

Internet Of Things (Iot) Based Water Quality Monitoring And Control System In Koi Fish Cultivation With Mobile Application Integration Named Aquakoi

1st Ali Hanafi Ahmad
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

alihanafiahmad@student.telkomuniversi-
ty.ac.id

2nd Rendy Munadi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

rendymunadi@telkomuniversity.ac.id

3rd Nurwulan Fitriyanti
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

nurwulanf@telkomuniversity.ac.id

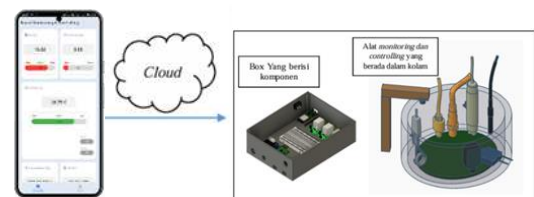
Abstrak — Penelitian ini mengembangkan sistem berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk *monitoring real-time* dan kontrol otomatis kualitas air pada budidaya ikan koi, mengatasi kurangnya pengetahuan mengenai kondisi air optimal. Sistem menggabungkan sensor pH, amonia, suhu, TDS, dan kekeruhan, serta controller seperti *filter*, *cooler*, dan *heater*, dengan aplikasi *mobile* "AquaKoi". Pengujian perangkat IoT memastikan fungsi sensor dan controller, dengan data sensor dibandingkan standar kualitas air untuk verifikasi. Pengujian aplikasi meliputi *Black Box*, *Quality of Service (QoS)*, *user acceptance test (UAT)*, dan *notification warning*. UAT menunjukkan tingkat kepuasan pengguna terhadap *experience* menggunakan aplikasi *mobile* secara keseluruhan mendapatkan hasil sebesar 92%. *Notification warning* berhasil memastikan pengiriman notifikasi saat parameter air tidak sesuai standar. Sistem berfungsi dengan baik sesuai spesifikasi, meskipun ada tantangan seperti *over-heating* pada mikrokontroler ESP32 yang sementara diatasi dengan kipas angin. Secara keseluruhan, AquaKoi meningkatkan efisiensi budidaya ikan koi dengan pengembangan lebih lanjut disarankan untuk mengatasi kendala teknis dan meningkatkan antarmuka pengguna.

Kata kunci — Internet of Things (IoT), monitoring real-time, kontrol otomatis, kualitas air, budidaya ikan koi.

I. PENDAHULUAN

Pembudidayaan ikan koi telah menjadi aktivitas yang semakin populer di kalangan penggemar ikan hias. Kondisi dan kualitas air menjadi faktor yang sangat penting dalam merawat dan memelihara ikan koi, hal inilah yang seringkali menjadi masalah bagi para pemilik maupun pembudidaya ikan koi dalam memelihara ikan koi milik mereka [1]. Penggunaan Internet of Things (IoT) telah banyak dikembangkan untuk mengatasi masalah pemantauan kualitas air dalam budidaya ikan koi. Sistem ini bertujuan untuk memudahkan pembudidaya ikan koi dalam memonitor dan mengontrol kualitas air kolam menggunakan teknologi IoT yang dapat diakses melalui aplikasi *mobile* bernama "AquaKoi". Sistem ini di-design untuk mampu secara real-time mengukur beberapa parameter penting, termasuk suhu air, tingkat partikel

terlarut (TDS), pH, kadar amonia, dan kekeruhan. Selain itu, alat ini dapat dengan otomatis melakukan tindakan penstabilan kualitas air jika terdapat kualitas air tidak sesuai dengan parameter yang telah ditentukan dan dapat dipantau melalui aplikasi *mobile* bernama "AquaKoi".



GAMBAR 1.1
Visualisasi Perancangan Sistem

II. KAJIAN TEORI

Terdapat berbagai faktor pendukung perancangan implementasi sistem IoT untuk *monitoring real-time* kualitas air pada budidaya Ikan Koi yang telah dibuat, yang akan dijelaskan pada bagian ini akan dipaparkan materi dasar mengenai hal yang mendukung perancangan implementasi sistem IoT untuk *Monitoring Real-Time* Kualitas Air pada Budidaya Ikan Koi. Materi yang dipaparkan merupakan dasar dasar yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi sistem yang kami rancang.

A. Parameter Kualitas Air Kolam Ikan Koi

Kualitas air kolam adalah faktor utama yang mempengaruhi keberhasilan budidaya ikan [2]. Sehingga, kualitas air kolam ikan perlu diperhatikan agar ikan dapat tumbuh secara optimal [3]. Parameter kualitas yang umumnya berpengaruh terhadap lingkungan ikan antara lain yaitu suhu, pH, Amonia, Tingkat Partikel Terlarut (TDS), dan Kekeruhan. Sedangkan parameter Standar Nasional Indonesia mengenai kualitas air ikan hias koi (*Cyprinus carpio* L) berdasarkan SNI:7734 (2011), Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Direktorat Perbenihan, 2006; Payara et al., 2014; Putrawan et al., 2020 adalah:

TABEL 2.1
Parameter Kualitas Air Kolam Ikan Koi

| No | Parameter | Satuan | Range |
|----|-----------|--------|--|
| 1 | pH | - | 6,5 - 8,0 (SNI, 2017) |
| 2 | Amonia | mg/l | < 0,3 mg/L (SNI, 2017) |
| 3 | Suhu | °C | 24 - 30°C (SNI, 2017) |
| 4 | TDS | PPM | < 500 PPM [5] |
| 5 | Kekeruhan | NTU | < 400 PPM (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Direktorat Perbenihan, 2006; Payara et al., 2014; Putrawan et al., 2020) [2]-[3] |

B. Internet of Things (IoT)

Sistem *monitoring* dan kontrol kualitas air pada pembudidayaan ikan koi berbasis *Internet of Things* (IoT) mencakup perangkat keras dan perangkat lunak. Komponen perangkat keras yang digunakan antara lain sensor Sensor analog pH DF Robot V2 (sensor pH), Sensor Mq-135 (sensor amonia), sensor TDS Meter V1 (Sensor TDS), Sensor DFRobot SEN0189 (sensor kekeruhan), dan oksigen terlarut, Sensor DS18B20 (sensor suhu), serta *controller* yakni *heater* dan *cooler* untuk suhu, serta filter untuk TDS dan *turbidity*. Sedangkan perangkat lunaknya menggunakan *software* Figma untuk membuat *design user interface* aplikasi, *software* Visual Studio Code dengan *library* .dart, serta Firebase sebagai *software database*.

C. Quality of Service (QoS)

Quality of Service merupakan parameter-parameter yang menunjukkan kualitas paket data jaringan [6]. Pengujian QoS ini dikhususkan untuk perhitungan delay dan jitter. Delay merupakan berapa lama waktu yang dibutuhkan saat data melakukan proses transmisi dari asal ke tujuan sedangkan jitter merupakan variasi delay antara paket data yang diterima. Di bawah ini adalah tabel yang menunjukkan standar ITU-T G.1010 untuk QoS setiap kategori yang akan digunakan untuk membandingkan hasil dari pengujian yang dilakukan.

TABEL 2.2
Quality of Service

| Kategori | Delay | Jitter |
|--------------|----------------|---------------|
| Sangat Bagus | < 150 ms | 0 ms |
| Bagus | 150 s/d 300 ms | 0 s/d 75 ms |
| Jelek | 300 s/d 450 ms | 75 s/d 125 ms |
| Sangat Jelek | > 450 ms | >125 |

D. Firebase

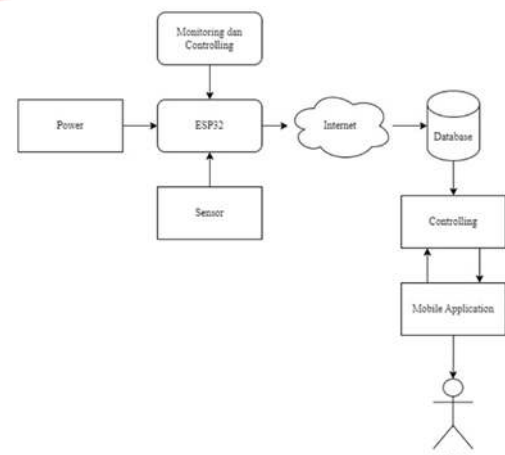
Firebase adalah platform pengembangan aplikasi yang menjadi pusat kontrol dan penyimpanan data dalam pengembangan alat ini. Sebagai backend server, Firebase menghubungkan semua sensor dalam kolam ikan koi, serta alat kontrol seperti filter, heater, dan cooler, dan juga menerima data pengguna dari aplikasi mobile.

III. METODE

Dirancang sistem yang mengintegrasikan sensor amonia MQ-135, TDS Analog TDS Meter V1.0, kekeruhan SKU SEN0189 DFRobot, *temperature* DS18B20, dan pH Analog V2 dengan microcontroller ESP32 untuk budidaya ikan koi yang telah melalui proses survei dan *literature review*. Tahapan pengembangan perangkat IoT yang diimplementasi dalam kolam ikan koi akan dilakukan seperti diagram alur berikut :

A. Perancaan Sistem Monitoring dan Controlling

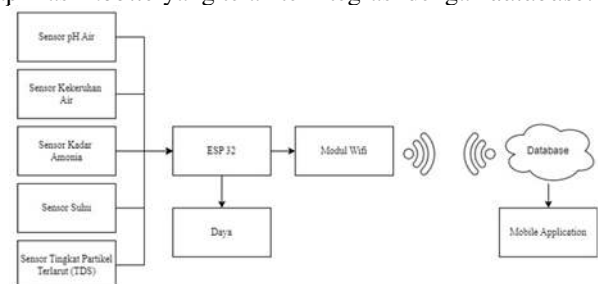
Perancangan sistem *monitoring* dan *controlling* kualitas air pada kolam ikan koi berbasis IoT. Dimulai dari ESP32 yang telah diberikan *power* mengambil data dari sensor lalu dikirim ke *database* melalui jaringan internet untuk melakukan penyimpanan data serta pengambilan keputusan tindakan *controlling* jika diperlukan. Hasil data *real-time* akan ditampilkan pada *mobile application* sehingga *user* dapat mulai memonitor dan melakukan tindakan preventif sesuai kebutuhan.



GAMBAR 3.1
Blok Diagram Sistem

B. Perencanaan Hardware Monitoring

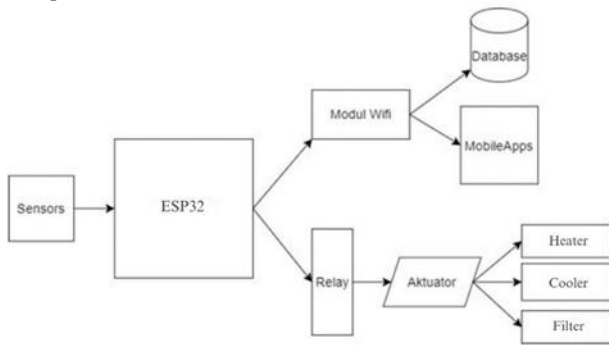
Dalam penelitian ini sistem sensor pada alat dapat ditampilkan pada *mobile application*. Sensor *monitoring* yang digunakan adalah sensor pH air, sensor kekeruhan air, sensor kadar amonia, sensor suhu, serta sensor tingkat partikel terlarut (TDS). ESP32 yang telah disambungkan pada sumber energi akan mengambil data dari sensor kemudian dikirim ke *database* yang dihubungkan melalui modul wifi. Data akan dapat dipantau melalui *dashboard* aplikasi *mobile* yang telah terintegrasi dengan *database*.



GAMBAR 3.2
Blok Diagram Sensor

C. Perancangan Hardware Controlling

Rancangan hardware yang bekerja dalam produk yang dikembangkan. Setelah ESP32 mendapatkan data dari sensor, data akan dikirim menuju *database* dan *mobile application* melalui modul WiFi untuk penyimpanan dan analisis akurasi serta prediksi kejadian mendatang. Kemudian, alat *monitoring* dan *controlling* ini membutuhkan bantuan relay untuk mengalirkan arus listrik dari saklar utama ke aktuator *heater*, *cooler*, dan *filter*. Dengan begitu, ketika ESP32 mengirimkan data, alat dapat melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan baik secara *auto-pilot*.



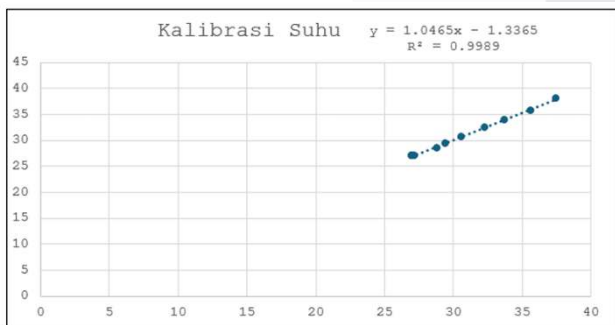
GAMBAR 3.3
Blok Diagram Controlling

D. Kalibrasi Regresi Linear Sensor

Kalibrasi regresi linear adalah metode untuk menyesuaikan pembacaan sensor dengan nilai referensi. Metode ini menentukan hubungan linier antara nilai sensor (Y) dan nilai referensi (X). Koefisien determinasi R^2 menunjukkan seberapa baik model menjelaskan variasi data, dengan nilai mendekati 1 menunjukkan kecocokan yang sangat baik.

1. Sensor Temperature DS18B20

Kalibrasi sensor suhu DS18B20 dilakukan dengan regresi linear, di mana suhu dari sensor (Y) dibandingkan dengan suhu dari termometer digital (X). Nilai R^2 sebesar 0.9989 menunjukkan model regresi sangat baik, menjelaskan hampir seluruh variasi suhu termometer digital. Ini menunjukkan bahwa sensor DS18B20 sangat akurat dan sesuai dengan nilai referensi yang diharapkan.

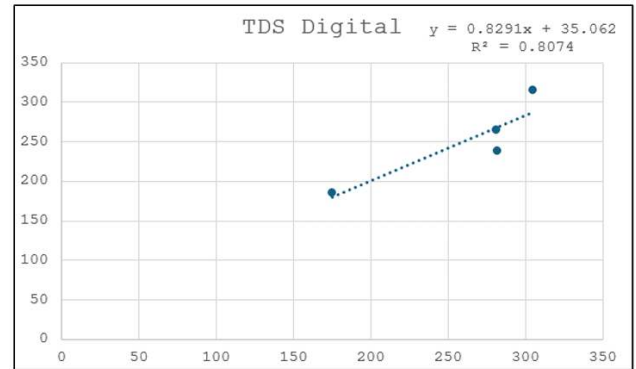


GAMBAR 3.4
Kalibrasi Sensor Suhu

2. Kalibrasi Sensor TDS Meter V1

Proses kalibrasi sensor TDS Meter V1 menggunakan regresi linear, dengan TDS dari sensor sebagai variabel Y dan TDS digital sebagai variabel X. Nilai R^2 sebesar 0.8074 menunjukkan model regresi linear cukup baik antara sensor TDS Meter V1 dan TDS digital. Tingkat kesesuaian R^2

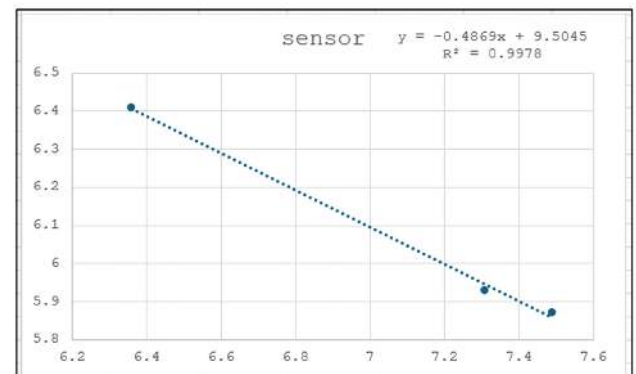
yang cukup tinggi memastikan sensor ini akurat dan efektif untuk pengujian air kolam ikan koi setelah kalibrasi.



GAMBAR 3.5
Kalibrasi Sensor TDS

3. Kalibrasi Sensor pH DF Robot V2

Kalibrasi sensor pH DF Robot V2 dengan regresi linear, menggunakan pH dari sensor sebagai variabel Y dan pH digital sebagai variabel X, menunjukkan R^2 sebesar 0.9978. Nilai ini mendekati 1, menunjukkan sensor pH DF Robot V2 sangat baik dalam menjelaskan variabilitas pH digital. Meskipun tidak sepenuhnya presisi, sensor ini dianggap akurat dan efektif untuk pengujian kualitas air kolam ikan koi.



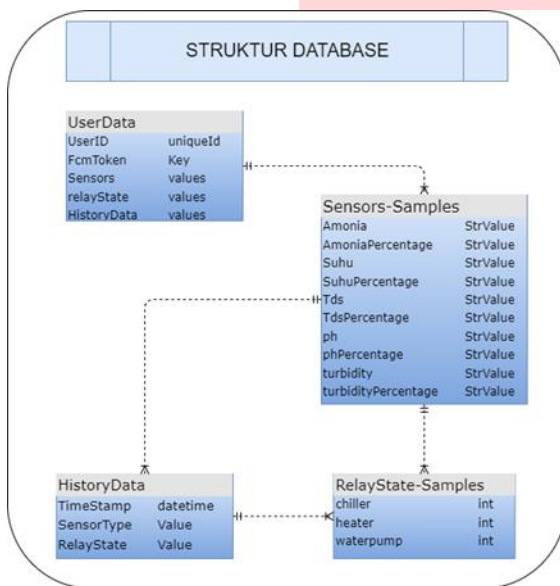
GAMBAR 3.6
Kalibrasi Sensor pH

E. Perancangan Repository data Firebase (database)

Repository data monitoring yang digunakan dalam platform IoT berbasis Firebase. Memanfaatkan beberapa komponen penting dalam ekosistem Firebase untuk menangani pengumpulan, penyimpanan, dan analisis data dari perangkat IoT secara real-time. *Cloud platform* nantinya juga akan digunakan sebagai dashboard yang dapat memonitoring parameter air kolam secara Real-time [1]. Mobile application menampilkan fitur dan informasi termasuk kesesuaian parameter kualitas air yang dapat diakses *Client*.



GAMBAR 3.7
Architecture Repository data Monitoring

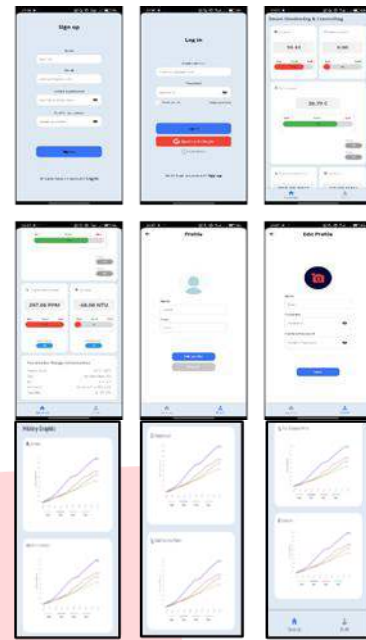


GAMBAR 3.8
Struktur Database dan History

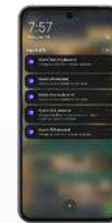
F. Perancangan mobile application

Aplikasi *mobile* berbasis Android merupakan sarana penyedia informasi yang dimanfaatkan dalam pengembangan alat ini untuk memantau dan melakukan kontrol otomatis pada budidaya ikan koi. Pembuatan aplikasi *mobile* ini dikembangkan menggunakan Flutter melalui Visual Studio Code, sedangkan user interface dari aplikasi ini didesain menggunakan *software* Figma.

Aplikasi dalam sistem ini dinamakan aplikasi "AquaKoi". Fitur-fitur yang disediakan dimulai dari *login*, *sign in*, *dashboard* aplikasi untuk melakukan proses monitor yang dilengkapi dengan status *display controller* apakah dalam keadaan aktif atau nonaktif, fitur *profile*, *edit profile*, hingga fitur *notification warning* untuk mengirimkan informasi jika terdapat parameter yang tidak sesuai standar yang telah ditentukan dan juga memberi tahu untuk memeriksa kolam ikan koi atau *controller* telah dinyalakan secara otomatis untuk parameter tertentu. Selain itu, aplikasi ini juga menyediakan fitur history untuk setiap parameter, yang memungkinkan pengguna untuk melihat data historis kualitas air kolam ikan koi selama periode tertentu.



GAMBAR 3.9
Tampilan Keseluruhan Mobile Application



GAMBAR 3.10
Tampilan Notification Warning AquaKoi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses pengujian

Pengujian perangkat IoT melibatkan kumpulan sensor dan controller yang sudah diintegrasikan dengan kolam ikan koi. Air yang digunakan dalam aquarium ikan koi ini adalah air PDAM, pengambilan data dilakukan secara berkala dengan interval setiap beberapa 10 detik, dalam rentang waktu 24 Juli 2024 dari pukul 13:52:27 hingga 15:28:34.

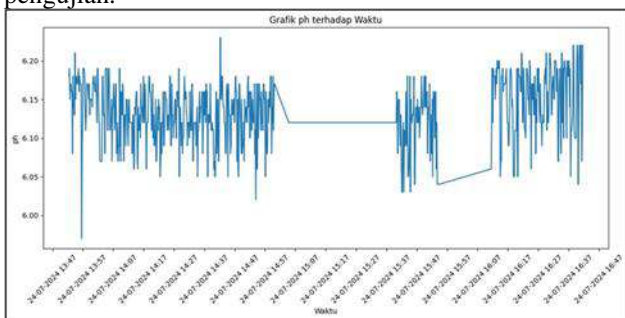
Untuk pengujian aplikasi *mobile* "AquaKoi", dilakukan dengan menguji empat aspek, yaitu pengujian aplikasi Menggunakan *black box testing*, pengukuran *Quality of Service (QoS)*, *User Acceptance Test (UAT)*, serta pengujian *notification warning*. *User Acceptance Test (UAT)* melibatkan dua pembudidaya ikan koi dan sepuluh mahasiswa Telkom University untuk memberikan *feedback* dari pengujian aplikasi "AquaKoi" melalui kuesioner yang mencakup aspek *usability*, *reliability*, *performance*, *user satisfaction*, dan *user interface*.

B. Analisis dan Hasil Pengujian

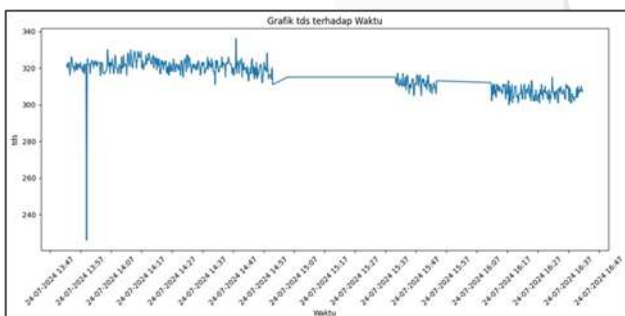
Pada perangkat IoT, parameter amonia tetap konstan pada nilai 0.09 mg/L sepanjang pengukuran. Ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan terkait amonia sangat stabil dan tidak ada fluktuasi yang signifikan selama periode pengamatan. Suhu rata-rata berkisar antara

25.74°C hingga 26°C, menunjukkan stabilitas suhu dengan hanya sedikit penurunan dan fluktuasi kecil. Total Dissolved Solids (TDS) berkisar antara 311 hingga 336 mg/L, dengan sedikit fluktuasi dalam nilai TDS. Meskipun ada variasi, sebagian besar nilai tetap dalam kisaran yang konsisten, menunjukkan stabilitas dalam kandungan zat terlarut dalam air kolam ikan koi.

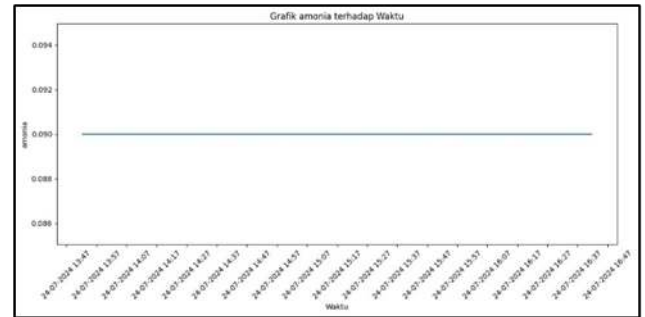
Nilai pH berkisar antara 5.97 hingga 6.23, menunjukkan sedikit variasi dengan beberapa pengukuran yang menunjukkan pH lebih rendah atau lebih tinggi dari rata-rata. Meskipun ada variasi kecil, nilai pH tetap dalam rentang yang relatif normal, menunjukkan kondisi asam-basa air yang masih dapat diterima untuk ikan koi. Kekeruhan berkisar antara 28 hingga 33 NTU, dengan fluktuasi kecil. Sebagian besar nilai kekeruhan berkisar di sekitar 32-33 NTU, menunjukkan kondisi air yang relatif stabil dan tidak terlalu keruh selama periode pengamatan. Secara keseluruhan, sebagian besar parameter menunjukkan stabilitas yang cukup baik, terutama amonia dan suhu yang sangat sedikit berubah. TDS, pH, dan kekeruhan menunjukkan variasi yang lebih besar tetapi tetap dalam kisaran yang bisa diterima. Berikut adalah kumpulan grafik sensor hasil dari seluruh pengujian perangkat IoT, yang menunjukkan konsistensi dan kestabilan parameter kualitas air sepanjang masa pengujian.



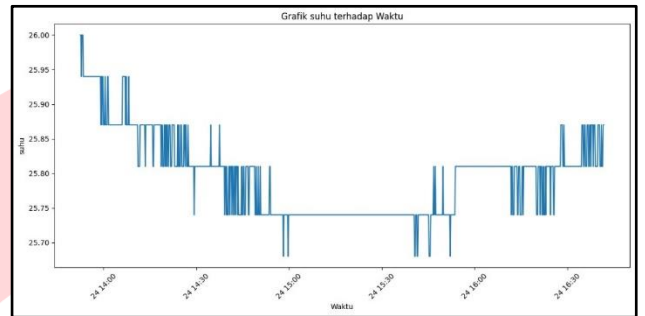
GAMBAR 4.1
Grafik Pengujian Ph



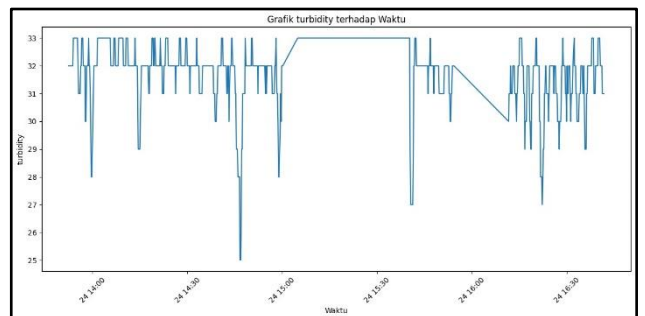
GAMBAR 4.2
Pengujian TDS



GAMBAR 4.3
Pengujian Amonia



GAMBAR 4.4
Pengujian Suhu



GAMBAR 4.5
Pengujian Kekeruhan

Pada aplikasi *mobile*, pengujian *Black Box* menunjukkan bahwa aplikasi AquaKoi telah mencapai spesifikasi yang ditetapkan dan berfungsi dengan baik dalam semua skenario pengujian yang dilakukan tanpa adanya kesalahan atau *error* yang ditemukan. Pengujian QoS (*Quality of Service*) dilakukan menggunakan *software* Wireshark dengan menerapkan filter pada IP address 192.168.137.118 diidentifikasi sebagai perangkat yang digunakan untuk pengujian, sedangkan IP address 35.186.236.207 adalah alamat aplikasi AquaKoi. Hasilnya, parameter *Delay* menunjukkan hasil 3,48 ms yang dikategorikan sebagai "Sangat bagus" menurut standar ITU-T G.1010 untuk QoS. Sementara itu, parameter *Jitter* memiliki hasil 2,23 ms yang dikategorikan sebagai "Bagus". Pengujian *User Acceptance Test* (UAT) yang mendapatkan hasil rata-rata sebesar 92% masuk dalam kategori sangat baik dari segala aspek yang diujikan, yakni kategori *Usability* (Kegunaan) mendapatkan hasil sebesar 94%, rata-rata persentase dalam kategori *Reliability* (Keandalan) mendapatkan hasil sebesar 89%, rata-rata persentase dalam kategori *Performance* (Kinerja) mendapatkan hasil sebesar 89%, rata-rata persentase dalam kategori *User Satisfaction* (Kepuasan Pengguna)

mendapatkan hasil sebesar 96%, serta rata-rata persentase dalam kategori *User Interface* (Antarmuka Pengguna) mendapatkan hasil sebesar 93%. Sementara itu, untuk hasil rata-rata dari total pertanyaan dari seluruh kategori adalah sebesar 92%. Pengujian *notification warning* sukses dilakukan yang dapat dilihat pada pemberitahuan yang muncul pada aplikasi. Hal ini terjadi karna pembuatan *script code progress massaging* dan *print token Firebase Cloud Messaging* (FCM) pada bagian *Firebase Console* telah berhasil dengan status '*Complited*' di setiap parameter pada *Firebase Console*. Dengan begitu, aplikasi AquaKoi dapat lebih bermanfaat karena dapat membuat pengguna lebih *aware* dalam pemantauan kolam ikan koi milik mereka.

V. KESIMPULAN

Secara keseluruhan, Pengujian telah membuktikan bahwa sistem yang dikembangkan mampu berfungsi dengan baik dalam mendeteksi dan mengontrol parameter kualitas air, serta mendapatkan umpan balik positif dari pengguna. Implementasi fitur-fitur dalam aplikasi AquaKoi terbukti efektif dalam membantu pembudidaya ikan koi melakukan *monitoring* dan *controlling* kualitas air secara otomatis, yang sangat berkontribusi dalam mempermudah dan meningkatkan efisiensi proses budidaya ikan koi.

Untuk pengembangan selanjutnya, terdapat beberapa hal yang perlu ditinjau dan ditingkatkan untuk memastikan sistem dapat berfungsi lebih. Pertama, penanganan *over-heat* pada mikrokontroler ESP32 perlu diatasi dengan penelitian lebih lanjut untuk mencari metode pendinginan yang lebih efektif atau menggunakan mikrokontroler alternatif yang memiliki toleransi suhu lebih tinggi. Kedua, peningkatan ketahanan perangkat perlu diperhatikan, termasuk memastikan bahwa sensor dan *controller* yang digunakan tahan terhadap kondisi lingkungan yang bervariasi dan dapat beroperasi dalam jangka waktu lama tanpa penurunan kinerja. Selain itu, pengembangan aplikasi AquaKoi dapat difokuskan pada penambahan fitur - fitur baru seperti opsi untuk penggunaan sebagai 'peng-hobby' atau untuk keperluan penjualan, serta peningkatan antarmuka pengguna agar lebih intuitif dan mudah digunakan.

REFERENSI

- [1] K. William, I. Ruslianto, and I. Nirmala, "Internet of Things based Control and Monitoring System for Koi Fish Cultivation," CESS (Journal of Computing Engineering, System and Science), vol. 8, no. 1, pp. 197-208, Jan. 2023. [Online]. Available: <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/cess>
- [2] Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Direktorat Perbenihan, "Petunjuk Teknis Balai Benih Ikan Sentral (BBIS), Balai Benih Ikan Lokal (BBIL), Balai Benih Udang (BBU), Balai Benih Udang Galah (BBUG) dan Balai Benih Ikan Pantai (BBIP)," 2006.
- [3] M. F. Payara, Martanto, B. W. Harini, P. Y. Merucahyo, and T. Priantoro, "Rancang Bangun Sistem Kendali Kualitas Air pada Model Kolam Ikan," 2014.
- [4] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 7734:2017 - Pembenihan ikan koi (Cyprinus carpio)," Jakarta: BSN, 2017. [Online]. Available: <https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/11470-sni77342017> (Ikan koi)
- [5] A. A. F. A. Ayyubi, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Total Dissolved Solid (TDS) Untuk Menjaga Kualitas Air Pada Kolam Ikan Koi," Diploma thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2023. [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/id/eprint/102618>
- [6] D. Priadi, A. Muzakhim, and N. Suharto, "Pengukuran Quality of Service (QoS) pada Aplikasi File Sharing dengan Metode Client-Server Berbasis Android," Jurnal JARTEL, vol. 6, no. 1, pp. 39-49, May 2018
- [7] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 7734:2017 - Pembenihan ikan koi (Cyprinus carpio)," Jakarta: BSN, 2017. [Online]. Available: <https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/11470-sni77342017> (Ikan koi).
- [8] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 01-6133-1999 - Produksi benih ikan mas (Cyprinus carpio)," Jakarta: BSN, 1999. [Online]. Available: <https://topan36.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/12/produksi-benih-ikan-mas-majalaya2.pdf>. [Accessed: Jul. 7, 2024]. (Ikan Mas).
- [9] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 01-6131-1999 - Produksi Induk Ikan Mas (Cyprinus carpio Linneaus) strain Majalaya kelas induk pokok (Parent Stock)," Jakarta: BSN, 1999. [Online]. Available: <https://topan36.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/12/produksi-benih-ikan-mas-majalaya2.pdf>. [Accessed: Jul. 7, 2024]. (Ikan Mas).
- [10] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 6484.3:2014 - Ikan Lele Dumbo (Clarias sp)," Jakarta: BSN, 2014. [Online]. Available: <http://sispk.bsn.go.id/SNI/Detail> (Ikan lele).
- [11] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 7550:2009, Produksi ikan nila (Oreochromis niloticus Bleeker) kelas pembesaran di kolam air tenang," Jakarta: BSN, 2009. (Ikan mas).