



Sistem Pembersih Kaca dengan Mekanisme Gerak Motorik Pada Smart Aquarium Berbasis Internet of Things (IoT)

Dody Hidayat*, Ramli

Fakultas Teknik & Komputer, Program Studi Manajemen Informatika, Universitas Harapan Medan, Medan

Jl. HM. Joni No.70 C, Teladan Barat, Kec. Medan Kota, Kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia

Email: ^{1,*}hidayatdody91@gmail.com, ²Ramli.brt@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: hidayatdody91@gmail.com

Submitted: 24/09/2025; Accepted: 31/10/2025; Published: 31/10/2025

Abstrak—Akuarium merupakan elemen dekoratif yang tidak hanya berfungsi sebagai pemanis ruangan, tetapi juga sebagai habitat buatan bagi ikan dan makhluk air lainnya. Salah satu permasalahan utama dalam pemeliharaan akuarium adalah menjaga kebersihan kaca dari lumut dan kotoran yang dapat mengganggu estetika serta kenyamanan makhluk hidup di dalamnya. Penelitian sebelumnya banyak berfokus pada sistem kontrol air dan pencahayaan berbasis Internet of Things (IoT), namun belum mencakup aspek pembersihan kaca secara otomatis. Pembersihan manual membutuhkan waktu dan tenaga, serta jika tidak dilakukan secara rutin dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan akuarium. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pembersih kaca dengan mekanisme gerak motorik pada smart aquarium berbasis IoT. Sistem dirancang agar dapat beroperasi secara otomatis maupun melalui kontrol jarak jauh menggunakan smartphone. Mekanisme pembersihan diaktifkan berdasarkan deteksi keberadaan kotoran melalui sensor turbidity yang untuk mengukur tingkat kejernihan atau kekeruhan air akibat penumpukan lumut. Sensor turbidity juga digunakan sebagai pemicu utama pembersihan kaca. Perangkat keras yang digunakan meliputi motor penggerak (stepper), sensor turbidity, dan mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang terhubung dengan platform Blynk Cloud untuk kontrol dan pemantauan melalui aplikasi mobile. Hasil penelitian ini berupa prototipe sistem pembersih kaca akuarium berbasis IoT yang efisien, responsif, dan mudah dioperasikan, serta mampu meningkatkan kenyamanan pemeliharaan akuarium secara otomatis dan real-time.

Kata Kunci: Aquarium; Internet of Things; NodeMCU ESP32; Sensor Turbidity; Motor Stepper

Abstract—Aquariums are decorative elements that not only serve to beautify a room, but also as artificial habitats for fish and other aquatic creatures. One of the main problems in maintaining an aquarium is keeping the glass clean from algae and dirt that can interfere with the aesthetics and comfort of the creatures inside. Previous research has focused on Internet of Things (IoT)-based water control and lighting systems, but has not yet covered the aspect of automatic glass cleaning. Manual cleaning requires time and effort, and if not done regularly, can lead to a decline in the quality of the aquarium environment. This study aims to design and develop a glass cleaning system with a motorized mechanism for an IoT-based smart aquarium. The system is designed to operate automatically or via remote control using a smartphone. The cleaning mechanism is activated based on the detection of dirt through a turbidity sensor that measures the level of clarity or turbidity of the water due to algae build up. The turbidity sensor is also used as the main trigger for glass cleaning. The hardware used includes a drive motor (stepper), turbidity sensor, and NodeMCU ESP32 microcontroller connected to the Blynk Cloud platform for control and monitoring via a mobile application. The results of this study are a prototype of an efficient, responsive, and easy-to-operate IoT-based aquarium glass cleaning system that can improve the convenience of aquarium maintenance automatically and in real-time.

Keywords: Aquarium; Internet of Things; NodeMCU ESP32; Turbidity Sensor; Motor Stepper

1. PENDAHULUAN

Akuarium merupakan salah satu elemen dekoratif yang sering digunakan di rumah, kantor dan tempat umum lainnya [1] [2]. Selain berfungsi sebagai elemen estetika, akuarium juga berperan sebagai habitat buatan bagi ikan dan makhluk lainnya. Namun salah satu tantangan utama dalam pemeliharaan akuarium adalah menjaga kebersihan kaca agar tetap jernih dan tidak tertutup oleh lumut atau kotoran. Faktor kejernihan air dalam akuarium sangat penting untuk menjaga kesehatan ikan dan ekosistem didalamnya. Air yang kotor dapat menghambat pertumbuhan fisik ikan dan meningkatkan resiko kematian.

Salah satu penyebab utama turunnya kejernihan air adalah lumut yang menempel pada kaca akuarium. Oleh karena itu, pemilik akuarium perlu melakukan pembersihan secara rutin agar keindahan dan kesehatan ekosistem tetap terjaga. Dalam perawatan ikan di akuarium, kualitas air harus diperhatikan. Air yang digunakan tidak hanya terdiri dari H₂O, tetapi juga mengandung berbagai zat seperti oksigen terlarut (Dissolve Oxygen), tingkat keasaman (pH), kadar garam (salinitas), amonia, zat besi, serta bahan organik lainnya. Kandungan ini berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem akuarium [3]. Seiring perkembangan IoT, sistem otomatis untuk pemeliharaan akuarium mulai dikembangkan. Pembersihan kaca secara manual membutuhkan waktu dan tenaga yang cukup besar. Oleh karena itu, solusi inovatif seperti pembersih kaca otomatis dan kontrol jarak jauh berbasis IoT sangat dibutuhkan. Dengan teknologi ini, pemilik dapat mengontrol pembersih kaca dari jarak jauh melalui smartphone, meningkatkan efisiensi, serta menjaga kesehatan ekosistem akuarium. Rumusan permasalahan yang diteliti pada penelitian berfokus pada bagaimana mengontrol pembersih kaca pada smart aquarium dengan teknologi IoT sebagai solusi modern bagi industri akuarium.

Beberapa penelitian terkait smart aquarium diantaranya; Pertama penelitian berjudul “Sistem Kontrol Air dan Pencahayaan pada Aquarium Berbasis Internet of Things” [4]. Penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk mengontrol air dan pencahayaan pada akuarium yang dapat dikendalikan dari jarak jauh dan terhubung dengan



Blynk Cloud. Kedua penelitian berjudul “Perancangan Smart Aquarium menggunakan Sensor Turbidity dan Sensor Ultrasonik pada Aquarium Ikan Air Tawar Berbasis Arduino Uno” [5]. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk merancang sebuah kontrol dan monitoring kualitas air pada aquarium berbasis Arduino. Ketiga penelitian berjudul “Pembuatan Sistem Wiper Otomatis pada Kendaraan menggunakan Aplikasi Arduino Uno” [6]. Penelitian ini bertujuan membuat sistem wiper untuk kendaraan ringan. Keempat penelitian berjudul “Rancang Bangun Robot Pembersih Jendela Berbasis Arduino” [7]. Penelitian ini bertujuan untuk merancang robot pembersih kaca jendela menggunakan kontrol PID. Sementara penelitian kelima dengan judul “Prototype Pembersih Kaca Otomatis Berbasis Internet of Things pada Indomaret Caile” [8], penelitian tersebut hanya membahas tentang perancangan pembersih kaca pada indomaret caile.

Upaya untuk mengatasi yang dihadapi bagi pecinta ikan hias dalam mengatasi masalah kebersihan kaca akuarium yang sering tertutup lumut dan kotoran dengan membuat suatu sistem pengontrolan berbasis IoT yang memungkinkan pembersihan kaca dilakukan secara otomatis maupun dikendalikan dari jarak jauh. IoT menjadi bidang penelitian yang berkembang di era globalisasi revolusi 4.0 [9][10]. Pemanfaatan teknologi IoT merupakan konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus [11]. IoT akan menjadi utilitas yang terus meningkat pada saat sekarang ini bahkan dengan peningkatan teknologi Artificial Intelligence (AI). Kemunculan IoT merupakan paradigma inovatif dan berkembang pesat yang mampu mengolah data secara real-time dari sensor atau perangkat elektronik [12]. Dengan pemanfaatan teknologi IoT diharapkan dapat menjawab tantangan bagi pecinta dan pengusaha budidaya ikan hias yang memiliki waktu terbatas untuk membersihkan kaca akuarium secara otomatis maupun kontrol jarak jauh. Teknologi IoT telah digunakan dalam pengembangan berbagai sistem salah satunya pemantauan dan kontrol akuarium. Sistem menggunakan sensor dan jaringan nirkabel yang mana data diperoleh dari sensor yang akan dikirimkan ke platform berbasis cloud yang dapat divisualisasikan dan dianalisis secara real-time [13]. Akuarium membutuhkan pembersihan yang rutin untuk menjaga kejernihan kaca dan kesehatan ekosistem yang ada didalamnya. Sistem berbasis IoT memungkinkan pemilik mengontrol dan memantau kebersihan kaca dari jarak jauh melalui Smartphone hal ini dilakukan untuk mengurangi kebutuhan pembersihan manual yang sering kali merepotkan, terutama pada akuarium yg berukuran besar. Dibandingkan dengan metode pembersihan manual atau perangkat konvensional, sistem berbasis IoT dapat diatur untuk bekerja hanya saat diperlukan, sehingga dapat menghemat energi dan mengurangi kebutuhan tenaga kerja atau biaya tambahan untuk pembersihan profesional secara berkala.

Saat ini, beberapa pendekatan telah dilakukan dalam pembersihan kaca akuarium, baik secara manual maupun otomatis. Pembersihan manual yang menggunakan alat seperti magnet pembersih kaca atau spons yang digerakkan oleh tangan. Metode ini membutuhkan waktu dan tenaga serta harus dilakukan secara rutin untuk mencegah pertumbuhan lumut pada kaca. Sedangkan robot pembersih kaca akuarium telah dikembangkan, namun kebanyakan masih bekerja secara independen tanpa sistem kendali pintar dan belum terintegrasi dengan teknologi IoT, sehingga pengguna tidak dapat mengontrol atau memantau pembersihan dari jarak jauh.

Penelitian ini menawarkan inovasi pada sistem pembersih kaca akuarium dengan pendekatan berbasis Internet of Things (IoT). Sistem dirancang untuk melakukan pemantauan dan kontrol jarak jauh menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang dilengkapi modul Wi-Fi dan terhubung dengan aplikasi mobile melalui platform Blynk Cloud. Sensor turbidity digunakan untuk memantau tingkat kejernihan air sebagai indikator kualitas lingkungan akuarium secara umum, sedangkan proses pembersihan kaca diaktifkan berdasarkan pengaturan waktu operasi terjadwal atau perintah pengguna melalui aplikasi. Mekanisme pembersih menggunakan wiper yang digerakkan oleh motor stepper sebagai aktuator utama dengan pola gerak bolak-balik untuk memastikan pembersihan merata. Sistem juga dilengkapi buzzer sebagai tanda peringatan apabila tingkat kekeruhan air melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Seluruh komponen bekerja secara otomatis dan dapat dikontrol dari jarak jauh melalui smartphone. Penerapan teknologi IoT mendukung efisiensi waktu, kemudahan pengawasan, serta mencerminkan transformasi menuju industri 4.0. Sistem ini diharapkan menjadi solusi cerdas, efisien, dan praktis dibandingkan metode konvensional.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metodologi Penelitian

Untuk mencapai tujuan penelitian ini metode yang dipergunakan adalah metode eksperimental yaitu dengan melakukan studi pustaka, pengumpulan data, analisis sistem, perancangan alat, implementasi dan evaluasi. Adapun uraian langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut;

a. Studi Pustaka

1. Akuarium

Akuarium adalah wadah buatan yang dirancang untuk menampung ikan, tanaman air, dan organisme akuatik lainnya dalam lingkungan yang terkendali. Biasanya dibuat dari bahan kaca atau plastik transparan sehingga kita dapat mengamati kehidupan di dalamnya [14,15]. Fungsi utama akuarium mencakup aspek dekoratif, rekreasi, edukasi, dan penelitian ilmiah. Secara umum, akuarium menggabungkan elemen biologis, kimia, dan teknis. Lingkungan akuarium harus diatur dengan sistem mekanis seperti filter, aerasi,

pemanas, dan lampu agar stabil. Desain sistem penyangga kehidupan wajib memperhatikan keseimbangan parameter fisik-kimia air, serta kebutuhan spesifik biota yang dipelihara.

2. NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 adalah papan pengembangan berbasis mikrokontroler ESP32 untuk aplikasi Internet of Things (IoT) [16]. Chip ESP32 menggunakan arsitektur Xtensa LX6 dual-core 32-bit dengan kecepatan hingga 240 MHz serta RAM lebih besar dibanding ESP8266. Keunggulannya meliputi integrasi Wi-Fi 802.11 b/g/n dan Bluetooth/BLE, GPIO lebih banyak, serta dukungan UART, SPI, I2C, PWM, ADC, DAC, dan sensor sentuh. NodeMCU ESP32 dapat diprogram melalui Arduino IDE, MicroPython, PlatformIO, maupun ESP-IDF.

3. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep teknologi yang menghubungkan benda fisik agar dapat bertukar data melalui jaringan, umumnya internet, tanpa interaksi manusia langsung. [17]. Perangkat IoT dilengkapi sensor, aktuator, perangkat lunak, dan sistem komunikasi untuk mengumpulkan, memproses, serta bertindak otomatis. Komponennya meliputi perangkat, konektivitas, pemrosesan, dan aksi. IoT diterapkan pada smart home, industri, transportasi, pertanian, hingga kesehatan untuk meningkatkan efisiensi serta menciptakan lingkungan cerdas.

4. Sensor Turbidity

Sensor turbidity adalah perangkat elektronik untuk mengukur kekeruhan air berdasarkan hamburan cahaya melalui sampel satuan NTU (Nephelometric Turbidity Unit) [18]. Prinsip kerjanya menggunakan LED dan fotodiode, di mana cahaya yang menembus air dipantau intensitasnya; semakin tinggi partikel partikel seperti TSS (Total Suspended Solids), semakin besar hamburan dan semakin tinggi nilai NTU. Dalam konteks IoT, sensor turbidity seperti DFRobot SEN0189 atau SEN0169 banyak digunakan. Sensor ini menghasilkan tegangan analog (0–4,5 V) yang dikonversikan melalui mikrokontroler (misalnya NodeMCU ESP32) menjadi nilai digital yang dapat [19]. Prinsip kerjanya menggunakan LED dan fotodiode; semakin banyak partikel tersuspensi, semakin tinggi nilai NTU. Dalam IoT, sensor seperti DFRobot SEN0189 menghasilkan tegangan analog yang dikonversi mikrokontroler. Aplikasinya meliputi akuarium, kolam ikan, hingga monitoring air. Keunggulannya biaya rendah, mudah dikalibrasi, namun perlu perawatan berkala.

5. Motor Stepper

Motor stepper adalah motor listrik DC tanpa sikat yang bergerak dalam langkah diskrit, umumnya $1,8^\circ$ per langkah (200 langkah per putaran) [20]. Motor ini dikendalikan pulsa digital dari mikrokontroler atau driver untuk menghasilkan posisi presisi tanpa umpan balik eksternal. Tersedia dalam tipe unipolar, bipolar, dan hybrid. Aplikasinya meliputi robotika, CNC, printer, kamera, hingga otomasi industri, dengan keunggulan presisi, torsi tinggi, biaya rendah, dan tahan lama [21].

6. Buzzer

Buzzer adalah perangkat elektromekanik atau piezoelektrik yang menghasilkan bunyi sebagai sinyal peringatan atau notifikasi [22]. Alat ini dikendalikan melalui pulsa tegangan DC dari mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32. Dalam IoT, buzzer digunakan pada alarm, sensor, maupun indikator dengan keunggulan respons cepat, konsumsi daya rendah, biaya murah, dan integrasi mudah.

7. Power Supply

Power supply adalah perangkat elektronik yang mengubah sumber listrik (AC atau DC) menjadi tegangan dan arus yang sesuai dan stabil untuk kebutuhan sistem elektronik seperti mikrokontroler, sensor, aktuator, dan modul komunikasi IoT [23]. Komponen ini sangat penting karena kestabilan tegangan memengaruhi performa, sensitivitas sensor, dan umur elektronik. Dalam aplikasi IoT, power supply sering mencakup power adapter AC-DC, LM2596 step-down converter, dan rangkaian stabilizer/dual rail. Adaptor AC-DC menyediakan tegangan kasar (misalnya 12 VDC), kemudian diturunkan ke level yang dibutuhkan (5 V atau 3,3 V) menggunakan modul step-down agar sesuai dengan spesifikasi mikrokontroler seperti ESP8266 atau NodeMCU.

8. Spons Pembersih

Buzzer adalah komponen elektronika yang menghasilkan suara melalui pulsa tegangan DC, sering dipakai sebagai alarm atau indikator. Dalam sistem IoT, buzzer dikendalikan mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32 untuk memberikan notifikasi kondisi tertentu. Keunggulannya meliputi biaya murah, daya rendah, respons cepat, serta mudah diintegrasikan [24].

b. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mengetahui dan mendukung dalam pembuatan sistem termasuk didalamnya data tentang macam-macam akuarium, jenis-jenis ikan, kualitas air, data sensor turbidity, Blynk Cloud, NodeMCU ESP32, dan Buzzer.

c. Analisa Sistem

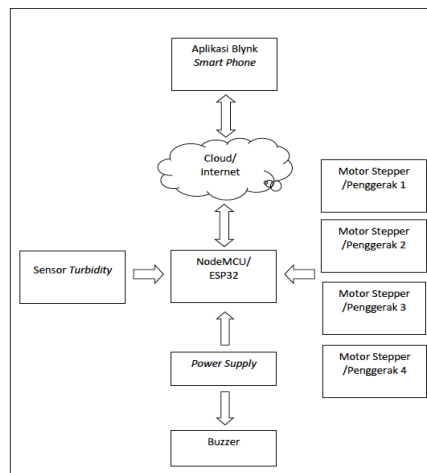
Analisa sistem dilakukan terhadap seluruh kebutuhan sistem mulai dari sistem yang sedang digunakan, kebutuhan sistem, perancangan sistem hingga implementasi sistem jika telah selesai dibangun.

d. Perancangan Alat

Perancangan alat dilakukan meliputi piranti IoT, merancang arsitektur yang terdiri dari perangkat keras (Hardware) dan perangkat lunak (Software). Kemudian pemilihan komponen termasuk NodeMCU ESP32, Blynk Cloud, Sensor turbidity, Buzzer dan pengembangan aplikasi mobile untuk pemantauan dan kontrol jarak jauh.

e. Perancangan Sistem

Dalam perancangan sistem ada beberapa hal yang dilakukan antara lain mempelajari dan memahami berbagai referensi dari buku, internet, jurnal dan kondisi nyata lapangan tentang semua yang berhubungan dengan rumusan masalah yang telah ditentukan dalam penelitian ini. Pada penelitian ini sensor turbidity sangat berpengaruh dalam pengambilan data kualitas air. Perancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perancangan Sistem

Pada Gambar 1 adapun cara kerja sistem, sebagai berikut:

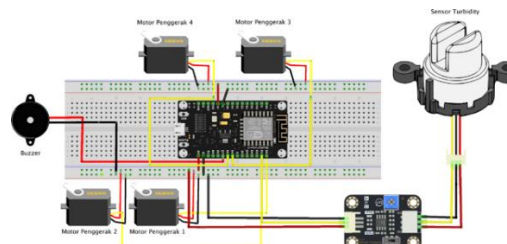
1. Power Supply akan memberikan energi kepada seluruh perangkat yakni sensor turbidity, NodeMCU ESP32, Motor Stepper, LED dan Buzzer. Sehingga seluruh peralatan dapat bekerja dan berfungsi dengan baik.
2. NodemMCU ESP32 akan membaca sinyal dari sensor turbidity berupa data kualitas air dan kemudian mengirimkan data tersebut kepada server Blynk Cloud, dengan format TCP/IP untuk kemudian ditampilkan pada smartphone.
3. NodeMCU ESP32 juga akan membaca perintah yang telah dikirimkan oleh server Blynk Cloud dengan format TCP/IP yang kemudian di ubah dengan memberikan logika “High” atau “Low” pada pin tertentu untuk mengatur on/of Buzzer.
4. NodeMCU ESP32 juga akan membaca perintah yang telah dikirimkan oleh server Blynk Cloud dengan format TCP/IP yang kemudian diubah dengan memberikan logika “High” atau “Low” pada pin tertentu untuk mengatur motor stepper yang digunakan sebagai motor penggerak wiper sebagai pembersih kaca.
5. Cloud (internet) dengan memanfaatkan wifi menjadi pusat koneksi antara sistem dan aplikasi Blynk Cloud. Dengan ini sistem dapat berjalan sesuai yang diharapkan.

f. Implementasi Alat

Pada tahap ini yang dilakukan adalah menentukan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk dapat menjalankan alat, melakukan instalasi, uji coba, integrasi sistem dan pemeliharaan alat

2.2 Desain dan Rangkaian Sistem

Adapun desain sistem pada penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Desain Rangkaian Sistem

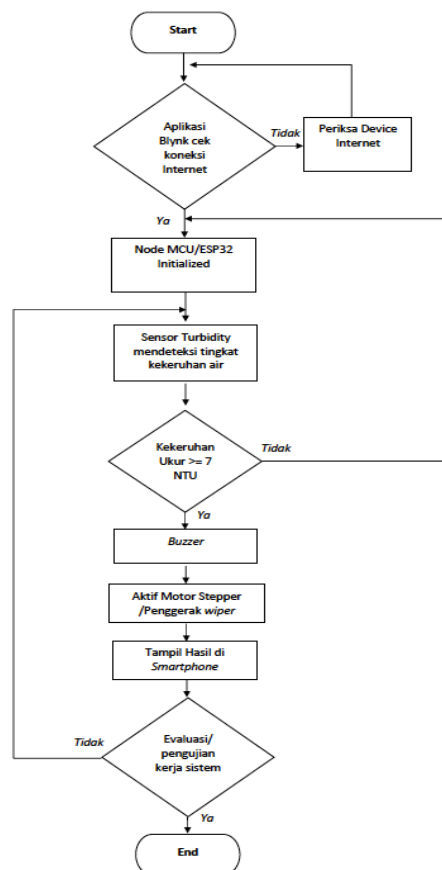
Pada Gambar 2 rangkaian sistem menggambarkan hubungan antar komponen elektronik dengan menghubungkan fungsi masing-masing dengan garis warna yang berbeda-beda. Adapun pin yang terhubung pada NodeMCUESP32 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pin yang terhubung pada NodeMCUESP32

No	Komponen	Pin
1	Sensor Turbidity	33
2	Buzzer	23
3	Driver Motor 1	16
4	Motor stepper 1	17
5	Driver Motor 2	18
6	Motor stepper 2	19
7	Driver Motor 3	27
8	Motor stepper 3	26
9	Lampu	25

2.2 Flowchart Kerja Sistem Kontrol

Flowchart cara kerja sistem pembersih kaca pada smart aquarium berbasis Internet of things dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Flowchart Kerja Sistem Pembersih Kaca

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Data

Penelitian ini menganalisis kinerja sistem pembersih kaca pada smart aquarium berbasis Internet of Things (IoT) dengan fokus pada respons sensor, kendali mikrokontroler, dan efektivitas mekanisme pembersihan. Komponen utama sistem meliputi sensor turbidity, mikrokontroler NodeMCU ESP32, motor stepper yang terhubung ke spons pembersih kaca, serta buzzer sebagai indikator proses. Sensor turbidity digunakan untuk memantau tingkat kejernihan air dalam satuan NTU (Nephelometric Turbidity Unit) sebagai indikator umum kesehatan ekosistem akuarium. Meskipun kekeruhan air tidak selalu berkorelasi langsung dengan kotoran pada kaca, data ini tetap dimanfaatkan untuk memberikan konteks kondisi lingkungan sebelum dan sesudah pembersihan. Proses pembersihan kaca tidak hanya bergantung pada nilai turbidity, tetapi dapat diaktifkan secara periodik berdasarkan waktu yang ditentukan atau secara manual melalui aplikasi Blynk. Saat sistem diaktifkan, motor stepper menggerakkan spons pembersih secara horizontal dan vertikal di permukaan kaca, disertai bunyi buzzer sebagai

notifikasi proses. Seluruh data, termasuk waktu aktivasi dan durasi pembersihan, dikirim ke dashboard IoT agar pengguna dapat memantau kondisi akuarium secara real-time melalui smartphone. Analisis menunjukkan bahwa integrasi IoT pada sistem ini mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas perawatan akuarium secara otomatis serta berbasis data.

3.1.1 Pengujian data pada Sensor Turbidity

Pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa hasil pengujian sensor turbidity dilakukan secara real-time untuk mengamati tingkat kejernihan air dalam akuarium. Sensor turbidity bekerja dengan prinsip pendeteksian intensitas cahaya yang dipantulkan oleh partikel dalam air. Semakin tinggi kekeruhan, semakin banyak partikel yang menghamburkan cahaya, sehingga nilai output sensor pun meningkat. Pengujian dilakukan dengan menggunakan beberapa sampel air dengan tingkat kejernihan yang berbeda, mulai dari air jernih, agak keruh, hingga sangat keruh. Sensor turbidity terhubung langsung ke mikrokontroler NodeMCU ESP32, yang secara otomatis mengirimkan data ke dashboard monitoring IoT. Hasil pengukuran ditampilkan dalam satuan voltase analog, kemudian dikonversi menjadi nilai NTU (Nephelometric Turbidity Unit) melalui pemrograman.

Dari hasil pengujian, sensor mampu mendeteksi perubahan kejernihan air dengan cepat, dengan melakukan 10 kali percobaan. Nilai yang ditampilkan sensor juga stabil dan konsisten terhadap perubahan kondisi air. Hal ini menunjukkan bahwa sensor turbidity berfungsi dengan baik dan dapat diandalkan sebagai komponen utama dalam sistem monitoring kualitas air pada smart aquarium. Pengujian ini menjadi dasar untuk aktivasi otomatis sistem pembersih kaca ketika ambang batas kekeruhan telah tercapai.

Tabel 2. Pengujian data Sensor Turbidity Level Air dalam Kondisi Jernih

Percobaan Ke	Tegangan Keluaran (V)	Nilai ADC	NTU (Nephelometric Turbidity Unit)	Keterangan
1	05.00	4095	00.20	Air sangat jernih
2	0,235417	4090	00.24	Air sangat jernih
3	05.00	4093	00.22	Air sangat jernih
4	05.00	4095	00.20	Air sangat jernih
5	0,235417	4088	00.26	Air sangat jernih
6	0,235417	4088	00.26	Air sangat jernih
7	0,235417	4090	00.24	Air sangat jernih
8	05.00	4094	00.21	Air sangat jernih
9	05.00	4094	00.21	Air sangat jernih
10	05.00	4095	00.20	Air sangat jernih
Rata-rata			0,22	Air sangat jernih

Sedangkan pada Tabel 3 terlihat hasil pengujian sensor turbidity dalam kondisi air yang sengaja dibuat keruh untuk mensimulasikan lingkungan akuarium yang kotor. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana sensitivitas sensor dalam mendeteksi peningkatan kekeruhan. Sensor menunjukkan respons yang cepat dan nilai output meningkat seiring bertambahnya tingkat kotoran dalam air. Data tersebut menjadi acuan sistem untuk mengaktifkan pembersih kaca secara otomatis. Hasil pengujian membuktikan bahwa sensor turbidity mampu membedakan kondisi air jernih dan keruh secara akurat, serta berfungsi optimal dalam sistem monitoring kualitas air berbasis IoT.

Tabel 3. Pengujian data Sensor Turbidity Level Air dalam Kondisi Kotor

Percobaan Ke	Tegangan Keluaran (V)	Nilai ADC	NTU (Nephelometric Turbidity Unit)	Keterangan
1	0,171528	3006	09.31	Air sangat keruh
2	0,172917	3021	09.19	Air sangat keruh
3	0,177083	3069	0,388194	Air sangat keruh
4	0,183333	3142	08.17	Air keruh
5	0,172917	3022	09.18	Air sangat keruh
6	0,181944	3127	08.30	Air keruh
7	0,182639	3138	08.21	Air keruh
8	0,184028	3150	08.11	Air keruh
9	0,172222	3011	09.27	Air sangat keruh
10	0,190278	3230	07.44	Air keruh
Rata-rata			7,85	Air keruh

3.1.2 Pengujian Motor Stepper

Proses pengujian dilakukan terhadap tiga motor stepper yang dipasang pada tiga sisi bagian dalam akuarium, yaitu sisi kiri, kanan, dan atas, seperti terlihat pada Tabel 4. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas gerakan spons pembersih kaca yang terhubung langsung ke masing-masing motor. Setiap motor stepper

dikendalikan oleh mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan diatur untuk bergerak secara terkoordinasi guna membersihkan permukaan kaca secara menyeluruh. Dalam uji coba ini, pergerakan motor stepper diuji dengan berbagai skenario, termasuk simulasi kondisi normal, kotor ringan, dan kotor sedang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua motor berfungsi dengan baik, dengan tingkat akurasi gerakan mencapai 92%. Motor mampu menggerakkan spons secara stabil dan tidak mengalami hambatan dalam lintasan pembersihan.

Kecepatan gerakan motor stepper juga diuji dalam beberapa variasi waktu dan torsi. Sistem bekerja paling optimal pada kecepatan 40 RPM dengan suplai daya stabil dari driver motor. Integrasi motor dengan sistem IoT memungkinkan pengguna mengaktifkan atau menghentikan motor secara manual melalui aplikasi, selain dari aktivasi otomatis berdasarkan sensor turbidity.

Tabel 4. Pengujian Motor Stepper

Percobaan ke	Perintah dari Sistem	Kecepatan Motor (RPM)	Arah Gerak	Durasi Pembersihan (detik)	Persentase Kebersihan Kaca (%)	Keterangan
1	Start Cleaning	30	Kanan	20	80	Kaca cukup bersih
2	Start Cleaning	35	Kiri	20	85	Kaca bersih merata
3	Start Cleaning	40	Kanan	15	90	Hasil sangat bersih
4	Start Cleaning	45	Kiri	15	92	Hasil sangat bersih
5	Start Cleaning	50	Kanan	10	88	Sedikit sisa kotoran
6	Start Cleaning	30	Kiri	25	80	Bersih namun memakan waktu
7	Start Cleaning	35	Kanan	18	85	Bersih merata
8	Start Cleaning	40	Kiri	15	90	Sangat bersih
9	Start Cleaning	45	Kanan	12	92	Sangat bersih
10	Start Cleaning	50	Kiri	10	88	Sedikit sisa kotoran

3.1.3 Pengujian Sensor Turbidity terhadap Buzzer

Pengujian sensor turbidity terhadap buzzer dilakukan untuk mengetahui efektivitas sistem dalam memberikan peringatan saat tingkat kejernihan air akuarium berada di luar ambang batas yang telah ditentukan. Hasil pengujian ini ditampilkan pada Tabel 5. Sensor turbidity akan membaca tingkat kejernihan air dan mengirimkan data ke mikrokontroler NodeMCU ESP32, yang kemudian memicu buzzer sebagai indikator suara jika kondisi air tidak sesuai standar. Berdasarkan pengujian, sistem memberikan dua respon berbeda pada buzzer:

- Jika nilai kejernihan air berada pada batas minimum, yaitu $NTU \geq 5$, maka buzzer aktif/bunyi sebagai tanda bahwa air terlalu jernih dan sistem tidak perlu menjalankan pembersih secara berlebihan.
- Jika nilai kejernihan air berada pada batas maksimum kekeruhan, yaitu $NTU \leq 5$, buzzer juga aktif/bunyi sebagai peringatan bahwa air sangat keruh dan perlu tindakan pembersihan segera.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa buzzer merespon dengan baik terhadap perubahan data dari sensor. Sistem ini terbukti mampu memberikan peringatan dini secara otomatis dan real-time terhadap kondisi kejernihan air akuarium.

Tabel 5. Pengujian Sensor Turbidity terhadap Buzzer

Percobaan Ke	Tegangan Sensor (V)	Nilai ADC	NTU	Kondisi Air	Status Buzzer
1	05.00	4095	00.20	Air sangat jernih	OFF
2	04.45	3642	0,19375	Air agak keruh	OFF
3	0,177083	3069	0,388194	Air sangat keruh	ON
4	0,183333	3142	08.17	Air keruh	ON
5	0,235417	4088	00.26	Air sangat jernih	OFF
6	0,181944	3127	08.30	Air keruh	ON
7	05.00	4094	00.21	Air sangat jernih	OFF
8	0,172222	3011	09.27	Air sangat keruh	ON

Percobaan Ke	Tegangan Sensor (V)	Nilai ADC	NTU	Kondisi Air	Status Buzzer
9	04.28	3509	05.10	Air agak keruh	ON
10	0,190278	3230	07.44	Air keruh	ON

3.2 Pembuatan Rangkaian dan Program

Pada pembuatan rangkaian sistem Smart Aquarium berbasis IoT, seperti terlihat pada Gambar 4, tahap awal dilakukan dengan menyiapkan komponen utama seperti sensor turbidity, motor stepper, buzzer, kabel jumper, power supply, NodeMCU ESP8266, dan modul WiFi. NodeMCU memiliki pin input/output digital dan analog untuk menghubungkan sensor dan aktuator.



Gambar 4. Tahap Pembuatan Rangkaian

Perancangan program dilakukan dengan bahasa C melalui Arduino IDE, yang mengatur pembacaan sensor, kendali motor, aktivasi buzzer, dan pengiriman data ke dashboard IoT. Proses pemrograman ditampilkan pada Gambar 5. Rangkaian ini dirancang agar bekerja otomatis dan responsif terhadap kondisi air akuarium.

```

1 #define BLYNK_PRINT Serial
2 #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6QCNF291X"
3 #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "AQUARIUM IOT"
4 #define BLYNK_AUTH_TOKEN "Py_hQiozy2GqFTycqNT0Om4sC1Nh-XFB"
5
6 #include <Wire.h>
7 #include <WiFi.h>
8 #include <WiFiClient.h>
9 #include <BlynkSimpleEsp8266.h>
10 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
11 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
12
13 char ssid[] = "TP-Link_E83A";
14 char pass[] = "naqialfathur212121";
15
16 #define sensorPin 33
17 #define valve_atas 14
18 #define valve_bawah 13
19 #define buzzer 23
20 #define trigger 32
21 #define echo 35
22 #define dirX 16
23 #define stepX 17
24 #define dirY 18
25 #define stepY 19
26 #define dirZ 27
27 #define stepZ 26
28 #define ssr_lampu 25
29 int waktu;
30 float volume, nilai_kosong, nilai_penuh;
31 float volt, ntu, jarak;

```

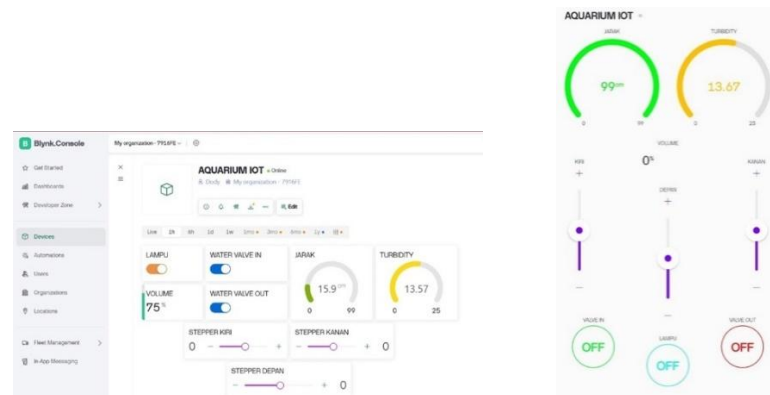
Gambar 5. Program smart Aquarium IoT

3.3 Pembahasan

3.3.1 Tampilan Dashboard Blynk

Pada Gambar 6 terlihat tampilan dashboard smart aquarium berbasis IoT menggunakan aplikasi Blynk yang memungkinkan pengguna memantau dan mengontrol sistem secara real-time. Dashboard menampilkan kontrol katup air, motor stepper, dan sensor turbidity. Hasil pengujian menunjukkan motor stepper pada kecepatan 40 RPM menghasilkan tingkat kebersihan kaca hingga 90%. Kecepatan tersebut dinilai optimal karena menghasilkan gerakan spons yang stabil dan kontak maksimal dengan kaca.

Jika kecepatan lebih tinggi, pembersihan menjadi kurang efektif karena kontak berkurang, sedangkan kecepatan terlalu rendah memperpanjang durasi pembersihan. Sensor turbidity memantau kejernihan air secara langsung, memberikan indikator kondisi akuarium. Sistem ini lebih efisien dibanding metode manual karena memungkinkan pembersihan otomatis, pemantauan jarak jauh, dan penghematan waktu perawatan.

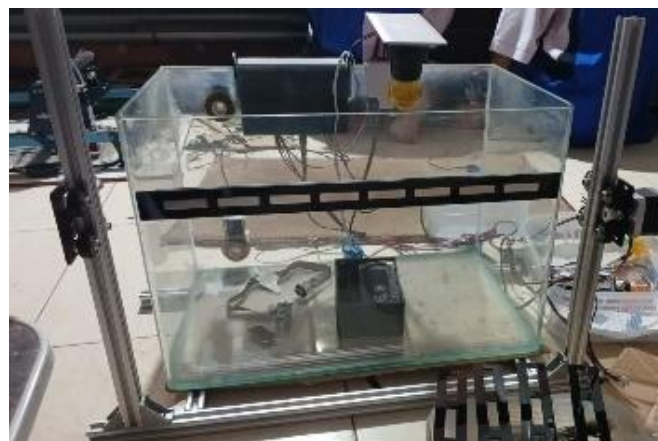


Gambar 6. Tampilan Dashboard Blynk di PC/Laptop dan Smartphone

3.3.2 Tampilan Motor Stepper Pada Akuarium

Pada Gambar 7 terlihat tampilan motor stepper yang dipasang pada tiga sisi bagian dalam akuarium, yaitu sisi kiri, kanan, dan atas. Motor stepper ini berfungsi sebagai penggerak utama sistem pembersih kaca, di mana setiap motor terhubung dengan spons pembersih yang bergerak secara otomatis. Pengoperasian motor stepper dikendalikan melalui sinyal digital yang dikirimkan oleh pengguna dari aplikasi dashboard berbasis IoT.

Sinyal perintah dikirimkan melalui jaringan internet ke mikrokontroler NodeMCU ESP32, yang kemudian meneruskan sinyal ke pin output tertentu yang telah diprogram. Berdasarkan sinyal tersebut, motor stepper dapat diaktifkan (hidup) atau dinonaktifkan (mati). Pengaturan ini memungkinkan sistem bekerja secara otomatis maupun manual, tergantung kebutuhan pengguna. Penempatan motor pada tiga sisi akuarium memastikan jangkauan pembersihan kaca lebih luas dan merata, sehingga kebersihan akuarium dapat terjaga dengan baik setiap saat.



Gambar 7. Tampilan Motor Stepper pada Akuarium

3.3.3 Tampilan Sensor Turbidity

Sensor Turbidity yang digunakan pada sistem pembersih kaca Smart Aquarium berbasis IoT dapat dilihat pada Gambar 8. Sensor ini telah melalui serangkaian pengujian dan menunjukkan hasil luaran yang maksimal. Sensor mampu membaca tingkat kejernihan dan kekeruhan air dengan akurasi tinggi. Data yang diperoleh dari sensor Turbidity dikirim secara real-time ke mikrokontroler NodeMCU ESP32 melalui pin input analog.

Mikrokontroler kemudian memproses data tersebut untuk menentukan kondisi air, apakah berada pada batas minimum kejernihan atau batas maksimum kekeruhan. Jika kondisi air berada di luar ambang batas yang telah ditentukan, maka sistem secara otomatis memberikan perintah ke motor stepper untuk mengaktifkan sistem pembersih kaca, dan buzzer akan berbunyi sebagai peringatan. Sensor Turbidity dipasang langsung di dalam akuarium, pada posisi yang memungkinkan pembacaan air secara optimal, tanpa terganggu oleh arus atau gelembung udara. Penempatan ini bertujuan untuk memastikan akurasi data yang dikirimkan ke sistem. Dengan adanya sensor ini, pengguna dapat memantau kondisi air secara digital melalui dashboard Blynk, dan sistem dapat bekerja secara otomatis menjaga kualitas kebersihan kaca akuarium.



Gambar 8. Tampilan Sensor Turbidity

3.3.4 Tampilan Rangkaian Sistem Smart Aquarium IoT

Rangkaian sistem yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 9 di bawah, yang menunjukkan integrasi keseluruhan komponen dalam sistem pembersih kaca pada smart aquarium berbasis IoT. Sistem ini dikendalikan oleh mikrokontroler NodeMCU ESP32, yang berfungsi sebagai pusat kendali untuk semua perangkat keras yang terhubung. Sensor turbidity, motor stepper, dan buzzer terhubung langsung ke pin input/output pada NodeMCU ESP32, dengan penempatan pin yang telah ditentukan sesuai dengan kebutuhan sistem.

Sensor turbidity mengirimkan data tingkat kejernihan air ke mikrokontroler, yang kemudian diproses untuk menentukan apakah kondisi air memerlukan pembersihan atau tidak. Jika nilai sensor melampaui ambang batas, maka NodeMCU ESP32 akan mengaktifkan motor stepper untuk menggerakkan spons pembersih kaca, serta buzzer untuk memberikan notifikasi suara. Rangkaian ini juga terhubung ke jaringan Wi-Fi, sehingga memungkinkan sistem dikendalikan dan dipantau secara jarak jauh melalui aplikasi IoT. Sistem ini dirancang agar bekerja secara otomatis, efisien, dan responsif.



Gambar 9. Tampilan Sistem Smart Aquarium IoT

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian, sistem pembersih kaca dengan mekanisme gerak motorik pada smart aquarium berbasis IoT berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Pengujian menunjukkan bahwa motor stepper dengan kecepatan optimal 40 RPM mampu menghasilkan tingkat kebersihan kaca hingga 90%, sedangkan sensor turbidity mencatat rata-rata nilai 7,85 NTU, yang menunjukkan kondisi air masih tergolong keruh. Nilai ini membuktikan sistem dapat mendeteksi perubahan kejernihan air secara real-time melalui mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan menampilkan data pada dashboard Blynk. Namun, sistem memiliki keterbatasan utama, yaitu sensor turbidity hanya mengukur kekeruhan air, bukan keberadaan lumut atau kotoran yang menempel langsung pada kaca, sehingga hubungan kausalitas antara nilai NTU dan tingkat kebersihan kaca belum sepenuhnya akurat. Meskipun demikian, integrasi sensor, motor, dan buzzer bekerja secara efisien serta mampu menjaga kebersihan aquarium secara otomatis dan berbasis data digital, menjadikannya solusi teknologi yang potensial untuk perawatan aquarium modern.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi Tahun 2025 atas hibah penelitian dan dukungan finansial yang diberikan. Ucapan terima kasih juga disampaikan



kepada Rektor, LPPM, Civitas Akademika Universitas Harapan Medan dan pihak-pihak yang telah memberikan dukungan terhadap penelitian yang dilakukan.

REFERENCES

- [1] P. Theagarajan, B. Padmanaban, K. Palanisamy, P. Raja, and P. Poomagan, "Development of An Automated IoT-based Fish Tank Maintenance Assistive System," in *Proceedings of the 7th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems, ICICCS 2023*, 2023. doi: 10.1109/ICICCS56967.2023.10142372.
- [2] M. Nur Ikhsyan, "Perancangan Smart Aquarium Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Comasie*, 2022, doi: 10.35889/progresif.v19i2.1289.
- [3] I. Rachman, R. Budiman, A. Muhajir, and R. Mi'raz, "Smart Aquarium Berbasis IoT Dengan Web Server dan Intellegent OTA," *Technologia*, vol. 14, no. 3, pp. 278–284, 2023, doi: <http://dx.doi.org/10.31602/tji.v14i3.11438>.
- [4] D. Hidayat and Ramli, "Sistem Kontrol Air dan Pencahayaan pada Aquarium Berbasis Internet of Things (IoT)," *Technology and Science (BITS)*, vol. 6, no. 2, 2024, doi: 10.47065/bits.v6i2.5775.
- [5] I. Bagus Prasetyo, A. Akbar Riadi, and A. Abdul Chamid, "Perancangan Smart Aquarium Menggunakan Sensor Turbidity dan Sensor Ultrasonik pada Aquarium Ikan Air Tawar Berbasis Arduino Uno," *Jurnal teknologi UMJ*, vol. 13, Jul. 2021, doi: <https://doi.org/10.24853/jurtek.13.2.193-200>.
- [6] A. Dabet and M. A. Iqbal, "Pembuatan Sistem Wiper Otomatis pada Kendaraan Menggunakan Aplikasi Arduino Uno," *Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology*, vol. 5, no. 2, pp. 17–22, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.29103/mjmst.v5i2.6020>.
- [7] P. S. Wibowo, I. K. Somawirata, and M. I. Ashari, "Rancang Bangun Robot Pembersih Jendela Berbasis Arduino," *Magnetika: Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro*, vol. 8, no. 1, 2024, Accessed: Mar. 24, 2025. [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/magnetika/article/view/10182>
- [8] N. Asnin, Farida, and S. Asfirawati Halik, "Prototype Pembersih Kaca Otomatis Berbasis Internet of Things Pada Indomaret Caile," *AMMATOA: Journal System Information And Computer Institut Teknologi Dan Bisnis Bina Adinata*, vol. 2, no. 1, pp. 163–176, 2024, doi: 10.63989/ammatoa.v2i1.77.
- [9] T. E. Suherman, M. H. Widiarto, and Z. Athalia, "Internet of Things System for Freshwater Fish Aquarium Monitoring and Automation Using Iterative Waterfall," in *2022 4th International Conference on Cybernetics and Intelligent System, ICORIS 2022*, 2022. doi: 10.1109/ICORIS56080.2022.10031310.
- [10] M. Soori, B. Arezoo, and R. Dastres, "Internet of Things for Smart Factories in Industry 4.0, a review," *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, vol. 3, pp. 192–204, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.iotcps.2023.04.006.
- [11] D. Hidayat and I. Sari, "Monitoring Suhu dan Kelembaban Berbasis Internet Of Things (IoT)," *Jutikomp*, vol. 4, no. 1, 2021, Accessed: Sep. 06, 2023. [Online]. Available: doi: <https://doi.org/10.34012/jutikomp.v4i1.1676>
- [12] B. Utomo and L. Anifah, "Rancang Bangun Smart Aquarium untuk Ikan Channa Berbasis IoT," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 12, no. 3, p. 6875, 2023, Accessed: Sep. 06, 2023. [Online]. Available: doi: <https://doi.org/10.26740/jte.v12n3.p68-75>
- [13] W. T. Sung, S. C. Tasi, and S. J. Hsiao, "Aquarium Monitoring System Based on Internet of Things," *Intelligent Automation and Soft Computing*, vol. 32, no. 3, pp. 1649–1666, 2022, doi: 10.32604/IASC.2022.022501.
- [14] M. Haq, D. Irawan, and J. Teknik, "Sistem Monitoring dan Kontrol Kualitas Air Pada Aquarium," vol. 9, no. Vol. 19 No. 1: Mei 2024, pp. 76–82, May 2024, doi: <https://doi.org/10.30587/e-link.v19i1.7578>.
- [15] R. K. Handoko, "Smart Aquarium Menggunakan Sensor Light Dependent Resistor Berbasis Internet of Things," *JSAI (Journal Scientific and Applied Informatics)*, vol. 4, no. 1, pp. 29–44, Feb. 2021, doi: 10.36085/jsai.v4i1.1227.
- [16] M. Syahputra and A. I. Santoso, "Rancang Bangun Sistem Absensi Otomatis Berbasis RFID dan ESP32 Di Kampus AMIK Polibisnis Perdagangan," *Jurnal Minfo Polgan*, vol. 14, no. 1, pp. 614–622, May 2025, doi: 10.33395/jmp.v14i1.14816.
- [17] Ayu Syahfitri, "Internet of Things (IoT), Sejarah, Teknologi, dan Penerapannya," *Uranus: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains dan Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. 113–120, Jan. 2025, doi: 10.61132/uranus.v3i1.667.
- [18] S. A. Sukarno, G. G. Maulana, and F. Andrea, "Koi Fish Pond Monitoring System Using IoT," *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, pp. 325–330, Dec. 2024, doi: 10.23917/emitor.v24i3.6732.
- [19] W. Jannah and N. Firmawati, "Sistem Monitoring Kekurangan Air Menggunakan Sensor Turbidity Dan Tranceiver Lora Ebyte E220 Pada Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Masyarakat," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 14, no. 2, pp. 103–109, Mar. 2025, doi: 10.25077/jfu.14.2.103-109.2025.
- [20] R. A. Pratama, M. Ikhsan, and I. Permana, "Arduino IoT Controller for Angle of Attack Measurement with Force Balance," *International Journal Software Engineering and Computer Science (IJSECS)*, vol. 4, no. 1, pp. 184–195, Apr. 2024, doi: 10.35870/ijsecs.v4i1.2190.
- [21] B. Cahyo Wibowo, M. Dahlan, and R. R. Setiawan, "Stepper Motor Control Analysis Using Acceleration-Deceleration Method Based on PLC (Programmable Logic Control)," Dec. 2023. doi: <https://doi.org/10.59562/metrik.v21i1.558>.
- [22] S. Adetia et al., "Penerapan Sistem Keamanan Berbasis Internet Of Things (IoT) dengan Sensor Alarm Buzzer," 2025. doi: <https://doi.org/10.37595/mediainfo.v24i1.323>.
- [23] H. Satria et al., "Stability Of An Integrated Power Supply In A Pv/Grid Network For An IoT System-Based Bsf Maggot Farming Monitoring Controller," *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery*, vol. 54, no. 12, 2023, doi: 10.62321/issn.1000-1298.2023.12.01.
- [24] L. A. . Zadeh, Recent advances in signal processing, robotics and automation : proceedings of the 9th WSEAS WSEAS International Conference on Signal processing, Robotics and Automation (ISPRA '10), University of Cambridge, UK, February 20-22, 2010. WSEAS Press, 2010.