

SISTEM MONITORING DAN CONTROLLING KUALITAS AIR PADA AQUARIUM IKAN HIAS BERBASIS INTERNET OF THINGS

Wahyu Dwi Ramadhan^{1*}, Subandi²

^{1,2} Fakultas Teknologi Informasi, Teknik Informatika, Universitas Budi Luhur, Jakarta Selatan, Indonesia
Email: ^{1*} 1811511524@student.budiluhur.ac.id, ² subandi@budiluhur.ac.id

(*: *Corresponding Author*)

(Naskah masuk: 1 Maret 2024, diterima untuk diterbitkan: 30 April 2024)

Abstrak

Sistem *monitoring* dan *controlling* kualitas air pada aquarium ikan hias berbasis *Internet of Things* (IoT) merupakan solusi inovatif untuk memastikan lingkungan yang optimal bagi kesejahteraan ikan hias. Dengan mengintegrasikan sensor pH, sensor kekeruhan, sensor suhu, dan pompa mini, sistem ini memberikan kemampuan pemantauan secara *real-time* dan kontrol otomatis terhadap parameter kritis air dalam aquarium. Sensor pH digunakan untuk mengukur tingkat keasaman air, sensor kekeruhan mengukur tingkat kekeruhan air, dan sensor suhu mengukur suhu air. Data yang dihasilkan oleh sensor-sensor ini dikumpulkan oleh mikrokontroler atau modul IoT dan dikirimkan ke platform *cloud* melalui koneksi internet. Pengguna dapat dengan mudah mengakses informasi kualitas air aquarium melalui antarmuka web. Pada sisi kontrol, sistem ini menggunakan pompa mini yang dapat diaktifkan atau dinonaktifkan secara otomatis berdasarkan nilai-nilai ambang batas yang telah ditentukan. Ini memungkinkan perbaikan cepat terhadap fluktuasi kualitas air yang dapat mempengaruhi kesehatan ikan. Sistem juga memberikan notifikasi atau peringatan kepada pengguna jika kondisi air tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Keamanan data menjadi fokus utama, dengan mengimplementasikan enkripsi data, autentikasi, dan otorisasi untuk melindungi informasi sensitif pengguna. Selain itu, sistem ini menyediakan fungsi backup dan pemulihan data untuk mengantisipasi potensi kegagalan atau kerusakan perangkat keras. Dengan adopsi teknologi IoT, sistem ini memberikan kemudahan pengelolaan aquarium ikan hias tanpa memerlukan kehadiran fisik yang konstan. Dengan pemantauan yang canggih dan kontrol yang otomatis, pengguna dapat menjaga kondisi air aquarium secara efisien, meningkatkan kesehatan ikan, dan meningkatkan pengalaman penghobi aquarium secara keseluruhan. Sistem ini mewakili langkah signifikan menuju keberlanjutan dan efisiensi dalam pemeliharaan ikan hias di lingkungan rumahan atau di toko ikan hias.

Kata kunci: *arduino uno, nodemcu esp8266, smart aquarium, aplikasi berbasis web*

WATER QUALITY MONITORING AND CONTROLLING SYSTEMS IN ORASONAL FISH-BASED AQUARIUMS INTERNET OF THINGS

Abstract

The *Internet of Things* (IoT) based water quality monitoring and controlling system in ornamental fish aquariums is an innovative solution to ensure an optimal environment for the welfare of ornamental fish. By integrating a pH sensor, turbidity sensor, temperature sensor, and mini pump, this system provides real-time monitoring capabilities and automatic control of critical water parameters in the aquarium. The pH sensor is used to measure the acidity level of water, the turbidity sensor measures the turbidity of the water, and the temperature sensor measures the temperature of the water. The data generated by these sensors is collected by a microcontroller or IoT module and sent to the cloud platform via an internet connection. Users can easily access aquarium water quality information via the web interface. On the control side, this system uses a mini pump which can be activated or deactivated automatically based on predetermined threshold values. This allows for quick correction of water quality fluctuations that can affect fish health. The system also provides notifications or warnings to users if water conditions do not comply with predetermined standards. Data security is a primary focus, implementing data encryption, authentication and authorization to protect sensitive user information. In addition, this system provides data backup and recovery functions to anticipate potential hardware failure or damage. With the adoption of IoT technology, this system makes it easy to manage ornamental fish aquariums without requiring constant physical presence. With advanced monitoring and automated controls, users can efficiently maintain aquarium water conditions, improve fish health, and enhance the overall aquarium hobbyist experience. This system represents a

significant step towards sustainability and efficiency in the maintenance of ornamental fish in the home environment or in ornamental fish shops.

Keywords: *arduino uno, nodemcu esp8266, smart aquarium, web-based application*

1. PENDAHULUAN

Pemantauan kualitas air akuarium pada ikan hias harus dilakukan secara terus menerus. Kegiatan pemantauan kualitas tidak boleh terabaikan oleh pembudidaya ikan hias. Monitoring kejernihan air akuarium ikan hias dapat dilakukan dengan bantuan teknologi dengan membuat sistem monitoring terhadap kualitas air akuarium serta terhadap nilai kekeruhan. Nilai kekeruhan yang kondusif untuk ikan hias akuarium yaitu di bawah 25 NTU [1]. Kualitas air akuarium tergantung pada nilai pH dan kekeruhan air, nilai pH yang baik untuk ikan hias di akuarium yaitu lebih dari 7 dan kurang dari 8, kemudian kekeruhan yang baik untuk ikan hias di akuarium yaitu di bawah 25 ntu dan Suhu ideal untuk menunjang pertumbuhan ikan hias berkisaran antara 25-27°C. Budidaya ikan merupakan kegiatan utama dalam menjamin ketersediaan ikan bagi masyarakat diluar dari hasil tangkapan ikan oleh nelayan. Kegiatan budidaya ikan tumbuh sangat pesat di berbagai negara sehingga masyarakat memperoleh kebutuhan protein hewani dari daging ikan [2]

Sistem kendali (*controlling*) terhadap kondisi dari kualitas air akuarium berdasarkan nilai kekeruhan dan nilai pH air. Ketika air akuarium memiliki nilai kekeruhan yang tinggi atau keasaman (pH) yang tinggi maka perlu dilakukan pergantian air. Dengan bantuan menggunakan pompa mini peneliti membuat sistem pergantian air secara otomatis yaitu dengan memompa air dari akuarium dan memasukkan air baru ke dalam akuarium sehingga diperoleh kualitas air yang mendukung ekosistem dari ikan hias. Sistem *monitoring* yang dirancang dalam penelitian berupa sistem informasi nilai sensor kekeruhan dan keasaman (pH) air akuarium yang ditampilkan pada sebuah LCD *display* 16x2, selain itu nilai sensor tersebut dikirimkan ke web server lalu ditampilkan pada sebuah aplikasi berbasis web sehingga bias dilihat oleh siapa pun kapan saja dari mana saja sehingga proses pemantauan dapat dilakukan dengan mudah.

Tujuan penelitian ini untuk membuat sistem *monitoring* kualitas air dengan mengukur kadar pH dan kekeruhan serta melengkapi dengan sistem kontrol pompa mini untuk menguras air juga terjadi kadar pH dan kekeruhan yang tinggi. Penelitian ini dapat membantu masyarakat dalam memelihara ikan hias dengan membuat sistem *monitoring* pH dan kekeruhan yang dapat diakses dari jaringan internet menggunakan aplikasi berbasis web dan juga membantu pemelihara ikan hias dalam menguras air secara otomatis berdasarkan tingkat pH dan kekeruhan.

Mikrokontroler adalah merupakan mini computer yang dibentuk dalam sebuah *chip* IC (*Integrated Circuit*) dan dibangun untuk menyelesaikan tugas atau menjalankan operasi tertentu [3]. Sensor kekeruhan

(*turbidity*) merupakan sensor yang berguna untuk mengukur kadar kekeruhan atau *opaqueness*. Cara kerja sensor ini melalui cahaya dalam mengukur partikel tersuspensi dalam air dengan mengukur transmisi cahaya dan tingkat hamburan yang berubah dengan jumlah *Total Suspended Solids* (TSS) dalam air. Dengan meningkatnya TSS, indikasi bahwa tingkat kekeruhan cairan meningkat [4]. Sensor pH merupakan sensor yang berguna untuk mendeteksi derajat keasaman [5]. Arduino adalah sebuah *board* mikrokontroler menggunakan IC ATmega328PU sebagai pusat pengendalinya[6]. NodeMCU adalah sebuah papan induk dengan platform IoT yang menggunakan bahasa pemrograman Lua[7].

Layar LCD merupakan perangkat untuk menampilkan data berupa tulisan atau karakter yang sangat efektif dan efisien dalam penggunaannya[8]. Sensor suhu DS18B20 adalah sensor suhu yang memiliki keluaran digital. DS18B20 memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi, yaitu 0,5°C pada rentang suhu -10°C sampai +85°C [9]. *Submersible water pump* biasa disebut pompa celup adalah komponen yang terdiri dari *brushed* motor (motor bersikat). Fungsi pompa ini adalah memindahkan air [10]. *Relay* adalah komponen elektromekanik yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu elektromagnet yang dalam bentuk koil dan mekanika dalam bentuk seperangkat kontak saklar [11]. *Buzzers* adalah sebuah komponen elektronik yang biasa digunakan untuk menghasilkan suara [12]. Adaptor ialah sebuah perangkat komponen yang berupa rangkaian elektronika bisa mengubah tegangan arus listrik yang besar menjadi tegangan arus listrik kecil, atau rangkaian yang bisa mengubah arus bolak-balik (arus AC) menjadi arus searah (arus DC)[13].

Penelitian sebelumnya tentang sistem *monitoring* kualitas air dilakukan oleh Haryanto Haryanto, Kristono Kristono dan Muhammad Fadhil dengan judul penelitian “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Kualitas Air (pH dan Kekeruhan) pada Akuarium Berbasis *Internet of Things*” [14]. Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat sistem *monitoring* kualitas air dengan sensor pH dan kekeruhan pada akuarium berbasis *Internet of Things* dengan metode *research and development, tool monitoring* menggunakan aplikasi *blynk*. Perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah pada penelitian ini selain mengukur kualitas air juga menggunakan pompa mini untuk mengganti air akuarium dengan air yang baru ketika Tingkat keasaman atau kekeruhan tinggi dan *tool monitoring* pada sistem ini menggunakan aplikasi berbasis web.

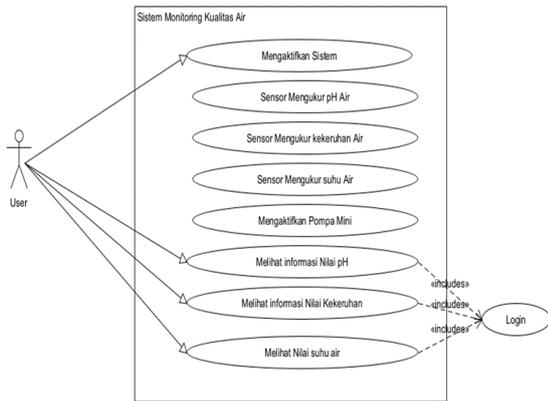
2. METODE PENELITIAN

2.1 Data Penelitian

Data penelitian ini bersumber dari data sensor yang digunakan yaitu data sensor tingkat keasaman (pH) air, sensor kekeruhan dan sensor suhu. Data ketiga sensor tersebut merupakan data analog yang berfungsi sebagai informasi dari kualitas air akuarium.

2.2 Use Case Diagram

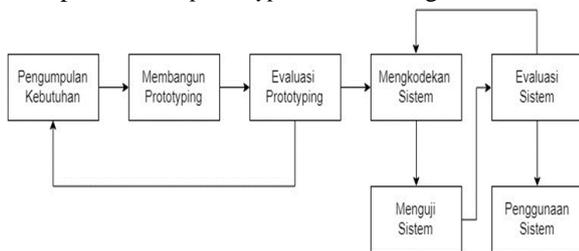
Use case diagram merupakan salah satu jenis dari diagram *Unified Modelling Language* (UML). Use case menggambarkan konektivitas interaksi antara sistem dan aktor. Use case juga menggambarkan tipe interaksi yang terjadi antara pengguna sistem dengan sistemnya. Use case diagram dapat menggambarkan interaksi antara seorang user atau beberapa user dengan sistem yang akan dirancang dan dapat juga berfungsi untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada dalam sebuah sistem tersebut. sehingga dapat dipresentasikan dengan urutan sederhana dalam bentuk diagram yang mudah dipahami user. Gambar 1 berikut merupakan gambar use case sistem



Gambar 1 Use case Diagram Sistem

2.3 Penerapan Metode

Prototype merupakan salah satu metode untuk membangun suatu sistem, metode ini terbilang metode baru dalam perkembangan sistem dan software Tahapan metode *prototype* adalah sebagai berikut :



Gambar 2 Tahapan Metode Prototype

2.4 Rancangan Sistem

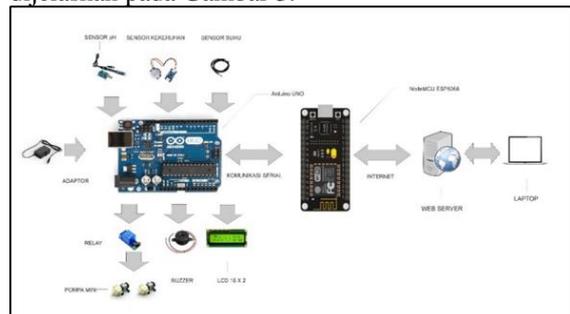
Dalam perancangan *prototype* sistem monitoring kualitas air akuarium berbasis IoT ini menggunakan peralatan sebagaimana terinci pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Komponen yang Dibutuhkan

Nama Komponen	Fungsi
NodeMCU ESP8266	Sebagai pusat kendali (<i>controller</i>) sistem dan sebagai <i>device</i> yang dapat terhubung dengan jaringan <i>wifi</i> .
Sensor pH meter	Berfungsi untuk mengukur tingkat keasaman air (pH)
Sensor Turbidity	Berfungsi untuk mengukur kekeruhan air dalam satuan NTU
Sensor suhu	Berfungsi untuk mengukur suhu pada air akuarium
Buzzer	Berfungsi untuk alarm atau notifikasi berupa suara.
LCD	Berperan sebagai sarana untuk menampilkan informasi dalam bentuk karakter
Pompa mini	Digunakan untuk mengeluarkan air dari dalam akuarium dan memasukkan air ke dalam akuarium.
Kabel Jumper	Berguna sebagai konduktor untuk membuat jalur rangkaian antar komponen
Adaptor	Sebagai sumber tegangan searah (DC) untuk mengaktifkan sistem monitoring dan controlling kualitas air akuarium

2.5 Perancangan Dalam Bentuk Blok Diagram

Blok diagram merupakan gambar sistem atau alat yang dibagi atas blok-blok. Pada penelitian ini terdapat 3 buah blok yaitu blok *input* yang terdiri dari sensor, blok proses terdiri dari mikrokontroler dan blok *output* terdiri dari komponen *aktuator* dan *display*. Diagram blok sistem pada penelitian dijelaskan pada Gambar 3.



Gambar 3 Blok Diagram Sistem

Pada blok diagram di atas blok dapat dibagi menjadi tiga bagian blok yaitu blok *input*, blok proses, dan blok *output*. Pada bagian *input* terdapat 3 buah komponen input yaitu sensor pH yang berfungsi untuk mengukur kadar pH air, sensor *turbidity* berfungsi untuk mengukur nilai kekeruhan air dan sensor suhu berfungsi untuk mengukur suhu air.

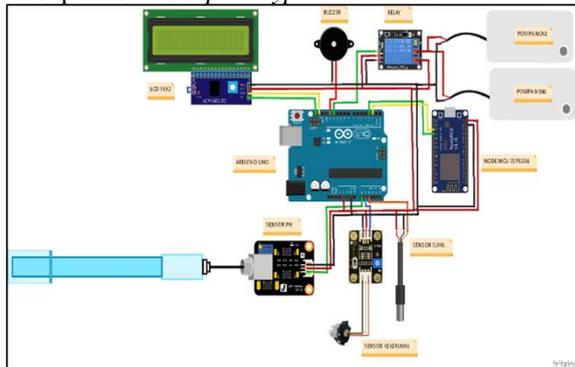
Board arduino dan nodemcu esp8266 merupakan bagian dari blok proses. Arduino berperan sebagai pusat kontrol (*controller*) yang mengendalikan komponen *input* dan *output*, Arduino

uno membaca data yang berasal komponen *input* lalu diproses dan menghasilkan perintah ke komponen *output*. Sedangkan Nodemcu esp8266 berperan sebagai pengirim data sensor ke *cloud server* melalui jaringan internet.

Pada bagian *output* terdapat komponen-komponen *output* yaitu lcd 16x02, *buzzer*, *relay*, pompa mini dan aplikasi web server. Data yang diperoleh dari bagian *input* akan diproses oleh arduino dan dikeluarkan pada komponen lcd 1602, *buzzer*, *relay* dan *web server* untuk ditampilkan sebagai tampilan *visual*, *relay* berfungsi mengaktifkan pompa mini agar air terbuang dari akuarium dan mengisi akuarium dengan air yang baru.

2.6 Perancangan Dalam Bentuk desain Prototype

Perancangan sistem dalam bentuk desain *prototype* merupakan perancangan dasar dari sistem dalam bentuk rangkaian elektronika. Berikut gambar 4 merupakan desain *prototype* dari sistem.



Gambar 4 Desain Prototype Sistem

Keterangan:

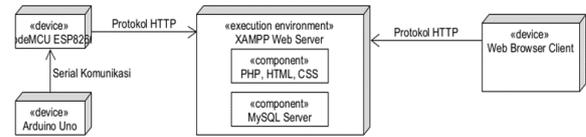
- Board* nodemcu esp8266 akan melakukan koneksi ke jaringan *wifi* yang telah ditentukan SSIDnya pada skrip arduino ide.
- Arduino *Uno* menginisialisasi komponen input seperti sensor dan komponen *output* seperti *relay*, lcd dan *buzzer*.
- Sensor pH meter akan mengukur nilai keasaman (pH) air, sensor *turbidity* mengukur nilai kekeruhan air dan sensor suhu mengukur suhu air.
- Arduino *Uno* mengirim data nilai sensor pH, sensor kekeruhan dan sensor suhu ke nodemcu esp8266 melalui komunikasi serial.
- NodeMCU akan mengirim data nilai sensor pH, sensor kekeruhan dan sensor suhu ke web server untuk kemudian disimpan ke dalam *database*.
- Pada saat nilai pH di atas 9 atau nilai kekeruhan di atas 25 NTU maka Arduino uno akan mengaktifkan *relay* dan pompa akan menyala

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem *monitoring* dan *controlling* kualitas air pada *aquarium* ikan hias berbasis *Internet of Things*

3.1 Deployment Diagram

Deployment Diagram menggambarkan lingkungan kerja dari sistem atau alat. berikut ini gambar 5 merupakan penjelasan dari lingkungan kerja yang dibuat dalam bentuk *deployment diagram*.



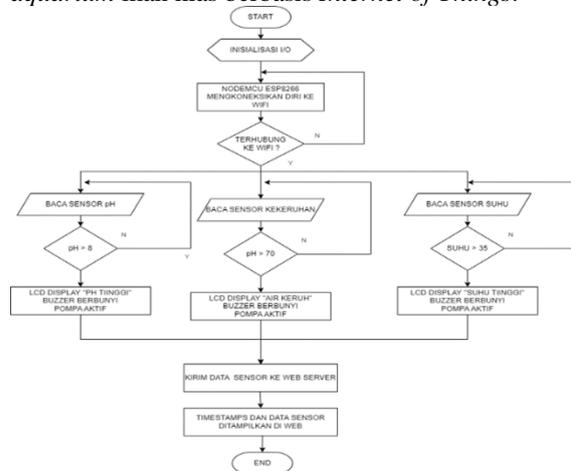
Gambar 5 Deployment Diagram

Berdasarkan gambar 5 di atas terdapat 4 lingkungan kerja dari sistem yaitu 3 lingkungan *device* yang terdiri dari arduino uno, NodeMCU ESP8266 dan *web browser client* dan 1 lingkungan *execution environment* yang terdiri dari komponen yang terdapat pada *web server* yaitu PHP, HTML, CSS dan MySQL Server.

3.2 Flowchart Sistem

Flowchart adalah diagram alir sebagai presentasi secara sistematis mengenai proses *logic* dari aktivitas pemrosesan data atau penjabaran menggunakan simbol dari runtutan prosedur yang terdapat pada suatu program.

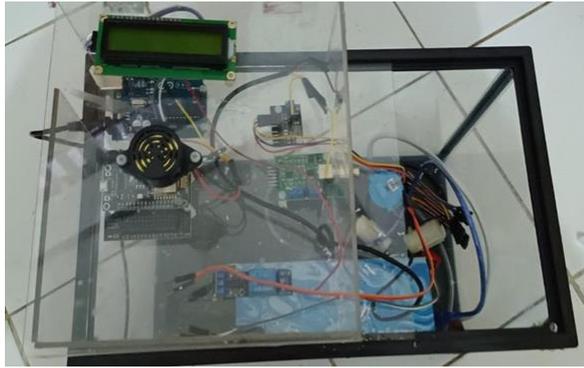
Pada suatu sistem, *flowchart* atau diagram alir merupakan urutan proses yang menggambarkan prinsip kerja dari alat. Gambar 6 berikut merupakan *flowchart* yang digunakan dalam membuat sistem *monitoring* dan *controlling* kualitas air pada *aquarium* ikan hias berbasis *Internet of Things*.



Gambar 6 Flowchart Sistem

3.3 Hasil Rancangan Alat

Hasil Rancangan Alat yang terdiri dari beberapa komponen seperti NodeMCU, Arduino Uno, sensor suhu, sensor kekeruhan, sensor pH, *Relay*, pompa mini, LCD dan *Buzzer*. Gambar 7. merupakan hasil rancangan alat :



Gambar 7 Hasil Rancangan Alat

3.4 Hasil Pengujian Sensor Suhu dan Buzzer

Sensor suhu mempunyai fungsi untuk mendeteksi suhu air, jika suhu air diatas 35 maka buzzer akan berbunyi. Hasil pengujian dapat dilihat dari tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor Suhu dan Buzzer

No.	Suhu Air	Status	Buzzer
1	30	Suhu Normal	Off
2	32	Suhu normal	Off
3	36	Suhu panas	On

3.5 Hasil Pengujian Sensor Kekeuhan dan buzzer

Sensor kekeuhan mempunyai fungsi untuk mendeteksi kelembaban air, jika kelembaban air diatas 70 maka buzzer akan berbunyi. Hasil pengujian dapat dilihat dari tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor Kekeuhan dan Buzzer

No.	Kekeuhan Air	Status	Buzzer
1	30	Kekeuhan normal	Off
2	50	Kekeuhan normal	Off
3	75	Air keruh	On

3.6 Hasil Pengujian Sensor pH dan buzzer

Pengujian sensor suhu bertujuan untuk mendeteksi pH air, jika pH air diatas 8 maka buzzer akan berbunyi. Hasil pengujian dapat dilihat dari tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4 Hasil pengujian Sensor pH dan Buzzer

No.	pH Air	Status	Buzzer
1	6.70	pH Normal	Off
2	7.00	pH normal	Off
3	8.10	pH tinggi	On

3.7 Hasil Pengujian Sensor dan Sistem

Pengujian ini berguna untuk mengetahui apakah prototype alat sistem monitoring dan controlling kualitas air akuarium ikan hias berbasis IoT bisa bekerja secara baik sesuai dengan tujuan pembuatan. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5 di bawah ini.

Berdasarkan tabel pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa sistem perancangan antara mikrokontroler dengan komponen *input* dan *output* tersambung dengan baik sehingga dapat bekerja sesuai fungsinya

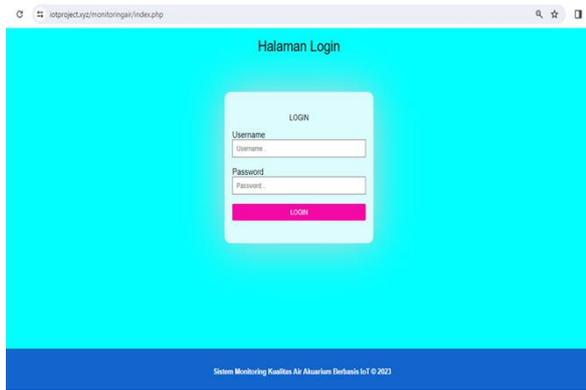
Tabel 5 Hasil pengujian Sensor dan Sistem

No	Perangkat	Ekspetasi	Hasil	
			Ya/Tidak	Keterangan
1	NodeMCU	Dapat terkoneksi dengan jaringan <i>wifi</i>	Ya	Berhasil
		Dapat terkoneksi ke laptop atau <i>personal computer</i>	Ya	berhasil
		Dapat mengirimkan dan membaca data melalui serial port	Ya	Berhasil
		<i>Sensor suhu</i> terpasang dengan baik ke NodeMCU	Ya	Berhasil
		<i>Sensor pH</i> terpasang dengan baik ke NodeMCU	Ya	Berhasil
2	Sensor Suhu	<i>Sensor Kekeuruhan</i> terpasang dengan baik ke NodeMCU	Ya	Berhasil
		<i>Buzzer</i> terpasang dengan baik ke NodeMCU	Ya	Berhasil
		Dapat mengirimkan dan menerima data dari <i>Hosting</i>	Ya	Berhasil
		Mengukur suhu air	Ya	Berhasil
		Mengukur kadar pH air	Ya	Berhasil
3	Sensor pH	Mengukur tingkat kekeuruhan air	Ya	Berhasil
		Dapat mengeksekusi skrip aplikasi berbasis web	Ya	Berhasil
4	Sensor kekeuruhan	Melakukan penyimpanan data	Ya	Berhasil
5	Web server			

3.8 Tampilan Layar

3.8.1 Tampilan Layar Login

Tampilan layar *login* merupakan akses utama bagi pengguna untuk memasuki sistem *monitoring*. Akses *login* dibatasi oleh *username* dan *password* yang terdapat pada *database mysql*. Sehingga pengguna yang dapat memasukkan *username* dan *password* dengan benar yang dapat menggunakan sistem *monitoring* ini. Halaman *login* dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Tampilan Layar Login

3.8.2 Tampilan Layar Halaman Utama

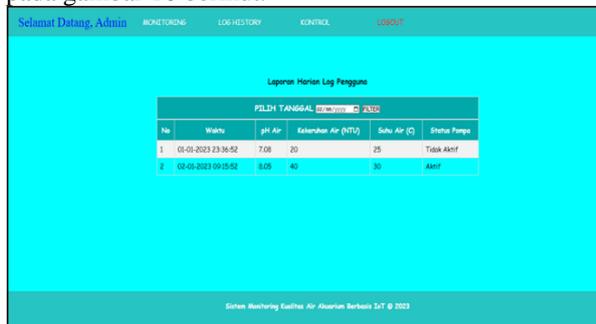
Halaman utama merupakan halaman ketika pengguna berhasil melakukan *login*. Pengguna dapat mengetahui hasil pengukuran sensor pH, sensor kekeruhan dan sensor suhu yang terbaru atau yang terakhir masuk ke dalam *database*. Tampilan layar halaman utama ditunjukkan oleh Gambar 9 berikut.



Gambar 9 Tampilan Layar Halaman Utama

3.8.3 Tampilan Layar Laporan

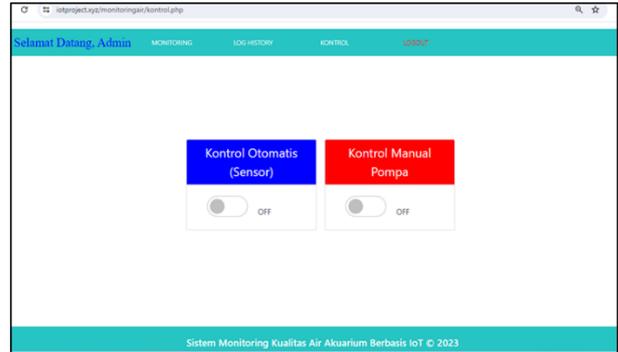
Halaman laporan berfungsi untuk mengetahui data sensor-sensor yang tersimpan di *database*. Data yang tampil pada halaman laporan memuat data pH, kekeruhan dan suhu air disertai dengan tanggal dan waktu kejadian. Tampilan layar laporan dapat dilihat pada gambar 10 berikut.



Gambar 10 Tampilan Layar Laporan

3.8.4 Tampilan Layar Kontrol

Tampilan layar *control* pada Gambar 11 merupakan tampilan halaman yang berisi tombol untuk melakukan *setting* kontrol otomatis oleh sensor dan kontrol manual pompa mini :



Gambar 11 Tampilan Layar Kontrol

4. KESIMPULAN

Setelah proses implementasi lalu proses pengujian serta analisis hasil rancangan dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut: Modul pH meter ph-4502c dapat digunakan untuk mengukur keasaman (pH) air kolam sehingga dapat digunakan untuk sebagai sensor dari sistem *monitoring* kadar keasaman (pH) air akuarium dan pengontrolan kadar keasaman kolam tersebut dengan bantuan pompa mini untuk menguras air akuarium. Sistem *monitoring* kadar (pH) air dan kekeruhan air akuarium dapat diimplementasikan sebagai pengatur (controlling) keasaman air kolam agar tetap stabil dengan rentang ph 6 – 8. Penggunaan pompa mini 5 volt dapat berfungsi sebagai penguras air kolam dengan menggunakan modul relay sebagai pemutus atau penyambung rangkaian.

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini antara lain : Sistem *monitoring* dirancang menggunakan aplikasi berbasis android agar lebih fleksibel dan mudah diakses. Penambahan modul kamera untuk memonitoring keadaan akuarium secara *realtime* melalui tampilan video atau foto.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. T. S. M. A. A. Hanif Aditya Permana, “Sistem Monitoring pH dan Kekeruhan Akuarium Menggunakan Metode Regresi Linear,” *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, vol. 4, no. 1, 2022.
- [2] S. Wahyuningsih, A. M. Gitarama, and A. M. Gitarama, “Amonia Pada Sistem Budidaya Ikan,” *Syntax Literate ; Jurnal Ilmiah Indonesia*, vol. 5, no. 2, 2020, doi: 10.36418/syntax-literate.v5i2.929.
- [3] A. Junaedi, M. D. M. Puspitasari, and M. Maulidina, “Pengaruh (Intensor) Induktor Heater Menggunakan Thermal Sensor Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano Dalam Mengolah Logam,” *Nusantara of Engineering (NOE)*, vol. 4, no. 2, 2021, doi: 10.29407/noe.v4i2.16754.
- [4] M. S. Taufik, “Sistem Pengukuran Kadar pH, Suhu, Dan Sensor Turbidity Pada Limbah Rumah Sakit Berbasis Arduino UNO,” *ITN Malang*, 2019.
- [5] E. Mufida, R. S. Anwar, R. A. Khodir, and I. P. Rosmawati, “Perancangan Alat Pengontrol pH Air Untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno,” *INSANtek*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [6] M. Alifuddin, “Rancang Bangun Sistem Pengembalian Uang Kertas Rupiah Pada Mesin

- Vending Berbasis Arduino Uno,” *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 11, no. 1, 2019, doi: 10.33096/ilkom.v11i1.402.77-85.
- [7] M. S. Novelan, Z. Syahputra, and P. H. Putra, “Sistem Kendali Lampu Menggunakan Nodemcu dan MySQL Berbasis IoT (Internet of Things),” *InfoTekJar: Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan*, vol. 5, no. 1, 2020.
- [8] M. Royhan, “m Pemasangan Lampu penerangan di Ruang dengan Sensor Passive Infrared Receiver (PIR) terintegrasi Arduino,” *Journal of Informatics and Communication Technology (JICT)*, vol. 2, no. 2, 2020, doi: 10.52661/j_ict.v2i2.54.
- [9] A. A. G. Ekayana, “Implementasi Dan Analisis Data Logger Sensor Temperature Menggunakan Web Server Berbasis Embedded System,” *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 17, no. 1, 2020, doi: 10.23887/jptk-undiksha.v17i1.22411.
- [10] G. C. Rumbajan Evan, “Rancang Bangun Penggerak Pompa Air Menggunakan Solar Panel Untuk Hidroponik,” *Jurnal Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi*, 2021.
- [11] Y. N. , D. T. , Suhardi, “Prototype Sistem Monitoring Dan Pengisian Token Listrik Prabayar Menggunakan Arduino Uno Berbasis Website,” *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, vol. 8, no. 3, 2020, doi: 10.26418/coding.v8i3.43320.
- [12] J. S. P. Budiyo, Imam Prasetyo, “Rancang Bangun Trainer Sistem Kelistrikan Sensor Parkir Pada Mobil,” *Surya Teknika: Jurnal Ilmiah ...*, vol. 5, 2019.
- [13] Pratama, “Rancang Bangun Alat Peringatan Kebakaran Dengan Sensor Suhu dan Asap Menggunakan Arduino,” *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer dan Informasi*, vol. 4, no. 1, 2022.
- [14] H. Haryanto, K. Kristono, and M. Fadhil, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air (pH dan Kekeruhan) pada Akuarium Berbasis Internet of Things,” *Go Infotech: Jurnal Ilmiah STMIK AUB*, vol. 27, no. 2, 2021, doi: 10.36309/goi.v27i2.156.
-