

Rancang Bangun Web Server Untuk Pemantauan Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Berbasis Iot

Rizky Anugrah Septiawan¹, Jaka Prayudha², Erika Fahmi Ginting³

¹ Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

^{2,3} Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: ¹rizkyseptiawan330@gmail.com, ²jakaprayudha3@gmail.com, ³erikafg04@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: rizkyseptiawan330@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. Kualitas air mempengaruhi tingkat keberhasilan budidaya ikan, dan pemantauan secara rutin diperlukan untuk menjaga kelangsungan hidup ikan. Parameter kualitas air seperti suhu dan pH 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*.

Kata kunci: Monitoring, NodeMCU ESP8266, IoT, Kualitas Air

Abstract

Fish farming is an essential activity carried out by many farmers to cultivate various types of fish such as tilapia, carp, koi, and catfish. Water quality directly influences the success of fish farming, and regular monitoring is necessary to ensure the survival of the fish. Water quality parameters such as temperature and pH must be maintained within appropriate ranges to support a healthy aquatic environment. However, water quality control is still manual in fish ponds, which is inefficient and consumes significant human effort, cost, and time. Therefore, in this thesis, the author creates an Internet of Things (IoT)-based water quality monitoring device using temperature and pH sensors connected to the NodeMCU ESP8266 to present data wirelessly on a website and store it in a MySQL database. The device aims to provide effective and efficient monitoring of water quality in fish farming. The findings of this research contribute significantly to the development of water quality monitoring systems in fish farming by integrating IoT technology to monitor temperature and pH levels in real-time.

Keyword: Monitoring, NodeMCU ESP8266, IoT, Water Quality

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*). Perkembangan budidaya ikan menunjukkan bahwa masyarakat semakin tertarik untuk mengonsumsi ikan. Hal ini merupakan peluang sekaligus tantangan bagi petani untuk memenuhi kebutuhan masyarakat [1].

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 [2].

Menjaga kualitas air bisa menjadi masalah ketika pemilik tambak sangat sibuk dan tidak bisa mengecek kebersihan tambak mereka secara rutin. Kualitas air tambak sangat rentan terhadap beberapa faktor dan perlu dilakukan pemantauan secara berkala. Pengaruh faktor alam adalah bahwa ketika hujan dengan curah hujan yang cukup besar, kotoran menumpuk di atas ikan dan sisa-sisa makanan ikan [3].

Ada beberapa parameter kualitas yang baik untuk ikan yaitu suhu air yang merupakan faktor abiotik penting bagi kehidupan dan kehidupan akuatik adalah berkisar 23⁰-32⁰ Celcius dan suhu air berperan penting dalam laju metabolisme. Ph merupakan ukuran keasaman dan alkalinitas sampel cairan, dan nilai pH lainnya dinilai dari 0 hingga 14. Sebagian besar air keran memiliki pH antara 7,0-8,2 tetapi ada pH di bawah 6,5 atau di atas 9,5. Secara umum air dengan pH tinggi memiliki konsentrasi alkali karbonat yang tinggi dan pH yang normal bagi kehidupan biota air yaitu berkisar 6,5-8,5 [4].

Kendala dalam budidaya ikan adalah pengendalian kualitas air masih dilakukan secara langsung di kolam budidaya. Hal ini dinilai kurang efektif karena masih membutuhkan tenaga manusia, biaya, waktu untuk melakukan prosedur dan tidak efisien. Mengingat pentingnya kualitas air, yang mempengaruhi keberhasilan budidaya, dan pentingnya pemantauan atau pengawasan terus menerus, maka dikembangkan sistem *monitoring* kualitas air yang terdiri dari suhu dan pH air berbasis *internet of things* secara *realtime* melalui *website*.

Alat ini terdiri dari sensor DS18B20 dan pH meter 4502C direndam dalam cairan atau larutan menghasilkan sinyal tegangan analog yang kemudian dikelola oleh NodeMCU ESP8266 sesuai dengan program yang dibuat dan hasilnya ditampilkan di layar LCD dan *website* secara nirkabel dan data disimpan dalam *database* MySQL.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian atau kerangka kerja dari penelitian yang telah dilakukan sesuai pada gambar 1 adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Kerja

Berdasarkan kerangka kerja yang ada diatas, maka dapat diuraikan pembahasan tentang masing-masing bagian dari kerangka kerja yaitu sebagai berikut :

- Identifikasi Masalah**
Identifikasi masalah dalam penulisan peneliian ini adalah bagaimana merancang web server untuk pemantauan budidaya ikan berbasis *internet of things* baik *hardware* ataupun *software*. Masalah yang terkait kemungkinan pembudidaya ikan berpergian jauh dan tidak dapat melihat pemantauan air dan bisa mengakibatkan kenaikan keasaman dan suhu air sehingga mengakibatkan ikan mati atau terserang penyakit.
- Analisis Sistem**
Setelah mengidentifikasi masalah, langkah selanjutnya adalah menganalisis sistem yang terjadi pada pemantauan kolam ikan berbasis *internet of things* yang dirancang. Dan berdasarkan analisis dapat menentukan fungsi-fungsi sensor *input* dan *output* serta sistem kerja dari alat berjalan dengan baik.
- Menentukan Tujuan**
Menentukan tujuan yang ingin dicapai ketika memecahkan masalah dalam sistem yang dirancang. Beberapa tujuan yang ingin dicapai adalah perancangan sistem yang terkait perancangan web server untuk pemantauan kolam ikan berbasis *internet of things* dan penerapan teknik yang tepat untuk menyesuaikan keakuratan kualitas air pada kolam. Dalam hal ini yang dilakukan adalah penambahan data kedalam *database*.
- Mempelajari Literatur**
Literatur yang digunakan adalah pengumpulan data dengan melalui artikel dan jurnal penelitian yang dapat dijadikan acuan berkaitan dengan penelitian untuk mengembangkan web server, NodeMCU ESP8266, sensor pH dan sensor DS18B20.
- Mengumpulkan Data**
Mengumpulkan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan penelitian. Pengumpulan data mencakup informasi dari pengamatan langsung di beberapa lokasi di kolam pembudidaya ikan.
- Menentukan Desain Sistem**

Dalam proses mendesain sistem menggunakan beberapa aplikasi seperti Arduino IDE dan Google SketchUp. Selain itu, juga menyertakan aplikasi Proteus yang digunakan untuk merancang dan menguji program dengan rangkaian yang sesuai untuk perangkat keras sistem yang akan di rancang.

g. Pengujian Sistem

Pada pengujian sistem menggunakan *software* Arduino IDE sebagai program yang akan diunggah ke NodeMCU ESP8266 dan kemudian di *compile*. Ketika alat di konfigurasi dan terhubung ke sensor pH dan DS18B20 sebagai *input* untuk data tingkat kualitas air, hasil kualitas air yang diukur ditampilkan pada LCD, dan *website* sebagai media *monitoring*.

h. Analisis Hasil

Menganalisa hasil dilakukan agar hasil dari pengujian dapat disempurnakan apabila kerja sistem belum ada yang sesuai dan sesuai dengan yang diharapkan. Menentukan tingkat keakuratan kualitas air adalah tujuan adalah tujuan dalam menganalisis hasil yang ditentukan.

i. Kesimpulan

Pada tahap ini, kesimpulan diambil dari semua data yang diperoleh sebagai hasil penelitian. Penarikan kesimpulan atau verifikasi adalah usaha untuk mengetahui atau memahami sesuatu pengertian/pengertian, keteraturan, pola, penjelasan dan saran.

2.2 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. Dengan memungkinkan objek-objek fisik terhubung dan berkomunikasi, IoT dapat meningkatkan efisiensi, meningkatkan pengambilan keputusan, meningkatkan kualitas hidup, dan membuka peluang baru untuk inovasi [5].

2.3 Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 merupakan sensor suhu tahan air yang mengeluarkan pulsa digital, bukan keluaran tegangan. Jalur konfigurasi sensor ini hanya melintasi *wire* bus dengan hanya satu jalur data yang diperlukan untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler [6]. Menurut informasi di *datasheet*, sensor ini memiliki rentang pengukuran suhu 55 derajat Celcius hingga +125 derajat Celcius dengan akurasi sekitar 0,5 derajat celcius dari 10 derajat celcius hingga +85 derajat celcius [7].

2.4 Sensor PH 4502C

Sebuah pH meter terdiri dari elektroda (*probe*) yang terhubung ke perangkat elektronik yang mengukur dan menampilkan pH. Prinsip kerja utama pH meter adalah ditempatkan pada *probe* sensor berupa elektroda gelas dengan mengukur jumlah ion H_3O^+ dalam larutan [8].

2.5 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan *firmware* sumber terbuka dan kit pengembangan yang membantu Anda mengembangkan sistem aplikasi berbasis *IoT* [9]. NodeMCU ESP8266 memiliki keunggulan untuk koneksi jaringan wifi antara mikrokontroler itu sendiri dan jaringan wifi [10].

2.6 Buzzer

Catu daya berfungsi untuk memberikan *supply* listrik ke seluruh modul- modul *hardware* yang membutuhkannya, pada perancangan alat ini penulis menggunakan aki yang menghasilkan tegangan sebesar 12 *volt* untuk menyalakan *Mikrokontroler* dan sensor ultrasonik. Catu daya sederhana yang baik pada umumnya dibangun dengan komponen-komponen penyearah arus listrik, filter, dan *voltage regulator* [11].

2.7 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai tampilan utamanya. LCD digunakan di berbagai bidang, termasuk perangkat elektronik seperti televisi, kalkulator, dan layar komputer. LCD yang digunakan penulis memiliki lebar tampilan dengan 2 baris dan 16 kolom dan biasa disebut sebagai LCD karakter 2x16 [12].

2.8 Apache

Apache merupakan web server berbasis Unix. Apache awalnya dikembangkan berdasarkan kode NCSA HTTPD 1.3. Apache memiliki serangkaian fitur yang sangat lengkap, termasuk kinerja tinggi, fungsionalitas, efisiensi, dan kecepatan. Apache juga merupakan web server berbasis *open source* [13].

2.9 MySQL

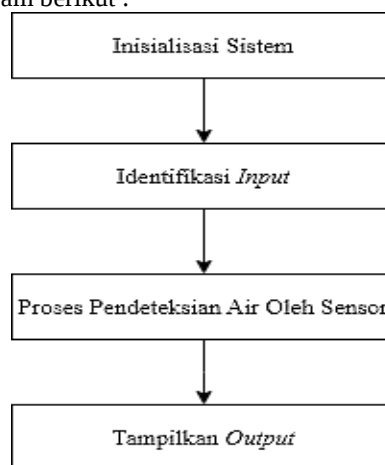
SQL (*Structured Query Language*) merupakan bahasa scripting untuk bekerja dengan *database*. SQL yang digunakan dalam perangkat lunak *database* sama di beberapa tempat, dengan sedikit perbedaan MySQL menggunakan bahasa SQL untuk mengakses *database*. Lisensi Mysql adalah pengecualian untuk lisensi FOSS dan juga memiliki versi komersial. MySQL tersedia di berbagai platform termasuk Windows dan Linux [14].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Algoritma Sistem

Algoritma sistem merupakan sebuah implementasi metode atau algoritma di dalam studi kasus yang diteliti. Algoritma sistem sangat penting dalam pembentukan sebuah sistem yang akan dikembangkan ke dalam sebuah program.

Pada perancangan ini juga algoritma yang dimaksud ialah penggunaan pada teknik untuk setiap sub sistem agar dapat menganalisa suatu penelitian yang dilakukan. Untuk lebih jelas dengan keseluruhan sistem terkait tahapan-tahapan kerja sistem dapat dilihat pada blok diagram berikut :



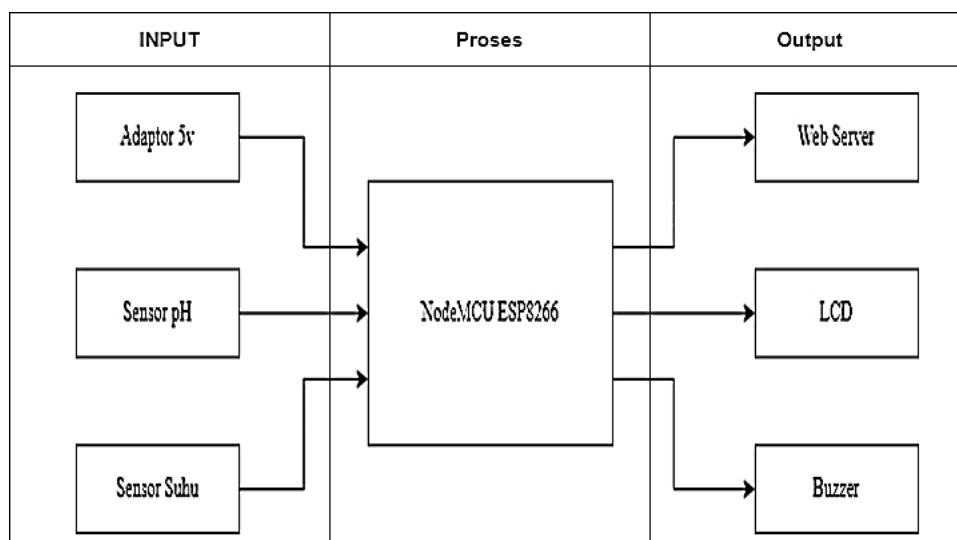
Gambar 2. Algoritma Sistem

Berikut adalah penjelasan dari algoritma sistem diatas 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*.

3.2 Blok Diagram Sistem

Blok Diagram Sistem merupakan perancangan sistem keseluruhan yang menggambarkan secara sederhana hubungan antara komponen *input*, proses dan *output* serta komponen-komponen pendukung lainnya. Berikut ini merupakan Blok Diagram Sistem dari perancangan berdasarkan komponen utama yang digunakan:



Gambar 3. Blok Diagram Sistem

Diagram blok sistem menguraikan proses atau alur kerja dari *input* ke *output*. 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. Detail fungsi dan prinsip kerja komponen akan dijelaskan pada bagian selanjutnya yaitu desain rangkaian.

3.3 Flowchart Sistem

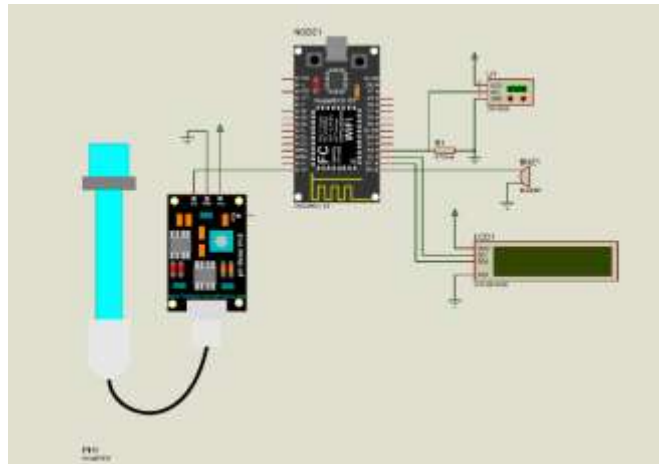
Flowchart sistem merupakan diagram yang menunjukkan alur kerja atau operasi dalam suatu sistem. Bagan alir sistem secara keseluruhan menggambarkan urutan langkah-langkah dalam sistem. Adapun *flowchart* sistem dapat dilihat pada gambar berikut;



Gambar 4. Flowchart Sistem

3.4 Rangkaian Sistem

Pada rangkaian sistem ini terdapat rangkaian skematik dari seluruh komponen yang digunakan dalam pembuatan rancang bangun dan skematik ini dikerjakan dengan bantuan aplikasi Proteus Professional 8,



Gambar 5. Rangkaian Komponen Keseluruhan

3.5 Pengujian Sistem

a. Pengujian Pada Air Nilai Ph 4 dan Suhu 32°C

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



Gambar 6. Pengujian Alat dengan Nilai Ph 4 dan Suhu 32°C

b. Pengujian Pada Air Nilai Ph 7.5 dan Suhu 33°C

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



Gambar 7. Pengujian Alat dengan Nilai Ph 7.5 dan Suhu 33°C

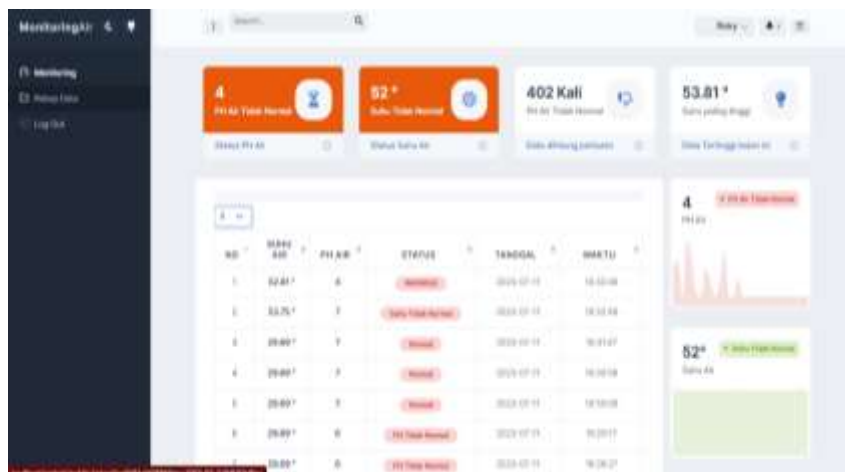
c. Pengujian Pada Air Nilai Ph 9,5 dan Suhu 30°C

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



Gambar 8. Pengujian dengan Alat Nilai Ph 9,5 dan Suhu 30°C

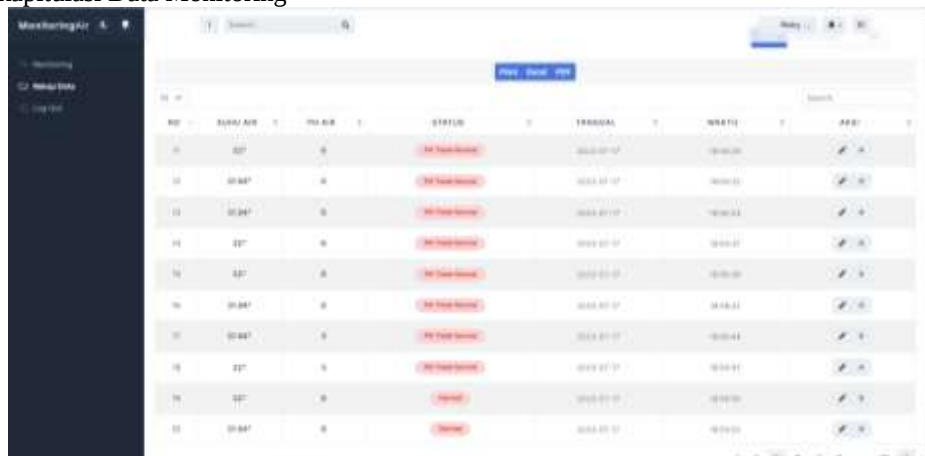
d. Pengujian *Monitoring* Kualitas Air Pada Website



Gambar 9. *Monitoring* Kualitas Air Pada Website

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.

e. Hasil Rekapitulasi Data Monitoring



NO	Suhu Air	pH Air	STATUS	TAKDIAL	BAKTI
1	32.81°	9	Tidak Normal	2025-07-15	10:00:00
2	32.75°	9	Tidak Normal	2025-07-15	10:00:00
3	30.80°	9	Tidak Normal	2025-07-15	10:00:00
4	30.80°	9	Tidak Normal	2025-07-15	10:00:00
5	30.80°	9	Tidak Normal	2025-07-15	10:00:00
6	30.80°	9	Tidak Normal	2025-07-15	10:00:00
7	30.80°	9	Tidak Normal	2025-07-15	10:00:00
8	30.80°	9	Tidak Normal	2025-07-15	10:00:00
9	30.80°	9	Tidak Normal	2025-07-15	10:00:00
10	30.80°	9	Tidak Normal	2025-07-15	10:00:00

Gambar 10. Halaman Rekapitulasi Kualitas Air Kolam Ikan

Pada gambar 10 diatas, Anda dapat mengatur data sesuai dengan tanggal dan bulan yang Anda pilih. Anda memiliki kemampuan untuk memperbarui dan menghapus data, mencetaknya, mengekspornya dalam format Excel atau PDF, serta melakukan pencarian untuk mempermudah proses menemukan data.

f. 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

g. 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.

$Voltage = Input * (Tegangan / 1023.0)$

$PH_step = (PH4 - PH7) / Tegangan$

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

h. 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	≤ 23 Derajat

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapatkan dalam proses pengimplementasi teknik counter ialah sebagai berikut : Sistem monitoring kualitas air menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pemrosesan data. Sensor pH dan suhu digunakan sebagai *input* untuk mengukur kualitas air, dan hasil *monitoring* ditampilkan melalui web, LCD, dan *buzzer*. Pembudidaya ikan dapat memantau kualitas air secara *realtime* melalui *website*, tidak perlu memeriksa kolam secara manual setiap hari.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Jaka Prayudha S.Kom., M.Kom. dan ibu Erika Fahmi Ginting S.Kom., M.Kom. sebagai Dosen Pembimbing I dan Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dalam menyelesaikan penelitian ini serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. N. Manurung and D. Susantie, "Identifikasi bakteri patogen pada ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di lokasi budidaya ikan air tawar Kabupaten Kepulauan Sangehe," *e-Journal Budid. Perair.*, vol. 5, no. 3, pp. 186–193, 2017, doi: 10.35800/bdp.5.3.2017.17609.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] A. A. Saifuddin, "Studi Parameter Kualitas Air Untuk Budidaya Ikan Gabus (*Channa Striata*)," Budi Daya Perairan Thesis, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar, 2020.
- [5] R. Khana and U. Usnul, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Berbasis Internet of Things Dengan Platform Android," *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 18–31, 2018.

- [6] D. Abimanyu, et al, “Rancang Bangun Alat Pemantau Kadar pH, Suhu Dan Warna Pada Air Sungai Berbasis Mikrokontroller Arduino,” Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia (JPTI), Vol. 1, No. 6, Juni 2021, pp. 235-242.
- [7] Y. Triawan, J. Sardi, “ Perancangan Sistem Otomatisasi pada Aquascape Berbasis Mikrokontroller Arduino Nano,” Jurnal Teknik Elektro Indonesia, Vol. 1, No. 2, 2020, pp.76-83.
- [8] A. Qalit and A. Rahman, “Rancang Bangun Prototipe Pemantauan Kadar Ph Dan Kontrol Suhu Serta Pemberian Pakan Otomatis Pada Budidaya Ikan Lele Sangkuriang Berbasis Iot,” *J. Karya Ilm. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 3, pp. 8–15, 2017.
- [9] 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.
- [10] H. D. Septama, et al, “ Smart Warehouse: Sistem Pemantauan dan Kontrol Otomatis Suhu serta Kelembaban Gudang”, Seminar Nasional Inovasi, Teknologi dan Aplikasi, Bandar Lampung : ISBN, pp.189-192. [was : Seminar Nasional Inovasi, Teknologi dan Aplikasi]
- [11] 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.
- [12] F. Sholihin, “Perancangan Alat Pengendali Asap Rokok Untuk Smoking Area Berbasis Mikrokontroller,” Sistem Komputer Thesis, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, 2019.
- [13] A. Y. Chandra, “Analisis Performansi Antara Apache & Nginx Web Server dalam Menangani Client Request,” *Jurnal Sistem Dan Informatika (JSI)*, Vol. 14, No. 1, November 2019, pp.48-56. /apache
- [14] R. F. Ramadhan, R. Mukhaiyar, “Penggunaan Database Mysql dengan Interface PhpMyAdmin sebagai Pengontrolan Smarthome Berbasis Raspberry Pi,” *JTEIN : Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, Vol. 1, No. 2, 2020, pp.129-134.