

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING AKUARIUM IKAN AIR TAWAR BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)*

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A FRESHWATER FISH AQUARIUM MONITORING SYSTEM BASED ON INTERNET OF THINGS (IOT)

Henny Hamsinar¹, A. Nasri², Muhammad Zain³

Program Studi Teknik Informatika

Universitas Dayanu Ikhsanuddin

Jl. Dayanu Ikhsanuddin No.124 Baubau, Sulawesi Tenggara

e-mail: ¹hennyhamsinar@unidayan.ac.id, ²andinasrimasur@handayani.ac.id, ³afismen005@gmail.com

Article Info:

Received 28 Okt 2023

Revised 02 Nov 2023

Accepted 30 Des 2023

Abstrak

Memelihara ikan hias di dalam akuarium merupakan hobi yang banyak ditekuni masyarakat saat ini. Ikan hias yang dipelihara dalam akuarium membutuhkan perlakuan khusus, oleh karena itu dibutuhkan sistem yang dapat mengatur pengolahan air dan pemberian makanan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat monitoring dan controlling akuarium ikan air tawar berbasis internet of things (IoT). Metode penelitian yang digunakan adalah dengan melakukan pengujian pada perangkat lunak (Software) dan perangkat keras (Hardware) untuk memastikan bahwa sistem secara keseluruhan dapat beroperasi dengan baik dan memberikan hasil yang akurat. Sistem ini dirancang dengan menggunakan mikrokontroler yang terkoneksi ke jaringan WiFi kemudian mengambil data dari sensor suhu dan PH yang terpasang di akuarium dan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) untuk memantau secara real-time kondisi suhu dan tingkat PH dalam akuarium, serta memberikan kemampuan untuk mengontrol pemberian makanan ikan secara otomatis berdasarkan waktu pada RTC. Sistem monitoring dan kontrol akuarium ikan air tawar berbasis IoT ini memberikan solusi yang praktis dan efisien bagi para penghobi akuarium.

Kata Kunci: *Akuarium, Ikan Air Tawar, mikrokontroler, Internet of Things (IoT), Monitoring.*

Abstract

Keeping ornamental fish in an aquarium is a hobby that many people pursue today. Ornamental fish kept in aquariums require special treatment, therefore a system is needed that can regulate water treatment and feeding. This research aims to design and build a monitoring and controlling tool for freshwater fish aquariums based on the internet of things (IoT). The research method used is to carry out testing on software (Software) and hardware (Hardware) to ensure that the system as a whole can operate well and provide accurate results. This system is designed using a microcontroller connected to a WiFi network then taking data from temperature and PH sensors installed in the aquarium and utilizing Internet of Things (IoT) technology to monitor in real-time the temperature conditions and PH levels in the aquarium, as well as providing the ability to control fish feeding automatically based on time on the RTC. This IoT-based freshwater fish aquarium monitoring and control system provides a practical and efficient solution for aquarium hobbyists.

Keywords: *Aquarium, Freshwater Fish, microcontroller, Internet of Things (IoT), Monitoring.*

This is an open access article under the CC BY-SA license.



1. PENDAHULUAN

Menjaga ikan hias dalam akuarium adalah kegiatan yang banyak diminati oleh masyarakat saat ini. Selain menjadi kegemaran, penghobi ikan hias juga bisa meraih keuntungan ekonomi, terutama karena beberapa jenis ikan hias memiliki nilai jual yang tinggi. Namun, penting untuk diingat bahwa perawatan ikan hias dalam akuarium memerlukan dedikasi dan perhatian yang besar. Pengawasan rutin pada akuarium sangat penting untuk menjaga kesehatan ikan hias. Bagi mereka yang tidak memiliki pengetahuan yang cukup atau waktu yang terbatas untuk merawat ikan hias dalam akuarium, hal ini bukan hanya berpotensi menimbulkan stres atau kebosanan, tetapi juga bisa mengakibatkan kerugian finansial yang signifikan akibat kesalahan dalam perawatan [1].

Salah satu tipe ikan hias yang memerlukan penanganan istimewa dalam perawatannya adalah ikan mas koki. Ikan mas koki, dengan nama ilmiah *Carassius auratus*, merupakan ikan hias yang memiliki berbagai macam bentuk tubuh dan juga menghadirkan variasi warna yang mencakup merah, kuning, hijau, hitam, hingga ke nuansa perak [2]. Seiring berjalannya waktu, kegiatan budidaya ikan mas koki ini mengalami penurunan karena ikan ini memerlukan suhu air yang tepat untuk mencapai berat optimal dan menghindari serangan penyakit jamur. Ketika suhu akuarium terlalu rendah, hal ini dapat mengakibatkan penurunan nafsu makan ikan, sedangkan jika suhu di dalam akuarium terlalu tinggi, maka kadar oksigen dalam air akan menurun [3].

Beberapa masalah yang sering dihadapi oleh para pemelihara ikan adalah kesulitan dalam memberikan pakan dengan efisien, di mana sulit untuk mengukur jumlah pakan yang diberikan dengan tepat. Jika pemberian pakan berlebihan, maka sisa pakan yang tidak dimakan oleh ikan dapat menjadi sumber pertumbuhan bakteri, yang pada akhirnya dapat meningkatkan risiko kematian ikan [4]. Untuk menentukan jumlah pakan yang tepat untuk ikan mas koki, sangat penting untuk menghindari memberi mereka lebih banyak makanan dari yang dapat mereka habiskan dalam waktu dua menit. Selain itu, memberi makan ikan mas koki dua hingga tiga kali sehari secara konsisten juga merupakan prinsip penting. Menjalankan jadwal makan yang konsisten sangat berperan dalam memengaruhi umur dan kesehatan jangka panjang ikan secara keseluruhan [5].

Penelitian sebelumnya telah difokuskan pada pengembangan alat pemberi pakan kucing yang dapat diatur dari jarak jauh melalui internet. Alat tersebut juga dilengkapi dengan kemampuan pemantauan dan pemberitahuan melalui halaman web [6].

Penelitian selanjutnya difokuskan pada perancangan dan implementasi sistem pemberi pakan ikan otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini memungkinkan pengendalian pakan ikan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan dan takaran yang telah diatur sebelumnya. Lebih lanjut, sistem ini dapat diakses dan dikendalikan dari perangkat *smartphone*, memberikan kemudahan kepada para peternak ikan dalam merawat dan memberi makan ikan mereka [7]. Penelitian berikutnya berfokus pada pemantauan tingkat pH dan suhu air dalam budidaya ikan mas koki dengan memanfaatkan *Internet of Things* (IoT). Penelitian ini melibatkan penggunaan sensor suhu dan pH yang terhubung ke NodeMCU, serta melakukan analisis data untuk mengoptimalkan pertumbuhan ikan dan mencegah masalah seperti infeksi jamur. Hal ini membantu peternak ikan mas koki untuk menjaga kondisi lingkungan yang optimal bagi ikan mereka [8].

Penelitian lainnya yang bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pemberi pakan ikan otomatis berbasis Android. Sistem ini dirancang untuk memberikan pakan ikan secara otomatis sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Selain itu, alat ini juga menggunakan sensor *accelerometer* untuk mendeteksi tingkat kelaparan ikan, sehingga pemberian pakan dapat disesuaikan dengan kebutuhan ikan. Hal ini diharapkan dapat mencegah pemberian pakan berlebihan yang dapat mengakibatkan pencemaran kolam dan mempengaruhi kualitas air yang

tidak baik, yang pada gilirannya dapat menyebabkan masalah kesehatan pada ikan. Pakan otomatis ini juga dapat dipantau dan dikendalikan menggunakan *smartphone* melalui aplikasi *Blynk*, yang memungkinkan pengguna untuk melihat jumlah pakan yang tersisa dan menerima pemberitahuan jika pakan hampir habis. Dengan demikian, pemantauan dan pengendalian pakan ikan dapat dilakukan dari jarak jauh, memberikan kemudahan dan efisiensi dalam budidaya ikan [9].

Penelitian dengan judul "Perancangan dan Implementasi Sistem Otomatis Perangkat Penunjang Akuarium dan Sistem *Monitoring* pada Akuarium Ikan Mas Koki" memiliki fokus pada pengembangan alat penunjang untuk akuarium ikan mas koki, termasuk lampu akuarium, mesin pemberi makan otomatis, dan pemanas air. Selain itu, penelitian ini juga melibatkan implementasi sistem *monitoring* visual yang memungkinkan pemantauan kondisi akuarium dari jarak jauh menggunakan ponsel pintar melalui koneksi internet. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem otomatisasi untuk perangkat penunjang akuarium dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan yang telah diatur sebelumnya. Selain itu, sistem *monitoring* visual juga berjalan dengan baik, memungkinkan pemilik akuarium untuk memantau kondisi akuarium dan ikan mereka secara praktis dari jarak jauh. Dengan adanya sistem ini, pengelolaan akuarium dan pemeliharaan ikan mas koki menjadi lebih efisien dan mudah [10].

Pengembangan penelitian selanjutnya dengan judul "Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Dan *Controlling* Akuarium Ikan Air Tawar Berbasis *Internet Of Things (IoT)*". Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah *monitoring* suhu dan PH secara *realtime* serta pemberian pakan ikan mas koki pada akuarium secara otomatis.

2. Metode Penelitian

2.1. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode :

a. Pengamatan (*Observasi*)

Metode ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung ke tempat penelitian untuk mengamati permasalahan yang terjadi di lokasi penelitian yaitu di Lab Teknik Informatika Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau, dan mengamati proses pemeliharaan ikan hias secara langsung.

b. Wawancara (*Interview*)

Wawancara yang dilakukan yaitu dengan tanya jawab secara langsung untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang topik penelitian, yaitu dengan cara mengajukan beberapa pertanyaan dengan narasumber.

c. Studi pustaka

Metode pustaka adalah metode pengumpulan data dengan cara memadukan seluruh materi yang ada dan berkaitan dengan topik yang berhubungan dengan masalah yang dikaji terutama pada sumber-sumber yang berkaitan dengan materi pembahasan penulisan ini baik itu yang mempunyai basis kepustakaan maupun berbasis internet.

2.2. Analisis Data

Analisis data yang akan dilakukan dalam melakukan penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *waterfall*. Metode *waterfall* (Air Terjun) adalah salah satu pendekatan atau metodologi pengembangan perangkat lunak yang digunakan dalam manajemen proyek teknologi informasi. Metode ini mendefinisikan serangkaian tahapan yang harus diikuti secara berurutan, mirip dengan aliran air terjun, dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Tahap *Analysis* adalah mengumpulkan semua data yang terkait dengan permasalahan proses *monitoring* dan kontroling akuarium ikan air tawar. Dari data-data yang diperoleh kemudian dianalisa untuk mencari penyebab permasalahan.
- b. Tahap *Design* adalah tahap merancang bentuk perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat

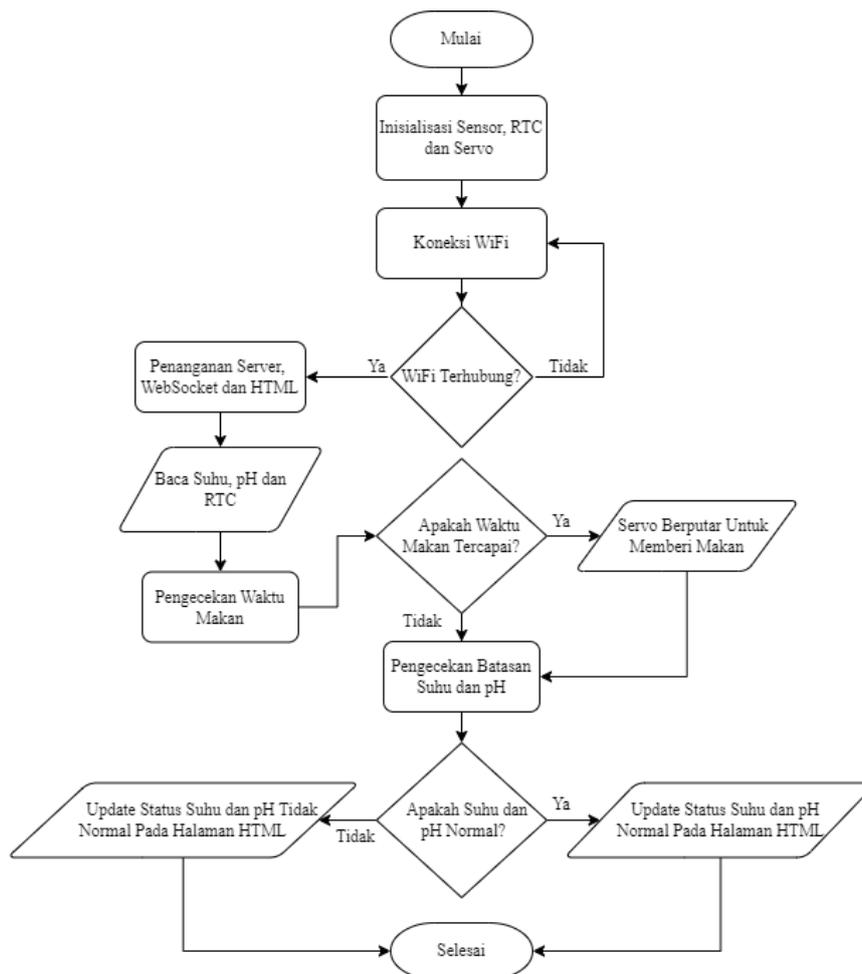
lunak (*Software*) *WebSocket Server* dari keperluan-keperluan yang dianalisa sehingga lebih mudah dipahami oleh pemakai.

- c. Tahap *Code* adalah tahap menerapkan hasil sistem dalam bentuk bahasa pemrograman C/C++ yang telah dibuat dalam aplikasi *Arduino IDE* kemudian di *upload* ke *NodeMCU ESP8266* yang telah dirancang sebelumnya.
- d. Tahap *Test* adalah tahap untuk menguji sistem yang telah dibangun. Pengujian ini dilakukan untuk menguji sistem agar sesuai dengan kebutuhan yang telah direncanakan sebelumnya.

2.3. Alat Dan Bahan Penelitian

- 1. *NodeMCU ESP8266*
- 2. *Sensor PH Meter*
- 3. *Sensor Suhu DS18B20*
- 4. *Modul RTC (Real Time Clock)*
- 5. *Kabel Jumper*
- 6. *Charger Mikro USB*
- 7. *Motor Servo*
- 8. *Windows*
- 9. *Arduino Integrate Development Environment (IDE)*

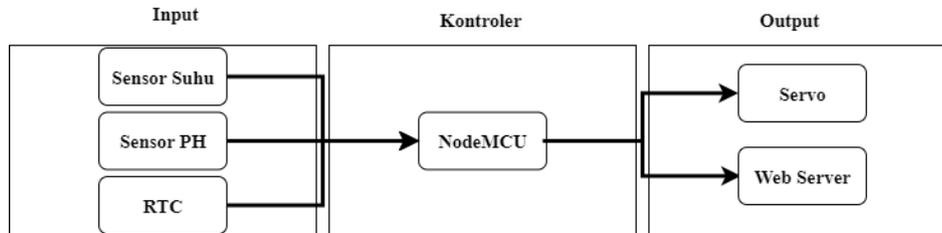
2.4. Rancangan Sistem



Gambar 1. *Flowchart* Program

Alur kerja sistem berdasarkan *flowchart* di atas dimulai dengan menghubungkan NodeMCU dengan jaringan LAN, kemudian sensor akan membaca nilai suhu dan PH pada akuarium dan akan diproses oleh NodeMCU, hasil dari bacaan sensor akan ditampilkan pada *WebSocket Server*. Ketika waktu pemberian pakan telah tercapai, NodeMCU akan memberikan perintah untuk memberikan pakan secara otomatis dengan memutar *servo*.

2.5. Diagram Blok Sistem

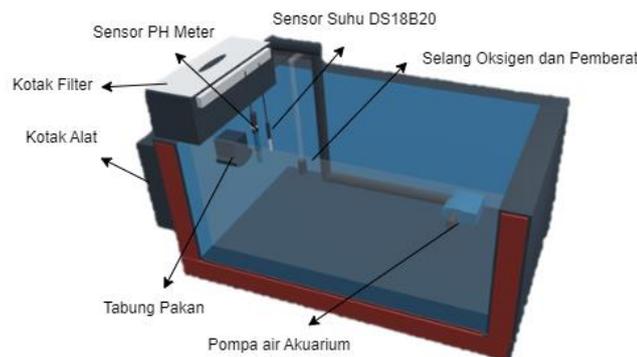


Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Dari gambar di atas dapat dilihat terdapat tiga *inputan* pada sistem, dimana sensor suhu dan sensor PH adalah komponen yang digunakan untuk mengukur suhu dan PH dalam akuarium. Sensor ini mengirimkan data suhu dan PH ke NodeMCU untuk diproses. RTC adalah *modul* yang digunakan untuk mengukur waktu secara akurat. Ini memastikan bahwa waktu yang digunakan dalam sistem adalah waktu yang sebenarnya dan tidak terpengaruh oleh daya mati atau *restart* NodeMCU. Kemudian terdapat kontroler yaitu NodeMCU yang bertindak sebagai otak sistem. Ini bertanggung jawab untuk menerima data dari sensor suhu dan PH, mengatur waktu dengan RTC, mengendalikan *servo* untuk memberi makan ikan, dan mengirimkan data ke tampilan *web* sebagai *output*.

2.6. Rancangan Desain Alat

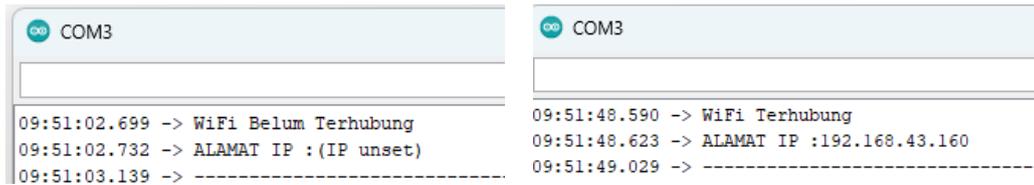
Dalam perancangan desain terdapat dua bagian dalam perancangan yaitu box alat yang berisi rangkaian *mikrokontroler* seperti NodeMCU ESP8266, Modul Sensor PH dan Modul Sensor DS18B20. Yang kedua adalah akuarium beserta alat penunjang untuk memelihara ikan hias seperti pompa air, filter dan pompa oksigen. Berikut adalah gambar desain secara keseluruhan:



Gambar 3. Desain Alat Pada Akuarium

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Sistem

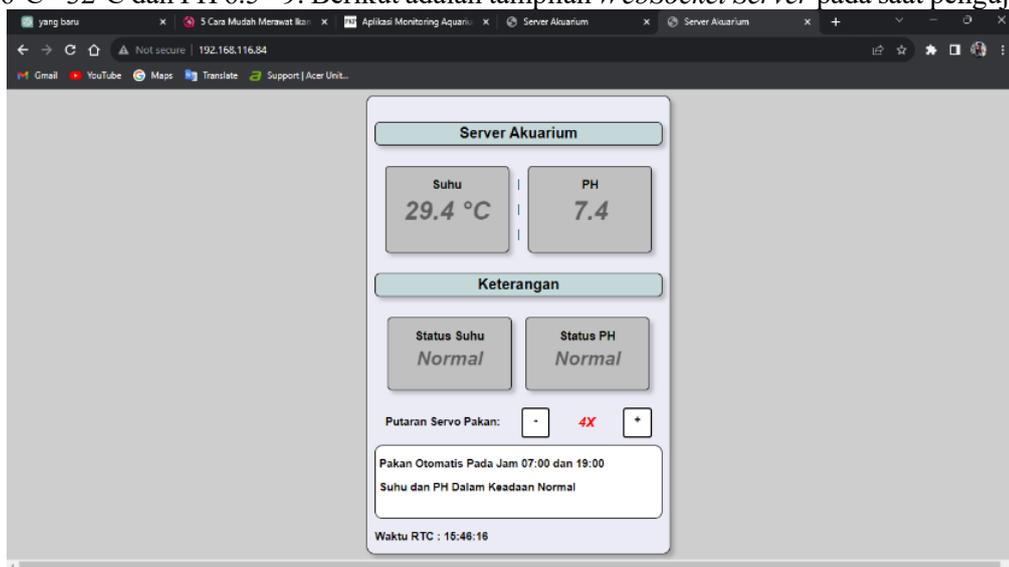


Gambar 4. Pengujian Pembacaan Alamat IP

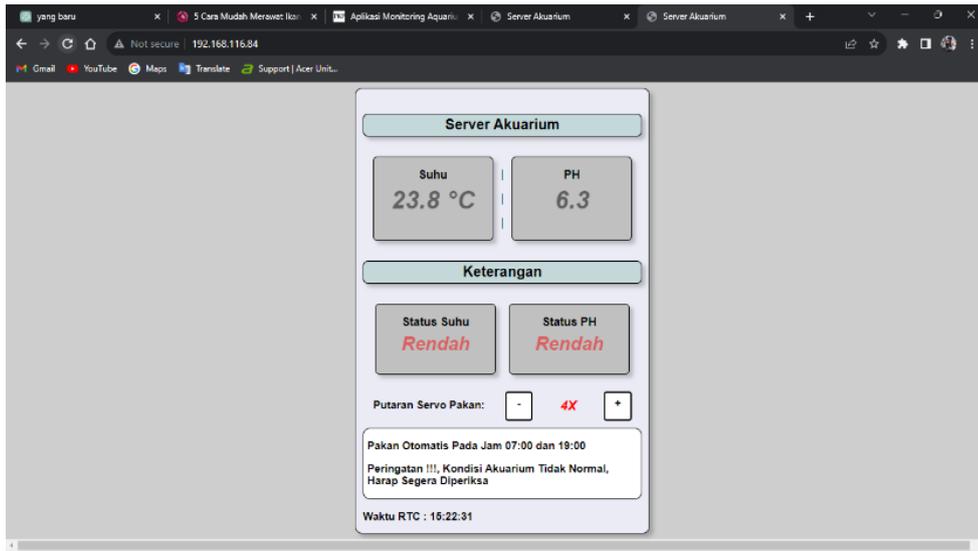
Gambar di atas menunjukkan tampilan serial monitor ketika NodeMCU belum terkoneksi dengan jaringan wifi/LAN. Sehingga serial monitor menampilkan *output* berupa tulisan (WiFi Belum Terhubung dan alamat IP *unset*). Kemudian setelah NodeMCU berhasil terkoneksi dengan jaringan wifi/LAN maka serial monitor akan menampilkan *output* berupa tulisan (WiFi Terhubung) dan akan menampilkan alamat IP yang bisa digunakan untuk mengakses *WebSocket Server*.

3.2. Pengujian Monitoring

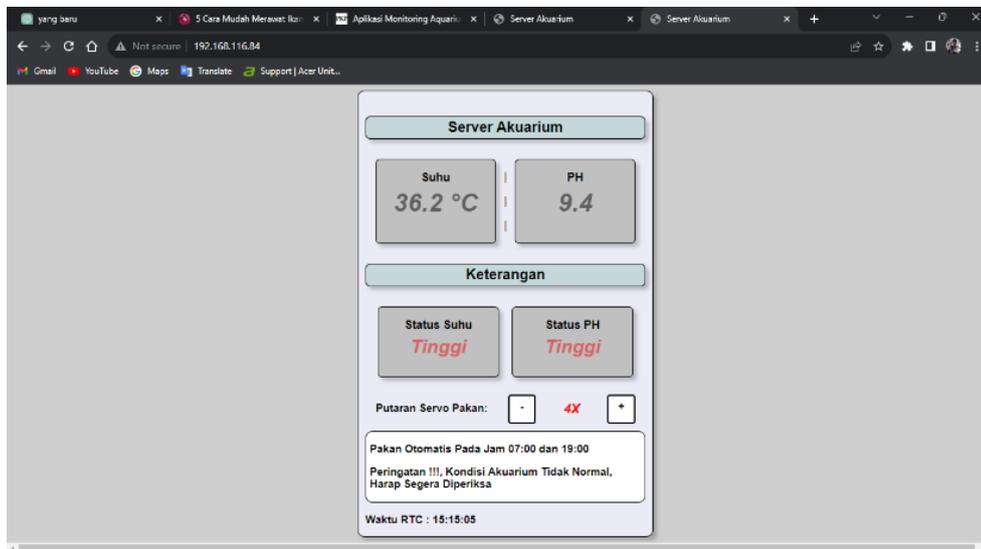
Pada pengujian ini, setelah mendapatkan alamat IP dari wifi/LAN yang terkoneksi dengan NodeMCU, selanjutnya kita membuka alamat IP tersebut menggunakan *device* melalui *browser* dan akan membawa kita pada halaman *WebSocket Server* untuk memonitoring suhu dan PH secara *real time*. Pada halaman ini juga kita bisa melihat status suhu dan ph dalam keadaan rendah, normal atau tinggi. Selain itu pengujian ini juga berfungsi untuk memastikan notifikasi status pada *WebSocket Server* sudah sesuai dengan batasan yang ditetapkan pada program yaitu suhu 26°C - 32°C dan PH 6.5 - 9. Berikut adalah tampilan *WebSocket Server* pada saat pengujian:



Gambar 5. Suhu dan PH Normal



Gambar 6. Suhu dan PH Rendah



Gambar 7. Suhu dan PH Tinggi

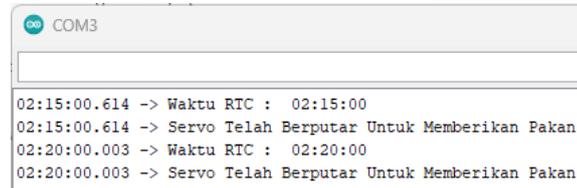
Berikut adalah tabel hasil pengujian *monitoring* pada halaman *WebSocket Server*:

Tabel 1. Pengujian Monitoring

No	Pengujian	Suhu	PH	Ket	Hasil
1	Suhu dan PH Normal	29.4	7.4	keterangan status suhu dan PH Normal	Berhasil
2	Suhu dan PH Rendah	23.8	6.3	keterangan status suhu dan PH Rendah	Berhasil
3	Suhu dan PH Tinggi	36.2	9.4	keterangan status suhu dan PH Tinggi	Berhasil

3.3. Pengujian Pakan Otomatis

Pengaturan pakan pada penelitian ini diatur pada 07:00 dan 19:00, akan tetapi untuk pengujian ini *servo* diatur untuk berputar pada 02:15 dan 02:20 dan putaran *servo* akan ditampilkan dalam bentuk notifikasi pada *serial monitor*. Berikut adalah gambar pengujian pemberian pakan otomatis berdasarkan waktu pada RTC:



Gambag 8. Pengujian Pakan Otomatis

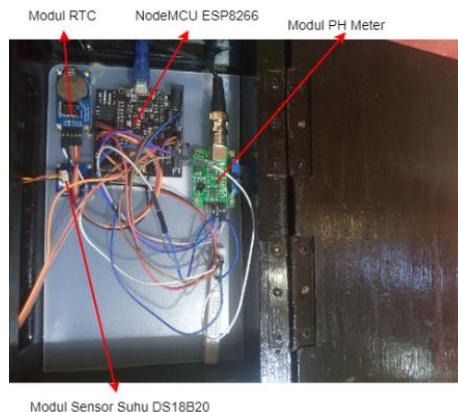
Berikut adalah tabel hasil pengujian pakan otomatis:

Tabael 2. Pengujian Pakan Otomatis

No	Waktu	Ket	Hasil
1	Menit Ke-15	Servo berputar untuk memberi pakan	Berhasil
2	Menit Ke-20	Servo berputar untuk memberi pakan	Berhasil

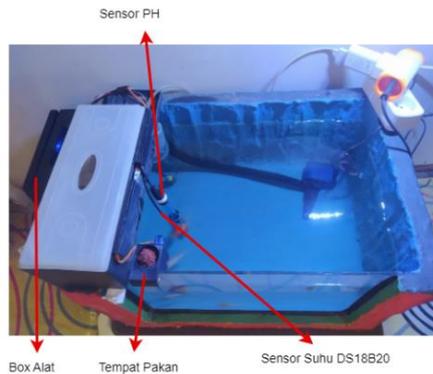
3.4. Implementasi Sistem Pada Akuarium

Berikut implementasi perangkat keras yang telah dirangkai dan dibuat dalam bentuk *box* dan dipasang pada akuarium:



Gambar 9. Implementasi Alat Dalam Box

Pada Gambar di atas terlihat rangkaian alat dalam *box* yang terdiri dari NodeMCU ESP8266, Modul PH Meter, Modul RTC dan Modul Sensor Suhu DS18B20. Adapun implementasi untuk sensor suhu, sensor PH dan motor *servo* dapat dapat dilihat pada gambar di bawah:



Gambar 10. Implementasi Alat Pada Akuarium

3.5. Pengujian Menjalankan Keseluruhan Alat

Pengujian alat secara keseluruhan ini penting untuk memastikan bahwa alat atau sistem tersebut berfungsi sesuai dengan yang diharapkan dan dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Pada pengujian ini alat akan dijalankan selama 24 jam dan akan dilakukan pencatatan data sensor dan waktu RTC setiap 30 menit pada *serial monitor* untuk memastikan bahwa semua bagian bekerja bersama secara harmonis dan berkomunikasi dengan benar, pada *WebSocket Server* kita tidak dapat melihat riwayat dari nilai sensor dan RTC sehingga untuk memudahkan pemantauan dan pencatatan, data pada pengujian ini dicatat dan ditampilkan pada *serial monitor*. Data hasil pengujian menjalankan alat secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Pengujian Menjalankan Keseluruhan Alat Selama 24 Jam

No	Jam	Suhu	PH	Ket Suhu/PH
1	01:18	26.8 °C	7.8	Normal
2	02:18	26.5 °C	7.8	Normal
3	03:18	26.3 °C	7.8	Normal
4	04:18	26.1 °C	7.7	Normal
5	05:18	26.1 °C	7.8	Normal
6	06:18	26.1 °C	7.8	Normal
7	07:18	26.5 °C	7.8	Normal
8	08:18	26.7 °C	7.8	Normal
9	09:18	26.0 °C	7.8	Normal
10	10:19	26.4 °C	7.8	Normal
11	11:19	26.8 °C	7.8	Normal
12	12:19	27.4 °C	7.8	Normal
13	13:19	27.9 °C	7.8	Normal
14	14:19	28.3 °C	7.8	Normal
15	15:19	28.6 °C	7.8	Normal
16	16:19	29.0 °C	7.7	Normal
17	17:19	28.9 °C	7.8	Normal

18	18:19	28.8 °C	7.8	Normal
19	19:19	28.5 °C	7.8	Normal
20	20:19	28.1 °C	7.8	Normal
21	21:19	27.8 °C	7.8	Normal
22	22:19	27.6 °C	7.8	Normal
23	23:19	27.3 °C	7.8	Normal
24	00:19	27.0 °C	7.8	Normal

Dapat dilihat dari data tabel pengujian keseluruhan alat, perubahan yang signifikan terjadi pada suhu akuarium yang menunjukkan suhu cenderung turun sampai dengan 26 °C saat malam hari dan sebaliknya saat siang hari suhu pada akuarium cenderung meningkat sampai 29 °C, hal ini berbeda dengan PH yang perubahan nilainya tidak terlalu besar yaitu stabil pada nilai PH 7.8. Sehingga batasan suhu dan PH masih tergolong normal berdasarkan standar yang telah ditetapkan pada sistem yaitu, batasan suhu antara 26 °C sampai 32 °C sedangkan PH antara 6.5 sampai 9. Nilai suhu dan PH ini kemudian akan ditampilkan pada halaman *WebSocket Server*.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukannya tahap perancangan, pembuatan dan pengujian terhadap alat ini, maka diperoleh beberapa kesimpulan yaitu:

1. Penelitian ini telah menghasilkan alat yang dapat memonitoring suhu dan PH pada akuarium melalui *WebSocket Server* secara *RealTime* menggunakan jaringan LAN.
2. Alat ini diharapkan membantu pemelihara ikan pada akuarium agar dapat memonitoring suhu dan PH serta mengontrol pemberian pakan pada ikan secara otomatis. Monitoring suhu dan PH pada sistem ini dilakukan dengan cara mengambil nilai bacaan sensor kemudian ditampilkan pada halaman web. Sedangkan untuk kontrol pemberian pakan dilakukan secara otomatis dengan jumlah yang ditetapkan pada halaman web.

5. SARAN

Berdasarkan perancangan dan pembuatan alat monitoring dan kontroling akuarium ikan air tawar berbasis IoT, masih terdapat beberapa kekurangan pada alat. Beberapa saran penulis diantaranya:

1. Untuk pengembangan selanjutnya alat ini diharapkan dapat menetapkan jumlah waktu pemberian pakan otomatis melalui halaman *WebSocket Server*.
2. Untuk pengembangan berikutnya diharapkan dapat menggunakan jaringan dengan jangkauan yang lebih luas dari jaringan LAN.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Burhani, Zaenurrohman, dan Purwiyanto, "Rancang Bangun Monitoring Akuarium Dan Pakan Ikan Otomatis Berbasis Internet Of Things (IOT)," *JEECOM J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 4, no. 2, hlm. 62–68, 2022, doi: 10.33650/jeecom.v4i2.4309.
- [2] M. Fazil, S. Adhar, dan R. Ezraneti, "Efektivitas penggunaan ijuk, jerami padi dan ampas tebu sebagai filter air pada pemeliharaan ikan mas koki (*Carassius auratus*)," *Aquat. Sci. J.*, vol. 4, no. 1, hlm. 37–43, 2017, doi: 10.29103/aa.v4i1.322.
- [3] Siti Zulfa Oktaviani dan G. Purnama Insany, "Sistem Monitoring Suhu Dan Pakan Ikan Otomatis Pada Ikan Hias Di Akuarium Berbasis Internet of Things," *J. Sist. Inf.*, vol. 4, no. 2, hlm. 184–194, 2022, doi: 10.31849/zn.v4i2.11666.
- [4] N. Fath dan R. Ardiansyah, "Sistem Monitoring Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Menggunakan NodeMCU Berbasis Internet of Things," *Techno.Com*, vol. 19, no. 4, hlm. 449–458, Nov 2020, doi: 10.33633/tc.v19i4.4051.

- [5] S. R. D. Setiawan, “Berapa Kali Ikan Mas Koki Harus Diberi Makan? Ini Panduannya,” Kompas. <https://tinyurl.com/2b4w4new>. Diakses: 16 Agustus 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://tinyurl.com/2b4w4new>
- [6] R. Devitasari dan K. P. Kartika, “Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Kucing Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Nodemcu Berbasis Internet of Things (Iot),” *J. Ilm. Tek. Inform.*, vol. 14, no. 2, hlm. 142–154, 2020, doi: 10.35457/antivirus.v14i2.1234 154.
- [7] R. Fernanda dan T. Wellem, “Perancangan Dan Implementasi Sistem Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis IoT,” *J. Tek. Inform. Dan Sist. Inf.*, vol. 9, no. 2, hlm. Vol.9, No.2, 1261-1274. ISSN : 2503-2933., 2022.
- [8] M. R. Satriawan, G. Priyandoko, dan S. Setiawidayat, “Monitoring pH Dan Suhu Air Pada Budidaya Ikan Mas Koki Berbasis IoT,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 5, no. 1, hlm. 12–17, 2023, doi: 10.37905/jjee.v5i1.16083.
- [9] Marisal dan Mulyadi, “Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Android,” *J. EL Sains*, vol. 2, no. 1, hlm. Vol.2, No.1, 51-54. ISSN : 2656-7075., 2020.
- [10] J. J. Contana, H. S. Utama, dan Suraidi, “Perancangan dan Implementasi Sistem Otomatis Perangkat Penunjang Akuarium dan Sistem Monitoring pada Akuarium Ikan Mas Koki,” *J. Pendidik. Dan Konseling*, vol. 5, no. 1, hlm. Vol.5, No.1, 4659-4668. ISSN : 2685-936X., 2023.