

SISTEM KONTROL KUALITAS AIR AQUASCAPE IKAN MAS KOKI BERBASIS IOT

IoT Based Goldfish Aquascape Water Quality Control System

Fauzan Kamil¹, Dahliyusmanto²

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Kampus Bina Widya, KM. 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru, Riau, Indonesia, Telp: 0761-63272/Fax: 0761-566821
e-mail: ¹fauzan.kamil4127@student.unri.ac.id, ²dahliyusmanto@lecturer.unri.ac.id

Abstrak

Kualitas air merupakan faktor utama kelangsungan hidup ikan mas koki yang berada di dalam Aquascape. Air dengan kualitas buruk akan menjadi sumber penyakit. Penulis melakukan riset dan merancang bangun sistem berbasis Internet of Things yang dapat mengontrol Suhu, pH dan Turbidity air Aquascape Ikan Mas Koki secara real time dan kontinu dari jarak jauh melalui Aplikasi Blynk IoT yang saling terhubung dengan Mikrokontroler ESP32 DevKit V1 agar selalu stabil dan tidak mengalami gangguan jaringan selama data saling bertransmisi. Sistem terbukti andal dengan rata-rata akurasi pembacaan sensor mencapai 93,52% yang dapat saling mengintegrasikan pengontrolan otomatis maupun manual dari berbagai perangkat penormalan kualitas air secara real time. Selama proses pengujian Quality of Service, gangguan jaringan yang dihadapi saat data saling bertransmisi dikategorikan Baik (Indeks 3,75) berdasarkan Standar TIPHON dengan rata-rata nilai Throughput 39.156,248 bps (Sangat Bagus), Packet Loss 0,03% (Sangat Bagus), Delay 3,547885405 ms (Sangat Bagus) dan Jitter 3,543591 ms (Bagus).

Kata Kunci - Kualitas Air, Kontrol, Internet of Things, Quality of Service.

Abstract

Water quality is the main factor for the survival of goldfish in Aquascape. Water with poor quality will be a source of disease. The author conducted research and designed an Internet of Things-based system that can control the Temperature, pH and Turbidity of Goldfish Aquascape water in real time and continuously from a distance through the Blynk IoT Application which is interconnected with the ESP32 DevKit V1 Microcontroller so that it is always stable and does not experience network interference during data transmission. The system has proven to be reliable with an average sensor reading accuracy of 93.52% which can integrate automatic and manual control from various water quality normalization devices in real time. During the Quality of Service testing process, network disruptions encountered when data was transmitted to each other were categorized as Good (Index 3.75) based on the TIPHON Standard with an average Throughput value of 39,156.248 bps (Very Good), Packet Loss 0.03% (Very Good), Delay 3.547885405 ms (Very Good) and Jitter 3.543591 ms (Good).

Keywords – Water Quality, Control, Internet of Things, Quality of Service.

1. PENDAHULUAN

World Health Organization (WHO) menetapkan status wabah yang menyebar di distrik Wuhan, Hubei, Tiongkok pada tanggal 31 Desember 2019 sebagai Pandemi Covid-19. Keadaan perekonomian Indonesia saat itu turun menjadi 2,97% dan diperparah dengan diberlakukannya status Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) oleh pemerintah Indonesia [1]. Dalam kondisi serba susah saat itu, muncul suatu trend dalam seni menata tanaman air dan berbagai ekosistemnya yang tertata rapi dan indah bersama ikan di dalam akuarium yang disebut dengan *Aquascape*. Salah satu ikan yang banyak

digemari *Aquascaper* ialah ikan mas koki yang merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang banyak digemari karena memiliki keindahan morfologi tubuh dan nilai ekonomisnya yang cukup tinggi [2].

Ditemukan beberapa masalah dalam menjaga kelangsungan hidup biota hayati yang terdapat dalam *Aquascape*. Ikan mas koki yang berada di dalam *Aquascape* sering kali ditemukan dalam kondisi sakit bahkan mati setelah beberapa hari atau minggu. Hal ini disebabkan karena tidak sehatnya kondisi kualitas air yang terdapat di dalam *Aquascape* [3]. Kondisi Suhu, pH dan Kekeruhan Air yang tidak terjaga dapat memicu bakteri dan jamur penyebab penyakit pada tumbuhan dan ikan di dalam *Aquascape*. Masalah tersebut terjadi karena kualitas air yang dibutuhkan Ikan Mas Koki pada tidak dapat terkontrol dengan baik dan berlangsung terus menerus [4]. Sedangkan kualitas air yang cocok untuk Ikan Mas Koki ialah dengan berada pada angka 6-8, Suhu Air 30-35 ° C dan Tingkat Kekeruhan Air dalam rentang 10 NTU [5].

Penelitian sebelumnya mengkaji dan memfokuskan pada monitoring dan kontroling kualitas air berdasarkan pH dan Suhu Air pada Kolam Ikan Mas Koki secara otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan Aplikasi Blynk IoT dengan menerapkan sistem kontrol manual maupun otomatis berdasarkan pembacaan sensor. Kemudian hasil dari pengujiannya berupa pembacaan dan error antara sensor dan alat pengujian manual serta muncul atau tidaknya notifikasi pada saat kondisi tidak normal [6]. Selanjutnya, penelitian terakut juga membahas mengenai budidaya Ikan Mas Koki yang menerapkan sistem berbasis IoT untuk memonitoring pH dan suhu air menggunakan sensor suhu DS18B20 dan sensor pH 4502C yang terintegrasi dengan ESP8266 dan ditampilkan pada LCD TFT dan Aplikasi Blynk IoT sebagai media untuk memonitoring secara realtime tingkat kematian ikan berdasarkan pH (*pH Meter*) dan suhu terkontrol (*Termostat*) yang mempengaruhi nafsu makan ikan mas koki, sehingga dapat mengurangi tingkat gagal panen pada pembudidaya ikan mas koki [7].

Pada penelitian terdahulu, hanya terbatas pada pemantauan Suhu dan pH saja dan tidak ditemukan pengujian kualitas jaringan berupa *Quality of Service* selama proses transmisi data dari ESP32 DevKit V1 ke Aplikasi Blynk IoT melalui jaringan *Wi-Fi*. Peneliti tertarik mengembangkan dan menyempurnakan kekurangan pada penelitian sebelumnya dengan merancang bangun sistem yang dapat mengontrol kualitas air *Aquascape* ikan mas koki berdasarkan 3 parameter kualitas air (suhu, pH dan kekeruhan air) dari jarak jauh dengan menerapkan konsep IoT (*Internet of Things*) yang terhubung dengan Aplikasi Blynk IoT dengan *Quality of Service* yang baik agar tidak terkendala saat bertransmisi data. Dimana, IoT ini sendiri merupakan suatu konsep yang menghubungkan benda fisik ke suatu jaringan untuk saling terintegrasi satu dengan yang lainnya [8]. Kemudian dihubungkan melalui Aplikasi Blynk IoT yang memiliki Interface yang baik dalam memantau atau mengontrol hasil pembacaan sensor [9].

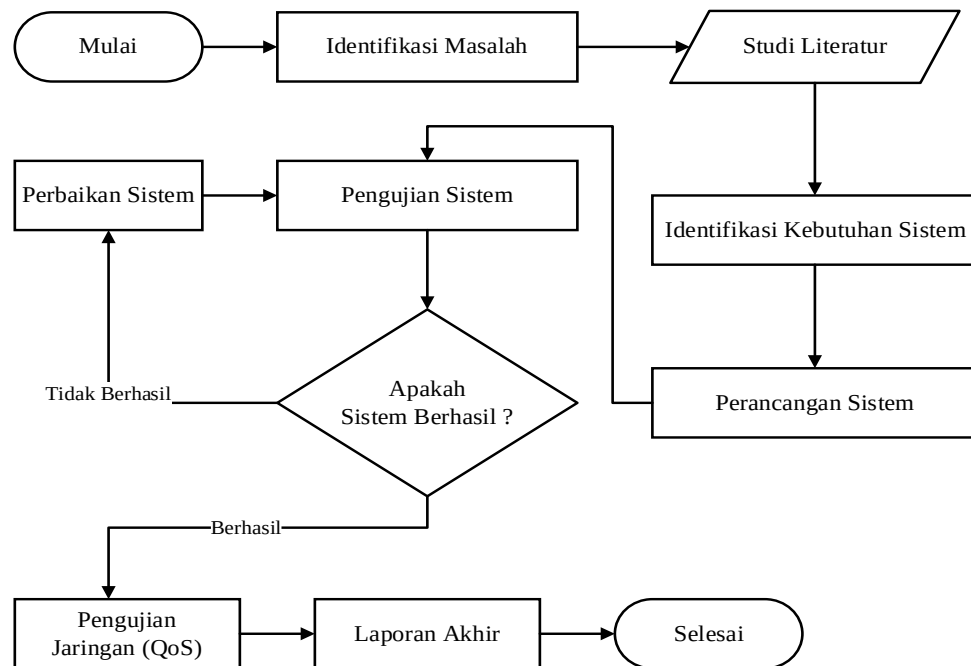
Dengan dikontrolnya sensor pH, sensor Suhu Air dan sensor Tingkat Kekeruhan Air secara otomatis maupun manual untuk pengkondisian pada ESP32 DevKit V1 agar sesuai dengan kebutuhan normal kualitas air Ikan Mas Koki pada pH (6-8), suhu (30-35° C) dan tingkat kekeruhan (<10 NTU). Maka penting untuk dilakukan pengujian kualitas jaringan berupa *Quality of Service* (*Delay, Jitter, Packet Loss dan Throughput*) saat bertransmisi data antara ESP32 DevKit V1 dengan Aplikasi Blynk IoT agar data dikirim dan diterima tepat waktu (realtime) dan andal sehingga setiap jenis lalu lintas data mendapatkan prioritas yang sesuai dengan harapan sistem berjalan dengan baik dan Ikan Mas Koki dapat terhindar dari berbagai penyakit karena kualitas air yang tidak terkontrol.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penlitian ini adalah Metode Penelitian *Reasearch and Development* berbasis *Mixed Methods*. Metode ini mengembangkan sistem yang dirancang melalui tahapan *Research* dan juga *Development*, namun di dalam prosesnya menggunakan Metode Kualitatif untuk mengindentifikasi kebutuhan sistem dan merancang solusi dari masalah penelitian serta menggunakan

Metode Kuantitatif guna mengukur performa sistem, menguji prorotipe dan mengevaluasi secara statistik hasil akhir sistem sebagai indikator kesuksesan penelitian. Pendekat ini memberikan hasil penelitian yang lebih valid dan komprehensif serta dapat dipertanggungjawabkan [10].

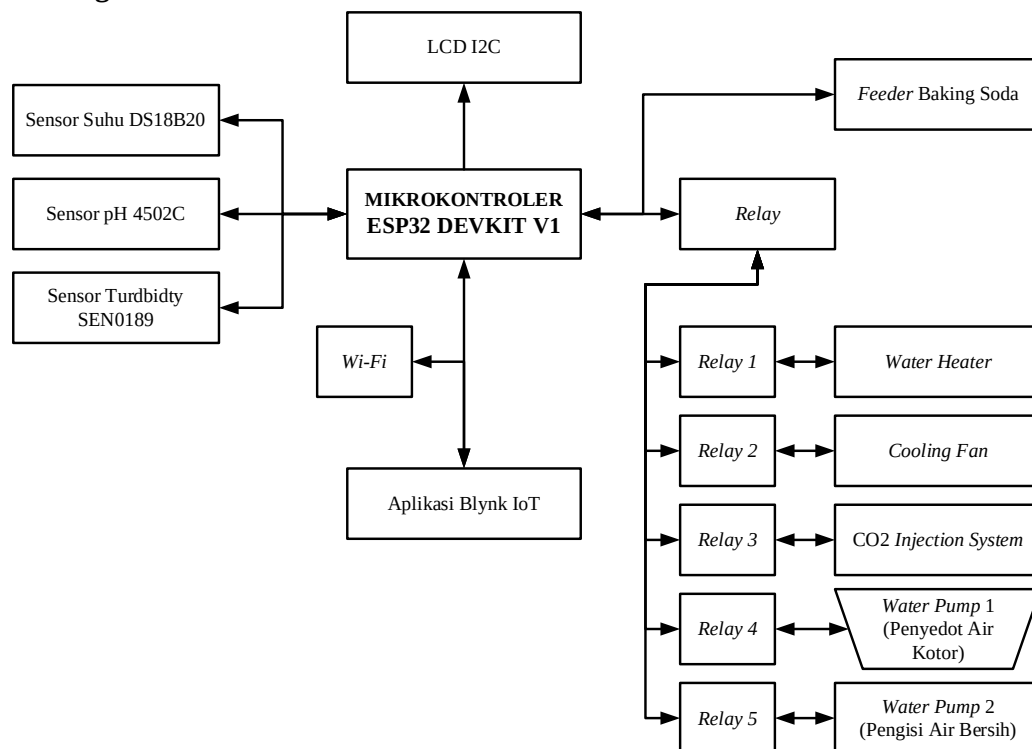
Penulis melakukan identifikasi mengenai permasalahan yang sedang dihadapi oleh *Aquascaper* dalam menjaga kualitas air pada *Aquascape* nya melalui berbagai sumber literatur dan karya ilmiah lainnya. Penulis mengembangkan sistem yang dapat menyempurnakan kekurangan dari penelitian sebelumnya dan disertai dengan pengujian eksperimental dan quality of service dari sistem yang telah dirancang bangun. Secara umum, alur proses pengumpulan data dari metode *Research and Develompent* (RnD) dari penelitian ini dapat di gambarkan melalui Blok Diagram Gambar 1 dibawah.



Gambar 1. Blok Diagram Research and Development (RnD)

Tahapan awalnya ialah dengan menidentifikasi masalah yang ada pada *Aquascape* Ikan Mas Koki, dimana sering ditemukan masalah berupa pada kualitas air berupa pH, suhu dan kekeruhan air (turbidity) *Aquascape* yang tidak terjaga menyebabkan rentannya ikan dan tumbuhan air terserang penyakit berupa infeksi bakteri dan jamur. Kemudian dilakukan studi literatur untuk menemukan solusi dari permasalahan tersebut berdasarkan penelitian terdahulu melalui berbagai jurnal. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem dengan menerapkan pengaplikasian teknologi IoT untuk dapat mengontrol kualitas air pada *Aquascape* ikan mas koki yang dapat dikendalikan dari jarak jauh menggunakan Aplikasi Blynk IoT. Selanjutnya dilakukan pengujian eksperimental menggunakan berbagai parameter kekeruhan air, apakah sensor dan perangkat yang terpasang dapat berjalan sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan. Selanjutnya juga diterapkan pengujian parameter jaringan berupa *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter* untuk mengukur *Quality of Service* saat transmisi data antara mikrokontroler dengan aplikasi Blynk IoT. Jika dinyatakan tidak berhasil, akan dilakukan perbaikan sistem dan dilakukan pengujian kembali. Namun, jika dinyatakan berhasil, maka langkah terakhirnya ialah dengan membuatnya kedalam laporan akhir agar menjadi sebuah karya ilmiah yang sistematis dan dapat dipertanggungjawabkan.

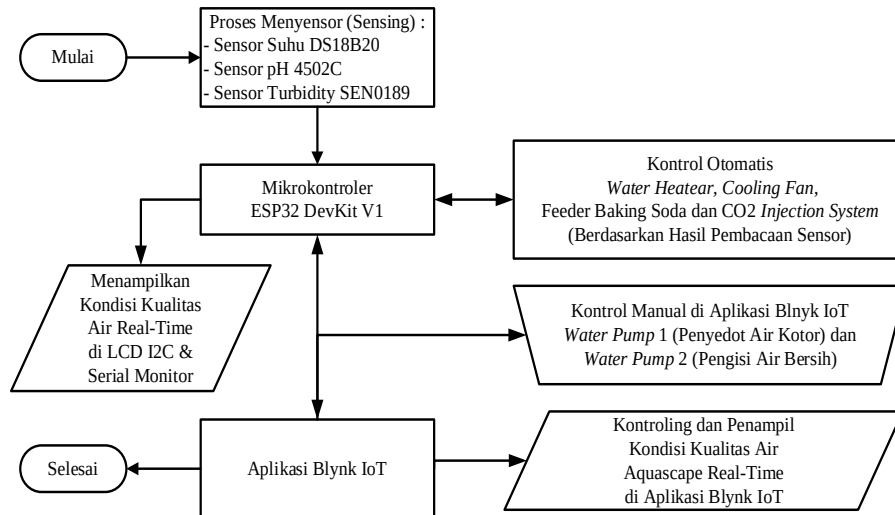
2.1. Perancangan Sistem



Gambar 2. Diagram Alur Kerja Perangkat Terpasang

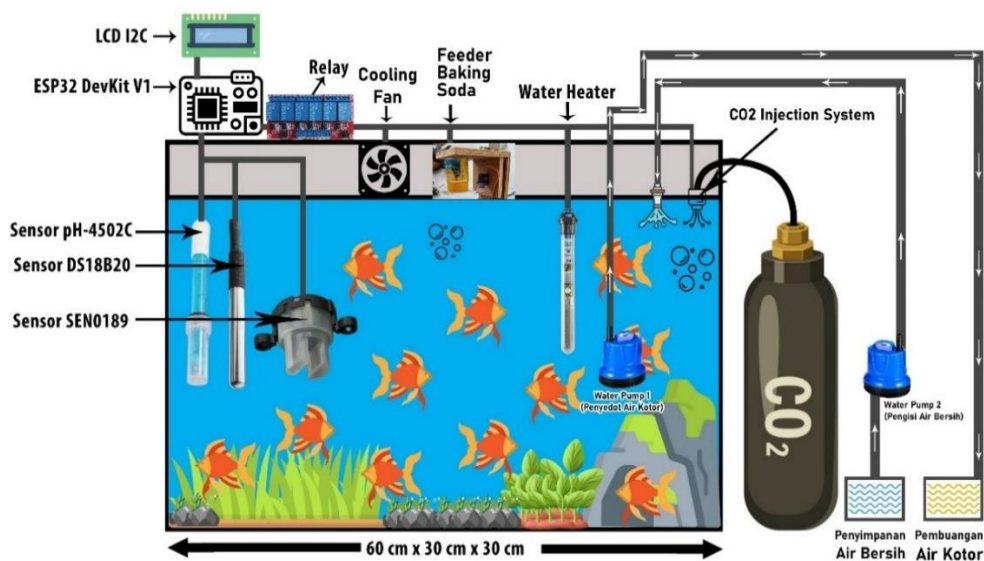
Gambar 2 di atas menjelaskan tentang bagaimana perangkat terpasang saling terhubung satu dengan yang lainnya saat sistem berjalan. Data yang didapatkan dari hasil keluaran pembacaan Sensor Suhu DS18B20, Sensor pH 4502C dan Sensor Turbidty SEN0189 akan diteruskan kepada ESP32 Devkit V1 untuk dilakukan pemrosesan selanjutnya, namun juga dapat memberikan *feedback* kepada sensor untuk mengaktifkan perangkat penormalan kualitas air maupun menon-aktifkan perangkat penormalan kualitas air. Selanjutnya jika suhu $<30^{\circ}\text{C}$ maka akan otomatis mengaktifkan Relay 1 (*Water Heater*), jika suhu $>35^{\circ}\text{C}$ akan otomatis mengaktifkan Relay 2 (*Cooling Fan*), jika pH <6 akan otomatis mengaktifkan *Feeder Baking Soda* yang terhubung langsung dengan ESP32 DevKit V1, jika pH >8 akan otomatis mengaktifkan CO2 Injection System. Selanjutnya sistem juga memiliki kontrol manual terhadap *Water Pump* agar dapat mengendalikan kekeruhan air *Aquascape* Ikan Mas Koki, dimana user diberikan opsi untuk mengaktifkan *Water Pump* 1 (Penyedot Air Kotor) jika dirasa akuarium sudah cukup kotor, dimana normalnya Tingkat Kekeruhan Air normalnya <10 NTU. *Water Pump* 2 akan otomatis aktif untuk mengisi Kembali dengan air bersih jika *Water Pump* 1 telah selesai bekerja.

Semua perangkat penormalan kualitas air tersebut akan otomatis mati jika sensor telah mendeteksi suhu, pH dan tingkat kekeruhan air berada pada level normalnya. Selanjutnya hasil pembacaan *real-time* dari sensor yang terpasang akan ditampilkan pada LCD I2C sebagai media bagi user untuk mengecek manual jika berada di dekat akuarium. Selanjutnya juga ditampilkan pada Aplikasi Blynk IoT jika user berada jauh dari akuarium sebagai *kontrolling* dari jarak jauh, baik itu memantau kondisi terkini kualitas air *Aquascape* Ikan Mas Koki maupun pengontrolan manual untuk *Water Pump* untuk mengontrol tingkat kekeruhan air. Aplikasi Blynk IoT juga berfungsi sebagai media pengontrolan manual *Water Pump* yang difungsikan untuk menyedot air kotor di dalam akuarium jika user merasa Tingkat kekeruhan airnya telah pantas untuk dilakuka pengurasan. Hal ini dilakukan karena pengurasan air tidak boleh terlalu sering dilakukan agar dapat menjaga kestabilan ikan maupun tumbuhan air yang berada di *Aquascape* tersebut.



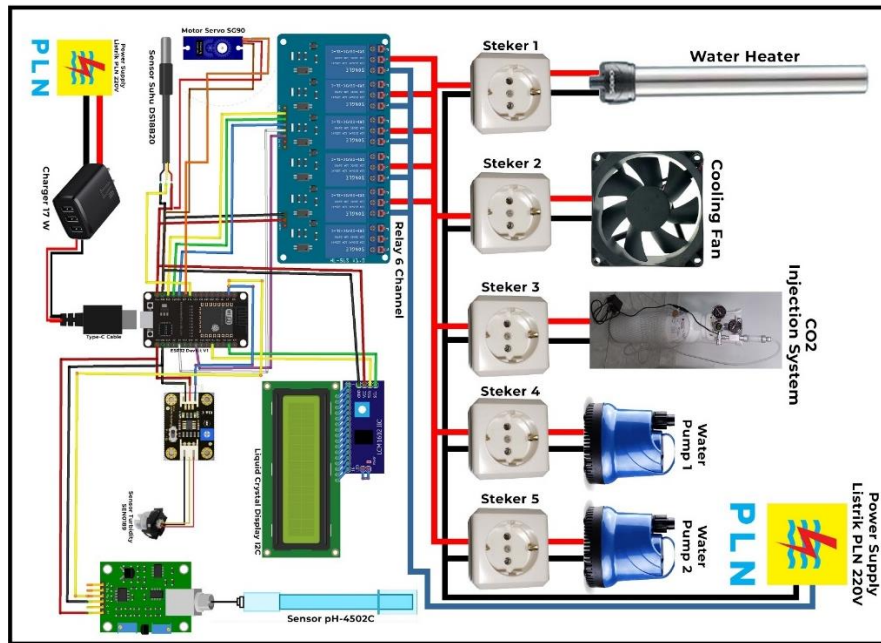
Gambar 3. Diagram Alur Data Perangkat Terpasang

Gambar 3 di atas menggambarkan diagram Alur Data yang bekerja pada saat perangkat terpasang di sistem dimulai dengan proses sensing atau proses pengambilan data yang dilakukan oleh sensor Suhu DS18B20, sensor pH 4502C dan Sensor Turbidity SEN0189. Data yang didapatkan akan diteruskan kepada Mikrokontroler ESP32 DevKit V1 untuk diproses untuk pengontrolan otomatis maupun manual. Untuk kontrol Otomatis, telah disetting standar normal suhu (30-35°C) dan pH air (6-8). Jika terdeteksi berada diluar batas atas maupun bawahnya akan otomatis mengontrol pengaktifan *Water Heater*, *Cooling Fan*, *Feeder Baking Soda* dan *CO2 Injection System*. Untuk Kontrol Manual, *Water Pump 1* (Penyedot Air Kotor) akan bekerja jika user menekan tombol pengaktifan pada Aplikasi Blynk IoT yang akan otomatis mengaktifkan *Water Pump 2* jika *Water Pump 1* telah berhenti bekerja. *Water Pump 2* akan mengisi Kembali dengan air bersih selama beberapa waktu yang telah ditentukan sesuai dengan kapasitas akuarium. Langkah terakhir dalam transmisi data, semua data realtime tentang Suhu, pH dan Tingkat Kekeruhan Air akan ditampilkan pada LCD I2C sebagai penampil fisik yang dapat dilihat oleh user jika berada di dekat akuarium dan Aplikasi Blynk IoT sebagai media penampil yang dapat diakses dari jarak jauh untuk memantau pengontrolan kualitas air *Aquascape* Ikan Mas Koki.



Gambar 4. Desain *Aquascape* Ikan Mas Koki

Gambar 4 di atas merupakan desain *Aquascape* yang dirancang berukuran 60 cm x 30 cm x 30 cm. Perangkat yang ditempatkan di dalam air ialah Sensor DS18B20, Sensor pH 4502C, Sensor Turbdity SEN0189, *Water Heater* dan *Water Pump* untuk menyedot air kotor, Sedangkan perangkat yang ditempatkan diluar akuarium ialah Cooling Fan, Feeder Baking Soda, CO2 Injection System dan *Water Pump* Pengisi Air Bersih. Untuk Mikrokontroler ESP32 DevKit V1, *Relay 6 Channel*, dan LCD I2C akan ditempatkan di bagian depan triplek sebagai alasnya agar terhindar dari kemungkinan terkena cipratan air dari berbagai perangkat yang terpasang.



Gambar 5. Skematik Sistem Kontrol Kualitas Air

Pada Gambar 5 di atas, dirancang rangkaian elektronika untuk menempatkan Blok Rangkaian Mikrokontroler ESP32 DevKit V1, Modul Sensor, *Relay 6 Channel*, 5 port steker, LCD I2C dan Wiring perangkat agar mempermudah kontroling dan maintenance jika seandainya terjadi trouble. ESP32 DevKit V1 dan LCD I2C ditempatkan pada PCB Dot Matrix Hijau berukuran 8x12 cm. ESP32 terhubung dengan *Relay 6 Channel*, dimana relay 1 untuk *Water Heater*, relay 2 untuk cooling fan, relay 3 untuk CO2 Injection System, relay 4 untuk *Water Pump* 1 (penyedot air kotor) dan relay 5 untuk *Water Pump* 2 (pengisi air bersih) yang diparelkan dengan 5 port steker agar dapat terhubung dengan Listrik PLN 220V.

2.2. Pengujian Sistem



Gambar 6. Mini Aquarium Pengujian Sistem

Gambar 6 di atas menunjukkan media yang digunakan untuk meletakkan sampel yang akan digunakan untuk pengujian hasil pembacaan antara sensor dengan alat pembaca manual. Dimana Kotak 1 nya ialah Air *Aquascape* dengan suhu $<30^{\circ}\text{C}$, Kotak 2 ialah Air *Aquascape* dengan suhu normal $30-35^{\circ}\text{C}$, Kotak 3 ialah Air *Aquascape* dengan suhu $>35^{\circ}\text{C}$, Kotak 4 ialah Air *Aquascape* dengan pH <6 , Kotak 5 ialah Air *Aquascape* dengan pH 6-8, Kotak 6 ialah Air *Aquascape* dengan pH >8 , Kotak 7 ialah Air *Aquascape* dengan *Turbidity* <10 NTU, Kotak 8 ialah Air *Aquascape* dengan *Turbidity* >10 NTU dan Kotak 9 ialah Air Biasa (Untuk Menetralkan Sensor dan Alat Uji Manual). Pengujian Sistem Berjalan dilakukan dengan 3 variabel, dimana untuk variabel pertama ialah mengukur akurasi pembacaan sensor. Selanjutnya ialah dengan menguji secara keseluruhan sistem yang berjalan apakah sudah sesuai dengan tujuan penelitian dan batasan-batasan penelitian yang telah ditentukan atau belum. Kemudian pengujian terakhir ialah *Quality of Service*. Adapun rinciannya ialah sebagai berikut.

2.2.1. Pengujian Akurasi Sensor

Pengujian Akurasi dilakukan pada semua sensor yang terpasang, diantaranya ialah sensor Suhu DS18B20, Sensor pH 4502 C dan Sensor *Turbidity* SEN0189. Ini merupakan langkah awal pembuktian hasil pembacaan sensor tersebut akurat dengan menguji akurasi hasil pembacaannya dengan perangkat pembacaan manual. Dilakukan pengujian melalui Analisis Regresi Linear untuk memvalidasi hasil pembacaan sensor memang benar-benar akurat berdasarkan % error dari kedua perangkat yang diujikan hasil pembacaannya. Kalibrasi dilakukan pada masing-masing sensor yang kemudian digabungkan menjadi satu kesatuan dalam suatu tabel yang memuat hasil pembacaan dan error secara keseluruhan [11].

2.2.2. Pengujian Fungsionalitas

Pengujian sistem dilakukan secara menyeluruh untuk melihat reaksi atau feedback yang dilakukan oleh perangkat penormalan kualitas air terhadap hasil pembacaan suhu oleh berbagai sensor yang telah terpasang. Pengujian ini dilakukan setelah pengujian akurasi sensor dilakukan guna memastikan hasil sensor akurat dan dapat divalidasi melalui pengujian Analisis Regresi Linear yang bersamaan bersama pengujian kalibrasi sebelumnya. Pengujian ini dilakukan untuk melihat perangkat penormalan kualitas air dapat merespon hasil pembacaan sensor sesuai dengan batasan-batasan yang telah ditentukan sebelumnya. Kualitas Air berada di uji dalam 8 kondisi parameter kualitas air yang berbeda, dimana akan diuji dengan kondisi dibawah normal, normal dan di atas normal dari parameter tersebut kecuali *Turbidity* karena hanya terdapat 2 paramter saja, yaitu kotor atau bersih.

2.2.3. Pengujian *Quality of Service*

Pengujian ini akan menguji seberapa baik jaringan dalam menghadapi berbagai permasalahan jaringan yang terjadi saat trafik data di dalam jaringan sedang berlalu lalang. Adapun parameter yang dijadikan acuan sebagai parameter kelancaran suatu jaringan ialah dengan menguji parameter *Delay*, *Jitter*, *Packet Loss* dan *Throughput*. Pengujian *Quality of Service* ini distandarisasi oleh standar TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*) [12]. Kemudian, hasil akhirnya akan mengambil rata-rata dari hasil pengujian semua variabel nya dan menyimpulkannya melalui Standar TIPHON (sangat baik, baik, sedang atau buruk) seperti pada Tabel 1 dibawah.

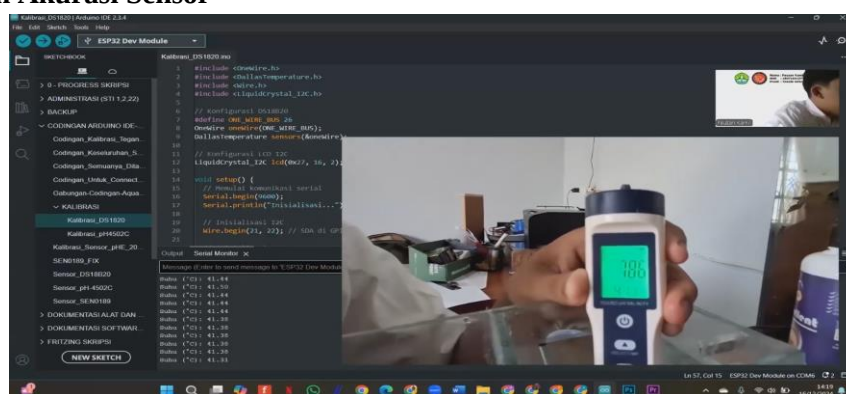
Tabel 1 Standar TIPHON *Quality of Service* [12]

Nilai	Persentase (%)	Indeks
3,80 - 4,00	95 - 100	Sangat Bagus
3,00 - 3,79	75 - 95	Bagus
2,00 - 2,99	50 - 75	Sedang
1,00 - 1,99	25 - 50	Buruk

3. Hasil dan Pembahasan

Langkah pertama ialah dengan menguji sistem yang telah dirancang bangun untuk mengetahui seberapa akurat sistem tersebut dalam melaksanakan perintah-perintah yang diberikan serta seberapa akurat hasil pembacaan dari sensor yang terpasang. Pengujian dilakukan dengan menguji perangkat-perangkat pada sistem kontrol kualitas air *Aquascape* Ikan Mas Koki menggunakan metode eksperimental. Metode Eksperimental yang digunakan ialah dengan memngkondisikan Parameter Kualitas Air *Aquascape* di dalam kondisi yang terukur. Dimana akan diujikan pada kotak yang berisikan air dengan Suhu $<30^{\circ}\text{C}$, $30-35^{\circ}\text{C}$, $>35^{\circ}\text{C}$ dan pH <6 , $6-8$, >8 serta Turbdity <10 NTU dan >10 NTU dengan melihat *feedback* pengaktifkan perangkat penormalan kualitas air. Sensor akan diuji keakuratan pembacaannya terlebih dahulu agar pengujian *Quality of Service* yang dilakukan nantinya lebih akurat. Adapun yang diuji ialah :

3.1. Pengujian Akurasi Sensor



Gambar 7. Pengujian Akurasi Sensor

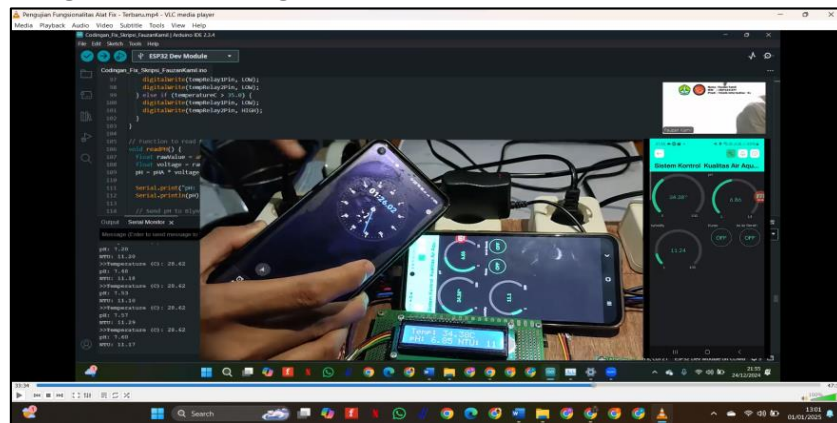
Pengujian akurasi sudah dilakukan terhadap semua sensor agar diketahui berapa persen tingkat error dari hasil pembacaan sensor terhadap perangkat pengujian manual yang berperan sebagai nilai acuan terhadap pengujian akurasi tersebut. Kemudian juga sudah dilakukan pengujian regresi linear terhadap hasil pengujian, dimana hasil nya akan menggambarkan bagaimana sensor sebagai variabel dependen mempengaruhi variabel independen (alat uji manual) untuk memastikan kevalidan sensor dalam membaca nilai kualitas air secara linear. Total *error* dan regresi linear dari setiap sensor dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah.

Tabel 2. Akurasi Pembacaan Sensor Keseluruhan

No	Sensor Terpasang	Total Error	Total Regresi Linear (R-Square)
1	Sensor Suhu DS18B20	2,07%	0,996
2	Sensor pH 4502C	6,41%	0,980
3	Sensor <i>Turbidity</i> SEN0189	10,97%	0,996
Rata-Rata		6,48%	0,991

Pada Tabel 2 di atas, diketahui bahwasannya Sensor Suhu DS18B20 dapat mengukur suhu dengan akurasi 97,93% dan nilai regresi linear 0,996, Sensor pH 4502C memiliki akurasi pembacaan sekitar 93,59% dan nilai regresi linear 0,980 serta Sensor *Turbidity* SEN0189 memiliki akurasi pembacaan sekitar 89,03% dan nilai regresi linear 0,996. Dua sensor sudah sangat baik dalam mensensor dengan tingkat akurasi diatas 90%, tetapi untuk Sensor *Turbidity* SEN0189 masih belum begitu akurat karena $<90\%$. Rata-rata total tingkat *error* dari semua sensor tergolong rendah pada nilai 6,48% dengan rata-rata total regresi linear sekitar 0,991 (masih dalam rentang 0,8-1) yang memastikan kevalidan hasil pembacaan dari semua sensor dalam kategori yang baik menggambarkan keberhasilan pengujian akurasi pembacaan sensor ini. Sehingga, dapat dinyatakan sensor yang digunakan memang dapat mengukur nilai kualitas air berupa suhu, pH dan *Turbidity* secara akurat.

3.2. Pengujian Fungsionalitas Perangkat



Gambar 8. Pengujian Fungsionalitas Perangkat

Tahapan ini merupakan rangkuman dari pengujian-pengujian fungsionalitas dari Sensor Suhu DS18B20, Sensor pH 4502C dan Sensor *Turbidity* SEN0189 terhadap perangkat penormalan kualitas air seperti *Water Heater* dan *Fan Cooling* untuk menormalkan suhu melalui kontrol otomatis, Motor Servo *Feeder Baking Soda* dan *CO2 Injection System* untuk menormalkan pH melalui kontrol otomatis dan 2 Buah *Water Pump* yang berfungsi sebagai penyedot air keruh dan pengisi air bersih melalui kontrol manual dari Aplikasi Blynk IoT pada *Smartphone*. Pada Tabel 3 di bawah, digambarkan fungsionalitas perangkat secara keseluruhan yang dirangkum untuk memudahkan pembacaan keberhasilan pengujian terhadap fungsi dari sensor dan perangkat penormalan dalam mengontrol secara otomatis maupun manual dengan berbagai kondisi tertentu.

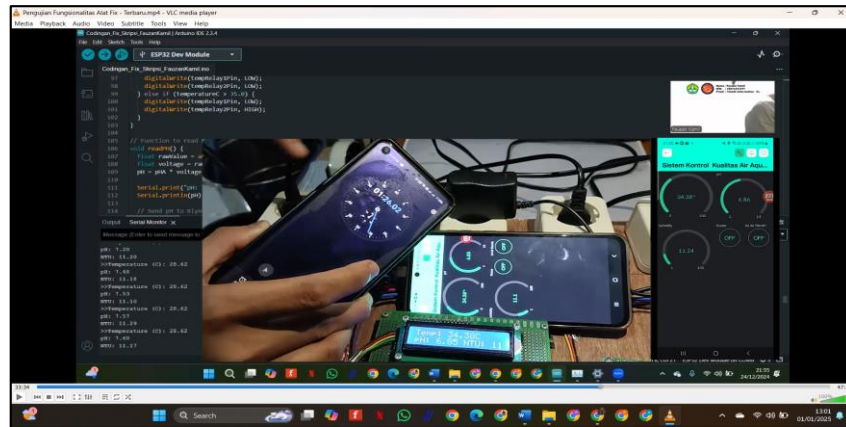
Tabel 3. Fungsionalitas Perangkat Terpasang Keseluruhan

No	Hasil Pembacaan Sensor (Sebelum)	Reaksi Terhadap Perangkat Penormalan Kualitas Air						Waktu Aktif Perangkat (Menuju Normal)	Hasil Pembacaan Sensor (Sesudah)	Rata-Rata Kenaikan /Penurunan
		<i>Water Heater</i>	<i>Cooling Fan</i>	<i>Feeder Baking Soda</i>	<i>CO2 Injection System</i>	<i>Water Pump1</i> (Kontrol Manual)	<i>Water Pump2</i> (Kontrol Manual)			
1	Suhu 28,69°C	On	Off	Off	Off	Off	Off	1 Menit 6,88 Detik	Suhu 30,00°C	1,18°C/Menit
2	Suhu 33,00°C	Off	Off	Off	Off	Off	Off	0 Menit 0 Detik	Suhu 33,00°C	0
3	Suhu 38,06°C	Off	On	Off	Off	Off	Off	3 Menit 39,53 Detik	Suhu 35,00°C	0,84°C/Menit
4	pH 4,00	Off	Off	On	Off	Off	Off	1 Menit 26,02 Detik	pH 6,86	2 pH/Menit
5	pH 7,28	Off	Off	Off	Off	Off	Off	0 Menit 0 Detik	pH 7,28	0
6	pH 9,39	Off	Off	Off	On	Off	Off	3 Menit 15,17 Detik	pH 7,80	0,49 pH/Menit
7	<i>Turbidity</i> 10,35 NTU	Off	Off	Off	Off	Off	On	1 Menit 0 Detik	Mengisi 1ℓ Air	1 ℓ / Menit
8	<i>Turbidity</i> 14,40 NTU	Off	Off	Off	Off	On	Off	2 Menit 0 Detik	Menguras 1ℓ Air	2 ℓ Menit

Pada Tabel 3 di atas, dapat disimpulkan bahwasannya fungsi dari perangkat penormalan kualitas air dapat berkolaborasi baik dengan sensor yang terpasang pada sistem untuk menormalkan kondisi

kualitas air. Dimana, waktu yang dibutuhkan untuk menormalkan kualitas air yang dikontrol secara otomatis masih dalam kategori waktu yang efisien. Kemudian untuk pengontrolan manual melalui *Water Pump* juga dapat aktif sesuai dengan perintah yang diberikan terhadap Aplikasi Blynk IoT pada *Smartphone*. Dengan rata-rata penurunan dan kenaikan point suhu, pH serta *turbidity* yang efisien dengan waktu yang efisien, dapat disimpulkan pengujian fungsionalitas dari keseluruhan perangkat ini berjalan dengan baik dan efisien.

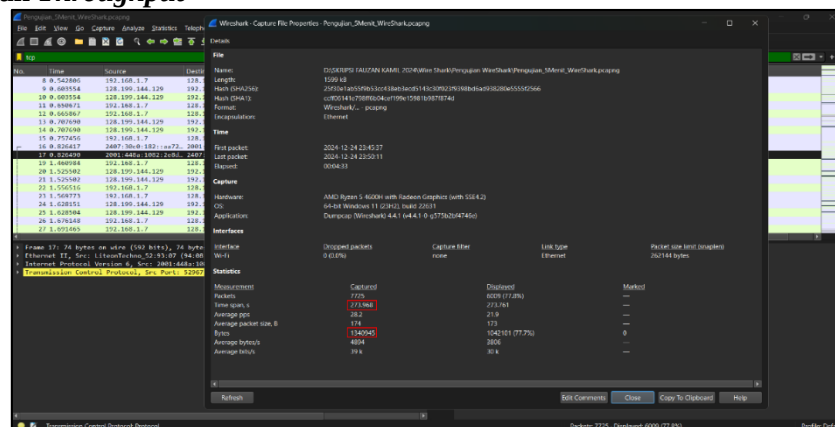
3.3. Pengujian Quality of Service



Gambar 9. Pengujian Quality of Service

Pengujian *Quality of Service* dilakukan untuk menguji kualitas jaringan menggunakan Aplikasi Wire Shark saat data saling bertransmisi antara Mikrokontroler ESP32 DevKit V1 dengan Aplikasi Blynk IoT yang terhubung melalui jaringan Wi-Fi. Dimana pengujian ini merupakan pengujian yang penting untuk dilakukan di dalam suatu sistem yang mementingkan akurasi dan pembacaan real-time dari sensor agar perangkat penormalan kualitas air dapat berfungsi dengan baik dan efisien. Pengujian *Quality of Service* dilakukan setiap 1 detik dengan metode pemantauan selama 273,968 second dengan keadaan real (murni) apa adanya pada *Aquascape* Ikan Mas Koki. Pengujian dilakukan dengan memantau kondisi real karena sebelumnya sudah dilakukan pengujian akurasi dan fungsionalitas perangkat penormalan kualitas air, sehingga dinyatakan sistem berjalan baik dengan akurasi pembacaan sensor yang bagus.

3.3.1. Pengujian Throughput



Gambar 10. Hasil Analis Nilai Throughput

$$\text{Throughput (bps)} = \frac{\text{Total Data (Bytes)}}{\text{Time Span(seconds)}} = \frac{1340945 \text{ Bytes}}{273,968 \text{ Seconds}}$$

$$\text{Throughput (bps)} = 4.894,5314 \text{ Bps} \times 8 = \mathbf{39.156,248 \text{ bps}} = 39 \text{ Kbps}$$

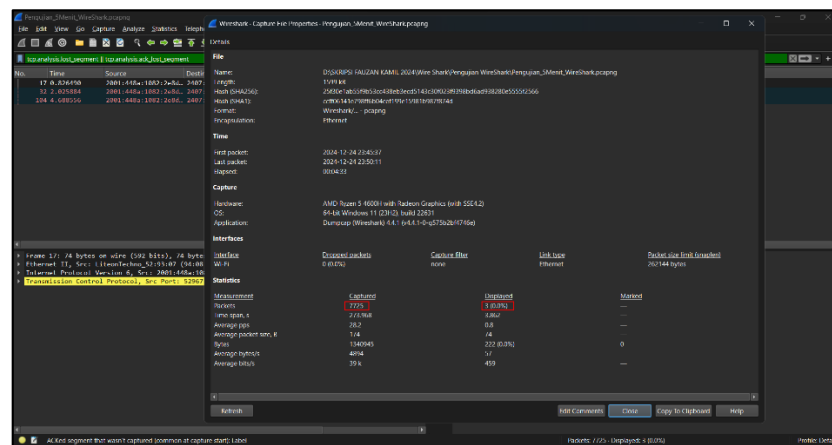
Hasil Throughput yang didapatkan ialah sebesar 39.156,248 bps atau 39 Kbps. Nilai ini menunjukkan bahwa kecepatan transmisi data yang dikirimkan dalam periode waktu tertentu berjalan

cukup stabil. Sesuai Standar TIPHON, nilai ini masuk kategori SANGAT BAGUS (Indeks 4) seperti pada Tabel 4 di bawah.

Tabel 4. Standar TIPHON untuk *Throughput* [13]

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i> (bps)	Indeks
Sangat Bagus	>100	4
Bagus	75-99	3
Sedang	25-74	2
Buruk	<25	1

3.3.2. Pengujian *Packet Loss*



Gambar 11. Hasil Analisis *Packet Loss*

$$\text{Packet Loss (\%)} = \left(\frac{\text{Jumlah Paket Hilang}}{\text{Jumlah Paket Dikirim}} \right) \times 100$$

$$\text{Packet Loss (\%)} = \left(\frac{3}{7725} \right) \times 100 = 0,03\%$$

Pengujian ini dilakukan saat data saling bertransmisi antara Mikrokontroler ESP32 DevKit V1 dan Aplikasi Blynk IoT selama 273,968 Detik. Parameter QoS Packet Loss diambil dari *Captured Data* dengan terlebih dahulu memasukkan perintah “*tcp.analysis.lost_segment || tcp.analysis.ack_lost_segment*” pada kolom pencarian. Selanjutnya menekan bar *Statistics* dan memilih *Capture File Properties*. Hasil *Packet Loss* yang didapatkan ialah sebesar 0,03%. Nilai ini menunjukkan bahwa dari 7725 Paket yang dikirim, ada sekitar 3 Paket yang hilang selama data saling bertransmisi. Sesuai Standar TIPHON, nilai ini masuk dalam kategori SANGAT BAGUS (Indeks 4) seperti pada Tabel 5 di bawah.

Tabel 5. Standar TIPHON untuk *Packet Loss* [13]

Kategori Degradasi	<i>Packet Loss</i> (%)	Indeks
Sangat Bagus	0 - 2,9	4
Bagus	3 - 14,5	3
Sedang	15 - 25	2
Buruk	>25	1

3.3.3. Pengujian *Delay*

Gambar 12. Hasil Analisis Delay

$Total\ Delay = Waktu\ Penerimaan\ Balasan\ (Time2) - Waktu\ Pengiriman\ Paket\ (Time1)$

$Total\ Delay = 273,967711\ second\ (s)$

$Rata - Rata\ Delay = Total\ Delay \div Total\ Paket\ Diterima$

$Rata - Rata\ Delay = 273,967711\ s \div 7722 = 0,035478854s\ atau\ 3,547885405\ ms$

Pengujian dilakukan dengan meng export packet dissections pada perintah tcp ke format .csv dan membukanya di Ms. Excel. Kemudian mengambil data Time dan membuat kolom Time 1 dari data Time dan Time 2 dari data Time 1 yang dikurangi 1 data paling atas karena data awal delay dengan nilai 0. Untuk mencari Delay, Time 2 - Time 1 dan menjumlahkan total delay keseluruhan yang dibagi dengan total packet yang berhasil diterima. Hasil Delay yang didapatkan ialah sebesar 3,547885405 ms. Nilai ini menunjukkan bahwa rata-rata delay dari 7722 paket yang berhasil dikirim ialah 3,547885405 ms. Berdasarkan Standar TIPPHON, nilai ini masuk dalam kategori SANGAT BAGUS (Indeks 4) seperti pada Tabel 6 di bawah.

Tabel 6. Standar TIPPHON untuk Delay [13]

Kategori Latensi	Delay (ms)	Indeks
Sangat Bagus	<150	4
Bagus	150 - 300	3
Sedang	300 - 450	2
Buruk	>450	1

3.3.4. Pengujian Jitter

Gambar 13. Hasil Analisis Jitter

$Total\ Jitter = Delay\ 2 - Delay\ 1 = 273,636133\ second$

$Rata - Rata\ Jitter = Total\ Jitter \div Total\ Paket\ Diterima$

$= 273,636133\ second \div 7722 = 0,035436\ s\ atau\ 3,543591\ ms$

Pengujian *Jitter* dilakukan berdasarkan nilai *Delay* sebelumnya. Nilai *Delay* 1 didapatkan dari pengurangan nilai *delay* (Kolom 1 – Kolom 2) dan begitu seterusnya hingga bawah. Sedangkan *Delay* 2 diambil dari kolom ke-2 nilai *delay* hingga bawah. Nilai *Jitter* didapatkan dari pengurangan nilai *Delay* 2 dengan *Delay* 1. Kemudian menjumlahkan *jitter* dan membaginya dengan jumlah paket yang berhasil diterima. Hasil rata-rata *Jitter* yang didapatkan sebesar 3,543591 ms. Nilai ini menunjukkan variasi waktu antar paket yang baik dan menggambarkan kestabilan transmisi data di dalam jaringan. Berdasarkan Standar TIPHON, nilai ini masuk kategori BAGUS (Indeks 3) seperti pada Tabel 7 di bawah.

Tabel 7. Standar TIPHON untuk *Jitter* [13]

Kategori <i>Jitter</i>	<i>Jitter (ms)</i>	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	0 - 75	3
Sedang	75 - 125	2
Buruk	125 - 225	1

3.3.5. Pengujian Keseluruhan *Quality of Service*

Tabel 8. Nilai TIPHON *Quality of Service* Keseluruhan [12]

Parameter	Nilai	Kategori	Indeks
<i>Throughput</i>	39.156,248 bps	Sangat Bagus	4
<i>Packet Loss</i>	0,03%	Sangat Bagus	4
<i>Delay</i>	3,547885405 ms	Sangat Bagus	4
<i>Jitter</i>	3,543591 ms	Bagus	3
Rata-Rata TIPHON		Bagus	3,75

Pengujian ini merupakan rangkuman keseluruhan rangkaian pengujian *Quality of Service* dari setiap pengujian sebelumnya yang di rata-rata kan keseluruhan nilai TIPHON nya. Standar ini menjadi acuan keberhasilan jaringan bertransmisi data tanpa terkendala masalah gangguan jaringan. Dari Tabel 8 di atas, didapatkan hasil dari Standar TIPHON termasuk dalam Kategori BAGUS dengan Indeks 3,75 . Nilai ini dikategorikan sebagai nilai yang baik dan menjadi bukti atau validasi terhadap pengujian jaringan melalui *Quality of Service* berupa Pengujian *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter* yang sudah berjalan dengan baik dan sudah masuk ke dalam Standar nilai TIPHON yang mendekati sempurna. Hal ini menggambarkan kualitas transmisi data antara Mikrokontroler ESP32 DevKit V1 dengan Aplikasi Blynk IoT yang berjalan selama 273,968 second pada *Aquascape* Ikan Mas Koki berlangsung lancar tanpa gangguan.

3.4. Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kontrol kualitas air pada aquascape ikan mas koki yang mengintegrasikan tiga parameter utama, yaitu suhu, pH, dan kekeruhan air, melalui konsep Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32 DevKit V1 dan aplikasi Blynk IoT. Penelitian sebelumnya hanya memfokuskan pada monitoring dan kontrol kualitas air berdasarkan dua parameter, yaitu suhu dan pH, tanpa mempertimbangkan parameter kekeruhan air [6]. Selain itu, penelitian terdahulu tidak mencakup pengujian kualitas jaringan berupa *Quality of Service* (QoS) untuk memastikan keandalan transmisi data antara perangkat IoT dan aplikasi Blynk. [7]. Hasil pengujian pada penelitian terdahulu terbatas pada perbandingan pembacaan sensor dengan alat manual dan verifikasi adanya notifikasi ketika kondisi tidak normal.

Dalam penelitian ini, peneliti berhasil menyempurnakan kekurangan dari penelitian sebelumnya dengan menambahkan parameter kekeruhan air sebagai bagian dari sistem kontrol kualitas air. Sistem yang dirancang dapat memantau dan mengontrol kualitas air secara otomatis maupun manual, dengan parameter yang disesuaikan untuk mendukung kebutuhan ikan mas koki, yaitu pH pada rentang 6–8, suhu antara 30–35⁰ C, dan tingkat kekeruhan di bawah 10 NTU. Sistem ini juga dilengkapi dengan pengujian QoS (*Delay*, *Jitter*, *Packet Loss*, dan *Throughput*) untuk memastikan data dari sensor dapat ditransmisikan secara real-time dan andal melalui jaringan Wi-Fi ke aplikasi Blynk IoT. Melalui penggunaan ESP32 DevKit V1 yang memiliki konektivitas Wi-Fi lebih stabil dibandingkan NodeMCU

ESP8266, serta penerapan aplikasi Blynk IoT dengan antarmuka yang intuitif, penelitian ini tidak hanya melengkapi kekurangan penelitian sebelumnya tetapi juga meningkatkan keandalan sistem. Pengujian QoS menjadi bagian penting dalam memastikan sistem dapat berfungsi dengan baik tanpa kendala transmisi data, sehingga ikan mas koki dapat terhindar dari berbagai penyakit akibat kualitas air yang tidak terkontrol. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi baru dalam pengelolaan kualitas air *aquascape* berbasis IoT yang lebih lengkap, efektif, dan andal.

4. KESIMPULAN

Sistem yang dirancang bangun terbukti andal dengan akurasi pembacaan sensor sebesar 93,52% dengan Kualitas Jaringan yang dikategorikan Baik (Nilai 3,75) berdasarkan Standar TIPHON saat data saling bertransmisi dengan rata-rata nilai *Throughput* 39.156,248 *bps* (Sangat Bagus), *Packet Loss* 0,03% (Sangat Bagus), *Delay* 3,547885405 *ms* (Sangat Bagus) dan *Jitter* 3,543591 *ms* (Bagus). Hasil yang baik ini tentunya mendukung efisiensi respon perangkat dalam menormalkan kualitas air *Aquascape* Ikan Mas Koki. Kemudian kualitas air juga dapat dikontrol otomatis maupun manual untuk selalu berada pada kategori normal melalui sistem yang telah dirancang bangun menggunakan Sensor Suhu DS18B20, Sensor pH 4502C dan Sensor *Turbidity* SEN0189 yang saling berintegrasi dengan perangkat *Water Heater*, *Fan Cooling*, *Feeder Baking Soda*, *CO2 Injection System* dan *Water Pump* dengan memberikan *feedback* berupa pengontrolan perangkat penormalan kualitas air jika kondisi kualitas air berada diluar batas normalnya. penerapan *Internet of Things* (IOT) sukses dilakukan dengan pengintegrasian hasil pembacaan sensor dan pengaktifan perangkat dengan ESP32 DevKit V1 kepada Aplikasi Blynk IOT sebagai penampil kondisi *Real-Time* dan pengontrol kualitas air Ikan Mas Koki dari jarak jauh melalui *smartphone*.

Pada penelitian selanjutnya, sebaiknya menambahkan Parameter Pengujian Kadar Ammonia (NH₃) [14], *Dissolved Oxygen* (DO) dan *Total Dissolved Solids* (TDS) [15] untuk meningkatkan validitas kualitas air yang baik bagi *Aquascape* Ikan Mas Koki maupun jenis ikan hias lainnya. Kemudian sebaiknya juga menggunakan sensor Tingkat Kekeruhan Air (*Turbidity*) dan alat uji manual *turbidity* yang lebih baik untuk hasil pembacaan dan akurasi yang lebih baik, mengingat akurasi pembacaan sensor *turbidity* <90%.

Daftar Pustaka

- [1] T. Akhmad, "Dampak Pandemi Covid-19 Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Dan Solusi Mengatasinya," *Muttaqien; Indones. J. Multidiciplinary Islam. Stud.*, vol. 3, no. 1, pp. 67–77, 2022, doi: 10.52593/mtq.03.1.05.
- [2] S. A. Apriani, M. Junaidi, and M. Marzuki, "Analisa Keragaman warna pada ikan mas koki (*carassius auratus*) persilangan strain Ranchu, Black Moor, dan Oranda," *J. Ruaya J. Penelit. dan Kaji. Ilmu Perikan. dan Kelaut.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–12, 2023, doi: 10.29406/jr.v11i1.4686.
- [3] M. Fazil, S. Adhar, and R. Ezraneti, "Efektivitas penggunaan ijuk, jerami padi dan ampas tebu sebagai filter air pada pemeliharaan ikan mas koki (*Carassius auratus*)," *Acta Aquat. Aquat. Sci. J.*, vol. 4, no. 1, p. 37, 2017, doi: 10.29103/aa.v4i1.322.
- [4] M. Nasir and M. Khalil, "Pengaruh Penggunaan Beberapa Jenis Filter Alami Terhadap Pertumbuhan, Sintasan Dan Kualitas Air Dalam Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*)," vol. 1, pp. 33–39, 2016.
- [5] Nurofik, S. Faisal, and S. Arum Puspita Lestari, "Sistem Kendali Akuarium Pada Pemeliharaan Ikan Hias Berbasis Internet of Things (IoT) Dengan Algoritma Fuzzy Logic," *Sci. Student J. ...*, vol. II, no. 1, pp. 121–132, 2021, [Online]. Available: <http://journal.ubpkarawang.ac.id/mahasiswa/index.php/ssj/article/download/234/165>
- [6] P. A. Rosyady and M. A. Agustian, "Sistem Monitoring dan Kontrol Keasaman Larutan dan Suhu Air pada Kolam Ikan Mas Koki dengan Smartphone Berbasis IoT," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 21, no. 2, pp. 169–188, 2022, doi: 10.31358/techne.v21i2.317.
- [7] M. R. Satriawan, G. Priyandoko, and S. Setiawidayat, "Monitoring pH Dan Suhu Air Pada Budidaya Ikan Mas Koki Berbasis IoT," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 12–17, 2023, doi: 10.37905/jjee.v5i1.16083.
- [8] H. R. Iskandar, D. I. Saputra, and H. Yuliana, "Eksperimental Uji Kekeruhan Air Berbasis Internet of Things Menggunakan Sensor DFRobot SEN0189 dan MQTT Cloud Server," *Semin.*

- Nas. Sains dan Teknol. 2019, no. Sigdel 2017, pp. 1–9, 2019.
- [9] A. S. A. Mai, “Wellness - IoT based Health Monitoring System Using Blynk Application,” *Int. J. Comput. Appl. Technol. Res.*, vol. 13, no. 03, pp. 1–6, 2024, doi: 10.7753/ijcatr1303.1001.
- [10] M. Waruwu, “Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan,” *J. Ilm. Profesi Pendidik*, vol. 9, no. 2, pp. 1220–1230, 2024, doi: 10.29303/jipp.v9i2.2141.
- [11] F. Hidayat, A. Harijanto, and B. Supriadi, “RANCANG BANGUN ALAT UKUR SISTEM MONITORING pH DAN SUHU KOLAM IKAN LELE BERBASIS IoT DENGAN ESP8266,” *J. Kumparan Fis.*, vol. 5, no. 2, pp. 77–84, 2022, doi: 10.33369/jkf.5.2.77-84.
- [12] H. Anom, S. Aji, and A. C. Prasetyo, “Evaluasi Kinerja Jaringan WiFi Mahasiswa : Analisis Throughput , Delay , Jitter , dan Packet loss,” vol. 8, no. 1, pp. 23–27, 2024.
- [13] A. B. Aldiansyah, M. Hakimah, and T. Tukadi, “Sistem Monitoring dan Kontrol Tegangan PLTA Berbasis Internet Of Things (IoT),” *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform.*, vol. 11, no. 3, p. 335, 2023, doi: 10.24036/voteteknika.v11i3.124739.
- [14] D. E. Talanta, “Rancang Bangun Kontrol Kadar Amonia Dan Ph Air Berbasis Arduino Pada Budidaya Ikan,” *Otopro*, vol. 17, no. 1, pp. 27–32, 2021, doi: 10.26740/otopro.v17n1.p27-32.
- [15] S. Tansa, N. Latekeng, R. Yunginger, and I. Z. Nasibu, “Monitoring Kualitas Air Sungai (Kekeruhan, Suhu, TDS,pH) Menggunakan Mikrokontroler Atmega328,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 70–75, 2024, doi: 10.37905/jjee.v6i1.23315.



ZONAsi: Jurnal Sistem Informasi

Is licensed under a [Creative Commons Attribution International \(CC BY-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)