



Pemanfaatan Internet of Things (IoT) Untuk Sistem Kendali dan Otomatisasi Pemeliharaan Bibit Ikan Lele

Muhammad Syahrul Kaffi*, Rahmi Hidayati, Suhardi

Prodi Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak
Jl. Prof. Dr. H Jl. Profesor Dokter H. Hadari Nawawi, Bansir Laut, Kec. Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat, Indonesia

Email: ^{1,*}syahrulkaffi01@student.untan.ac.id, ²rahmihidayati@siskom.untan.ac.id, ³suhardi@siskom.untan.ac.id

Email Penulis Korespondensi: syahrulkaffi01@student.untan.ac.id

Submitted: 21/08/2024; Accepted: 31/10/2024; Published: 31/10/2024

Abstrak—Budidaya ikan lele merupakan salah satu usaha perikanan yang membutuhkan perhatian intensif terhadap berbagai faktor lingkungan seperti kualitas air, kondisi cuaca, dan penjadwalan pemberian pakan agar produktivitas tetap optimal. Kondisi-kondisi ini jika tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan penurunan kualitas air yang berakibat pada kematian ikan atau pertumbuhan yang tidak maksimal. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dikembangkan sebuah sistem kendali otomatis berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan mikrokontroler Arduino Uno dan ESP32 sebagai komponen utama dalam sistem. Sistem ini dilengkapi dengan berbagai sensor, seperti sensor pH untuk memantau tingkat keasaman air, sensor ultrasonik untuk mengukur kedalaman air, serta sensor hujan yang berfungsi mendeteksi perubahan cuaca. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan relay, pompa air, dan servo yang berfungsi untuk mengatur kondisi air, pemberian pakan secara otomatis, dan pengoperasian atap otomatis pada kolam ikan. Pada penelitian ini pengujian dilakukan sebanyak 72 kali dengan nilai yang berbeda untuk mendapatkan akurasi sensor pH dan ultrasonik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini bekerja dengan baik, dengan tingkat akurasi sensor pH mencapai 89% dan sensor ultrasonik sebesar 97%. Dengan adanya sistem otomatisasi ini, diharapkan para peternak ikan lele dapat mengelola kolam dengan lebih efisien, memantau kondisi kolam secara real-time, serta meningkatkan produktivitas budidaya melalui pengelolaan yang lebih terukur dan otomatis.

Kata Kunci: Ikan Lele; Budidaya; Internet of Things; Otomatisasi.

Abstrak—Catfish farming is one of the fisheries businesses that requires intensive attention to various environmental factors such as water quality, weather conditions, and feeding schedules so that productivity remains optimal. These conditions if not managed properly can cause a decrease in water quality which results in fish death or growth that is not maximized. To overcome these problems, an automatic control system based on the Internet of Things (IoT) was developed by utilizing the Arduino Uno microcontroller and ESP32 as the main components in the system. The system is equipped with various sensors, such as a pH sensor to monitor water acidity, an ultrasonic sensor to measure water depth, and a rain sensor to detect weather changes. In addition, the system is also equipped with relays, water pumps, and servos that function to regulate water conditions, automatic feeding, and automatic roof operations on fish ponds. This research was tested 72 times with different values of pH and ultrasonic sensor accuracy. The test results show that this system works without errors, with the pH sensor accuracy level reaching 89% and the ultrasonic sensor at 97%. With this automation system, it is hoped that catfish farmers can manage ponds more efficiently, monitor pond conditions in real-time, and increase cultivation productivity through the management of fish ponds.

Keywords: Catfish; Cultivation; Internet of Things; Automation.

1. PENDAHULUAN

Ikan lele adalah ikan air tawar yang sangat diminati oleh warga karena mudahnya dalam budidaya dan harga jual yang murah. Hal ini membuat banyak pembudidaya pemula memilih ikan lele sebagai salah satu usaha yang akan dikembangkan. Namun, terdapat beberapa kendala dalam proses budidaya ikan lele yaitu kurangnya perhatian terhadap kualitas air kolam, yang dapat mengakibatkan kualitas benih ikan lele yang dihasilkan kurang optimal [1]. Ikan lele biasanya dikonsumsi oleh masyarakat sebagai lauk tambahan yang dapat diolah menjadi berbagai menu makanan dan camilan. Produk olahan ikan lele belum banyak tersebar di masyarakat, yang disebabkan oleh faktor-faktor tertentu antara lain adalah minimnya edukasi dan sosialisasi mengenai berbagai olahan lele. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pengetahuan dan pemanfaatan olahan lele masih sangat terbatas di kalangan masyarakat, padahal inovasi ini memiliki potensi besar sebagai peluang usaha yang potensial, khususnya bagi peternak lele [2]. Kegagalan dalam budidaya ikan dapat terjadi akibat pH atau tingkat keasaman air yang terlalu tinggi atau terlalu rendah. Selain itu, suhu air juga berperan penting dalam menentukan tingkat kelangsungan hidup ikan, di mana suhu yang tidak sesuai dapat meningkatkan risiko kematian [3].

Pada kolam budidaya ikan lele, kondisi air kolam harus diperhatikan dengan cermat. Hubungan antara keasaman air dan kehidupan ikan sangat signifikan, di mana titik kematian ikan terjadi pada pH asam 5 dan pH basa 9. Air dengan pH rendah dapat merusak lapisan kulit ikan, sehingga meningkatkan risiko infeksi. Perubahan pH yang mendadak dapat menyebabkan ikan menunjukkan perilaku abnormal, seperti meloncat-loncat atau berenang dengan sangat cepat, seolah-olah kekurangan oksigen, yang dapat berujung pada kematian mendadak. Sebaliknya, perubahan pH yang terjadi secara perlahan akan menyebabkan produksi lendir berlebihan, membuat ikan lebih rentan terhadap infeksi bakteri [4]. Air hujan juga sangat berpengaruh terhadap pH air di dalam kolam, karena air hujan menyebabkan perubahan pH air yang sangat drastis, hal ini bisa menyebabkan kematian pada bibit ikan lele. Keasaman atau pH yang ideal bagi ikan lele berada dalam rentang 6 hingga 8. pH yang lebih rendah

dari 6 sangat berbahaya bagi lele karena dapat menyebabkan penggumpalan lendir pada insang. Sebaliknya, pH yang lebih tinggi dari 8 dapat menurunkan nafsu makan lele. [5].

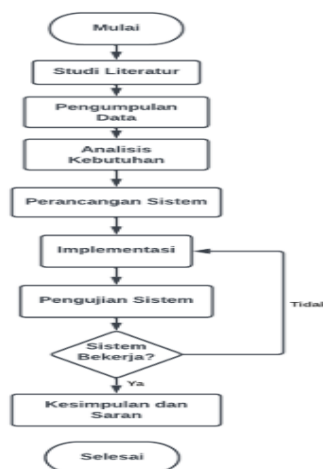
Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yaitu membuat sistem yang dapat diimplementasikan oleh pembudidaya ikan lele untuk memantau kualitas air kolam secara efisien. Dengan meletakkan alat di dalam kolam, pembudidaya dapat memantau kualitas air melalui handphone tanpa perlu mendatangi kolam secara langsung. [6]. Penelitian selanjutnya menghasilkan alat untuk memantau dan memberikan pakan secara otomatis. Wemos D1 mini akan mengirimkan notifikasi ketika ikan sudah diberi makan dan memberikan peringatan ketika pakan dalam tempat penyimpanan hampir habis. Selain itu, ketersediaan pakan juga dapat dipantau melalui perangkat ini [7]. Penelitian berikutnya menghasilkan survei yang diketahui bahwa efektifitas pemanfaatan maggot (*Hermetia illucens*) BSF sebagai pakan tambahan untuk pakan benih ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) dapat dijadikan alternatif dalam mengurangi biaya pembelian pakan komersial oleh kelompok pembudidaya ikan lele di Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir (PALI), Sumatera Selatan [8].

Terdapat beberapa sumber air yang dapat digunakan dalam budidaya ikan lele, di antaranya air dari sungai, danau, saluran irigasi, serta sumur bor atau galian. Kualitas air merupakan parameter penting dalam menciptakan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan ikan [9]. Kendala dalam budidaya ikan lele antara lain terbatasnya alat untuk mengukur kadar pH air kolam serta pemberian pakan yang masih dilakukan secara manual. Pemilik kolam hanya bisa memperkirakan perubahan pH air dari perilaku ikan yang sering mengambang di permukaan air[10]. Sistem kontrol sering digunakan untuk mengontrol alat yang bisa melakukan fungsi tertentu termasuk pemberian pakan, dimana pemberian pakan akan dilakukan dengan cara otomatisasi berdasarkan waktu yang telah ditentukan oleh pemilik. Selain pemberian pakan, pengontrolan kualitas air juga wajib dilakukan dengan rutin dan konsisten, hal tersebut menjadi rutinitas yang harus dilakukan oleh pemilik. Pengecekan kualitas air juga dapat dilakukan secara otomatis dengan membuat sistem kendali terhadap kondisi air[11]. Secara umum proses mengganti air kolam lele, pemberian pakan dan menutup kolam lele agar tidak terkena air hujan masih dilakukan secara manual oleh peternak tersebut kurang efektif karena sebagian masyarakat menjadikan budidaya lele sebagai pekerjaan sampingan dari pekerjaan utama. Bagi pembudidaya ikan lele yang memiliki banyak kolam, kesulitan yang dihadapi antara lain mengganti air yang kotor, memberikan pakan, dan melindungi kolam dari curah hujan yang tinggi.

Berdasarkan kendala yang dihadapi oleh peternak lele terkait kondisi air, serta penjadwalan pemberian pakan yang sebelumnya dilakukan dengan manual. Pada penelitian ini membuat sistem kendali otomatis yang dapat memudahkan pembudidaya ikan lele dalam menangani permasalahan kualitas air, pemberian pakan, serta melakukan pengurusan air dan pasokan air dengan otomatis menggunakan mikrokontroler. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat mengatasi kendala yang dihadapi oleh peternak lele.

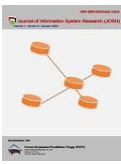
2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan tahapan yang dilakukan dalam penelitian. Pada penelitian terdapat beberapa tahapan, yaitu studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian sistem. Gambar 1 merupakan diagram alir penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada gambar diagram alir penelitian terdapat beberapa tahapan yang dilakukan, tahapan pertama kali yaitu studi literatur, setelah itu dilanjutkan dengan pengumpulan data - data yang diambil ketika pengujian sistem dilakukan, selanjutnya menganalisis kebutuhan yang diperlukan pada saat penelitian ini dilaksanakan, setelah itu dilanjutkan dengan implementasi serta pengujian sistem yang telah dibuat, Langkah terakhir adalah menyimpulkan hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.



Perancangan sistem dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Pada perancangan perangkat keras terdiri dari beberapa komponen perangkat keras yaitu NodeMCU ESP32, Arduino Uno, Sensor pH, Sensor Hujan, Servo, Sensor Ultrasonik, Relay 2 chanel dan Pompa air. Sedangkan pada perancangan perangkat lunak terdiri dari perancangan sistem dan pengkondisian pada NodeMCU ESP32 perancangan antar muka pada website. Pada perancangan sistem setiap komponennya memiliki fungsi untuk berjalannya sistem ini. Penggunaan internet digunakan sebagai jalur penghubung dari mikrokontroler NodeMCU ESP32 untuk menyimpan data pada database yang akan di tampilkan pada halaman website.

Pada kolam ikan untuk menjalankan kondisi pergantian air yang di jalankan dari pompa secara otomatis. Sensor pH akan mengukur keasaman air, jika nilai pH melebihi 8, maka pompa 1 otomatis akan hidup dan menguras air sampai jarak air 35 cm, setelah itu pompa 1 mati dan akan dilanjutkan dengan pompa 2 yang akan mengisi air dan akan berhenti jika batas ketinggian air sudah mencapai 20 cm. Sensor hujan pada penelitian ini berfungsi sebagai alat untuk pendeteksi adanya air hujan yang turun, jika sensor hujan mendeteksi adanya air hujan, maka atap akan tertutup secara otomatis. Penggunaan sensor ultrasonik pada penelitian ini berfungsi untuk mengukur jarak tinggi air pada kolam ikan saat pergantian air. Servo digunakan sebagai atap otomatis dan pemberian pakan.

2.1 Studi Literatur

Pada tahap ini, dilakukan proses pengumpulan sumber pustaka dan dokumentasi untuk memperoleh informasi yang menunjang penelitian. Literatur yang digunakan mencakup jurnal ilmiah dari penelitian sebelumnya, buku-buku, serta jurnal yang berkaitan dengan topik penelitian, dan data-data yang relevan untuk mendukung penelitian.

2.2 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan adalah proses yang penting sebelum membangun infrastruktur yang diperlukan dalam perancangan sistem. Terdapat dua jenis kebutuhan yang harus dipertimbangkan, yakni kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan dalam membangun sistem ini meliputi NodeMCU ESP32 dan Arduino Uno sebagai mikrokontroler, modul relay sebagai saklar untuk mengatur pompa, servo digunakan sebagai alat pemberian pakan dan atap otomatis, sensor pH digunakan sebagai alat pengukur keasaman air pada kolam, pompa digunakan untuk mengisi dan menguras air, sensor jarak (ultrasonik) digunakan sebagai membaca jarak air pada kolam, dan sensor raindrop (sensor hujan) berfungsi sebagai alat untuk mendeteksi adanya air hujan yang turun.

2.3 Perancangan Sistem

Dalam proses perancangan sistem ini, terdapat beberapa perangkat lunak yang berperan penting. Software Balsamiq digunakan untuk merancang antarmuka website secara visual, yang membantu menghasilkan prototipe yang dapat diuji dan dievaluasi. Balsamiq merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk membuat prototipe dalam menampilkan antarmuka pengguna (user interface). Balsamiq memudahkan pembuatan antarmuka pengguna karena Balsamiq Mockups sudah menyediakan alat yang mendukung proses prototyping aplikasi [12]. Penggunaan website sebagai media untuk memberikan informasi pada pengguna secara. Website dapat diakses oleh siapa saja dan dari mana saja, sehingga memungkinkan akses yang luas dan tidak terbatas. [13]. Fritzing adalah salah satu perangkat lunak gratis yang sangat berguna untuk merancang perangkat elektronika. Perangkat lunak ini dapat beroperasi dengan baik pada sistem operasi Linux maupun Windows. [14]. Arduino IDE (Integrated Development Environment) digunakan untuk menulis logika pemrograman yang terhubung dengan berbagai perangkat keras. Arduino IDE berfungsi untuk menulis program, mengkompilasi menjadi kode biner, dan mengunggahnya ke memori mikrokontroler [15].

ESP32 pada sistem ini berfungsi sebagai mikrokontroler yang dimana data output dari arduino akan di ambil oleh ESP32 yang kemudian akan di kirimkan ke firebase melalui wifi [16] Sebuah pH meter terdiri dari sebuah elektroda yang terhubung ke sebuah alat elektronik yang mengukur dan menampilkan nilai pH. alat ini sangat berguna untuk mengukur kejernihan air pada akuarium [17]. Sensor raindrop (Sensor Hujan) adalah modul yang digunakan untuk mendeteksi tetesan air yang jatuh ke papan deteksi. Sensor ini bekerja dengan mendeteksi saat air menyentuh kedua elemen pada papan tersebut. Sensor raindrop (Sensor Hujan) pada sistem ini berfungsi untuk pendeteksi adanya air hujan yang turun [18]. Pada penelitian ini servo memiliki 2 fungsi yaitu sebagai alat untuk pembuka dan penutup pakan ikan dengan jadwal pemberian pakan 2 kali dalam sehari, dan sebagai pembuka dan penutup atap kolam ikan lele agar air hujan tidak dapat memasuki kolam ikan [19]. Sensor ultrasonik dapat digunakan untuk mengukur jarak dan kecepatan suatu objek. Sensor ini beroperasi berdasarkan prinsip gelombang suara dengan frekuensi yang lebih tinggi daripada rentang pendengaran manusia. [20]. Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk mengangkat cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi, atau untuk memindahkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah bertekanan tinggi [21]. Relay adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai saklar. Juga dikenal sebagai saklar elektrik, relay digerakkan secara mekanis oleh energi listrik. Terdapat dua bagian utama pada relay yaitu bagian mekanik, yang terdiri dari kontak saklar, dan bagian elektromagnetik yang mengendalikan operasi mekanik tersebut[22].

2.4 Error

Error selisih mengukur akurasi dengan cara membandingkan perbedaan antara nilai sebenarnya dengan nilai pengukuran. Error relatif adalah hasil bagi antara error selisih absolut dengan nilai sebenarnya dan dikali. Setelah mendapatkan nilai dari error relatif, dilakukan pengukuran akurasi sebagai perbedaan tingkat error dari nilai 100% [23].

$$\text{Error Selisih} = \text{Nilai Sebenarnya} - \text{Nilai Pengukuran} \quad (1)$$

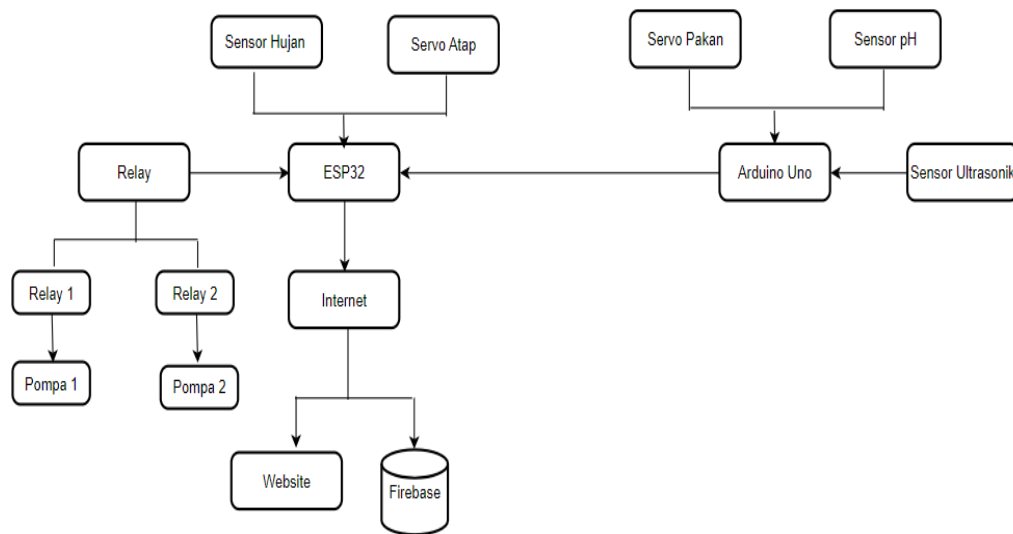
$$\text{Error Relatif} = \frac{|\text{Nilai Sebenarnya} - \text{Nilai Pengukuran}| \times 100}{\text{Nilai Sebenarnya}} \quad (2)$$

$$\text{Akurasi (\%)} = 100\% - \text{Error Relatif}(100\%) \quad (3)$$

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Sistem

Implementasi sistem adalah tahap di mana perancangan sistem direalisasikan agar siap dioperasikan. Pada tahap ini, komponen perangkat keras dan perangkat lunak dirangkai sehingga membentuk sistem yang sesuai dengan perancangan. Implementasi perangkat keras mencakup pompa otomatis, sistem pemberian pakan otomatis, sistem deteksi keasaman air menggunakan sensor pH, sistem deteksi turunnya air hujan menggunakan sensor hujan, sistem deteksi jarak menggunakan sensor ultrasonik, atap otomatis menggunakan servo, serta implementasi keseluruhan sistem. Implementasi perangkat lunak meliputi pengembangan antarmuka website dan pemrograman perangkat keras. Pada arsitektur sistem memiliki beberapa proses dan data, modul sensor terdiri dari tiga sensor yang digunakan dan bekerja secara otomatis. Untuk memahami alur kerja dari sistem dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem dalam penelitian ini dimulai dengan menginisialisasi setiap komponen perangkat yang terhubung ke arduino uno, seperti sensor pH, servo pakan dan sensor ultrasonik. Perangkat yang terhubung ke NodeMCU ESP32 yaitu, sensor hujan, relay, pompa, servo atap dan internet. Sensor pH air digunakan sebagai alat untuk membaca dan mengukur keasaman air kolam. Ketika sensor pH membaca keasaman air kurang dari 6, maka sistem akan mengirim informasi pada halaman web. Jika keasaman melebihi 8, modul relay akan mengaktifkan pompa 1 untuk menguras air. Pompa 1 akan berhenti menguras air pada saat pembacaan sensor ultrasonik terhadap batas ketinggian air mencapai 35cm. Selanjutnya, pompa 2 akan diaktifkan untuk mengisi air kolam dan akan mati ketika sensor ultrasonik mendeteksi ketinggian air mencapai 20 cm. Pada kondisi berikutnya, jika sensor raindrop mendeteksi adanya air hujan yang turun, servo atap akan menutup, sebaliknya jika tidak ada air hujan yang terdeteksi oleh sensor hujan, servo atap akan terbuka secara otomatis. Servo pakan digunakan untuk membuka tutup pakan ikan yang telah dijadwalkan yaitu 2 kali dalam sehari.

3.2 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras merupakan tahapan penyusunan komponen perangkat keras yang telah dirancang. Komponen yang digunakan pada pompa air otomatis dan pemberian pakan otomatis adalah NodeMCU ESP32, arduino uno, modul relay 2 channel, 2 buah pompa, dan wadah penampungan air. Relay dihubungkan ke NodeMCU dan pompa untuk melakukan pengisian dan pembuangan pada air kolam, kondisi akan dibaca dari sensor pH, jika

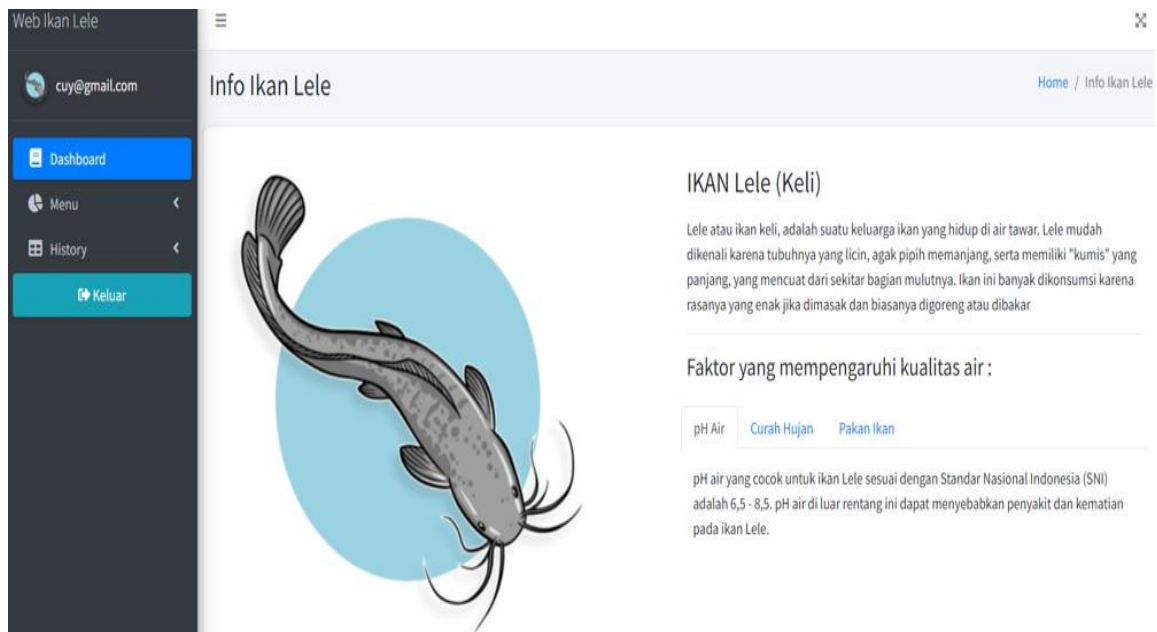
keasaman air kurang dari 6 maka akan melakukan pergantian air secara otomatis. Untuk pemberian pakan secara otomatis kondisi di peroleh dari hasil penjadwalan. Pada penelitian ini digunakan pembacaan digital pada sensor hujan, yang memberikan nilai 1 dan 0, dimana angka 1 menunjukkan adanya air hujan yang turun, sedangkan angka 0 menunjukkan tidak adanya air hujan yang turun. Sensor hujan terhubung dengan NodeMCU ESP32 dan sensor hujan digunakan untuk mendeteksi adanya air hujan yang turun pada kolam ikan. Komponen yang digunakan pada deteksi jarak air pada kolam yaitu NodeMCU ESP32 dan sensor jarak ultrasonik. Sensor ultrasonik terhubung dengan NodeMCU ESP32 menggunakan bacaan analog dengan pengukuran 2-450 cm. Gambar 3 merupakan implementasi perangkat keras.



Gambar 3. Implementasi Perangkat Keras

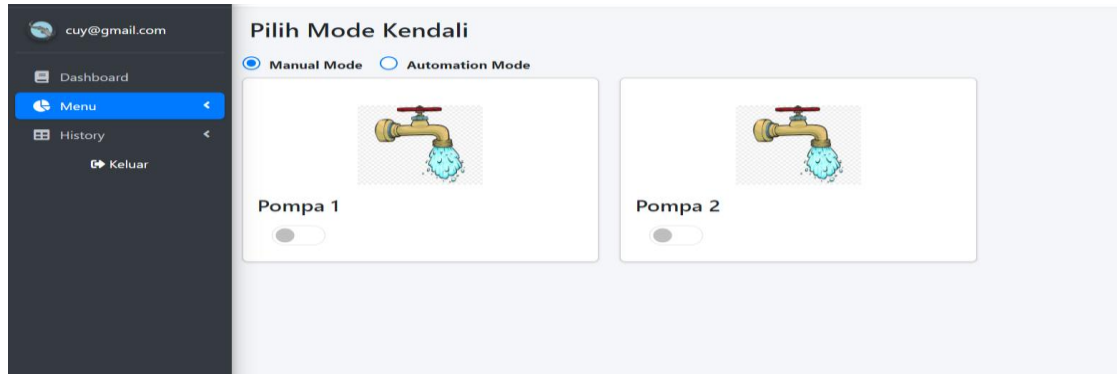
3.3 Implementasi Perangkat Lunak Antarmuka Website

Implementasi perangkat lunak yang dibangun meliputi implementasi antarmuka website. Tampilan antarmuka website bertujuan untuk memberikan informasi kepada pengguna dengan antarmuka yang interaktif. Pada halaman dashboard berisikan informasi mengenai ikan lele dan faktor yang mempengaruhi kualitas air pada kolam ikan yaitu pH air, curah hujan dan pakan ikan. Adapun halaman dashboard dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Halaman Dashboard

Selain itu, pengguna dapat memilih mode kendali pada halaman kendali. Jika pengguna memilih mode manual, kontrol dilakukan melalui tombol yang tersedia untuk setiap pompa. Sebaliknya, jika pengguna memilih mode otomatis, kontrol melalui tombol tidak tersedia karena sistem akan beroperasi secara otomatis berdasarkan hasil perhitungan sensor. Gambar 5 menampilkan halaman kendali pompa.



Gambar 5. Halaman Kendali Pompa

Adapun halaman History merupakan halaman yang berisikan informasi mengenai history data pembacaan nilai sensor yaitu pH air, cuaca dan kondisi pompa 1 dan pompa 2. Tabel pada halaman ini berisikan tanggal, waktu, pH, cuaca dan status pada pompa 1 dan 2. Tampilan halaman history terdapat pada Gambar 6.

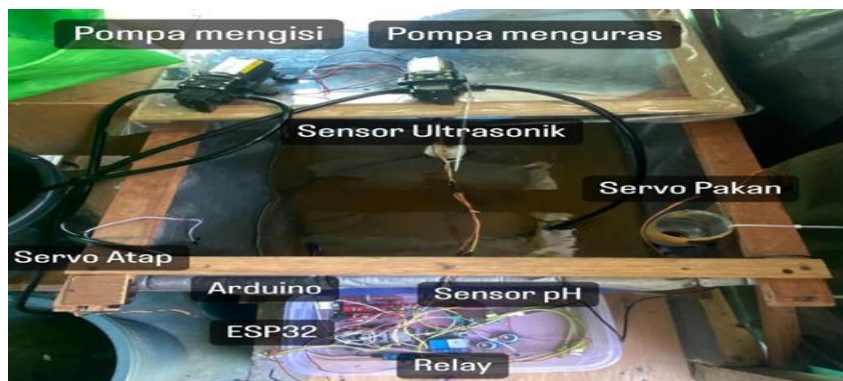
| No | Tanggal | Waktu | pH | Cuaca | Pompa 1 | Pompa 2 |
|----|----------|----------|------|-------|---------|---------|
| 1 | 5-4-2024 | 22:41:11 | 5.07 | cerah | hidup | hidup |
| 2 | 5-4-2024 | 22:42:12 | 5.57 | cerah | hidup | hidup |
| 3 | 5-4-2024 | 22:43:15 | 4.99 | cerah | hidup | hidup |
| 4 | 5-4-2024 | 22:44:17 | 5.09 | cerah | hidup | hidup |
| 5 | 5-4-2024 | 22:45:19 | 5.32 | cerah | hidup | hidup |

Gambar 6. Halaman History

Halaman History adalah halaman yang menampilkan hasil output data dari sistem yang telah dikirimkan ESP32 ke website. Pada halaman history ini menampilkan data berupa kualitas pH air, cuaca, status pompa, waktu dan tanggal

3.4 Implementasi Keseluruhan Sistem

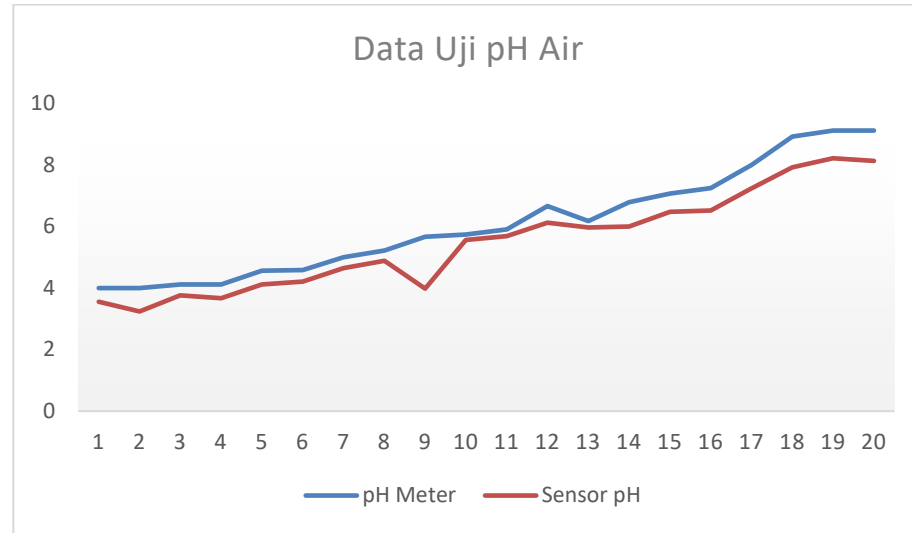
Implementasi keseluruhan sistem ini menggunakan beberapa komponen yaitu, NodeMCU ESP32, Arduino Uno, sensor pH, 2 buah servo, sensor ultrasonik, modul relay 2 channel, 2 buah pompa, jack dc female dan wadah penampungan. Semua komponen tersebut digabungkan dan menjadi sebuah sistem yang terintegrasi menjadi satu perangkat untuk peringatan, pendeteksian, serta pemberian pakan dan pergantian air otomatis, dengan menggunakan NodeMCU ESP32 dan Arduino Uno sebagai pusat kendali utama. NodeMCU ESP32 berperan sebagai pusat kendali yang mengkoordinasikan seluruh aktivitas sistem. Fungsinya mencakup memberikan peringatan, mendeteksi kondisi lingkungan, dan mengatur pergantian air, serta pemberian pakan secara otomatis berdasarkan informasi yang diterima dari sensor-sensor tersebut. Adapun implementasi keseluruhan sistem dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Implementasi Keseluruhan Sistem

3.5 Pengujian Pembacaan dan Akurasi Sensor pH

Sensor pH berfungsi sebagai alat untuk mengukur tingkat keasaman air pada kolam ikan. Nilai keluaran dari sensor ini merupakan nilai digital yang dimana nilai pembacaannya sebagai input untuk perintah pembuangan air dan pengisian air. Untuk mengetahui kemampuan sensor pH dalam pembacaan dan akurasi maka dilakukan pengujian dengan akurasi dan galat dengan membandingkan sensor pH dan pH meter sebagai alat pengukuran keasaman pada air. Pengujian akurasi sensor dan galat untuk sensor pH dengan pH Meter dilakukan dengan mengambil data sebanyak 20 kali dengan pH yang berbeda beda dari kedua alat.

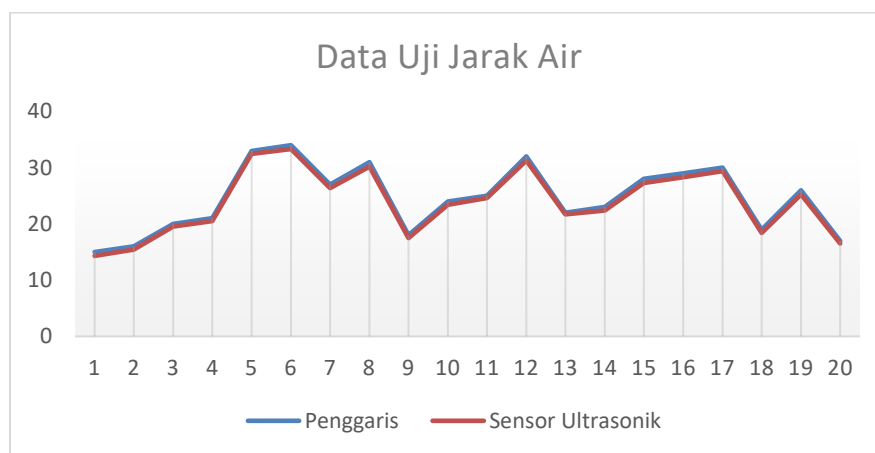


Gambar 8. Grafik Pengujian dan Perbandingan Sensor pH

Pada pengujian pertama sampai dengan pengujian ke dua puluh menggunakan sensor pH dan pH meter diperoleh nilai rata-rata galat (error) sebesar 11%. Sedangkan untuk nilai rata-rata akurasi mencapai 89%.

3.6 Pengujian Sensor Pembacaan Dan Akurasi Sensor Jarak Ultrasonik

Sensor jarak ultrasonik digunakan untuk mengukur tinggi air pada kolam ikan dan juga sebagai input untuk mematikan dan menghidupkan pompa jika jarak air sudah sesuai dengan jarak. Nilai keluaran dari sensor ini adalah nilai analog dengan satuan cm. Dilakukan pengujian akurasi dan galat dihitung dengan membandingkan sensor ultrasonik dan penggaris sebagai alat pengukuran tinggi air. Pengujian akurasi dan galat sensor ultrasonik dilakukan dengan mengambil data sebanyak 20 kali pada jarak yang berbeda-beda antara kedua alat.



Gambar 9. Grafik Pengujian dan Perbandingan Sensor Ultrasonik

Dari pengujian yang dilakukan sebanyak dua puluh pengujian, diperoleh nilai rata-rata galat sebesar 3% dan nilai rata-rata akurasi untuk sensor ultrasonik sebesar 97%.

3.7 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem merupakan tahap akhir dari proses pengujian, yang bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan berfungsi dengan baik. Tahap ini melibatkan integrasi dari seluruh proses pengujian yang telah dilakukan sebelumnya. Proses pengujian secara keseluruhan sistem, menggunakan arduino uno yang terhubung dengan sensor pH, sensor hujan dan servo pakan serta NodeMCU ESP32 yang terhubung



dengan Wi-Fi, sensor ultrasonik, relay, servo atap dan 2 buah pompa. Output yang dihasilkan berupa pergantian air otomatis yang disalurkan lewat pompa yang terhubung ke relay, pemberian pakan otomatis dan atap otomatis.

Tabel 1. Pengujian Keseluruhan Sistem

| No | Tanggal | Jam | pH Air | Sensor Hujan | Atap Otomatis | Pompa Menguras | Pompa Mengisi |
|-----|------------|----------|--------|------------------------|---------------|----------------|---------------|
| 1 | 09-02-2024 | 07.05:07 | 6,75 | Tidak Mendeteksi Hujan | Buka | Mati | Mati |
| 2 | 09-02-2024 | 08.09:09 | 6.23 | Tidak Mendeteksi Hujan | Buka | Mati | Mati |
| 3 | 09-02-2024 | 09.10:04 | 7,69 | Tidak Mendeteksi Hujan | Buka | Mati | Mati |
| 4 | 09-02-2024 | 10.08:07 | 6,12 | Tidak Mendeteksi Hujan | Buka | Mati | Mati |
| 5 | 09-02-2024 | 11.08:06 | 7,12 | Tidak Mendeteksi Hujan | Buka | Mati | Mati |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 68 | 09-02-2024 | 18.05:06 | 6,27 | Tidak Mendeteksi Hujan | Buka | Mati | Mati |
| 69 | 09-02-2024 | 20.06:09 | 6,21 | Mendeteksi Hujan | Tutup | Mati | Mati |
| 70 | 10-02-2024 | 10.08:07 | 6,98 | Tidak Mendeteksi Hujan | Buka | Mati | Mati |
| 71 | 11-02-2024 | 16.05:07 | 7,19 | Tidak Mendeteksi Hujan | Buka | Mati | Mati |
| 72 | 11-02-2024 | 13.05:07 | 6,93 | Tidak Mendeteksi Hujan | Buka | Mati | Mati |

Pada output yang di hasilkan dari pengukuran keasaman menggunakan sensor pH air yaitu jika pH air yang di ukur lebih dari 8 maka sistem akan melakukan pembuangan air oleh pompa 1 dan pompa 1 akan berhenti ketika jarak ketinggian air telah mencapai 35 cm, setelah itu pompa 2 akan hidup untuk pengisian air, pompa 2 akan berhenti jika jarak ketinggian air telah mencapai 20 cm, jika pH air di bawah 6 maka sistem akan mengirimkan notifikasi ke telegram berupa pemberitahuan bahwa pH air di dalam kolam kurang dari 6. Sensor hujan digunakan sebagai input untuk kondisi kontrol pada atap otomatis, penggunaan servo pakan digunakan untuk memberikan pakan ikan secara otomatis.

4 KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini memberikan dampak yang positif bagi pemilik kolam ikan lele. Dengan sistem otomatisasi pemberian pakan, pergantian air, dan buka tutup atap pada pemeliharaan ikan lele, dapat membantu pemilik ikan lele dalam menyelesaikan tugas secara manual. Penggunaan sensor seperti sensor pH air, sensor hujan, servo, dan sensor ultrasonik menjaga kondisi air kolam dengan baik, memastikan lingkungan optimal untuk pemeliharaan ikan lele. Dalam penelitian ini, pengujian menggunakan 72 data uji, terdiri dari 20 data dari pengujian sensor pH air dan sensor ultrasonik. Pengujian sensor pH air menunjukkan nilai akurasi sebesar 89% dan error sebesar 11%, sedangkan sensor ultrasonik mencapai akurasi sebesar 97% dan error sebesar 3%. Tingkat akurasi dan nilai error dari sensor-sensor ini sangat berpengaruh dalam menjaga stabilitas sistem kendali pada kolam ikan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem kendali otomatisasi yang diimplementasikan pada kolam ikan lele berjalan dengan baik dan stabil. Penggunaan sistem kendali otomatis dapat secara efektif meningkatkan efisiensi dan kemudahan dalam menjaga kualitas air di kolam ikan lele. Selain itu, penggunaan sensor yang akurat penting untuk menjaga kondisi air yang optimal bagi ikan lele untuk hidup. Oleh karena itu, sistem kendali otomatis menjadi solusi efektif dalam mengatasi kendala-kendala dalam pemeliharaan kualitas air pada kolam ikan, sehingga meningkatkan kualitas hidup ikan lele.

REFERENCES

- [1] Nurhidayat, "PENGENDALIAN KUALITAS AIR PADA BUDIDAYA IKAN LELE JENIS MUTIARA," Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik, vol. 1, no. 2, pp. 42-50, 2020, doi: 10.33365/jimel.v1i1.
- [2] Amar. dkk, "PENINGKATAN PENGETAHUAN DAN KETERAMPILAN MASYARAKAT TENTANG PENGOLAHAN HASIL BUDIDAYA IKAN LELE MELALUI DIVERSIFIKASI PADA OLAHAN IKAN LELE," JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri), vol. 6, no. 2, p. 1340, Apr. 2022, doi: 10.31764/jmm.v6i2.7204.
- [3] T. Widodo, A. Bayu Santoso, S. Ihsani Ishak, and R. Rumeon, "JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika) Sistem Kendali Proporsional Kualitas Air berupa Ph dan Suhu pada Budidaya Ikan Lele Berbasis IoT," 2023.
- [4] Fahmi & Natalia., "Sistem Pemantauan Kualitas Air Budidaya Ikan Lele Menggunakan Teknologi IoT," vol. 4, pp. 1243-1248, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i4.2486.
- [5] Suhartono. dkk, "Penerapan Internet of Thing (IoT) Dalam Pengendalian Suhu, Kelembaban dan PH Air Kolam pada Mini EduFarm," Journal of Information System Research (JOSH), vol. 4, no. 4, pp. 1237-1244, Jul. 2023, doi: 10.47065/josh.v4i4.3723.
- [6] Islam.N., "RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATISASI MONITORING KOLAM IKAN LELE DENGAN MEMPERHATIKAN SUHU DAN DERAJAT KEASAMAN (pH) BERBASIS INTERNET OF THINGS," 2021.
- [7] Prabowo. dkk, "SISTEM MONITORING DAN PEMBERIAN PAKAN OTOMATIS PADA BUDIDAYA IKAN MENGGUNAKAN WEMOS DENGAN KONSEP INTERNET OF THINGS (IoT)," JURNAL DIGIT, vol. 10, no. 2, pp. 185-195, 2020.
- [8] L. E. Berampu, E. Patriono, and R. Amalia, "Pemberian Kombinasi Maggot (*Hermetia illucens*) dan Pakan Komersial untuk Efektifias Pemberian Pakan Tambahan Benih Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) oleh Kelompok



- Pembudidayaan Ikan Lele,” 2021.
- [9] A. M. Hendri, H. Zarory, and A. Faizal, “Alat Monitoring Kadar Amonia dan Pengontrolan pH pada Kolam Ikan Lele Berbasis IoT,” *BRILIANT: Jurnal Riset dan Konseptual*, vol. 8, no. 1, Feb. 2023, doi: 10.28926/briliant.v8i1.
- [10] Khairuddin.F. dkk., “Pengaruh Kualitas Air Terhadap Produksi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*),” *Pubmedia Jurnal Biologi*, no. 1, pp. 1–8, 2023, doi: 10.47134/biology.v1i1.193.
- [11] Pulungan dkk, “Budidaya Ikan Lele Sangkuriang,” *Best Journal (Biology Education Science & Technology)*, vol. vol 6, pp. 08–14, 2023.
- [12] Puspita.R., “PENGEMBANGAN PROTOTIPE APLIKASI COMMUNITY,” 2020.
- [13] S. Soedewi, A. Mustikawan, and W. Swasty, “Penerapan Metode Design Thinking Pada Perancangan Website UMKM Kirihiuci,” Apr. 2022.
- [14] dkk. Yulhendri, “Pengukuran Dan Pendataan Zat Cair Toluene Dengan Akses Rfid Berbasis Nodemcu Esp8266 Yang Termonitor Melalui Web,” vol. 2, no. 3, 2022, [Online]. Available: <https://adaindonesia.or.id/journal/index.php/sintamai>
- [15] dkk. Hidayat, “Pemrograman Mesin Smart Bartender Menggunakan Software Arduino IDE Berbasis Microcontroller ATmega2560,” vol. 6, 2021.
- [16] Darmawan.y., “RANCANG BANGUN ALAT HAND SANITIZER OTOMATIS MENGGUNAKAN ESP32 SENSOR INFRARED PROXIMITY DENGAN TAMPILAN MENARIK BAGI ANAK,” *POLITEHNIK HARAPAN BERSAMA TEGAL, TEGAL*, 2021.
- [17] Y. Rahmanto, A. Rifaini, S. Samsugi, and S. Dadi Riskiono, “SISTEM MONITORING PH AIR PADA AQUAPONIK MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO,” 2020.
- [18] Bunardi & Bachri, “Perancangan dan Implementasi Wiper Otomatis pada Helm Berbasis Mikrokontroler,” *JAKARTA*, 2022.
- [19] Mulyono.M.A., “SIMULASI ALAT PENJARING IKAN OTOMATIS DENGAN PENGGERAK MOTOR SERVO CONTINUOUS, SENSOR JARAK HC SR04 DAN TOMBOL, MENGGUNAKAN ARDUINO MEGA,” *Semarang*, May 2019.
- [20] Widharma.G.S., “Sensor Ultrasonik dalam Water Level Controller,” 2020.
- [21] Vecky.C., “Rancang Bangun Sistem Kendali Pompa Air Bersih Bertenaga Surya Di Kawasan Relokasi Korban Banjir Pandu,” 2020.
- [22] I. G. H. Putrawan, P. Rahardjo, and I. G. A. P. R. Agung, “Sistem Monitoring Tingkat Kekeruhan Air dan Pemberi Pakan Otomatis pada Kolam Budidaya Ikan Koi Berbasis NodeMCU,” *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 19, no. 1, p. 1, Oct. 2019, doi: 10.24843/mite.2020.v19i01.p01.
- [23] N. S. dan Y. Madinawati, “PEMBERIAN PAKAN YANG BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP BENIH IKAN LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*),” *Media Litbang Sulteng IV*, vol. 2, pp. 83–87, Dec. 2011.