

# Internet of Things untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air pada Kolam Ikan Lele pada Pembudidaya TDR Sultan Adam Banjarmasin

Yuslena Sari\*<sup>1</sup>, Eka Setya Wijaya<sup>1</sup>, Andreyan Rizky Baskara<sup>1</sup>, Muhammad Alkaff<sup>1</sup>, Muti'a Maulida<sup>1</sup>, Nurul Fathanah Mustamin<sup>1</sup>, Muhammad Syauqi Al Fath<sup>1</sup>, M. Andri Firdaus<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

\*Penulis korespondensi: yuzlena@ulm.ac.id

Received: 08 Agustus 2023 / Accepted: 10 Agustus 2023

## Abstract

*TDR Catfish Farmer Sultan Adam Banjarmasin is a home industry (IRT) engaged in the business of catfish farming located on Jl. Sultan Adam No.17 RT.22, Surgi Mufti, North Banjarmasin. In the management of catfish farming, water quality is an important factor in the success of cultivation where poor water quality can cause fish to be more susceptible to disease. Apart from these needs, the TDR of Sultan Adam Catfish Farmers actually has problems in the process of monitoring pond water quality conditions which are currently carried out manually and periodically by breeders. This process is considered ineffective because it is difficult to determine water quality from the physical condition of the water which changes rapidly due to weather or fish feed residue. The solution offered to solve this problem is to develop a tool that can monitor temperature conditions and the acidity of catfish pond water automatically and in real time. This innovation was developed by utilizing the Internet of Things (IoT) through the use of the DS18B20 temperature sensor and SS15 pH sensor on the ESP32 WROOM-32D microcontroller. The results of system testing from fuzzy logic calculations at the output of the microcontroller and Matlab and the suitability of expert information in determining pool water quality obtained an average error value of 0.46%. Based on these results, it can be concluded that the IoT-based water quality monitoring system in determining water quality is suitable for direct use.*

**Keywords:** *Catfish, Internet of Thing, Monitoring System, Water Quality*

## Abstrak

*TDR Pembudidaya Ikan Lele Sultan Adam Banjarmasin merupakan sebuah industri rumah tangga (IRT) yang bergerak di bidang usaha budidaya ikan lele yang berlokasi di Jl. Sultan Adam No.17 RT.22, Surgi Mufti, Banjarmasin Utara. Dalam pengelolaan budi daya ikan lele, kualitas air menjadi faktor penting keberhasilan budidaya dimana kualitas air yang buruk dapat menyebabkan ikan lebih mudah terserang penyakit. Terlepas dari kebutuhan tersebut, TDR Pembudidaya Ikan Lele Sultan Adam justru memiliki permasalahan pada proses pemantauan kondisi kualitas air kolam yang saat ini dilakukan secara manual dan berkala oleh peternak. Proses ini dinilai tidak efektif dikarenakan sulitnya menentukan kualitas air dari kondisi fisik air yang cepat berubah dikarenakan cuaca ataupun sisa pakan ikan. Solusi yang ditawarkan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut yaitu mengembangkan sebuah alat yang dapat memantau kondisi suhu dan kadar keasaman air kolam ikan lele secara otomatis dan real time. Inovasi ini dikembangkan dengan memanfaatkan Internet of Things (IoT) melalui penggunaan sensor suhu DS18B20 dan sensor pH SS15 pada mikrokontroler ESP32 WROOM-32D. Hasil pengujian sistem dari perhitungan fuzzy logic pada keluaran mikrokontroler dan Matlab serta kesesuaian dari keterangan pakar dalam penentuan kualitas air kolam didapatkan nilai rata-rata error sebesar 0,46%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring kualitas air yang dibangun berbasis IoT dalam menentukan kualitas air layak digunakan secara langsung.*

**Kata kunci:** *Ikan Lele, Internet of Thing, Kualitas Air, Sistem Monitoring.*

## 1. PENDAHULUAN

Budidaya ikan air tawar merupakan komoditas ikan yang telah banyak dibudidayakan dan bernilai ekonomis bagi masyarakat Indonesia termasuk di Kalimantan Selatan. Pada tahun 2021, tercatat bahwa Kalimantan menghasilkan produksi ikan air tawar sebanyak 249.393 ton dengan jenis ikan seperti nila, lele, gurami, mas dan patin. Kalimantan

Selatan menjadi salah satu sentra produksi ikan lele di Indonesia dengan total hasil produksi sebanyak 24.180,6 ton pada tahun 2020 (Mailita, 2021). Banyak dari masyarakat Kalimantan Selatan yang membudidayakan ikan lele sebagai salah satu mata pencahariannya, salah satunya mitra pada kegiatan pengabdian ini.

TDR Pembudidaya Ikan Lele Sultan Adam adalah sebuah industri rumah tangga (IRT) yang bergerak di bidang budidaya ikan lele di Kota Banjarmasin yang beralamat di Jl. Sultan Adam No.17 RT.22 Kelurahan Surgi Mufti Kecamatan Banjarmasin Utara Kota Banjarmasin. IRT ini merupakan usaha perseorangan milik Bapak Rudy Ansari dengan 4 orang karyawan yang mengelola 2 kolam ikan lele sejak tahun 2021. Hasil produksi ikan lele dari usaha ini tergolong cukup baik meskipun masih terdapat permasalahan dalam pengelolaannya.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Bapak Rudi diketahui bahwa faktor kualitas air sangat berpengaruh pada keberhasilan produksi dari budidaya ikan lele. Dimana jika kualitas air buruk maka ikan menjadi lebih mudah terserang penyakit atau bahkan mati sehingga berdampak pada menurunnya produksi ikan lele. Kualitas air kolam ikan lele dikatakan baik jika memiliki suhu dan kadar keasaman yang sesuai dengan standar yang diperlukan.

Terlepas pentingnya hal tersebut, menurut beliau kegiatan pemantauan kualitas air pada kolam ikan lele di peternakannya saat ini dirasakan belum efisien karena dilakukan secara manual dan berkala oleh karyawan. Pemantauan dengan cara ini dinilai tidak efektif mengingat kondisi fisik air yang cepat berubah dalam waktu cepat karena faktor cuaca maupun sisa pakan ikan di kolam.

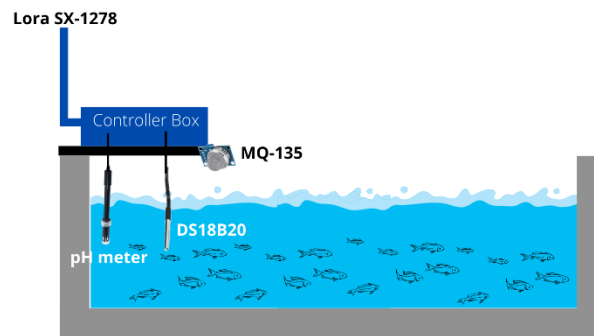
Berdasarkan analisis situasi ini, maka diperlukan sebuah solusi untuk mengatasi permasalahan yang terjadi pada IRT yang bergerak di bidang budidaya ikan lele ini. Solusi berupa teknologi dapat dikembangkan untuk memberikan kemudahan dalam pemantauan kondisi suhu dan kadar keasaman pada air kolam ikan lele yang dikelola oleh TDR Pembudidaya Ikan Lele Sultan Adam ini. Pengembangan solusi inilah yang akan dilaksanakan sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat Universitas Lambung Mangkurat pada tahun 2023.

## 2. METODE

Secara umum tahapan pengabdian ini terbagi menjadi empat tahapan yakni studi pustaka, perancangan sistem monitoring suhu dan kadar keasaman, pembuatan sistem monitoring suhu dan kadar keasaman serta pengujian sensor pada alat monitoring. Setiap tahapan pengabdian secara rinci dijelaskan sebagai berikut:

### 1. Perancangan Sistem Monitoring Suhu dan Kadar Keasaman Air Kolam Ikan lele

Pada tahapan ini dilakukan pembuatan rancangan sistem monitoring suhu dan kadar keasaman air kolam pada budidaya ikan lele menggunakan tools Canva sebelum dilakukan tahap implementasi sistem monitoring. Dalam membangun konstruksi kolam ikan lele yang ideal diperlukan kedalaman kolam 1 hingga 1,5 Meter agar ikan tidak mudah stres. Populasi yang ideal untuk ikan lele agar dapat tumbuh dengan baik adalah 25 ekor per 1 meter kubik, jadi untuk memelihara bibit ikan sebanyak 2.500 ekor maka diperlukan luas kolam yaitu  $10 \times 10 \times 1 \text{ m}^3$  atau 100 meter kubik. Gambaran implementasi sistem monitoring kualitas air kolam ikan lele dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Rancangan Implementasi Sistem Monitoring

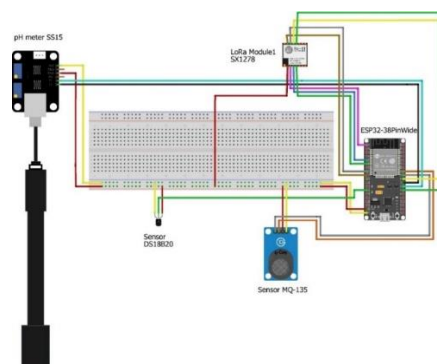
Pada Gambar 1, dapat diketahui bahwa implementasi perancangan sistem monitoring kualitas air pada kolam ikan lele berukuran  $\pm 2 \times 1$  meter yang terdiri dari mikrokontroler ESP32, sensor suhu, sensor pH, dan sensor amonia yang saling terhubung dengan mikrokontroler yang di integrasikan menggunakan protokol LoRa (Pratama et al., 2021).

## 2. Pembuatan Sistem Monitoring Suhu dan Kadar Keasaman Air Kolam Ikan lele

Tahapan pembuatan *smart farming* terbagi menjadi 2 proses yaitu pembuatan alat, dan pembuatan situs web monitoring. Secara rinci setiap tahapan tersebut dijelaskan sebagai berikut:

### 1. Pembuatan Alat

Mikrokontroler yang digunakan untuk tahap pengimplementasian sistem monitoring ini adalah ESP32 (Husada & Nurhidayat, 2020), yang mana modul ini merupakan penerus dari ESP8266 yang sudah dilengkapi modul WiFi dalam chip prosesor dual core yang mendukung untuk membuat sistem berbasis *Internet of Things* (IoT). Untuk mempermudah dalam melakukan perancangan, maka peneliti sudah membuat visualisasi desain wiring (pengkabelan) pada software Fritzing seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

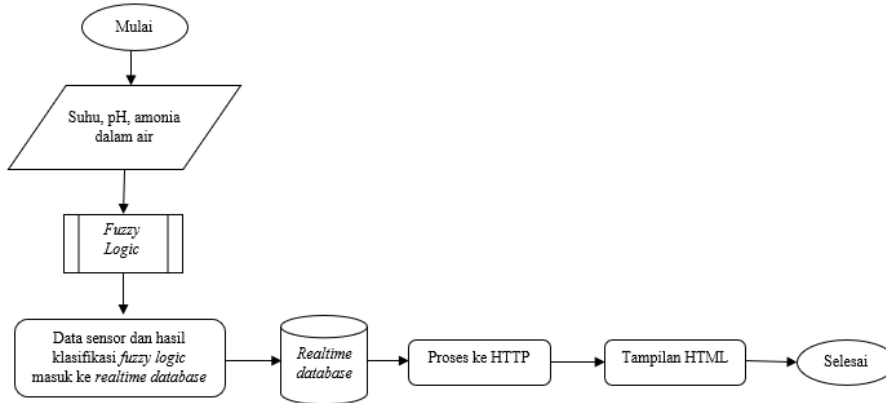


Gambar 2. Rancangan Alat

### 2. Pembuatan Situs Web Monitoring

Proses perancangan perangkat lunak dimulai dengan penulisan baris kode di software Arduino IDE untuk menentukan parameter yang digunakan. Data sensor yang digunakan yaitu data suhu air, derajat keasaman (pH) air, dan kadar amonia. Data suhu air diambil dari hasil pembacaan sensor DS18B20, untuk range suhu yang baik untuk budidaya ikan lele yaitu 25-33 °C. Data pH air diambil dari hasil pembacaan sensor pH SS15, untuk

range pH yang baik untuk budidaya ikan lele yaitu 7 - 8,5. Sedangkan untuk kandungan gas amonia diambil dari sensor MQ-135, untuk range kadar amonia yang baik untuk budidaya ikan lele yaitu <0,1 pp (Cholilulloh & Syauqy, 2018). Rancangan diagram perangkat lunak dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rancangan Alur Diagram Situs Web Monitoring

### 3. Pengujian Sensor Alat Monitoring

Tahapan berikutnya adalah pengujian sensor dan implementasi metode fuzzy logic dengan baris kode yang sudah ditulis di Arduino IDE akan diunggah ke mikrokontroler untuk melakukan pembacaan sensor pada proses monitoring (Irfan et al., 2018). Pengujian sensor dilakukan dengan mengambil data suhu air, pH air, dan kadar amonia secara real time dan kemudian dibandingkan dengan alat ukur konvensional untuk mengetahui nilai error dari pembacaan sensor.

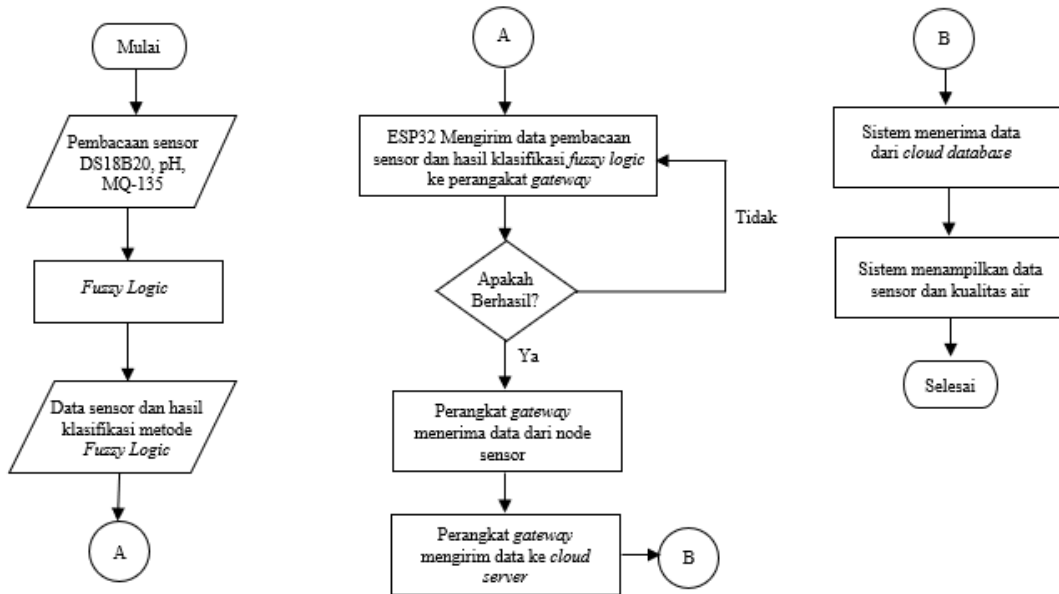
Data yang diperlukan kemudian dikirimkan lagi melalui komunikasi LoRa menuju database di cloud server, yang kemudian data diolah untuk menentukan kualitas air kolam budidaya. Apabila perancangan alat dan pengkodean program sudah berjalan sesuai yang diharapkan maka akan dilanjutkan dengan tahapan selanjutnya, dan apabila belum sesuai atau terdapat error maka akan dilakukan pengujian kembali.

### 3. Perancangan Alur Kerja Sistem

Cara kerja sistem monitoring pemantauan kualitas air pada budidaya ikan lele berbasis protokol LoRa dilakukan berdasarkan beberapa parameter pengukuran yaitu suhu air, derajat keasaman (pH) air, dan kadar amonia. Adapun komponen yang digunakan pada penelitian ini yaitu ESP32 WROOM-32D sebagai mikrokontroler, sensor DS18B20 sebagai sensor untuk mengukur suhu, sensor pH SS15 sebagai sensor untuk mengukur derajat keasaman (pH), dan sensor MQ-135 sebagai sensor untuk mengukur kadar amonia. Data hasil pembacaan dari sensor-sensor tersebut kemudian diolah oleh perangkat ESP32 WROOM-32D. Selanjutnya data sensor akan dikirim lagi ke perangkat gateway sebelum dikirimkan ke pusat data menggunakan modul komunikasi LoRa Ra-02 SX-1278 dengan frekuensi 433 Mhz.

Perangkat gateway berfungsi sebagai perantara antara perangkat node sensor yang ada di kolam dengan pusat data. Setelah menerima data dari sensor, perangkat gateway membaca payload data dan mentranslasikan data berformat JSON yang kemudian dikirimkan ke cloud server menggunakan protokol restful web service. Data dari hasil pembacaan sensor kemudian diolah dan diproses menggunakan fuzzy logic untuk mendapatkan hasil klasifikasi kualitas air. Data sensor yang sudah tersimpan di cloud server dapat diakses oleh pembudidaya untuk melihat hasil pembacaan sensor dan

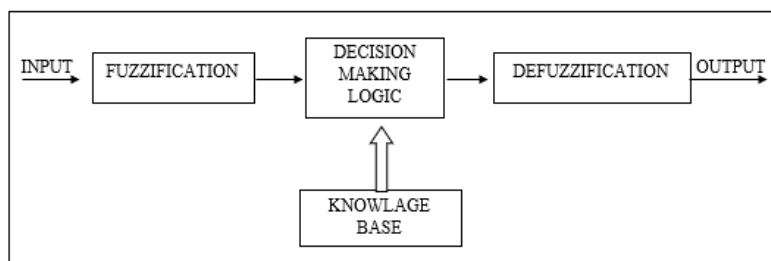
mengetahui keterangan kualitas air kolam budidaya. Alur kerja sistem dapat dilihat pada Gambar 4 berikut



Gambar 4. Alur Kerja Sistem

#### 4. Perancangan Fuzzy Logic

Pada pengabdian ini menggunakan fuzzy logic tipe Mamdani karena metode ini dinilai lebih maksimal digunakan dibandingkan dengan tipe fuzzy lainnya yaitu Sugeno dan Tsukamoto dalam melakukan pengolahan data dan dinilai cukup efektif digunakan untuk menentukan kualitas air kolam ikan (Pujiharsono dan Kurnianto, 2020). Secara umum, proses penerapan logika fuzzy terdiri dari tiga tahap yaitu fuzzifikasi yang merupakan proses penguraian input dan/atau output sistem menjadi satu atau set fuzzy, proses pengambilan keputusan yang menggunakan basis pengetahuan untuk mengendalikan sistem, dan proses defuzzifikasi yang merupakan proses memperoleh langsung nilai (crisp) dari area fuzzy (Nugroho & Rivai, 2018). Proses fuzzy logic ditunjukkan pada Gambar 5 berikut



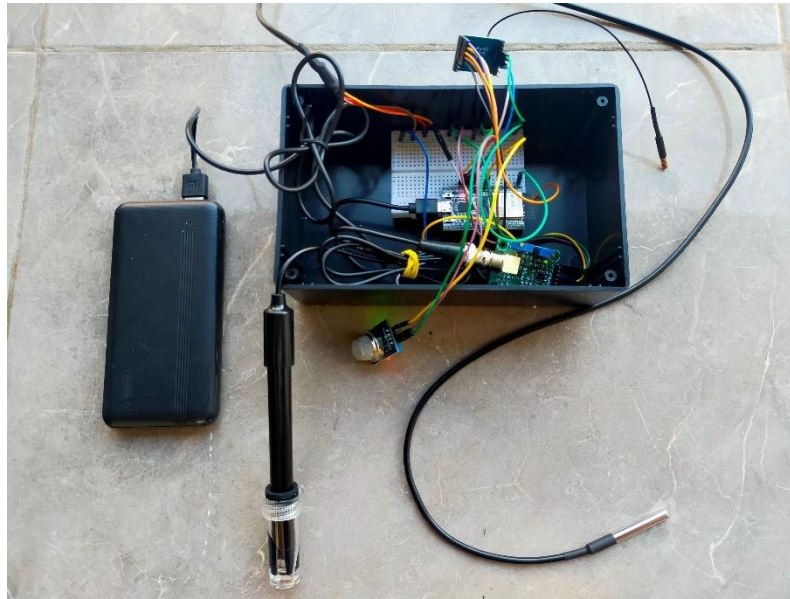
Gambar 5. Alur Fuzzy Logic

Berdasarkan pada Gambar 5, tahapan proses fuzzy logic yang pertama adalah mengidentifikasi input sehubungan dengan nama dan rentang nilai, kemudian mengidentifikasi output sehubungan dengan nama dan rentang nilai, lalu membuat derajat keanggotaan fuzzy input dan output. Setelah itu menentukan tindakan yang akan dilakukan berdasarkan masing-masing aturan (*rule*), dan menggabungkan aturan (*rule*) dan memproses output.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

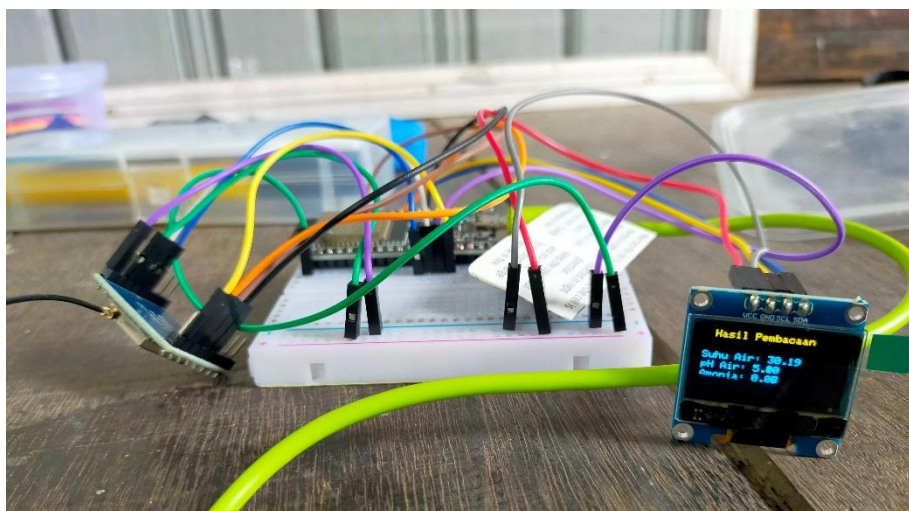
#### 3.1 Implementasi Perangkat Keras

Pada pengabdian ini menggunakan dua buah rangkaian perangkat yaitu rangkaian transmitter dan receiver yang saling terhubung dengan komunikasi LoRa SX-1278 dengan frekuensi 433Mhz. Rangkaian transmitter terdiri dari ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor DS18B20 sebagai sensor untuk mengukur suhu air, sensor pH sebagai sensor untuk mengukur derajat keasaman (pH) air, dan sensor MQ-135 sebagai sensor untuk mengukur kadar amonia dan modul LoRa-SX1278.



Gambar 6. Rangkaian Transmitter

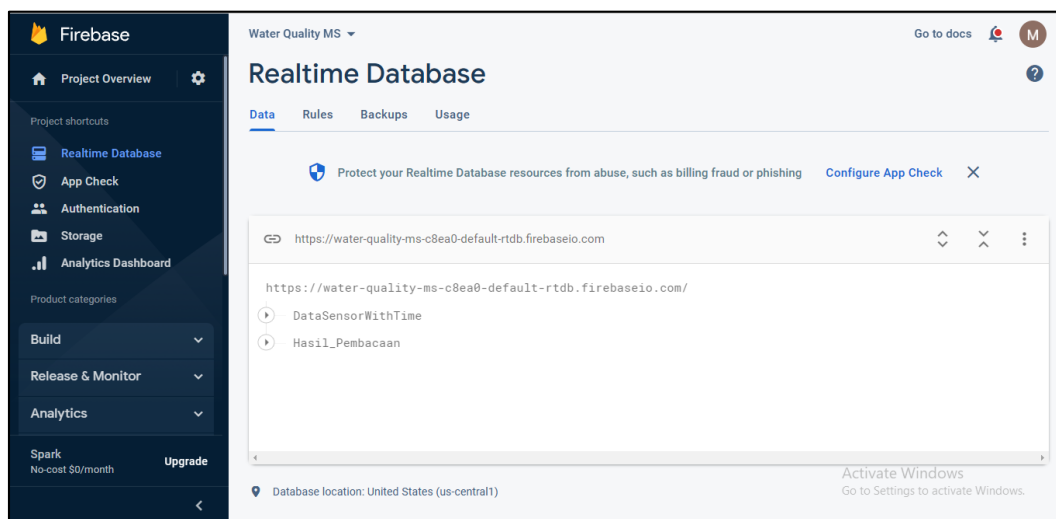
Rangkaian receiver terdiri dari ESP32 sebagai mikrokontroler yang digunakan untuk mengirimkan data ke cloud firebase dengan koneksi WiFi (Gambar 6), OLED Display untuk menampilkan data sensor yang dikirim oleh transmitter, serta modul LoRa-SX1278 seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian Receiver

### 3.2 Implementasi Basis Data

Pada pengabdian ini data yang didapatkan dari hasil pembacaan sensor akan dikirim dan disimpan pada realtime database yang telah disediakan Google Firebase. Data yang sudah tersimpan nantinya akan ditampilkan pada halaman website yang sudah dibuat secara realtime. Bentuk dari database firebase dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Implementasi Google Firebase

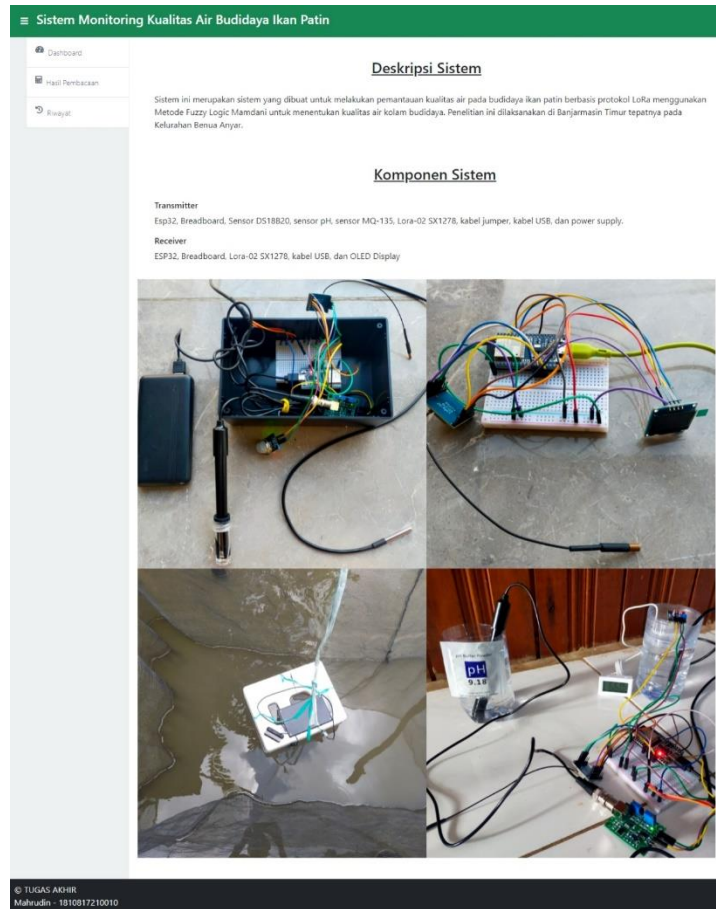
### 3.3 Implementasi Antarmuka Sistem Monitoring

Tampilan antar muka pada sistem monitoring pemantauan kualitas air kolam pada penelitian ini dibangun menggunakan Hypertext Markup Language (HTML), PHP (Hypertext Preprocessor), Cascading Style Sheets (CSS), Bootstrap, dan JavaScript yang dibangun pada aplikasi visual studio code. Tampilan antarmuka sistem monitoring menggunakan referensi template yang diambil dari google (<https://themewagon.com/themes/free-tailwindcss-admin-dashboard-template-admin/>).

#### A. Tampilan *Dashboard*

Tampilan dashboard merupakan tampilan utama saat sistem pertama kali dibuka. Halaman ini berisi tentang penjelasan singkat mengenai sistem monitoring kualitas air yang dibuat. Selain itu juga terdapat gambar dari rangkaian serta implementasi dari sistem monitoring. Tampilan dari dashboard dari sistem monitoring dapat dilihat pada Gambar 9 berikut.





Gambar 9. Dashboard Sistem Monitoring

## B. Halaman Hasil pembacaan Sensor

Pada halaman ini menampilkan data hasil pembacaan sensor berupa nilai suhu air, pH air, dan gas amonia serta keterangan kualitas air dari hasil klasifikasi metode fuzzy logic. Berikut ini adalah tampilan dari hasil pembacaan sensor seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Halaman Tampilan Pembacaan Sensor



### 3.4 Implementasi Sistem Monitoring pada Kolam Ikan Lele

Pengambilan data kualitas air dilakukan setiap tiga kali sehari, yaitu pada pukul 08.00, 12.00, dan 16.00 dengan sampel uji air kolam di dalam hapa berukuran  $2 \times 1 \text{ m}^2$  yang berisi ikan lele sebanyak 20 ekor. Pemasangan ketiga sensor yaitu DS18B20 dan sensor pH dilakukan dengan cara merendam sensor ke dalam air. Sedangkan sensor MQ-135 diletakkan di atas permukaan air untuk mengukur kadar gas amonia kolam. Alat diletakkan pada tengah media pemeliharaan untuk memaksimalkan hasil dari pembacaan sensor. Gambar 11 menunjukkan hasil dari penerapan sensor pada kolam budidaya.



Gambar 11. Penempatan alat pada kolam

### 3.5 Pembahasan

Data suhu air, pH air, dan gas amonia yang didapatkan dari hasil pembacaan sensor pada pagi, siang, dan sore hari akan menghasilkan nilai perhitungan menggunakan metode fuzzy logic dan didapatkan nilai keluaran (output) berupa keterangan kualitas air kolam. Perhitungan yang didapatkan dari mikrokontroler kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan yang dilakukan pada aplikasi Matlab. Selain itu perhitungan dari mikrokontroler juga akan dibandingkan dengan data kualitas air yang sudah didapatkan dari hasil wawancara dengan pembudidaya ikan lele berdasarkan fuzzy rule yang sudah ditetapkan oleh pembudidaya ikan lele. Berikut merupakan tabel perbandingan yang sudah didapatkan.

Tabel 1. Pengujian Perhitungan fuzzy Mikrokontroler dengan Matlab

No	Suhu Air (°C)	pH Air	Amonia (ppm)	Kualitas Air		Error (%)
				Arduino	Matlab	
1	29,50	6,62	0,05	78,65	79	0,44
2	30,19	5,10	0,07	63,32	63,4	0,13
3	30,75	5,18	0,08	48,86	48,6	-0,53
4	29,37	5,09	0,08	57,27	57,2	-0,12
...	...	...	...	...	...	...

No	Suhu Air (°C)	pH Air	Amonia (ppm)	Kualitas Air		Error (%)
				Arduino	Matlab	
42	28,57	5,14	0,11	25,33	25,1	0,92
43	28,21	5,13	0,09	39,80	39,5	0,76
44	29,37	5,14	0,16	25,33	25,1	0,92
45	29,18	5,92	0,08	57,27	57,2	0,12
<b>Rata-rata Error (%)</b>						<b>0,46</b>

Dari hasil pengukuran kualitas air kolam yang dilakukan selama 15 hari, didapatkan hasil bahwa kondisi kualitas air kolam berubah-ubah setiap harinya. Hal ini disebabkan oleh kondisi cuaca serta faktor lainnya yang menyebabkan perubahan suhu, pH, dan amonia pada kolam. Meskipun terjadi penurunan hasil kualitas air, namun tidak ada ikan yang mati selama dilakukan penelitian. Hal ini berarti bahwa kondisi air pada kolam masih dapat ditoleransi oleh ikan.

Sistem monitoring yang dibangun dengan menggunakan komunikasi LoRa-SX1278 untuk pengiriman data dari node sensor ke perangkat gateway dapat mengirimkan data sejauh 150 meter pada kondisi LoS dan 50 meter pada kondisi N-LoS. Selain itu dengan adanya alat sistem monitoring pemantauan kualitas air pada budidaya ikan lele dapat memudahkan pembudidaya untuk melakukan monitoring jarak jauh

#### 4. KESIMPULAN

Pengabdian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring pemantauan kualitas air pada budidaya ikan lele berbasis protokol LoRa serta mengetahui performa metode fuzzy logic dalam menentukan kualitas air kolam berdasarkan suhu air, pH air, dan amonia. Hasil pengujian sistem dari perhitungan fuzzy logic pada keluaran mikrokontroler dan Matlab serta kesesuaian dari keterangan pakar dalam penentuan kualitas air kolam didapatkan nilai rata-rata error sebesar 0,46%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring kualitas air yang dibangun berbasis protokol LoRa dengan menggunakan fuzzy logic dalam menentukan kualitas air layak digunakan secara langsung

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Lambung Mangkurat atas support pendanaan terhadap pengabdian ini dalam Program Dosen Wajib Mengabdikan (PDWA) dengan nomor Kontrak 455.95/UN8.2/AM/2023.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Cholilulloh, M., & Syauqy, D. (2018). *Implementasi Metode Fuzzy Pada Kualitas Air Kolam Bibit Lele Berdasarkan Suhu dan Kekeruhan* (Vol. 2, Issue 5). <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Husada, M. G., & Nurhidayat, M. Z. (2020). Fuzzy logic implementation in water quality monitoring and controlling system for fishwater cultivation. *International Conference On Green Technology And Design (ICGTD)*, Bandung 2-3 November 2020, hal.13-19.

- Irfan, M., Ayuningtias, L. P., & Jumadi, J. (2018). Analisa Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno, Dan Mamdani ( Studi Kasus : Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Sunan Gunung Djati Bandung). *Jurnal Teknik Informatika*, vol.10 (no.1), hal.9-16. <https://doi.org/10.15408/jti.v10i1.6810>
- Mailita, E. L. (2021). *Pemasaran Ikan Hasil Budidaya Air Tawar Di Kalimantan Selatan* (N. Ismi, Ed.; November 2021, Vol. 1). Global Science, Kota Malang.
- Nugroho, M. A., & Rivai, M. (2018). Sistem Kontrol dan Monitoring Kadar Amonia untuk Budidaya Ikan yang Diimplementasi pada Raspberry Pi 3B. *JURNAL TEKNIK ITS*, vol.7 (no.2).
- Pratama, A., Amrita, A. A. N., & Khrisne, D. C. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Listrik Tiga Fasa Berbasis Wireless Sensor Network Menggunakan LoRa Ra-02 SX1278. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol.20 (no.2), hal.351. <https://doi.org/10.24843/mite.2021.v20i02.p20>