

# Automatic Fish Feeding and Temperature Control System for Aquariums Based on Internet of Things (IoT)

Made Ayu Sri Widyati <sup>1\*</sup>, Yusuf Anshori <sup>2\*</sup>, Chairunnisa Ar. Lamasitudju <sup>3\*</sup>, Rahmah Laila <sup>4\*</sup>,  
Yuri Yudhaswana Joeffie <sup>5\*</sup>

\* Teknik Informatika, Universitas Tadulako

[sriwidyati202@gmail.com](mailto:sriwidyati202@gmail.com) <sup>1</sup>, [yusuf.anshori@untad.ac.id](mailto:yusuf.anshori@untad.ac.id) <sup>2</sup>, [nisalamasitudju2@gmail.com](mailto:nisalamasitudju2@gmail.com) <sup>3</sup>, [rahma.laila@untad.ac.id](mailto:rahma.laila@untad.ac.id) <sup>4</sup>,  
[yuri.yudhaswana@untad.ac.id](mailto:yuri.yudhaswana@untad.ac.id) <sup>5</sup>

## Article Info

### Article history:

Received 2024-11-08

Revised 2024-11-19

Accepted 2025-01-16

### Keyword:

*Aquarium,*  
*DS18B20 Sensor,*  
*Loadcell,*  
*Node-red,*  
*MQTT.*

## ABSTRACT

Keeping fish in aquariums has become one of the people's hobbies. An important factor in fish maintenance is the process of feeding and controlling the temperature of the aquarium. However, with various activities, fish care is often not carried out properly. This study develops an automatic system for feeding and controlling the temperature of the aquarium with goldfish as the test object. This study designs an automatic system to control the temperature and feeding in the aquarium using hardware such as a DS18B20 temperature sensor, load cell, and ultrasonic sensor. This system is controlled by ESP32 for reading sensor data and Arduino Uno for controlling the relay, cooling system, heater, and servo motor. ESP32 reads sensor data and sends it via MQTT to Node-red. Based on this data, the system regulates the temperature by activating the cooler (peltier and water pump) if the temperature is  $>28^{\circ}\text{C}$  and turning off the cooler when the temperature is  $<26^{\circ}\text{C}$ . The heater is active if the temperature is  $<24^{\circ}\text{C}$  and stops when the temperature reaches  $26^{\circ}\text{C}$ . Feeding is carried out according to schedule, with servo 1 dropping feed into the load cell until the weight reaches the target weight. After that, servo 2 moves the feed into the aquarium. If the weight has not reached the target, servo 1 continues to be active. Based on the test, the average percentage of error in the temperature sensor is 0,08%, the weight sensor is 1.10%, and the ultrasonic sensor is 1.61%. This system successfully performs four times a day feeding and controls the temperature within the optimal range for goldfish, which is  $24\text{-}28^{\circ}\text{C}$ . The test results show that this system functions well and is in accordance with the research objectives.



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

## I. PENDAHULUAN

Setelah pandemi Covid-19 muncul pada awal tahun 2020, menyebabkan banyak instansi pemerintah maupun swasta memberlakukan kebijakan bekerja dari rumah[1]. Selama lebih banyak waktu di rumah, banyak orang mengembangkan hobi produktif seperti berkebun, membaca, dan memelihara hewan peliharaan seperti kucing dan ikan hias. Ikan hias biasanya dipelihara sebagai dekorasi, bukan untuk konsumsi [2]. Saat pandemi mereda dan aktivitas kembali normal, penggemar ikan hias sering kali sibuk, sehingga monitoring akuarium dan pemberian pakan menjadi tidak teratur, yang dapat menyebabkan pertumbuhan ikan terganggu atau bahkan

kematian. Pemberian pakan secara teratur dan tepat akan meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan ikan dan akuarium. Biasanya, pemberian pakan dan monitoring dilakukan secara manual, namun dengan kemajuan teknologi di bidang elektronika, alat untuk pemberian pakan telah dikembangkan namun hanya menggunakan jadwal waktu sebagai patokan dan belum menerapkan takaran berat dalam pemberian pakannya.

Pemberian pakan ikan cukup berpengaruh dalam pertumbuhan dan perkembangan ikan, pemberian pakan yang kurang akan memperlambat pertumbuhan ikan, sedangkan pemberian pakan yang terlalu banyak akan menyebabkan akuarium akan dipenuhi dengan sisa makanan dan

menyebabkan peningkatan amonia pada akuarium, pemberian pakan yang optimal yaitu 3%-5% dari bobot ikan dan diberikan sebanyak 4 kali dalam sehari [3]. Pada penelitian [4][5] menggunakan motor servo untuk menggerakkan tutup wadah pakan agar dapat terjatuh ke air. Pada penelitian [6] menggunakan motor DC untuk menggerakkan pakan. Pada penelitian [7] menggunakan model rotasi wadah untuk sistem pemberian pakan ikan otomatis. Terdapat beberapa kondisi pemberian pakan salah satunya dengan menggunakan jadwal sesuai waktu seperti pada [8] dan [9]. Pada penelitian [5] melakukan pemberian pakan berdasarkan perilaku ikan menggunakan kamera. Sementara pada penelitian [4] menggunakan set waktu pemberian pakan yang dipilih pada aplikasi *Blynk*. Pada penelitian [10] melakukan pemberian pakan ikan di kolam dan menggunakan tenaga surya untuk sumber daya.

Selain pakan konsisi akuarium akan mempengaruhi pertumbuhan ikan. Menjaga suhu akuarium tetap ideal untuk pertumbuhan sangat penting. Suhu akuarium menjadi salah satu faktor penting dalam pertumbuhan dan pemeliharaan ikan mas. Suhu yang terlalu dingin akan menurunkan metabolisme ikan dan suhu yang terlalu panas akan menurunkan kadar oksigen yang terlarut dalam air. Suhu air yang ideal untuk ikan mas koki berkisar antara 24-28°C [11]. Salah satu pengukur suhu air adalah sensor Sensor DS18B20. Sensor ini merubah besaran panas yang ditangkap menjadi besaran tegangan untuk mengetahui suhu pada air [8].

Beberapa penelitian yang menerapkan sensor DS18B20C dalam pengukuran suhu air yaitu [12] dan [13]. Dalam kontrol suhu pada umumnya digunakan *Heater* untuk meningkatkan suhu air seperti pada [12],[13],[14] ,dan [15], terdapat juga yang menggunakan *peltier* untuk pemanas seperti pada [16]. Selain itu, untuk menurunkan suhu air salah satunya menggunakan *peltier* seperti pada [8] dan menggunakan kipas pendingin seperti pada [14] dan [15].

Dalam membuat perangkat otomatis dibutuhkan antar muka untuk menampilkan pemantauan pada pengguna, salah satu antar muka yang biasa digunakan adalah *node-red*. *Node-red* adalah *tools* pemrograman berbasis aliran. *Node-red* berjalan menggunakan Bahasa pemrograman JavaScript dan menggunakan runtime NodeJS. *Node-red* digunakan karena menyediakan antarmuka dengan *drag and drop* yang mudah digunakan dan *node-red* juga memiliki banyak *node* bawaan

yang mendukung protokol seperti MQTT dan HTTP[17]. Penggunaan antar muka *node-red* seperti pada [18]. *Message Queuing Telemetry Support* (MQTT) adalah standar OASIS untuk konektivitas IoT. Protokol ini menggunakan arsitektur *publish* dan *subscribe*. Protokol MQTT digunakan dikarenakan memiliki keunggulan dimana protokol ini dapat digunakan dengan jaringan *bandwidth* rendah, serta *Quality of Service* (QoS) yang dimiliki oleh protokol MQTT (QoS 0 dan QoS 1) memiliki *delay* lebih rendah daripada HTTP seperti pada penelitian[19]. Protokol ini dapat mengirimkan data melalui internet secara *real-time* dengan jaminan pengiriman [20]. Salah satu penelitian yang menggunakan antar muka *node-red* dan protokol MQTT adalah [11] dan [21]. Jika melakukan pemabersihan pakan dan kontrol suhu secara manual tentu sulit dilakukan. Berdasarkan masalah tersebut, diperlukan pengembangan alat untuk memonitor dan mengontrol suhu air. Penelitian ini bertujuan membuat alat yang dapat memberi pakan ikan secara otomatis, melaporkan kondisi pakan, serta mengontrol suhu air akuarium dari jarak jauh menggunakan *smartphone* Android. Penelitian ini menggunakan protokol MQTT dan antarmuka *Node-Red*, dengan ikan mas koki sebagai objek uji.

## II. METODE

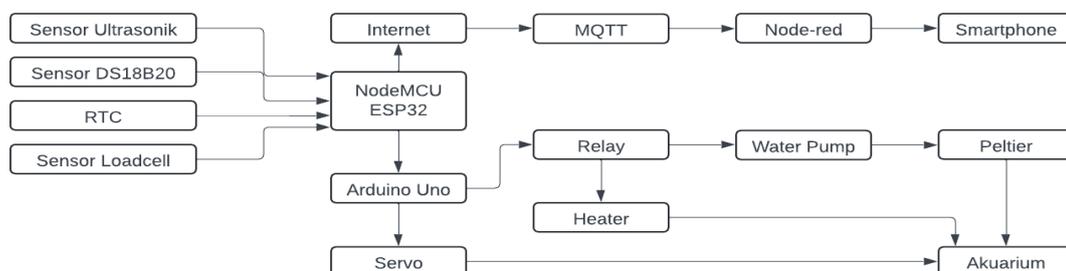
### A. Objek Pengujian Perangkat

Pengujian perangkat keras menggunakan akuarium berukuran 40cmX30cmX30cm dengan terisi air sebanyak 19 liter. Dimana suhu air tanpa perlakuan berkisar 29°C-31°C dengan suhu ruangan 32°C-33°C. Ikan yang dipelihara ialah ikan mas koki jenis oranda dengan berat rata-rata 50 gr berjumlah 3 ekor.

### B. Perancangan Perangkat Keras

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah merakit perangkat keras yang terdiri dari sensor suhu DS18B20 untuk membaca suhu air, sensor *load cell* untuk mengetahui berat pakan yang akan diberikan dan sensor *ultrasonic* untuk mengetahui ketinggian pakan yang tersedia.

Gambar 1 dapat dilihat terdapat inputan berupa sensor ultrasonik, sensor suhu DS18B20, RTC dan sensor *load cell* yang mengirimkan nilai kepada Arduino. Arduino akan



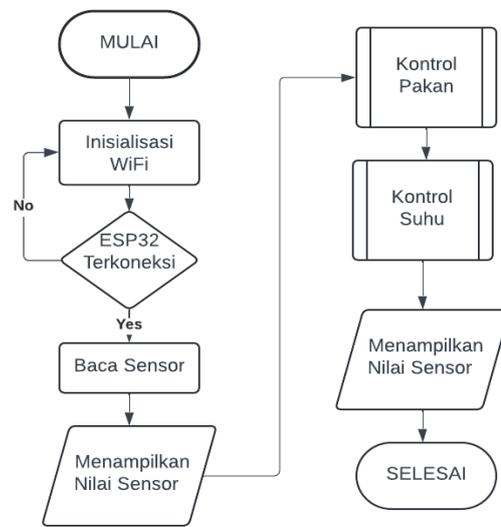
Gambar 1. Diagram Blok Perangkat Keras

menghubungkan ke jaringan internet dan node-red. Setelah menerima data nilai dari semua sensor kemudian akan mengirim perintah kepada relay untuk mengaktifkan peltier bila suhu >28°C dan akan mengaktifkan heater bila suhu <24°C. Kemudian akan mengaktifkan motor servo bila sudah sesuai jadwal dan akan membuka pakan ke akuarium.

Mikrokontroler menggunakan dua perangkat yaitu ESP32 untuk pembacaan sensor serta pengiriman data ke mqtt dan node-red, serta Arduino Uno untuk mengendalikan relay heater dan sistem pendingin, selain itu Arduino uno juga mengendalikan pergerakan motor servo. Berikut *wiring* perangkat ini pada Gambar 2.

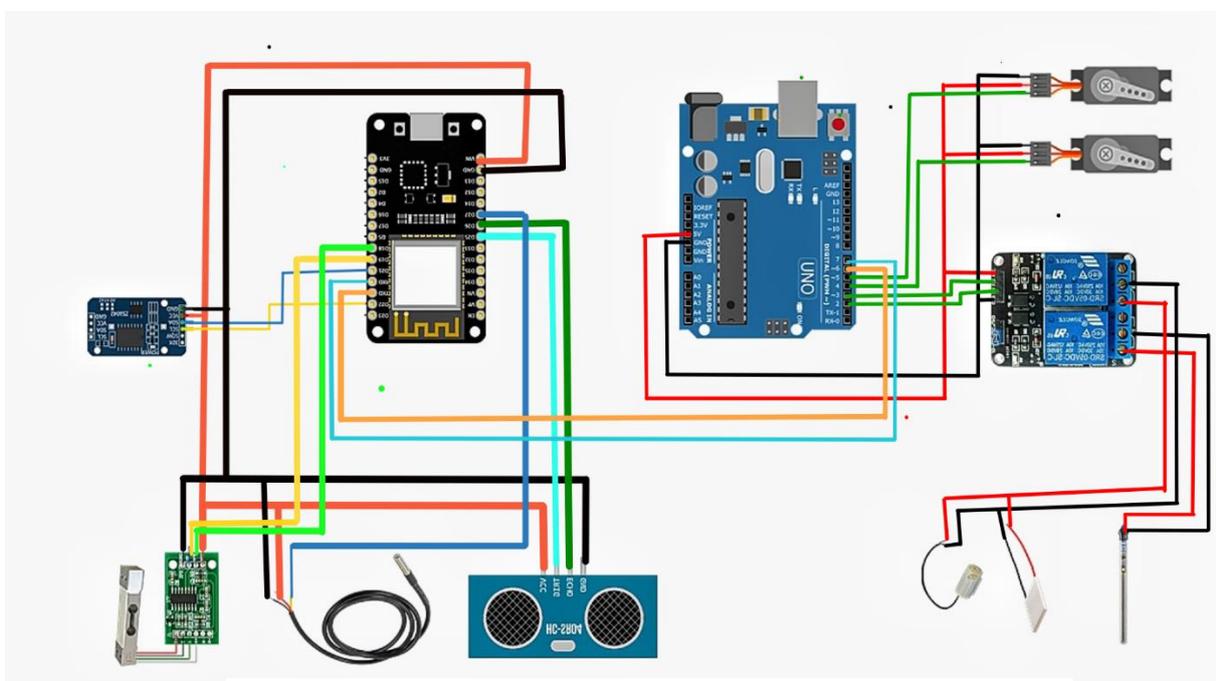
Pada Gambar 2 terdapat ESP32 yang terhubung dengan beberapa sensor dengan konfigurasi pin GND sebagai ground, VIN sebagai VCC, pin D18 terhubung pada pin SCK HX711 load cell, pin D19 terhubung pada pin DT HX711, pin D21 terhubung pada pin SDA RTC, pin D22 terhubung pada pin SCL RTC, pin D25 terhubung pada pin ECH sensor Ultrasonik, pin D26 terhubung pada pin Trigger sensor ultrasonik, D27 terhubung pada pin DT sensor DS18B20.

Pada Gambar 2 Arduino uno yang terhubung dengan motor servo pada pin D2 dan D3, serta terhubung pada relay dengan pin D4 dan D5. Dan menunjukkan komunikasi data ESP32 dan Arduino uno melalui pin RX terhadap pin D6 dan pin TX ke pin D7 pada Arduino uno.

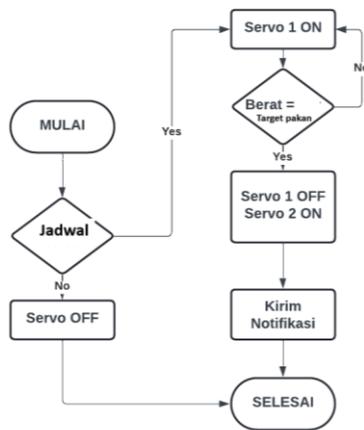


Gambar 3. Flowchart

Alur kerja perangkat yaitu pertama dengan melakukan inisialisasi jaringan internet oleh ESP32, jika terkoneksi selanjutnya melakukan pembacaan sensor dan menampilkan nilai pada node-red, kemudian akan memeriksa proses kontrol pakan dan kontrol suhu, kemudian kembali menampilkan nilai pada node-red.

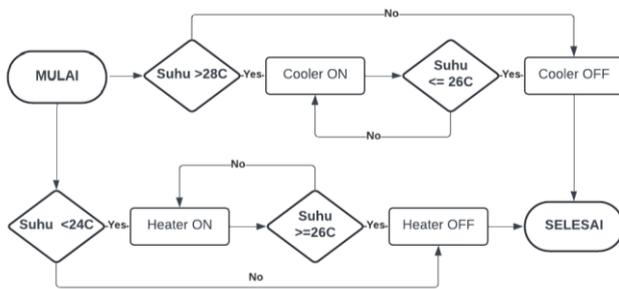


Gambar 2. Skematik Perangkat



Gambar 4. Flowchart Proses Kontrol Pakan

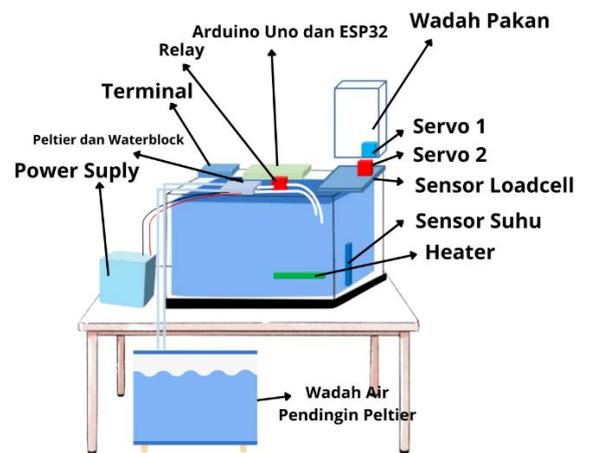
Pada proses kontrol pakan jika waktu menunjukkan jam jadwal yang telah ditentukan misalnya pukul 09:00 pagi maka servo 1 akan menjatuhkan pakan pada sensor berat dan jika berat sama dengan berat target misalnya 1 gram maka servo 1 akan berhenti dan servo 2 akan bergerak menjatuhkan pakan ke akuarium.



Gambar 5. Flowchart Proses Kontrol Suhu

Pada proses kontrol suhu terdapat dua kondisi diantaranya jika suhu lebih besar dari 28°C maka sistem pendingin akan diaktifkan berupa *peltier* dan *water pump*, jika suhu sudah mencapai kurang dari 26°C maka sistem pendingin akan berhenti. Kemudian kondisi selanjutnya jika suhu kurang dari 24°C maka sistem pemanas (*heater*) akan aktif dan jika suhu sudah mencapai 26°C maka sistem pemanas akan berhenti.

Perangkat keras menggunakan akuarium berukuran 30cmX30cmX30cm dengan daya tampung air 19 liter. Dengan bentuk rancangan seperti Gambar 6. Terdapat beberapa kondisi diantaranya, untuk pengontrolan suhu jika suhu yang terbaca lebih besar dari 28°C maka sistem pendingin(Peltier dan pompa air) akan menyala, dan jika suhu sudah berada pada 26°C maka sistem pendingin akan berhenti menyala. Kemudian jika suhu air kurang dari 24°C maka sistem pemanas akan menyala, dan jika suhu air sudah berada pada 26°C maka sistem pemanas akan tidak aktif.



Gambar 6. Rancangan Bentuk Perangkat

Selain itu, terdapat kontrol pakan dimana jika jam sudah pada jam yang ditentukan maka servo 1 aktif dan jika berat lebih besar dari 1gr, maka servo 1 tidak aktif dan servo 2 aktif. Dan jika berat belum mencapai berat target maka servo 1 terus aktif.

C. Metode Pengujian

Analisis data menggunakan parameter *Relative Error*. *Relative Error* adalah matrik validasi yang sederhana dan umum digunakan untuk mengukur kesesuaian dan ketidaksesuaian antar dua set data[22]. Dimana data yang diukur berupa perbandingan nilai alat ukur dan nilai sensor seperti yang digunakan pada[23]. Persamaan (1) merupakan persamaan *Relative Error*. Dan persamaan (2) merupakan persamaan nilai rata-rata *Relative Error*.

$$Relative Error (\%) = \left| \frac{pembacaan\ Sensor - alat\ ukur}{alat\ ukur} \right| 100\% (1)$$

$$Rata-Rata RE = \left| \frac{Jumlah\ RE}{Banyak\ Data} \right| 100\% (2)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui fungsi kerja alat kontrol suhu akuarium dan pemberian pakan ikan otomatis telah berjalan baik, maka akan dilakukan beberapa pengujian. Diantaranya pengujian fungsional komponen, uji program dan uji simulasi. Hasil pengujian alat dan pengambilan data tersebut diharapkan mampu mendapatkan data yang valid dan alat bekerja dengan baik.

A. Pengujian Tampilan UI Node-red

Data yang diterima oleh ESP32 kemudian dikirim kepada mqtt dan ditampilkan pada tampilan *user interface Node-red*.



Gambar 7. Tampilan UI pada Node-red

Seperti terlihat pada Gambar, data berhasil ditampilkan dalam beberapa *gauge* dan chart sebagai penampil data dan terdapat tombol pada pilihan pakan untuk menentukan nilai berat panak yang akan diberikan.

**B. Pengujian Sensor Suhu**

Pengujian sensor suhu bertujuan untuk mengetahui keakuratan hasil pembacaan sensor di air, pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran suhu air yang sama dalam beberapa kali dan membandingkan hasil ukur sensor dengan alat ukur suhu thermometer digital TPM-10. Perbandingan dilakukan dengan persamaan *Relative Error (RE)* pada persamaan (1) dan untuk mengetahui rata-rata digunakan persamaan (2). Perlakuan dilakukan beberapa kali dengan hasil seperti Tabel 1:

TABEL I  
HASIL UJI SENSOR SUHU

Pengujian Ke-	Suhu termometer (°C)	Suhu Sensor (°C)	Selisih (°C)	Error (%)
1	31,6	31,55	0.05	0.15
2	31,6	31,61	0.01	0.03
3	31,6	31,61	0.01	0.03
4	31,6	31,67	0.07	0.22
5	31,6	31,61	0.01	0.03
6	31,6	31,61	0.01	0.03
Rata-rata Relative Error (%)			0,21	0,75

Setelah dilakukan perhitungan, didapat rata-rata nilai persentase *error* pada pengujian perbandingan sensor suhu dan termometer sebesar 0,08%. Nilai rata-rata selisih yaitu 0,03°C, nilai ini lebih rendah dari nilai rata-rata pengukuran pada penelitian [16] sebesar 0,88°C. Mengacu pada standar IEC No. 13B-23, tingkat kesalahan yang dihasilkan masih berada dalam batas yang dapat diterima, yaitu kurang dari 5%.

**C. Pengujian Sensor Berat**

Pengujian sensor berat bertujuan untuk mengetahui keakuratan hasil pembacaan sensor, pengujian dilakukan dengan mengukur berat beberapa benda dengan beban yang

berbeda kemudian membandingkan hasil sensor dengan alat ukur timbangan. Data diambil dengan mengukur beberapa benda dengan bobot yang berbeda. Perhitungan perbandingan menggunakan persamaan (1) dan (2). Perlakuan dilakukan beberapa kali dengan hasil seperti Tabel 2:

TABEL II  
HASIL UJI SENSOR BERAT

Pengujian Ke-	Berat Timbangan (gr)	Berat Sensor (gr)	Error (%)
1	31,64	31,99	1,11
2	49,82	49,90	0.16
3	15,79	16,11	2,03
Rata-rata Relative Error (%)			1,10

Setelah dilakukan perhitungan, didapat rata-rata nilai persentase *error* pada pengujian perbandingan sensor berat dan timbangan sebesar 1,10%. Mengacu pada standar IEC No. 13B-23, tingkat kesalahan yang dihasilkan masih berada dalam batas yang dapat diterima, yaitu kurang dari 5%.

**D. Pengujian Sensor Ultrasonik**

Pengujian sensor Ultrasonik bertujuan untuk mengetahui keakuratan hasil pembacaan sensor jarak, pengujian dilakukan dengan mengukur jarak objek pada wadah pakan dengan percobaan jarak yang berbeda dan membandingkan dengan alat ukur penggaris. Data diambil dengan mengukur banyak pakan di wadah pakan dengan tinggi yang berbeda-beda. Perhitungan perbandingan menggunakan persamaan (1) dan (2). Perlakuan dilakukan beberapa kali dengan hasil seperti Tabel 3:

TABEL III  
HASIL UJI SENSOR ULTRASONIK

Pengujian Ke-	Penggaris (cm)	Sensor Ultrasonik (cm)	Error (%)
1	5,3	5,43	2,45
2	7,1	7,11	0,14
3	3,6	3,68	2,22
Rata-rata Relative Error (%)			1,61

Setelah dilakukan perhitungan, didapat rata-rata nilai persentase *error* pada pengujian perbandingan sensor ultrasonik dan thermometer sebesar 1,61%. Mengacu pada standar IEC No. 13B-23, tingkat kesalahan yang dihasilkan masih berada dalam batas yang dapat diterima, yaitu kurang dari 5%.

**E. Pengujian Sistem Pemberian Pakan dan Notifikasi**

Pengujian sistem pemberian pakan dan notifikasi dilakukan dengan penjadwalan. Jadwal pemberian pakan dilakukan sebanyak empat kali sehari pada jam 09:00, 13:00, 15:00 dan 18:00. Dengan target berat pakan yang ditetapkan yaitu 1 gram. Setelah target berat tercapai servo 2 akan bergerak memberikan pakan ke air. Berikut hasil dari pengujian ini:

TABEL IV  
HASIL UJI SISTEM PEMBERIAN PAKAN DAN NOTIFIKASI

Pengujian Ke-	Waktu Jadwal Pemberian Pakan	Waktu Pakan Diberikan	Berat Pakan yang Diberi	Waktu Notifikasi Diterima	Keterangan
1	09:00:00	09:00:22	1,37 gr	09:00	Berhasil
2	13:00:00	13:00:06	1,27 gr	13:00	Berhasil
3	15:00:00	15:00:06	1,37 gr	15:00	Berhasil
4	18:00:00	18:00:07	1,37 gr	18:00	Berhasil

#### F. Pengujian Sistem Kontrol Suhu

Pengujian sistem kontrol suhu dilakukan dengan pengujian eksperimen perubahan suhu yang berbeda-beda. Kontrol suhu dilakukan dengan syarat kondisi jika suhu  $>28^{\circ}\text{C}$  maka Relay 1 ON yang merupakan pendingin. Kemudian jika suhu  $<24^{\circ}\text{C}$  maka Relay 2 ON yang merupakan pemanas. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.

TABEL V  
HASIL UJI SISTEM KONTROL SUHU

Pengujian Ke-	Suhu Akuarium	Relay 1 (pendingin)	Relay 2 (pemanas)	Keterangan
1	28,94°C	ON	OFF	Berhasil
2	14,31°C	OFF	ON	Berhasil
3	26,94°C	OFF	OFF	Berhasil
4	27,31°C	OFF	OFF	Berhasil

Dalam pengujian sistem terdapat beberapa keterbatasan dalam sistem ini. Sensor DS18B20 memiliki nilai ukur dari  $-55^{\circ}\text{C}$  hingga  $125^{\circ}\text{C}$  dengan nilai akurasi  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  pada rentang  $-10^{\circ}\text{C}$  sampai  $85^{\circ}\text{C}$ . Namun sensor ini sudah cukup digunakan dalam penelitian ini. Dalam sistem penurunan suhu sistem dapat menurunkan suhu sebanyak  $3^{\circ}\text{C}$  dalam waktu 1 jam. Sistem ini cocok digunakan pada akuarium berukuran kecil dan sedang. Jika sistem ini akan dikembangkan maka diperlukan penambahan komponen seperti sensor suhu dan peltier untuk sistem pendinginnya. Dalam bagian pemberian pakan dapat dikembangkan dengan mengatur pilihan pemberian pakan. Selain itu sistem ini sangat bergantung pada koneksi jaringan. Bila terputus pada koneksi jaringan data dari Arduino tidak akan terkirim kepada MQTT dan akan mengirim kembali bila terhubung kembali pada jaringan. Namun MQTT akan tetap menyimpan data yang dikirimkan sebelum koneksi terputus Arduino.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, rata-rata persentase error pada pengujian perbandingan beberapa sensor, yaitu sensor suhu, sensor berat, dan sensor ultrasonik, berada pada nilai yang dapat diterima menurut standar IEC No. 13B-23, yakni kurang dari 5%. Pengujian sensor suhu menghasilkan error sebesar 0,03%, sensor berat sebesar 1,10%, dan sensor ultrasonik sebesar 1,61%. Sistem pemberian pakan yang dijadwalkan sebanyak empat kali sehari pada pukul 09:00, 13:00, 15:00, dan 18:00 dengan target berat 1 gram berhasil mencapai hasil yang diinginkan. Setelah berat pakan tercapai, servo2 mengantarkan pakan ke air dengan lancar. Pengujian

kontrol suhu menunjukkan bahwa sistem berhasil mengaktifkan pendingin saat suhu di atas  $28^{\circ}\text{C}$  dan mengaktifkan pemanas saat suhu di bawah  $24^{\circ}\text{C}$  Secara keseluruhan, sistem berjalan sesuai dengan yang direncanakan dan berhasil mencapai tujuan penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Mungkasa, "Bekerja dari Rumah (Working From Home/WFH): Menuju Tatahan Baru Era Pandemi COVID 19," *J. Perenc. Pembang. Indones. J. Dev. Plan.*, vol. 4, no. 2, pp. 126–150, 2020, doi: 10.36574/jpp.v4i2.119.
- [2] M. Z. Fonna, H. Husaini, and I. Indrawati, "Penerapan Iot (Internet Of Things) Untuk Pemberian Pakan Ikan Pada Aquarium," *J. Teknol. Rekayasa Inf. dan Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 20–26, 2020.
- [3] S. S. Belsare and H. S. Dhaker, "Feeding ration and frequency influences growth, feed utilization and body composition of goldfish (*Carassius auratus*)," *Indian J. Anim. Res.*, vol. 53, no. 1, pp. 94–98, 2019, doi: 10.18805/ijar.B-3270.
- [4] M. A. R. Sugiarto, M. Muhtarom, and A. A. K. Asri, "Implementasi Sistem Pemberian Pakan Ikan Hias Otomatis Menggunakan Esp 32 Berbasis Iot (Internet of Things)," *J. Indones. Manaj. Inform. dan Komun.*, vol. 5, no. 3, pp. 2781–2791, 2024, [Online]. Available: <https://journal.stmiki.ac.id>
- [5] Y. M. Adik and R. Aisuwarya, "Rancang Bangun Sistem Pemberian Pakan Ikan Secara Otomatis Berdasarkan Perilaku Ikan Menggunakan Kamera Berbasis Mini PC," *Chipset*, vol. 2, no. 01, pp. 11–19, 2021, doi: 10.25077/chipset.2.01.11-19.2021.
- [6] H. Hayatunnufus and D. Alita, "Sistem Cerdas Pemberi Pakan Ikan Secara Otomatis," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, p. 11, 2020, doi: 10.33365/jst.v1i1.799.
- [7] Y. Susanthi, "Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis menggunakan Sistem Rotasi Wadah Berbasis Internet of Things," *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 8, no. 1, pp. 36–48, 2022, doi: 10.15575/telka.v8n1.36-48.
- [8] A. A. P. Syah, K. S. Salamah, and E. Ihsanto, "Sistem Pemberi Pakan Otomatis, Ph Regulator Dan Kendali Suhu Menggunakan Fuzzy Logic Pada Aquarium," *J. Teknol. Elektro*, vol. 10, no. 3, p. 194, 2020, doi: 10.22441/jte.v10i3.008.
- [9] S. Safitri, D. M. Sari, C. N. Insani, and S. A. Rachmini, "Sistem Kontrol dan Monitoring Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis IOT," *J. Manaj. Inform. Sist. Inf. dan Teknol. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 74–82, 2022, doi: 10.70247/jumistik.v1i1.12.
- [10] A. U. Rahayu, M. Aris Risnandar, and I. Taufiqurrahman, "Sistem kontrol dan monitoring alat pakan ikan otomatis tenaga surya berbasis Internet of Things," *JITEL (Jurnal Ilm. Telekomun. Elektron. dan List. Tenaga)*, vol. 3, no. 3, pp. 203–212, 2023, doi: 10.35313/jitel.v3.i3.2023.203-212.
- [11] N. N. Pratama, A. G. Putrada, and M. Abdurahman, "Optimasi Kendali PH pada Akuarium Menggunakan Metode FuzzyPID," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 3261–3271, 2021.
- [12] H. Jemakmun and M. Y. Syamsudin, "Rancang Bangun Akuarium Pintar Berbasis Mikrokontroler," *Jupiter*, vol. 14, no. 2, pp. 619–628, 2022.
- [13] S. Indriyanto, F. T. Syifa, and H. A. Permana, "Sistem Monitoring Suhu Air pada Kolam Benih Ikan Koi Berbasis Internet of Things," *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 6, no. 1, pp. 10–19, 2020, doi: 10.15575/telka.v6n1.10-19.
- [14] P. Wijaya and T. Wellem, "Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan Suhu dan Ketinggian Air pada Akuarium Ikan Hias berbasis IoT," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. 1, p. 225, 2022, doi: 10.30865/json.v4i1.4539.
- [15] D. Ferdianto, B. Nur Said, and R. Yunus, "Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan Suhu, lampu otomatis dan pakan otomatis pada Akuarium Ikan Hias berbasis IoT," *Edu Elektromatika*, vol. 4, no. 2, pp. 1–11, 2023.
- [16] I. F. Rahmad, A. Setiawan, and R. A. Marsudi, "Monitoring Suhu Air Akuarium untuk Ikan Hias berbasis Internet of Things," *BEEES*

- Bull. Electr. Electron. Eng.*, vol. 2, no. 3, pp. 92–97, 2022, doi: 10.47065/bees.v2i3.1360.
- [17] Website Node-red, “Node-RED.” Accessed: Oct. 29, 2024. [Online]. Available: <https://nodered.org/>
- [18] A. E. Wijaya and R. B. S. Sukarni, “Sistem Monitoring Kualitas Air Mineral Berbasis Iot (Internet Of Things) Menggunakan Platform Node-Red Dan Metode Saw (Simple Additive Weighting),” *J. Teknol. dan Komun. STMIK Subang*, vol. 12, no. 2, pp. 96–106, 2019, doi: 10.47561/a.v12i2.156.
- [19] N. P. Windryani, N. Bogi, and R. Mayasari, “Analisa Perbandingan Protokol Mqtt Dengan Http Pada Iot Platform Patriot Comparison Analysis Between Mqtt and Http Protocol in Patriot Iot Platform,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 3192–3199, 2019.
- [20] Website MQTT, “MQTT: The Standard for IoT Messaging.” Accessed: Oct. 29, 2024. [Online]. Available: <https://mqtt.org/>
- [21] C. F. Naa, “Greenhouse Monitoring System using ESP32, Raspberry Pi, MQTT and Node-RED,” *J. Tek. Elektro*, vol. 11, no. 3, pp. 133–138, 2022.
- [22] C.-J. Kat and P. S. Els, “Validation metric based on relative error,” *Math. Comput. Model. Dyn. Syst.*, vol. 18, no. 5, pp. 487–520, Oct. 2012, doi: 10.1080/13873954.2012.663392.
- [23] E. Bayunugraha and H. Pratikno, “Analysis of pH and Turbidity Sensor Outputs in Shrimp Ponds for Vannamei Shrimp Commodities,” vol. 8, no. 1, pp. 77–85, 2024.