

SISTEM KENDALI JUMLAH KANDUNGAN OKSIGEN DAN TEMPERATUR AIR PADA AKUARIUM

1st Abimanyu Cahyanugraha Machdum
Telkom University
S1 Teknik Elektro
Bandung, Indonesia
abimachdum@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Porman Pangaribuan
Telkom University
S1 Teknik Elektro
Bandung, Indonesia
porman@telkomuniversity.ac.id

3rd Ahmad Sugiana
Telkom University
S1 Teknik Elektro
Bandung, Indonesia
sugiana@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kendali otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang berfungsi untuk memantau serta mengatur jumlah kandungan oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) dan temperatur air pada akuarium air tawar. Sistem ini dikembangkan guna menjaga kondisi lingkungan akuarium agar tetap stabil dan mendukung kesehatan ikan hias. Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai pusat pengendali yang terintegrasi dengan sensor Gravity Analog Dissolved Oxygen Sensor (SKU SEN0237) dan sensor suhu DS18B20 untuk melakukan pengukuran secara *real-time*. Data dari kedua sensor diproses menggunakan metode logika *fuzzy*, yang berperan dalam menentukan aksi kendali terhadap pompa dan elemen pemanas (*heater*) agar kualitas air tetap optimal. Sistem ini juga terhubung ke aplikasi *Blynk* melalui koneksi Wi-Fi, memungkinkan pengguna melakukan pemantauan dan pengendalian jarak jauh menggunakan *smartphone* atau komputer. Berdasarkan hasil pengujian, sensor DO memiliki rata-rata *error* sebesar 2,08%, sedangkan sensor suhu memiliki *error* sebesar 0,3%. Dengan waktu respons sistem sekitar 5 detik dan tingkat akurasi keseluruhan mencapai 95%, sistem ini terbukti efektif dalam menjaga stabilitas kualitas air, meningkatkan efisiensi pemeliharaan, serta mendukung kesejahteraan ikan hias secara signifikan.

Kata Kunci: akuarium, dissolved oksigen, ESP32, IoT, logika fuzzy, suhu DS18B20.

I. PENDAHULUAN

Memelihara ikan hias air tawar saat ini merupakan salah satu aktivitas yang banyak dilakukan oleh masyarakat perkotaan. Jenis ikan hias air tawar yang banyak digemari di Indonesia adalah ikan mas koki, ikan koi, ikan guppy dan lain-lain. Permasalahan yang menyebabkan kandungan oksigen memburuk pada air akuarium adalah kurangnya sirkulasi udara pada akuarium[1].

Ikan hias air tawar mempunyai kemampuan hidup pada lingkungan yang beragam dengan keadaan yang sangat dipengaruhi oleh kondisi air, suhu, dan kandungan oksigen terlarut. Lingkungan kehidupan yang ideal untuk ikan hias air tawar rata-rata adalah untuk suhu 24-30°C, oksigen terlarut >3 mg/L. Sumber air untuk budidaya ikan hias antara lain berasal dari air tanah, air sungai dan air dari Perusahaan Air Minum (PAM)[2].

Penelitian terkait kendali jumlah kandungan oksigen sebelumnya membahas tentang pengendalian kandungan oksigen terlarut pada kolam ikan dengan menggunakan DO sensor (*Dissolved Oxygen*) yang dihubungkan ke mikrokontroler. Sistem mengendalikan aerator secara

otomatis ketika kadar oksigen turun di bawah ambang batas. Penelitian ini memiliki respons terbatas terhadap variasi kebutuhan oksigen[3].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring dan kontrol otomatis jumlah kandungan oksigen dan temperatur air akuarium berbasis ESP32 dengan sensor DO dan suhu, serta logika *fuzzy* untuk menentukan aksi seperti aktivasi pompa dan penyesuaian temperatur 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 jumlah oksigen dan temperatur 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 dan *heater*.



GAMBAR 1 NODEMCU ESP32

C. Sensor DO SEN0237 DFRobot

Sensor DO digunakan untuk mengukur kandungan oksigen terlarut. Nilai DO menjadi salah satu parameter penting dalam menjaga kesehatan ikan akuarium. Sensor DO

bekerja dengan mendeteksi larutan elektrolit di dalam *probe* dan mengubahnya menjadi sinyal analog.



GAMBAR 2 SEN0237 DFROBOT

D. Sensor Suhu DS18B20

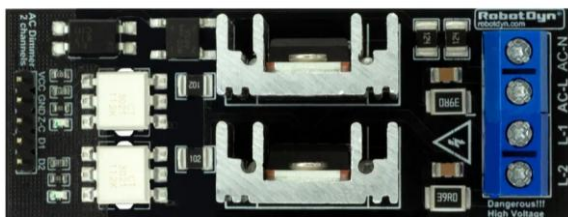
Sensor suhu digunakan untuk mengukur suhu air akuarium. Sensor ini menghasilkan tegangan digital untuk menentukan nilai suhu. Suhu air menjadi indikator penting untuk menentukan kebutuhan hangatnya ikan dalam akuarium.



GAMBAR 3 SENSOR SUHU DS18B20

E. AC Dimmer Modul 2 Channel

AC Dimmer 2 Channel digunakan kontrol PWM saklar untuk mengatur heater. Dalam sistem ini digunakan modul AC Dimmer untuk mengatur proses hangatnya air akuarium sesuai perintah dari mikrokontroler.



GAMBAR 4 AC DIMMER MODULE 2 CHANNEL

F. Slide Regulator Transformer 500W / 0.5Kva Single Phase Satu Fasa 500VA



GAMBAR 5 SLIDE REGULATOR TRANSFORMER

Slide Regulator Transformer 500 W merupakan transformator variabel satu fasa yang berfungsi untuk mengatur tegangan keluaran secara manual dari 0 hingga 250 V. Dalam sistem, alat ini digunakan untuk mengatur proses aerasi air akuarium sesuai perintah dari mikrokontroler.

G. 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 DO dan Suhu, status air, dan status sistem secara *real-time*.



GAMBAR 6 LOGO APLIKASI BLYNK

H. Logika Fuzzy

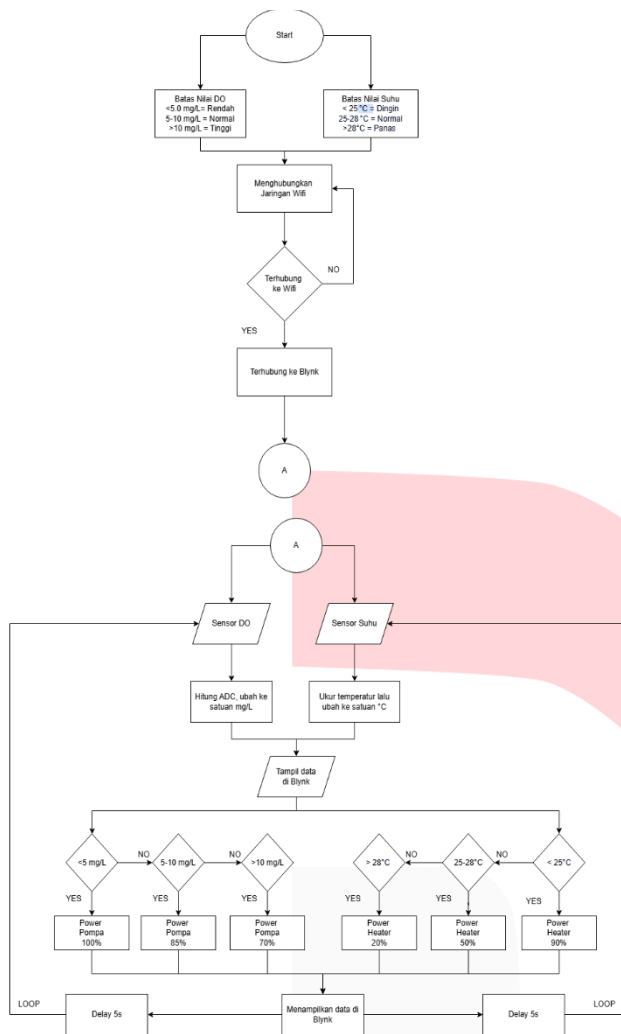
Logika *fuzzy* merupakan metode kecerdasan buatan yang digunakan untuk menangani ketidakpastian dan ambiguitas. Dalam penelitian ini, logika *fuzzy* digunakan untuk menentukan tindakan otomatis berdasarkan nilai DO dan Suhu, seperti mengatur tegangan input untuk pompa dan heater.

III. METODE

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem *monitoring* dan kontrol jumlah kandungan oksigen dan temperatur air akuarium berbasis IoT menggunakan ESP32, sensor DO, sensor suhu, 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 dan heater, hingga pengiriman data ke platform *Blynk*.



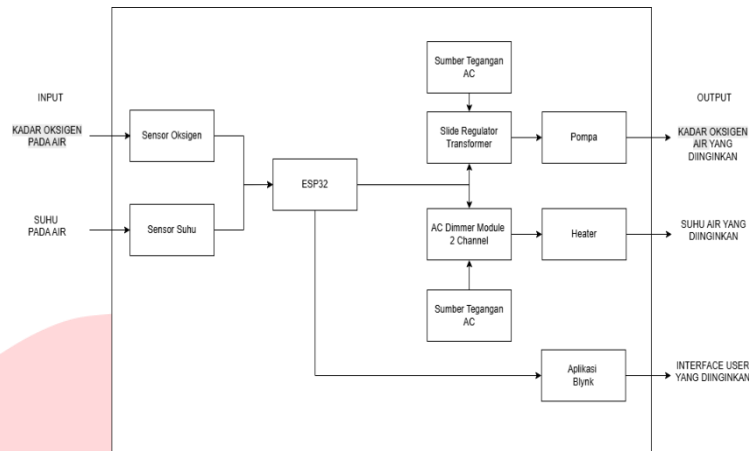
GAMBAR 7 FLOWCHART SISTEM MONITORING AKUARIUM

Sistem kontrol otomatis ini menggunakan sensor DO (Gravity Analog Dissolved Oxygen Sensor SKU SEN0237) untuk mendeteksi kadar oksigen terlarut dan sensor suhu DS18B20 untuk mengukur temperatur air. Proses dimulai dengan inisialisasi parameter, yaitu penentuan batas nilai DO (<5,0 mg/L = rendah, 5,0–10 mg/L = normal, >10 mg/L = tinggi) dan suhu (<25 °C = dingin, 25–28 °C = normal, >28 °C = panas). Setelah itu sistem melakukan koneksi ke jaringan WiFi dan platform *Blynk* untuk *monitoring* jarak jauh, kemudian secara paralel membaca data dari sensor DO dan suhu. Hasil pembacaan ditampilkan secara *real-time* pada aplikasi *Blynk* sehingga pengguna dapat memantau kondisi akuarium kapan saja.

Berdasarkan data sensor, sistem mengatur aktuator secara otomatis sesuai kondisi yang terdeteksi. Jika DO rendah, pompa diatur pada 100% untuk meningkatkan aerasi, sedangkan pada kondisi normal dan tinggi masing-masing diatur 85% dan 70%. Untuk kendali suhu, *heater* bekerja pada 90% saat suhu <25 °C, 50% pada suhu normal 25–28 °C, dan 20% jika suhu >28 °C. Seluruh siklus ini berlangsung kontinu sehingga sistem mampu menjaga kestabilan kadar oksigen dan suhu air secara *real-time* serta responsif, memastikan parameter kualitas air tetap optimal bagi kehidupan ikan di dalam akuarium.

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.

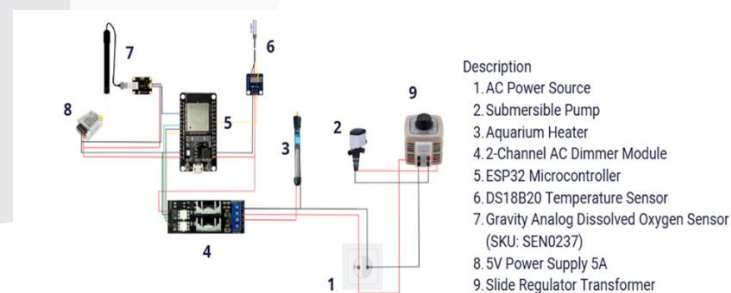


GAMBAR 8 BLOCK DIAGRAM SISTEM AKUARIUM OTOMATIS

Diagram blok pada gambar menunjukkan alur kerja sistem kendali kualitas air akuarium yang terdiri dari sensor oksigen terlarut dan sensor suhu sebagai *input*, kemudian data diproses oleh mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan AC Dimmer Module 2 Channel untuk mengatur *heater* sesuai kondisi dan slide regulator untuk mengatur pompa sesuai kondisi. Sistem ini juga dilengkapi dengan koneksi ke aplikasi *Blynk* sehingga pengguna dapat memantau kadar oksigen dan suhu air secara *real-time* melalui perangkat *smartphone*, sementara aktuator (pompa dan *heater*) bekerja otomatis menjaga parameter air tetap optimal.

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, dimmer, pompa dan *heater*.



GAMBAR 9 DESAIN PERANGKAT KERAS

Perancangan perangkat keras sistem ini mencakup komponen utama seperti sensor dissolved oxygen, sensor suhu, dan *heater* yang dirancang untuk mengendalikan kadar oksigen dan temperatur air pada akuarium. Sensor *dissolved oxygen* digunakan untuk mendeteksi kadar oksigen terlarut dalam air secara *real-time*, sedangkan sensor suhu berfungsi memantau temperatur air dengan presisi tinggi. Pompa bertugas menambahkan oksigen

ke dalam air, sementara *heater* digunakan untuk menghangatkan suhu air sesuai kebutuhan.

Semua data dari sensor dikirim ke ESP32 sebagai unit pemrosesan utama. ESP32 bertugas mengolah data dan mengintegrasikan semua komponen. Selain itu, ESP32 memanfaatkan konektivitas Wi-Fi bawaan untuk mengirimkan data secara nirkabel ke aplikasi berbasis *smartphone* atau tablet. Aplikasi ini dirancang sebagai antarmuka utama yang memungkinkan pengguna memantau kadar oksigen dan suhu.

d. Perancangan Sistem Kendali Fuzzy

Sistem kendali kualitas air akuarium dirancang menggunakan logika *fuzzy* dengan metode *inferensi* Sugeno orde nol untuk mengatur kadar oksigen terlarut (DO) dan suhu air secara otomatis. Dua variabel input utama, yaitu DO dan suhu, masing-masing dimodelkan menggunakan fungsi keanggotaan segitiga dan trapesium untuk membentuk tiga kondisi: rendah, normal, dan tinggi. Proses defuzzifikasi dilakukan dengan metode *weighted average* guna menghasilkan nilai kendali *crisp* bagi aktuatur pompa dan *heater*. Berdasarkan hasil perancangan, pompa bekerja dengan daya 100%, 85%, dan 70% pada kondisi DO rendah, normal, dan tinggi, sedangkan heater beroperasi dengan daya 90%, 50%, dan 20% pada kondisi suhu dingin, normal, dan panas. Pendekatan ini menghasilkan sistem yang efisien, stabil, dan mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32 untuk pemantauan serta pengendalian otomatis kualitas 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 aerator 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 DO

Pengujian sensor DO dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap oksigen meter. Proses pengujian dilakukan menggunakan metode kalibrasi dua titik, yaitu pada kondisi jenuh udara (sekitar 5-7 mg/L) dan pada kondisi nol oksigen menggunakan larutan sodium sulfite (Na_2SO_3). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DO dapat membaca kadar oksigen terlarut dengan tingkat akurasi yang baik setelah dilakukan proses kalibrasi dan penerapan regresi linier.

TABLE 1 TABEL 1 HASIL PENGUJIAN SENSOR DO

Nilai DO	Rata-rata Error (%)
6,7	1,94%
5,4	2,22%
Total Rata-rata Error (%)	2,08%

C. Pengujian Sensor Suhu

Sensor Suhu diuji menggunakan beberapa jenis air dengan tingkat panas dingin yang berbeda, seperti air minum,

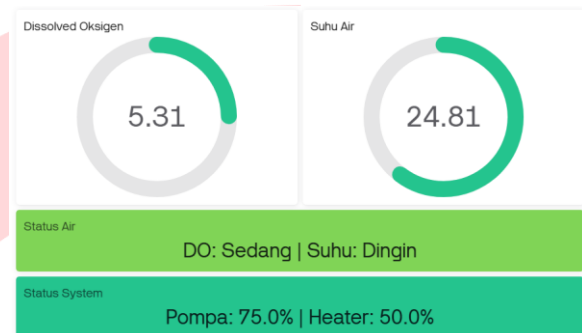
air panas, air dingin, dan air kolam. Data yang diperoleh dikonversi menjadi nilai suhu melalui sinyal digital. Sensor menunjukkan kemampuan membedakan antara kondisi panas, dingin, dan normal.

TABLE 2 TABEL 2 HASIL PENGUJIAN SENSOR SUHU

Nilai Suhu	Rata-rata Error (%)
26,1	0,15%
25,5	0,47%
Rata-rata Error (%)	0,3%

D. Pengujian Aplikasi Blynk

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa data DO, Suhu, status air, serta status sistem dapat dikirim dan ditampilkan di aplikasi *Blynk* secara *real-time*.



GAMBAR 10 INTERFACE BLYNK

V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang sistem kendali kualitas oksigen dan suhu akuarium berbasis IoT dengan ESP32, sensor DO (*error* rata-rata 2,08%) dan sensor suhu DS18B20 (*error* rata-rata 0,3%), serta logika *fuzzy* yang terintegrasi dengan aplikasi *Blynk*. Sistem mampu menjaga kadar DO dalam rentang 5,0–8,2 mg/L dan suhu air pada 25,4–27,6 °C selama 24 jam pengujian, dengan aktuatur pompa otomatis aktif pada 6 periode kondisi DO rendah dan *heater* aktif pada 3 periode kondisi suhu tidak normal. Dengan pemantauan *real-time* dan kontrol jarak jauh, sistem ini terbukti efektif dan efisien dalam menjaga kualitas air akuarium, sehingga layak digunakan untuk mendukung kesehatan ikan hias seperti guppy, koi, dan mas koki.

REFERENSI

- [1] F. Fachrezy Hamid, "Sistem Kontrol Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Air Tawar dan Monitoring Via Telegram Berbasis IoT," vol. 12, no. 3, pp. 452–458, 2023, doi: 10.25077/jfu.12.3.452-458.2023.
- [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] B. Bayu and F. Fajriyani, "ANALISIS OKSIGEN TERLARUT DI DALAM TIGA MODEL WADAH DOMESTIKASI IKAN RASBORA HARLEQUIN (*Trigonostigma heteromorpha*)," *Bul. Tek. Litkayasa Akuakultur*, vol. 19, no. 2, p. 101, 2021, doi: 10.15578/blta.19.2.2021.101-103..

