

**SKRIPSI**

**SISTEM MONITORING SUHU, PH DAN PEMBERIAN PAKAN  
IKAN OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS DENGAN  
PROTOKOL *MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT*  
(MQTT)**

***AUTOMATIC TEMPERATURE, PH AND FISH FEEDING  
MONITORING SYSTEM BASED ON INTERNET OF THINGS WITH  
MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT PROTOCOL  
(MQTT).***



**Disusun oleh:**

**AL FANI ZAHRAH**

**D0221109**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT  
MAJENE  
2025**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**SISTEM MONITORING SUHU, PH DAN PEMBERIAN PAKAN IKAN  
OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS DENGAN PROTOKOL  
MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT (MQTT)**

Telah dipersiapkan dan disusun oleh

**AL FANI ZAHRAH**

**D0221109**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal 30 Juni 2025

Susunan Tim Penguji

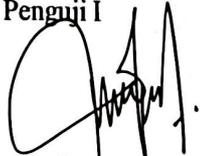
Pembimbing I

  
Musyriyah, S.Pd., M.Pd  
NIDN. 0014119302

Pembimbing II

  
Muh Rafli Rasvid, S.Kom., M.T  
NIP/ 198808182022031006

Penguji I

  
Nurdina Rasjid, S.Pd., M.Pd  
NIP. 198702032024212022

Penguji II

  
Nurani Natsir, S.Si., M.Si  
NUP. 9990549367

Penguji III

  
Muh Imam Quraisy, S.Kom., M.Kom  
NIDN. 0027019205

# HALAMAN PENGESAHAN

## SKRIPSI

### SISTEM MONITORING SUHU, PH DAN PEMBERIAN PAKAN IKAN OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS DENGAN PROTOKOL *MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT (MQTT)*

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:

**AL FANI ZAHRAH**

**D0221109**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I

Musyrifah, S.Pd., M.Pd  
NIDN: 0014119302

Pembimbing II

Muh. Rafli Rasyid, S.Kom., M.T  
NIP: 198808182022031006

Dekan Fakultas Teknik,

Dr. IP. Harsah Nirwana, M.T.  
NIP: 196404051990032002

Ketua Program Studi Informatika,

Muh. Rafli Rasyid, S.Kom.M.T  
NIP: 198808182022031006

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SISTEM MONITORING SUHU, PH DAN PEMBERIAN PAKAN IKAN  
OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS DENGAN PROTOKOL  
MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT (MQTT)**

**SKRIPSI**

Yang dipersiapkan dan disusun Oleh

**AL FANI ZAHRAH  
D0221109**

Telah disetujui oleh dosen pembimbing Skripsi  
Pada tanggal 30 Juni 2025

**Dosen Pembimbing I,**

**Dosen Pembimbing II,**

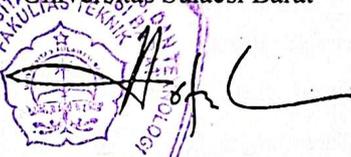
  
**Musyrifah, S.Pd., M.Pd**  
NIDN: 0014119302

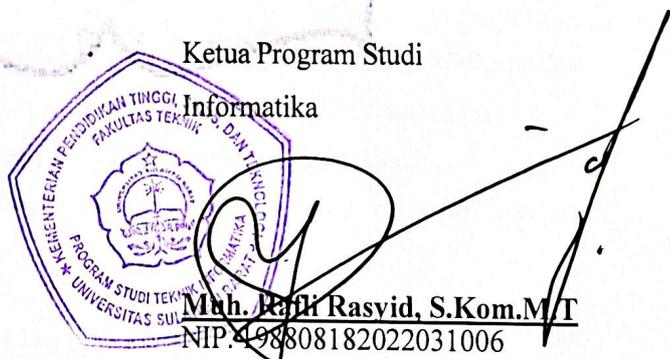
  
**Muh. Rafli Rasvid, S.Kom.M.T**  
NIP. 198808182022031006

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S. Kom)  
Tanggal 30 Juni 2025  
Mengetahui,

**Dekan Fakultas Teknik,  
Universitas Sulaesi Barat**

**Ketua Program Studi  
Informatika**

  
**Dr. Ir. Hafsah Nirwana, M.T**  
NIP. 196404051990032002

  
**Muh. Rafli Rasvid, S.Kom.M.T**  
NIP. 198808182022031006

## ABSTRAK

**Al Fani Zahrah** : Sistem *Monitoring* Suhu, pH Dan Pemberian Pakan Ikan Otomatis Berbasis *Internet Of Things* Dengan Protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT). (Di bimbing oleh Musyrifah, S.Pd.,M.Pd dan Muh. Rafli Rasyid, S.Kom., M.T)

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring suhu, pH, dan pemberian pakan ikan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) dengan mengimplementasikan protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT). Adapun latar belakang dari penelitian ini yaitu permasalahan dalam pemberian pakan ikan secara manual yang sering kali tidak teratur serta kurangnya pemantauan terhadap kondisi air akuarium, yang dapat berdampak negatif terhadap kesehatan dan pertumbuhan ikan, khususnya ikan guppy. Sistem ini dirancang dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R4 WiFi yang terhubung dengan sensor suhu DS18B20, sensor pH, sensor ultrasonik, serta motor servo untuk mengatur mekanisme pemberian pakan. Implementasi protokol MQTT digunakan sebagai media komunikasi antara perangkat keras dengan aplikasi monitoring berbasis mobile, yang memungkinkan proses pengiriman data suhu, pH, dan jumlah sisa pakan secara *real-time*. Selain itu, pengguna juga dapat menerima notifikasi ketika terjadi kondisi tidak normal seperti suhu dan pH di luar batas wajar atau pakan dalam kondisi rendah. Aplikasi juga menyediakan fitur pengaturan jadwal pemberian pakan dan kontrol manual melalui tombol aktivasi servo.

**Kata kunci:** IoT, MQTT, monitoring pakan ikan, Arduino Uno R4 WiFi, sensor suhu, sensor pH, sensor ultrasonik, otomatisasi.

## **ABSTRACT**

**Al Fani Zahrah** : *Automatic Temperature, pH and Fish Feeding Monitoring System Based on Internet Of Things With Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) Protocol. (Supervised by Musyrifah, S.Pd., M.Pd and Muh. Raflı Rasyid, S.Kom., M.T)*

*This research aims to design and develop a system for monitoring temperature, pH, and automated fish feeding based on the Internet of Things (IoT) by implementing the Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) protocol. The background of this study lies in the common issues found in manual fish feeding, which often lacks consistency and timely management, as well as limited monitoring of aquarium water conditions—factors that can negatively affect the health and growth of guppy fish. The system is built using an Arduino Uno R4 WiFi microcontroller connected to a DS18B20 temperature sensor, a pH sensor, an ultrasonic sensor, and a servo motor to control the feed dispensing mechanism.*

*The MQTT protocol is implemented as a communication bridge between hardware components and a mobile-based monitoring application, enabling real-time data transmission of temperature, pH, and remaining feed levels. In addition, users receive notifications when abnormal conditions occur, such as temperature or pH levels falling outside the normal range or low feed availability. The application also features feed scheduling and manual control options via a servo activation button.*

**Keywords:** *IoT, MQTT, fish feeding monitoring, Arduino Uno R4 WiFi, temperature sensor, pH sensor, ultrasonic sensor, automation.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Budidaya ikan guppy (*poecilia reticulata*) di Indonesia, terutama dalam dunia hobi ikan hias, terus berkembang pesat (Sutabri et al., 2021). Ikan guppy, dengan ukuran tubuh yang kecil dan warna yang bervariasi, menjadi salah satu pilihan utama bagi para penghobi ikan. Pemberian pakan yang tidak teratur atau berlebihan bisa mengakibatkan berbagai masalah kesehatan bagi ikan, seperti *overfeeding*, penurunan kualitas air, dan pertumbuhan yang terhambat (Hannah et al., 2024). Keterlambatan dalam pemberian pakan dapat menimbulkan dampak buruk pada kesehatan ikan guppy, seperti stres, kekurangan energi, dan bahkan kelaparan jika tidak segera diberi makan. Stres berkepanjangan dapat mengganggu sistem kekebalan ikan, membuatnya lebih rentan terhadap penyakit, sementara kekurangan gizi dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan (Baskoro et al., 2022). Penangkaran ikan guppy (*poecillia reticulata paters*) terus berupaya menciptakan berbagai jenis baru yang dapat memberikan kesempatan untuk menghasilkan ikan yang diinginkan karena keindahannya, sekaligus dapat digunakan dalam kompetisi ikan hias yang berpengaruh pada harga jual. harga jual tahun 2021 ini berkisar Rp.3 juta sampai Rp.6 juta per pasang, harga pasaran Internasional berkisar US \$ 500 setara 7 juta (Zuhri et al., 2021).

Selain itu, pemberian pakan ikan secara manual sering kali menemui berbagai tantangan, seperti ketidakteraturan dalam waktu pemberian atau ketidaktepatan jumlah pakan. Pada metode manual, kemungkinan pemilik akuarium lupa memberi makan ikan pada waktu yang seharusnya atau pemilik ikan memiliki kesibukan yang lain terlebih lagi pada saat akan meninggalkan rumah dalam waktu yang cukup lama atau memberikan pakan lebih banyak dari yang dibutuhkan ikan (Almufaridz et al., 2021). Hal ini dapat berdampak pada kualitas air yang menurun atau ikan yang kekurangan gizi dikarenakan pemberian pakan yang tidak teratur. Sedangkan ketepatan dan keteraturan waktu dalam pemberian pakan menjadi salah satu faktor utama dalam pemeliharaan ikan.

Pakan yang baik untuk ikan guppy harus mengandung nutrisi yang seimbang, termasuk protein, lemak, vitamin, dan mineral. Takaran pakan yang tepat sangat diperlukan untuk menghindari pemberian pakan secara berlebihan atau kekurangan. *Overfeeding* dapat menyebabkan penurunan kualitas air akibat sisa pakan yang tidak dimakan, sedangkan *underfeeding* akan menghambat pertumbuhan ikan dan merusak kesehatannya (Hannah et al., 2024). Jumlah pakan disesuaikan dengan jumlah ikan guppy, yaitu sebanyak 100 ekor, di mana berat rata-rata 1 ekor ikan guppy adalah sekitar 1 gram. Takaran pemberian pakan ikan guppy adalah 2% dari berat total ikan. Oleh karena itu, 100 ekor ikan guppy membutuhkan pakan sebanyak 2 gram atau sekitar 200 butir pakan per hari (Baskoro et al., 2022).

Bagi pemelihara ikan dengan banyak akuarium atau waktu terbatas, pemberian pakan yang konsisten menjadi suatu tantangan. Oleh karena itu, solusi otomatisasi dalam pemberian pakan ikan guppy yang dapat mengatur waktu dan jumlah pakan secara akurat sangat diperlukan untuk menjaga kesehatan ikan dan kualitas lingkungan akuarium. Teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi besar dalam hal ini. *Internet of Things* (IoT) mengacu pada konsep penghubungan perangkat melalui jaringan internet yang memungkinkan pengiriman dan penerimaan data secara otomatis. Teknologi *internet of things* dapat meningkatkan efisiensi pemberian pakan dan pemantauan kondisi akuarium. Salah satu protokol yang sering digunakan dalam aplikasi IoT (*Internet of Things*) yaitu MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*). MQTT merupakan protokol yang menggunakan prinsip *publish/subscribe*, sangat sederhana dengan protokol pesan yang ringan (*lightweight*). Protokol ini memiliki keunggulan dalam hal efisiensi daya dan latensi rendah, yang sangat cocok untuk aplikasi IoT (*Internet of Things*) yang membutuhkan komunikasi data secara *real-time*, seperti dalam sistem pemberian pakan ikan otomatis. Maka dari itu alasan utama mengapa menggunakan protokol MQTT karena kemampuannya yang efisien dalam mengatur komunikasi data antar perangkat IoT. Protokol ini memiliki latensi rendah, dengan rata-rata *delay* hanya sekitar 2 detik, memastikan data dapat dikirimkan secara *real-time* (Chaidir et al., 2024).

Selain itu, MQTT memiliki mekanisme reliabilitas tinggi melalui fitur QoS (*Quality of Service*), yang menjamin pengiriman data secara konsisten meskipun di lingkungan jaringan yang tidak stabil (Akbar et al., 2023). Keunggulan ini menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi IoT (*Internet of Things*) dalam akuakultur, termasuk sistem otomatisasi pemberian pakan ikan guppy.

Berbagai penelitian telah membuktikan efektivitas MQTT dalam sistem akuakultur. Contohnya, penelitian yang menggunakan MQTT untuk mengelola pemberian pakan secara otomatis dan memantau kualitas air. Sistem ini memanfaatkan sensor suhu, dan kekeruhan untuk memastikan lingkungan akuarium optimal bagi pertumbuhan ikan (Fikri & Nasir, 2022). Selain itu, penelitian lain menunjukkan bagaimana MQTT memungkinkan kontrol jadwal dan volume pakan melalui aplikasi berbasis Android, memberikan kemudahan pemantauan dan kontrol jarak jauh (Asmawati & Mansyur, 2023).

Penggunaan sistem otomatisasi berbasis IoT untuk pemberian pakan ikan guppy adalah topik yang relevan dan menarik untuk diteliti (Robiyanto et al., 2025). Masalah ketidakteraturan dalam pemberian pakan secara manual yang sering terjadi di kalangan penghobi ikan guppy, bisa berpotensi menurunkan kualitas hidup ikan dan hasil budidaya. Meskipun teknologi IoT (*Internet of Things*) sudah banyak diterapkan di berbagai sektor, penggunaannya dalam akuakultur, khususnya dalam pemeliharaan ikan guppy, masih terbatas (Robiyanto et al., 2025). Oleh karena itu, penelitian ini sangat diperlukan untuk mengembangkan dan mengevaluasi sistem pemberian pakan otomatis berbasis IoT (*Internet of Things*) dengan protokol MQTT yang lebih efektif dan efisien dalam budidaya ikan guppy.

Penerapan teknologi IoT (*Internet of Things*) dalam budidaya ikan hias telah menunjukkan kemajuan signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh (Maulaya, 2024) mengembangkan sistem otomatisasi pemberian pakan serta pemantauan kualitas air berbasis IoT. Sistem ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor suhu, pH, dan detektor ultrasonik untuk memantau kondisi air dan mengatur waktu pemberian pakan ikan melalui motor servo. Dengan sistem ini, pemilik akuarium tidak perlu khawatir tentang waktu pemberian pakan atau kualitas air.

Penelitian oleh (Chaya et al., n.d.) juga mengusulkan sistem pemantauan kualitas air terintegrasi dengan teknologi IoT, menggunakan sensor suhu, pH, dan level air yang dapat diperluas untuk pemberian pakan otomatis. Penelitian ini menunjukkan bagaimana teknologi IoT (*Internet of Things*) dapat digunakan untuk menjaga kualitas lingkungan akuarium dan mengotomatiskan pemberian pakan, yang sangat penting dalam merawat ikan. Penelitian-penelitian ini menggambarkan betapa pentingnya penggunaan teknologi IoT dalam perawatan ikan hias, termasuk ikan guppy yang membutuhkan perhatian khusus terhadap kondisi air dan pemberian pakan yang teratur. menggambarkan betapa pentingnya penggunaan teknologi IoT dalam perawatan ikan hias, termasuk ikan guppy yang membutuhkan perhatian khusus terhadap kondisi air dan pemberian pakan yang teratur.

Sistem Pemberian Pakan Otomatis Berbasis IoT Dengan Protokol MQTT ini diharapkan dapat mengatasi masalah ketidakteraturan dalam pemberian pakan ikan guppy. Dengan MQTT pemelihara ikan dapat mengatur waktu dan jumlah pakan secara *real-time* melalui aplikasi berbasis Android, sehingga pemberian pakan menjadi lebih terkontrol. Selain itu, sistem ini juga memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan akuarium, seperti suhu, pH, dan kadar oksigen, untuk memastikan ikan guppy hidup dalam kondisi yang optimal, dan dapat memantau sisa pakan yang ada pada penampungan pakan ikan. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya memberikan solusi pemberian pakan, tetapi juga memberikan kontrol yang lebih baik atas kondisi lingkungan yang berdampak langsung pada kesehatan dan pertumbuhan ikan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan ***Sistem Monitoring Suhu, pH dan Pemberian Pakan Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Protokol MQTT*** untuk ikan guppy, yang dapat meningkatkan efisiensi pemberian pakan dan kualitas pemeliharaan ikan guppy secara keseluruhan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi terhadap teknologi IoT (*Internet of Things*) dalam sektor budidaya ikan hias, tetapi juga memberikan solusi praktis untuk pengelolaan akuarium yang lebih baik.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Adapun Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana merancang dan membangun sistem monitoring pemberian pakan ikan otomatis berbasis IoT dengan mengimplementasikan Protokol MQTT?

## **1.3. Batasan Masalah**

Karena keterbatasan penulis, maka hanya di batasi pada:

1. Implementasi jenis akuarium yang digunakan yaitu akuarium bulat dengan ukuran 20x15x15 cm.
2. Pengujian alat ini menggunakan jenis ikan guppy
3. Jumlah dan takaran ikan yang digunakan sebanyak 5 ekor ikan
4. Pengguna hanya menerima notifikasi jika pH, suhu tidak normal dan Pakan rendah.

## **1.4. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun sistem monitoring pemberian pakan ikan otomatis berbasis IoT dengan mengimplementasikan Protokol MQTT?

## **1.5. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat Bagi Peneliti  
Peneliti bisa mendapatkan keuntungan dari hasil penelitian ini untuk menunjukkan perangkat pemberi pakan ikan otomatis.
2. Manfaat Bagi Pengusaha atau Masyarakat  
Memudahkan setiap orang untuk memberikan pakan ikan di akuarium secara otomatis, sehingga orang yang memelihara ikan tersebut walaupun sedang banyak aktivitas, tidak perlu khawatir akan pemberian pakannya. Karena alat ini akan bekerja sesuai dengan waktu yang telah di tentukan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Sistem Monitoring**

Monitoring adalah suatu aktivitas yang dilakukan untuk mengetahui proses jalannya suatu program yang telah dirancang, apakah berjalan dengan baik sesuai dengan yang direncanakan, mengetahui hambatan yang terjadi dan bagaimana cara mengatasi hambatan tersebut. Monitoring bertujuan untuk memastikan apakah suatu proses yang dilakukan sesuai dengan prosedur yang berlaku. Sistem monitoring akan mempermudah suatu pekerjaan jika dirancang dan dilakukan secara efektif (Vinola & Rakhman, 2020).

Menurut KBBI (KBBI, 2021) , *Monitoring* ialah suku awal „Monitor“ yang dalam artinya alat untuk memantau (seperti alat penerima yang digunakan untuk melihat gambar yang diambil oleh kamera televisi, alat untuk mengamati kondisi atau fungsi biologis, alat yang memantau kerja suatu sistem, terutama sistem komputer, dan sebagainya) dan Memonitor ialah mengawasi, mengamati, atau mengecek dengan cermat, terutama untuk tujuan khusus.

Sistem *monitoring* dapat dikategorikan sebagai bagian dari sistem otomasi, dengan menggunakan teknologi dan alat yang tepat, monitoring system dapat dilakukan secara otomatis tanpa memerlukan pengawasan manual yang intensif. Sistem otomatisasi memungkinkan pengumpulan data, analisis, dan pelaporan dilakukan secara otomatis, sehingga memudahkan pengguna untuk memantau kinerja, kondisi, atau parameter tertentu dalam suatu sistem (Muzakir A, 2023). Pada penelitian ini *monitoring* dilakukan pada air kolam ikan dan penampungan ikan yaitu meliputi pH air, suhu air, dan sisa pakan.

## 2.2. Pemberian Pakan Ikan

Pemberian pakan dalam suatu usaha budidaya sangat bergantung kepada beberapa faktor antara lain adalah jenis dan ukuran ikan, lingkungan dimana ikan itu hidup dan teknik budidaya yang akan digunakan. Pemberian pakan ikan adalah kegiatan yang rutin dilakukan dalam suatu usaha budidaya ikan oleh karena itu dalam manajemen pemberian pakan harus dipahami tentang beberapa pengertian dalam kegiatan budidaya ikan sehari-hari yang terkait dengan manajemen pemberian pakan antara lain adalah takaran dalam pemberian makan dan waktu pemberian makan (Darma, 2023). Pakan ikan yang digunakan yaitu jenis pakan buatan pelet.



**Gambar 2.1 Pakan Ikan**

Sumber : ( <https://www.pakan-ikan-hias-kecil/> )

### 2.3. Ikan Guppy

Ikan guppy merupakan ikan hias air tawar yang memiliki tingkat adaptasi tinggi. Ikan yang berukuran kecil dan warnanya yang cantik dan berwarna-warni, membuat kalangan dari masyarakat memeliharanya. Ikan guppy sendiri tergolong mudah untuk dipelihara, perawatannya pun tidak terlalu sulit. Menjaga kualitas air sangat penting untuk kelangsungan hidup ikan guppy. Ikan guppy dapat hidup pada suhu air diantara 22 sampai dengan 27 derajat celcius. Dengan pH air 6,5 sampai dengan 7,5. Parameter air yang baik untuk ikan guppy, bersih dan bebas dari bahan kimia berbahaya, mempunyai pH dan suhu yang sesuai kandungan Ammonia dan Nitrit yang rendah, serta tidak tercemar (Zainul Muttaqin et al., 2022).



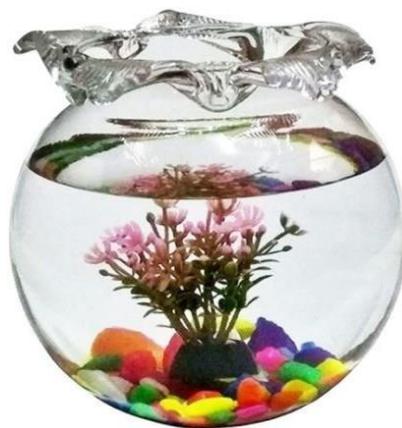
**Gambar 2.2. Ikan Guppy**

Sumber : ( Novi Veronika : <https://www.gramedia.com/> )

## 2.4. Akuarium

*Aquarium* pada dasarnya adalah tempat atau wadah untuk ikan hias air tawar maupun air laut. Akuarium menjadi tempat yang paling mudah, praktis dan tidak terlalu memakan banyak tempat (Zainul Muttaqin et al., 2022). *Aquarium* biasanya terbuat dari kaca dan akrilik, sehingga ikan hias yang diletakan didalamnya, bisa dengan jelas dilihat berenang kesana kemari. Dalam aquarium juga terdapat ikan, bebatuan, pasir serta tanaman air, sehingga dapat mempercantik aquarium (Abdullah et al., 2021).

Akuarium merupakan tempat yang dibuat untuk menyimpan ikan hias baik dari air tawar maupun laut, memberikan solusi yang efisien dan menghemat ruang. Umumnya terbuat dari kaca atau akrilik, yang memungkinkan tampilan jelas terhadap ikan di dalamnya. Di samping ikan, akuarium juga bisa dihiasi dengan unsur unsur seperti batu, pasir, dan tanaman air, yang tidak hanya memperindah penampilannya tetapi juga menciptakan suasana yang mirip dengan habitat alami. Jenis akuarium yang digunakan yaitu akuarium bulat atau akuarium bola kaca.



**Gambar 2.3. Akuarium**

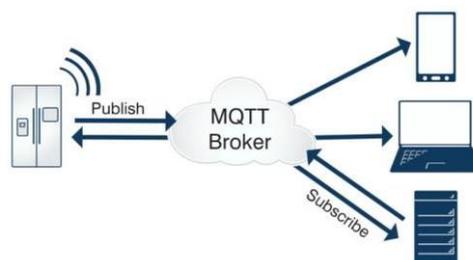
Sumber : ( Novi Veronika : <https://www.gamedia.com/> )

## 2.5. Internet Of Things

*Internet Of Things* merupakan konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. Internet Of Things adalah sebuah teknologi yang memungkinkan adanya pengendalian, komunikasi, kerja sama dengan berbagai perangkat keras, berbagi data, memvirtualisasikan segala hal nyata ke dalam bentuk internet dan lain-lain melalui jaringan internet (Almufaridz et al., 2021). *Internet of things* atau sering disebut dengan IoT saat ini mengalami banyak perkembangan. Perkembangan IoT dapat dilihat mulai dari tingkat konvergensi teknologi nirkabel, *microelectromechanical* (MEMS), internet, dan QR (*Quick Responses*) Code (Zainul Muttaqin et al., 2022). *Internet of Things* (IoT) ialah ide yang memperluas keuntungan koneksi internet dengan memungkinkan perangkat keras untuk berkomunikasi satu sama lain, bertukar data, dan bekerja sama melalui jaringan internet. Teknologi IoT terus mengalami perkembangan yang cepat, terlihat dari penggabungan berbagai teknologi seperti jaringan nirkabel, internet dan kode QR, yang memperluas penggunaan IoT dalam berbagai aspek kehidupan.

## 2.6. Protokol MQTT

MQTT adalah protokol konektivitas *machine-to-machine* (M2M) atau Internet of Things (IoT) sangat ideal untuk perangkat yang terhubung dengan aplikasi mobile. Protokol ini berfokus pada meminimalkan jumlah *bytes* pada sebuah jalur dan penggunaan daya yang rendah. Ukuran pesan maksimal 256 MB, namun tidak benar-benar dirancang untuk mengirim sejumlah data yang besar.



**Gambar 2.4. Proses MQTT**

Sumber : ( <https://ebyteiot.com/> )

Proses MQTT dalam menerima dan mengirim data ke aplikasi mengikuti mekanisme *publish-subscribe* yang melibatkan pengiriman data oleh aplikasi *Publisher*, pengelolaan oleh *Broker*, dan penerimaan data oleh aplikasi *Subscriber*.

### 1. Pengaturan Koneksi Ke Broker

Proses komunikasi antara *Publisher* dan *Subscriber* dalam protokol MQTT dimulai dengan mengatur koneksi ke *broker*. Koneksi ini dibuat melalui protokol TCP/IP dengan menggunakan port standar, misalnya port 1883 untuk koneksi tanpa *enkripsi* atau port 8883 untuk koneksi yang memiliki *enkripsi* (SSL/TLS). *Publisher* dan *Subscriber* memanfaatkan pustaka MQTT, seperti Paho MQTT untuk Python atau MQTT.js untuk JavaScript, untuk menghubungkan dengan *broker*.

### 2. *Publisher* Mengirim Data

*Publisher* kemudian mengirimkan data dengan langkah pertama memilih topik yang tepat, contohnya *sensor/suhu/ruang1*. Selanjutnya, *Publisher* menyiapkan pesan dalam format sederhana seperti JSON, contohnya `{"suhu": 27.5, "waktu": "2024-11-27T15:00:00"}`. *Publisher* juga menentukan tingkat Quality of Service (QoS) yang diinginkan, seperti QoS 0 untuk pengiriman tanpa jaminan, QoS 1 untuk pengiriman dengan minimal satu kali penerimaan, atau QoS 2 untuk pengiriman yang dijamin diterima persis sekali. Setelah itu, pesan dikirim ke broker menggunakan metode `publish()`.

### 3. Broker Mendistribusikan Data

Broker berfungsi sebagai perantara yang mendistribusikan data. Pertama, broker menerima pesan dari *Publisher* dan mencocokkannya dengan topik yang sesuai. Broker kemudian mengirimkan pesan itu kepada semua *Subscriber* yang sudah berlangganan topik tersebut. Jika QoS 1 atau QoS 2 digunakan, broker memastikan pesan diterima dengan mengelola proses acknowledgment (ACK).

#### 5. *Subscriber* Menerima Data

Subscriber, di sisi lain, harus terlebih dahulu berlangganan ke topik yang diinginkan dengan menggunakan metode `subscribe()`. Setelah ada pesan baru pada topik itu, broker mengirimkan pesan tersebut ke Subscriber. Jika QoS 1 atau QoS 2 digunakan, Subscriber mengirimkan acknowledgment kembali ke broker untuk memastikan pesan diterima. Selanjutnya, data yang diterima akan diproses lebih lanjut, misalnya agar bisa diteruskan ke aplikasi yang menampilkan informasi tersebut.

#### 6. Aplikasi Memproses Data

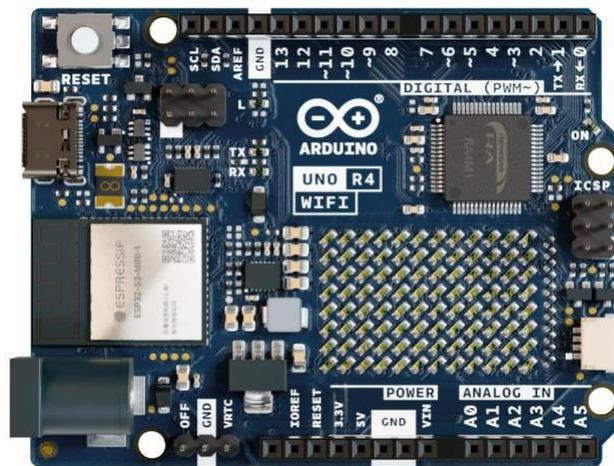
Setelah data diterima oleh aplikasi, berbagai proses tambahan dilakukan. Aplikasi dapat menunjukkan data secara langsung di antarmuka pengguna, seperti pada *dashboard* pemantauan. Selain itu, data tersebut juga dapat disimpan ke dalam database untuk keperluan analisis lebih lanjut. Berdasarkan informasi yang diterima, aplikasi dapat memicu tindakan tertentu, seperti mengirimkan notifikasi jika suhu melebihi batas atau secara otomatis mengontrol perangkat lain. Proses ini memastikan adanya aliran data yang efisien dan responsif antara perangkat IoT dan aplikasi pengguna.

### 2.7. Arduino IDE

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang bisa disebut wiring yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari *software processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan arduino. Program yang ditulis dengan menggunakan arduino software (IDE) disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi `.ino`. Teks editor pada arduino *software* memiliki fitur-fitur seperti *cutting*, *paste* dan *searching replacing* sehingga memudahkan kamu dalam menuliskan kode program pada *software* arduino IDE, terdapat semacam *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan error, *compile*, dan upload program. Di bagian bawah paling kanan software arduino IDE, menunjukkan board yang terkonfigurasi beserta COM ports yang digunakan (Prabowo et al., 2020).

## 2.8. Arduino Uno R4 WiFi

Arduino Uno R4 WiFi adalah varian terbaru dari seri Arduino Uno, yang merupakan penerus Arduino Uno R3. Mikrokontroler ini diperkenalkan pada tahun 2023 dengan peningkatan besar dalam performa, memori, dan konektivitas nirkabel. Arduino UNO R4 Wifi berperan sebagai mikrokontroler utama dalam sistem otomatis pengisian air, mengolah data dari sensor ultrasonik, sensor kebocoran, dan sensor tekanan untuk memastikan aliran air optimal. Mikrokontroler ini menjalankan sensor untuk mengontrol atau memonitoring pemberian pakan secara otomatis, mencegah kelebihan atau kekurangan pemberian pakan tanpa perlu pengawasan manual. Dengan fitur WiFi dan Bluetooth (BLE) di Arduino Uno R4 WiFi, mikrokontroler ini menjadi pilihan optimal untuk proyek Internet of Things (IoT).

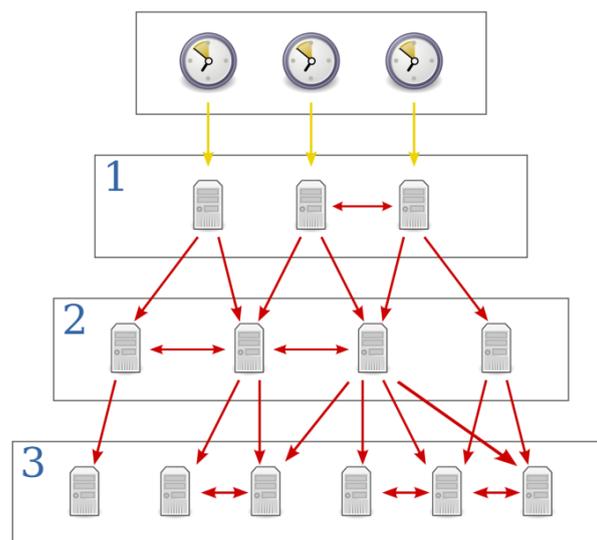


**Gambar 2.5. Arduino Uno R4 WiFi**

Sumber : (<https://technologieservices>)

## 2.9. Network Time Protocol

NTP Server atau Time Server dapat berupa komputer biasa yang dijadikan server waktu. Network Time Protocol atau lebih sering disebut dengan istilah NTP merupakan sebuah mekanisme atau protokol yang digunakan untuk melakukan sinkronisasi terhadap penunjuk waktu dalam sebuah sistem komputer dan jaringan. Proses sinkronisasi ini dilakukan di dalam jalur komunikasi data yang biasanya menggunakan protokol komunikasi TCP/IP. Protokol ini juga digunakan untuk menyelaraskan waktu di jaringan komputer dengan akurasi tinggi, sering kali dalam hitungan milidetik dari Universal Time Coordinated (UTC). NTP menggunakan hirarki yaitu sistem semi-berlapis pada tingkat sumber waktu. Maka, setiap tingkat hirarki ini disebut suatu stratum dan diberikan nomor lapisan dimulai dengan 0 (nol), 1 (satu) dan seterusnya (Robiyanto et al., 2025).



**Gambar 2.6. Network Time Protocol**

Sumber: ( <https://www.shresthasujit.com.np/> )

## 2.10. Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 merupakan salah satu sensor yang dapat mengukur suhu air dalam kolam karena sensor ini merupakan sensor yang *waterproof* (Maryam et al., 2023). Sensor Suhu DS18B20 adalah sensor Suhu yang menggunakan *interface one wire*, sehingga hanya menggunakan kabel yang sedikit dalam instalasi nya. Unik nya sensor ini bisa di jadikan paralel dengan satu input. Arti nya kita bisa menggunakan sensor DS18B20 lebih dari satu namun output sensor nya hanya di hubungkan ke satu PIN Arduino (Rahmanto et al., 2020).

Sensor suhu DS18B20 adalah alat pengukur suhu yang bisa dipakai untuk mengukur suhu air, termasuk dalam kolam, karena memiliki kemampuan tahan air. Alat ini memanfaatkan antarmuka one-wire yang memungkinkan pemasangan dengan sedikit kabel. Selain itu, alat ini dapat diparalelkan, sehingga sejumlah sensor dapat disambungkan ke satu pin Arduino, membuatnya praktis dan efisien untuk sistem pengukuran suhu yang memerlukan banyak titik ukur. Peneliti menggunakan sensor suhu DS18B20 untuk mengukur suhu air di akuarium.



**Gambar 2.7. Sensor Suhu DS18B20**

Sumber : (Maryam et al., 2023)

### 2.11. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik merupakan alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang ultrasonik. Sensor HCSR04 merupakan salah satu sensor ultrasonik yang sering digunakan untuk mengukur jarak suatu benda (Maryam et al., 2023).

Sensor ultrasonik merupakan sensor yang menggunakan gelombang ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan suatu benda dengan memperkirakan jarak antara sensor dan benda tersebut. Sensor ultrasonik dapat digunakan untuk mengukur ketinggian air atau jarak dari permukaan air (atau benda lainnya) dengan menggunakan gelombang ultrasonik. (Setiawan, 2023).

Sensor ultrasonik adalah alat yang memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk menentukan jarak atau mendeteksi objek, dengan cara mengukur waktu perjalanan gelombang suara yang dipancarkan dan kembali. HC-SR04 adalah tipe sensor ultrasonik yang sering digunakan karena kemampuannya dalam aplikasi seperti pengukuran jarak objek atau ketinggian air. Sensor ultrasonik, termasuk HC-SR04, menyediakan solusi efektif untuk pengukuran jarak yang akurat, didukung oleh teknologi pemancar dan penerima gelombang ultrasonik yang memungkinkan penghitungan jarak secara tepat berdasarkan waktu gelombang yang dipantulkan. Peneliti menggunakan sensor ultrasonik HCSR04 untuk mendeteksi banyaknya sisa pakan ikan dalam wadah.



**Gambar 2.8. Sensor Ultrasonik**

Sumber : (Maryam et al., 2023)

## 2.12. Sensor pH

Pada pH Meter pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektroda kimia yang terjadi antara larutan yang terdapat di dalam elektroda gelas (*membrane glass*) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui . Sensor pH merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi tingkat pH air apakah air dalam kolam tersebut bersifat asam atau basa (Maryam et al., 2023).

Sensor pH air adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi tingkat keasaman air yang kemudian mengirimkan informasi derajat keasaman air ke sebuah NodeMcu. Nilai dari keasaman air akan diolah oleh NodeMcu sebelum diinformasikan ke pengguna (Zainul Muttaqin et al., 2022).

Pengukuran pH air dilakukan dengan prinsip perbedaan potensial elektroda kimia antara larutan dalam dan luar elektroda gelas, yang berfungsi untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air. Sensor pH berperan sebagai perangkat untuk mengukur nilai pH air, yang selanjutnya dikirim untuk dianalisis lebih lanjut oleh perangkat elektronik, seperti NodeMCU, sebelum hasilnya disampaikan kepada pengguna. Dengan demikian, sensor pH dan teknologi yang mendukungnya memudahkan pemantauan dan analisis kualitas air secara langsung. Peneliti menggunakan sensor pH untuk mendeteksi kadar pH di akuarium.



**Gambar 2.9. Sensor pH**

Sumber : (Maryam et al., 2023)

Tingkat keasaman suatu zat dapat dilihat pada Tabel 2.1. (Ertyan et al., 2019) :

**Tabel 2.1. Keadaan Zat pH Air**

Keadaan Zat	Tingkat Pengukuran pH
Asam	$0 < \text{PH} < 7$
Netral	$\text{PH} = 7$
Basa	$7 < \text{PH} < 14$

### 2.13. Motor Servo

Motor servo adalah perangkat elektro mekanis yang dirancang menggunakan sistem kontrol jenis loop tertutup (servo) sebagai penggerak dalam sebuah rangkaian yang menghasilkan torsi dan kecepatan yang berdasarkan arus listrik dan tegangan yang ada (Darma, 2019). Motor servo adalah alat yang digunakan untuk mengontrol sudut berputarnya motor sesuai dengan sudut yang ditentukan di program (Maryam et al., 2023).

Motor servo adalah alat elektromekanis yang dibuat dengan sistem kontrol loop tertutup untuk memberikan gerakan yang akurat berdasarkan masukan arus dan tegangan. Alat ini memungkinkan penyesuaian sudut rotasi sesuai dengan kebutuhan program. Penelitian ini menggunakan motor servo tipe SG90s untuk mekanisme sederhana, seperti membuka dan menutup wadah pakan ikan, dengan sudut putar yang dibatasi dalam rentang 0–180°.



**Gambar 2.10. Motor Servo**

Sumber : (Maryam et al., 2023)

## 2.14. Penelitian Terkait

Ada beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Nuhun Rivaldi, RianaT.Manges,Fhatiah Adiba (2023). Dengan judul penelitian yaitu “Pengembangan Teknologi Pakan Ikan Otomatis Berbasis IOT Dengan Menggunakan NodeMCU Esp8266 Dan Android MQTT”. Adapun hasil dari penelitian ini berupa pengembangan teknologi alat pakan ikan otomatis berbasis IoT dengan menggunakan NodeMCU Esp8266 yang dihubungkan dengan aplikasi MQTT Dash dapat bekerja dengan baik begitu pula dengan proses ontrol melalui MQTT Dash. Dengan adanya IoT pemantauan menjadi mudah serta dengan adanya cloud membuat sistem IoT menjadi semakin efisien (Rivaldi et al., 2023).
2. Candra Skad, Reza Nandika (2020). Dengan judul penelitian “Pakan Ikan Berbasis Internet Of Thing (Iot)”. Adapun hasil dari penelitian ini yaitu jangkauan terjauh dari Alat Pakan Ikan Berbasis Internet of Thing ini adalah maximal 3 meter dan dengan sudut jangkauan sebesar 90 derajat, sehingga untuk penempatan di kolam ikan agar lebih efektif, maka harus diletakkan satu unit alat maximal setiap 5 meter (Skad & Nandika, 2020).
3. Pretty Veronica Ertyan, Porman Pangaribuan, Agung Surya Wibowo (2019). Dengan judul penelitian “Sistem Monitoring dan Mengontrol Aquarium Dalam Pemeliharaan Ikan Hias Dari Jarak Jauh” adapun hasil dari penelitian ini untuk mengembangkan sistem untuk memantau dan mengontrol akuarium ikan hias jarak jauh dan hasilnya menunjukkan sistem ini efektif menjaga kondisi akuarium secara optimal dari jarak jauh (Ertyan et al., 2019).
4. Supriadi, Sumartono Ali Putra (2019). Dengan judul penelitian “Perancangan Sistem Penjadwalan Dan Monitoring Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Internet Of Thing”. Adapun hasil dari penelitian ini mampu mendeteksi beban dengan baik walaupun terjadi kesalahan pembacaan sensor berat sebesar 0.05% dari alat pembanding berat. Sehingga pemberian makan dapat diberikan sesuai umur dengan jenis dan dosis yang tepat (Putra, 2019).

5. Tiara Rohma Dewi Fortuna, Porman Pangaribuan, Sony Sumaryo (2019). Dengan judul penelitian “Perancangan Akuarium Pintar Untuk Pemeliharaan Ikan Air Tawar Dengan Algoritma Context Aware Berbasis Iot”. Adapun hasil dari penelitian ini merancang Smart Aquarium yang secara otomatis mengatur pemberian pakan dan pengurasan air, menggunakan Arduino Mega dan NodeMCU. Dengan dukungan sensor dan aplikasi Blynk, sistem ini memudahkan pemeliharaan ikan hias, bekerja dengan akurasi tinggi untuk menjaga kebersihan dan kualitas air (Rohma et al., 2019).
6. David Anugrah Kurniawan, Yuniarto, Dista Yoel Tadeus, Eko Aryanto, dan Iman Setiono (2019). Dengan judul “Rancang Bangun Alat Pemberi Makan Ikan Hias Otomatis Berbasis Atmega 8535”. Adapun hasil dari penelitian ini dapat menunjukkan hasil yang sesuai dan dapat memberikan pakan ikan secara otomatis pada waktu yang telah ditentukan. Untuk hasil berat pakan yang dikeluarkan dalam waktu buka 1 detik, rata-rata sebesar 1,3 gram. Nilai suhu dan takaran makanan ditampilkan pada LCD 16x2 berupa karakter angka. Putaran sudut motor servo sebanding dengan besar duty cycle yang diberikan (Kurniawan et al., 2019).

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Penelitian ini telah berhasil merancang dan membangun sebuah sistem monitoring pemberian pakan ikan otomatis yang mampu bekerja secara efisien, *real-time*, dan terintegrasi dengan baik.

Sistem ini dikembangkan dengan memanfaatkan mikrokontroler Arduino Uno R4 WiFi yang berfungsi sebagai pusat kendali perangkat, serta dilengkapi dengan sensor-sensor seperti sensor ultrasonik untuk mendeteksi sisa pakan dalam wadah dan sensor suhu untuk memantau kondisi lingkungan kolam. Aktuator berupa motor servo digunakan untuk mengatur mekanisme pemberian pakan secara otomatis. Seluruh data sensor dikirimkan melalui jaringan WiFi dengan menggunakan protokol MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*), yang memungkinkan proses komunikasi data berlangsung ringan, cepat, dan stabil bahkan dalam kondisi jaringan dengan *bandwidth* terbatas.

Implementasi protokol MQTT terbukti efektif dalam mendukung proses pertukaran data antara perangkat IoT dan aplikasi pemantauan. Data yang dikirimkan dapat diterima secara *real-time* oleh aplikasi monitoring, sehingga pengguna dapat memantau kondisi sistem serta mengendalikan proses pemberian pakan dari jarak jauh dengan lebih mudah dan responsif. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya mempermudah proses manajemen pakan, tetapi juga berpotensi meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi ketergantungan pada tenaga manual, serta memperbaiki ketepatan waktu dalam pemberian pakan ikan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perancangan dan pembangunan sistem monitoring pemberian pakan ikan otomatis berbasis *Internet of Things* dengan implementasi protokol MQTT merupakan solusi yang efektif dalam mendukung kegiatan budidaya ikan secara *modern* dan berkelanjutan.

## 5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas maka saran untuk peneliti atau pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Menjadikan fitur notifikasi menyerupai notifikasi pada aplikasi WhatsApp.
2. Menambahkan Sensor Berat untuk meningkatkan akurasi data mengenai jumlah pakan yang tersedia.
3. Menggunakan Algoritma atau Metode yang lain untuk meningkatkan akurasi dalam menentukan tingkat kecocokan dalam pemantauan pemberian pakan.
4. Menambahkan fitur pengisian otomatis pakan ke dalam wadah pakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., Kasmi, M., Karma, K., & Ilyas, I. (2021). Pengembangan Usaha Kecil Dan Menengah (UKM) Ikan Hias Melalui Pelatihan Pembuatan Aquarium. *To Maega : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 231. <https://doi.org/10.35914/tomaega.v4i2.786>
- Akbar, R. M. R., Arif, T. Y., & Irhamsyah, M. (2023). Analisis Performansi Protokol MQTT Pada Sistem Pemantauan Kualitas Udara Ruangan Berbasis IoT. *KITEKTRO: Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, Dan Elektro*, 8(3), 2023.
- Almufaridz, P. K., Kusumawardani, M., & Saptono, R. (2021). Telecontrolling Smart Fish Feeder Berbasis Mikrokontroler Dan Aplikasi Android. *Jurnal Jartel Jurnal Jaringan Telekomunikasi*, 11(4), 228–237. <https://doi.org/10.33795/jartel.v11i4.247>
- Asmawati, S., & Mansyur, M. F. (2023). *Smart Feeding berbasis IOT Menggunakan Android MQTT dan NodeMcu ESP8266*. 9(2), 228–235. <https://doi.org/10.31605/saintifik.v9i2.393>
- Baskoro, F., Asto, I. G. P., & Kholis, N. (2022). Rancang Bangun Alat Pemberi Makan Otomatis Dan Monitoring Pakan Ikan Gurami Berbasis NodeMCU ESP8266 v3. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(2), 218–226.
- Chaidir, A. R., Hidayatullah, A. S., Utomo, S. B., Cahyadi, W., Muldayani, W., Arifin, S., & Wicaksono, I. (2024). Evaluasi Pengujian Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis IoT dengan Protokol MQTT. *Jurnal Telematika*, 19(1), 1–8. <https://doi.org/10.61769/telematika.v19i1.624>
- Chaya, P., Dhanushree, V., Dhanyatha, S. R., Disha, S., & Sowndarya, S. (n.d.). *IoT-Based Fish Feeding And Monitoring System*. 8(2582).
- Darma, P.D. 2023. Sistem Monitoring Menggunakan Protokol MQTT Pada Purwarupa E-Feeder Budidaya Ikan Lele Berbasis IOT. *Skripsi*, Universitas Teknokrat Indonesia.
- Ertyan, P. V., Pangaribuan, P., & Wibowo, A. S. (2019). *Sistem Monitoring Dan Mengontrol Aquarium Dalam Pemeliharaan Ikan Hias Dari Jarak Jauh ( System Monitoring And Controlling The Aquarium In The Maintenance Fish From A Distance )*. 6(2), 3102–3108.
- Fikri, T. A., & Nasir, M. (2022). Penerapan Protokol MQTT pada Sistem Akuakultur

- Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi Rekayasa Informasi Dan ...*, 6(2), 3–7. <http://e-jurnal.pnl.ac.id/TRIK/article/view/4804>
- Hannah, S., Efendi, M. M., & Mataram, U. T. (2024). *Rancang Bangun Smart Feed Pada Kolam Ikan Air Tawar Berbasis Internet Of Thing Di Desa Aikdewa Kecamatan Pringgasela*. 1(4), 161–170.
- Kurniawan, D. A., Yuniarto, Tadeus, D. Y., Aryanto, E., & Setiono, I. (2019). Rancang Bangun Alat Pemberi Makan Ikan Hias Otomatis Berbasis ATMEGA 8535. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 10*, 83–87.
- Maryam, M., Musyriyah, M., & Mansyur, M. F. (2023). Pemberian Pakan Ikan Nila Otomatis Dan Mengecek Suhu Air Berbasis Internet of Things (Iot). *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3s1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3s1.3378>
- Masykuroh, K., Syifa, F. T., & Pamungkas, F. A. (2023). Rancang Bangun Prototipe Pemantau Kekurangan Air dan Pengaturan Pakan Ikan pada Akuarium Menggunakan Nodemcu ESP32. *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, 5(1), 31–40. <https://doi.org/10.20895/jtece.v5i1.917>
- Maulaya, S. (2024). IoT-based Prototype for Fish Feeding and Water Monitoring System. *International Journal of Computer Applications*, 186(18), 12–16.
- Muzakir, A. 2023. Sistem Monitoring Daya Listrik Internet Of Things Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic Sugeno Dan Firebase Berbasis Android. *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Prabowo, R. R., Kusnadi, K., & Subagio, R. T. (2020). Sistem Monitoring Dan Pemberian Pakan Otomatis Pada Budidaya Ikan Menggunakan Wemos Dengan Konsep Internet Of Things (IoT). *Jurnal Digit*, 10(2), 185. <https://doi.org/10.51920/jd.v10i2.169>
- Putra, S. A. (2019). *Monitoring Pemberi Pakan Ikan Otomatis*. 5068(2018), 33–41.
- Rahmanto, Y., Rifaini, A., Samsugi, S., & Riskiono, S. D. (2020). Sistem Monitoring Ph Air Pada Aquaponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 23. <https://doi.org/10.33365/jtst.v1i1.711>
- Rivaldi, N., Mangesa, R. T., & Adiba, F. (2023). *Pengembangan Teknologi Pakan Ikan Otomatis Berbasis IOT Dengan Menggunakan NodeMCU Esp8266 Dan Android MQTT*. 6(1).

- Robiyanto, R., Subakti, T., Anis, M., & Hilmi, A. (2025). *Rancang Bangun Pakan Ikan Otomatis dan Kontroling Suhu Serta Monitoring pH Air Berbasis IoT*. 9(1), 46–55.
- Rohma, T., Fortuna, D., Pangaribuan, I. P., & Sumaryo, I. S. (2019). *Perancangan Aquarium Pintar Untuk Pemeliharaan Ikan Air Tawar Dengan Algoritma Context Aware Berbasis Iot Design Of Smart Aquarium For Freshwater Fish Preservation With*. 6(2), 2802–2809.
- Setiawan, A. H. 2023. Perancangan Alat Monitoring Budidaya Ikan Nila Berbasis Iot. *Skripsi*, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka Jakarta.
- Skad, C., & Nandika, R. (2020). *Pakan Ikan Berbasis Internet Of Thing ( Iot )*. 3(2), 121–131.
- Sudarta, D. A. 2024. Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kondisi Aquarium Berbasis ESP32 Dan Aplikasi Mobile. *Skripsi*, Universitas Teknologi Digital Indonesia Yogyakarta.
- Sutabri, T., Octavianto, T., & Widodo, Y. B. (2021). Rancangan Bangun Alat Pakan Otomatis untuk Ikan Cupang Menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, 7(2), 110–119. <https://doi.org/10.37012/jtik.v7i2.643>
- Vinola, F., & Rakhman, A. (2020). Sistem Monitoring dan Controlling Suhu Ruangan Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 9(2), 117–126.
- Zainul Muttaqin, H., Ahmad Faizol, & Abdul Wahid. (2022). Penerapan Internet Of Things (Iot) Untuk Monitoring Dan Controlling Ph Air Suhu Air Dan Pemberian Pakan Ikan Guppy. *JATI(Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(1), 276–284.
- Zuhri, N., Indrawan, A., & Wiharso. (2021). Kelayakan Finansial Pemasaran Ikan Hias Guppy (*Poecillia reticulatus* Peters) Pedagang Ikan Hias Di Kota Semarang Financial Viability of Guppy Ornamental Fish Marketing (*Poecillia reticulatus* Peters) Ornamental Fish Traders in Semarang City. *AGROMEDIA: Berkala Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian*, 39(2), 130–138. <https://jurnalkampus.stipfarming.ac.id/index.php/am/article/view/339>