

PERANCANGAN ALAT MONITORING SENSOR PH DAN SUHU PADA KOLAM LELE DI INDUSTRI REPUBLIK LELE BERBASIS IoT

Muhammad Ramadhani¹, Danang Erwanto², Iska Yanuartanti³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kediri, Kediri

E-mail: ¹*1ramadoromuki@gmail.com, ²danangerwanto@uniska-kediri.ac.id, ³iska.yanuartanti@uniska-kediri.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Submitted:
July 16, 2024

Accepted:
July 18, 2024

Published:
July 31, 2024

ABSTRACT

Catfish farming is an important sector in the Indonesian fishing industry due to high demand. To produce high-quality catfish, it is crucial to maintain the quality of pH and pond temperature, with an optimal pH of 6.5-8.5 and a temperature of 25°C-30°C. Water quality monitoring in the "Lele Republic" is currently done manually and is inefficient. Therefore, an IoT-based automated solution is needed for real-time pH and temperature monitoring. This research designs an IoT-based monitoring tool using a pH 4502c sensor and a DS18B20 temperature sensor, with a NodeMCU ESP8266 microcontroller, Arduino IDE software, and the Blynk application. Monitoring can be viewed on an LCD and Blynk smartphone, and error testing will be conducted to ensure the tool works properly. This IoT implementation is expected to improve efficiency in detecting changes in water quality and enable remote data access. The research method used is the experimental method. Based on the research results, it can be concluded that the pH 4502C sensor and DS18B20 temperature sensor work well for measuring pH levels and pond water temperature in real-time. Monitoring data from sensor readings is on a 20x4 LCD and can be viewed via Blynk. Overall, the tool works well, with an error rate of less than 3%, indicating that the tool has been well calibrated. The implementation of this tool facilitates efficient monitoring of pH and pond water temperature in the Lele Republic.

Keywords:

Catfish Farming, NodeMCU ESP8266, pH 4502C Sensor, Blynk Application

Kata Kunci:

Budidaya Ikan Lele, NodeMCU ESP8266, Sensor pH 4502C, Aplikasi Blynk

ABSTRAK

Budidaya ikan lele merupakan sektor penting dalam industri perikanan Indonesia karena tingginya permintaan. Untuk menghasilkan lele berkualitas, penting untuk menjaga kualitas pH dan suhu kolam, dengan pH optimal 6,5-8,5 dan suhu 25°C-30°C. Pengawasan kualitas air di "Republik Lele" saat ini dilakukan secara manual dan tidak efisien. Karena itu, diperlukan solusi otomatis berbasis IoT untuk pemantauan pH dan suhu secara real-time. Penelitian ini merancang alat monitoring berbasis IoT menggunakan sensor pH 4502c dan sensor suhu DS18B20, dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, software Arduino IDE, serta aplikasi Blynk. Monitoring bisa dilihat pada LCD dan Blynk smartphone, serta dilakukan uji error guna memastikan alat bekerja dengan baik. Implementasi IoT ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam mendeteksi perubahan kualitas air, dan memungkinkan akses data dari jauh. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sensor pH 4502C dan sensor suhu DS18B20 bekerja dengan baik, untuk mengukur tingkat pH dan suhu air kolam secara real-time. Data monitoring hasil pembacaan sensor ditampilkan pada LCD dan dapat dilihat melalui Blynk. Secara keseluruhan, alat bekerja dengan baik, dengan tingkat error kurang dari 3%, menunjukkan alat telah dikalibrasi dengan baik. Implementasi alat memudahkan Republik Lele dalam pemantauan pH dan suhu air kolam secara efisien.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Corresponding Author:

Muhammad Ramadhani,
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kediri
Jalan Sersan Suharmadji No. 38, Kota Kediri, Jawa Timur, Indonesia.
Email: ramadoromuki@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Budidaya ikan lele menjadi salah satu faktor penting dalam industri perikanan di Indonesia. Ikan lele merupakan jenis ikan air tawar yang memiliki permintaan tinggi di pasar lokal maupun internasional. Untuk memenuhi permintaan yang terus meningkat dan menghasilkan lele yang berkualitas, salah satu parameter yang harus dijaga adalah kualitas air dan suhu air kolam. Kualitas air yang baik merupakan faktor kunci dalam memastikan kesehatan dan pertumbuhan optimal ikan lele. Dalam budidaya ikan lele, pH yang optimal berada dalam rentang 6,5 hingga 8,5, sementara suhu yang ideal berkisar antara 25°C hingga 30°C [1]. Pengaturan nilai-nilai yang tepat dapat berkontribusi pada pertumbuhan dan kesehatan ikan lele. Penyimpangan dari nilai-nilai yang direkomendasikan dapat menyebabkan stres, menurunkan laju pertumbuhan, serta meningkatkan risiko penyakit dan kematian ikan lele [2].

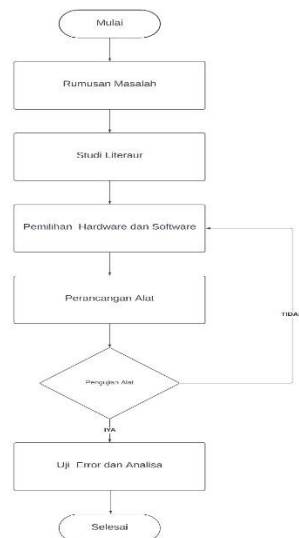
Praktiknya, pengawasan parameter kualitas air dan suhu di "Republik Lele" saat ini masih dilakukan secara manual. Metode ini tidak hanya memakan waktu dan tenaga, tetapi juga tidak efisien. Pengawasan yang kurang tepat waktu dapat menyebabkan keterlambatan dalam penanganan masalah, yang pada akhirnya akan berdampak negatif pada produktivitas dan kualitas hasil panen. Oleh karena itu, diperlukan solusi otomatis dan efisien dalam pemantauan kadar pH dan suhu secara real-time pada kolam lele. Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi masalah tersebut [3].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji alat monitoring berbasis IoT yang dapat secara real-time memantau kadar pH dan suhu dalam kolam lele. Alat ini akan membantu para petani ikan lele dalam menjaga kualitas air dengan lebih efisien dan segera mengambil tindakan korektif jika diperlukan. Sensor yang digunakan pada sistem pengukuran parameter adalah sensor pH 4502C dan sensor suhu DS18B20. Prinsip dari sensor pH ini menggunakan voltametri, yaitu pengukuran arus sebagai fungsi potensial yang diterapkan ketika terjadi polarisasi indikator dari elektro [4]. Untuk sistem monitoring, diperlukan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Selain perangkat keras (hardware), juga diperlukan perangkat lunak (software) Arduino IDE untuk memprogram pembacaan nilai sensor pH 4502c dan sensor suhu DS18B20 yang akan diunggah ke NodeMCU ESP8266. Hasil pembacaan sensor pH 4502c dan sensor suhu DS18B20 dapat dilihat pada LCD display 20x4 dan aplikasi Blynk di smartphone [5].

Penelitian ini yang berjudul "Perancangan Alat Monitoring Sensor pH dan Suhu pada Kolam Lele Berskala Industri di Republik Lele Berbasis IoT" diharapkan dapat membantu para peternak ikan lele dalam meningkatkan efisiensi, efektivitas, serta menghemat biaya operasional budidaya ikan lele.

2. METODE PENELITIAN

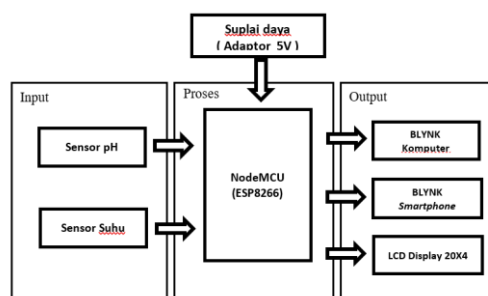
Perancangan Alat Monitoring Sensor pH dan Suhu pada Kolam Lele Berskala Industri di Republik Lele berbasis IoT (Internet of Things). Untuk pembacaan data pH menggunakan sensor pH 4502C, dan untuk pembacaan data suhu menggunakan sensor DS18B20, untuk memonitoring hasil pembacaan sensor menggunakan LCD display dan Blynk, untuk komunikasi antara mikrokontroler dengan software menggunakan modul Wifi ESP8266.



Gambar 1 Flowchart alur penelitian

2.1. Perancangan Perangkat Keras

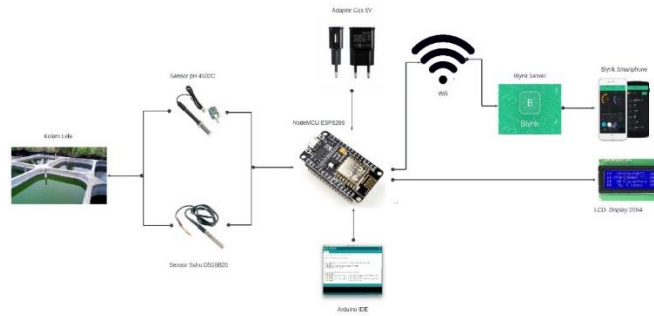
Berikut merupakan blok diagram perancangan perangkat keras.



Gambar 2 Diagram perangkat keras

Perancangan pada penelitian ini memiliki konsep penerapan sensor langsung pada objek sebelum masuk dan setelah masuk pada kolam. *Hardware* yang akan digunakan terdiri dari mikrokontroler dan sensor. Mikrokontroler yang digunakan yaitu NodeMCU ESP8266. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dikarenakan sudah memiliki modul *WiFi* yang berfungsi untuk mengirim data ke aplikasi Blynk. Sensor yang digunakan diantaranya Sensor *Temperature* DS18B20 dan Sensor pH 4502c yang mana akan mengambil data berupa nilai suhu dan nilai pH lalu data tersebut dikirimkan ke NodeMCU kemudian NodeMCU mengirimkan data dengan koneksi *wifi* ke Blynk server, terakhir data pH dan suhu dapat dilihat pada aplikasi Blynk *smartphone* dan LCD 20X4.

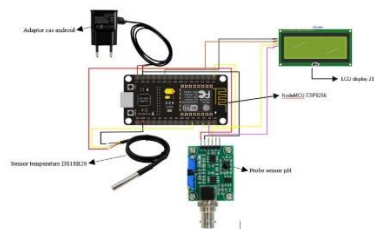
2.2. Perancangan Alat



Gambar 3. Perancangan sistem alat

Perancangan pada penelitian kali ini yaitu memerlukan dua sensor yang pertama sensor pH 4502c digunakan sebagai pembacaan data pH dan sensor suhu DS18B20 digunakan sebagai pembacaan data suhu yang kemudian dikirim ke ESP8266. Namun sebelum itu penulis perlu meng-coding program di Arduino IDE untuk pembacaan pH dan suhu lalu meng-upload program tersebut ke microcontroller ESP8266. Lalu data yang dikirimkan dari sensor ke ESP8266 kemudian diteruskan ke Blynk Cloud yang nantinya dikirim ke Blynk interface website/smartphone, komunikasi ESP dengan server Blynk menggunakan koneksi Wifi. Untuk melihat hasil pembacaan sensor pH dan suhu bisa dilihat di aplikasi Blynk di smartphone dan LCD display 20X4. ESP8266 memerlukan power supply disini menggunakan adaptor cas 5V.

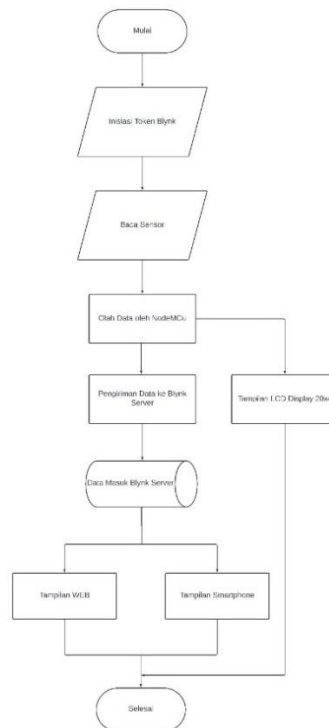
2.3. Wiring alat monitoring



Gambar 4. Wiring alat monitoring

Pada sistem keseluruhan *wiring* alat yang telah dirancang desain tersebut hasil rancangan keseluruhan alat yang akan digunakan untuk monitoring kadar pH dan suhu untuk kolam lele.

2.4. Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 5. Flowchart alur perangkat lunak

Pada sistem ini merupakan cara kerja *Software* yang digunakan dimulai dari inisiasi token yang telah dibuat di blynk ke NodeMCU 8266. setelah terinisiasi maka NodeMCU8266 sebagai *Microcontroller* membaca sensor pH dan suhu berdasarkan program yang telah dibuat di ArduinoIDE. Dari pembacaan nilai sensor hasilnya akan dapat dilihat pada LCD *display* dan ada data yang dikirim ke database *Blynk*. Data yang diterima akan didistribusikan ke Web dan Aplikasi monitoring yang telah *terintegrasi* data ke aplikasi android *Blynk* atau web.

2.5. Pengujian Error

Pada pengujian presentase error ini merupakan pengujian dari setiap komponen yang digunakan untuk mengetahui nilai error dari pembacaan data yang mana nantinya data yang diperoleh dari setiap perbandingan komponen yang digunakan akan dihitung untuk nilai error. Dengan menggunakan persamaan (2.1) sebagai berikut

$$Error \% = \left| \frac{\text{pengukuran sensor} - \text{sensor pembandingan}}{\text{sensor pembandingan}} \right| \times 100\% \dots\dots 2.1$$

Pada uji Error dalam penelitian ini mengambil data dari nilai pH dan Temperatur dari sensor yang dibuat dibandingkan dengan nilai pH dan suhu dari alat ukur pH meter digital dan Termometer digital. Dari dua data tersebut maka dapat di masukkan nilai data ke dalam persamaan 2.1 [6].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang hasil sistem kerja alat dan pengujian alat dari metode yang digunakan oleh peneliti beserta Uji error. Pada bab ini dilakukan beberapa pengujian untuk memastikan bahwa pada setiap sistem yang terdapat pada Tugas akhir ini mampu berjalan sesuai perencanaan dan metode yang telah dibuat sebelumnya. Terdapat pengujian presentase error. Berikut merupakan pengujian dari setiap data yang telah terbaca dari perbandingan alat dan hasil dari tegangan listrik yang terbaca dari sensor pH 4502C, yang mana sensor pH 4502C dengan pH komersil ATC selain perbandingan dari alat pengukur pH peneliti juga melakukan perbandingan data yang terbaca dari sensor temperature DS18B20 dengan alat digital komersil (TP01).

Tabel 1 Hasil kalibrasi sensor pH 4502C

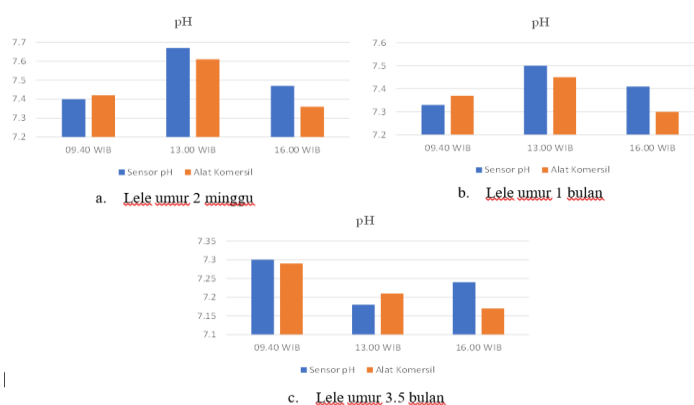
Material	pH	Tegangan
Kabel Jumper	-	2,02 V
pH Buffer 4,00	4	2,34 V
pH Buffer 6,86	6,8	2,09 V

3.5 Hasil Pembacaan Data

Hasil pembacaan data ini merupakan keseluruhan data yang terbaca dari alat yang telah dirancang untuk memantau kondisi air pada kolam lele, yang mana data yang diambil dari kolam berupa pH dan suhu air, selanjutnya data pembacaan sensor akan di uji berdasarkan uji *error* guna untuk mengetahui sistem kerja alat saat digunakan secara *real-time* pada kolam lele berkala industri.

3.5.1 Pembacaan Data pH

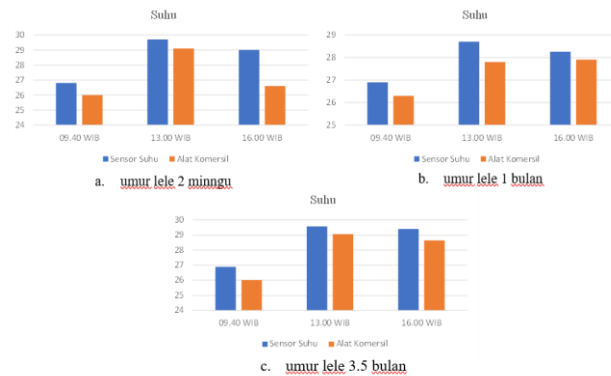
Pada tahap ini peneliti akan mencatat hasil dari pembacaan sensor pH 4502C yang nantinya akan dibanding dengan alat sensor pH komersil, pada pengambilan data ini penulis melakukan 3 hari penelitian dan dalam 1 hari peneliti akan mencatat hasil pH air kolam pada pagi, siang, dan sore hari guna mendapatkan hasil yang diinginkan serta mengetahui tingkat keakuratan antara alat yang dirancang dengan alat yang dijual secara komersil.

**Gambar 3** Grafik Data pH

Berdasarkan grafik 9 (a) pada lele umur 2 minggu menunjukkan nilai pH minimal 7,36 dan maksimal 7,67 ini termasuk batas aman untuk pertumbuhan ikan lele. Pada tabel 4.7 (b) umur lele 1 bulan menunjukkan pH berada pada batas aman meskipun pH air berada pada kondisi paling tinggi dibandingkan 2 kolam lainnya, begitu pula pada kolam lele usia 3,5 bulan menunjukkan pH air menurun, rata-rata pH berada pada nilai 7,13. Kondisi kadar pH air ke-3 kolam tergolong bagus untuk pertumbuhan serta meningkatkan kualitas ikan lele.

3.5.2 Pembacaan Data Suhu

Pada tahap ini peneliti akan mencatat hasil dari pembacaan sensor suhu DS18B20 yang nantinya akan dibanding dengan alat sensor suhu digital TP-101 pada kolam lele ber umur 2 minggu, 1 bulan, dan 3,5 bulan. Pengambilan data ini penulis melakukan pencatatan hasil pembacaan selama 3 hari , dan dalam 1 hari peneliti akan mencatat hasil suhu air kolam pada pagi, siang, dan sore hari guna mendapatkan hasil yang diinginkan serta mengetahui tingkat keakuratan antara alat yang dirancang dengan alat yang dijual secara komersil.



Gambar 4 Grafik data suhu

Berdasarkan grafik 10 menunjukkan hasil pembacaan data suhu dari alat yang dirancang DS18B20 dan alat yang dijual secara komersil pada hari pertama, hasil pembacaan suhu dilakukan pada 3 kolam yakni pada kolam lele berumur 2 minggu, 1 bulan, dan 3,5 bulan. Blok warna biru merupakan pembacaan sensor DS18B20, sedangkan blok warna jingga merupakan hasil pembacaan dari sensor komersil TP-101.

3.6 Pengujian Presentase Error

Pada pengujian presentase *error* yang akan dilakukan oleh peneliti akan mendapatkan hasil tingkatan *error* dari masing-masing alat berdasarkan data yang telah dihitung, selanjutnya hasil dari perhitungan dapat menjadi pertimbangan kelayakan alat saat di gunakan pada kolam lele di Republik lele secara *realtime*. Pada penelitian ini menggunakan 3 titik pengambilan data kolam lele berdasarkan umur lele yang berbeda yakni pada umur 2 minggu, 1 bulan, dan 3,5 bulan.

3.6.1 Uji Error pH

Berdasarkan data pengambilan sampel pH air kolam lele dapat dimasukkan ke dalam persamaan rumus 2.1, pada tahap ini peneliti akan membandingkan sensor pH 4502C yang telah dirancang dengan alat pH meter digital komersil (ATC) untuk mengetahui tingkat kelayakan alat yang akan digunakan di Republik lele. Untuk lebih jelas mengenai nilai presentase *error* pH dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2 Uji *error* pH

Hari/ Tanggal	Umur Lele	Jam	Sensor pH	Alat Komersil	Presentase Error (%)	Akurasi Alat (%)	
Selasa, 16 Juli 2024	2 minggu	9:30 AM	7.4	7.42	0.27%	99.73%	
		1:00 PM	7.67	7.61	0.79%	99.21%	
		4:00 PM	7.47	7.36	1.49%	98.51%	
	1 bulan	9:30 AM	7.33	7.37	0.54%	99.46%	
		1:00 PM	7.5	7.45	0.67%	99.33%	
		4:00 PM	7.41	7.3	1.51%	98.49%	
	3.5 bulan	9:30 AM	7.3	7.29	0.14%	99.86%	
		1:00 PM	7.18	7.21	0.42%	99.58%	
		4:00 PM	7.24	7.17	0.98%	99.02%	
	Rabu, 17 Juli 2024	2 minggu	9:30 AM	7.42	7.49	0.93%	99.07%
			1:00 PM	7.58	7.67	1.17%	98.83%
			4:00 PM	7.35	7.39	0.54%	99.46%
1 bulan		9:30 AM	7.35	7.39	0.54%	99.46%	
		1:00 PM	7.63	7.52	1.46%	98.54%	
		4:00 PM	7.26	7.35	1.22%	98.78%	
3.5 bulan		9:30 AM	7.31	7.12	2.67%	97.33%	
		1:00 PM	7.28	7.1	2.54%	97.46%	
		4:00 PM	7.15	7.04	1.56%	98.44%	
Kamis, 18 Juli 2024		2 minggu	9:30 AM	7.37	7.59	2.90%	97.10%
			1:00 PM	7.54	7.3	3.29%	96.71%
			4:00 PM	7.64	7.6	0.53%	99.47%
	1 bulan	9:30 AM	7.31	7.23	1.11%	98.89%	
		1:00 PM	7.25	7.64	5.10%	94.90%	
		4:00 PM	7.48	7.54	0.80%	99.20%	
	3.5 bulan	9:30 AM	7.21	7.31	1.37%	98.63%	
		1:00 PM	7.13	7.25	1.66%	98.34%	
		4:00 PM	7.12	7.09	0.42%	99.58%	
	Rata - rata			7.366	7.363	1.36%	98.64%
	Total Data Sampling 27						

Berdasarkan tabel 2 pengujian presentase *error* pada sensor pH 4502C dengan alat sensor pH meter digital komersil (ATC), terlihat hasil dari 27 sampling yang telah di uji bisa disimpulkan nilai *error* terendah pada 0,14% dan tertinggi pada 5,10% hal ini disebabkan karena sensor pH 4502C itu membaca tegangan jadi sesekali terjadi lonjakan pada pembacaan data, dengan rata – rata *error* 1,36% dan tingkat akurasi alat yang telah dirancang cukup tinggi yakni sebesar 98.64%, hal ini menunjukkan bahwa alat sensor pH 4502C telah terkalibrasi dan bekerja dengan baik.

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sensor pH 4502C yang telah dirancang bekerja dengan baik dan layak digunakan pada kolam lele di Republik lele kabupaten kediri untuk mengukur tingkat pH air kolam lele secara *real-time*.

3.6.2 Uji Error suhu

Pada tahap pengujian error suhu ini peneliti akan membanding sensor suhu DS18B20 yang telah dirancang dengan alat sensor suhu yang dijual secara komersil (TP-101), data sampel suhu air kolam lele yang telah diambil nantinya akan dimasukkan ke dalam persamaan rumus 2.1 untuk mengetahui tingkat kelayakan sensor DS18B20 yang telah dirancang untuk digunakan di Repulik lele. Untuk lebih jelas mengenai nilai presentase *error* suhu dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3 Uji *error* suhu

Hari/ Tanggal	Umur Lele	Jam	Sensor Suhu	Alat Komersil	Presentase Error (%)	Akurasi Alat (%)
Selasa, 16 Juli 2024	2 minggu	9:30 AM	26.8	26	3.08%	96.92%
		1:00 PM	29.7	29.1	2.06%	97.94%
		4:00 PM	29.01	26.6	9.06%	90.94%
	1 bulan	9:30 AM	26.9	26.3	2.28%	97.72%
		1:00 PM	28.7	27.8	3.24%	96.76%
		4:00 PM	28.25	27.9	1.25%	98.75%
	3.5 bulan	9:30 AM	26.88	26	3.38%	96.62%
		1:00 PM	29.56	29.07	1.69%	98.31%
		4:00 PM	29.38	28.65	2.55%	97.45%
Rabu, 17 Juli 2024	2 minggu	9:30 AM	27.6	26.85	2.79%	97.21%
		1:00 PM	28.55	29.32	2.63%	97.37%
		4:00 PM	27.21	27.1	0.41%	99.59%
	1 bulan	9:30 AM	26.42	25.88	2.09%	97.91%
		1:00 PM	28.76	27.8	3.45%	96.55%
		4:00 PM	27.25	26.75	1.87%	98.13%
	3.5 bulan	9:30 AM	26.97	26.22	2.86%	97.14%
		1:00 PM	28.31	28.83	1.80%	98.20%
		4:00 PM	27.25	26.68	2.14%	97.86%
Kamis, 18 Juli 2024	2 minggu	9:30 AM	27.55	26.78	2.88%	97.12%
		1:00 PM	30.7	29.02	5.79%	94.21%
		4:00 PM	29.85	27.45	8.74%	91.26%
	1 bulan	9:30 AM	26.9	26.03	3.34%	96.66%
		1:00 PM	29.55	28.5	3.68%	96.32%
		4:00 PM	27.24	27.95	2.54%	97.46%
	3.5 bulan	9:30 AM	26.88	26.75	0.49%	99.51%
		1:00 PM	29.56	29.07	1.69%	98.31%
		4:00 PM	29.38	28.65	2.55%	97.45%
Rata - rata			28.189	27.520	2.97%	97.03%
Total Data Sampling 27						

Berdasarkan tabel 3 pengujian presentase *error* pada sensor suhu DS18B20 dengan alat sensor suhu komersil (TP-101), terlihat hasil dari 27 sampling yang telah di uji bisa disimpulkan nilai *error* terendah pada 0,41% dan tertinggi pada 9,06% dikarenakan pada sensor DS18B20 itu dasarnya membaca tegangan jadi sesekali terjadi lonjakan pada saat pembacaan data, dengan rata – rata *error* 2,97% dan tingkat akurasi alat yang telah dirancang cukup tinggi yakni sebesar 97.03%, hal ini menunjukkan bahwa alat sensor suhu DS18B20 telah mampu bekerja dengan baik.

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sensor suhu DS18B20 yang telah dirancang bekerja dengan baik dan layak digunakan pada kolam lele di Republik lele kabupaten kediri untuk mengukur tingkat suhu air kolam lele secara *real-time*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian secara keseluruhan dapat disimpulkan sebagai berikut.

- Berdasarkan perancangan *hardware* dan *software* sistem monitoring kolam lele sesuai dengan skema dan desain perancangan, serta data monitoring hasil pembacaan sensor ditampilkan pada LCD display 20x4 dan juga pembacaan sensor dapat dilihat pada aplikasi Blynk, secara keseluruhan alat monitoring bekerja dengan baik.
- Berdasarkan implementasi uji *error* alat yang digunakan pada kolam lele tingkat *error* menunjukkan angka yang kecil yakni kurang dari 3% berdasarkan sensor pH 4502C maupun sensor suhu DS18B20 hal ini membuktikan bahwa alat yang dirancang sudah dikalibrasi dengan baik.
- Berdasarkan implementasi alat monitoring berdampak langsung untuk memudahkan petani ikan lele mengetahui kualitas air kolam berdasarkan nilai suhu dan pH air, dengan pemantauan yang dilakukan secara *real-time* dapat menjaga kualitas dan pertumbuhan ikan lele lebih terjaga dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Sreenivasa Kumar, B. Venkataramana, dan S. Adinarayana Reddy, “Water Quality Monitoring System for Fisheries using Internet of Things (IoT) You may also like Hydrothermal synthesis of Mn 3 O 4 nanoparticles by evaluation of pH effect on particle Size formation and its antibacterial activity”, doi: 10.1088/1757-899X/1176/1/012016.
- [2] O. : Luthfan Ihtisyamuddin dan M. Zakaria, “PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING KUALITAS AIR DAN PEMBERI PAKAN OTOMATIS PADA KOLAM BUDIDAYA IKAN LELE BERBASIS INTERNET OF THINGS DI MBS (MUHAMMADIYAH BOARDING SCHOOL) YOGYAKARTA DEVELOPMENT OF WATER QUALITY MONITORING SYSTEM AND AUTOMATIC FEEDER IN CATFISH AQUACULTURE POND BASED ON INTERNET OF THINGS AT MBS (MUHAMMADIYAH BOARDING SCHOOL) YOGYAKARTA,” 2023.
- [3] D. Ramdani, F. Mukti Wibowo, dan Y. Adi Setyoko, “Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Suhu Dan Monitoring pH Air Aquascape Berbasis IoT (Internet Of Thing) Menggunakan Nodemcu Esp8266 Pada Aplikasi Telegram,” vol. 3, no. 1, hlm. 59–068, 2020, doi: 10.20895/INISTA.V2I2.
- [4] D. Agra Susilo, J. Maulindar, dan M. Evi Yuliana, “Perancangan Alat Monitoring Kualitas Air Kolam Ikan Lele Berbasis Internet Of Things,” INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research, vol. 3, hlm. 4703–4711, 2023.
- [5] F. Hidayat, A. Harijanto, dan B. Supriadi, “RANCANG BANGUN ALAT UKUR SISTEM MONITORING pH DAN SUHU KOLAM IKAN LELE BERBASIS IoT DENGAN ESP8266,” Jurnal Kumparan Fisika, vol. 5, no. 2, hlm. 77–84, Agu 2022, doi: 10.33369/jkf.5.2.77-84.
- [6] N. Zahrotun dan M. Taufiqurrohman, “ALAT UKUR KELEMBABAN, pH, SUHU dan FERTILITY PADA BUDIDAYA BUAH NAGA MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC”.