

RANCANG BANGUN *SMART* AKUARIUM BERBASIS IOT DENGAN BOT TELEGRAM SEBAGAI MONITORING DAN NOTIFIKASI *REAL-TIME*

Septriani Silalahi¹, Hera Indriani², Junaidi³

Teknik Telekomunikasi^{1,2,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan
septrianisilalahi@students.polmed.ac.id¹, heraindriani@students.polmed.ac.id²,
junpolmed@gmail.com³

ABSTRAK

Pengelolaan akuarium memerlukan pemantauan dan perawatan rutin agar kualitas air dan kesehatan ikan terjaga. Namun, pemilik sering menghadapi keterbatasan waktu dalam melakukan tugas-tugas ini secara konsisten, yang dapat membahayakan kehidupan dalam akuarium. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem smart aquarium berbasis IoT yang dapat mengotomatisasi pemberian pakan, penggantian air, serta memantau kondisi akuarium secara *real-time*. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 dan ESP32 Cam yang terintegrasi dengan sensor suhu DS18B20, sensor turbiditas TS-300B, dan sensor ultrasonik. Pengumpulan data dilakukan melalui pengujian kinerja setiap sensor dalam berbagai kondisi operasional. Hasil pengujian menunjukkan sensor suhu DS18B20 memiliki akurasi tinggi dengan rata-rata error 0,67%, sementara sensor turbiditas TS-300B efektif dalam mendeteksi kekeruhan air. Sensor ultrasonik mampu mendeteksi jumlah pakan tersisa dengan rata-rata error 7,17%. Sistem pemberian pakan otomatis dan penggantian air berjalan sesuai harapan, dan ESP32 Cam berhasil mengirimkan notifikasi melalui Telegram hingga jarak 20meter dari sumber WiFi. Secara keseluruhan, sistem ini memberikan solusi praktis dan efisien bagi pemilik akuarium yang memiliki keterbatasan waktu, meskipun masih memerlukan penyempurnaan di beberapa area.

Kata Kunci : *Smart Aquarium*, Otomatisasi, ESP32, ESP32 Cam, *Internet of Things* (IoT)

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Akuarium, sebagai salah satu bentuk hobi dan dekorasi rumah, memerlukan perawatan yang cermat untuk menjaga kondisi yang optimal bagi kehidupan ikan. Pemeliharaan akuarium melibatkan berbagai tugas rutin seperti pemberian pakan, penggantian air, dan pemantauan kondisi lingkungan. Namun, keterbatasan waktu dan kesibukan pemilik sering menjadi kendala dalam menjaga kondisi akuarium tetap stabil. Ketika pemilik tidak berada di rumah, pemantauan dan pengontrolan kondisi akuarium menjadi semakin sulit, yang dapat membahayakan kesehatan ikan dan menyebabkan kematian jika tidak ditangani dengan baik (Hary Eka Putra, Moh. Jamil, 2019; Susanto et al., n.d.). Dalam beberapa tahun terakhir, Internet of Things (IoT) telah menawarkan berbagai solusi untuk meningkatkan efisiensi dan otomatisasi dalam berbagai bidang, termasuk pemeliharaan akuarium. IoT memungkinkan berbagai perangkat seperti sensor dan aktuator untuk saling terhubung melalui jaringan internet, memungkinkan pemantauan dan kontrol jarak jauh secara *real-time*. Meskipun beberapa sistem otomatis untuk akuarium telah dikembangkan, penelitian yang memanfaatkan IoT untuk memberikan solusi yang lebih komprehensif dan *real-time* masih jarang dilakukan.

Penelitian oleh (Fatriana Kadir, 2019) menunjukkan bagaimana IoT dapat diterapkan dalam pemantauan kualitas air dengan menggunakan sensor turbiditas, meskipun sistem tersebut masih mengandalkan tampilan manual tanpa otomatisasi pengurusan air. Selain itu, (Bit et al., 2021) mengembangkan sistem pemberi pakan yang terintegrasi dengan Telegram, namun kurang memanfaatkan otomatisasi waktu yang dapat meningkatkan efisiensi. Lebih jauh, penelitian oleh (Hary Eka Putra, Moh. Jamil, 2019) telah mengembangkan sistem monitoring berbasis Raspberry Pi dengan webcam untuk pemantauan jarak jauh. Sementara itu, (Damar & Setiyadi, 2022) serta (Suwanto & Santoso, 2022) mengusulkan sistem pemantauan dan pemberian pakan otomatis, namun masih terbatas pada integrasi sensor dan aplikasi *mobile* tanpa pemantauan visual yang efektif.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem *smart aquarium* berbasis IoT yang dilengkapi dengan bot Telegram untuk pemantauan dan notifikasi *real-time*. Sistem ini akan mengotomatisasi tugas-tugas pemeliharaan, termasuk pemberian pakan, pengurusan, dan pengisian air berdasarkan data sensor, serta memungkinkan pemilik untuk memantau kondisi akuarium secara visual melalui ESP32-Cam. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih komprehensif dan efisien bagi pemilik akuarium, terutama bagi mereka yang memiliki keterbatasan waktu dalam perawatan.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sebuah sistem *smart aquarium* berbasis IoT yang mampu mengotomatisasi perawatan akuarium, seperti pemberian pakan, pengurusan air, dan pemantauan suhu serta kualitas air secara *real-time*?
2. Bagaimana meningkatkan akurasi sensor yang digunakan dalam *smart aquarium* untuk mendeteksi parameter-parameter seperti suhu, kekeruhan air, dan sisa pakan secara otomatis dan tepat?
3. Bagaimana membuat sistem yang dapat memberikan notifikasi *real-time* melalui aplikasi Telegram, agar pemilik dapat memantau kondisi akuarium dari jarak jauh secara efektif?

Tujuan Penelitian

1. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem *smart aquarium* berbasis IoT yang mampu mengotomatisasi berbagai fungsi perawatan akuarium, termasuk pemberian pakan ikan, pengurusan dan pengisian air, serta pemantauan suhu air dan kondisi pakan secara *real-time*.
2. Penelitian ini bertujuan untuk menguji akurasi sensor DS18B20 dalam mengukur suhu air, sensor turbiditas TS-300B untuk mendeteksi kekeruhan air, dan sensor ultrasonik untuk mengukur jumlah pakan yang tersisa secara otomatis dan akurat.
3. Penelitian ini bertujuan untuk mengintegrasikan modul RTC DS3231 untuk otomatisasi pemberian pakan dan sistem notifikasi *real-time* melalui aplikasi Telegram, sehingga pemilik akuarium dapat memantau kondisi akuarium dari jarak jauh.

TINJAUAN PUSTAKA

Internet Of Things (IoT)

Internet of Things berasal dari dua kata: *internet* (*interconnection-networking*) adalah jaringan komputer yang saling terhubung menggunakan protokol global TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) untuk pertukaran data. *Things* dalam IoT merujuk pada objek sehari-hari yang datanya dapat diambil menggunakan sensor secara *real-time*. Internet of Things merupakan sebuah konsep yang terhubung dengan perangkat sebagai media komunikasi berbasis internet. Dengan adanya IoT, maka seorang *user* (pengguna) dapat saling berkomunikasi atau terhubung untuk melakukan berbagai aktivitas tertentu seperti mencari, mengolah, dan mengirimkan informasi secara otomatis. Komponen utama dalam operasional IoT yaitu sensor, *gateway* dan *cloud*.

Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System, berbasis chip, yang dirancang untuk mempermudah pembuatan sistem IoT yang memerlukan koneksi nirkabel. Mikrokontroler ini mengintegrasikan berbagai fitur dari ESP3, seperti konektivitas WiFi, Bluetooth, dan BLE (Bluetooth Low Energy), serta beberapa antarmuka I/O untuk sensor, aktuator dan komponen 16 lainnya (Baqi & Budi, 2023). ESP32 unggul dibandingkan mikrokontroler lain karena memiliki lebih banyak pin, termasuk pin analog, memori yang lebih besar, serta dukungan untuk Bluetooth 4.0 Low Energy dan WiFi.

Mikrokontroler ESP32 Cam

ESP32-CAM adalah salah satu mikrokontroler yang dilengkapi dengan kamera internal beresolusi 2 MP, slot kartu *microSD*, dan perlengkapan untuk menggunakan antena eksternal. Modul ESP32-CAM juga didukung oleh *library* yang memungkinkan implementasi kemampuan *face recognition*.

Meskipun memiliki banyak fitur, modul ini masih menyediakan akses ke beberapa pin GPIO, *Wi-Fi*, dan *Bluetooth*.

Sensor Turbidity TS300B

Turbidity sensor (sensor kekeruhan) merupakan alat deteksi kualitas air yang menggunakan prinsip cahaya. Sensor ini mengidentifikasi partikel yang berada dalam air dengan mengukur transmisi cahaya dan tingkat hamburan yang sering terjadi seiring dengan jumlah total *suspended solids* (TSS) di dalam air.

Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS18B20 adalah sensor suhu digital *one wire* yang hanya membutuhkan satu pin jalur data komunikasi. Sensor ini berfungsi mengubah besaran panas yang ditangkap menjadi besaran tegangan. Sensor DS18B20 memiliki ketelitian 9 hingga 12bit dan mampu mengukur suhu dalam kisaran $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $125\text{ }^{\circ}\text{C}$, dengan akurasi kesalahan $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada kisaran $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Askar, Susanto, and Wibowo 2022).

Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik menggunakan gelombang ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan suatu benda dengan mengukur jarak antara sensor dan benda tersebut. Dengan frekuensi 20.000 Hz, gelombang ultrasonik dapat merambat melalui berbagai media seperti zat cair, dan gas (Prastyo 2022a). Sensor Ultrasonik terdiri dari dua komponen utama yaitu, pemancar (*transmitter*) yang berfungsi mengirimkan gelombang ultrasonik ke arah objek dan penerima (*receiver*) yang berfungsi menerima gelombang ultrasonik yang dipantulkan kembali ke objek.

Modul RTC DS3231

Modul RTC DS3231 adalah perangkat jam elektronik yang menggunakan chip untuk menghitung waktu dari detik hingga tahun dengan presisi tinggi, dan menyimpan informasi waktu tersebut secara terus menerus. Dilengkapi dengan kompensasi suhu pada kristal osilator terintegrasi (TCXO) dan menggunakan clock referensi yang stabil dan akurat. Fitur ini memastikan bahwa RTC tetap akurat, dengan deviasi sekitar +2 menit per tahun (Ramadhan & Hikmah Nuzul, 2020).

Motor Servo

Motor servo merupakan salah satu jenis motor DC yang dirancang dengan sistem kontrol *feedback loop* tertutup (*close loop*), sehingga memastikan dan menentukan posisi sudut dari poros output motor (Salim et al., 2020). Motor servo memiliki karakteristik yang berbeda dengan motor DC biasa, yaitu dalam hal pengoperasiannya yang harus menggunakan pulsa digital (*Pulse Width Modulation*) dimana lebar dari pulsa digital mempengaruhi arah putaran motor servo serta besar sudut yang akan dibentuk oleh putaran motor servo (Muslimin, 2018). Motor servo bekerja dengan baik apabila pin kontrolnya diberikan sinyal PWM dengan frekuensi (f) 50 Hz atau dengan periode (t) 20 ms.

Sensor Water Level Float Switch

Float switch level adalah perangkat saklar diskrit yang menggunakan pelampung sebagai pemicu perubahan dalam saklar tersebut. Adapun mekanisme dari sensor *water level float switch* yaitu, saat pelampung terangkat oleh cairan, magnet di dalam pelampung akan mendekati *reed switch* (saklar yang berada di batang sensor). Kemudian, magnet tersebut akan mengaktifkan (menutup) atau menonaktifkan (membuka) *reed switch* berdasarkan posisi pelampung. Terakhir, saklar yang diaktifkan atau dinonaktifkan akan memberikan sinyal diskrit (ON/OFF) yang menuju status level air.

Relay

Modul relay Arduino bekerja berdasarkan prinsip pengendalian relay dasar. Ketika sinyal diberikan ke pin kontrol relay, relay dapat beralih antara posisi terbuka dan tertutup. Posisi terbuka menunjukkan bahwa tidak ada arus listrik yang mengalir melalui relay, sementara posisi tertutup memungkinkan arus listrik untuk mengalir. Secara teknis, ketika pin kontrol relay menerima sinyal HIGH, koil di dalam relay akan diaktifkan, dan kontak relay beralih ke posisi tertutup, sehingga memungkinkan arus listrik untuk mengalir melalui koneksi output relay. Sebaliknya, ketika pin

kontrol relay menerima sinyal LOW, koil relay dinonaktifkan dan kontak beralih kembali ke posisi terbuka (Prastyo, 2022).

Bot Telegram

Telegram merupakan sebuah aplikasi pesan instan berbasis *cloud* yang berfokus pada kecepatan dan keamanan. Salah satu fitur canggih dari telegram adalah telegram bot, yang merupakan sebuah fitur open source dari aplikasi telegram. Bot Telegram merupakan program yang berperilaku layaknya mitra obrolan seperti biasa dengan beberapa fungsi tambahan. Ia melakukan tugas yang telah ditentukan sebelumnya secara mandiri dan tanpa keterlibatan pengguna. Bot telegram pada dasarnya dapat melakukan semua hal yang dilakukan mitra obrolan manusia. Ia dapat mengirimkan informasi berupa pesan teks, gambar dan video.

Tingkat Kekeruhan Air

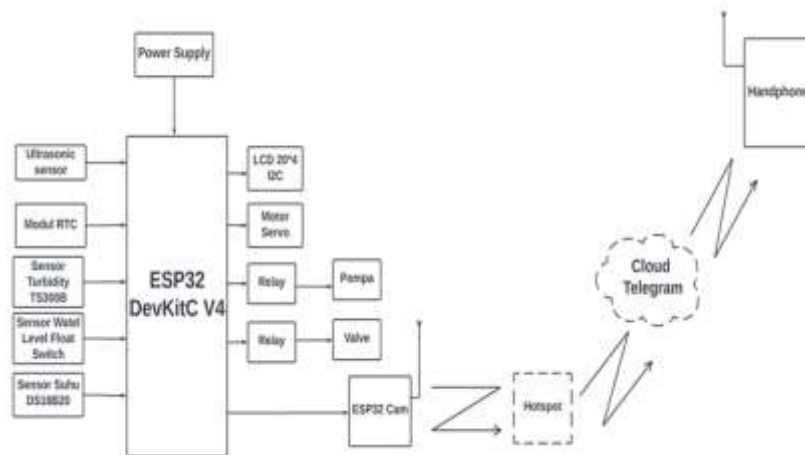
Kualitas air merupakan salah satu faktor penting dalam pemeliharaan ikan. Secara umum, standar kekeruhan air yang ideal di akuarium berkisar antara 10 hingga 25 NTU (Nephelometric Turbidity Units) untuk memastikan kesehatan optimal ikan hias (Kusumaraga et al., 2021). Secara umum, standar kekeruhan air yang ideal di akuarium berkisar antara 10 hingga 25 NTU (Nephelometric Turbidity Units) untuk memastikan kesehatan optimal ikan hias (Kusumaraga et al., 2021).

Jadwal Pemberian Pakan Ikan Hias

Waktu pemberian makan dapat ditentukan berdasarkan tahap perkembangan ikan. Untuk ikan hias yang masih dalam tahap anakan, disarankan untuk memberi makan secara konsisten pada pagi, siang dan sore hari. Waktu terbaik untuk memberi makan adalah pada pukul 7 pagi, 12 siang dan 6 sore setiap harinya dengan jumlah pemberian pakan berkisar 3% dari total bobot ikan (Prajayati et al., 2020).

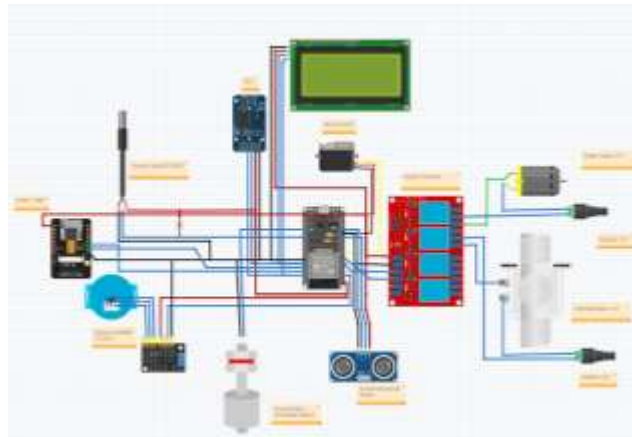
METODE PENELITIAN

Blok Diagram



Gambar 1. Blok Diagram

Diagram blok ini menggambarkan sistem smart akuarium yang terintegrasi, dimana beberapa komponen utama saling terhubung untuk memantau kondisi akuarium secara otomatis. ESP32 berfungsi sebagai mikrokontroler pusat yang mengendalikan berbagai sensor dan perangkat seperti sensor ultrasonik untuk mendeteksi jumlah pakan dalam kontainer, modul RTC sebagai jam elektronik, turbidity sensor TS300B untuk mendeteksi kekeruhan air, *water level float switch* untuk mendeteksi level air, motor servo sebagai motor dalam pemberian pakan otomatis, dan sensor suhu DS18B20 untuk mendeteksi suhu air. Modul relay digunakan untuk mengontrol pompa dan *valve* yang mengatur aliran air dalam akuarium. LCD akan menampilkan informasi untuk tanggal dan waktu, food level, NTU, dan suhu air. Data yang diambil oleh ESP32 akan dikirim menggunakan komunikasi serial ke ESP32 Cam. Data yang diterima dan yang diambil oleh ESP32 Cam berupa gambar pengawasan visual akan dipancarkan melalui WiFi dengan nama SSID: Samsung A13 8918 dan passwordnya: tkdx5343, kemudian wifi hotspot akan menyambungkannya ke cloud server dan data dapat dibaca di ponsel melalui aplikasi telegram.



Gambar 2. Skematik Perangkat Keras Keseluruhan Sistem

Sistem ini merupakan rangkaian keseluruhan sistem yang dilengkapi dengan sensor suhu DS18B20 untuk mengukur suhu air, sensor turbiditas TS300B untuk mengukur kekeruhan air, Sensor Ultrasonik untuk mengukur sisa pakan dalam *kontainer*, modul RTC sebagai jam elektronik pada sistem ini, motor servo sebagai penggerak untuk pemberi pakan otomatis ikan dan sensor *water level float switch* untuk mengukur ketinggian air. Semua operasi dalam sistem akan ditampilkan di LCD. ESP32 terhubung dengan LCD berukuran 20x4 yang dilengkapi dengan modul I2C. Dengan adanya modul I2C ini maka LCD dapat dikontrol dengan menggunakan 2 pin saja yaitu SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*).

Water level float switch memiliki prinsip seperti *switch*, yaitu terhubung atau tidak terhubung (on/off). ESP32 menerima input digital pada pin 4. Saat air tidak menyentuh *float* dari *water level float switch*, kondisi sensor akan 0 (tidak terhubung). Saat air penuh atau menyentuh float, sensor akan bernilai 1 (terhubung). Pada skematik rangkaian diatas juga ditunjukkan koneksi antara esp32 dengan dengan *aktuator*. Gambar tersebut menunjukkan pompa dan *valve* tidak dapat dioperasikan langsung dari ESP32. Maka dari itu, dibutuhkan tegangan tambahan 12V dan modul *relay* untuk mengoperasikan pompa dan valve. Pompa dan katup tidak dapat dioperasikan langsung dari ESP32, sehingga diperlukan tegangan tambahan 12V dan modul relay untuk mengoperasikan pompa dan katup. Pin 32 dan 33 pada ESP32 dikonfigurasi sebagai output digital untuk mengoperasikan pompa dan katup melalui modul relay. ESP32 beroperasi pada tegangan 3.3V, sehingga relay memerlukan tegangan tambahan 5V untuk berfungsi. Modul relay berfungsi untuk mengendalikan relay meskipun input kurang dari 5V. Prinsip kerja relay adalah sebagai saklar yang akan kontak ketika diberi tegangan, sehingga dapat menarik tuas saklar. Dengan menghubungkan pin COM dan NO, relay akan berfungsi sebagai saklar penghubung sumber tegangan DC 12V menuju *aktuator*.

Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah sistem smart aquarium berbasis IoT, sensor suhu DS18B20, sensor turbiditas TS-300B, sensor ultrasonik, modul RTC DS3231, ESP32 Cam, Telegram Bot untuk notifikasi, serta fungsi otomatisasi seperti pemberian pakan, pengurusan air, dan pemantauan kondisi akuarium.

Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian dan Perancangan dilakukan di Laboratorium Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Medan.

Teknik Pengumpulan Data

Terdapat beberapa metode yang digunakan dalam pengumpulan data yang digunakan yaitu;

1. Studi Pustaka (*Literature Review*) dimana untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang teori teori, konsep teknologi dan temuan sebelumnya yang berhubungan dengan sistem akuarium pintar.

2. Pengumpulan alat dan bahan, berdasarkan teori dan referensi dari alat tersebut. pengumpulan bahan melibatkan identifikasi dan pemilihan komponen teknologi yang akan digunakan dalam *smart* akuarium, seperti sensor turbiditas, suhu, kontroler ESP32 dan ESP32 Cam.
3. Perancangan desain sistem mencakup pembuatan skema, diagram alir, dan desain mekanik serta elektrik yang diperlukan untuk membangun sistem *smart aquarium*.
4. Implementasi sistem *smart* akuarium berdasarkan desain yang telah dirancang. Tahap ini mencakup perakitan komponen, instalasi perangkat lunak, dan pengaturan sistem keseluruhan.
5. Pengujian untuk mengevaluasi kinerja dan keandalannya. Pengujian ini mencakup uji fungsi komponen, uji integrasi sistem, serta uji coba dalam kondisi operasional sebenarnya. Tujuan dari pengujian adalah untuk mengidentifikasi dan memperbaiki masalah yang mungkin muncul, serta memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan harapan.
6. Pembuatan Analisa dan Kesimpulan, hal ini bertujuan untuk menganalisis data yang diperoleh dari hasil pengujian untuk menilai kinerja smart akuarium. Analisis ini mencakup evaluasi efektivitas, efisiensi, dan reliabilitas sistem berdasarkan data empiris yang terkumpul. Peneliti juga akan membandingkan hasil pengujian dengan tujuan dan hipotesis penelitian untuk menarik kesimpulan yang valid dan membuat rekomendasi perbaikan jika diperlukan.

Uji Coba

1. Pengujian sensor suhu ds18b20 dilakukan dengan menggunakan air mendidih yang ditambahkan secara perlahan lahan pada air dingin yang suhu awalnya adalah 25 °C. *Thermometer* juga ditempatkan didalam wadah yang sama sebagai referensi untuk pengukuran suhu yang akurat.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Suhu Ds18b20

Suhu DS18B20 (°C)	Suhu Thermometer (°C)	Error(%)
25.0	25.0	0.00 %
30.2	30.0	0.66 %
35.5	35.0	1.42 %
40.0	39.8	0.50 %
45.8	45.0	1.77 %
50.1	49.5	1.21 %
55.3	55.0	0.54 %
60.0	59.8	0.33 %
65.5	65.0	0.76 %
70.2	70.0	0.28 %
75.0	75.0	0.00 %
Rata rata		0.67 %

2. Pengujian sensor *Turbidity* menggunakan tiga variasi air yang ditempatkan dalam wadah berbeda untuk membandingkan hasilnya.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Turbidity

Jenis Air	NTU	Voltage
Air PDAM	1 NTU	1.53 V
Air Teh	10 NTU	1.41 V
Air Akuarium	15 NTU	1.34 V

3. Pengujian sensor ultrasonik dilakukan dengan menambahkan pakan setiap 10gram pada kontainer dan mengukur jarak yang terukur menggunakan penggaris serta jarak yang terukur oleh sensor ultrasonik.

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Berat (gr)	Jarak yang terbaca oleh Sensor Ultrasonic (cm)	Jarak yang terukur oleh penggaris (cm)	Error (%)
0	9.37 cm	10 cm	6.3%
10	9.03 cm	9.5 cm	4.9%
20	8.69 cm	8.9 cm	2.3%
30	8.06 cm	8 cm	0.75%
40	6.80 cm	6.2 cm	9.67%
50	5.59 cm	5 cm	11.8%
60	4.96 cm	4.5 cm	10.2%

70	4.66 cm	4.1 cm	13.6%
80	2.82 cm	3 cm	6%
90	2.53 cm	2.7 cm	6.2%
Rata Rata			7.17%

4. Pengujian pompa dan *valve* dilakukan dengan memberikan masukan logika untuk mengaktifkan pompa dan *valve*.

Tabel 4 Hasil Pengujian Pompa dan Valve

Kondisi	Kondisi	
	Pompa	Valve
<i>High</i>	Hidup	Katup Terbuka
<i>Low</i>	Mati	Katup Tertutup

5. Pengujian kekuatan sinyal WiFi yang diterima oleh ESP32 Cam dilakukan pada berbagai jarak dengan perangkat yang terhubung ke telegram sebagai *Access Point* (AP).

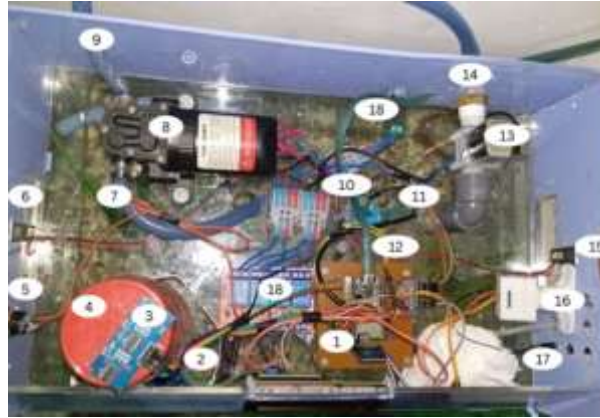
Tabel 5 Hasil Pengujian Kekuatan Sinyal WiFi

Jarak	WiFi Channel	RSSI	Jenis Pesan Permintaan	Jenis Pesan Masuk	Pesan masuk Telegram	Keterangan
0	6	-39	Cek Kondisi	Nilai suhu, kekeruhan dan persentase pakan	Ya	Pesan Permintaan terkirim dan pesan balasan masuk
1.5 m	6	-59	Cek Kondisi	Nilai suhu, kekeruhan dan persentase pakan	Ya	Pesan Permintaan terkirim dan pesan balasan masuk
3 m	6	-69	Cek Kondisi	Nilai suhu, kekeruhan dan persentase pakan	Ya	Pesan Permintaan terkirim dan pesan balasan masuk
4.5 m	6	-88	Cek Kondisi	Nilai suhu, kekeruhan dan persentase pakan	Ya	Pesan Permintaan terkirim dan pesan balasan masuk
6 m	6	-68	Cek Kondisi	Nilai suhu, kekeruhan dan persentase pakan	Ya	Pesan Permintaan terkirim dan pesan balasan masuk
7.5 m	6	-78	Cek Kondisi	Nilai suhu, kekeruhan dan persentase pakan	Ya	Pesan Permintaan terkirim dan pesan balasan masuk
9 m	6	-74	Cek Kondisi	Nilai suhu, kekeruhan dan persentase pakan	Ya	Pesan Permintaan terkirim dan pesan balasan masuk
10.5 m	6	-75	Cek Kondisi	Nilai suhu, kekeruhan dan persentase pakan	Ya	Pesan Permintaan terkirim dan pesan balasan masuk
12 m	6	-80	Cek Kondisi	Nilai suhu, kekeruhan dan persentase pakan	Ya	Pesan Permintaan terkirim dan pesan balasan masuk
13.5 m	6	-88	Cek Kondisi	Nilai suhu, kekeruhan dan persentase pakan	Ya	Pesan Permintaan terkirim dan pesan balasan masuk
20	6	-90	Cek Kondisi	Nilai suhu, kekeruhan dan persentase pakan	Ya	Pesan Permintaan terkirim dan pesan balasan masuk
25	6	-91	Cek Kondisi	Tidak Masuk Pesan	Tidak	Pesan permintaan terkirim namun tidak ada balasan untuk pesan tersebut
30 m	6	-91	Cek Kondisi	Tidak Masuk Pesan	Tidak	Pesan permintaan terkirim namun tidak ada balasan untuk pesan tersebut

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rancangan

Hasil perancangan ini mencakup berbagai aspek fungsional dan estetika untuk mendukung sistem *smart aquarium*. Gambar-gambar berikut ini menggambarkan keseluruhan hasil perancangan desain *case aquarium*, termasuk tata letak komponen dan bahan yang digunakan.



Gambar 3 Hasil Perancangan Bagian Dalam Boks Sistem

Tabel 6. Keterangan Gambar Bagian Dalam Boks Sistem

No	Keterangan Gambar
1	Modul RTC
2	Motor Servo
3	Sensol Ultrasonik
4	Kontainer Pakan
5	Tombol untuk pakan manual
6	Tombol manual pompa
7	Saluran pipa pengurasan air
8	Pompa pengurasan
9	Saluran pembuangan air keruh
10	Sensor Turbidity
11	Sensor Suhu
12	Sensor Water Level Float Swich
13	Valve Pengisian Air bersih
14	Saluran masuk air bersih
15	Tombol Manual valve
16	ESP32 Cam
17	Antena 3dB ESP32 Cam
18	Modul Relay sebagai pengontrol pompa dan valve



Gambar 4. Hasil Perancangan Bagian Kanan dan Kiri Boks Sistem



Gambar 5. Hasil Perancangan Tampilan Smart Aquarium

Sistem Pemberian Pakan Otomatis

Tabel 7. Hasil Penelitian Sistem Pemberian Pakan Otomatis

Waktu Sebenarnya	Waktu RTC	Kondisi Motor Servo	Notifikasi Telegram
06.59	07.00	Terbuka	Gambar Terkirim
11.59	12.00	Terbuka	Gambar Terkirim
17.59	18.00	Terbuka	Gambar Terkirim
06.59	07.00	Terbuka	Gambar Terkirim
11.59	12.00	Terbuka	Gambar Terkirim
17.59	18.00	Terbuka	Gambar Terkirim

Sistem pemberi pakan ikan otomatis dalam akuarium menunjukkan bahwa sistem berjalan dengan baik sesuai dengan waktu yang telah diatur melalui Modul RTC, yaitu pukul 07.00 untuk pemberian pakan pagi, pukul 12.00 untuk pemberian pakan siang, dan pukul 18.00 untuk pemberian pakan sore. Proses pemberian pakan ini berlangsung dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Ketika waktu sudah pemberian pakan berlangsung terjadi, motor servo akan aktif untuk mengeluarkan pakan. Meskipun terdapat perbedaan *delay* akan pengiriman notifikasi ke telegram sistem pemberi pakan, namun sistem tetap berfungsi dengan baik.

Hasil Sistem Penggantian Air Otomatis

Tabel 8 Hasil Penelitian Sistem Penggantian Air Otomatis

Hari	Nilai NTU	Kondisi Pompa	Kondisi Valve	Kondisi Water Level Float Switch	Notifikasi Telegram
Hari ke-1	5 NTU	Mati	Mati	HIGH	-
Hari ke-2	7 NTU	Mati	Mati	HIGH	-
Hari ke-3	7 NTU	Mati	Mati	HIGH	-
Hari ke-4	8 NTU	Mati	Mati	HIGH	-
Hari ke-5	9 NTU	Mati	Mati	HIGH	-
Hari ke-6	12 NTU	Mati	Mati	HIGH	-
Hari ke-7	15 NTU	Mati	Mati	HIGH	-
Hari ke-8	18 NTU	Mati	Mati	HIGH	-
Hari ke-9	19 NTU	Mati	Mati	HIGH	-
Hari ke-10	20 NTU	Mati	Mati	HIGH	-
Hari ke-11	21 NTU	Mati	Mati	HIGH	-
Hari ke-12	23 NTU	Mati	Mati	HIGH	-
Hari ke-13	23 NTU	Mati	Mati	HIGH	-
Hari ke-14	25 NTU	Mati	Mati	HIGH	-
		Hidup	Mati	LOW	
Hari ke-15	26 NTU	Mati	Hidup	LOW	Gambar Terkirim
		Mati	Mati	HIGH	

Sistem pengurasan akan terjadinya jika nilai batas keruh air menyentuh lebih dari 25 NTU. Proses akan pengurasan akan terjadi secara otomatis selama kurang lebih dari 3 menit. Pada hasil penelitian tersebut, proses pengurasan dan pengisian air akuarium terjadi pada hari ke-15 dengan nilai NTU yang didapatkan yaitu 26 NTU. Ketika proses pengurasan air terjadi, maka notifikasi pengiriman gambar proses pengurasan akan terkirim ke Telegram. Pompa akan menarik air dari dalam akuarium dan mengeluarkannya yang dilakukan selama 180000 yang diatur dalam program mikrokontroler atau sama dengan 3 menit waktu pengurasan terjadi.

Pengurasan selama 3 menit tersebut, telah membuang 80% air akuarium yang berukuran 40x25x20 cm. Setelah pengurasan selesai maka *Valve* akan otomatis hidup untuk melakukan pengisian air, dan juga akan mengirimkan notifikasi pengiriman gambar proses pengisian air ke Telegram. Proses pengisian ini akan berlangsung sampai air menyentuh sensor *Water Level Float Switch* bernilai *high* maka *Valve* akan otomatis mati atau proses pengisian air telah selesai.

Hasil Keseluruhan Sistem *Smart Aquarium*

Tabel 9. Hasil Penelitian Keseluruhan Sistem *Smart Aquarium*

Waktu	Motor Servo	Ultrasonic	NTU	Pompa	Valve	Water Level Float Switch	Keterangan	Pemberian pakan	Notifikasi	
									Pengurasan	Pengisian
07.00	Terbuka	30.45%					Tidak terjadi	Ya	Tidak	Tidak
12.00	Terbuka	30.45%					Tidak terjadi	Ya	Tidak	Tidak
18.00	Terbuka	30.45%	15	Mati	Mati	High	proses pergantian air	Ya	Tidak	Tidak
07.00	Terbuka	30.45%					Tidak terjadi	Ya	Tidak	Tidak
12.00	Terbuka	30.45%	19	Mati	Mati	High	proses pergantian air	Ya	Tidak	Tidak
18.00	Terbuka	30.40%					Tidak terjadi	Ya	Tidak	Tidak
07.00	Terbuka	30.40%	21	Mati	Mati	High	proses pergantian air	Ya	Tidak	Tidak
				Hidup	Mati	Low	Pengurasan selama 3 menit			
12.00	Terbuka	30.40%	26	Mati	Hidup	Low	Pengisian berlangsung	Ya	Ya	Ya
				Mati	Mati	High	Pengisian selesai			
18.00	Terbuka	30.38%	10	Mati	Mati	High	Tidak terjadi proses pergantian air	Ya	Tidak	Tidak

Sistem *smart aquarium* dijalankan selama 3 hari untuk memeriksa kondisi fungsionalitas keseluruhan sistem yang terintegrasi. Sistem pemberian pakan otomatis berfungsi dengan baik, dengan motor servo membuka penutup saluran pakan pada waktu yang telah ditentukan (07.00, 12.00, dan 18.00), dan pakan diberikan sesuai jadwal. Notifikasi juga terkirim dengan benar pada setiap waktu pemberian pakan. Sensor ultrasonik juga menunjukkan persentase sisa pakan yang konsisten dan akurat di setiap waktu pemberian pakan. Sensor turbiditas TS300B mampu mendeteksi tingkat kekeruhan air dengan baik. Ketika nilai NTU mencapai 26, sistem memicu proses pengurasan air. Pompa aktif selama 3 menit ketika nilai NTU melebihi ambang batas (26 NTU), dan proses pengurasan air berjalan dengan baik, diikuti dengan pengisian ulang air otomatis oleh valve. Pompa aktif selama 3 menit ketika nilai NTU melebihi ambang batas (26 NTU), dan proses pengurasan air berjalan dengan baik, diikuti dengan pengisian ulang air otomatis oleh *valve*. *Valve* berfungsi dengan baik, mengisi air hingga sensor *water level float switch* mendeteksi kondisi *high*, memastikan bahwa akuarium memiliki level air yang cukup setelah pengurasan.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan sistem *smart aquarium* berbasis *Internet of Things (IoT)* yang mampu mengotomatisasi berbagai fungsi penting dalam pemeliharaan akuarium. Sistem ini dapat menjalankan fungsi-fungsi seperti pemberian pakan ikan, pengurasan, dan pengisian air, serta pemantauan suhu air dan kondisi pakan secara real-time. Informasi serta notifikasi terkait aktivitas akuarium dikirimkan kepada pemilik melalui aplikasi Telegram, memastikan pemantauan dapat dilakukan dari jarak jauh. Sensor suhu DS18B20 menunjukkan

keakuratan yang tinggi dalam mengukur suhu air, dengan hasil yang hampir sama dengan thermometer konvensional.

Selain itu, sensor turbiditas TS-300B dapat diandalkan untuk mendeteksi kekeruhan air dan mendukung otomatisasi pengurusan air, meskipun pengaturan pencahayaan lingkungan perlu diperhatikan agar hasil deteksi tetap akurat dan konsisten. Pada aspek pengukuran pakan, sensor ultrasonik memberikan hasil yang cukup akurat dalam mendeteksi jumlah pakan yang tersisa di dalam kontainer, sementara modul RTC DS3231 menunjukkan kinerja yang baik sebagai pengatur waktu otomatisasi pemberian pakan. Pompa dan *valve* yang digunakan untuk pengurusan dan pengisian air juga beroperasi dengan baik, sesuai dengan perintah yang diterima dari mikrokontroler. Selain itu, ESP32-CAM berhasil mengirimkan pesan melalui Telegram hingga jarak 20meter dari Access Point (AP), dengan kekuatan sinyal WiFi yang bervariasi antara -39 dB hingga -90 dB, menunjukkan kinerja yang stabil dalam radius tersebut. Secara keseluruhan, sistem ini dapat berfungsi secara efisien dan efektif dalam mengotomatisasi perawatan akuarium, memberikan solusi yang memudahkan bagi pemilik yang memiliki keterbatasan waktu.

SARAN

Saran untuk penelitian lebih lanjut adalah mempertimbangkan pengurangan paparan cahaya eksternal untuk meningkatkan akurasi sensor turbiditas. Selain itu, pengembangan aplikasi dengan antarmuka yang lebih user-friendly akan memudahkan pengguna dalam memantau dan mengontrol *smart aquarium* secara lebih praktis dan efisien. Penambahan sensor pH air untuk memantau tingkat keasaman, serta sensor kualitas udara di sekitar akuarium, dapat menjadi langkah penting untuk mendeteksi perubahan lingkungan yang mungkin mempengaruhi kondisi akuarium, sehingga memberikan perlindungan lebih lanjut bagi kehidupan ikan dan tanaman air di dalamnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti berterima kasih kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini. Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Baqi, G. A., & Budi, A. S. (2023). Mekanisme Penyediaan Layanan pada Perangkat Smart Home berbasis ESP32 berdasarkan Dataset Time Series menggunakan K-Means. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 7(5), 2320–2327.
- Bit, J., Danar Joyo, G., & Imelda, I. (2021). *Arsitektur Remote Sistem Pemberi Pakan Ikan Berbasis Mikrokontroler Wemos D1 dan ESP32CAM* (Vol. 18, Issue 1). <https://journal.budiluhur.ac.id/index.php/bit>.
- Damar, R. A., & Setiyadi, D. (2022). Sistem Pemantauan Sisa Pakan, Penjadwalan Pemberian Pakan Dan Penggantian Air Pada Penampungan Ikan Cupang Berbasis Iot Dan Blynk. *Infotech: Journal of Technology Information*, 7(2), 115–124. <https://doi.org/10.37365/jti.v7i2.121>
- Fatriana Kadir, S. (2019). MOBILE IOT (INTERNET OF THINGS) UNTUK PEMANTAUAN KUALITAS AIR HABITAT IKAN HIAS PADA AKUARIUM MENGGUNAKAN METODE LOGIKA FUZZY. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 3, Issue 1).
- Hary Eka Putra, Moh. Jamil, S. L. (2019). Smart Akuarium Berbasis IOT Menggunakan Raspberry Pi 3. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*, 2(02), 60–66. <https://doi.org/10.47709/jpsk.v2i02.1742>.
- Kusumaraga, B. S., Syahririni, S., Hadidjaja, D., & Anshory, I. (2021). Aquarium Water Quality Monitoring Based On Internet Of Things. *Procedia of Engineering and Life Science*, 1(2). <https://doi.org/10.21070/pels.v1i2.966>.

- Muslimin, S. (2018). Analisis Pulse Motor Servo Sebagai Penggerak Utama Lengan Robot Berjari Berbasis Mikrokontroler. *Proton*, 10(1), 1–5. <https://doi.org/10.31328/jp.v10i1.800>.
- Prajayati, V. T. F., Hasan, O. D. S., & Mulyono, M. (2020). Magot Flour Performance in Increases Formula Feed Efficiency and Growth of Nirwana Race Tilapia (*Oreochromis sp.*). *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 22(1), 27. <https://doi.org/10.22146/jfs.55428>.
- Prastyo, E. A. (2022). *Pengertian dan Prinsip Kerja Motor Servo*. Arduino Indonesia. <https://www.arduinoindonesia.id/2022/10/pengertian-dan-prinsip-kerja-motor-servo.html>.
- Ramadhan, B. W., & Hikmah Nuzul. (2020). Rancang Bangun Sistem Pemberi Pakan dan Pembersih Kotoran Pada Kandang Kelinci Berbasis Mikrokontroler Atmega 2560. *SinarFe7-3*, 3(1), 1–5.
- Salim, A. I., Saragih, Y., & Hidayat, R. (2020). Implementasi Motor Servo SG 90 Sebagai Penggerak Mekanik Pada E. I. Helper (ELECTRONICS INTEGRATION HELMET WIPER). *Electro Luceat*, 6(2), 236–244. <https://doi.org/10.32531/jelekn.v6i2.256>.
- Susanto, D., Wijanarko, A., & Firmansyah, A. (n.d.). *Membuatan Pemberimakan Ikan Hias Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Atmega32 Untuk Akuarium*.
- Suwanto, Y., & Santoso, P. (2022). Pemberi Makan Ikan dan Pengurasan Otomatis pada Akuarium berbasis IoT. In *Jurnal Teknik Elektro* (Vol. 15, Issue 2).