



DOI: <https://doi.org/10.38035/jim.v4i3>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Rancang Bangun Sistem Otomasi dan Monitoring Akuarium Berbasis Website dengan Integrasi Menggunakan Google *Firestore*

Raihan Rifky Agung¹, Ajeng Mayang Kurniaviep Sugeng², Ase Suryana³

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Widyatama, Bandung, Indonesia, raihan.rifky@widyatama.ac.id

²Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Widyatama, Bandung, Indonesia, ajeng.mayang@widyatama.ac.id

³Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Widyatama, Bandung, Indonesia, ase.suryana@widyatama.ac.id

Corresponding Author: raihan.rifky@widyatama.ac.id¹

Abstract: *This study aims to design and implement an aquarium automation and monitoring system based on a website integrated with Google Firestore. The development process involved several stages, starting with the creation of a box casing and aquarium holder, placement of components, hardware design using ESP32 microcontroller, ESP32 camera, relay, and others, as well as software development including programming the microcontroller, website development, database design, and Google Drive integration. The system utilizes an internet connection to enable users to control and monitor the aquarium in real-time via a website anytime and anywhere. The main functions of the system include controlling the lights, heater, aerator, and feeding mechanism, as well as monitoring temperature, water level, water clarity, and feed availability, all of which can be viewed through the website. Testing was conducted to ensure system performance and to measure the power consumption of each component. The final result shows that the system functions well and is capable of performing automation and monitoring tasks effectively.*

Keyword: *Automation System, Aquarium Monitoring, Website, ESP32, Google Firestore, Internet of Things (IoT).*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem otomasi dan monitoring akuarium berbasis website yang terintegrasi dengan Google Firestore. Proses pengembangan dilakukan melalui beberapa tahap, mulai dari pembuatan box casing dan holder akuarium, penempatan komponen, perancangan perangkat keras seperti mikrokontroler ESP32, kamera ESP32, relay, serta perancangan perangkat lunak termasuk pemrograman mikrokontroler, pembuatan website, database, dan integrasi Google Drive. Sistem ini memanfaatkan koneksi internet untuk memungkinkan pengguna melakukan kontrol dan monitoring terhadap akuarium secara real-time melalui website, kapan pun dan di mana pun. Fungsi utama sistem meliputi kontrol terhadap lampu, pemanas (heater), aerator, dan pemberian pakan, serta monitoring suhu, ketinggian air, kejernihan air, dan ketersediaan pakan. Pengujian dilakukan untuk memastikan kinerja sistem serta mengukur daya listrik

yang digunakan oleh masing-masing komponen. Hasil akhir menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan baik dan mampu menjalankan tugas otomasi dan monitoring secara efektif.

Kata Kunci: Sistem Otomasi, Monitoring Akuarium, Website, ESP32, Google *Firestore*, *Internet of Things* (IoT).

PENDAHULUAN

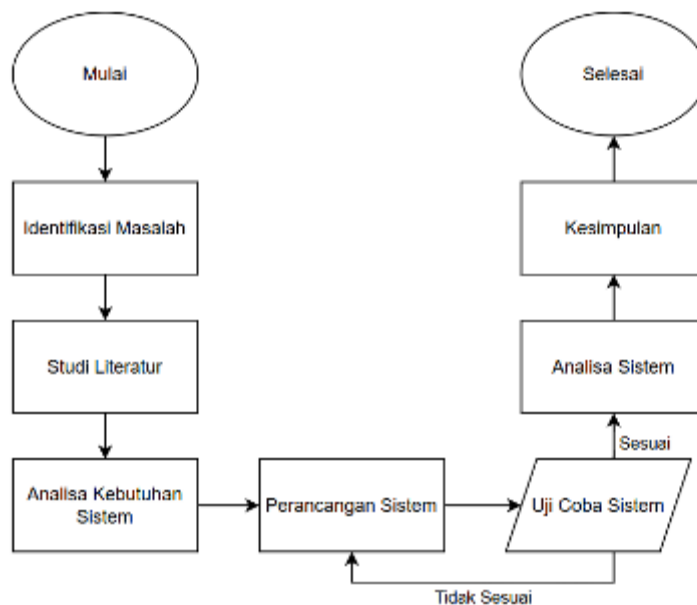
Kemajuan teknologi pada saat ini sangat berpengaruh pada peradaban manusia. Munculnya alat-alat canggih yang dapat bekerja secara otomatis membuat segala aktivitas pada manusia menjadi mudah. Sebagai contoh yaitu kegiatan budidaya ikan hias di akuarium yang apabila menggunakan alat otomatisasi maka akan memberi kemudahan pada seseorang yang memelihara tersebut. Kegiatan budidaya ikan hias menjadi salah satu aktivitas yang banyak digemari oleh manusia. Banyaknya pecinta ikan hias yang tertarik untuk membeli dan menjadikan ikan hias sebagai hiasan di rumah membuat kegiatan budidaya ikan hias ini dapat menjadi sumber penghasilan bagi pembudidayanya. Selain dapat menjadi sumber penghasilan, ikan hias juga memiliki bentuk dan warna yang bagus, sehingga setiap gerakan pada ikan hias terlihat indah.

Salah satu teknologi yang saat ini banyak digunakan adalah pemanfaatan teknologi *Internet of Things*. Berbeda dengan teknologi lain yang masih melakukan sesuatu secara manual, *Internet of Things* menggunakan proses kerja cerdas dan otomatis yang dapat membantu menyelesaikan tugas dengan lebih mudah.

Oleh karena itu, pada penelitian ini dibuat sebuah sistem berbasis *Internet of Things* yang dapat membantu pemeliharaan ikan hias berupa sistem monitoring akuarium. Penerapan sistem ini bisa dikendalikan dan diawasi secara jarak jauh melalui android berbasis website.

METODE

Pada bagian ini akan mendefinisikan beberapa tahapan penelitian yang dilakukan oleh peneliti, tahapan yang dilakukan dibuat dalam bentuk diagram alir seperti pada gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

Identifikasi Masalah

Pada tahap ini, peneliti melakukan identifikasi permasalahan yang akan diteliti kemudian merumuskan masalah tersebut. Hasil dari rumusan masalah tersebut akan ditindak

lanjuti oleh peneliti untuk membuat solusi dari masalah tersebut. Sehingga peneliti merancang sistem otomasi dan monitoring akuarium berbasis website dengan integrasi menggunakan google *firebase*.

Studi Literatur

Penelitian ini melibatkan pencarian dan pemahaman teori, serta pemahaman sistem dan cara kerja dari penelitian sebelumnya yang relevan dengan

- a. *Internet of Things* sebagai teknologi yang digunakan untuk kontrol dan monitoring jarak jauh
- b. Sistem otomasi yang menggunakan ESP32 ataupun mikrokontroler sejenisnya
- c. Sistem monitoring menggunakan sensor suhu, sensor kejernihan air, dan juga sensor ultrasonik. dan,
- d. Sistem kontrol menggunakan motor servo yang berfungsi sebagai aktuator untuk membuka dan menutup pakan ikan

Analisa Kebutuhan Sistem

Pada tahap ini, peneliti melakukan analisa terhadap kebutuhan sistem yang akan diteliti. Ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan apa saja yang diperlukan untuk penelitian ini.

Kebutuhan pada sistem ini yaitu:

1. Kebutuhan *box casing* dan *holder* akuarium
 - Pipa PVC 4 Inch
 - Lem
 - Cat Semprot
 - Dempul
 - Amplas
 - Mur dan baut M3
2. Kebutuhan perangkat keras
 - ESP32 Dev Module
 - ESP32 Camera
 - Power Supply 12VDC
 - Step down 5V – 3A.
 - Sensor Ultrasonic
 - Sensor Suhu DS18B20
 - Sensor Turbidity SEN0189
 - Motor Servo SG90
 - Relay 2 Channel
 - Relay 1 Channel
 - Terminal 3 Lubang
 - Buzzer
 - Push button Self Locking
 - PCB Dots Single Layer
 - Konektor CB-GX 8 Pin (*male & female*)
 - Konektor DC (*male & female*)
 - Konektor (2 pin, 3 pin, 4 pin, dan 9 pin)
3. Kebutuhan perangkat lunak
 - Visual Code Studio
 - Google Firebase
 - Google Drive
 - Proteus Professional

Perancangan Sistem

Pada tahapan ini, dilakukan perancangan sistem untuk menjawab rumusan masalah yang telah diidentifikasi sebelumnya. Konsep yang akan dirancang bertujuan agar pengguna bisa melakukan kontrol dan monitoring secara daring melalui website. Tahapan ini dibagi menjadi beberapa bagian.

Perancangan *Box Casing* dan *Holder* Akuarium

Setelah Analisa kebutuhan sistem dilakukan, langkah selanjutnya yaitu peneliti melakukan perancangan *box casing* yang akan digunakan untuk menyimpan perangkat keras seperti Power Supply 12VDC, Stepdown 5V-3A, mikrokontroler ESP32, Relay, dan terminal 3 lubang. *Box casing* yang akan dibuat berbentuk persegi panjang dengan dimensi 21x18x5,5 cm. Untuk holder akuarium, berfungsi untuk menyimpan sensor ultrasonic, sensor suhu DS18B20, sensor turbidity, ESP32 Camera, dan juga sistem pakan otomatis yang menggunakan motor servo SG90. Dimensi ukuran dari holder akuarium ini yaitu 26x14x5 cm.



Gambar 2. Perancangan holder akuarium

Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring

Pada tahapan ini, peneliti melakukan perancangan sistem kontrol dan monitoring menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama. ESP32 digunakan untuk kontrol on/off lampu, aerator dan sistem pakan otomatis. Selain itu, ESP32 juga melakukan pengiriman data sensor suhu, ultrasonic, serta turbidity, dan juga penerimaan data dari google firebase.

Selain ESP32, ESP32 Camera juga digunakan untuk menangkap gambar secara real time yang kemudian akan di simpan ke google drive sehingga pengguna dapat melihat visual dari akuarium secara langsung. Perancangan sistem kontrol dan monitoring dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Perancangan Box Casing serta Sistem Kontrol dan Monitoring

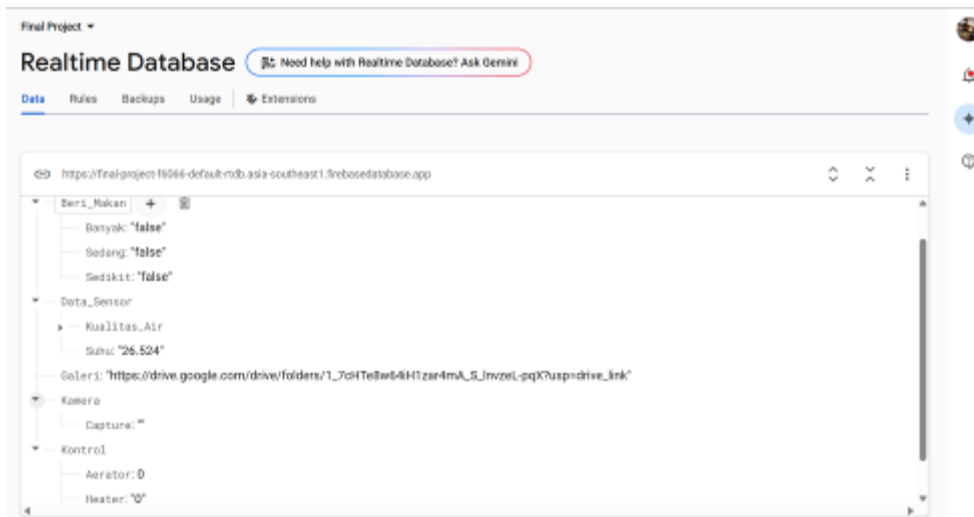
Perancangan *Software*

Setelah perancangan box casing dan holder akuarium, serta perancangan sistem kontrol dan monitoring selesai, tahapan selanjutnya yaitu perancangan perangkat lunak (*software*). Pada tahap ini, peneliti membuat sebuah *cloud database* menggunakan *realtime database* dari google firebase. Fungsinya yaitu untuk menyimpan data yang dikirimkan oleh ESP32 dan ESP32 Camera, data yang dikirimkan bisa berupa data sensor, status heater, status aerator, status lampu, ketinggian air, kejernihan air, dan ketersediaan pakan.

Selain pembuatan *database*, pembuatan website juga perlu dilakukan. Website yang dibuat berfungsi sebagai *user interface* antara pengguna dengan sistem nantinya. Website ini akan menampilkan data-data yang ada pada database yang sebelumnya telah dikirimkan oleh ESP32 dan ESP32 Camera. Selain menampilkan data sensor, kendali lampu, aerator, pakan, dan pengambilan gambar juga akan dilakukan melalui website.



Gambar 4. Perancangan Website



Gambar 5. Perancangan Database

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sistem

Pengujian Mikrokontroler ESP32

Pada pengujian Mikrokontroler ESP32, didapati hasil pengujian seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Mikrokontroler ESP32

No	Tegangan (V)	Arus (mA)	Kecepatan Menerima Perintah (s)	Jenis Perintah
1	5	146	2.22	Hidupkan Aerator
2	5	149	1.76	Matikan Aerator
3	5	139	1.84	Hidupkan Lampu
4	5	142	2.21	Matikan Lampu
5	5	140	3.43	Beri Makan (Banyak)
6	5	146	2.81	Beri Makan (Sedikit)

Dari data hasil pengujian diatas, mikrokontroler ESP32 berjalan baik dan mampu menjalankan perintah yang diminta melalui website. Namun, kecepatan pengelolaan perintah sangat bergantung terhadap kekuatan sinyal internet.



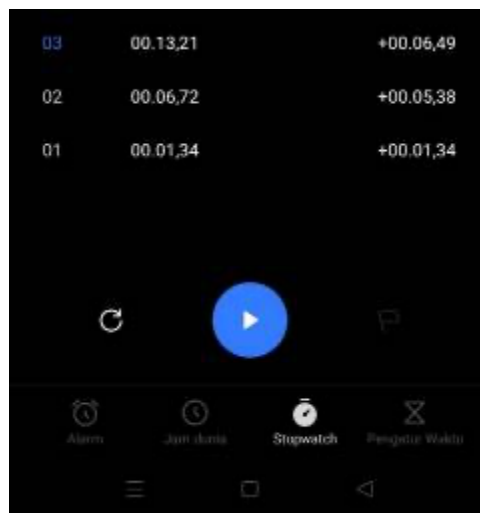
Tabel 6. Pengujian Mikrokontroler ESP32

Pengujian ESP32 Camera

Tabel 2. Pengujian ESP32 Camera

No	Tegangan (V)	Arus (mA)	Durasi Instruksi (s)	Durasi Proses (s)	Durasi Pengiriman ke Google Drive (s)	Kondisi
1	5	502	1.12	4.05	11.55	Lampu Mati
2	5	256	0.81	3.14	7.52	Lampu Menyala
3	5	518	1.56	7.41	7.96	Lampu Mati
4	5	246	1.25	3.56	8.29	Lampu Menyala
5	5	522	1.34	5.38	6.49	Lampu Mati
6	5	226	0.62	4.81	8.32	Lampu Menyala

Pada tabel 2, Dapat dilihat hasil pengujian dari ESP32 Camera, Ketika kondisi lampu akuarium mati, ESP32 Camera akan mengambil gambar menggunakan cahaya latar (*flash*). Penggunaan cahaya latar ini mengakibatkan peningkatan arus ESP32 Camera. Berbeda dengan saat kondisi lampu akuarium aktif, penggunaan arus saat proses pengambilan gambar dapat dikatakan 50% lebih rendah dibandingkan menggunakan cahaya latar. Untuk durasi eksekusi perintah pengambilan gambar hingga pengiriman gambar ke Google Drive, Dapat dilihat pada tabel bahwa hasilnya sangat bervariasi, Hal ini dikarenakan ESP32 Sangat bergantung terhadap koneksi sinyal internet untuk menjalankan perintah tersebut.



Gambar 7. Pengujian ESP32 Camera

Pengujian Relay Kontrol Lampu

Pada tabel 3 dibawah ini, merupakan hasil pengujian dari relay untuk kontrol lampu akuarium, dengan data sebagai berikut.

Tabel 3. Pengujian Relay Kontrol Lampu Akuarium

No	Tegangan Supply (V)	Arus Supply (mA)	Tegangan Input (V)	Arus Input (mA)	Status
1	5	0	3.3	0	Mati
2	5	81	0.1	2	Aktif
3	5	0	3.3	0	Mati
4	5	82	0.09	2	Aktif
5	5	0	3.3	0	Mati
6	5	81	0.1	3	Aktif

Dari data hasil pengujian diatas, dapat dilihat bahwa relay untuk kontrol lampu akuarium dapat berjalan dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan terjadi perubahan arus ketika diberikan dua tegangan yang berbeda pada sinyal masukan relay.



Gambar 8. Pengujian Relay Kontrol Lampu

Pengujian Relay Kontrol Heater

Tabel 4. Pengujian Relay Kontrol Heater

No	Tegangan Supply (V)	Arus Supply (mA)	Tegangan Input (V)	Arus Input (mA)	Suhu (C)	Status
1	5	80	0	2	23.2	Aktif
2	5	81	0	2	29.55	Aktif
3	5	0	3.3	0	30.68	Mati
4	5	0	3.3	0	30.11	Mati
5	5	81	0	3	26.4	Aktif
6	5	82	0	2	28.81	Aktif

Dari data hasil pengujian diatas, dapat disimpulkan bahwa relay untuk sistem kontrol heater dapat berjalan dengan baik. Hal ini dibuktikan dari status relay yang aktif ketika suhu kurang dari 24 derajat. Ketika suhu air telah mencapai ± 30 derajat, Relay akan mematikan heater agar suhu air tidak terlalu tinggi. Saat suhu air akuarium menurun hingga kurang dari 28 derajat celsius, relay akan kembali mengaktifkan heater untuk menjaga kestabilan suhu.

Pengujian Relay Kontrol Aerator

Tabel 5. Pengujian Relay Kontrol Aerator

No	Tegangan Supply (V)	Arus Supply (mA)	Tegangan Input (V)	Arus Input (mA)	Status
1	5	0	3.3	0	Mati
2	5	84	0.1	2	Aktif
3	5	0	3.3	0	Mati
4	5	85	0	2	Aktif
5	5	0	3.3	0	Mati
6	5	82	0	2	Aktif

Pada tabel 6, dapat disimpulkan bahwa relay yang digunakan untuk kontrol aerator dapat berfungsi dengan baik, Hal ini dikarenakan relay dapat dikontrol berdasarkan sinyal yang dikirimkan melalui pin tegangan input relay. Jika pin input relay diberikan tegangan 0 (*LOW*), maka relay akan aktif dan menghubungkan pin COM (*Common*) dengan pin NO (*Normally Open*). Tetapi, jika pin input relay diberikan tegangan 3.3 V (*HIGH*), Relay akan memutuskan koneksi dari pin COM (*Common*) dengan pin NO (*Normally Open*).

Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Dari hasil pengujian sensor suhu DS18B20, sensor suhu dapat berfungsi sebagaimana mestinya, hal ini ditunjukkan dengan adanya perubahan suhu yang terjadi di akuarium ketika *heater* diaktifkan dan sensor suhu DS18B20 mampu mendeteksi perubahan suhu tersebut. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

No	Tegangan Supply (V)	Arus Supply (mA)	Tegangan Input (V)	Suhu (C)
1	3.3	3.67	3.2	24.6
2	3.3	4.81	3.2	33.3
3	3.3	4.55	3.2	30.9
4	3.3	4.30	3.2	29.2
5	3.3	4.17	3.2	28.25
6	3.3	3.9	3.2	27.5

Dari data tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa semakin besar suhu yang terbaca oleh sensor, semakin besar juga arus yang dibutuhkan untuk *supply* sensor tersebut.



Gambar 9. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian Sistem Pakan Otomatis

Tahap selanjutnya, yaitu pengujian sistem pakan otomatis, pengujian ini meliputi pengukuran tegangan, arus, dan berat dari pakan yang dikeluarkan dalam satuan gram. Hasil pengujian merupakan hasil rata-rata dari 3 kali perintah pemberian pakan. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Data Pengujian Sistem Pakan

No	Tegangan (V)	Arus (mA)	Volume Pakan	Berat Pakan (G)	Berat Pakan Rata-Rata (G)
1	5	503	Sedikit	1	0.33
2	5	509	Sedikit	1	0.33
3	5	499	Sedang	3	1

4	5	500	Sedang	3	1
5	5	505	Banyak	5	1.6
6	5	509	Banyak	5	1.6

Dari data diatas, dapat disimpulkan bahwa sistem pakan otomatis bekerja dengan baik. Motor servo mampu menerima perintah dan melakukan buka tutup pakan sesuai dengan volume yang diterima motor servo.



Gambar 10. Pengujian Sistem Pakan Otomatis

Pengujian Sistem Ketersediaan Pakan

Pada Gambar 10 merupakan hasil pengujian dari sensor *ultrasonic* yang berfungsi untuk mendeteksi ketersediaan pakan. Data hasil pengujian seperti yang dijelaskan pada tabel dibawah ini.

Tabel 8. Data Hasil Pengujian Sensor Ultrasonic Untuk Ketersediaan Pakan

No	Tegangan (V)	Arus (mA)	Jarak (cm)	Status Pakan
1	5	32	0	Tersedia
2	5	31	2	Tersedia
3	5	30	0	Tersedia
4	5	31	5	Habis
5	5	32	4	Habis
6	5	31	5	Habis

Dari data yang disajikan diatas, Dapat diketahui bahwa sensor *ultrasonic* yang digunakan untuk mendeteksi ketersediaan pakan dapat berfungsi dengan baik. Ketika jarak yang diterima oleh sensor *ultrasonic* ≥ 4 , Maka sensor akan mendeteksi bahwa pakan habis, Ketika jarak yang diterima oleh sensor *ultrasonic* ≤ 3 , Maka sensor mendeteksi bahwa status pakan tersedia.



Gambar 11. Pengujian Sistem Ketersediaan Pakan

Pengujian Ketinggian Air

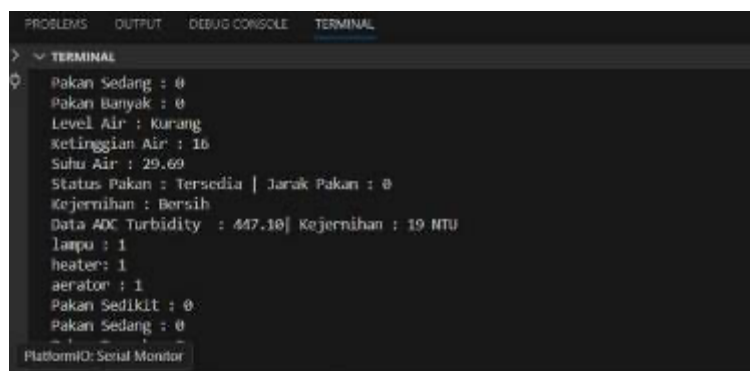
Tahap pengujian selanjutnya, yaitu pengujian sensor *ultrasonic* yang berfungsi sebagai pendeteksi ketinggian air (*water level*). Data hasil pengujian dijelaskan pada tabel 9.

Tabel 9. Data Hasil Pengujian Sensor Ultrasonic Untuk Ketinggian Air Akuarium

No	Tegangan (V)	Arus (mA)	Jarak (cm)	Status Air
1	5	2	20	Penuh
2	5	2	21	Penuh
3	5	2	18	Sedang
4	5	2	18	Sedang
5	5	3	16	Kurang
6	5	2	15	Kurang

Dari data hasil pengujian diatas, Sensor *Ultrasonic* yang berfungsi sebagai pendeteksi ketinggian air berfungsi dengan baik. Ketika jarak yang diterima sensor *ultrasonic* berada pada rentang 21– 24 cm. Maka

Status air “Penuh”. Ketika jarak yang diterima sensor berada pada rentang 17-20 cm. Status air berubah menjadi “Sedang”. Tetapi ketika jarak yang diterima sensor kurang dari 16 cm, status air kembali berubah menjadi “Kurang”.



Gambar 12. Pengujian Ketinggian Air pada Serial Monitor Visual Code

Pengujian Kejernihan Air

Tahapan selanjutnya yaitu pengujian kejernihan air. Untuk menguji nilai air yang dikategorikan bersih, peneliti menggunakan media akuarium secara langsung. Namun untuk

pengujian air kotor, peneliti menggunakan air kopi yang dimasukan ke dalam wadah plastik sebagai media uji. Hasil pengujian kejernihan air dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Data Pengujian Kejernihan Air

No	Tegangan (V)	Arus (mA)	Tegangan Input (V)	Nilai NTU	Status Air
1	3.3	6	2.0	0	Bersih
2	3.3	6	1.88	7	Bersih
3	3.3	6	1.81	30	Sedang
4	3.3	6	1.79	42	Sedang
5	3.3	6	1.62	63	Kotor
6	3.3	6	1.54	67	Kotor

Dari tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*) maka semakin kecil tegangan yang diterima oleh mikrokontroler ESP32. Dan sebaliknya, semakin kecil nilai NTU, maka semakin besar tegangan yang diterima oleh mikrokontroler ESP32. Jika nilai NTU berada pada rentang 0 – 20, maka kejernihan air dikategorikan “bersih”, jika nilai NTU berada pada rentang 21 – 50, maka air dikategorikan “sedang”, Dan air akan dikategorikan “kotor” jika nilai NTU lebih besar dari 50. Namun perlu digaris bawahi, nilai NTU yang dibaca oleh mikrokontroler ESP32 bukanlah nilai NTU yang sebenarnya. Mikrokontroler ESP32 hanya melakukan konversi dari nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) yang diterima dari modul kontrol *turbidity* menjadi nilai NTU secara mentah yang tidak melalui proses kalibrasi.



Gambar 13. Pengujian Kejernihan Air

Pengujian Database Google Firebase

Dari hasil pengujian *database* google firebase, dapat disimpulkan bahwa *database* berjalan dengan lumayan baik. Data – data yang dikirimkan oleh mikrokontroler ESP32 dapat diterima dengan waktu tercepatnya yaitu 1.12 detik. Sedangkan untuk waktu terlama *database* bisa menerima *update* data dari mikrokontroler ESP32 yaitu 5.81 detik. Hal ini diakibatkan oleh faktor sinyal internet. Jika internet baik, maka *database* dapat menerima data sesuai dengan yang diprogram pada mikrokontroler ESP32 yaitu dengan jeda 1 detik.

Tabel 11. Data Hasil Pengujian Database Google Firebase

No	Proses	Durasi (s)
1	Menerima Data	1.27
2	Mengirim Perintah	1.69
3	Menerima Data	3.81
4	Mengirim Perintah	2.54
5	Menerima Data	5.81
6	Mengirim Perintah	1.12



Gambar 14. Pengujian Database Google Firebase

Pengujian Website

Pada pengujian website, peneliti melakukan pengukuran kecepatan pengiriman perintah dari website hingga mikrokontroler ESP32 dan ESP32 Camera menjalankan perintah tersebut. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Data Hasil Pengujian Website

No	Proses Kontrol	Durasi (s)
1	Nyalakan Lampu	3.65
2	Matikan Lampu	1.76
3	Nyalakan Aerator	3.36
4	Matikan Aerator	2.09
5	Ambil Gambar	19.14

Pada tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa website berjalan sebagaimana mestinya. Ini dikarenakan website yang dibuat peneliti mampu mengirimkan data ke *database* google firebase yang kemudian diteruskan ke mikrokontroler ESP32 dan ESP32 Camera. Namun, Kecepatan eksekusi perintah sangat bervariasi tergantung dengan perintah apa yang diberikan. Selain itu, sinyal internet yang baik juga memiliki peran penting dalam kecepatan penerimaan perintah dari website menuju mikrokontroler.

KESIMPULAN

1. Dari penelitian yang telah dilaksanakan dalam proses pembuatan Sistem Otomasi dan Monitoring Akuarium Berbasis Website dengan Integrasi Menggunakan Google Firebase. Peneliti telah melakukan beberapa tahap perencanaan yaitu sebagai berikut:
 - a. Tahap pertama yaitu pembuatan *box casing* dan juga *holder* akuarium,
 - b. Tahap kedua yaitu melakukan penempatan komponen pada *box casing* dan *holder* akuarium,

- c. Tahap ketiga yaitu melakukan perancangan komponen hardware seperti mikrokontroler ESP32, ESP32 *Camera*, relay, dan lainnya,
- d. Tahap keempat yaitu melakukan perancangan software berupa program Mikrokontroler ESP32, program ESP32 *Camera*, perancangan database, perancangan website, dan perancangan google drive.

Setelah semua tahap perencanaan selesai, tahap selanjutnya yaitu melakukan penggabungan komponen hardware dan software tersebut hingga menjadi sebuah sistem otomasi dan monitoring akuarium berbasis website dengan integrasi menggunakan google firebase.

2. Sistem otomasi dan monitoring akuarium berbasis website dengan integrasi menggunakan google firebase telah berhasil dibuat dan diimplementasikan menggunakan perangkat dan komponen dijual di pasaran. Sistem ini menggunakan perantara website untuk melakukan sistem kontrol dan monitoring, sehingga dapat dilakukan kontrol serta monitoring dimanapun dan kapanpun selama sistem ini terhubung dengan internet.
3. Pengujian dilakukan dengan cara menjalankan sistem melalui sebuah website. Selain itu, pengukuran tegangan, arus, dan durasi dari masing – masing komponen juga dilakukan untuk mengetahui besaran daya yang digunakan oleh masing – masing komponen tersebut.
4. Hasil akhir dari sistem ini yaitu sebuah sistem yang dapat melakukan kontrol lampu, heater, aerator, dan pemberian pakan akuarium dengan menggunakan website. Selain itu, sistem ini dapat melakukan monitoring suhu, ketinggian air, kejernihan air, serta ketersediaan pakan, yang masing – masing dari indikator tersebut dapat dilihat melalui website.

REFERENSI

- Anzary, R. Z., Kurnia, A. D., & Nurdiawan, O. (2024). *Rancang Bangun Alat Pakan Ikan Otomatis Menggunakan Mikrokontroler ESP8266 Dengan Berbasis Internet Of Things*. Jurnal Teknologi Terapan.
- Dicoding Intern. (2020, November 25). *Apa itu Firebase? Pengertian, Jenis-Jenis, dan Fungsi Kegunaannya*. Retrieved from Dicoding Indonesia: <http://dicoding.com/blog/apa-itu-firebase-pengertian-jenis-jenis-dan-fungsi-kegunaannya/>
- Dicoding Intern. (2021, March 17). *Belajar Bahasa Pemrograman C Untuk Pemula*. (Dicoding Intern) Retrieved 2024, from <https://www.dicoding.com/blog/belajar-pemrograman-c-pemula/>
- Dzakiy, R. A. (2021, July 7). *Develop ESP32: Pilih mana? Arduino IDE, Platform IO, atau ESP-IDF?* (eFishery Engineering) Retrieved from <https://medium.com/efishery-engineering/develop-esp32-pilih-mana-arduino-ide-platform-io-atau-esp-idf-e2151c3f92c6#:~:text=Platform%20IO%20adalah%20sebuah%20ekstensi,dapat%20melakukan%20pengelolaan%20library%20dsb>.
- Education, B. H. (n.d.). *Mengenal PlatformIO: Solusi Modern untuk Pengembangan IoT dan Embedded Systems*.
- Edwin, & Kristiadjie, H. (2016). *Alat Pemantau Pengendali dan Penyampaian Informasi Status Operasi Mesin*. *Tesla*, VOL.18, NO.2, HAL 152-165.
- Ferdinand, V. (2021). *Mikrokontroler dan Mikroprosesor*. Retrieved from Binus University: <https://student-activity.binus.ac.id/himtekn/2021/12/07/mikroprosesor-dan-mikrokontroler/>
- Gartner. (2025). *Definition of Website - Gartner Information Technology Glossary*. Retrieved from <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/website#:~:text=A%20website%20is%20a%20collection,is%20called%20a%20home%20page>.

- Patria, R. (2023, Mei 4). *Pengertian HTML, Fungsi dan Struktur dan Contohnya*. Retrieved from Domainsia: <https://www.domainsia.com/berita/html-adalah/>
- Prasetyo, I. (2024, Oktober 30). *Apa itu IoT*. Retrieved from Telkom University: <https://docif.telkomuniversity.ac.id/apa-itu-iot/>
- Prastyo, E. A. (2022, 10 24). *Pengertian dan Prinsip Kerja Motor Servo*. Retrieved from Arduino Indonesia: <https://www.arduinoindonesia.id/2022/10/pengertian-dan-prinsip-kerja-motor-servo.html>
- Ramdani, D., Wibowo, F. M., & Setyoko, Y. A. (2020). Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Suhu dan Monitoring pH Air Aquascape Berbasis IoT (Internet Of Things) Menggunakan Nodemcu ESP8266 pada Aplikasi Telegram. *Journal Of Informatics*, 1-10.
- Sulistio. (2021). *Mikrokontroller ESP32*. Retrieved January 11, 2024, from <https://raharja.ac.id/2021/11/16/mikrokontroler-esp32-3/>
- Wahyudin, M. A. (2024). *Rancang Bandung Sistem Akuarium Pintar Untuk Pemantauan dan Pengendalian Produktivitas Udang Tambak Berbasis IoT*. Semarang: Universitas Semarang.
- Wahyuningrum, M. (2017). *Rancang Bangun Pemantau Suhu Ruangan Dengan Tampilan Dot Matrik*. Semarang.
- Wikipedia. (n.d.). *Telegram (Perangkat Lunak)*. (Wikipedia) Retrieved from [https://id.wikipedia.org/wiki/Telegram_\(perangkat_lunak\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Telegram_(perangkat_lunak))