

Sistem Kendali Kualitas Air Pada Akuarium Menggunakan Logika Fuzzy

1st Restu Ikhlasul Amal
Telkom University
SI Teknik Elektro
Bandung, Indonesia
restuikhlas20@gmail.com

2nd Porman Pangaribuan
Telkom University
SI Teknik Elektro
Bandung, Indonesia
pormanpangaribuan@telkom.university.ac.id

3rd Ahmad Sugiana
Telkom University
SI Teknik Elektro
Bandung, Indonesia
ahmadsugiana@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Sistem kendali kualitas air pada akuarium berbasis IoT ini dirancang untuk memantau dan mengatur parameter kualitas air secara otomatis, khususnya pH (6,5–8) dan kekeruhan (<25 NTU), guna menjaga kesehatan ikan hias air tawar seperti guppy, mas koki, dan koi. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor pH dan turbiditas untuk mengukur parameter air secara real-time. Data yang diperoleh diproses menggunakan logika fuzzy untuk menentukan tindakan korektif, seperti mengaktifkan pompa filtrasi atau menambahkan larutan penyesuaian pH. Hasil pengujian menunjukkan akurasi sensor pH mencapai 98,12% dengan error rata-rata 1,88%, sedangkan sensor turbiditas memiliki error rata-rata 6,38%. Sistem ini juga dilengkapi dengan antarmuka Blynk untuk pemantauan jarak jauh via Wi-Fi, memungkinkan pengguna mengakses data dan notifikasi secara real-time melalui smartphone atau PC. Dengan respons kontrol otomatis kurang dari 3 detik dan akurasi keseluruhan 95%, sistem ini menawarkan solusi praktis dan efisien untuk pemeliharaan akuarium, mengurangi intervensi manual, serta meningkatkan kesehatan dan kelangsungan hidup ikan.

Kata Kunci: akuarium, IoT, kualitas air, pH, kekeruhan, ESP32, logika fuzzy.

I. PENDAHULUAN

Ikan hias air tawar merupakan hasil budidaya yang digemari baik di dalam negeri maupun luar negeri. Keindahan bentuk dan warna serta biaya pemeliharaan yang relatif rendah menjadikannya populer, terutama jenis seperti Guppy, Mas Koki, dan Koi [1]. Namun, menjaga kualitas air dalam akuarium menjadi aspek krusial karena air yang tercemar oleh sisa pakan dan kotoran ikan dapat meningkatkan kekeruhan dan mengubah kadar pH, yang berisiko menyebabkan stres hingga kematian pada ikan [1].

Faktor utama yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan ikan hias adalah nilai pH dan tingkat kekeruhan air. Air dengan pH < 7 bersifat asam, > 7 bersifat basa, dan pH = 7 bersifat netral. Perubahan ekstrem pada pH dapat bersifat toksik atau menyebabkan gangguan fisiologis pada ikan [1]. Kekeruhan yang tinggi menghambat penetrasi cahaya ke dalam air dan dapat mengganggu keseimbangan ekosistem [1]. Setiap jenis ikan memiliki toleransi lingkungan yang berbeda, sehingga diperlukan sistem pemantauan kondisi air yang andal [1][2].

Penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor seperti DS18B20 (suhu), pH 4502C

(pH), dan sensor turbidity, serta mengimplementasikan logika fuzzy untuk pengambilan keputusan filtrasi [3]. Namun, kebanyakan sistem hanya bersifat monitoring tanpa integrasi kontrol otomatis.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring dan kontrol otomatis kualitas air akuarium berbasis ESP32 dengan sensor pH dan turbidity, serta logika fuzzy untuk menentukan aksi seperti aktivasi pompa filtrasi dan penyesuaian pH secara otomatis. Sistem juga terhubung dengan platform Blynk guna menampilkan data secara real-time melalui perangkat pengguna.

II. KAJIAN TEORI

Kajian teori bertujuan untuk memberikan dasar teoritis terhadap variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian. Teori-teori yang disajikan merupakan acuan ilmiah dalam merancang sistem monitoring dan pengendalian kualitas air akuarium berbasis Internet of Things (IoT). Berikut ini adalah beberapa konsep dan teknologi yang relevan:

A. Internet Of Things (IoT)

Internet of Things merupakan konsep pengembangan teknologi di mana perangkat fisik dapat saling terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet. Dalam konteks ini, IoT memungkinkan sistem monitoring kualitas air akuarium dapat diakses dan dikendalikan secara jarak jauh menggunakan perangkat seperti smartphone.

B. Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dilengkapi dengan konektivitas WiFi dan Bluetooth. Mikrokontroler ini digunakan sebagai otak dari sistem, mengolah data dari sensor serta mengontrol perangkat aktuator seperti pompa pH dan pompa filtrasi.



GAMBAR 1
NodeMCU ESP32

C. Sensor pH PH4502C DFRobot

Sensor pH digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air. Nilai pH menjadi salah satu parameter penting dalam menjaga kesehatan ikan akuarium. Sensor pH bekerja dengan mendeteksi ion hidrogen (H^+) dalam air dan mengubahnya menjadi sinyal analog.



GAMBAR 2
PH4502C DFRobot

D. Sensor Turbidity SEN0189 DFRobot

Sensor turbiditas digunakan untuk mengukur kejernihan air berdasarkan jumlah partikel tersuspensi. Sensor ini menghasilkan tegangan analog yang berbanding terbalik dengan tingkat kekeruhan air. Kekeruhan air menjadi indikator penting untuk menentukan kebutuhan filtrasi.



GAMBAR 3
SEN0189 DFRobot

E. Relay Modul

Relay digunakan sebagai saklar elektronik untuk mengontrol pompa pH dan pompa filtrasi. Dalam sistem ini digunakan modul relay 1-channel dan 2-channel untuk mengatur proses dosing serta sirkulasi filtrasi berdasarkan perintah dari mikrokontroler.



GAMBAR 4
Relay 4 Channel

F. Aplikasi Blynk

Blynk adalah platform IoT berbasis cloud yang memungkinkan pengguna memonitor dan mengendalikan sistem dari aplikasi seluler. Dalam penelitian ini, Blynk digunakan untuk menampilkan data pH dan NTU, status dosing, dan kontrol pompa secara real-time.



GAMBAR 5
Logo Aplikasi Blynk

G. Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan metode kecerdasan buatan yang digunakan untuk menangani ketidakpastian dan ambiguitas. Dalam penelitian ini, logika fuzzy digunakan untuk menentukan tindakan otomatis berdasarkan nilai pH dan NTU, seperti mengaktifkan dosing atau pompa filtrasi.

H. Interpolasi Linear

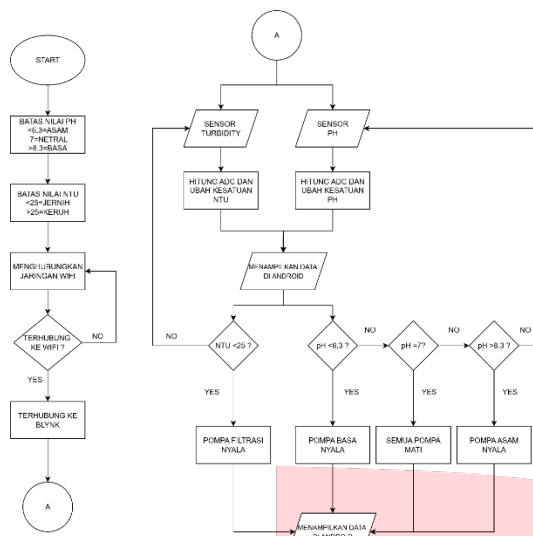
Interpolasi linear digunakan untuk menghitung dosis penyesuaian pH berdasarkan tabel referensi manual. Metode ini digunakan untuk menentukan jumlah cairan pH Up atau pH Down yang diperlukan agar nilai pH kembali ke kondisi netral (pH 7).

III.METODE

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring dan kontrol kualitas air akuarium berbasis IoT menggunakan ESP32, sensor pH, sensor kekeruhan (turbidity), serta logika fuzzy untuk pengambilan keputusan otomatis. Dalam bab ini akan dijelaskan alur kerja sistem melalui flowchart, arsitektur sistem melalui block diagram, serta desain perangkat keras (hardware) yang digunakan.

A. Flowchart

Flowchart menggambarkan alur logika dari sistem yang berjalan mulai dari pembacaan sensor, proses fuzzifikasi, kontrol pompa pH dan filtrasi, hingga pengiriman data ke platform Blynk.



GAMBAR 6

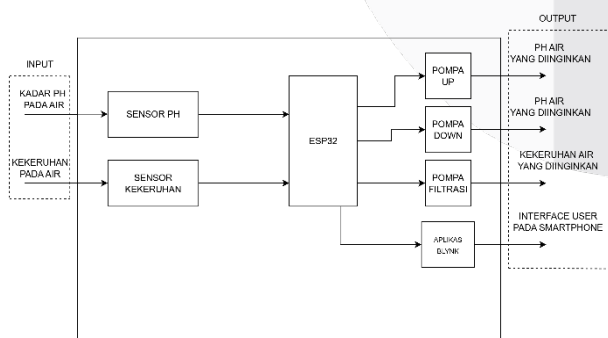
Flowchart Sistem Monitoring dan Kontrol Aquarium

Pada gambar 6 menampilkan alur kerja sistem kontrol otomatis kualitas air berbasis sensor. Proses diawali dengan inisialisasi perangkat keras dan lunak, dilanjutkan dengan pembacaan sensor turbiditas. Jika nilai NTU < 25, pompa filtrasi diaktifkan. Sistem kemudian membaca nilai pH untuk menentukan kondisi keasaman atau kebasaaan air. Jika pH < 6,3 atau < 7, pompa basa aktif; jika pH > 8,3, pompa asam menyala. Semua data dan aksi sistem dikirim ke aplikasi Android untuk dipantau pengguna.

Siklus ini berlangsung secara berulang hingga parameter air stabil atau sistem dimatikan. Flowchart menunjukkan bahwa sistem bekerja otomatis dan real-time dengan mengintegrasikan sensor, aktuator, dan pemantauan IoT.

B. Blok Diagram

Block diagram menunjukkan hubungan antar komponen perangkat keras yang digunakan dalam sistem ini, termasuk sensor input, aktuator output, dan konektivitas ke platform IoT.



GAMBAR 7

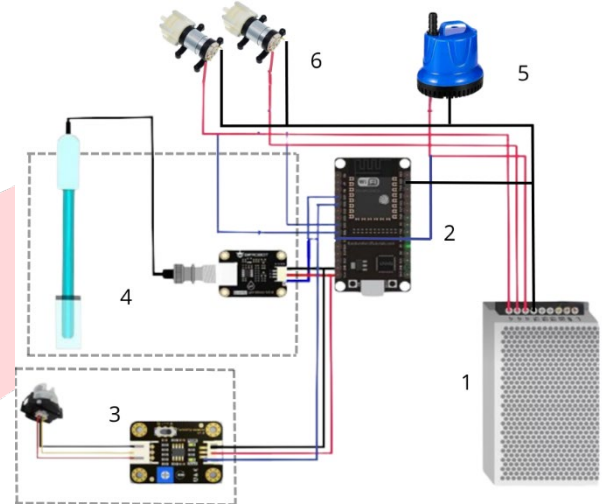
Block Diagram Sistem Aquarium Otomatis

Pada gambar 7 dapat dijelaskan sistem yang akan dikembangkan. Sistem yang dikembangkan harus connect ke internet terlebih dahulu sebelum dapat digunakan oleh user. Dimana user (pengguna) yang memberikan perintah untuk

monitoring dan controlling kemudian sistem secara otomatis akan menjalankan alat.

C. Desain Perangkat Keras

Dalam penelitian ini, dilakukan proses perancangan prototype sistem monitoring dan pengendalian kualitas air akuarium otomatis berbasis IoT. Rangkaian sistem ini dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dihubungkan dengan beberapa komponen utama seperti sensor, relay, dan pompa.



GAMBAR 8

Desain Perangkat Keras

Pada gambar menunjukkan prototype rangkaian alat dengan ESP32 sebagai pusat kendali. Sensor pH dan turbidity terhubung ke pin analog ESP32 melalui breadboard untuk distribusi daya dan GND.

Sistem menggunakan dua modul relay: 1-channel untuk pompa pH Up/Down, dan 2-channel untuk pompa filtrasi, dikendalikan berdasarkan logika fuzzy. Suplai daya eksternal 5V/12V/220V digunakan sesuai jenis pompa. ESP32 terhubung ke WiFi agar sistem dapat dipantau dan dikontrol melalui aplikasi Blynk secara real-time. Rangkaian ini memungkinkan pembacaan pH dan NTU serta pengaktifan pompa secara otomatis sesuai kondisi air.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan dengan merangkai seluruh komponen ke dalam satu kesatuan yang utuh dan fungsional. Mikrokontroler ESP32 bertindak sebagai pusat kendali, mengatur pembacaan sensor dan pengaktifan pompa melalui modul relay. Sistem ini diprogram menggunakan bahasa C++ dan diunggah melalui Arduino IDE. Tampilan monitoring dilakukan melalui aplikasi Blynk yang terhubung dengan jaringan WiFi.

B. Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor pH dilakukan dengan membandingkan nilai pembacaan sensor terhadap larutan buffer standar pH 4.0, 7.0, 8.38 dan 9.21. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor dapat membaca nilai pH dengan tingkat akurasi yang baik setelah dilakukan proses kalibrasi dan penerapan regresi linier.

TABEL 1
Hasil Pengujian Sensor pH

Nilai pH	Rata-rata Error (%)
4,00	1,05%
7,00	0,21%
8,38	5,98%
9,21	0,27%
Total Rata-rata Error (%)	1,88%

C. Pengujian Sensor Turbidity

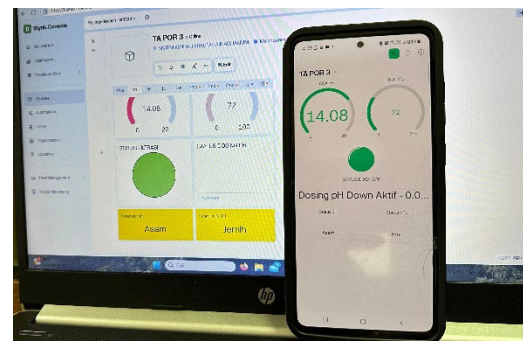
Sensor turbidity diuji menggunakan beberapa jenis air dengan tingkat kejernihan berbeda, seperti air mineral, air keruh, dan air akuarium. Data yang diperoleh dikonversi menjadi nilai NTU berdasarkan persamaan linear yang diperoleh dari kalibrasi awal. Sensor menunjukkan kemampuan membedakan antara kondisi jernih, sedang keruh, dan keruh.

TABEL 2
Hasil Pengujian Sensor Turbidity

Jenis Air	Rata-rata Error (%)
Air Mineral	9,31%
Sungai	7,46%
Limbah	2,37%
Rata-rata Error (%)	6,38%

D. Pengujian Aplikasi Blynk

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa data pH, NTU, status pompa, serta status fuzzy dapat dikirim dan ditampilkan di aplikasi Blynk secara real-time. Terminal Blynk juga digunakan untuk menampilkan status dosing, sedangkan widget label digunakan untuk menampilkan kategori pH (Asam/Normal/Basa) dan NTU (Jernih/Sedang/Keruh).



GAMBAR 9
Interface Blynk

V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kualitas air akuarium berbasis ESP32 dan Blynk. Sistem mampu membaca pH dan NTU secara real-time serta mengontrol pompa secara otomatis menggunakan logika fuzzy. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata error sensor pH sebesar 1,88% dan sensor NTU sebesar 6,38%, yang masih dalam batas wajar. Seluruh data dan status sistem dapat dipantau melalui aplikasi Blynk, sehingga sistem ini efektif untuk menjaga kualitas air secara efisien dan jarak jauh.

REFERENSI

- [1] F. F. Hamid and H. Harmadi, "Sistem Kontrol Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Air Tawar dan Monitoring Via Telegram Berbasis IoT," *J. Fis. Unand*, vol. 12, no. 3, pp. 452–458, 2023, doi: 10.25077/jfu.12.3.451-457.2023.
- [2] E. E. Barus, R. K. Pingak, and A. C. Louk, "OTOMATISASI SISTEM KONTROL pH DAN INFORMASI SUHU PADA AKUARIUM MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DAN RASPBERRY PI 3," *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 3, no. 2, pp. 117–125, 2018, doi: 10.35508/fisa.v3i2.612.
- [3] S. F. Kadir, "Mobile Iot (Internet of Things) Untuk Pemantauan Kualitas Air Habitat Ikan Hias Pada Akuarium Menggunakan Metode Logika," *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 298–305, 2019.