

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Ikan Glofish merupakan salah satu jenis ikan hias hasil rekayasa genetik (transgenik) yang diperkenalkan pertama kali pada tahun 2003 dan kini sangat diminati di kalangan pecinta akuarium karena warnanya yang cerah dan berpendar (ikan.info, 2026). Popularitas Glofish terus meningkat seiring bertambahnya variasi jenis yang beredar di pasaran, seperti Glofish Danio, Glofish Tetra, dan Glofish Barbs, yang masing-masing memiliki karakteristik warna dan tingkat toleransi lingkungan yang sedikit berbeda (Rumah Kolibri, 2022).

Meskipun tergolong ikan hias yang relatif adaptif, Glofish tetap memerlukan kondisi lingkungan yang stabil untuk dapat tumbuh optimal, yaitu suhu air pada kisaran 24–28°C serta pH air antara 6,5–8,0, di samping kadar amonia, nitrit, dan nitrat yang harus tetap terkendali (gmd.id, 2024). Sebagai ikan hasil rekayasa genetik, Glofish juga memiliki tingkat sensitivitas tersendiri terhadap fluktuasi kualitas air dibandingkan ikan hias konvensional, sehingga kestabilan parameter air menjadi faktor yang sangat menentukan kelangsungan hidup dan kualitas warnanya (PanenNews, 2025).

Pemeliharaan kondisi air secara manual oleh pembudidaya cenderung tidak konsisten dan rawan kesalahan, baik dari segi ketepatan waktu pengecekan maupun keakuratan hasil pengukuran, sehingga dapat mengancam kelangsungan hidup ikan (DEWANTORO & Ulum, 2021). Kondisi ini menjadi tantangan tersendiri bagi pembudidaya, khususnya yang mengelola akuarium dalam jumlah banyak, karena keterbatasan waktu untuk memantau parameter air secara terus-menerus. Oleh karena itu, penerapan sistem otomasi menjadi solusi yang relevan untuk menjaga kualitas air budidaya Glofish secara berkelanjutan tanpa bergantung sepenuhnya pada intervensi manusia.

Kualitas air dalam budidaya ikan hias ditentukan oleh beberapa variabel utama, di antaranya suhu, derajat keasaman (pH), tingkat kekeruhan (*turbidity*), serta kadar total zat terlarut atau *Total Dissolved Solids* (TDS) (DEWANTORO &

Ulum, 2021; Marianis et al., 2022), diantaranya memerlukan suhu air sekitar 72-82°F atau sekitar 22-27°C, pH antara 6,5–8, tingkat kekeruhan di bawah 10 NTU, serta nilai TDS berkisar antara 100–300 ppm yang seluruhnya harus berada dalam batas aman agar mendukung kesehatan ikan (Living Aquarium, 2023). Keempat variabel tersebut dipilih sebagai fokus dalam penelitian ini karena merupakan parameter yang paling umum digunakan sebagai indikator utama kelayakan air budidaya ikan hias dan paling berpengaruh terhadap kondisi fisiologis ikan (Koromari & David, 2023). Ketidakstabilan salah satu dari keempat variabel tersebut seperti perubahan pada suhu yang tinggi ataupun terlalu rendah dapat berdampak pada stres dan menurunkan nafsu makan ikan (Volkoff & Rønnestad, 2020). Nilai pH yang berada di luar rentang ideal dapat mengganggu metabolisme serta meningkatkan risiko kerusakan insang (Sumantri, 2024), tingkat kekeruhan yang tinggi akibat sisa pakan maupun kotoran ikan dapat meningkatkan kandungan amonia dan nitrit yang berbahaya bagi ikan (Arsy, 2023), serta TDS yang tinggi akibat akumulasi limbah metabolik dan sisa pakan dapat menghambat laju pertumbuhan ikan, sedangkan pengelolaan kualitas air yang baik terbukti meningkatkan laju pertumbuhan spesifik dan efisiensi konversi pakan (Zaidy, 2022). Oleh karena itu, setiap variabel perlu dipantau secara berkala dan saling berkaitan satu sama lain dalam menentukan kualitas air secara keseluruhan.

Untuk mengatasi permasalahan ketidakstabilan kualitas air, berbagai penelitian telah mengembangkan sistem *monitoring* dan kendali kualitas air berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan pemantauan parameter air khususnya suhu, pH, kekeruhan, dan TDS secara *real-time* serta pengendalian otomatis terhadap kondisi yang menyimpang dari nilai optimal (Koromari & David, 2023; PUTRA G, 2021). Sistem semacam ini umumnya memungkinkan pembudidaya untuk memantau kondisi air dari jarak jauh melalui aplikasi maupun antarmuka *web*, sehingga proses pengawasan menjadi lebih efisien dan tidak terbatas oleh jarak maupun waktu.

Dalam arsitektur sistem otomasi tersebut, sensor berperan sebagai elemen *feedback* yang membaca kondisi aktual air secara kontinu, yaitu sensor suhu, sensor pH, sensor kekeruhan (*turbidity*), dan sensor TDS, yang datanya kemudian dikirimkan ke sistem *monitoring* untuk ditampilkan dan dianalisis (Marianis et al.,

2022; Siswanto & Rony, 2018). Selanjutnya, sistem kendali, baik menggunakan logika fuzzy maupun kendali berbasis ambang batas (*threshold*) akan memproses data dari keempat sensor tersebut dan mengeksekusi tindakan korektif melalui aktuator, seperti pemanas air, pompa sirkulasi, sistem aerasi, atau pompa penguras/pengisi air, sehingga parameter suhu, pH, kekeruhan, dan TDS dapat kembali ke rentang ideal secara otomatis (Barus et al., 2018; Putra et al., 2021). Integrasi antara sensor sebagai umpan balik, sistem monitoring, dan sistem kendali yang menjadi inti dari sebuah sistem otomasi kualitas air yang efektif.

Meskipun berbagai penelitian sistem monitoring dan kendali kualitas air berbasis IoT telah banyak dikembangkan, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada jenis ikan hias umum seperti ikan koi, gurami, lele, atau guppy, dan seringkali hanya memantau satu atau dua parameter air saja, misalnya suhu dan pH, atau suhu dan kekeruhan, tanpa mengintegrasikan keempat parameter suhu, pH, kekeruhan, dan TDS secara bersamaan. Selain itu, penelitian yang secara spesifik merancang sistem otomasi untuk kebutuhan budidaya ikan Glofish masih sangat terbatas. Keterbatasan inilah yang mendasari diperlukannya penelitian mengenai rancang bangun sistem pengendali dan *monitoring* kualitas air akuarium (pH, Suhu, Kekeruhan, dan TDS) untuk ikan Glofish Tetra berbasis *Internet Of Things* (IoT) untuk perancangan sistem otomasi budidaya ikan Glofish yang mengintegrasikan sensor suhu, pH, Kekeruhan, dan TDS sebagai umpan balik, sistem *monitoring*, serta sistem kendali dan eksekusi secara menyeluruh guna menjaga kualitas air tetap optimal sesuai kebutuhan spesifik Glofish.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan, dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Pemeliharaan kualitas air akuarium ikan Glofish yang masih dilakukan secara manual oleh pembudidaya cenderung tidak konsisten dan rawan kesalahan, baik dari segi ketepatan waktu pengecekan maupun keakuratan hasil pengukuran.

2. Ikan Glofish sebagai hasil rekayasa genetik memiliki tingkat sensitivitas yang lebih tinggi terhadap fluktuasi kualitas air dibandingkan ikan hias konvensional, sehingga membutuhkan pengendalian parameter air yang lebih presisi dan konsisten.
3. Fluktuasi suhu air yang terlalu tinggi maupun terlalu rendah dari rentang ideal (22–27°C) dapat menyebabkan stres dan menurunkan nafsu makan ikan Glofish.
4. Nilai pH air yang berada di luar rentang ideal (6,5–8) dapat mengganggu proses metabolisme ikan serta meningkatkan risiko kerusakan pada insang.
5. Tingkat kekeruhan air yang tinggi akibat penumpukan sisa pakan dan kotoran ikan dapat meningkatkan kandungan amonia dan nitrit yang berbahaya bagi kesehatan ikan Glofish.
6. Nilai TDS yang terlalu tinggi menunjukkan dapat mengganggu proses osmoregulasi, menimbulkan stres, menurunkan nafsu makan dan pertumbuhan, serta meningkatkan kerentanan ikan terhadap penyakit.
7. Pembudidaya yang mengelola akuarium dalam jumlah banyak mengalami keterbatasan waktu dan tenaga untuk memantau parameter kualitas air (suhu, pH, kekeruhan, dan TDS) secara terus-menerus dan bersamaan.
8. Sebagian besar sistem monitoring dan kendali kualitas air berbasis IoT yang telah dikembangkan hanya memantau satu atau dua parameter saja (misalnya suhu dan pH, atau suhu dan kekeruhan), sehingga belum mengintegrasikan keempat parameter (suhu, pH, kekeruhan, dan TDS) secara bersamaan dalam satu sistem.
9. Belum tersedia sistem otomasi yang secara khusus dirancang untuk memenuhi kebutuhan spesifik budidaya ikan Glofish, yang mengintegrasikan sensor sebagai umpan balik, sistem monitoring, serta sistem kendali dan eksekusi secara menyeluruh dan otomatis.

1.3. Pembatasan Masalah

1. Penelitian dilakukan pada akuarium berukuran 31 x 17 x 24 cm dengan volume air sebanyak 10 liter yang diperuntukkan khusus untuk pemeliharaan ikan Glofish Tetra.
2. Pengendalian otomatis hanya dilakukan terhadap empat parameter kualitas air, yaitu Suhu, pH, Kekeruhan, dan TDS yaitu *heater* untuk suhu, cairan pH *Up/Down*, serta pompa penguras/pengisi air untuk kekeruhan serta TDS.
3. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 dan menggunakan sensor DS18B20 untuk suhu, sensor pH-4502C untuk pH, sensor *Turbidity* TS-300B untuk kekeruhan, serta sensor TDS Meter V1.0 untuk TDS.
4. Hasil monitoring parameter kualitas air ditampilkan secara berkala melalui LCD 16×2, aplikasi Blynk, dan *Google Spreadsheet* sebagai media pencatatan riwayat data (*data logging*).
5. Penelitian ini tidak berfokus pada hasil pertumbuhan pada ikan, melainkan hanya berfokus pada kestabilan parameter air dalam rentang nilai yang telah ditentukan.
6. Pengiriman data ke aplikasi Blynk memiliki jeda pembaruan setiap 1 menit, sedangkan pengiriman data ke *Google Spreadsheet* memiliki jeda setiap 2 detik, sehingga sistem bekerja secara berkala.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, identifikasi masalah, dan batasan yang telah dijelaskan, rumusan masalah penelitian ini adalah: “

1. Bagaimana merancang dan menguji sistem pengendali pH, suhu, kekeruhan, dan TDS untuk kualitas air akuarium untuk parameter pH, suhu, kekeruhan berbasis *Internet of Things* untuk ikan Glofish Tetra?
2. Bagaimana sistem dapat memantau empat parameter utama (pH, suhu, kekeruhan, dan TDS) secara berkala?
3. Bagaimana kinerja sistem dalam melakukan pengendalian otomatis terhadap suhu, pH, dan kekeruhan agar tetap berada pada rentang yang sesuai bagi ikan Glofish Tetra?

1.5. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan sebelumnya, tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk merancang dan menguji sistem pengendali pH, suhu, kekeruhan, dan TDS pada kualitas air akuarium berbasis Internet of Things (IoT) secara terintegrasi guna mendukung pemeliharaan ikan Glofish Tetra.
2. Untuk mengembangkan sistem monitoring secara berkala yang dapat menampilkan data empat parameter utama (pH, suhu, kekeruhan, dan TDS) melalui LCD, aplikasi Blynk, dan *Google Spreadsheet* sebagai media informasi bagi pengguna.
3. Untuk mengetahui kinerja sistem dalam melakukan pengendalian otomatis terhadap suhu, pH, dan kekeruhan agar tetap berada pada rentang ideal yang sesuai bagi ikan Glofish Tetra.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang berjudul “Rancang bangun sistem pengendali dan *monitoring* kualitas air akuarium (pH,Suhu,Kekeruhan, dan TDS) untuk ikan Glofish Tetra berbasis *Internet of Things* (IoT)” diharapkan dapat memberi manfaat oleh berbagai pihak seperti dibawah ini:

1.6.1. Manfaat Teoritis

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang otomasi sistem berbasis *Internet of Things* (IoT), khususnya dalam penerapan pengendalian dan *monitoring* kualitas air dalam akuarium. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian teoritis mengenai integrasi antara sensor suhu, pH, kekeruhan, dan TDS dengan mikrokontroler ESP32 dalam menjaga kestabilan air.

1.6.2. Manfaat Praktis

1. Untuk Mahasiswa

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi mahasiswa yang ingin mempelajari atau mengembangkan sistem IoT di bidang kelistrikan, elektronika, dan juga otomasi. Melalui penelitian ini, mahasiswa dapat memahami secara langsung proses perancangan, pengujian, dan integrasi sensor dengan mikrokontroler, serta penerapan teknologi *monitoring* secara berkala dengan menggunakan aplikasi seperti Blynk dan *Google Spreadsheet*.

2. Untuk Penghobi ikan hias

Sistem ini diharapkan dapat memberikan kemudahan dalam memantau dan mengendalikan kualitas air akuarium secara otomatis dan secara berkala tanpa perlu melakukan pemeriksaan manual yang berulang. Dengan adanya sistem ini, pemelihara ikan Glofish Tetra dapat menjaga kestabilan suhu, pH, kekeruhan, dan TDS air agar tetap berada dalam batas ideal, sehingga ikan tetap sehat dan risiko stres atau kematian dapat diminimalkan. Sistem ini juga membantu pengguna dalam menghemat waktu, tenaga, serta meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan budidaya ikan hias di lingkungan rumah tangga.

Intelligentia - Dignitas