yang diperoleh diolah oleh mikrokontroler ESP32 dan ditampilkan secara real-time pada layar LCD, sehingga memudahkan peternak dalam memantau kondisi air. Fitur tambahan berupa alarm buzzer memberikan peringatan dini jika parameter kualitas air berada di luar ambang batas yang aman. Dengan sistem ini, peternak dapat dengan cepat melakukan tindakan korektif, meminimalkan risiko kematian ikan, dan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya. Hasil implementasi sistem diharapkan mendukung keberlanjutan ekonomi dan lingkungan dalam budidaya ikan nila.

Keywords: IOT, Water Quality, Fish Farming ESP32, **Abstract** This project aims to develop an Internet of Things (IoT)--based water quality monitoring system specifically designed for optimizing tilapia cultivation. This system utilizes electronic sensors to monitor Total Dissolved Solids (TDS) parameters, pH, temperature, and dissolved oxygen (DO). The data obtained is processed by an ESP32 microcontroller and displayed in real time on an LCD screen, making it easier for farmers to monitor water conditions. An additional feature in the form of a buzzer alarm provides an early warning if the water quality parameters are outside the safe threshold. With this system, farmers can quickly take corrective action, minimize the risk of fish mortality, and increase resource use efficiency. The system implementation results are expected to support economic and environmental sustainability in tilapia cultivation.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan ikan air tawar di Kota Batam dari tahun ke tahun terus meningkat (*Laporan Kinerja Instansi Pemerintah (LKJIP) Dinas Perikanan Kota Batam 2020*, 2020). Namun kebutuhan ikan air tawar tersebut sampai saat ini belum bisa dipenuhi oleh para peternak ikan yang ada di Batam, salah satunya adalah ikan nila.

Ikan nila merupakan ikan air tawar yang banyak dibudidayakan di Indonesia dan merupakan ikan budidaya yang menjadi salah satu komoditas ekspor. Untuk membudidayakan ikan nila diperlukan kolam ikan yang cukup besar. Untuk menghemat tempat beberapa peternak budidaya ikan nila menggunakan sistem bioflok. Bioflok sendiri berasal dari kata bios yang artinya “kehidupan” dan flok “gumpalan”. Jadi bioflok

adalah kumpulan dari berbagai organisme (bakteri, jamur, algae, protozoa, cacing, dll), yang tergabung dalam gumpalan (floc) yang kemudian dapat dimanfaatkan oleh organisme budidaya sebagai sumber makanan. Hal itu menguntungkan dalam budidaya ikan nila pada sistem bioflok. Dalam budidaya bioflok, biasanya peternak akan mensuplay oksigen selama 24 jam, pemantauan keasaman (pH) air saat akan memberikan pakan ikan agar keasaman (pH) air tetap sesuai dengan standar keasaman (pH) pada ikan nila, dan pemantauan kotoran atau jumlah partikel yang terlarut pada air bioflok ("Chinese Abstracts," 2012).

Saat ini peternak ikan nila pada kolam bioflok masih melakukan pemantauan kualitas air secara manual, sehingga peternak harus memantau kualitas air secara berkala. Hal ini dikarenakan peternak belum mempunyai sistem parameter otomatis yang membantu pekerjaan dalam pemantauan kualitas air. Pemantauan kualitas air secara manual ini membutuhkan waktu yang lama untuk pemantauan kandungan oksigen, keasaman (pH) air dan kotoran atau jumlah partikel yang terlarut dalam air di setiap kolam bioflok yang dimiliki oleh peternak ikan. Gambar 1 menunjukkan kolam bioflok yang ada di kota Batam.



Gambar 1. Kolam Bioflok

Dalam pembudidayaan ikan nila menggunakan teknologi bioflok, kualitas air adalah faktor terpenting. Beberapa parameter fisik yang dapat diamati untuk menggambarkan kualitas air antara lain adalah derajat keasaman (pH), kekeruhan air (total dissolved solid/TDS) dan kandungan oksigen dalam air (dissolved oxygen/DO). Mekanisme tersebut memerlukan kehadiran peternak secara periodik pada kolam budidaya. Jika kondisi fisik air dapat berubah dalam waktu yang relatif cepat, terutama karena adanya polutan, baik polutan eksternal seperti paparan limbah dan sisa makanan. Jika perubahan fisik dan kimiawi yang terjadi pada air akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan daya tahan hidup ikan. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan sebuah mekanisme secara akurat dan real time. Di sisi lain, solusi yang ditawarkan juga dapat meminimalisir keterlibatan langsung peternak dalam melakukan pengamatan.

Beberapa telah mengusulkan adanya sistem untuk monitoring keadaan kolam (Affandi et al., 2021)(Bahtiar, n.d.), namun sistem yang dibangun masih hanya menggunakan dua sensor saja. Juga ada sistem yang dibuat masih hanya memberikan nilai-nilai saja dan belum memberikan keputusan yang akan diambil baik tanpa Internet

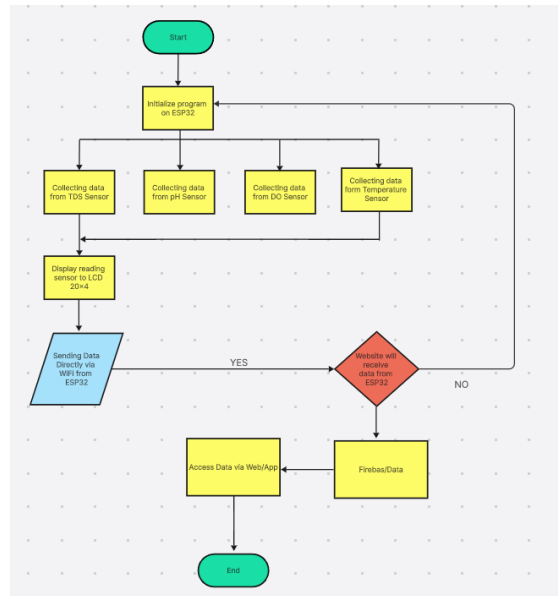
of Things (IoT) (Harun et al., 2018), maupun dengan menggunakan IoT (Hidayatullah et al., 2018)(Ismail et al., 2020). Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Bahtiar (Bahtiar, 2016) menggunakan kecerdasan buatan namun tidak menggunakan sistem IoT atau tidak secara waktu nyata (real time). Beberapa peneliti juga sudah membuat sistem kendali pada kolam air tawar (Pulungan et al., 2020)(Zambrano et al., 2021), namun masih perlu ada pengembangan. Melihat permasalahan yang dialami peternak ikan nila sistem bioflok, serta hasil penelitian sebelumnya, maka kami mengusulkan sebuah karya inovatif. Dimana kami akan menggabungkan sensor pH, sensor TDS dan sensor DO untuk memantau kualitas beberapa kolam bioflok khususnya bioflok berisi ikan nila yang berbasis (IoT). Dimana selain mengirimkan nilai data sensor-sensor, dan juga mengirimkan hasil analisis mengenai keadaan kolam. Dimana sistem penanaman sistem klasifikasi pada mikro sudah dijadikan paten oleh tim peneliti (Sumantri, 2019) pada sistem yang lain. Hal ini dilakukan dengan menggunakan kecerdasan buatan yang diproses pada pengendali pada masing-masing kolam. Sehingga tujuan akhir dari penelitian ini akan meningkatkan kualitas dan kuantitas dari panen ikan nila.

Pemantauan kualitas air merupakan tugas penting dalam budidaya ikan (Gao et al., 2019), Misalnya, menurut beberapa penelitian, pengukuran oksigen terlarut perlu dilakukan untuk menghindari nilai ekstrem dari variabel ini yang dapat menyebabkan kerusakan parah pada ikan seperti anoksia, hipoksia, dan hiperoksia (Gao et al., 2019). Suhu dan pH air kolam juga harus dipantau untuk mengetahui keseimbangan antara senyawa nitrogen yang beracun dan tidak beracun seperti amonia dan amonium (Knight, 2017). Seluruh siklus nitrogen harus dipantau untuk mengenali pemberian makan ikan yang berlebihan dan menghindari kondisi beracun yang dapat membahayakan kesehatan dan kualitas produksi tambak (Knight, 2017). Dalam beberapa tahun terakhir, pembelajaran mesin (ML) telah menjadi alat penting untuk menganalisis data yang diperoleh oleh jaringan pemantauan tersebut dan memodelkan dinamika kolam air. Ini biasanya memungkinkan pembudidaya ikan untuk meningkatkan pengambilan keputusan dan memaksimalkan produksi mereka (Boyd & Tucker, 2012).

Beberapa penelitian sebelumnya belum ditemui adanya penelitian yang menggabungkan antara proses kecerdasan buatan ataupun pembelajaran mesin yang diletakkan pada prosesor. Sistem ini memungkinkan pengguna mengetahui kondisi pada masing-masing kolam pada perangkat pintar yang dimilikinya (El-Ghamry et al., 2023)(Lau et al., 2023). Untuk penerapan alat yang akan dibuat, para penulis bekerja sama dengan PT Tunas Bioflok Indojaya. Dimana Perusahaan ini memiliki puluhan kolam bioflok yang berisi ikan nila. Selain itu juga Perusahaan ini adalah pioneer untuk budidaya ikan nila pada kolam bioflok di kota Batam Penulis memilih Perusahaan ini karena akan mampu menginformasikan teknologi ini kepada petani yang lain.

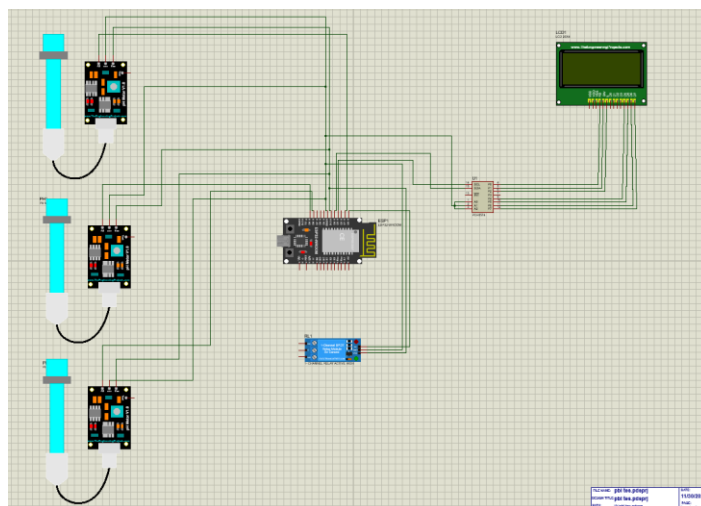
2. METODOLOGI

Penulis akan membuat satu buah sistem sebagai purwarupa. Dimana purwarupa ini diharapkan akan mampu diduplikasi dan digunakan pada kolam-kolam yang lain. Sistem ini akan mampu memonitoring keadaan kolam yang berupa kekeruhan, kadar oksigen, suhu dan juga tingkat keasaman dari kolam. Gambar 2 memperlihatkan diagram alir dari sistem ini. Dimana alat akan mengukur parameter yang dituju kemudian mengirimkannya ke web dan dapat diakses melalui aplikasi



Gambar 2. Diagram Alir Sistem Monitoring Kolam Bioflok

Perancangan sistem elektrikal dilakukan menggunakan perangkat lunak Proteus, dan proses pemasangan *wiring* diterapkan pada setiap komponen dan sensor yang terdapat dalam sistem pemantauan kualitas air kolam ikan nila. Desain elektrikal pada gambar menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali sistem. ESP32 terhubung dengan empat sensor yang masing-masing dilengkapi modul driver untuk membaca parameter fisik tertentu. Sensor ini mengirimkan data ke ESP32 melalui pin input analog atau digital. Sistem juga dilengkapi dengan modul *relay* yang berfungsi untuk mengontrol perangkat eksternal seperti pompa atau kipas. Relay ini menerima sinyal kendali dari ESP32 untuk mengatur status on/off perangkat yang terhubung. Selain itu, layar LCD yang menggunakan antarmuka I2C juga terhubung ke ESP32 melalui pin SDA dan SCL, memungkinkan tampilan data sensor atau status sistem secara real-time dengan penggunaan pin GPIO yang efisien.

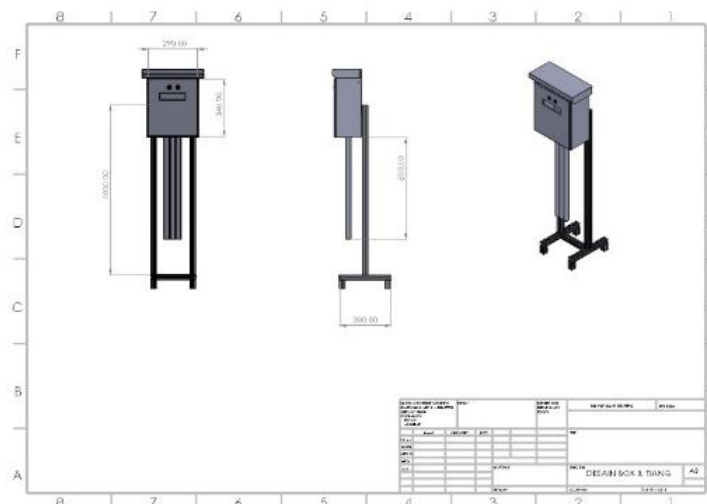


Gambar 3. Perancangan Sistem Elektrikal Sistem Monitoring

Sumber daya untuk seluruh komponen diberikan melalui jalur tegangan yang disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing, seperti 3.3V atau 5V. Alur sistem dimulai dari pembacaan data sensor oleh ESP32, pemrosesan data untuk pengambilan keputusan, hingga pengontrolan perangkat eksternal melalui relay dan tampilan informasi di LCD. Desain ini cocok untuk aplikasi otomatisasi dan monitoring berbasis IoT. Gambar 3 memperlihatkan perancangan sistem elektronik sistem monitoring kolam ikan.

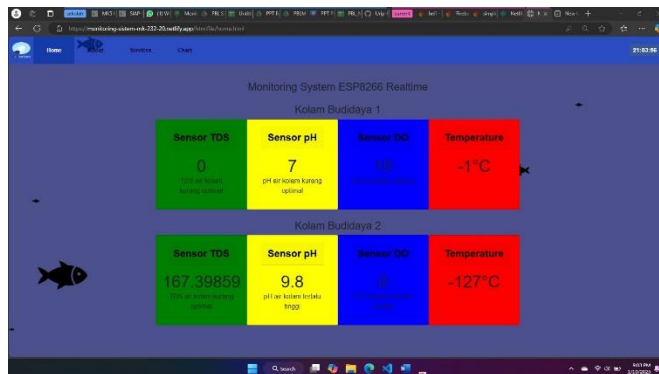
Dalam perancangan sistem pemantauan kualitas air kolam ikan, perangkat lunak SolidWorks dimanfaatkan untuk merancang tata letak box panel,udukan, dan posisi probe dari setiap sensor. Tujuannya adalah memastikan seluruh sistem dapat berfungsi dengan efisien dan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan. Box panel yang digunakan terbuat dari bahan poliester, yang dipilih karena memiliki ketahanan tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan, termasuk kelembapan dan paparan sinar UV. Bahan ini memberikan perlindungan optimal terhadap komponen elektronik dan sensor, mengurangi risiko kerusakan akibat faktor eksternal. Sebagai pelengkap, box panel ini dilengkapi dengan pelat dasar berbahan logam, yang berfungsi sebagai struktur kokoh untuk menopang dan menjaga stabilitas komponen di dalamnya.

Selain fokus pada perlindungan komponen, perancangan ini juga mempertimbangkan aksesibilitas dan kemudahan perawatan. Setiap komponen dan sensor diposisikan sedemikian rupa agar mudah dijangkau, mempermudah proses pemeliharaan, perbaikan, atau penggantian jika diperlukan. Penggunaan SolidWorks memberikan keunggulan signifikan dalam tahap desain, karena perangkat lunak ini memungkinkan perancang untuk membuat visualisasi tiga dimensi dan melakukan simulasi tata letak secara virtual. Dengan begitu, setiap elemen sistem dapat diuji dan disesuaikan terlebih dahulu untuk memastikan keselarasan antara aspek mekanik dan elektronik sebelum proses produksi. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi desain, tetapi juga menjamin bahwa sistem yang dihasilkan tangguh, mudah dirawat, dan siap untuk menghadapi berbagai tantangan operasional di lapangan. Perancangan sistem mekanik dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Perancangan Sistem Mekanik

Tampilan pada aplikasi dan website ini merupakan hasil dari sistem pemantauan yang menggunakan tiga sensor pada dua kolam budidaya ikan nila. Pengkodean untuk sistem ini dilakukan menggunakan bahasa PHP (*Hypertext Preprocessor*). Gambar 5 tampilan dari web dan aplikasi berbasis android. Setiap sensor dirancang untuk mengukur parameter spesifik, seperti pH, suhu air, dan kadar oksigen terlarut, yang kemudian datanya dikumpulkan dan dikirimkan secara real-time ke server. Bahasa PHP digunakan untuk memproses dan menampilkan data ini dalam bentuk yang mudah dipahami di antarmuka web. Hal ini memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi air kolam ikan secara efisien dan efektif.



(a)



(b)

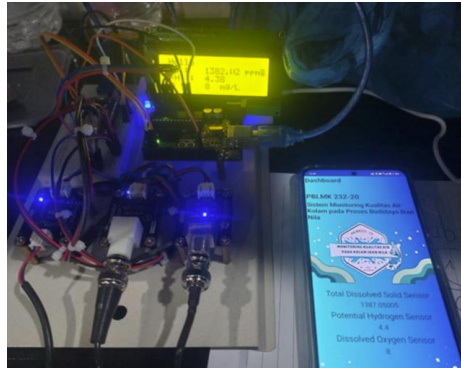
Gambar 5. Perancangan Tampilan (a) Web (b) Aplikasi pada Telepon Pintar.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengujian ini, terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan. Sebelum melakukan pengujian secara keseluruhan, dilakukan beberapa tahap pengujian sebagai berikut:

1. Pengujian pada perangkat sensor pH ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja perangkat terse-but. Sebelum menguji, sensor dikalibrasi dahulu dengan menggunakan buffer pH 4 dan pH 7. Pengujian pertama pada sensor pH SKU SEN0161 dilakukan dengan memanfaatkan buffer pH 4, pH 7, dan pH 10.
2. Pengujian pada sensor TDS SEN0244 ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas air dan menentukan tingkat kebersihannya. Secara umum, semakin tinggi nilai TDS semakin banyak padatan yang terkandung dalam air. Sebelum melakukan pengujian, sensor terlebih dahulu dikalibrasi.
3. Kalibrasi sensor oksigen terlarut (dissolved oxygen) penting untuk memastikan bahwa sensor memberikan pembacaan yang akurat dan konsisten terhadap konsentrasi oksigen terlarut dalam air.
4. Pengujian sensor temperature ini bertujuan untuk memantau dan menjaga suhu air agar tetap optimal.

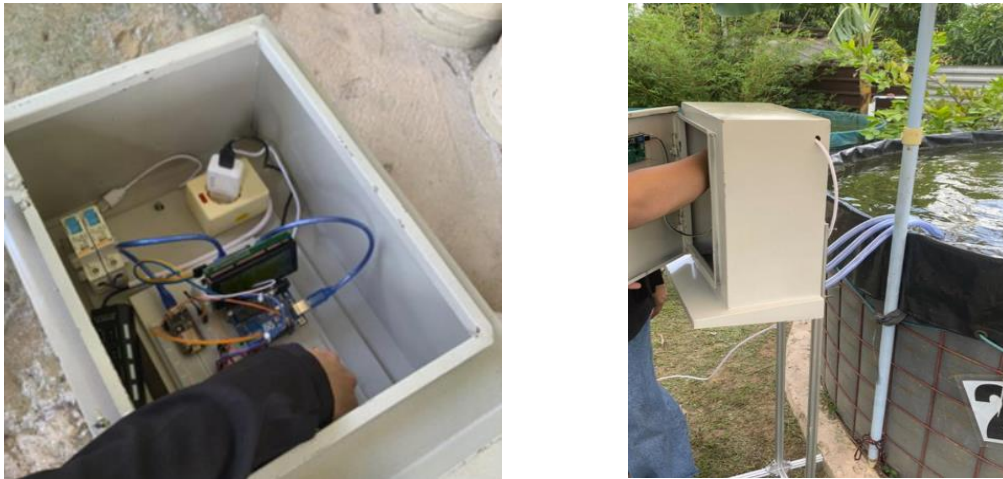
5. Sistem diuji secara terus menerus selama 1 minggu. Pengujian ini dilakukan dilaboratorium yang ada di Politeknik Negeri Batam. Dimana setiap hari dilakukan kalibrasi dengan alat ukur yang standar. Hasil yang didapat adalah sistem dapat mengukur dan mengirimkan data yang sesuai dengan data yang didapatkan dari alat standar.



Gambar 6. Pengujian Sistem di Laboratorium.

Setelah melewati uji laboratorium, alat kemudian dipasang dan diuji di kolam bioflok. Alat ini pun di uji selama 1 minggu berturut-turut. Setiap harinya dilakukan pengujian dengan alat ukur standar dan dibandingkan dengan hasil yang didapatkan dari sistem. Hasil yang didapatkan hasil yang dikeluarkan oleh sistem mendekati dengan nilai yang ditampilkan pada alat ukur standar yaitu $\pm 2\%$. Gambar 7 menampilkan gambar pemasangan dan pengujian di kolam.

Selain itu juga diberikan pelatihan penggunaan serta pemeliharaan untuk sistem ini kepada petani. Pada pelatihan ini dilakukan pada komunitas petani bioflok. Pelatihan diikuti 8 petani. Materi yang diberikan adalah penggunaan alat, perawatan alat. Dimana selama satu minggu didampingi oleh tim kami. Serta setelahnya dikunjungi setiap bulannya. Serah terima dari alat dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7. Instalasi dan Pengujian pada Kolam



Gambar 8. Penyerahan Alat dan Pemberian Pelatihan Penggunaan serta Perawatan

5. KESIMPULAN

Proyek ini bertujuan untuk menciptakan sebuah perangkat yang mampu memantau dan mengendalikan kondisi air pada dua kolam ikan nila dengan menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT), Hal ini yang memungkinkan pemantauan kondisi kolam tanpa harus hadir secara langsung di lokasi.

Dengan menggunakan sistem ini, data mengenai pH, kekeruhan, dan kadar oksigen air memungkinkan para pembudidaya ikan untuk mengakses informasi penting mengenai kondisi air kolam kapan saja dan di mana saja. Teknologi ini juga memungkinkan pengaturan notifikasi otomatis jika parameter air berada di luar batas yang telah ditentukan, sehingga tindakan pencegahan atau korektif dapat segera dilakukan. Kegiatan ini adalah kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat dari dosen dan mahasiswa jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Batam. Dimana alat yang diberikan kepada mitra adalah alat hasil dari kegiatan *Project Based Learning* (PBL). Untuk saat ini alat sudah dipasang di tempat mitra, dan selanjutnya akan dipantau apakah alat

berfungsi seperti yang direncanakan. Diharapkan dengan pemantauan ini akan membantu mitra dalam pengelolaan kolam bioflok ikan nila.

Proyek ini diharapkan dapat memberikan manfaat besar bagi para pembudidaya ikan nila dengan mempermudah proses pengawasan dan pengendalian kualitas air kolam. Dengan pemantauan yang lebih efisien dan akurat, risiko masalah kesehatan ikan dapat diminimalkan, yang pada akhirnya akan meningkatkan produktivitas dan keberhasilan budidaya ikan nila. Selain itu, teknologi ini juga membantu menghemat waktu dan tenaga, karena pembudidaya tidak perlu terus-menerus berada di lokasi kolam untuk memastikan kondisi air tetap optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pengabdian ini dibiayai dari dana hibah Politeknik Negeri Batam.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, Arya Rudi Nasution, Iqbal Tanajung, & Raja Sanubari Harahap. (2021). Rancang Bangun Alat Ukur pH Dan Ketinggian Air Berbasis Smartphone Guna Meningkatkan Produktifitas Budidaya Ikan Nila. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 2(2), 75–80.
- Bahtiar, A. (2016.). *Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Rancang Bangun Pengontrol Suhu dan Kekeruhan Air Kolam Ikan Patin Berbasis Fuzzy Logic*.
- Boyd, C. E., & Tucker, C. S. (2012). *Pond aquaculture water quality management*. Springer Science & Business Media.
- Chinese Abstracts. (2012). *Reviews in Aquaculture*, 4(1), 44–47. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2012.01064.x>
- El-Ghamry, A., Darwish, A., & Hassanien, A. E. (2023). An optimized CNN-based intrusion detection system for reducing risks in smart farming. *Internet of Things (Netherlands)*, 22. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100709>
- Gao, G., Xiao, K., & Chen, M. (2019). An intelligent IoT-based control and traceability system to forecast and maintain water quality in freshwater fish farms. *Computers and Electronics in Agriculture*, 166, 105013. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105013>
- Harun, Z., Reda, E., & Hashim, H. (2018). Real time fish pond monitoring and automation using Arduino. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 340, 012014. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/340/1/012014>
- Hidayatullah, M., Fat, J., & Andriani, T. (2018). Prototipe Sistem Telemetri Pemantauan Kualitas Air Pada Kolam Ikan Air Tawar Berbasis Mikrokontroler. *Positron*, 8(2), 43. <https://doi.org/10.26418/positron.v8i2.27367>
- Ismail, R., Shafinah, K., & Latif, K. (2020). A Proposed Model of Fishpond Water Quality Measurement and Monitoring System based on Internet of Things (IoT). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 494(1), 012016. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/494/1/012016>
- Knight, K. (2017). Web stickiness optimised to humidity. *Journal of Experimental Biology*, 220(7), 1163–1163. <https://doi.org/10.1242/jeb.159186>
- Laporan Kinerja Instansi Pemerintah (LKJIP) Dinas Perikanan Kota Batam 2020. (2020, April). <https://diskan.batam.go.id/wp-content/uploads/sites/44/2021/03/LKjIP->

DISKAN-2020.pdf

- Lau, B. P. L., Koh, Z., Zhou, Y., Ng, B. K. K., Yuen, C., & Low, M. L. (2023). Location-based activity behavior deviation detection for nursing home using IoT devices. *Internet of Things*, 22, 100702. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100702>
- Pulungan, A. B., Putra, A. M., Hamdani, H., & Hastuti, H. (2020). SISTEM KENDALI KEKERUHAN DAN pH AIR KOLAM BUDIDAYA IKAN NILA. *Elkha*, 12(2), 99. <https://doi.org/10.26418/elkha.v12i2.40688>
- Sumantri, & D. (2019). *Modul kendali gerakan telapak tangan untuk lengan robot menggunakan electromyograph* (S00201911532).
- Zambrano, A. F., Giraldo, L. F., Quimbayo, J., Medina, B., & Castillo, E. (2021). Machine learning for manually-measured water quality prediction in fish farming. *PLOS ONE*, 16(8), e0256380. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256380>