

Sistem Pemantau dan Pengontrol Suhu dan pH Air Otomatis pada Budidaya Ikan Gabus

Muhammad Yoga Utama ^a, Ernita Dewi Meutia ^{b*}, Rizal Munadi ^c, Muhammad Irhamsyah ^d

^{a,b*,c,d} Program Studi Teknik Elektro dan Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh, Indonesia.

ABSTRACT

Maintaining the temperature and pH of water in fish farming is important to maintain the survival of the commodities being cultivated. Snakehead fish as one of the freshwater fish cultivation commodities, live in a temperature range of 25° to 32°C, and a pH of 4.5 to 6. Changes in temperature and pH due to differences in day and night and weather conditions can be mortal for the fish. To help the fish farmers maintain water quality, in this research a prototype of IoT based temperature and pH monitor and control was built using Arduino microcontroller, that can be accessed through a mobile application on Android smartphone. The test results show that the prototype has successfully control the temperature by turning the heater on when it dropped below 25°C, turned the acid solution pump on when the pH felt below 4.5, and alkaline solution pump when pH was above 6. Continuous sensor readings are able to maintain the stability of water quality.

ABSTRAK

Menjaga suhu dan pH air pada budidaya ikan merupakan hal penting demi menjaga keberlangsungan hidup komoditas yang dibudidaya. Ikan gabus sebagai salah satu komoditas budidaya ikan air tawar hidup pada rentang suhu 25° C - 32° C, dan pH d 4.5 - 6. Perubahan suhu dan pH akibat pengaruh cuaca dan perubahan keadaan siang dan malam, dapat mengakibatkan kematian pada ikan gabus. Untuk membantu pembudidaya dalam menjaga kualitas air, dibangun sebuah purwarupa berbasis IoT menggunakan mikrokontroler Arduino, yang berfungsi untuk memantau dan mengontrol suhu serta pH air. Suhu serta pH dapat dipantau dan dikontrol secara real time melalui aplikasi Android. Hasil pengujian menunjukkan ketika temperatur lebih rendah dari 25°C pemanas berhasil dinyalakan, ketika pH basa pompa larutan asam berhasil diaktifkan, dan ketika pH asam pompa larutan kapur berhasil diaktifkan. Pembacaan sensor suhu dan pH secara kontinyu mampu menjaga kestabilan suhu dan pH kolam.

ARTICLE HISTORY

Received 23 July 2023

Accepted 10 August 2023

Published 25 December 2023

KEYWORDS

Arduino; temperature; pH; fish farming.

KATA KUNCI

Arduino; suhu; pH; budidaya ikan.

1. Pendahuluan

Akuakultur merupakan bentuk pemeliharaan dan penangkaran hewan atau tumbuhan perairan yang menggunakan air sebagai komponen pokok. Salah satu jenis ikan yang mulai banyak dibudidaya adalah ikan gabus (*Channa Striata*), baik untuk konsumsi maupun untuk bahan baku albumin. Gabus adalah ikan air tawar yang hidup dan berkembang biak dengan baik pada suhu air 25°C - 32°C dan pH 4.5 – 6 (Astria & Fitriani, 2013). Agar ikan dapat hidup dan berkembang biak dengan baik, kualitas air harus dijaga tetap berada dalam suhu dan pH ideal. Suhu air kolam budidaya yang tidak sesuai dengan kebutuhan ikan akan menyebabkan ikan mengalami kesulitan melakukan proses mobilisasi energi dan mengakibatkan kematian dalam waktu singkat (Mayu et al., 2018). Sedangkan kandungan pH yang tidak sesuai dengan batas optimal akan menyebabkan ikan stress dan mengalami gangguan fisiologis yang juga dapat menyebabkan kematian (Soegianto, 2023).

Untuk menjaga kualitas air, kebanyakan pembudidaya gabus masih menggunakan cara konvensional, memeriksa suhu dan pH secara langsung ke kolam secara berkala. Jika suhu air turun maka air dipanaskan dengan menggunakan pemanas. Jika suhu naik, dapat digunakan aerator untuk mengalirkan oksigen yang dapat menurunkan suhu, atau menutup permukaan kolam. Demikian pula dengan pH, jika kurang dari nilai optimum maka dihamburkan larutan kapur.

Sebaliknya jika pH menjadi basa, dihamburkan larutan asam (Rochyani, 2018). Beberapa peneliti sebelumnya telah membangun alat pemantau dan pengendali kualitas air. Qalit *et al.*, 2017 telah membangun pemantau suhu dan pH kolam ikan lele, namun pemantauannya dilakukan melalui website, dan pengontrolan dilakukan secara konvensional. Utami *et al.*, 2023 membuat sistem pemantau dan pengontrol salinitas, suhu dan pH otomatis, namun sistem tidak terhubung dengan internet. Untuk dapat melakukan pemantauan dari jarak jauh, sensor harus dapat berkomunikasi dengan alat pemantau melalui jaringan.

Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun purwarupa sistem pemantau suhu dan pH menggunakan Arduino R3 sebagai mikrokontroler. Purwarupa dibangun berbasis Internet of Things (IoT), dimana mikrokontroler dilengkapi dengan modul WiFi sehingga dapat berkomunikasi dan mengirimkan data dengan peralatan lain melalui jaringan internet [6]. Keluaran dari pembacaan suhu dan pH dapat diakses pada aplikasi Android di telepon selular, sehingga kualitas air dapat dipantau dari jarak jauh, tanpa pengguna harus mendatangi kolam, dan dapat dikontrol secara otomatis.

2. Metodologi Penelitian

Sistem pemantau dan pengatur suhu dan pH dirancang dalam dua bagian, perangkat keras dan perangkat lunak. Rancangan dibangun menjadi purwarupa dengan menggunakan bahan dan alat yang terlihat pada Tabel 1. Sebagai pengendali utama sistem, digunakan mikrokontroler Arduino Uno R3 CH340 yang mudah diprogram. Arduino merupakan platform dari physical computing yang bersifat *open source*, dan merupakan kombinasi dari perangkat keras, bahasa pemrograman serta *integrated development environment* (IDE). Dengan adanya IDE program dapat diolah menjadi kode biner dan diunggah ke dalam memori (*A000066-Datasheet.Pdf*, n.d.).

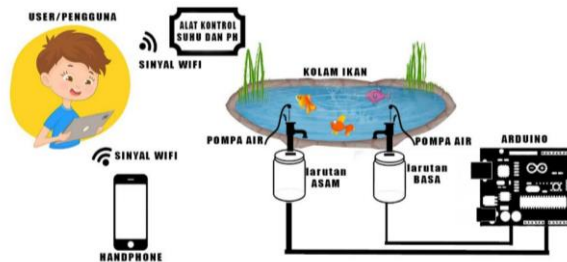
Tabel 1. Alat dan bahan yang diperlukan

Nama Komponen	Jumlah
Arduino Uno R3 CH340	1
Modul WiFi ESP8266	1
Sensor suhu kolam	1
Sensor pH	1
Pompa air 5V	2

Pemanas air	1
Telepon selular Android	1
Kabel penghubung USB	1
Relay 5V	1
Kabel jumper	Secukupnya
Ikan gabus	10
Kotak styrofoam	1

Sumber: data primer

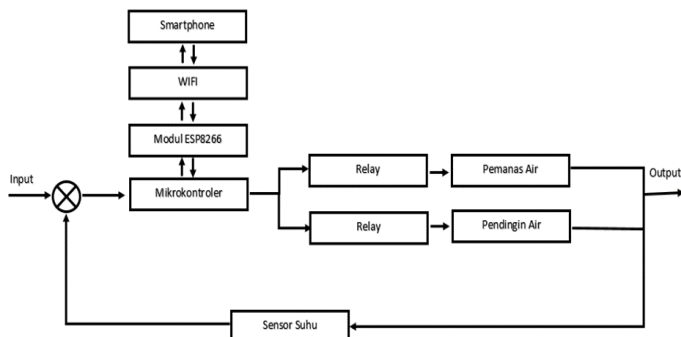
2.1 Perancangan perangkat keras



Gambar 1. Ilustrasi sistem pemantau dan pengontrol suhu dan pH kolam ikan gabus.

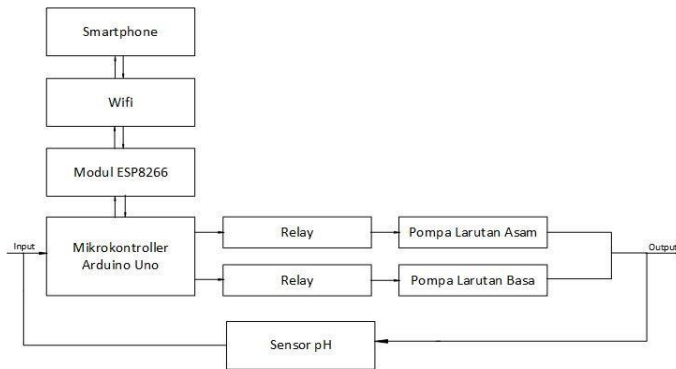
Ilustrasi dari keseluruhan sistem ditunjukkan pada gambar 1. Arduino terhubung dengan komponen berikut: sensor suhu digital, dan sensor pH untuk mengukur suhu dan pH air yang menjadi sinyal input bagi mikrokontroler, relay yang berfungsi sebagai switch yang menyalakan dan mematikan pompa, dan pemanas air untuk menaikkan suhu kolam. Agar mikrokontroler dapat terhubung dengan jaringan internet sehingga menjadi sistem berbasis IoT, digunakan modul WiFi ESP8266. Modul ini merupakan modul tambahan bagi Arduino yang membuat koneksi TCP dan UDP. Laju data yang dihasilkan mencapai 72,2Mbps, dengan jarak jangkauan 50 m. Sistem diakses dan diatur dari aplikasi di telepon berbasis Android.

Cara kerja sistem dalam memantau suhu ditunjukkan pada Gambar 2. Sinyal input dari hasil pembacaan sensor suhu diumpungkan ke mikrokontroler yang terhubung ke jaringan internet melalui modul Wi-Fi ESP 8266. Pengguna melalui aplikasi pada telepon pintar Android, mengakses informasi suhu pada mikrokontroler, dan memberikan perintah untuk mengaktifkan atau mematikan pemanas sesuai keluaran yang diinginkan. Pembacaan sensor dilakukan secara kontinyu.



Gambar 2. Diagram blok pemantau dan pengontrol suhu

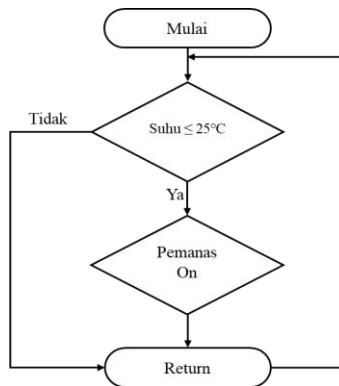
Pemantau dan pengontrol pH juga bekerja dengan cara yang sama. Seperti terlihat pada gambar 3, sinyal input dari sensor diumpankan ke mikrokontroler, dan oleh mikrokontroler diteruskan ke aplikasi melalui modul WiFi, sehingga pH dapat dibaca secara real-time. Pengguna mengatur target nilai pH pada aplikasi agar alat dapat bekerja secara otomatis menstabilkan pH. Mikrokontroler akan mengaktifkan dan mematikan pompa larutan asam dan basa, tergantung nilai pH terkini yang dibaca oleh sensor.



Gambar 3. Diagram blok pemantau dan pengontrol pH

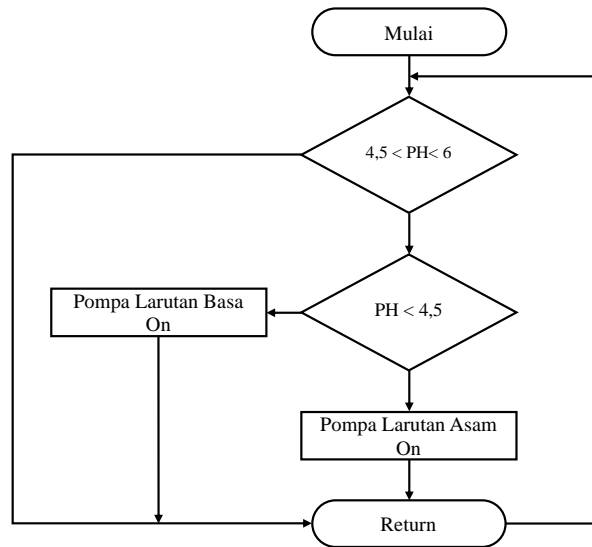
2.2 Perancangan perangkat lunak

Perangkat lunak sistem ini ditulis dengan bahasa pemrograman C++, melalui Arduino IDE. Program bekerja mengontrol seluruh kerja sistem. Aplikasi Android dibuat pada Android Studio, dengan tampilan dibuat dalam *Graphical user Interface* (GUI) agar ramah pengguna. Android Studio adalah IDE yang menyediakan tool yang cepat untuk membangun aplikasi Android. Diagram alir perancangan perangkat lunak dapat dilihat pada gambar berikut. Pada Gambar 4 dapat dilihat diagram alir pengontrolan suhu. Suhu dibaca secara kontinyu. Ketika suhu terbaca $\leq 25^{\circ}\text{C}$ pemanas akan dinyalakan hingga kondisi ini tidak lagi terpenuhi, atau ketika suhu sudah mencapai 25°C maka pemanas akan dimatikan.



Gambar 4. Diagram alir pengontrolan suhu

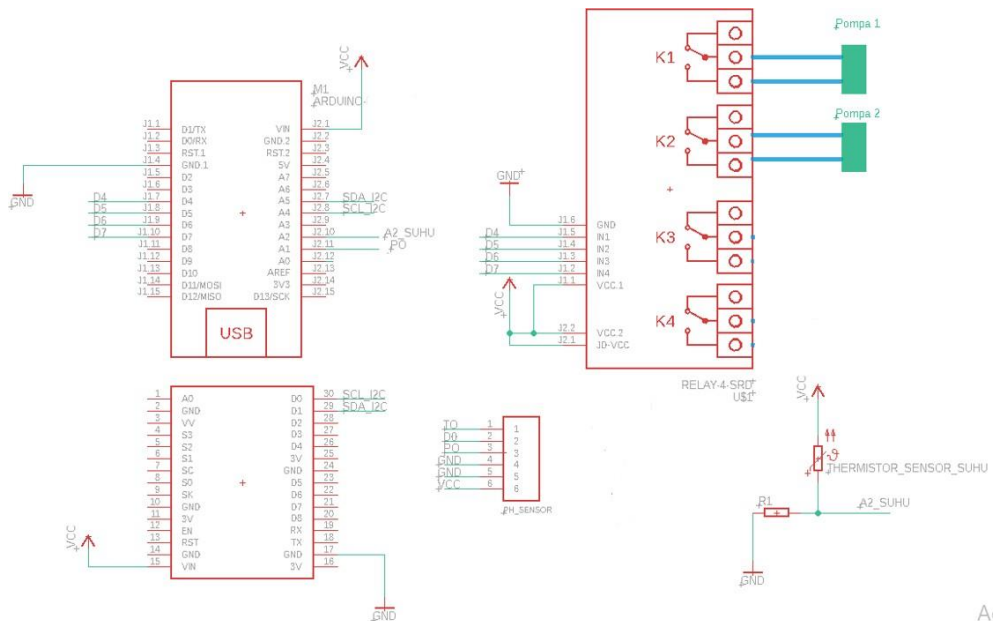
Gambar 5 menunjukkan diagram alir pengontrol pH. Nilai pH dibaca secara kontinyu. Jika pH berada diantara 4.5 hingga 6, maka pH dalam keadaan yang diinginkan dan pompa tidak diaktifkan. Ketika terjadi perubahan nilai pH, periksa apakah $\text{pH} \leq 4.5$, jika iya maka pompa larutan basa dinyalakan. Sebaliknya jika $\text{pH} \geq 6$ pompa larutan asam yang diaktifkan.



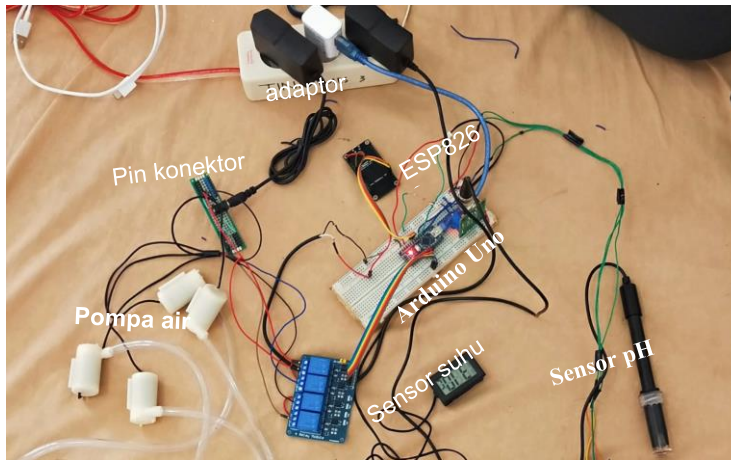
Gambar 5. Diagram alir pengontrol pH

3. Hasil dan Pembahasan

Diagram skema sistem yang dirancang tampak pada gambar 6, dan implementasi purwarupa yang dibangun tampak gambar 7. Sistem mendapatkan catu daya dari adaptor 12 V yang dihubungkan dengan kabel USB. Untuk mensimulasikan kolam, purwarupa diuji-coba pada kolam simulasi dari kotak styrofoam berisi bibit ikan gabus seperti pada Gambar 7.



Gambar 6. Diagram skema system



Gambar 7. Koneksi antar komponen purwarupa



Gambar 8. Kolam simulasi

3.1 Pengujian Sistem

Hasil implementasi sistem diuji untuk mengevaluasi kinerja kedua sensor dan mikrokontroler dalam mengolah sinyal input dari sensor, dan evaluasi komunikasi antara mikrokontroler dan aplikasi. Pengujian pertama dilakukan untuk memastikan kedua sensor bekerja, dan mengamati waktu respon dari sensor suhu dan pH, dan waktu yang dibutuhkan oleh mikrokontroler untuk mengirimkan hasil pengukuran ke aplikasi. Sebelum digunakan, sensor dikalibrasi terlebih dahulu. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata waktu pembacaan suhu adalah 4,22 detik dan pH 2,83 detik. Pembacaan suhu memakan waktu lebih lama karena perubahan suhu terjadi lebih lambat.

Setelah kedua sensor dipastikan bekerja dengan baik, dilakukan pengujian terhadap pengaturan suhu dan pH. Suhu dimana kolam budidaya ditempatkan mempengaruhi kelarutan CO_2 di air. Ketika kolam banyak mendapat panas dari matahari, suhu permukaan air naik sehingga kelarutan CO_2 menurun, mengakibatkan pH meningkat dan menjadi basa. Pada simulasi pengujian digunakan larutan pH buffer untuk mendapatkan pH pengujian dibawah 4.5 dan diatas 6. Pada pengujian pH basa, pH buffer ditambahkan ke dalam air hingga pH mencapai 10. Pada aplikasi diatur nilai pH yang diinginkan adalah 6. Hasil pengujian menunjukkan setelah sensor membaca nilai pH 10, pompa larutan asam berhasil diaktifkan dan pH dipantau hingga mencapai nilai 6, lalu pompa otomatis dimatikan. Pada percobaan ini digunakan larutan cuka dapur yang diencerkan sebagai larutan asam.

Sebaliknya ketika pembacaan pH menunjukkan angka ≤ 4.5 atau air bersifat asam, pompa larutan kapur untuk menaikkan pH berhasil dinyalakan, dan pH dipantau hingga mencapai nilai 6, lalu pompa otomatis dimatikan. Pada kolam yang sesungguhnya penambahan larutan harus dihitung dengan seksama sesuai dengan volume air kolam.

Namun karena fokus pengujian ini adalah pemantauan pH secara kontinu melalui aplikasi, sehingga tidak dilakukan perhitungan konsentrasi larutan. Hasil pengujian pemantauan pH menunjukkan bahwa sensor pH, pengukuran dan pengiriman data dari sensor telah bekerja dengan baik. Waktu yang diperlukan untuk menaikkan 1 nilai pH pada kolam simulasi rata-rata 223 detik, sedang untuk menurunkan satu nilai pH memakan waktu rata-rata 126 detik.

Pengujian pemantauan suhu kolam dilakukan untuk menjaga suhu agar berada pada kisar 25°C – 32°C. Dalam percobaan, suhu diatur pada aplikasi sebesar 26°C, kemudian pengujian dilakukan pada kondisi dibawah 25°C. Untuk menurunkan suhu air agar dapat dilakukan pengujian pada suhu rendah, ditambahkan es balok ke dalam kolam. Hasil pengujian menunjukkan pada suhu awal 10°C, pemanas menjadi aktif dan terus menyala hingga suhu mencapai 26°C. Kenaikan suhu sebesar 16° membutuhkan waktu selama 360 detik. Percobaan diulang untuk suhu awal yang berbeda seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengamatan proses penstabilan suhu

Suhu awal	Suhu akhir	Waktu (detik)
10°	26°C	360
7°	26°C	533
5°	26°C	722

Sumber: data primer

3.2 Pengujian komunikasi aplikasi dan mikrokontroler

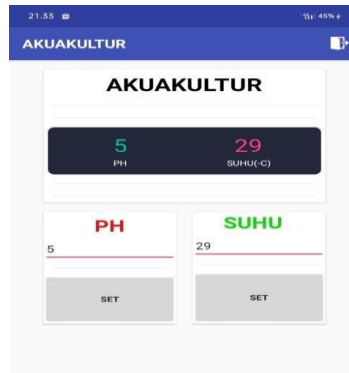
Pengujian ini dilakukan untuk melihat keberhasilan komunikasi antara mikrokontroler dengan aplikasi melalui jaringan WiFi. Berhasilnya komunikasi terbukti dari terlihatnya hasil pembacaan sensor secara pada aplikasi. Aplikasi Android dirancang untuk memiliki halaman login untuk menjaga keamanan agar tidak disalah-gunakan oleh pengguna yang tidak berhak. Pengguna harus mendaftarkan *username* dan *password* terlebih dahulu seperti terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Tampilan GUI halaman login

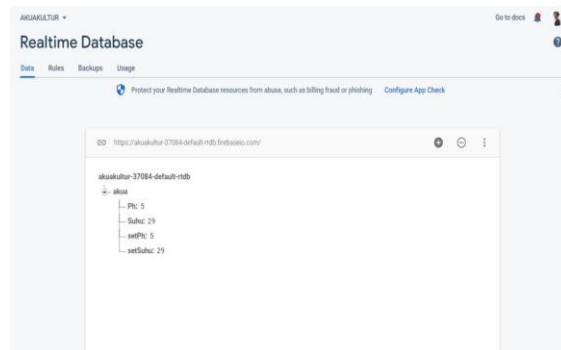
Hasil pembacaan sensor telah berhasil ditampilkan pada aplikasi. Tampilan nilai suhu dan pH secara *real time* diperlukan untuk memantau kondisi terkini kualitas air kolam. Pada gambar 10 dapat dilihat tampilan GUI yang menunjukkan nilai pH terkini 5 dan suhu 29°C pada latar berwarna hitam, dan pada tampilan berlatar putih di bawahnya merupakan tombol untuk mengatur nilai suhu dan pH yang diperlukan. Menu pengatur pH ini dimaksudkan agar aplikasi dapat digunakan untuk jenis komoditas ikan lainnya. Pada gambar terlihat target suhu diatur pada 29°C dan pH 5. Tampilnya nilai pembacaan

terkini menunjukkan bahwa komunikasi antar perangkat sudah berjalan.



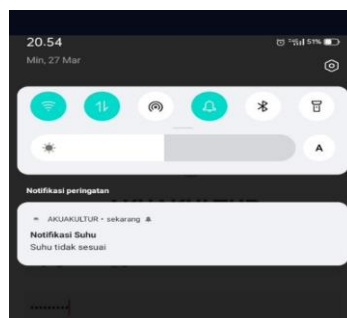
Gambar 10. Tampilan GUI nilai suhu dan pH terkini dan target

Untuk memvalidasi keberhasilan komunikasi antar perangkat, dilakukan pengamatan kedua terhadap suhu dan pH dengan melihat rekaman database Arduino melalui web firebase, seperti yang ditunjukkan pada gambar 11. Dari nilai yang tertera terbukti bahwa komunikasi antar perangkat telah berjalan dengan baik, dan nilai suhu dan pH sesuai dengan yang terlihat pada aplikasi.



Gambar 11. Pembacaan nilai suhu dan pH pada database

Aplikasi juga dirancang untuk memberikan notifikasi pesan kesalahan jika suhu dan pH yang dimasukkan berada diluar nilai optimal untuk ikan gabus. Pada Gambar 12 terlihat pesan kesalahan ketika dimasukkan nilai suhu 20°C. Untuk alasan keamanan setelah menampilkan pesan kesalahan, aplikasi akan kembali ke halaman login untuk memastikan pengguna yang berhak yang memasukkan nilai.



Gambar 12. Notifikasi kesalahan input nilai pH

3.3 Pengujian sistem

Setelah seluruh sistem pekerja dengan baik, purwarupa dijalankan selama 24 jam untuk menguji sistem dalam menstabilkan suhu dan pH secara kontinyu. Pada aplikasi diatur nilai target suhu 29°C dan pH 5, sebagai nilai tengah dari kisar nilai optimum. Sistem diaktifkan, kemudian perubahan suhu dan pH selama 24 jam sistem beroperasi diamati. Rekaman data tercatat pada database Arduino. Hasil pemantauan perubahan suhu dan pH dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai rata-rata terendah dan tertinggi dari suhu dan pH dianalisa per 3 jam. Suhu terendah air kolam tidak pernah lebih kecil dari 25°C sehingga pemanas tidak perlu dinyalakan.

Demikian pula dengan suhu tertinggi yang hanya mencapai 30°C, masih berada dalam kisar suhu optimal sehingga belum diperlukan pendinginan. Letak kolam simulasi yang berada di dalam ruangan, menyebabkan tidak terjadi fluktuasi suhu yang besar. Demikian pula dengan nilai pH yang tercatat hanya berfluktuasi dari 4.8 hingga 5.3, sehingga tidak memicu aktifnya pompa. Namun hasil pengamatan ini membuktikan bahwa purwarupa dapat berkerja secara kontinyu dalam memantau fluktuasi kualitas air kolam melalui smartphone.

Tabel 3. Pengujian pengontrolan suhu dan pH selama 24 jam

Waktu pengamatan	Suhu	pH
	terendah - tertinggi	terendah – tertinggi
00.00 – 03.00	27° - 30°	4.8 – 5.3
03.00 – 06.00	27° - 30°	4.8 – 5.2
06.00 – 09.00	27° - 30°	4.8 – 5.4
09.00 – 12.00	28° - 30°	4.9 – 5.3
12.00 – 15.00	28° - 30°	4.9 – 5.4
15.00 – 18.00	27° - 30°	4.8 – 5.3
18.00 – 21.00	27° - 30°	4.8 – 5.5
21.00 – 24.00	27° - 30°	4.8 – 5.4

Sumber: data primer

4. Kesimpulan

Purwarupa pemantau dan pengontrol suhu dan pH berbasis IoT telah berhasil dibangun. Mikrokontroller dan aplikasi dapat berkomunikasi melalui jaringan WiFi. Hasil pembacaan kedua sensor dapat diamati secara *realtime* melalui *smartphone* berbasis Android. Aplikasi pemantau yang dibangun dapat menampilkan pembacaan sensor secara langsung dalam waktu dibawah 5 detik. Hasil pembacaan sensor memicu aktif tidaknya pemanas dan pompa larutan asam dan basa secara otomatis. Dengan pemeriksaan yang dapat dilakukan dari jarak jauh, memudahkan pembudidaya dalam memantau kualitas air kolam kapan saja, selama berada dalam jangkauan Wi-Fi yang sama. Sistem ini dapat disesuaikan penggunaannya untuk jenis ikan lainnya dengan mengatur suhu dan pH yang sesuai untuk komoditas yang dibudidaya. Sistem juga dapat dikembangkan untuk dapat berkomunikasi dalam jaringan selular, sehingga jangkauannya menjadi lebih jauh.

Referensi

- [1] Arduino. (n.d.). A000066-datasheet.pdf. Retrieved November 7, 2023, from <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000066-datasheet.pdf>.
- [2] Astria, J., & Fitriani, M. (2013). Kelangsungan Hidup Dan Pertumbuhan Ikan Gabus (*Channa Striata*) Pada Berbagai Modifikasi Ph Media Air Rawa Yang Diberi Substrat Tanah. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(1), 66-75.
- [3] Mayu, D. H., Kurniawan, K., & Febrianto, A. (2018). Analisis Potensi Dan Tingkat Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Di Perairan Kabupaten Bangka Selatan. *Jurnal Perikanan Tangkap : Indonesian Journal of Capture Fisheries*, 2(1), 30–41.
- [4] Qalit, A., Fardian, F., & Rahman, A. (2017). Rancang Bangun Prototipe Pemantauan Kadar pH dan Kontrol Suhu Serta Pemberian Pakan Otomatis pada Budidaya Ikan Lele Sangkuriang Berbasis IoT. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, 2(3), Article 3. <https://jurnal.usk.ac.id/kitektro/article/view/8324>.
- [5] Rochyani, N. (2018). Analisis Karakteristik Lingkungan Air Dan Kolam Dalam Mendukung Budidaya Ikan. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 13(1). <https://doi.org/10.31851/jipbp.v13i1.2856>.
- [6] Soegianto, A. S. (2023). *Ekologi Perairan Tawar*. Airlangga University Press. <https://omp.unair.ac.id/aup/catalog/book/835>.
- [7] Utami, R. S., Roslidar, R., Mufti, A., & Rizki, M. (2023). Sistem Kendali Dan Pemantau Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Salinitas, Suhu, Dan Ph Air. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.24815/kitektro.v8i1.31939>.