

SISTEM PENDETEKSI KUALITAS AIR BERBASIS IOT PADA BUDIDAYA TAMBAK DI DESA KARANGREJO, KABUPATEN DEMAK

Hilma Muyasaroh¹, Isa Roisfi Islamy², Andra Setya Restu Fakhry³, Munaf Ismail⁴

^{1,2,3,4} Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung; Jl. Kaligawe Raya No. Km. 04, Semarang

Received: 30 Desember 2024

Accepted: 14 Januari 2025

Published: 20 Januari 2025

Keywords:

Kualitas Air, pH, suhu, TDS dan IoT

Correspondent Email:

hilmamys@gmail.com

Abstrak. Kualitas air merupakan faktor krusial dalam budidaya tambak, karena ketidakstabilan parameter seperti pH, suhu, dan Total Dissolved Solids (TDS) dapat menyebabkan stres atau bahkan kematian biota tambak. Pemantauan manual yang selama ini dilakukan petani tambak di Desa Karangrejo, Kabupaten Demak, cenderung kurang efisien dan rawan kesalahan. Untuk mengatasi masalah ini, dikembangkan sistem pendeteksi kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor pH, TDS, dan suhu. Data kualitas air dikumpulkan secara periodik dan ditampilkan melalui aplikasi smartphone atau layar LCD, memungkinkan pemantauan yang lebih mudah dan cepat. Pengujian sistem dilakukan selama lima hari berturut-turut dengan pengukuran tiga kali sehari, menunjukkan hasil yang akurat dan mendukung pengambilan keputusan secara tepat waktu. Sistem ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan tambak serta mengurangi risiko kerugian akibat fluktuasi kualitas air.

Abstract. Aquaculture plays a vital role in supporting food security and improving economic welfare in coastal communities. However, sudden fish and shrimp mortality due to undetected water quality deterioration remains a critical issue. This study proposes the development of an Internet of Things (IoT)-based monitoring system to evaluate water quality parameters, including pH, temperature, and Total Dissolved Solids (TDS). Using the ESP32 microcontroller and sensors, the system accurately measures these parameters and displays the results simultaneously on both a liquid crystal display (LCD) and the Blynk mobile application via a WiFi connection. Additionally, the system is equipped with a buzzer that alerts farmers when any parameter exceeds acceptable thresholds, allowing for immediate corrective actions. Field testing demonstrated the device's ability to provide real-time data and improve decision-making for aquaculture farmers in Karangrejo Village, Demak Regency. Despite its effectiveness, the system's limitation lies in the overheating issue of the microcontroller after prolonged use, requiring rest intervals to ensure stability. This limitation can serve as a foundation for future research to enhance system reliability. The proposed system offers a practical solution to optimize pond management, prevent mass fish mortality, and support sustainable aquaculture practices.

1. PENDAHULUAN

Kualitas air merupakan faktor penting dalam budidaya tambak, yang mempengaruhi pertumbuhan ikan dan udang. Di Indonesia, sektor perikanan tambak menjadi andalan ekonomi, dengan komoditas utama seperti

bandeng, kakap, dan udang [1]. Namun, tantangan besar yang dihadapi petani tambak adalah pemantauan kualitas air secara terus-menerus, terutama selama cuaca ekstrem yang dapat mempengaruhi parameter seperti pH,

suhu, dan TDS, yang berpotensi menyebabkan stres atau kematian pada biota tambak.

Pemantauan manual sering kali tidak efisien dan kurang akurat, sehingga teknologi Internet of Things (IoT) menjadi solusi inovatif. IoT memungkinkan pemantauan kualitas air secara real-time dengan menggunakan sensor pH, suhu, dan TDS yang datanya dapat diakses melalui smartphone. Hal ini memungkinkan petani tambak untuk segera mengambil tindakan preventif terhadap perubahan kualitas air yang dapat membahayakan hasil budidaya mereka.

Secara ideal, air tambak untuk budidaya biota seperti udang, bandeng, dan kakap sebaiknya memiliki pH antara 7,3 hingga 8,5 agar pertumbuhan tetap optimal. Meski begitu, biota tambak masih dapat bertahan dalam rentang pH yang lebih luas, yaitu dari 6,5 hingga 9 [2][3]. Suhu air di tambak payau juga memainkan peran penting dalam menentukan kualitas lingkungan. Rata-rata suhu yang ideal untuk budidaya udang dan ikan berada dalam kisaran 26°C hingga 32°C, dengan suhu optimal sekitar 28°C hingga 30°C [4]. Di sisi lain, nilai TDS yang ideal untuk budidaya ikan, termasuk udang, adalah ≤ 1000 ppm [5].

Berdasarkan survei di Desa Karangrejo, Kabupaten Demak, petani tambak menunjukkan kebutuhan akan alat pendeteksi kualitas air untuk mencegah masalah seperti kematian ikan mendadak. Sensor pH, suhu, dan TDS dianggap penting untuk menjaga stabilitas tambak, dan penggunaan teknologi IoT untuk pemantauan kualitas air menjadi solusi yang sangat diperlukan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam budidaya tambak.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Budidaya Tambak

Budidaya tambak adalah kegiatan atau usaha yang bertujuan untuk membudidayakan ikan, udang, atau biota laut lainnya di dalam kolam buatan, yang umumnya terletak di dekat pantai atau di lahan berair payau [6]. Proses budidaya tambak melibatkan berbagai teknik yang diperlukan, termasuk pengelolaan kualitas air, penyediaan pakan yang sesuai, serta pemantauan kesehatan biota yang

dibudidayakan. Pengelolaan kualitas air merupakan aspek krusial dalam memastikan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan dan kesehatan biota akuatik.

2.2 Blynk

Blynk adalah sebuah platform IoT (Internet of Things) yang dirancang untuk memudahkan pengembangan aplikasi yang terhubung dengan perangkat keras seperti mikrokontroler, sensor, dan aktuator [7]. Penggunaan aplikasi *Blynk* dalam penelitian ini didasari oleh beberapa alasan, yaitu mudahnya implementasi program *Blynk* dengan mikrokontroler, kemudahan pemasangan pada smartphone, penyusunan tampilan aplikasi yang bisa disesuaikan sesuai selera, dan aplikasi *Blynk* ini gratis.

2.3 Sensor pH

Sensor pH adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan, menentukan apakah larutan tersebut tergolong asam, basa, atau netral [8]. Cara kerja sensor ini melibatkan elektrode referensi dan elektrode kaca, yang memiliki ujung bulat (bulb) untuk pertukaran ion positif (H^+). Proses pertukaran ion ini menghasilkan perbedaan potensial antara kedua elektrode, yang kemudian diukur menggunakan potensiometer untuk memberikan hasil pembacaan yang bisa positif atau negatif [9].



Gambar 1 Sensor pH

2.4 Sensor Suhu

Sensor suhu yang digunakan dalam pemantauan kualitas air pada tambak adalah sensor DS18B20. Sensor ini berfungsi untuk mengukur suhu air dengan tingkat ketepatan yang baik. Sensor suhu DS18B20 bekerja dengan cara mengukur suhu melalui perubahan resistansi bahan yang ada di dalam sensor tersebut. Sensor ini memiliki kemampuan untuk

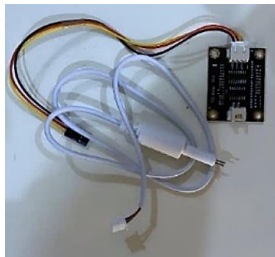
mengukur suhu dalam rentang -55°C hingga 125°C , dengan tingkat ketepatan sekitar $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ pada rentang suhu -10°C hingga 85°C [10].



Gambar 2 Sensor suhu

2.5 Sensor TDS

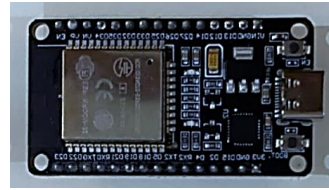
Sensor TDS (*Total Dissolved Solids*) adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur jumlah partikel terlarut dalam air, yang sering kali terdiri dari zat organik dan anorganik dalam bentuk molekul, ion, atau mikro-granular yang tersuspensi. Hasil pengukuran ini kemudian diinterpretasikan oleh sensor dan diubah menjadi nilai ppm (*parts per million*) atau mg/L, yang menunjukkan konsentrasi total padatan terlarut dalam air [11].



Gambar 3 Sensor TDS

2.6 Mikrokontroler

ESP32 DevKit V1 adalah sebuah papan pengembangan berbasis mikrokontroler ESP32 yang dirancang untuk mendukung pengembangan aplikasi IoT (Internet of Things). Mikrokontroler ini memiliki prosesor dual-core yang dapat bekerja hingga 240 MHz, RAM internal, dan dilengkapi dengan konektivitas WiFi serta Bluetooth. Keunggulan ESP32 DevKit V1 adalah kemampuannya yang fleksibel dan konsumsi daya yang efisien [12].



Gambar 4 ESP32 DevKit V1

2.7 LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah komponen elektronik yang digunakan untuk menampilkan informasi visual dalam bentuk teks atau angka. LCD memiliki dua jenis register, yaitu register data dan register perintah [13].



Gambar 5 LCD dot matrik 16x2

2.8 Buzzer

Buzzer adalah komponen elektronik yang berfungsi sebagai penghasil suara untuk memberikan sinyal peringatan atau notifikasi pada perangkat tertentu. Buzzer bekerja dengan cara menerima sinyal tegangan pada pin inputnya, yang kemudian menghasilkan getaran suara berupa nada.



Gambar 6 Buzzer

2.9 Baterai Lithium

Baterai lithium 9V merupakan jenis baterai yang dapat diisi ulang melalui port USB, sehingga lebih praktis dan ramah lingkungan dibandingkan baterai sekali pakai [14].



Gambar 7 Baterai lithium 9V

2.10 Penelitian yang Berhubungan

Beberapa studi penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini, yang pertama adalah penelitian yang dilakukan Nuvreilla [15] dkk, dimana peneliti mengembangkan alat berupa alat portabel untuk mendeteksi kualitas air, dengan menggunakan Arduino UNO dan sensor pH, TDS, serta suhu, yang memungkinkan pengguna untuk menilai kelayakan air sebelum digunakan.

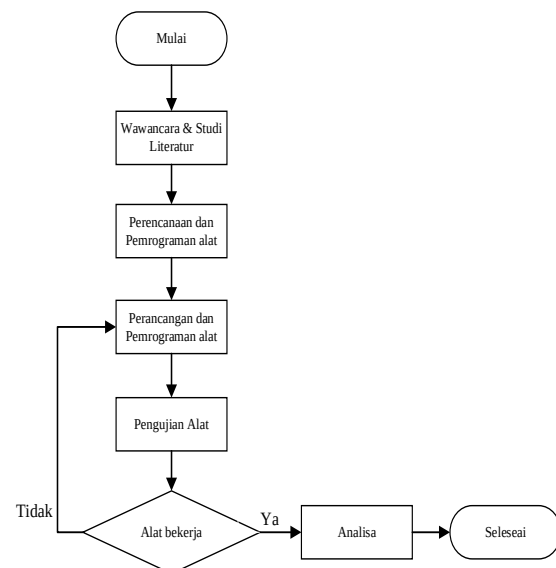
Penelitian yang kedua adalah Rahadithia [16] dkk, peneliti membuat alat pemantau kualitas air bersih menggunakan sensor pH dan TDS, yang terintegrasi dengan aplikasi mobile untuk memungkinkan pemantauan kondisi air secara real-time di dalam penampungan.

Penelitian ketiga dilakukan oleh M. Chairi [17] dkk, Peneliti mengusulkan prototipe sistem pemantauan kualitas air berbasis mikrokontroler ESP32, dilengkapi dengan sensor suhu DS18B2, sensor pH, dan sensor TDS, yang menggunakan media IoT berupa Telegram.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, prototipe sistem pendeteksi kualitas air dalam penelitian ini tidak hanya mampu mendeteksi parameter pH, suhu, dan TDS secara bersamaan tetapi juga menampilkan hasil pengukuran melalui dua media, yaitu layar LCD dan aplikasi *Blynk* berbasis Android. Fitur ini memberikan fleksibilitas bagi pengguna untuk tetap memantau kualitas air meskipun jaringan internet tidak stabil. Selain itu, alat ini dilengkapi dengan buzzer yang berfungsi sebagai sistem peringatan dini apabila salah satu parameter tidak sesuai standar.

3. METODE PENELITIAN

Secara umum, tahapan penelitian dalam perancangan alat ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 8 Tahapan Penelitian

3.1 Wawancara dan Studi Literatur

Berdasarkan hasil survei terhadap salah satu petani tambak di Desa Karangrejo, Kecamatan Bonang, Kabupaten Demak, yang memiliki tambak udang, ikan bandeng dan ikan kakap didapatkan hasil seperti pada Tabel 1. Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa mereka memerlukan alat pendeteksi kualitas air untuk mencegah masalah yang sering muncul seperti kematian ikan secara mendadak dan kualitas air yang tidak stabil akibat cuaca ekstrem atau faktor lain. Sensor pH, suhu dan TDS dipandang sebagai dua parameter kunci yang harus dipantau secara real-time untuk menjaga stabilitas tambak. Berikut hasil survei antara mahasiswa sebagai pengembang dan petani tambak sebagai pengguna.

Tabel 1 Hasil wawancara dengan Petani tambak

Pertanyaan	Jawaban/Tanggapan
Apa saja yang biasanya petani tambak tambak budidayakan di tambak ini?	Ikan bandeng, ikan kakap dan udang
Apa kendala utama yang sering dihadapi petani tambak terkait	Air tambak seringkali tidak stabil, terutama saat musim kemarau dan musim hujan yang lebat. Kadang ikan

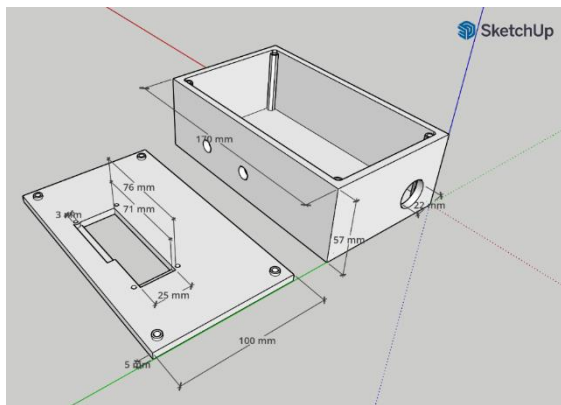
dengan kualitas air tambak?	mendadak mati tanpa alasan yang jelas dan seringkali menyadarinya terlambat.
Bagaimana melakukan pemantauan kualitas air secara manual? Jika ya, seberapa sering?	Pemantauan kualitas air dilakukan secara manual, tetapi tidak teratur karena alatnya terbatas. Biasanya hanya ketika ada masalah yang terlihat pada ikan, seperti ketika ikan mulai bergerak lambat.
Bagaimana mengetahui kualitas air yang tidak baik untuk ikan di tambak?	Biasanya tahu ketika sudah terlambat, seperti saat ikan mulai mati atau ketika air berubah warna, tapi ini tidak selalu terlihat jelas.
Parameter apa saja yang menurut petani tambak penting untuk dipantau dalam kualitas air?	Yang paling penting adalah Tingkat keasaman (pH), suhu dan kadar zat terlarut (TDS). Keduanya bisa sangat mempengaruhi Kesehatan ikan dan udang.
Seberapa penting menurut petani tambak adanya alat otomatis yang bisa mengukur kualitas air tambak?	Sangat penting, dengan alat ini bisa mengetahui kualitas air secara real-time dan bisa segera mengambil Tindakan sebelum terjadi masalah yang lebih besar, terutama di musim kemarau dan curah hujan tinggi.
Seberapa besar pengaruh kualitas air terhadap produktivitas tambak?	Kualitas air sangat berpengaruh. Jika airnya buruk, ikan akan stress dan berhenti makan, yang berujung pada lambatnya

	pertumbuhan bahkan kematian.
Jika petani tambak memiliki alat yang bisa mengukur pH dan TDS air secara real time dan memberikan notifikasi, apakah merasa hal itu akan meningkatkan produktivitas tambak?	Pasti, itu akan sangat membantu karena bisa lebih cepat mengambil tindakan sebelum ikan dan udang terkena dampak buruk dari kualitas air yang buruk
Apakah petani tambak sudah menggunakan smartphone dalam keseharian untuk pemantauan tambak atau hal lainnya?	Ya, menggunakan smartphone untuk komunikasi. Jika ada alat yang bisa terhubung ke smartphone untuk memantau kualitas air, itu akan sangat bermanfaat.

Selain hasil wawancara, studi literatur juga dilakukan untuk memahami lebih dalam mengenai teknologi yang dapat diterapkan pada sistem pendeteksi kualitas air tambak berbasis IoT.

3.2 Perancangan Alat

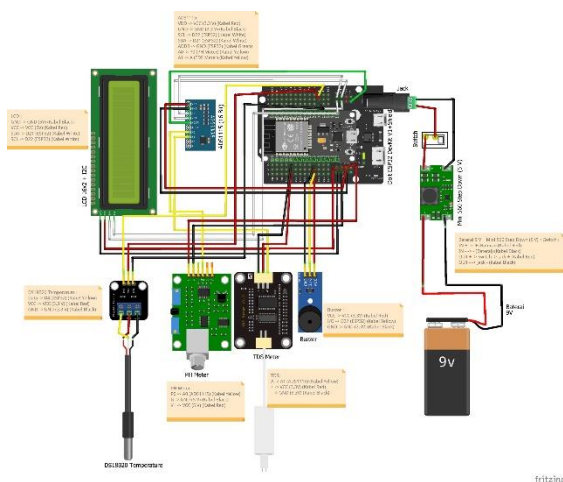
Perancangan alat meliputi dua aspek utama, yaitu desain mekanik dan perancangan rangkaian elektronik. Desain mekanik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SketchUp untuk membuat sketsa rancangan, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 9. Sementara itu, perancangan rangkaian elektronik dirancang menggunakan perangkat lunak Fritzing untuk memastikan keteraturan dan keakuratan dalam proses pengembangan.



Gambar 9 Desain mekanik (3D) sistem pendeteksi kualitas air tambak berbasis IoT

Desain mekanik dirancang untuk mendukung kinerja perangkat keras secara optimal dan disesuaikan dengan kondisi lapangan. Perancangan ini meliputi penataan posisi berbagai komponen, seperti sensor pH air, sensor suhu, sensor TDS, mikrokontroler, baterai, buzzer, serta perangkat pendukung lainnya.

Setelah menentukan komponen yang diperlukan, langkah berikutnya adalah merancang rangkaian elektronik menggunakan perangkat lunak Fritzing. Ilustrasi dari hasil perancangan rangkaian elektronik dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 10 Rangkaian elektronik sistem pendeteksi kualitas air tambak berbasis iot

Gambar 10 adalah rangkaian elektronik menggunakan ESP32 DevKit V1 sebagai mikrokontroler utama yang menghubungkan berbagai sensor dan modul untuk memantau

parameter lingkungan. Sensor DS18B20 terhubung ke pin D4 untuk membaca suhu, sedangkan pH meter dan TDS meter terhubung ke pin A0 dan A1 melalui modul ADS1115 untuk membaca parameter air. Buzzer terhubung ke pin D27 untuk memberikan notifikasi, sementara modul ADS1115 dan LCD 16x2 menggunakan komunikasi I2C melalui pin SDA (D21) dan SCL (D22). Suplai daya diatur menggunakan Mini 560 Step Down yang menurunkan tegangan baterai 9V menjadi 5V, dengan saklar yang mengontrol aliran daya ke rangkaian. Sistem ini dirancang untuk mengolah data dari sensor secara real-time dan menampilkannya pada LCD, sekaligus memberikan notifikasi saat parameter tertentu melebihi ambang batas.

3.3 Pemrograman Alat

Proses pemrograman dalam pengembangan sistem pendeteksi kualitas air berbasis IoT melibatkan beberapa tahapan utama, yang meliputi:

1. Pengembangan Program

Tahap awal adalah menyusun program untuk mikrokontroler yang bertanggung jawab mengelola sensor kualitas air (pH, suhu, dan TDS), serta modul komunikasi IoT. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Arduino IDE, yang dipilih karena kompatibilitasnya dengan perangkat keras yang digunakan. Program ini dirancang untuk membaca data dari sensor, mengolahnya, dan mengirimkan hasil pemantauan ke server atau platform IoT.

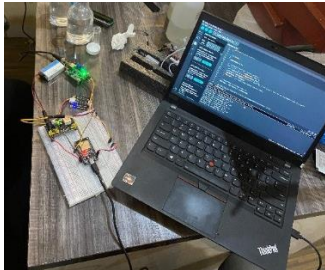
2. Pemuatan Program ke Mikrokontroler

Setelah program selesai dibuat, langkah berikutnya adalah memuat kode program ke mikrokontroler menggunakan kabel USB dan perangkat lunak Arduino IDE. Proses ini memastikan bahwa mikrokontroler dapat menjalankan logika yang telah dirancang, sehingga semua komponen dapat bekerja sesuai fungsinya.

3. Mengecek Kesalahan

Pada tahap ini, pemeriksaan kesalahan dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat bekerja sebagaimana mestinya. Pemeriksaan dilakukan menggunakan sampel air biasa, seperti air dari botol kemasan, untuk simulasi di laboratorium. Hal ini bertujuan untuk menguji akurasi pembacaan sensor dan stabilitas sistem

sebelum perangkat diuji langsung di lapangan. Jika ditemukan kesalahan, program akan ditinjau ulang, diperbaiki, dan diunggah kembali ke mikrokontroler.



Gambar 11 Pemrograman sistem pendeteksi kualitas air tambak berbasis IoT

3.4 Analisa Data

Data yang diperoleh dari pengukuran parameter kualitas air tambak dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan hasil penelitian dengan standar parameter kimia kualitas air untuk budidaya ikan berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 (Kelas II) [18] serta rujukan lainnya [4].

Tabel 2 Standard parameter kimia kualitas air budidaya ikan

Standard Parameter Kimia Kualitas Air Budidaya Tambak	
Parameter	Standard Nilai
pH	6-9
Suhu	28-32 °C
Total Dissolve Solid (TDS)	≤ 1000 ppm

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujiann Kualitas Air Tambak Menggunakan Alat Prototipe Sistem Pendeteksi Kualitas Air Tambak

Hasil pengukuran parameter kualitas air di tambak Desa Karangrejo Kabupaten Demak selama lima hari berturut-turut dimulai pada Hari Rabu, 25 Desember sampai Minggu 29 Desember 2024 dengan jam yang sama yaitu pagi pukul 07.00 WIB, siang pukul 12.00 WIB dan sore pukul 17.00 WIB disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Alat prototipe sistem pendeteksi kualitas air tambak berbasis IoT

Pengujian ke	pH	Suhu (°C)	TDS (PPM)
1	8.05	30	638
2	8.29	31	658
3	8.33	30	643
4	8.10	29	635
5	8.29	31	633
6	8.30	30	627
7	8.22	30	640
8	8.37	32	660
9	8.12	31	650
10	8.08	30	630
11	8.29	32	625
12	8.33	31	620
13	8.02	29	638
14	8.23	31	644
15	8.33	30	638



(a)

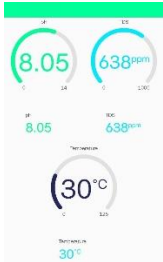


(b)

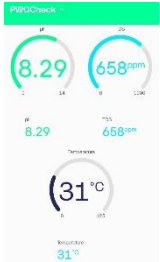
Gambar 12 Pengujian sistem pendeteksi kualitas air tambak berbasis IoT, (a) Gambar prototipe, (b) Pengujian lapangan

4.2 Pengujian Sistem Monitoring

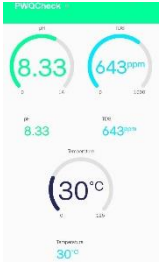
Berdasarkan hasil pengujian kualitas air tambak, perangkat mampu membaca data dari sensor pH, suhu, dan TDS dengan akurat. Sistem ini kemudian menampilkan hasil pengukuran tersebut melalui aplikasi *Blynk* berbasis Android, yang terhubung menggunakan jaringan WiFi melalui mikrokontroler ESP32 DevKit V1.



(a)



(b)



(c)

Gambar 13 Tampilan pembacaan sensor pH, suhu dan TDS menggunakan aplikasi *Blynk* pada Rabu, 25 Desember 2024, (a) Sampel pengujian jam 07.00 WIB, (b) Sampel pengujian jam 12.00 WIB, (c) Sampel pengujian jam 17.00 WIB

4.3 Pengujiann Kualitas Air Tambak Menggunakan Alat Pabrikan

Untuk memastikan akurasi pengukuran kualitas air tambak, dilakukan pengujian menggunakan alat ukur pabrikan yang terdiri dari pH meter dan TDS meter. Alat pabrikan ini digunakan sebagai acuan standar dalam pengukuran parameter kualitas air seperti pH, suhu, dan TDS. Hasil pengukuran dengan alat pabrikan ini akan menjadi dasar untuk mengevaluasi keandalan sistem monitoring berbasis IoT yang telah dikembangkan. Pengukuran dilakukan secara rutin selama lima hari untuk memperoleh data yang konsisten dan valid.

Tabel 4 Hasil pengujian alat pabrikan

Pengujian ke	Hasil alat ukur pabrikan		
	pH	Suhu (°C)	TDS (PPM)
1	8.1	30	610
2	8.2	30	620
3	8.2	30	620
4	8.2	29.08	610
5	8.2	30	610
6	8.3	30	610
7	8.2	30	620
8	8.3	29.06	620
9	8.3	31	620
10	8.1	30	610
11	8.2	30	610
12	8.3	30	620
13	8.2	31	620
14	8.3	30	620
15	8.3	30	610



(a) (b)
Gambar 14 Pengujian menggunakan alat pabrikan, (a) pH meter, (b) TDS meter (mengukur TDS dan Suhu)

4.4 Analisa Hasil Pengujian

Hasil pengukuran kualitas air tambak dibandingkan antara sistem pendeteksi kualitas air berbasis prototipe dengan alat ukur pabrikan. Perbandingan ini menggunakan nilai rata-rata dari keseluruhan 15 sampel pengujian, yang kemudian dihubungkan dengan standar parameter kimia kualitas air untuk budidaya ikan berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 (Kelas II) serta rujukan lainnya [4], [18]. Perbandingan hasil pengukuran bertujuan untuk mengevaluasi akurasi dan nilai error sistem prototipe dalam mengukur nilai pH, suhu, dan TDS. Tabel 5 menyajikan rata-rata hasil pengujian dari kedua metode tersebut beserta perbandingannya terhadap standar kualitas air.

Tabel 5 Perbandingan nilai hasil pengukuran

Parameter	Standar Parameter	Rata-rata	
		Hasil pengukuran prototipe	Hasil pengukuran alat pabrikan
pH	6.0 - 9.0	8.31	8.21
Suhu (°C)	28-32 °C	30.53	30.01
TDS (ppm)	≤ 1000	630.27	611.33

Hasil perbandingan rata-rata pengukuran prototipe dengan alat ukur pabrikan menunjukkan bahwa sistem prototipe memiliki akurasi yang baik dalam mengukur parameter kualitas air tambak. Tingkat akurasi dan error dihitung menggunakan formula berikut:

1. Error (%)

$$\text{Error (\%)} = \frac{(\text{Hasil Prototipe} - \text{Hasil Alat Pabrikan})}{\text{Hasil Alat Pabrikan}} \times 100$$

2. Akurasi (%)

$$\text{Akurasi (\%)} = 100\% - \text{Error (\%)}$$

Perhitungan ini dilakukan untuk setiap parameter, yaitu pH, suhu, dan TDS, dengan hasil perbandingan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Perhitungan error (%) akurasi (%)

Parameter	Error (%)	Akurasi (%)
pH	1.22	98.78
Suhu (°C)	1.73	98.27
TDS (ppm)	3.10	96.90

Untuk parameter pH, rata-rata hasil pengukuran sistem prototipe adalah 8.31, sedangkan alat pabrikan menunjukkan rata-rata sebesar 8.21. Perbedaan kecil ini menghasilkan tingkat error sebesar 1.22% dengan akurasi 98.78%. Nilai pH yang diukur berada dalam kisaran standar parameter kimia kualitas air untuk budidaya ikan, yaitu 6.0-9.0, sebagaimana diatur dalam PP No. 82 Tahun 2001 (Kelas II) [18]. Akurasi tinggi pada pengukuran pH ini menunjukkan bahwa sistem prototipe dapat diandalkan untuk tetap optimal dalam mendukung pertumbuhan biota akuatik.

Pada parameter suhu, sistem prototipe mencatat rata-rata sebesar 30.53°C, sementara alat pabrikan menunjukkan rata-rata 30.01°C. Tingkat error pengukuran suhu sebesar 1.73% dengan akurasi 98.27%. Kisaran suhu yang diukur sepenuhnya sesuai dengan standar kualitas air untuk budidaya ikan, yaitu 28°C hingga 32°C. Stabilitas suhu ini penting untuk menjaga metabolisme dan pertumbuhan ikan atau udang di tambak, serta menghindari stres akibat perubahan suhu yang ekstrem.

Parameter TDS menunjukkan hasil pengukuran rata-rata sebesar 630.27 ppm untuk sistem prototipe dan 611.33 ppm untuk alat pabrikan. Tingkat error untuk parameter ini adalah 3.10%, dengan akurasi sebesar 96.90%. Meskipun error pada parameter TDS sedikit lebih besar dibandingkan pH dan suhu, nilai ini masih dalam batas toleransi dan jauh di bawah standar maksimum, yaitu ≤ 1000 ppm. Hal ini

mengindikasikan bahwa sistem prototipe dapat mendeteksi tingkat zat terlarut dalam air dengan cukup baik untuk memastikan kesehatan ekosistem tambak.

Keunggulan utama dari prototipe sistem pendeteksi kualitas air berbasis IoT ini terletak pada metode deteksi yang memungkinkan pengukuran semua parameter, yaitu pH, suhu, dan TDS, dilakukan secara simultan sehingga hasilnya dapat diperoleh secara bersamaan. Kemudian data hasil pengukuran dapat dilihat melalui dua media, yaitu layar LCD dan aplikasi *Blynk* berbasis Android, sehingga tetap dapat diakses meskipun jaringan internet tidak stabil. Alat ini juga dilengkapi buzzer yang akan berbunyi jika salah satu parameter kualitas air tidak sesuai standar, memberikan peringatan dini kepada petani untuk segera mengambil tindakan. Dengan fitur ini, petani tambak di Desa Karangrejo, Kabupaten Demak, dapat lebih mudah mencegah kematian massal ikan atau udang akibat perubahan kualitas air yang tidak terdeteksi.

Meskipun efektif, alat ini memiliki keterbatasan pada mikrokontroler yang sering panas setelah penggunaan lama, sehingga perlu didiamkan sebelum digunakan kembali. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengatasi kendala ini dan meningkatkan performa alat. Dengan berbagai keunggulannya, alat ini mendukung petani tambak dalam mengoptimalkan manajemen tambak, mencegah kerugian, dan meningkatkan keberhasilan budidaya mereka.

5. KESIMPULAN

- Sistem monitoring kualitas air berbasis IoT berhasil membaca dan menampilkan data pH (8.02-8.37), suhu (29°C-32°C), dan TDS (620 ppm-660 ppm) secara akurat dan *real-time*.
- Sistem ini memudahkan pengawasan kualitas air secara *real-time*, membantu petani tambak mengetahui kondisi air untuk mencegah kematian ikan akibat kualitas air yang buruk, serta meningkatkan efisiensi pengelolaan tambak di Desa Karangrejo, Kabupaten Demak.

- Sistem ini memiliki keterbatasan pada mikrokontroler yang sering panas setelah penggunaan lama, sehingga perlu didiamkan sebelum digunakan kembali. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengatasi kendala ini dan meningkatkan performa alat.

UACAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Islam Sultan Agung, para petani tambak di Desa Karangrejo, Kabupaten Demak, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penelitian ini. Dukungan dan kerjasama yang diberikan sangat berarti dalam keberhasilan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] KKP, "Analisis Pengembangan Perikanan Budidaya," *Pusat Data Statistik dan Informasi Kelautan dan Perikanan*. pp. 1–110, 2017.
- [2] R. Suharda, "Standar pH Air pada Kolam Tambak," *ISW Group*. <https://www.isw.co.id/post/2016/05/03/standar-ph-air-pada-kolam-tambak> (accessed Nov. 13, 2024).
- [3] . Makmur, H. S. Suwoyo, M. Fahrur, and R. Syah, "Pengaruh Jumlah titik Aerisasi Pada Budidaya Udang Vaname," *J. Ilmu dan Teknol. Kelaut. Trop.*, vol. 10, no. 3, pp. 727–738, 2018, doi: 10.29244/jitkt.v10i3.24999.
- [4] H. L. Ahmad Ilham Farabi, "Manajemen Kualitas Air pada Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di UPT . BAPL (Budidaya Air Payau dan Laut) Bangil Pasuruan Jawa Timur Water Quality Management in Rating Vaname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) at UPT . BAPL (Brackish and Se," *J. Ris. Perikan. DAN Kelaut.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–13, 2023.
- [5] S. Melangi, M. Asri, and S. A. Hulukati, "Sistem Monitoring Informasi Kualitas dan Kekeruhan Air Tambak Berbasis Internet of Things," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 77–82, 2022, doi: 10.37905/jjee.v4i1.12061.
- [6] M. S. Harefa, Z. Nasution, Restu, M. R. S. Damanik, M. F. G. Matondang, and D. Irfansyah, "Pola Pengembangan Tambak Berkelanjutan," pp. 1–23, 2016.
- [7] W. A. Prayitno, A. Muttaqin, and D. Syauqy, "Sistem Monitoring Suhu, Kelembapan, dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hdiroponik Menggunakan Blynk Android," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Komun. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 4, pp. 292–297, 2017, [Online]. Available: [https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-](https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/87/46)
- [8] A. Zulus, "Rancang Bangun Monitoring pH Air Menggunakan Soil Moisture Sensor di SMK N 1 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang," *Jusikom*, vol. 2, no. 1, pp. 37–43, 2017.
- [9] G. F. N. Purma Nailu Safirih W.P, M. Komarudin, "Sistem Pengendalian Kadar PH dan Penyiraman Tanaman Hidroponik Model Wick System," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 10, no. 1, 2022, doi: 10.23960/jitet.v10i1.2260.
- [10] M. N. P. Ma'ady, "Pembuatan Sistem Monitoring Suhu, Ph, Tds, Do, Amonia Dan Nitrit Air Kolam Bagi Umkm Fullobster Surabaya Berbasis Machine Learning," *J. Penelit. dan Pengabd. Kpd. Masy. UNSIQ*, vol. 9, no. 3, pp. 249–254, 2022, doi: 10.32699/ppkm.v9i3.3173.
- [11] Rahmi Putri Wirman, Indrawata Wardhana, and Vandri Ahmad Isnaini, "Kajian Tingkat Akurasi Sensor pada Rancang Bangun Alat Ukur Total Dissolved Solids (TDS) dan Tingkat Kekeruhan Air," *J. Fis.*, vol. 9, no. 1, pp. 37–46, 2019.
- [12] I. M. Adrian Pramuditya, I. G. A. P. Raka Agung, and P. Rahardjo, "Rancang Bangun Alat Uji Periferil Esp32 Devkit V1 - Doit 30 Pin," *J. SPEKTRUM*, vol. 10, no. 4, p. 340, 2023, doi: 10.24843/spektrum.2023.v10i04.p39.
- [13] N. Nopirdo, M. S. Al Amin, and N. Nurdiana, "Rancang Bangun Prototype Penjemur Pakaian Otomatis Berbasis Mikrokontroller ATMEGA8535," *J. Ampere*, vol. 6, no. 1, p. 11, 2021, doi: 10.31851/ampere.v6i1.5234.
- [14] S. M. Gylbert H.N Simatupang., Tulung, Novi MSherwin R.U.A. Sompie, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kadar Alkohol Melalui Ekhalasi Menggunakan Sensor TGS2620 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO," vol. 4, no. 7, pp. 15–24, 2015.
- [15] N. N. Novempa and D. Dzulkifli, "Alat Pendeteksi Kualitas Air Portable dengan Parameter pH, TDS dan Suhu Berbasis Arduino UNO," *Inov. Fis. Indones.*, vol. 9, no. 2, pp. 85–92, 2020, doi: 10.26740/ifi.v9n2.p85-92.
- [16] Rahadithia Prayudha, "Sistem Pendeteksi Kualitas Air Bersih Menggunakan Sensor Ph Dan Sensor Tds Berbasis Mobile," *Univ. Islam Negeri Syarif Hidayatullah*, p. 110, 2020, [Online]. Available: <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/53774>
- [17] M. Chairy and T. Multa, "Rancang Bangun Alat Monitoring Kualitas Air pada Tambak Udang Berbasis IoT," vol. 13, pp. 82–86, 2024.
- [18] Pemerintah Republik Indonesia, "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air," *Peratur.*

Pemerintah tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendali. Pencemaran Air, pp. 1–22, 2001.