



JASEE

Journal of Application and Science on Electrical Engineering

<https://jurnal.widyagama.ac.id/index.php/jasee/index>



Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Pembudidayaan Ikan Air Tawar Menggunakan ESP 32 dan ESP 8266

Muh. Rafli Rasyid¹, Nurhidayah², Muh. Fahmi Rustan³

^{1,2,3} Universitas Sulawesi Barat, Indonesia

Corresponding author, email: mrafli@unsulbar.ac.id

Abstract

Indonesia is one of the countries that has natural resources in the form of abundant water; these geographical conditions can be utilized to support the growth and development of fish farming businesses in Indonesia; production results are very dependent on fish cultivation methods in freshwater fish, water quality is one of the most important factors in fish farming because it has an impact on fish quality and production, several parameters such as pH, temperature, and water turbidity are one of the influential factors in the success of freshwater fish farming. In this study, a system was built that could record water quality in fish ponds in real-time and monitor water conditions in fish ponds using several sensors, including a pH-4502C sensor to measure pH, a DS18B20 sensor to measure temperature, and a turbidity sensor to detect water turbidity. The test results obtained an accuracy of the reading value of 95.00% for pH, 97.33% for temperature, and 90.53% for turbidity. All data obtained by the sensor will be displayed on the website page as an interface, and the Telegram application will send and display Notifications of water conditions to cellphone cultivators.

Keywords: Monitoring System, Fish Farming, pH Sensor, Temperature Sensor, Turbidity Sensor.



p-ISSN : 2721-3625

e-ISSN : 2721-320X

1. PENDAHULUAN

Indonesia dengan luas bentangan sepanjang 3977 mil antara samudra Hindia dan samudra Pasifik menjadikan Indonesia menjadi salah satu Negara yang memiliki kekayaan sumber daya alam air yang berlimpah [1], kondisi geografis tersebut menjadi salah satu potensi dalam menunjang pertumbuhan dan pengembangan budidaya ikan, untuk menyuplai produk perikanan bergizi yang sangat diperlukan masyarakat global di masa pandemi Covid-19. Kenaikan peringkat Indonesia sebagai eksportir utama dunia merupakan kerja keras antara eksportir, pemerintah dan seluruh stakeholders yang terlibat yang secara bersama-sama saling bahu membahu untuk bangkit dimasa pandemic [2], selayaknya menjadi peluang besar bagi pembudidaya ikan air tawar dan maupun ikan air laut untuk memenuhi permintaan pasar.

<https://doi.org/10.31328/jasee>

Received: 11-02-2023

Revised: 13-02-2023

Accepted: 28-03-2023, published by ©UWG Press tahun

Ikan merupakan makanan yang memiliki nilai kandungan gizi tinggi dan kaya akan asam amino, ikan juga berperan dalam dunia kesehatan [3], dimana Secara fisiologis, ikan air tawar cukup berbeda dengan jenis ikan air laut, ikan air tawar mengandung asam lemak omega-3, protein, selenium dan vitamin D [4]. Habitat asli Ikan air tawar adalah Rawa, kolam, sungai dan danau, berbeda dengan lingkungan perairan laut untuk bertahan di air tawar ikan membutuhkan adaptasi lingkungan yang bertujuan untuk menjaga keseimbangan konsentrasi ion dalam tubuh, insan mereka harus mampu mendifungsikan air sembari menjaga kadar garam dalam cairan tubuh.

Pertumbuhan dan pengembangan usaha budidaya ikan air tawar di Indonesia sangat bergantung pada cara pembudidayaan ikan air tawar, kualitas air merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh penting dalam budidaya ikan, seperti kondisi kadar keasaman (pH), suhu, dan kekeruhan dalam air karena berdampak pada kualitas dan produksi ikan. Agar produksi ikan tetap terjaga, para pembudidaya harus senantiasa memantau kualitas air, mereka melakukan pemantauan dengan mengukur satu persatu kualitas air pada masing-masing tambak yang memerlukan kehadiran pembudidaya secara langsung pada tambak, hal ini tentu menyulitkan serta memakan waktu yang banyak apalagi jika ukuran kolam budidaya cukup luas, lebih jauh lagi kondisi fisik air dapat berubah dalam waktu yang relatif cepat, terutama karena adanya polutan eksternal seperti paparan limbah dan sisa makanan ataupun polutan internal seperti bangkai ikan budidaya, jika hal itu terjadi maka pembudidaya bisa saja mengalami gagal panen serta kerugian.

Penelitian yang dilakukan oleh lintang dkk tahun 2017 untuk membantu mengontrol kualitas air kolam hanya menggunakan sensor kadar keasaman (pH) dan sensor suhu [5], selanjutnya penelitian oleh Rozeff Pramana membangun suatu sistem untuk mengontrol dan monitoring kualitas air kolam budidaya berbasis web yang meliputi sanitasi, susu dan kesadahan [1], selanjutnya pada tahun 2020 Kuarto Irdartono dkk melakukan penelitian yang dapat memonitor kualitas air dengan berbasis mikrokontroler Arduino yang dapat mengukur beberapa parameter sekaligus yaitu pH, suhu, kekeruhan air, salinitas dan kadar oksigen terlarut, jika ada parameter yang tidak normal, maka alarm akan aktif [3], Willy Susanto pada tahun 2021 monitoring kualitas air dengan melakukan pembacaan kualitas air pada pembudidayaan ikan patin menggunakan sensor suhu, sensor pH meter, dan Sensor Turbidity, data yang diperoleh nantinya diolah mikrokontroler NodeMCU dan mengirimkan data ke web server melalui aplikasi web browser pada smartphone ataupun Laptop/PC [6].

Penelitian ini mengusulkan sebuah sistem untuk memonitoring kondisi air dalam satu waktu secara bersamaan (RealTime), monitoring kondisi air pada tambak ikan menggunakan beberapa sensor diantaranya sensor pH-4502C untuk pengukuran pH, sensor DS18B20 untuk mengukur suhu dan sensor turbidity untuk mendeteksi kekeruhan air serta dalam pengolahan dan pengiriman data digunakan ESP 32 dan ESP 8266.

2. STUDI PUSTAKA

2.1 Budidaya Ikan

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia Budaya adalah usaha yang bermanfaat dan memberikan hasil, Sedangkan Perikanan adalah segala sesuatu yang berhubungan dengan penangkapan, pemeliharaan dan pembudidayaan ikan [7]. Kegiatan budidaya perikanan yang produktif selama ini selain digunakan sebagai salah satu upaya peningkatan untuk mendapatkan keuntungan ekonomi, tetapi saat ini sudah mulai dikembangkan kearah pemberdayaan sosial masyarakat, budidaya ikan sekarang ini bukan lagi hanya membudidayakan ikan dalam tambak,

empang, sawah, kolam, aquarium dan sebagainya akan tetapi kegiatan budidaya dapat memilih tempat sesuai dan metode yang tepat serta komoditas yang diperlukan.

2.2 Sistem Monitoring

Monitoring dapat diartikan sebagai alur aktivitas yang mencakup penambihan data, pemantauan, laporan, dan proses tindakan atas informasi tentang aktivitas yang sedang berlangsung. Pemantauan sering digunakan untuk memeriksa hubungan antara kinerja dan tujuan yang telah ditetapkan, pemantauan dapat memberikan informasi kesinambungan proses untuk mengidentifikasi langkah-langkah perbaikan berkelanjutan. Bahkan, pengawasan berjalan seiring dengan tindakan [8].

2.3 Node MCU ESP32 dan ESP 8266

NodeMCU sama misalnya Arduino, akan tetapi kelebihanannya telah mempunyai WIFI, sebagai akibatnya sangat cocok untuk project IoT, ESP32 merupakan mikrokontroler dengan harga rendah (lowcost) dan hemat energi dengan wifi dan dual-mode bluetooth terintegrasi. Generasi ESP32 menggunakan mikroprosesor Tensilica Xtensa LX6 sebagai inti, baik dalam mode single-core maupun dual-core [5], sedangkan untuk jenis ESP8266 merupakan Microcontroller yg telah dilengkapi menggunakan module WIFI ESP8266 didalamnya, sebagai perpanjangan berdasarkan famili ESP8266 modul platform IoT ESP8266. Modul ini sama menggunakan Arduino yg dipakai sang menjadi mikrokontroler [8]

2.3 pH Air

Istilah pH menggambarkan seberapa asam atau basa suatu zat, semakin rendah jumlah ion hidrogen semakin banyak zat yang bersifat asam. Asam dan basa dapat terlarut dalam air ini dapat mengubah tingkat pH air. Jika keasaman pH air terlalu tinggi atau rendah, organisme perairan akan mati. Keasaman juga dapat berefek pada kelarutan dan toksisitas bahan kimia atau logam berat dalam air. Secara umum perairan memiliki keasaman sekitar 6,5-9,0. Organisme dalam air yang berada dalam air yang memiliki pH diluar batas tersebut akan mengalami stres, menurunnya tingkat penetasan telur dan kemampuan untuk bertahan hidup nilai pH juga akan menyebabkan pertumbuhan ikan terganggu karna pH rendah kandungan oksigen terlarut akan berkurang, sebagai akibatnya konsumsi oksigen menurun, aktivitas pernapasan naik dan selera makan ikan berkurang [9]. sensor pH-4502C digunakan untuk pengukuran kadar keasaman (pH) air.

2.4 Suhu air

Suhu air merupakan bagian penting bagi ikan, suhu air memberikan kesan terhadap aktivitas, makanan, pembesaran dan pengembangbiakan ikan, kandungan suhu yang ideal untuk usaha budidaya ikan adalah 23-32°C, pembentukan lapisan selama musim panas, suhu dapat mencapai 22°C sementara suhu terendah mencapai 4°C. sedangkan pada musim dingin suhu dapat membuat pembekuan dari 0-4°C, Suhu air diatas 35°C mengakibatkan kerusakan enzim sehingga menurunkan fungsi metabolisme pada perilaku organisme perairan [9]. Dalam pengukuran suhu digunakan sensor DS18B20 yang merupakan sensor suhu digital seri terbaru dari Maxim berfungsi untuk merubah besaran tegangan. Jenis sensor suhu yang digunakan dalam sistem ini adalah IC DS18B20, sensor ini memiliki persisi tinggi. Sensor ini sangat sederhana dengan hanya memiliki buah 3 kaki

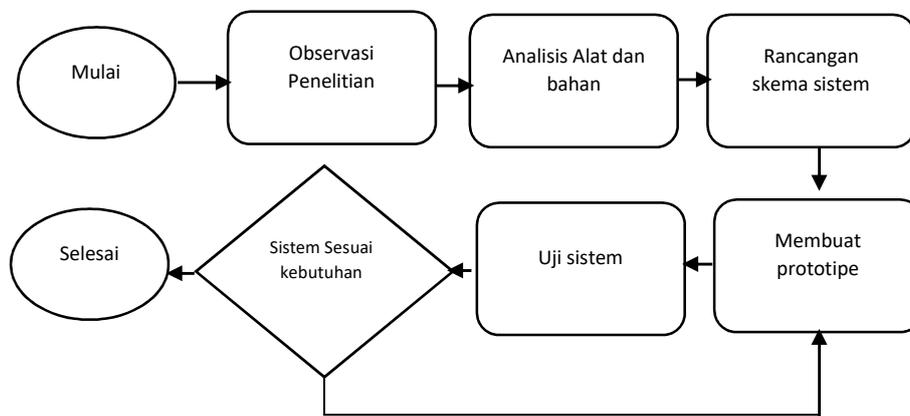
2.5 Kekeruhan Air

Air dikatakan keruh, apabila air tersebut tersuspensi sehingga memberikan warna ataupun rupa yang berlumpur dan kotor, pengaruh terjadinya disebabkan oleh adanya zat-zat koloid yaitu zat yang terapung serta terurai secara halus, kekeruhan merupakan sifat fisik air yang tidak hanya membahayakan ikan tetapi juga menyebabkan air tidak produktif karena menghalangi masuknya sinar matahari untuk fotosintesa air yang baik untuk keberlangsungan hidup ikan antara 2-25 NTU. Apabila kekeruhan semakin tinggi maka sebagian materi terlarut tersebut akan menempel pada bagian rambut-rambut insang, sehingga kemampuan insang untuk mengambil oksigen terlarut menjadi menurun, bahkan pada tingkat kekeruhan tertentu dapat menyebabkan insang tidak dapat berfungsi dan menyebabkan kematian, kualitas air yang menurun akan menyebabkan terkumpulnya sisa pakan, bahan organik, atau racun dan zat berbahaya lainnya hal ini dapat menyebabkan munculnya penyakit pada ikan. Untuk mengukur kekeruhan air digunakan sensor turbidity, dengan cara kerja menggunakan cahaya untuk mendeteksi padatan tersuspensi dalam air dengan mengukur transmisi cahaya dan tingkat hamburan cahaya yang bervariasi dengan jumlah TTS (total padatan tersuspensi). Saat TTS meningkat, begitu juga kekeruhan cairan [8], pada sensor turbidity semakin tinggi tingkat kekeruhan air diikuti perubahan tegangan output sensor [10].

3. METODE

3.1 Desain Penelitian

Adapun desain atau langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini dimana analisis hasil model pengembangan sistem yang digunakan adalah prototipe, metode ini merupakan suatu paradigma baru dalam pembuatan atau pengembangan perangkat lunak. Adapun gambar alur dan skema penelitian dapat dilihat pada gambar 1. Alur dan skema penelitian.

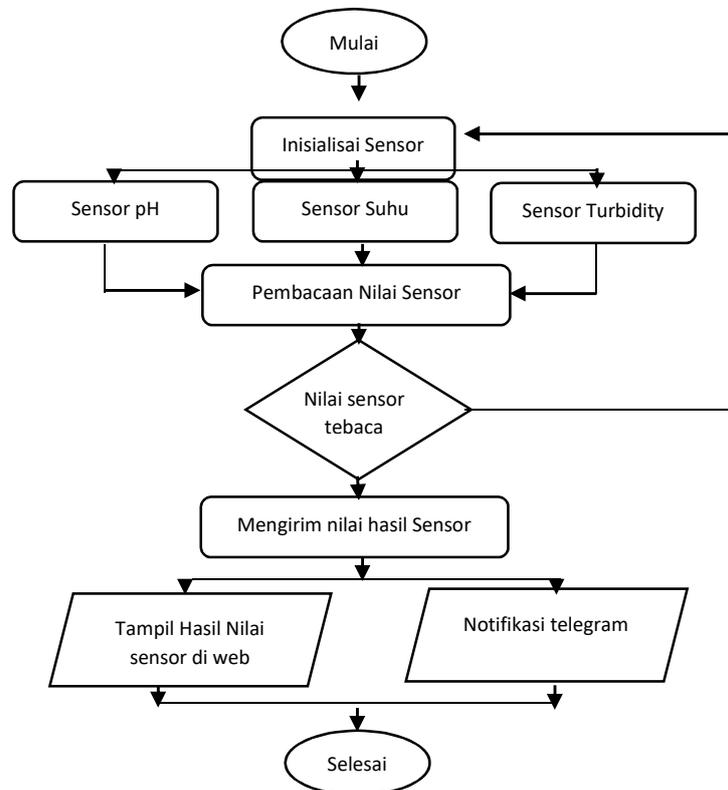


Gambar 1. Alur penelitian

Tahapan penelitian ini dimulai dari melakukan observasi lapangan kemudian menganalisa alat dan bahan yang akan digunakan atau dibutuhkan dalam penelitian, selanjutnya membuat skema sistem dimana membuat logika dan program untuk kode dalam membaca sensor, setelah kode program berhasil dibuat maka lanjut dengan membuat prototype sistem yaitu dengan menggabungkan semua alat dan bahan menjadi bentuk prototype, setelah berhasil digabungkan maka akan kembali melakukan uji coba, untuk mengetahui apakah setelah menggabungkan semua alat dan bahan sistem bekerja sesuai dengan kebutuhan dan terakhir untuk tampilan dari hasil pembacaan alat menggunakan website dan notifikasi telegram.

3.2 Perancangan Sistem

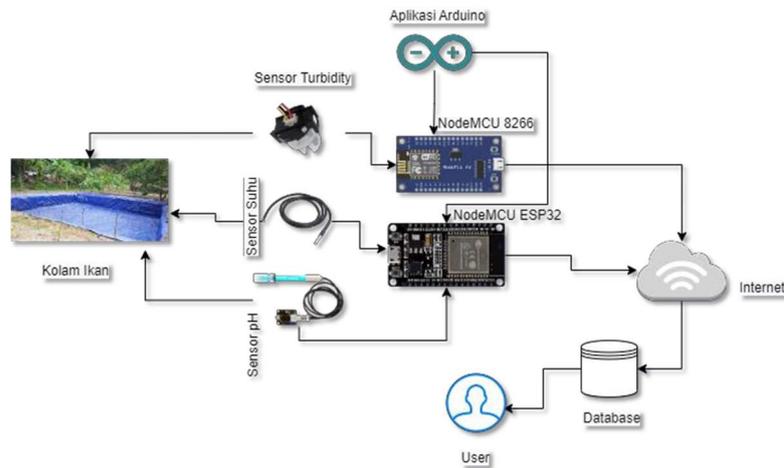
Perancangan sistem ini menggunakan tiga parameter yakni sensor pH, sensor turbidity dan sensor suhu, dimana semua sensor mendeteksi Kualitas air yang ada dalam kolam, dengan menggunakan NodeMCU8266 sebagai pengendali dari sensor turbidity dan NodeMCU ESP32 sebagai pengendali dari sensor pH dan sensor suhu. dimana datanya akan ditampilkan di website dan notifikasi telegram. Rancangan sistem dapat dilihat dalam flowchart sistem pada gambar 2. Flowchar sistem.



Gambar 2. Flowchart Sistem

3.3 Gambaran Sistem

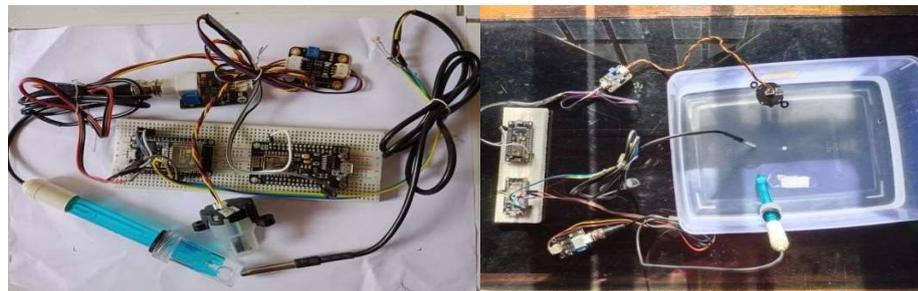
Progres pertama kali dilakukan pada sebuah aplikasi Arduino IDE di komputer, membuat logika program dan mengujinya. Setelah program sistem sudah benar maka program akan dimasukkan kedalam sebuah mikrokontroler dalam hal ini adalah NodeMCU ESP8266 dan ESP32 yang dapat terhubung dengan konektivitas WIFI. NodeMCU dihubungkan dengan sensor Turbidity, sedangkan ESP32 dihubungkan dengan sensor pH dan Suhu, sensor pH, Suhu, dan Turbidity diletakkan di kolam ikan untuk mendeteksi kualitas air yang ada pada kolam. NodeMCU yang terhubung dengan WIFI akan mengirimkan data untuk di simpan ke MySQL dan hasil dapat dilihat pada web server apabila kualitas air tidak sesuai maka notifikasi akan masuk ke Telegram, gambaran sistem dapat dilihat pada gambar 3. Gambaran sistem.



Gambar3. Gambaran Sistem

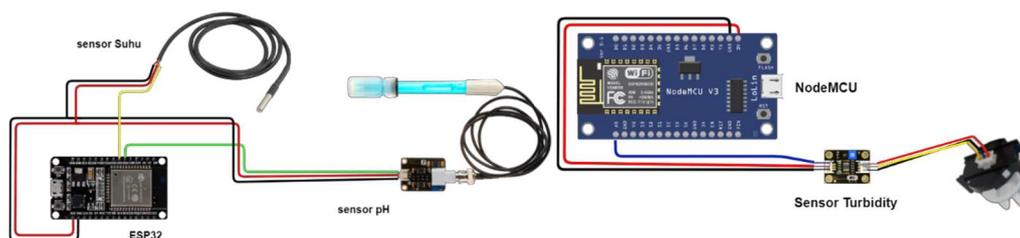
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rangkaian keseluruhan dari sistem pemantauan kualitas air dapat dilihat pada gambar 4. Rangkaian Prototipe Sistem, untuk pengujian alat digunakan wadah ukuran 20x 40 cm untuk menampung air kemudian dari tiga sensor yaitu pH, suhu dan turbidity diletakkan pada wadah yang berisi untuk membaca kualitas air yang ditampungnya. Berikut gambar tampilan rangkaian keseluruhan alat.



Gambar 4. Rangkai Prototipe Sistem

Perangkaian sistem dalam bentuk prototype dimulai dengan membuat desain rangkaian, adapun alat yang digunakan yaitu 1 buah sensor pH -4502C untuk mengetahui asam-basa air, 1 buah sensor DS18B20 untuk mengetahui suhu air, 1buah sensor turbidity untuk mengetahui kekeruhan dari air, 1 buah NodeESP32 untuk mengendalikan perangkat dari sensor pH dan sensor suhu, dan 1 buah NodeMCU8266 untuk menegndalikan perangkat dari sensor turbidity, dan data dari ketiga sensor yang digunakan akan ditampilkan pada website dan notifikasi telegram. Detail rangkaian dapat dilihat pada gambar 5. Rangkaian Alat.



Gambar 5. Rangkaian Alat

Tabel 1. Rangkaian kabel penghubung

Sensor pH	Sensor Suhu DS18B20	Sensor Turbidity
Kaki pin vcc terhubung ke pin vcc 3.3v NodeMCU ESP32 ()	kaki vcc dihubungkan ke pin vcc 3.3v pada NodeMCU ESP32 ()	Kaki vcc dihubungkan dengan pin A0 pada NodeMCU8266 ()
Kaki pin Gnd terhubung ke pin Gnd NodeMCU ESP32 ()	kaki GND pada sensor dihubung ke pin GND NodeMCU ESP32 ()	Kaki GND pada sensor dihubung ke pin GND NodeMCU8266 ()
Kaki pin in terhubung ke pin D32 NodeMCU ESP32 ()	kaki in pada sensor dihubungkan ke pin D33 NodeMCU ESP32 ()	Kaki in pada sensor dihubungkan ke pin 3.3V NodeMCU8266 ()

4.1 Website

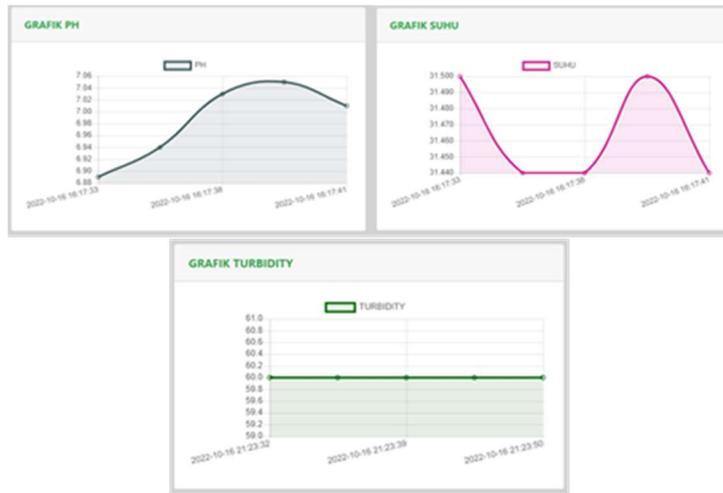
website yang digunakan pada penelitian ini berfungsi untuk menampilkan hasil monitoring dari kualitas air, sehingga para pembudidaya dapat dengan mudah memantau kualitas air yang ada pada kolam ikan. berikut merupakan tampilan pada web secara realtime yang diambil dari data terakhir.



Gambar 6. Tampilan Login pada web

Tampilan login merupakan halam awal untuk masuk web, pengguna harus login menggunakan username dan password yang telah didaftar sebelumnya.





Gambar 7. Tampilan hasil dan grafik pada web

4.2 Telegram

Telegram yang digunakan pada penelitian ini berfungsi untuk menampilkan hasil monitoring dari kualitas air, dimana apabila kondisi dari air ada yang tidak normal maka akan langsung mendapatkan notifikasi, sehingga para pembudidaya dapat dengan mudah memantau kualitas air yang ada pada kolam ikan, tampilan dari notifikasi dari telegram dapat dilihat pada gambar 8. Tampilan Notifikasi Telegram.



Gambar 7. Tampilan Notifikasi Telegram

4.3 Pengujian Alat

Pengujian pertama dilakukan pada sensor pH dan pengolahan logika NodeMCU ESP32 agar dapat menentukan kadar pH yang ada pada kolam. Pengujian kedua dilakukan pada sensor suhu dan pengolahan logika NodeMCU ESP32 agar dapat menentukan suhu air yang ada pada kolam. Pengujian ketiga dilakukan pada sensor turbidity dan pengolahan logika NodeMCU8266 agar dapat menentukan kekeruhan yang ada pada kolam ikan. Pengujian keempat dilakukan pada pengiriman informasi pembacaan dan pengolahan logika dari NodeMCU ESP32 dan NodeMCU8266 agar data yang diperoleh dapat ditampilkan pada halaman web yang telah disediakan

Tabel 1. pengujian alat dan system

NO.	Kasus Uji	Skenario Uji	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1.	Sensor pH	Mendeteksi Kadar pH yang ada pada kolam ikan	Menampilkan data dari hasil deteksi kadar pH	Sesuai
2.	Sensor Suhu	Mendeteksi suhu air yang ada pada kolam ikan	Menampilkan data dari hasil deteksi Suhu air	Sesuai
3.	Sensor Turbidity	Mendeteksi kekeruhan air yang ada pada kolam ikan	Menampilkan data dari hasil deteksi kekeruhan air	Sesuai
4.	Web	<i>NodeMCU</i> menggunakan kode dan sambungan wifi	Web dapat menampilkan hasil pengolahan data dari <i>NodeMCU</i>	Sesuai

Tabel 2. Hasil pengujian prototype pada kolam ikan

No.	Hasil Pembacaan Sensor				Hasil Alat Manual dan Akurasi Perbandingan					
	Waktu	Ph	Suhu	Turbidity	TDS Meter		Suhu Digital		Turbidity	
					Nilai	Akurasi (%)	Nilai	Akurasi (%)	Nilai	Akurasi (%)
1.	07.00	8.32	25.3	2 NTU	8	96 %	25.2 °C	99 %	2	50%
2.	08.00	8.21	30 °C	5 NTU	8.1	98%	28.0 °C	93%	5	100%
3.	09.00	8.56	31.8 °C	2 NTU	8.1	94%	30.8 °C	96%	2	100%
4.	10.00	8.72	30.5 °C	3 NTU	8.2	94%	30.4 °C	99%	2	75%
5.	11.00	8.28	30.1 °C	1 NTU	8.4	98%	30.8 °C	99%	1	100%
6.	12.00	8.70	29.7 °C	2 NTU	8.4	96%	29.2 °C	98%	2	100%
7.	13.00	8.53	29.5 °C	2 NTU	8.4	98%	29.2 °C	98%	2	100%
8.	14.00	8.70	28.8 °C	2 NTU	8.4	96%	27.8 °C	96%	2	67%
9.	15.00	8.64	27.7 °C	1 NTU	8.3	96%	28.6 °C	96%	1	100%
10.	16.00	8.92	27.5 °C	1 NTU	8.3	93%	27.2 °C	98%	1	100%
11.	17.00	9.40	27.6 °C	18 NTU	8.3	98%	27.2 °C	98%	19	95%
12.	18.00	9.93	27.4 °C	18 NTU	8.5	83%	27.1 °C	98%	18	100%
Total Akurasi					95,00%		97,33%		90,53%	

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem pemantauan kualitas air pada pembudidayaan ikan air tawar berbasis microcontroller maka dapat ditarik beberapa kesimpulan diantaranya, bahwa tujuan penelitian ini sudah tercapai dengan Hasil pengujian mendapatkan keakuratan pembacaan nilai sebesar 95,00% pada pH, 97,33% suhu, dan 90,53% untuk kekeruhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah segala puji dan syukur peneliti panjatkan atas kehadiran Allah SWT serta atas berkah, rahmat, nikmat kesempatan, kesehatan dan kecerdasan, Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW. Terima kasih diucapkan kepada semua pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] R. Pramana, "Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air dan Suhu Air Pada Kolam Budidaya Ikan," *sustainable*, vol. 7, no. 1, pp. 13–23, Aug. 2018, doi: 10.31629/sustainable.v7i1.435.
- [2] "KKP | Kementerian Kelautan dan Perikanan." <https://kkp.go.id/djpdspkp/artikel/33334-peringkat-indonesia-sebagai-eksportir-produk-perikanan-dunia-meningkat-di-masa-pandemi> (accessed Feb. 10, 2023).
- [3] K. Indartono, B. A. Kusuma, and A. P. Putra, "Perancangan Sistem Pemantau Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Air Tawar," *JOISM*, vol. 1, no. 2, pp. 11–17, Jan. 2020, doi: 10.24076/JOISM.2020v1i2.23.
- [4] R. Halodoc, "5 Manfaat Ikan Air Tawar bagi Kesehatan Tubuh," *halodoc*. <https://www.halodoc.com/artikel/5-manfaat-ikan-air-tawar-bagi-kesehatan-tubuh> (accessed Feb. 10, 2023).
- [5] E. Lintang, I. Nurcahyani, and J. K. Km, "Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Kolam Ikan Berbasis Wireless Sensor Network Menggunakan Komunikasi Zigbee," 2017.
- [6] W. Susanto, G. Sukadarmika, and W. Setiawan, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air Untuk Pembudidayaan Ikan Patin Berbasis Internet Of Things (IoT)," *SPEKTRUM*, vol. 8, no. 3, p. 128, Oct. 2021, doi: 10.24843/SPEKTRUM.2021.v08.i03.p16.
- [7] "Pengertian Budidaya Perikanan/Budidaya Perairan/Akuakultur | Dinas Ketahanan Pangan dan Perikanan." <https://dkpp.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/pengertian-budidaya-perikananbudidaya-perairanakuakultur-81> (accessed Feb. 10, 2023).
- [8] Y. Karmani, Y. S. Belutowe, and E. R. Nubatonis, "System Monitoring Tingkat Kekeruhan Air Dan Pemberian Pakan Ikan Pada Aquarium Berbasis IoT," 2022.
- [9] T. Nur Ma'rifat, A. Rahmawati, Dian Aliviyanti, Fahreza Okta Setyawan, and Febriyani Eka Supriatin, *Dasar-Dasar Perikanan dan Kelautan*. Universitas Brawijaya Press, 2020.
- [10] E. R. Nainggolan, A. A. Sani, and I. Rosita, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekeruhan Air dan Suhu Aquarium Ikan Cupang Berbasis Web di Wayy_Betta," *remik*, vol. 6, no. 4, pp. 624–633, Oct. 2022, doi: 10.33395/remik.v6i4.11526.