

**PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING KUALITAS AIR DAN PEMBERI
PAKAN OTOMATIS PADA KOLAM BUDIDAYA IKAN LELE BERBASIS
INTERNET OF THINGS DI MBS (MUHAMMADIYAH BOARDING SCHOOL)
YOGYAKARTA**

**DEVELOPMENT OF WATER QUALITY MONITORING SYSTEM AND
AUTOMATIC FEEDER IN CATFISH AQUACULTURE POND BASED ON
INTERNET OF THINGS AT MBS (MUHAMMADIYAH BOARDING SCHOOL)
YOGYAKARTA**

Oleh: Luthfan Ihtisyamuddin, Mashoedah, Masduki Zakaria
Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika Fakultas Teknik UNY
Email: luthfan1498@gmail.com, mashoedah@uny.ac.id

ABSTRAK

Pemantauan kualitas air dan pemberian pakan otomatis dalam budidaya ikan lele merupakan hal yang sangat penting dilakukan untuk mempertahankan ekosistem yang ada didalamnya. Dengan adanya teknologi *Internet of Things* sangat membantu terciptanya produk untuk melakukan monitoring dan kontroling dari jarak jauh. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengetahui kelayakan alat monitoring kualitas air dan pemberi pakan otomatis pada budidaya ikan lele di Muhammadiyah Boarding School Yogyakarta. Penelitian ini merupakan penelitian Research and Development dengan menggunakan model ADDIE (analysis, design, development, implementation, evaluation) yang terbatas pada tahap development. Tulisan ini menyajikan hasil pengembangan alat monitoring kualitas air dan pemberian pakan otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk budidaya ikan lele. Alat ini dirancang dengan tujuan memantau parameter-parameter vital seperti suhu, pH, ketinggian air, dan kekeruhan dalam kolam budidaya secara real-time. Selain itu, alat ini dilengkapi dengan sistem pemberian pakan otomatis yang dapat diatur sesuai jadwal. Penelitian ini melibatkan integrasi sensor-sensor dan mikrokontroler ESP8266 yang terhubung dengan server berbasis Linux Ubuntu untuk menyimpan dan mengelola data. Metode pengembangan meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, uji fungsionalitas, uji akurasi sensor, serta uji kemanfaatan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini mampu mengukur parameter-parameter dengan akurat dan memberikan informasi kepada pengguna melalui antarmuka website dan aplikasi mobile. Selain itu, uji kemanfaatan menunjukkan bahwa alat ini memberikan kemudahan dalam pengelolaan budidaya ikan dan dapat menghemat waktu serta meningkatkan efisiensi. Namun, hasil uji akurasi sensor menunjukkan perbedaan nilai yang kecil dengan alat pengukur referensi, meskipun tetap dalam batas yang dapat diterima yaitu sekitar 2,4% untuk pH, 0,3% untuk suhu, 0,13% untuk TDS, dan 5% untuk ketinggian. Dengan demikian, alat ini dinyatakan layak dan bermanfaat untuk mendukung pengelolaan budidaya ikan lele secara lebih efektif dan inovatif melalui pemantauan kualitas air yang akurat dan pemberian pakan otomatis yang tepat waktu.

Kata kunci : Monitoring, Controlling, Aplikasi, Whatsapp, IoT, Kolam, Automatic Feeder

ABSTRACT

Monitoring water quality and automatic feeding in catfish cultivation are crucial aspects to maintain the ecosystem within it. With the advent of Internet of Things (IoT) technology in this era, creating products for remote monitoring and control has become significantly feasible. This research aims to develop and assess the feasibility of a water quality monitoring and automatic feeding device in catfish cultivation at Muhammadiyah Boarding School Yogyakarta. The study employs a Research and Development approach utilizing the ADDIE model (analysis, design, development, implementation, evaluation), focused on the development phase. This paper presents the outcomes of developing an IoT-based water quality monitoring and automatic feeding device for catfish cultivation. The device is designed to monitor vital parameters such as temperature, pH, water level, and turbidity in the cultivation pond in real-time. Additionally, the device incorporates an automatic feeding system that can be scheduled. The research involves the integration of sensors and ESP8266 microcontroller connected to a Linux Ubuntu-based server for data storage and management. The development process encompasses hardware and software design, functionality testing, sensor accuracy testing, and usability testing. Results indicate that the device can accurately measure parameters and provide information to users through a website interface and mobile application. Usability testing demonstrates the device's ability to streamline catfish cultivation management, saving time and enhancing efficiency. However, sensor accuracy testing reveals slight discrepancies compared to reference measurement tools, although within acceptable ranges of around 2.4% for pH, 0.3% for temperature, 0.13% for TDS, and 5% for water level. Consequently, this device holds potential to support more effective and innovative catfish cultivation management through accurate water quality monitoring and timely automatic feeding.

Keywords: Monitoring, Controlling, Application, Whatsapp, IoT, Pond, Automatic Feeder

PENDAHULUAN

Ekosistem perairan di Indonesia menghadirkan beragam peluang dalam sektor budidaya ikan, yang secara luas dapat dibagi menjadi tiga kategori utama: budidaya air tawar, budidaya air payau, dan budidaya air laut. Masing-masing kategori ini didasarkan pada sumber air yang digunakan dalam proses budidaya, dan menghasilkan produk yang berasal dari habitat yang sesuai dengan kondisi air yang digunakan. Dalam konteks ini, dikenal budidaya air tawar (freshwater culture), budidaya air asin (saltwater culture), dan budidaya air laut (mariculture), yang masing-masing menghadirkan tantangan dan peluang unik dalam upaya produksi ikan. Budidaya ikan lele (*Clarias gariepinus*) menonjol sebagai salah satu pilihan budidaya air tawar yang diapresiasi karena karakteristik pertumbuhannya yang cepat, nilai gizinya yang tinggi, serta biaya produksi yang relatif rendah. Meskipun demikian, perkembangan budidaya ikan lele, terutama dalam format sistem budidaya

intensif, masih menghadapi kendala yang signifikan terkait kualitas air. Kualitas air dalam lingkungan budidaya ikan memainkan peran krusial dalam menentukan kesuksesan budidaya, dengan kualitas air yang baik menjadi faktor pendukung utama untuk pertumbuhan, kesehatan, dan reproduksi ikan. Di sisi lain, kualitas air yang kurang optimal dapat menyebabkan penurunan produktivitas, penyakit, dan bahkan kematian ikan.

Beberapa parameter utama yang digunakan untuk menilai kualitas air termasuk suhu, tingkat keasaman (pH), dan kadar oksigen terlarut dalam air. Perubahan nilai-nilai ini bisa dipengaruhi oleh faktor-faktor alamiah, seperti perubahan cuaca dan musim, serta campur tangan manusia, seperti pemberian pakan yang tidak teratur. Dalam budidaya ikan lele, pH yang optimal umumnya berada dalam rentang 6,5 hingga 8, sementara suhu yang ideal berkisar antara 25°C hingga 30°C. Pengaturan nilai-nilai ini dengan tepat berkontribusi pada pertumbuhan dan kesejahteraan ikan. Namun,

kendati perhatian yang serius terhadap kualitas air, budidaya ikan lele juga dihadapkan pada tantangan lainnya, seperti manajemen pemberian pakan yang efektif. Terutama dalam skala produksi besar dengan banyak kolam, pemberian pakan secara manual bisa menjadi tugas yang melelahkan dan rentan terhadap ketidakteraturan. Kelebihan pakan yang diberikan atau pemberian pakan yang tidak teratur bisa berujung pada masalah kanibalisme, di mana ikan dapat memangsa sesama ikan yang lebih lemah.

Dalam upaya mengatasi tantangan-tantangan ini, teknologi Internet of Things (IoT) muncul sebagai solusi inovatif yang menjanjikan. IoT melibatkan pemanfaatan sensor, aktuator, dan komunikasi jarak jauh yang tertanam pada objek fisik untuk memantau dan mengontrol melalui jaringan seperti Internet. Dalam konteks budidaya ikan lele, penerapan IoT dapat memungkinkan pemantauan dan pengaturan kualitas air secara real-time, serta pemberian pakan otomatis berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Banyak penelitian telah mengusulkan dan mengembangkan solusi-solusi IoT untuk budidaya ikan, termasuk pemantauan pH, suhu, dan otomasi pemberian pakan. Namun, beberapa variabel seperti tingkat kekeruhan air dan ketinggian air belum sepenuhnya terintegrasi dalam solusi-solusi ini.

Dalam penelitian ini, kami bertujuan untuk mengatasi kendala tersebut dengan mengembangkan sistem monitoring budidaya ikan lele yang lebih komprehensif dengan teknologi IoT. Sistem yang diusulkan akan mencakup pengukuran dan pemantauan kualitas air secara terus-menerus melalui sensor pH, suhu, tingkat kekeruhan air, dan ketinggian air yang dapat diakses secara real-time. Selain itu, kami juga akan mengembangkan sistem pemberian pakan otomatis yang terhubung dengan aplikasi web dan platform Android. Integrasi IoT dan pemberian pakan otomatis diharapkan akan meningkatkan efisiensi pemantauan dan pengelolaan kualitas air kolam budidaya ikan lele. Dengan demikian, studi ini bertujuan untuk menggabungkan potensi teknologi IoT dan pemberian pakan otomatis dalam upaya untuk meningkatkan keberhasilan

budidaya ikan lele. Dengan memanfaatkan integrasi ini, diharapkan pemantauan kondisi air kolam dan pemberian pakan ikan lele dapat dilakukan secara lebih efektif, meminimalkan risiko dan masalah yang seringkali dihadapi dalam praktik budidaya ikan tradisional. Selain itu, integrasi ini juga akan memberikan kemudahan bagi para pelaku budidaya dalam memantau, mengontrol, dan mengelola proses budidaya ikan lele dengan lebih efisien dan efektif.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, identifikasi masalah yang muncul meliputi sejumlah hal yang memengaruhi keberhasilan budidaya ikan lele. Pertama, kualitas air muncul sebagai parameter kritis dalam budidaya ikan tawar, menjadi penentu utama keberhasilan produksi ikan. Kualitas air yang kurang optimal dapat mengakibatkan berkurangnya konsumsi pakan pada ikan, yang pada akhirnya mengurangi daya tahan tubuh, pertumbuhan, dan kualitas telur yang dihasilkan oleh induk ikan. Variabel kualitas air yang harus diperhatikan meliputi suhu, pH (derajat keasaman), kadar oksigen terlarut (Dissolved Oxygen), tingkat kekeruhan, dan ketinggian air kolam. Keteraturan pemberian pakan juga menjadi aspek penting dalam budidaya ikan lele. Namun, pada skala produksi besar dengan banyak kolam, sulit bagi peternak untuk memberi makan ikan secara manual dengan tepat waktu setiap harinya. Keterlambatan pemberian pakan berpotensi menyebabkan kanibalisme di antara ikan dalam satu kolam, yang mengakibatkan penurunan populasi ikan. Pemberian pakan yang berlebihan juga dapat mempengaruhi tingkat keasaman air kolam. Oleh karena itu, perlu pengaturan yang tepat dalam pemberian pakan untuk mencegah kanibalisme, serta mencegah pakan yang tersisa dan menyebabkan peningkatan tingkat kekeruhan air. Meskipun beberapa penelitian telah dilakukan sebelumnya, belum ada pengembangan alat yang mampu melakukan monitoring kualitas air secara real-time dengan variabel yang lengkap sesuai dengan ketentuan kualitas air kolam budidaya.

Pada MBS Yogyakarta, monitoring dan pengendalian kondisi air kolam serta pemberian

pakan ikan lele masih dilakukan secara konvensional dengan pengamatan visual tanpa pengukuran parameter kualitas air secara akurat. Tidak ada alat pengukur kualitas air yang standar dan lengkap sesuai dengan kebutuhan budidaya ikan air tawar di MBS Yogyakarta. Pemberian pakan juga masih bergantung pada pendekatan manual oleh petugas pengelola, tanpa adanya sistem otomatis yang terintegrasi. Dalam kerangka penelitian ini, Internet of Things (IoT) muncul sebagai solusi potensial. Dengan memanfaatkan teknologi ini, tujuan utamanya adalah mengembangkan sistem yang dapat memonitor kualitas air secara real-time, serta memberikan pakan otomatis berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Namun, studi sebelumnya belum sepenuhnya mengintegrasikan variabel seperti tingkat kekeruhan air dan ketinggian air dalam solusi IoT. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi hambatan-hambatan tersebut dengan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kualitas air dan pemberi pakan otomatis berbasis IoT dalam budidaya ikan lele di MBS Yogyakarta. Dengan menggabungkan teknologi IoT dan pemberian pakan otomatis, diharapkan pemantauan dan pengelolaan kualitas air serta pemberian pakan ikan lele dapat dijalankan secara lebih efisien, akurat, dan praktis. Dalam konteks ini, penelitian ini akan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang telah dirumuskan, serta menghasilkan pemahaman yang lebih dalam tentang potensi dan manfaat penerapan teknologi IoT dalam meningkatkan efektivitas budidaya ikan lele.

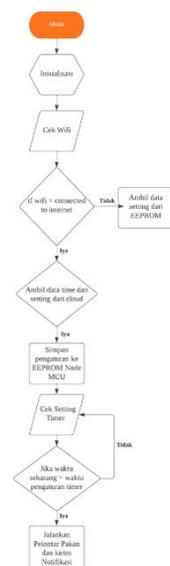
METODE PENELITIAN

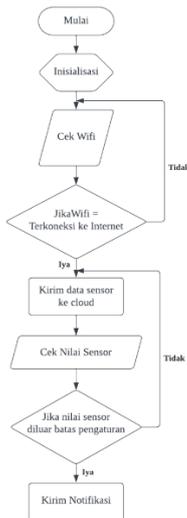
Penelitian ini merupakan jenis penelitian R&D (Research and Development), dengan menggunakan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari tahapan Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Penelitian ini memfokuskan pada tahap Pengembangan. Langkah-langkah dalam penelitian ini meliputi analisis kebutuhan, studi literatur, perancangan perangkat keras dan

lunak, validasi oleh ahli, uji kelayakan produk, serta uji coba di lokasi yang relevan.

Analisis kebutuhan dimulai dengan pemahaman potensi dan tantangan, termasuk wawancara dan observasi di kolam budidaya ikan lele MINA di MBS Yogyakarta. Analisis ini melibatkan peninjauan tentang masalah-masalah yang dihadapi dalam pemantauan dan pemberian pakan pada tambak. Langkah ini terdiri dari analisis masalah dan analisis kebutuhan komponen. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang kualitas kolam budidaya, budidaya ikan lele, kebiasaan makan ikan lele, mikrokontroler, Internet of Things (IoT), sensor air tambak, dan perangkat lunak pendukung.

Perancangan perangkat keras meliputi merancang wadah sensor air dan wadah pelontar pakan secara 3D, serta perancangan elektronika seperti rangkaian sensor suhu, sensor pH, sensor ultrasonik, sensor TDS, real-time clock, motor servo, buzzer, dan LCD. Rangkaian ini dirancang untuk mengukur dan mengontrol kualitas air kolam serta pemberian pakan ikan secara otomatis. Perancangan perangkat lunak mencakup pembuatan flowchart untuk monitoring kualitas air kolam dan pemberian pakan otomatis, serta pembuatan website dan aplikasi mobile. Website dan aplikasi mobile dikembangkan untuk memantau data hasil pembacaan sensor secara real-time dan mengatur pemberian pakan ikan.





Gambar Flowchart Sistem Monitoring Air Kolam Dan Pemberian Pakan Otomatis

Tahapan pengembangan dilakukan dengan beberapa iterasi revisi berdasarkan validasi oleh ahli dan uji kelayakan produk. Produk diuji dalam lingkungan Universitas Negeri Yogyakarta dan MBS Yogyakarta untuk memastikan kehandalan dan fungsionalitasnya. Lokasi penelitian melibatkan MBS Yogyakarta untuk analisis kebutuhan dan perancangan produk, sementara validasi dan uji coba produk dilakukan di Universitas Negeri Yogyakarta dan MBS Yogyakarta. Waktu penelitian berlangsung dari Januari hingga Juli 2023, dengan tahapan analisis kebutuhan dilakukan pada Januari-Februari, perancangan produk pada Maret-Mei, dan validasi serta uji coba pada Juni-Juli. Objek penelitian adalah sistem monitoring kualitas air dan pemberi pakan otomatis berbasis IoT yang diberi nama OCULA. Teknik pengumpulan data melibatkan observasi, dokumentasi, wawancara, studi literatur, dan angket. Instrumen penelitian meliputi protokol observasi dan wawancara, kuesioner validasi, dan kuesioner uji kelayakan produk. Melalui tahapan-tahapan ini, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji sistem OCULA sebagai solusi untuk monitoring kualitas air dan pemberian pakan ikan lele secara otomatis dan efisien.

Pedoman observasi dirancang untuk memandu pengamat dalam mengamati beberapa aspek penting di kolam ikan budidaya PPM MBS Yogyakarta. Aspek-aspek yang

harus diamati meliputi jumlah dan bentuk kolam budidaya, jenis ikan yang dibudidaya, peralatan monitoring kualitas air, alat pemberi pakan, serta jenis pakan yang digunakan. Observasi dilakukan secara langsung dan dokumentasi dilakukan untuk mengumpulkan data yang mendukung analisis. Untuk tahap analisis, pedoman wawancara telah disusun untuk mendukung interaksi dengan pengelola kolam ikan budidaya di PPM MBS Yogyakarta. Pertanyaan-pertanyaan dalam pedoman wawancara meliputi aspek-aspek seperti jenis kolam yang digunakan, jumlah ikan yang dibudidaya, proses monitoring dan pemberian pakan ikan, peralatan yang digunakan, hambatan yang dihadapi, serta proses pengelolaan budidaya ikan lele secara keseluruhan.

Dalam proses validasi oleh ahli, angket disusun dengan tujuan menilai aspek-aspek teknis, fungsionalitas, tampilan, navigasi, dan kemanfaatan produk. Aspek teknis dan fungsionalitas terdiri dari 18 pertanyaan, tampilan dan navigasi memiliki 13 pertanyaan, dan aspek kemanfaatan memiliki 5 pertanyaan.

Selanjutnya, dalam angket uji kelayakan produk, parameter uji fungsionalitas melibatkan berbagai aspek seperti tegangan, arus, daya, frekuensi, faktor daya, LCD 16x2, durability, dan IoT. Parameter uji akurasi sensor mencakup uji akurasi pH, suhu, TDS, ultrasonik, dan real-time clock dengan perangkat pembanding masing-masing. Terakhir, parameter uji kekuatan mekanik termasuk dalam tabel yang mengukur aspek-aspek seperti beban maksimum, tekanan maksimum, kekuatan luluh, dan karakteristik fisik bahan. Melalui pedoman observasi, wawancara, angket validasi ahli, serta angket uji kelayakan, penelitian ini menciptakan kerangka yang kuat untuk mengumpulkan data, mengidentifikasi masalah, dan mengukur kelayakan produk yang dikembangkan dalam penelitian ini.

Dalam penelitian ini, pendekatan analisis data yang diterapkan adalah analisis deskriptif kuantitatif. Statistik deskriptif kuantitatif

digunakan untuk merangkum data yang telah diperoleh tanpa melakukan generalisasi yang luas (Sugiyono, 2015: 147). Hasil dari analisis ini digunakan sebagai dasar untuk mengukur kelayakan produk yang sedang dikembangkan. Skala Guttman digunakan sebagai teknik penilaian dalam penelitian ini, dipilih karena memberikan solusi yang kuat dibandingkan dengan skala Likert. Dalam konteks ini, penelitian menggunakan pilihan alternatif "Ya-Tidak". Pendekatan ini diterjemahkan menjadi skor tertinggi satu dan skor terendah nol, kemudian diikuti dengan analisis yang menghitung frekuensi kejadian serta persentase dengan menggunakan rumus:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Frekuensi kemunculan per kriteria}}{\text{Jumlah frekuensi kriteria}} \times 100\%$$

(Raharja, Harahap & Devi, 2018: 63). Hasil persentase dari kategori "Ya" digunakan untuk mengklasifikasikan kelayakan produk yang sedang dikembangkan dalam kategori tertentu. Dalam hal ini, kategori kelayakan produk dibagi menjadi lima tingkat, mulai dari "Sangat Tidak Layak" dengan persentase kurang dari 21%, hingga "Sangat Layak" dengan persentase 81-100% (Arikunto, 2009: 35). Metode ini memberikan panduan jelas dalam menilai sejauh mana produk yang dikembangkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah pengembangan sebuah produk berupa Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam dan Pemberi Pakan Otomatis dalam kerangka penelitian Research and Development (RnD). Metode pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE yang mencakup tahapan Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation (Sugiyono, 2015: 38). Penelitian ini fokus pada tahap Pengembangan (Development), dimulai dengan analisis kebutuhan dan potensi yang kemudian diikuti oleh perancangan dan pengembangan produk, baik dalam bentuk perangkat keras (hardware) maupun perangkat lunak (software).

Tahap Analisis (Analysis) dimulai dengan analisis kebutuhan yang menggabungkan teknik observasi dan wawancara. Melalui observasi, kondisi kolam budidaya ikan lele di PPM MBS Yogyakarta diamati dan direkam. Dari hasil observasi ini, informasi tentang bentuk kolam, diameter kolam, jumlah kolam, peralatan monitoring kualitas air, alat pemberian pakan, serta jenis pakan yang digunakan berhasil dihimpun. Selanjutnya, wawancara tertutup dilakukan dengan Bapak Jumadi, petugas pengelola kolam ikan lele, untuk mendapatkan data lebih detail. Wawancara ini menghasilkan informasi tentang waktu memulai budidaya ikan, jenis kolam budidaya, jenis ikan lele yang dibudidaya, jumlah ikan per kolam, pelaku monitoring dan pemberi pakan, jenis dan intensitas pakan, serta kendala yang dihadapi.

Tahap Studi Literatur dilakukan untuk memperoleh informasi tambahan dan mendukung data dari observasi dan wawancara. Informasi diperoleh dari sumber-sumber seperti internet dan jurnal penelitian terkait budidaya ikan lele, kebiasaan makan ikan lele, pertumbuhan ikan lele, serta kualitas air kolam budidaya. Selain itu, literatur juga membantu dalam pemilihan komponen yang sesuai untuk pengembangan sistem.

Tahap Perancangan melibatkan analisis lebih mendalam terhadap kebutuhan sistem, perencanaan arsitektur, pemilihan komponen IoT yang sesuai, serta desain antarmuka pengguna. Pada tahap ini, dilakukan analisis terhadap parameter-parameter penting dalam kualitas air yang relevan untuk budidaya ikan lele. Sensor-sensor yang tepat dipilih untuk memonitor parameter-parameter ini. Selain itu, perancangan mencakup pemilihan jenis dan mekanisme pemberi pakan otomatis yang efisien, serta desain fisik yang sesuai dengan lingkungan kolam budidaya.

1. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)
 - a. Alat Monitoring Kualitas Air Kolam



Gambar Tampak Depan



Gambar LCD Pada Mesin

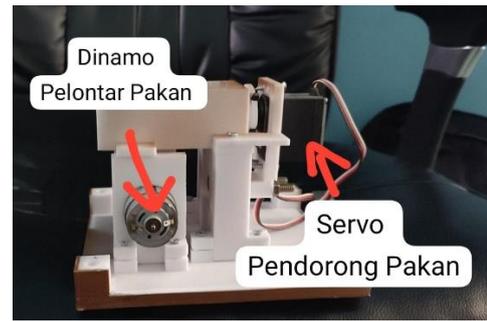


Gambar Sensor Monitoring Kualitas Air

b. Alat Pemberian Pakan Otomatis



Gambar Alat Pemberian Pakan Otomatis



Gambar dinamo pelontar pakan dan pemberian pakan otomatis

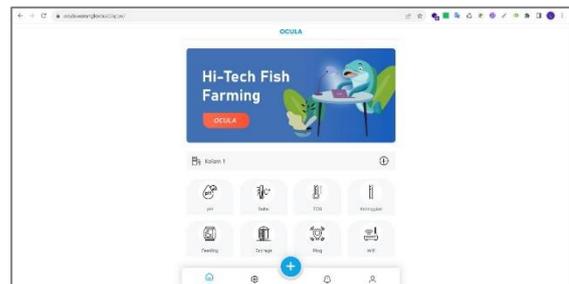


Gambar Pelontar Pakan

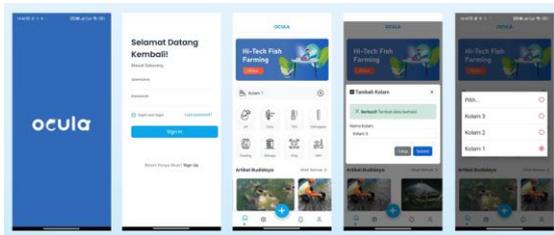


Gambar Pendorong Pakan

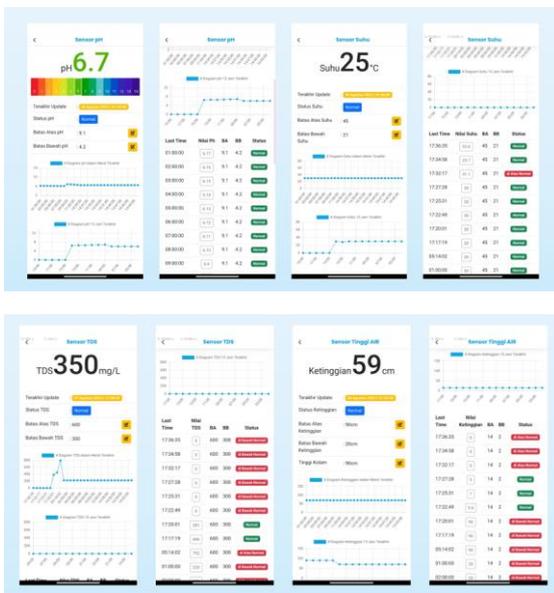
2. Perancangan Perangkat Lunak (Software)



Gambar Tampilan Website Sistem Monitoring Kualitas Air dan Pemberi Pakan Otomatis



Gambar Tampilan Aplikasi



Gambar Tampilan Aplikasi

Pada tahap Pengembangan (Development), langkah-langkah yang telah dilakukan pada tahap analisis dan perancangan dieksekusi lebih lanjut. Tahap ini melibatkan serangkaian proses yang dijabarkan sebagai berikut:

Pra-Penelitian: Tahap pra-penelitian menjadi langkah awal dalam tahap pengembangan produk. Pada tahap ini, beberapa langkah dijalankan, termasuk pengumpulan sumber daya dan bahan baku, penyusunan rencana kerja, analisis risiko dan penyediaan solusi cadangan, pengaturan lingkungan pengembangan, penetapan spesifikasi teknis, serta pembuatan rencana pengujian.

Pembuatan Draft: Tahap pembuatan draft merupakan kelanjutan dari pra-penelitian. Dalam tahap ini, beberapa kegiatan dilakukan, seperti perancangan prototipe, pemilihan komponen yang tepat, pembuatan prototipe fisik, pengembangan perangkat lunak, pengujian prototipe, evaluasi, revisi, dan dokumentasi. Selama tahap ini, prototipe produk dikembangkan dengan berbagai perangkat keras dan perangkat lunak yang telah diidentifikasi sebelumnya.

Validasi Produk: Sistem yang telah dikembangkan kemudian divalidasi oleh ahli dalam bidang elektronika. Penilaian yang dilakukan oleh ahli ini digunakan untuk memperbaiki dan menyempurnakan sistem monitoring kualitas air dan pemberi pakan otomatis sebelum dilakukan uji kelayakan. Hasil penilaian ini mengikuti indikator penilaian yang telah ditetapkan sebelumnya, meliputi aspek teknis dan fungsionalitas, tampilan dan navigasi, serta kemanfaatan produk.

Hasil penilaian tersebut menunjukkan bahwa produk prototipe telah memenuhi kriteria pada aspek-aspek yang dinilai oleh dosen ahli elektronika. Oleh karena itu, produk layak digunakan tanpa perlu revisi lebih lanjut, dan selanjutnya dapat dilakukan uji kelayakan produk.

Uji Kelayakan Produk: Uji kelayakan produk dilaksanakan untuk menguji kelistrikan dan kekuatan mekanik alat. Tahap ini melibatkan pengujian sistem di dalam laboratorium otomasi industri di Teknik Elektro UNY. Selain itu, uji akurasi sensor dilakukan di PPM MBS Yogyakarta. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur akurasi dan performa sensor-sensor yang terpasang dalam sistem.

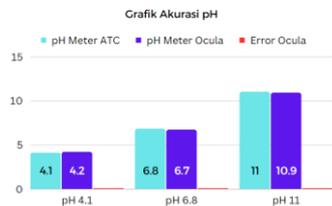
Uji kelistrikan melibatkan pengujian berbagai parameter seperti tegangan, arus, daya, frekuensi, faktor daya, serta performa LCD dan daya tahan mekanisme alat. Hasil uji ini menunjukkan bahwa produk memiliki kelistrikan yang sesuai dengan standar dan berfungsi dengan baik.

No	Parameter Uji	Hasil Pengujian	Metode Pengujian	Keterangan
1	Tegangan	229,6 Volt AC	Sampling	Pengujian Kondisi Aktif
2	Arus	0,03 Ampere AC	Sampling	Pengujian Kondisi Aktif
3	Daya	3,1 Watt	Sampling	Pengujian Kondisi Aktif
4	Frekuensi	50 Hz	Sampling	Pengujian Kondisi Aktif
5	Faktor Daya	1	Sampling	Pengujian Kondisi Aktif
6	LCD 16x2	Semua berfungsi sesuai dengan spesifikasi	Sampling dengan data	Pengujian Kondisi Aktif
7	Durability	Konsisten sesuai dengan hasil pengujian parameter	Diuji selama 2 jam berturut-turut	Pengujian Kondisi Aktif

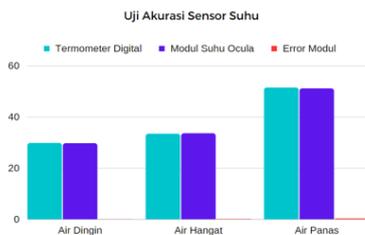
Tabel Uji kelistrikan

Uji akurasi sensor dilakukan untuk mengukur tingkat akurasi dan error pada sensor-sensor yang terpasang dalam sistem. Sensor pH, suhu, TDS, dan ketinggian diuji dengan membandingkan hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya. Hasil uji ini menunjukkan bahwa sensor-sensor tersebut memiliki akurasi yang cukup baik dalam mengukur parameter-parameter yang relevan.

Parameter Uji	Alat Uji		Error	Error (%)	Akurasi (%)
	pH Meter ATC	Modul pH OCULA			
pH 4,1	4,1	4,2	0,1	2,43%	97,57%
pH 6,8	6,8	6,7	0,1	1,47%	98,53%
pH 11	11,0	10,9	0,1	0,90%	99,10%
Rata-Rata			0,1	1,6%	98,4%

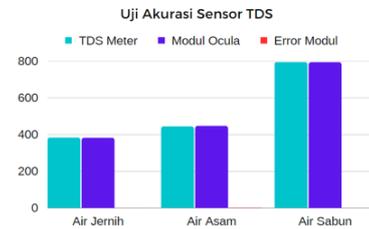


Parameter Uji	Alat Uji		Error	Error (%)	Akurasi (%)
	Termometer Digital	Modul Suhu OCULA			
Air Dingin	29,8	29,7	0,1	0,03 %	99,97%
Air Hangat	33,4	33,6	0,2	0,59%	99,41%
Air Panas	51,5	51,1	0,4	0,77%	99,23%
Rata-Rata			0,23%	0,46%	99,53%

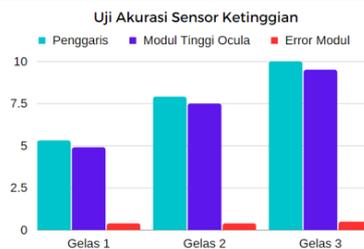


Tabel 24. Hasil Uji Akurasi Sensor TDS (ppm)

Parameter Uji	Alat Uji		Error	Error (%)	Akurasi (%)
	TDS Meter	Modul TDS OCULA			
Air Jernih	382	381	1	0,26%	99,74%
Air Asam	443	446	3	0,67%	99,33%
Air Sabun	793	792	1	0,13%	99,87%
Rata-Rata			1,3	0,35%	99,64%



Parameter Uji	Alat Uji		Error	Error (%)	Akurasi (%)
	Penggaris	Modul Tinggi OCULA			
Gelas 1	5,3	4,9	0,4	7,54%	92,46%
Gelas 2	7,9	7,5	0,4	5,10%	94,90%
Gelas 3	10	9,5	0,5	5,00%	95%
Rata-Rata			1,3%	5,88%	94,12%



Selanjutnya, uji kekuatan mekanik dilakukan pada pelontar pakan. Berbagai parameter seperti beban maksimum, tekanan maksimum, kekuatan luluh, ketahanan bahan, lebar, ketebalan, dan luas diukur untuk memastikan bahwa pelontar pakan memiliki kekuatan dan daya tahan yang memadai.

No	Parameter Uji	Nilai	Satuan
1	Beban Maksimum	27,611	kN
2	Tekanan Maksimum	0,001	kN/mm ²
3	Kekuatan Luluh	0,0001	kN/mm ²
4	Ketahanan Bahan	0,062	kN/mm ²
5	Lebar	270,000	mm
6	Ketebalan	200,000	mm
7	Luas	26666,6667	mm ²

Secara keseluruhan, tahap pengembangan ini menghasilkan produk prototipe yang telah melalui serangkaian uji kelayakan dan validasi. Produk ini telah memenuhi kriteria yang ditetapkan dan siap untuk digunakan dalam budidaya ikan lele serta pemantauan kualitas air kolam dengan lebih efisien.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengembangan Sistem Berbasis IoT: Penelitian ini berhasil membangun sistem monitoring kualitas air dan pemberi pakan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) untuk budidaya ikan lele di MBS Yogyakarta. Sistem ini mencakup penggunaan sensor-sensor untuk mengukur parameter seperti suhu, pH, ketinggian air, dan kekeruhan, serta merancang mekanisme pemberian pakan otomatis yang terintegrasi. Pengembangan sistem berbasis IoT memberikan solusi inovatif dalam pengelolaan budidaya ikan lele yang memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time dan pengaturan pemberian pakan yang lebih optimal.
2. Kinerja Sistem Monitoring: Uji fungsionalitas dan akurasi sensor menunjukkan bahwa sistem monitoring kualitas air dan pemberi pakan otomatis berbasis IoT ini dapat beroperasi dengan baik dan memberikan data yang akurat. Meskipun terdapat sedikit selisih antara nilai-nilai yang diukur dengan nilai referensi, parameter-parameter seperti suhu, pH, ketinggian air, dan kekeruhan tetap terukur dengan tingkat akurasi yang dapat diandalkan. Hal ini menunjukkan bahwa alat ini memberikan informasi yang relevan bagi pelaku budidaya ikan dalam pengambilan keputusan yang lebih efektif.
3. Tingkat Kelayakan dan Manfaat: Evaluasi tingkat kelayakan melalui uji kemanfaatan menunjukkan bahwa alat ini layak dan bermanfaat bagi pelaku budidaya ikan. Sistem monitoring kualitas air dan pemberi pakan otomatis mampu membantu pelaku budidaya ikan dalam memantau kondisi kolam dengan efisien, menghemat waktu, serta mengurangi risiko kesalahan. Dengan kemampuan dalam memberikan data secara real-time dan kemudahan dalam mengatur

pemberian pakan otomatis, alat ini berpotensi meningkatkan efisiensi operasional dalam budidaya ikan lele di MBS Yogyakarta.

Saran: Untuk pengembangan lebih lanjut, terdapat beberapa saran yang perlu dipertimbangkan:

1. Optimasi Algoritma Pemberian Pakan: Melakukan peningkatan pada algoritma pemberian pakan otomatis agar dapat mengakomodasi variasi faktor lingkungan seperti suhu dan jumlah ikan dalam kolam, sehingga pemberian pakan menjadi lebih tepat dan efisien.
2. Pengujian Lebih Lanjut dalam Skala Besar: Dilakukan pengujian yang lebih luas dan dalam skala yang lebih besar di lingkungan budidaya ikan yang lebih representatif untuk memvalidasi performa alat dalam berbagai kondisi yang lebih beragam.
3. Pelatihan dan Edukasi: Menyediakan panduan yang lebih komprehensif serta pelatihan kepada pengguna tentang pengoperasian alat, pemeliharaan, serta interpretasi data yang dihasilkan.
4. Untuk Peneliti Berikutnya: Alat ini dapat ditingkatkan dengan penambahan fitur kontrol otomatis terhadap debit air kolam, mengingat variasi kondisi air yang dapat memengaruhi budidaya ikan lele.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adani, Farhan, & Salsabil, Salma. (2019). Internet of Things: Sejarah Teknologi dan Penerapannya. Jurnal Teknik Informatika Volume 14 Nomor 2, Institut Teknologi Bandung
- [2] Akhyar, N. Alat Pengontrol Suhu Cairan. Universitas Sumatera Utara, 2015. Diakses November 18, 2016, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/46144/4/Chapter%20II.pdf>
- [3] Amelia, Metri Nur. (2018). Sistem Monitoring Budidaya Ikan Lele Teknik

- Bioflok Berdasarkan Suhu dan pH Air. *Skripsi*. Fakultas Teknik UNNES
- [4] Android', Jurnal Coding Sistem Komputer Untan-Vol. 03, No.1(2015)
- [5] Arikunto, Suharsimi. (2009). *Prosedur Penelitian, Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [6] Bolorunduro PI, Abdullah AY. 1996. *Water Quality Management in Fish Culture*. Fisheries Series 3(98): 36.
- [7] Muhammad, W. N. & Andriyanto, S., (2013). *Manajemen Budidaya Ikan Lele (Clariasgariiepinus) Media akuakultur*, 63-69.
- [8] Nasrudin, *Jurus Sukses Beternak Lele*, Jakarta: Agro Media, 2009.
- [9] Parker R. 2012. *Aquaculture Science*. New York: Delmar.
- [10] Pratama, Aditya, Nanda. (2017). *Implementasi Sensor TDS (Total Dissolved Solids) untuk Kontrol Air Secara Otomatis pada Tanaman Hidroponik. Skripsi*. Fakultas Teknologi dan Informatika, Institut Bisnin dan Informatika STIKOM Surabaya.
- [11] Pratama, S. N., & Mukti, R. C. (2021). *Utilization of herbal supplements on feed on growth and survival rate of catfish (Clariassp.)*. International Seminar on Agriculture, Biodiversity, Food Security and Health
- [12] Rusianto, Toto., Huda, Saiful, & Wibowo, Hary. (2019). *A Review: Jenis dan Pencetakan 3D (3D Printing) Untuk Pembuatan Prototipe*. Jurnal Teknologi Volume 2 Nomor 1 14-21. AKPRIND Yogyakarta.
- [13] S. A. Kurniatuty, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Pakan Ikan dan Kekeruhan Air yang Dilengkapi Dengan Monitoring Kualitas Air Berbasis Internet of Things (IoT)," (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Malang). 2019
- [14] S. Fatriana Kadir, "Mobile IoT (Internet of Things) Untuk Pemantauan Kualitas Air Habitat Ikan Hias Pada Akuarium Menggunakan Metode Logika Fuzzy," Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Malang, Vol. 3 No. 1, Maret 2019.
- [15] Wicaksono, Mochammad Fajar. September 2019. *Aplikasi Arduino dan Sensor: Disertai 32 Proyek Sensor dan 5 proyek Robot*. Informatika Bandung, Bandung.