

RANCANG BANGUN WEB SERVER UNTUK PEMANTAUAN KUALITAS AIR PADA BUDIDAYA IKAN BERBASIS INTERNET OF THINGS

¹Husna Gemasih, ²Erika Fahmi Ginting
(^{1,2}Politeknik Negeri Lhokseumawe)
*Korespondensi: gemasihhusna@gmail.com

Abstrak

Budidaya ikan merupakan kegiatan penting yang dilakukan oleh banyak pembudidaya untuk memelihara berbagai jenis ikan seperti ikan nila, ikan mas, ikan koi, dan bawal. Intensifikasi budidaya ikan membawa manfaat besar, memungkinkan petani memelihara ikan dalam jumlah besar dengan pakan berkualitas tinggi. Kualitas air mempengaruhi tingkat keberhasilan budidaya ikan, dan pemantauan secara rutin diperlukan untuk menjaga kelangsungan hidup ikan. Parameter kualitas air seperti suhu, kekeruhan, pH, kadar oksigen terlarut, dan amoniak harus dijaga dalam rentang yang tepat untuk mendukung kehidupan akuatik yang sehat. Namun, pengendalian kualitas air masih dilakukan secara manual di kolam budidaya, yang tidak efisien dan memakan banyak tenaga manusia, biaya, dan waktu.

Oleh karena itu, dalam skripsi ini, penulis menciptakan alat monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) yang menggunakan sensor suhu dan pH yang terhubung dengan NodeMCU ESP8266 untuk menyajikan data secara nirkabel di website, serta menyimpan data dalam database MySQL. Alat ini bertujuan untuk memberikan pemantauan yang efektif dan efisien terhadap kualitas air dalam budidaya ikan.

Hasil penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan sistem pemantauan kualitas air dalam budidaya ikan, dengan menggabungkan teknologi IoT untuk memantau suhu dan pH air secara real-time. Dengan alat monitoring ini, para pembudidaya ikan dapat lebih mudah menjaga kualitas air tambak mereka, sehingga mendukung keberhasilan dan keberlanjutan budidaya ikan.

Keywords : *IoT; Website; Monitoring; NodeMCU ESP8266; Kualitas Air*

1. PENDAHULUAN

Budidaya ikan merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan oleh para pembudidaya ikan. Jenis ikan yang umumnya dipelihara adalah ikan nila (*Oreochromis niloticus*), ikan mas (*Cyprinus carpio L*), ikan koi (*Cyprinus carpio Koi*), dan bawal (*Pampus argenteus*). Peternakan ikan air tawar ini sudah berkembang dan banyak yang bekerja keras untuk itu. Intensifikasi budidaya ikan membawa manfaat besar bagi petani, karena penggunaan pakan berkualitas tinggi memungkinkan mereka untuk memelihara ikan dalam jumlah besar dalam wadah yang tumbuh relatif cepat. Perkembangan budidaya ikan menunjukkan bahwa masyarakat semakin tertarik untuk mengkonsumsi ikan. Hal ini merupakan peluang sekaligus tantangan bagi petani untuk memenuhi kebutuhan Masyarakat.

Air merupakan komponen penting dalam budidaya karena ikan dan hewan air lainnya hidup, tumbuh dan berkembang di dalam air. Cara umum untuk memantau kualitas air di akuakultur adalah dengan mengganti air secara teratur. Dengan cara ini, air tambak terus berubah dan kualitasnya tetap terjaga serta memenuhi kebutuhan hidup ikan.

Menjaga kualitas air bisa menjadi masalah ketika pemilik tambak sangat sibuk dan tidak bisa mengecek kebersihan tambak mereka secara rutin. 99% penyakit ikan disebabkan oleh kualitas air yang buruk, sehingga kualitas air sangat penting untuk menjaga kelangsungan hidup ikan. Kualitas air tambak sangat rentan terhadap beberapa faktor dan perlu dilakukan pemantauan secara berkala. Banyak faktor yang memiliki dampak signifikan terhadap kualitas air di tambak. Pengaruh faktor alam adalah bahwa ketika hujan dengan curah hujan yang cukup besar, kotoran menumpuk di atas ikan dan sisa-sisa makanan ikan.

1. TEORI

1.1. Monitoring

Monitoring merupakan proses pengumpulan data secara teratur dan mengukur kemajuan terhadap tujuan program. Memantau perubahan yang berfokus pada proses dan hasil. Pemantauan memberikan informasi tentang status dan tren, dan pengukuran dan evaluasi diulang dari waktu ke waktu. Pemantauan biasanya dilakukan untuk tujuan tertentu, memeriksa proses objek atau melaporkan status atau kemajuannya menuju tujuan manajemen. Evaluasi hasil untuk dampak. Langkah-langkah untuk mempertahankan kontrol yang berkelanjutan.

Secara umum *monitoring* bertujuan mendapatkan umpan balik bagi kebutuhan program proses pembelajaran yang sedang berjalan, dengan mengetahui kebutuhan ini pelaksanaan program akan segera mempersiapkan kebutuhan dalam pembelajaran tersebut. Kebutuhan bias berupa biaya, waktu, personel, dan alat. Pelaksanaan program akan mengetahui berapa biaya yang dibutuhkan, berapa lama waktu yang tersedia untuk kegiatan tersebut. Dengan demikian akan diketahui pula berapa jumlah tenaga yang

dibutuhkan, serta alat apa saja yang harus disediakan untuk melaksanakan program tersebut.

1.2. Internet Of Things

Internet of Things (IoT) merupakan evolusi komunikasi jaringan dari objek yang saling berhubungan, yang terhubung melalui komunikasi Internet dan dapat bertukar data dan mengubahnya menjadi informasi. Cayenne adalah platform IoT (*Internet of Things*) yang juga berfungsi sebagai server tempat Anda dapat menyimpan proyek yang Anda buat. Cayenne mendukung berbagai jenis mikrokontroler dan memiliki dukungan yang kuat. Terlepas dari manfaat tersebut, Cayenne memiliki fitur yang membuatnya lebih *user-friendly*. Dengan kata lain, adanya aplikasi berbasis *smartphone* dengan OS Android, iOS dan *Windows Phone* memudahkan untuk membuat berbagai jenis perangkat elektronik dari jarak jauh.

Internet of Things (IoT) memiliki potensi besar untuk mengubah berbagai industri dan kehidupan sehari-hari. Dengan memungkinkan objek-objek fisik terhubung dan berkomunikasi, IoT dapat meningkatkan efisiensi, meningkatkan pengambilan keputusan, meningkatkan kualitas hidup, dan membuka peluang baru untuk inovasi. Namun, ada tantangan yang perlu diatasi, termasuk masalah keamanan, privasi, interoperabilitas, dan skalabilitas sistem.

1.3. NodeMcu ESP8266

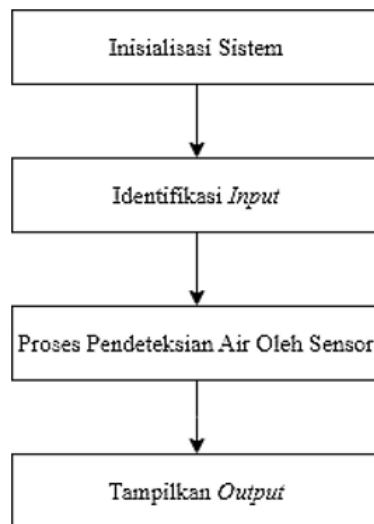
NodeMCU ESP8266 merupakan *firmware* sumber terbuka dan kit pengembangan yang membantu Anda mengembangkan sistem aplikasi berbasis *IoT*. NodeMCU ESP8266 dirancang untuk memudahkan penggunaan antarmuka pemrograman aplikasi (API) tingkat lanjut untuk perangkat keras IO. API membantu mengurangi waktu yang diperlukan untuk mengonfigurasi dan memanipulasi perangkat keras.

NodeMCU ESP8266 memiliki keunggulan untuk koneksi jaringan wifi antara mikrokontroler itu sendiri dan jaringan wifi. NodeMCU ESP8266 didasarkan pada bahasa pemrograman Lua, tetapi Anda juga dapat menggunakan Arduino IDE untuk pemrograman.

2. METODOLOGI

2.1. Tahapan Sistem

Berikut merupakan tahapan sistem pada rancang bangun web server untuk pemantauan budidaya ikan berbasis *internet of things*.



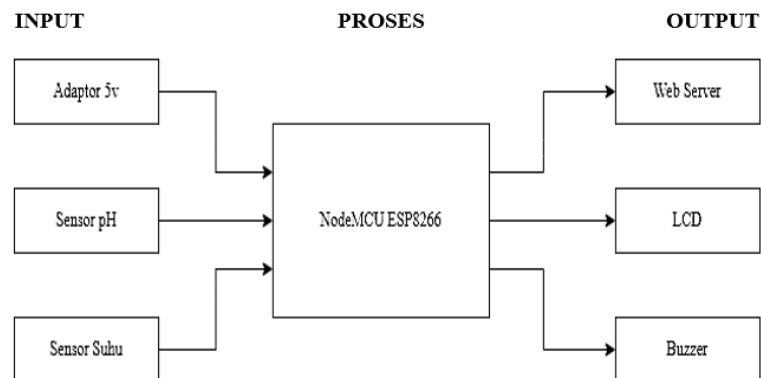
Gambar 1. Tahapan Sistem

Berdasarkan Gambar. 1 menjalankan sistem memiliki beberapa langkah utama, yaitu :

1. Inisialisasi Sistem
Inisialisasi sistem merupakan langkah awal untuk menghubungkan *power supply* untuk sumber daya komponen-komponen utama.
2. Identifikasi *Input*
Sistem yang sudah aktif perlu dimasukkan untuk menentukan pengaturan. Masukan tersebut berasal dari sensor pH dan DS18B20 yang menentukan tingkat kualitas air pada kolam pembudidaya ikan.
3. Proses Pendeteksian Air Oleh Sensor
Proses dimana sistem kontrol yang dikonfigurasi mendeteksi air atau data *input* setelah sistem dimulai. Data *input* sensor pH dan DS18B20 secara otomatis dikirim ke sistem kontrol NodeMCU ESP8266 untuk diproses dengan batasan suhu 23 – 32 derajat Celcius dan pH air 6,5 – 8,5.
4. Tampilkan *Output*
Setelah proses pengolahan data maka hasil akan tampil di LCD dan *website* secara *realtime*. Jika nilai sensor pH di bawah sama dengan 6,5 atau di atas sama dengan 8,5, dan jika nilai suhu di bawah sama dengan 23 derajat Celsius atau di atas sama dengan 32 derajat Celsius. Jika kedua kondisi terpenuhi, aktifkan *buzzer* dan tampilkan pesan "Warning!" pada halaman *website*. Jika tidak ada kondisi yang terpenuhi, matikan *buzzer* dan tampilkan pesan "Normal" pada halaman *website*.

2.2. Arsitektur Sistem

Komponen *input* yang digunakan ada 3 yaitu sensor pH, sensor suhu dan adaptor 5V sedangkan proses yang digunakan yaitu NodeMCU ESP8266 dan *output* yang digunakan dalam penelitian ini ada 3 jenis yaitu LCD, *buzzer* dan *website*.



Gambar 2. Diagram Blok

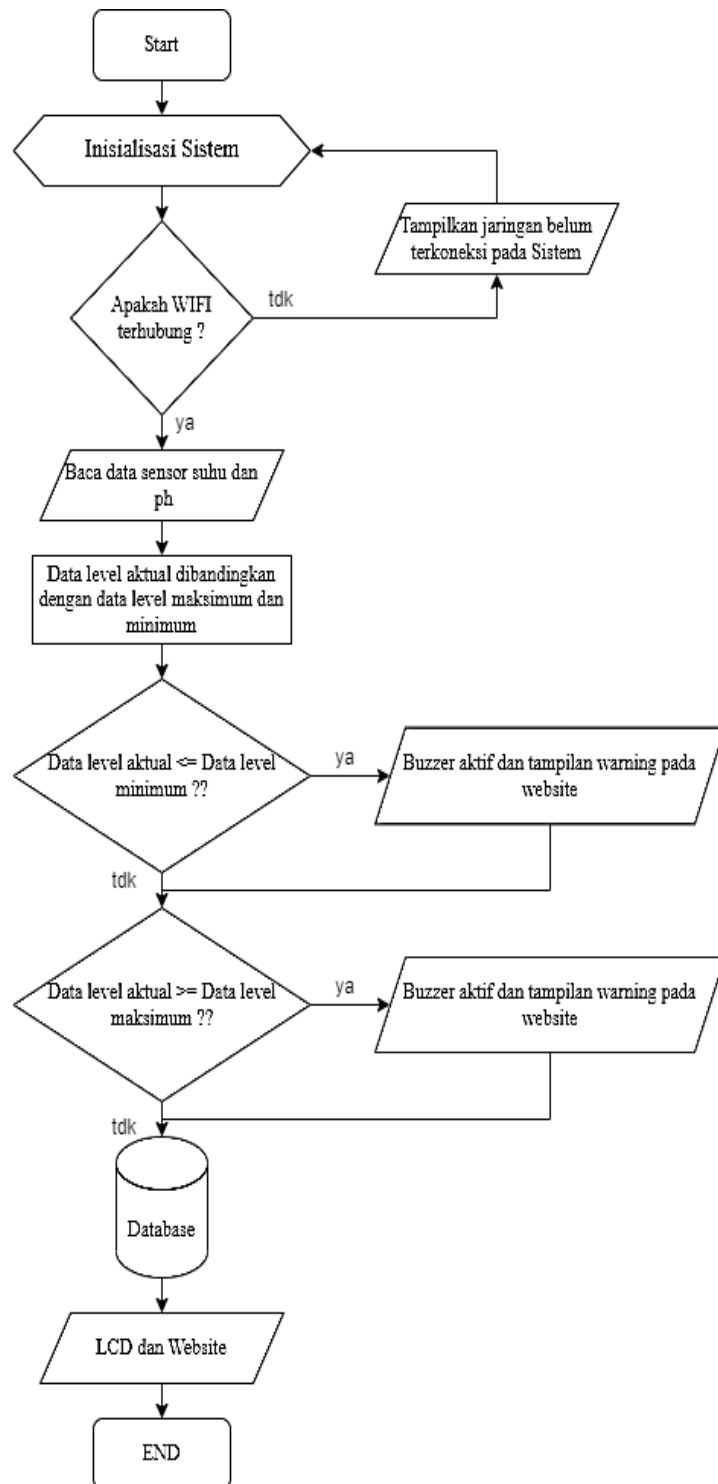
Perancangan ini mengambil *input* dari sensor (sensor pH dan sensor suhu) dan *output* berupa LCD, *buzzer* dan *website*. Tegangan yang digunakan dalam sistem adalah 5 volt. Berikut merupakan penjelasan setiap fungsi diagram blok yaitu :

1. Adaptor 5v sebagai sumber daya untuk NodeMCU ESP8266.
2. Sensor pH berfungsi untuk menentukan derajat keasaman atau kebasaan dari suatu larutan.
3. Sensor DS18B20 berfungsi sebagai pengukur temperatur atau suhu yang dapat dihubungkan dengan NodeMCU ESP8266.
4. NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler yang juga terkoneksi internet (wifi).
5. *Database* sebagai pengolahan data dan menyimpan data.
6. *Website* untuk menampilkan *output* data *monitoring* secara *wireless*.
7. LCD 16x2 sebagai penampilan data *monitoring*.
8. *Buzzer* sebagai komponen yang menghasilkan *output* berupa bunyi beep.
9. Kegunaan *buzzer* yaitu sebagai alarm dan indikator suara.

2.3. Flowchart Sistem

Flowchart atau diagram alir bekerja berdasarkan program yang dibuat dimana aliran program dimulai dengan menetapkan parameter *input-output* dan komponen yaitu inisialisasi dan nilai awal. Dilanjutkan dengan membaca masukan dari sensor-sensor. Data tegangan sensor diubah menjadi data digital oleh mikrokontroler dan kemudian dikalibrasi menjadi nilai sebenarnya dari masing-masing sensor. Data tersebut kemudian ditampilkan sebagai *output* pada layar LCD dan *website*. Proses pengukuran berulang

sampai dihentikan oleh pengguna. Bagan alir sistem kerja yang diterapkan dalam penelitian ini dijelaskan di bawah ini.



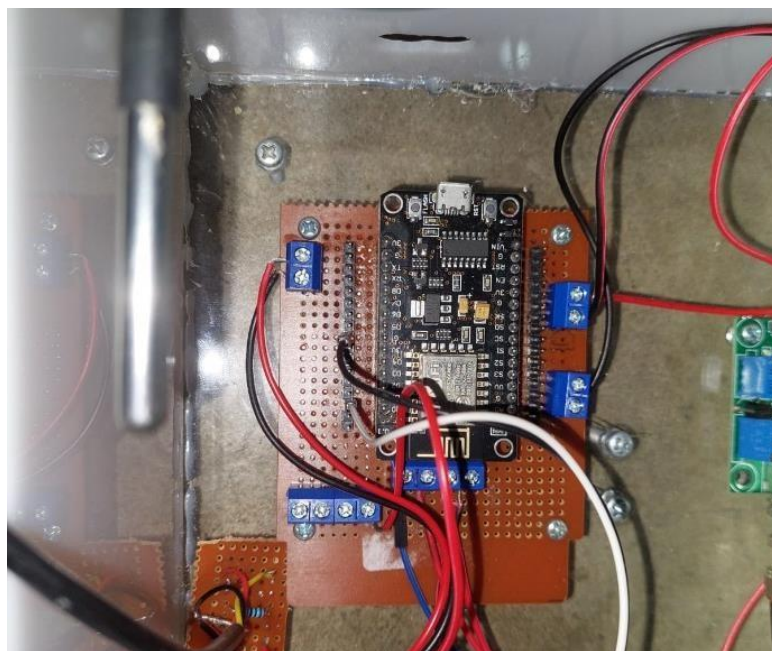
Gambar 3. Flowchart Sistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Sistem

3.1.1. Rangkaian Sensor DS18B20

Sensor Suhu DS18B20 merupakan sensor suhu digital yang menggunakan metode komunikasi *one wire*, hanya membutuhkan satu pin untuk jalur data. Pada rangkaian Sensor DS18B20, sensor ini digunakan untuk membaca nilai suhu air. Sensor tersebut dihubungkan pada pin data D4, serta pin positif dan ground pada NodeMCU ESP8266. Perlu dicatat bahwa jalur data D4 dan jalur data ground juga terhubung melalui resistor. Untuk melihat gambar dengan lebih rinci dapat dilihat pada gambar berikut ini:

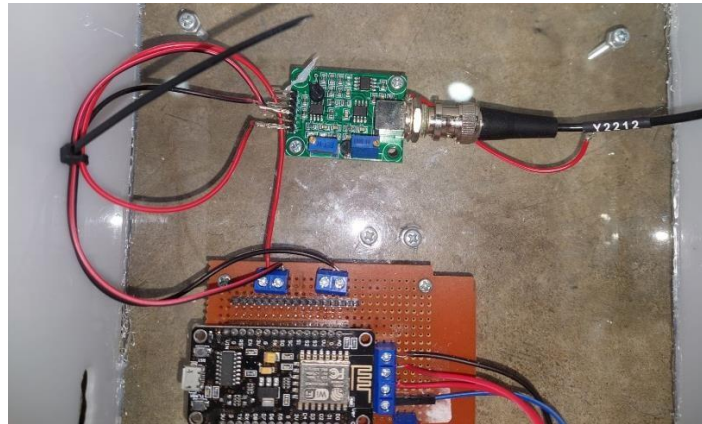


Gambar 4. Rangkaian Sensor DS18B20

3.1.2. Rangkaian Sensor Ph

Sebuah pH meter terdiri dari *probe* (elektroda) yang terhubung dengan modul 4502c. Modul tersebut digunakan untuk mengukur perbedaan potensial listrik antara elektroda referensi dan elektroda pengukur yang terkena larutan. Dengan mengamati perubahan potensial tersebut, nilai pH dapat ditentukan. Penting untuk melakukan kalibrasi secara teratur pada sensor pH menggunakan larutan standar pH agar pengukuran tetap akurat.

Dalam rangkaian ini, pin p0 pada sensor dihubungkan ke pin a0 pada NodeMCU ESP8266. Selain itu, pin d0 dan u+ pada sensor terhubung ke pin *ground* dan vcc 3,3v pada NodeMCU ESP8266. Untuk melihat gambar dengan lebih rinci dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 5. Rangkaian Sensor Ph

3.1.3. Rangkaian LCD



Gambar 6. Rangkaian LCD

Rangkaian PIN LCD 16x2 I2C ke NodeMCU ESP8266 merupakan merupakan rangkaian penting untuk menampilkan data yang ada di alat.



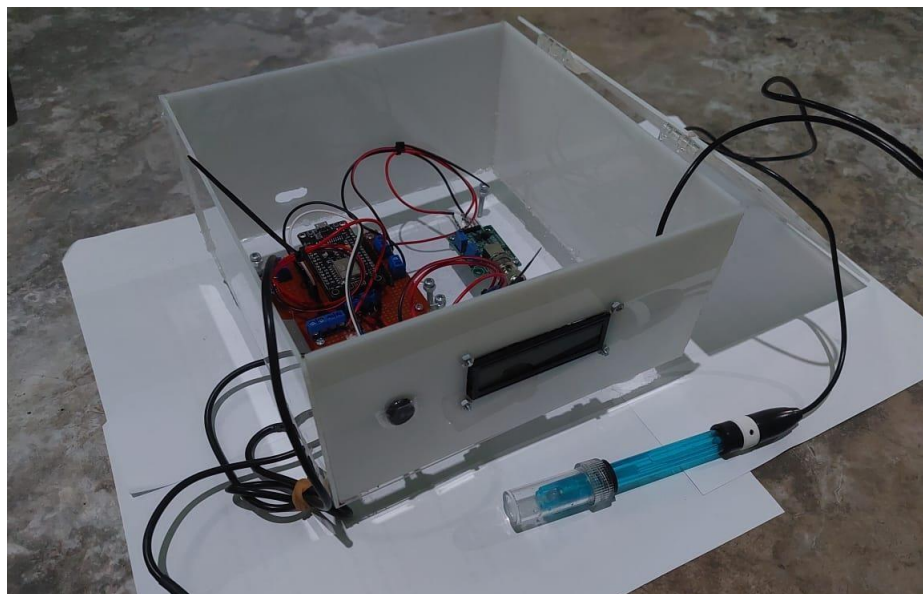
Gambar 7. Rangkaian *Buzzer*

3.1.4. Rangkaian *Buzzer*

Rangkaian ini terdiri dari sebuah *buzzer* yang memiliki dua pin, yaitu pin positif dan negatif. Pin positif *buzzer* terhubung ke pin GPIO 4 pada perangkat elektronik, sedangkan pin negatif *buzzer* terhubung ke *ground* (gnd).

Buzzer akan menghasilkan bunyi atau bergetar tergantung pada sinyal yang diberikan melalui pin GPIO 4. Ketika sinyal pada pin GPIO 4 berada dalam kondisi tertentu, *buzzer* akan menyala, menghasilkan bunyi atau bergetar. Ketika sinyal pada pin GPIO 4 berubah atau tidak aktif, *buzzer* akan mati. Berikut adalah rangkaiannya

3.1.5. Rangkaian Keseluruhan



Gambar 8. Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian ini dirancang dengan mempertimbangkan hubungan antara semua komponen, baik *input*, *output*, maupun prosesnya. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa setiap komponen dapat menjalankan tugasnya dengan baik dan saling bekerja sama secara efektif. Penggunaan pin pada rangkaian ini telah diatur sedemikian rupa sehingga sistem dapat diprogram dengan mudah.

Selain itu, rangkaian ini juga memperhitungkan kemampuan sistem dalam memproses data yang diperoleh dari *input*, sehingga sistem dapat berfungsi dengan baik dan memberikan *output* yang diharapkan. Rancangan rangkaian ini telah dirancang dan akan diimplementasikan dalam sistem untuk memastikan bahwa semua komponen terhubung dengan benar dan dapat bekerja bersama-sama untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

3.2. Pengujian Sistem

3.2.1. Pengujian Kualitas Air pada LCD

Setelah selesai merancang sistem, dilakukan pengujian terhadap sensor pH dan suhu pada air untuk memastikan bahwa sensor bekerja dengan baik dan akurat dalam mendeteksi tingkat pH dan suhu pada air. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa sensor dan melihat sejauh mana ketepatan sensor dalam mengukur tingkat pH dan suhu pada air. Berikut beberapa pengujian yang dilakukan.

1. Pengujian Pada Air Nilai Ph 4 dan Suhu 32⁰C

Pada pengujian dilakukan dengan mencelupkan sensor ph kedalam air dapat di lihat pada gambar di bawah:



Gambar 9. Pengujian Alat dengan Nilai Ph 4 dan Suhu 32⁰C

2. Pengujian Pada Air Nilai Ph 7.5 dan Suhu 33⁰C

Pada pengujian dilakukan dengan mencelupkan sensor ph kedalam air dapat di lihat pada gambar di bawah:

3. Pengujian Pada Air Nilai Ph 9,5 dan Suhu 30⁰C

Pada pengujian dilakukan dengan mencelupkan sensor ph kedalam air dapat di lihat pada gambar di bawah:



Gambar 10. Pengujian Alat dengan Nilai Ph 7.5 dan Suhu 33⁰C



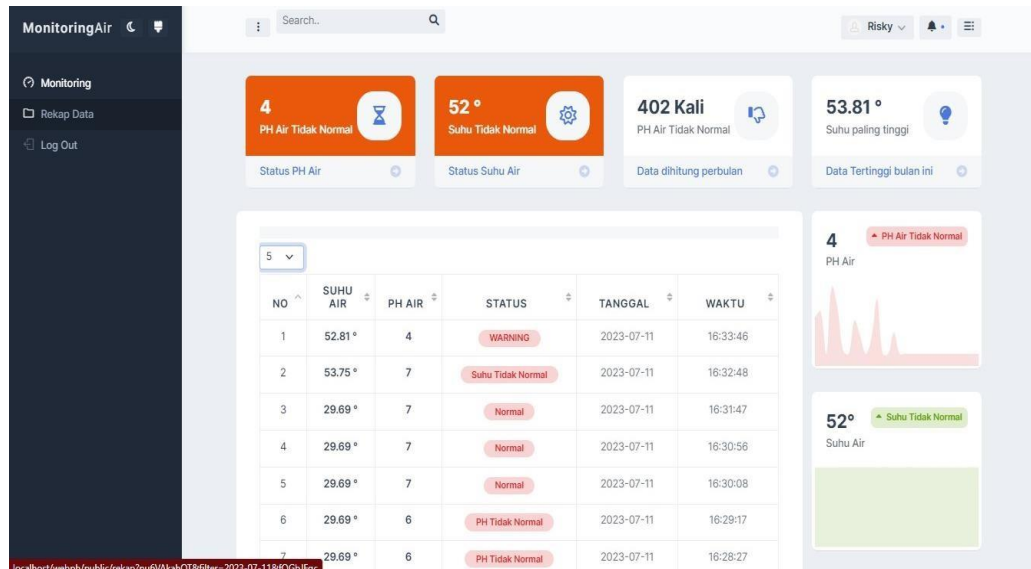
Gambar 11. Pengujian dengan Alat Nilai Ph 9,5 dan Suhu 30⁰C

3.2.2. Pengujian pada Website

The image shows a login page with a light gray background. At the top center is a blue circular logo with a white diagonal line. Below the logo is a white login form. The form contains two input fields: 'Email' and 'Password'. Below the 'Password' field is a checkbox labeled 'Remember me'. At the bottom of the form, there is a link that says 'Forgot your password?' and a dark blue button with the text 'LOG IN' in white capital letters.

Gambar 12. Halaman Login

Sebelum masuk ke halaman *monitoring* pada *website* pengguna harus *login* terlebih dahulu untuk *system* keamanan. Sistem keamanan ini digunakan agar hanya pengguna tertentu yang mendapatkan akses untuk pengolahan data pada *monitoring* kualitas air.



Gambar 13. Monitoring Kualitas Air Kolam Ikan

Di halaman *monitoring* terdapat data suhu air, pH air, status air, dan hitungan status air yang tidak normal yang telah disimpan pada hari ini. Halaman pemantauan ini bekerja secara *real-time* untuk memberikan nilai yang terkini. Selain itu, sistem ini juga memberikan rekapitulasi hasil status kualitas air setiap harinya, seperti yang terlihat pada gambar berikut.

NO	SUHU AIR	PH AIR	STATUS	TANGGAL	WAKTU	AKSI
11	32°	6	PH Tidak Normal	2023-07-17	18:56:29	
12	31.94°	6	PH Tidak Normal	2023-07-17	18:56:32	
13	31.94°	6	PH Tidak Normal	2023-07-17	18:56:34	
14	32°	6	PH Tidak Normal	2023-07-17	18:56:37	
15	32°	6	PH Tidak Normal	2023-07-17	18:56:39	
16	31.94°	6	PH Tidak Normal	2023-07-17	18:56:41	
17	31.94°	5	PH Tidak Normal	2023-07-17	18:56:44	
18	32°	5	PH Tidak Normal	2023-07-17	18:56:47	
19	32°	8	Normal	2023-07-17	18:56:50	
20	31.94°	8	Normal	2023-07-17	18:56:52	

Gambar 14. Halaman Rekapitulasi Kualitas Air Kolam Ikan

Di halaman ini, Anda dapat mengatur data sesuai dengan tanggal dan bulan yang Anda

pilih. Anda memiliki kemampuan untuk memperbarui dan menghapus data, mencetaknya, mengeksportnya dalam format Excel atau PDF, serta melakukan pencarian untuk mempermudah proses menemukan data.

Pengujian Pada Buzzer

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *buzzer* berfungsi dengan baik, berikut adalah tabel pengujian *buzzer*.

Tabel 1. Pengujian *Buzzer*

No.	Ph	Suhu	Kondisi Buzzer
1.	7	30	Mati
2.	6.3	30	Menyala
3.	7.5	23	Menyala
4.	8	31	Mati

4.2.3. Pengujian Sensor Ph

Air dengan ph yang sudah ditentukan dapat dilihat pengujian sensor ph menunjukkan sensor berfungsi dengan baik. Berikut merupakan rumus dari kalibrasi sensor ph.

$$Voltage = Input * (Tegangan / 1023.0) \quad PH_step = (PH4 - PH7) / Tegangan$$

$$Hasil = 7.00 + ((PH7 - Voltage) / PH_step)$$

Tabel pengujian dapat dilihat dari tabel di bawah ini:

Tabel 2. Pengujian Sensor Ph

No.	Kondisi Ph Air	Tegangan Sensor Ph
1.	4	3.3
2.	7	2.9

4.2.4. Pengujian Sensor Suhu

Air dengan suhu panas dan dingin pengujian sensor suhu menunjukkan sensor berfungsi dengan baik. Tabel pengujian dapat dilihat dari tabel di bawah ini:

Tabel 3. Pengujian Sensor Suhu

No.	Kondisi Suhu Air	Sensor Suhu
1.	Panas	≥ 32 Derajat
2.	Dingin	≤ 27 Derajat

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.2. Kesimpulan

Sistem *monitoring* kualitas air ini dirancang dengan memanfaatkan sensor suhu DS18B20 dan sensor Ph dengan modul 4502C sebagai *input* untuk menganalisa kualitas air pada kolam budidaya ikan. Selain itu juga diperlukan perangkat-perangkat lain dengan fungsinya masing-masing sehingga dapat melakukan *monitoring* secara nirkabel. Agar pemantauannya dapat dilihat setiap saat dengan *website* maka sistem NodeMCU ESP 8266 dan laptop untuk *memonitoring* kualitas airnya harus tetap saling terkoneksi, keduanya harus sama terhubung ke wifi yang sama. Sehingga sistem *monitoring* dapat mengirimkan data nilai sensor secara *realtime*. Implementasi sistem *monitoring* kualitas air menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pemrosesan data. Sensor pH dan suhu digunakan sebagai *input* untuk mengukur kualitas air, sedangkan web, LCD, dan *buzzer* berfungsi sebagai *output* untuk menampilkan hasil *monitoring*. Dengan demikian, sistem ini memberikan kemudahan bagi para pembudidaya ikan karena mereka tidak perlu secara langsung dan manual memeriksa kualitas air di kolam setiap hari.

5.3. Saran

Beberapa saran yang dapat diuraikan dari hasil penelitian ini untuk hasil yang lebih lengkap pada penelitian selanjutnya; diharapkan dapat merancang sistem yang dapat digunakan secara langsung, dapat membuat sistem kendali dengan menambahkan alat yang berupa mengganti air secara otomatis dan perlu memperhatikan kelemahan-kelemahan yang ada dan melakukan peningkatan pada akurasi sensor serta pengembangan fitur-fitur tambahan untuk meningkatkan penggunaan dan fungsionalitas sistem dalam memantau kualitas air pada budidaya ikan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- B. A. Prasetyo, "Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu Dan Salinitas Air Tambak Bandeng Berbasis Arduino Uno Dan nRF24L01," Teknik Elektronika Thesis, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, 2021.
- E. D. Agustiniingsih, "Perancangan Perangkat Monitoring Kualitas Air Pada Kolam Budidaya Berbasis Web Localhost," *J. Umr.*, pp. 1–15, 2016.

- K. Indartono, B. A. Kusuma, and A. P. Putra, "Perancangan Sistem Pemantau Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Air Tawar," *J. Inf. Syst. Manag.*, vol. 1, no. 2, pp. 11–17, 2020, doi: 10.24076/joism.2020v1i2.23.
- M. Nurdiansyah, "Sistem Kendali Rotasi Matahari Pada Panel Surya Berbasis Arduino Uno," *JTIKOM*, Vol. 1, No. 2, Desember 2020, pp. 40-45.
- N. I. Putri, "Sistem Monitoring Dan Pengendalian Jarak Jauh Tingkat Keasaman Dan Salinitas Kolam Ikan Koi," Teknik Elektro Thesis, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Shanata Dharma, Yogyakarta, 2020.
- R. Mardiaty, F. Ashadi, G. F. Sugihara, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Peringatan Jarak Aman pada Kendaraan Roda Empat Berbasis Mikrokontroler ATMEGA32," *TELKA*, Vol.2, No.1, Mei 2016, pp. 53-61.
- R. Rosaly and A. Prasetyo, "Pengertian Flowchart Beserta Fungsi dan Simbol-simbol Flowchart yang Paling Umum Digunakan,"
- T. Sutikno, et al, "Internet of things-based photovoltaics parameter monitoring system using NodeMCU ESP8266," *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, Vol. 11, No. 6, December 2021, pp. 5578~5587.
- U. N. Manurung and D. Susantie, "Identifikasi bakteri patogen pada ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di lokasi budidaya ikan air tawar Kabupaten Kepulauan Sangihe," *e-Journal Budid. Perair.*, vol. 5, no. 3, pp. 186–193, 2017, doi: 10.35800/bdp.5.3.2017.17609.
- V. Pradana, H. L. Wiharto, "Rancang Bangun Smart Locker Menggunakan Rfid Berbasis Arduino Uno," *Jurnal EL Sains*, Vol. 2, No. 1, Juli 2020, pp.55-61.