

Monitoring Dan Controlling Pemberi Pakan Ikan Otomatis Pada Akuarium Menggunakan MQTT

Muhammad Atthaariq Maulana¹⁾, Harianto²⁾, Musayyanah³⁾, dan Weny Indah Kusumawati^{3,4)}

^{1, 2, 3, 4)} Teknik Komputer, Teknologi dan Informatika, Universitas Dinamika

Jalan Raya Kedung Baruk 98, Surabaya, 60298, Indonesia

Email: 18410200002@dinamika.ac.id¹⁾, hari@dinamika.ac.id²⁾, musayyanah@dinamika.ac.id³⁾,

weny@dinamika.ac.id⁴⁾

Abstrak

Budidaya ikan hias pada akuarium berkembang pesat. Memberi makan ikan dengan waktu yang tidak teratur dapat mengakibatkan kematian. Awalnya pakan diberikan secara manual, namun saat ini tercipta alat pemberi pakan ikan secara otomatis. Pemberi pakan ikan yang dibuat secara otomatis ini, memakai komunikasi MQTT supaya bisa diakses dan dikontrol dari jarak jauh menggunakan koneksi internet. Peralatan ini mempunyai beberapa fungsi yaitu: pemberian pakan secara otomatis ataupun manual, monitoring (pemantauan) suhu air, pemantauan status pompa air, kontrol lampu akuarium otomatis, dan otomatisasi heater. Monitoring dan controlling menggunakan aplikasi MQTT Dashboard. Sensor DS18B20 mempunyai fungsi sebagai pendeteksi suhu air. Dari hasil pengujian, hasil akurasi error sensor ini sebesar 1.1%. Ukuran pakan ikan yang dapat dikeluarkan dan ditampung adalah 0.8 mm sampai dengan ukuran 1 mm. Keseluruhan pengujian komunikasi MQTT memperoleh akurasi 100%.

Kata kunci: Ikan Hias, IoT, Otomatisasi

1. Pendahuluan (Introduction)

Budidaya ikan dari tahun ke tahun semakin meningkat, terutama untuk ikan hias di akuarium. Beberapa orang suka memelihara ikan hias di akuarium. Ikan hias ini pada umumnya dipelihara, bukan untuk dimakan (Fonna dkk, 2020). Merawat ikan hias ini membutuhkan perawatan dan perhatian yang tepat, dimulai dari memberi pakan secara rutin sampai dengan mengecek suhu air.

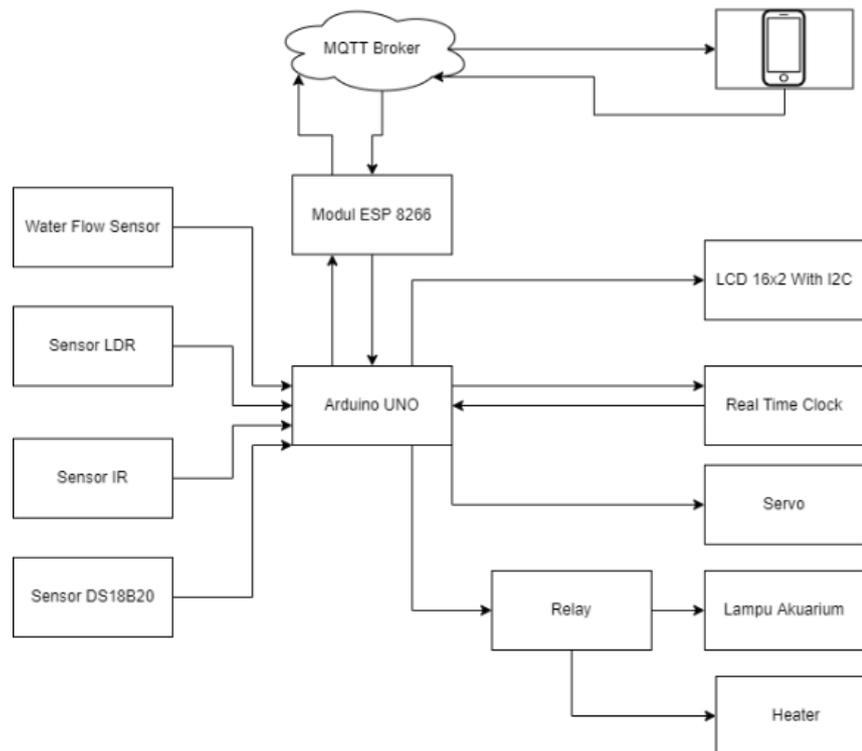
Dikarenakan padatnya aktivitas, mulai dari pemelihara hingga peminat ikan hias, dapat mengganggu rutinitas memberi pakan ikan hias, yang pada akhirnya dapat menyebabkan kematian ikan. Pemberian pakan secara manual adalah hal yang biasa, namun perkembangan teknologi yang pesat di bidang elektronik telah menciptakan pemberian pakan ikan secara otomatis.

Syahputra (2017) telah menciptakan alat untuk memberi pakan ikan secara otomatis berbasis Arduino. Peralatan ini dapat membantu memberi makan, tetapi persyaratan lain tidak terpenuhi yaitu suhu air, pemantauan pompa air, serta kontrol cahaya. Pertumbuhan ikan sangat dipengaruhi oleh suhu air. Dalam pembudidayaan ikan, agar ikan dapat tumbuh optimal diperlukan suhu air yang baik (Fauzia dan Suseno, 2020). Penerangan pada akuarium juga dapat mempengaruhi kondisi ikan hias. Keadaan akuarium yang sangat terang dapat menyebabkan ikan lebih cerah dan kadar nutrisi ikan menjadi meningkat, seperti karotenoid (Syaifudin dkk, 2016). Penelitian ini menggunakan ikan Mas Koki, dimana suhu air untuk pemeliharaannya berkisar antara 25.7°C sampai 29.7°C (Fazil dkk, 2017).

Secara garis besar tujuan dari penelitian ini adalah: (1) Membuat alat pemberi pakan ikan secara otomatis, dan (2) Membuat sistem controlling sekaligus monitoring suhu air dan pencahayaan secara otomatis berbasis IoT menggunakan MQTT.

2. Metode Penelitian (Methods)

Blok diagram yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Blok diagram alat

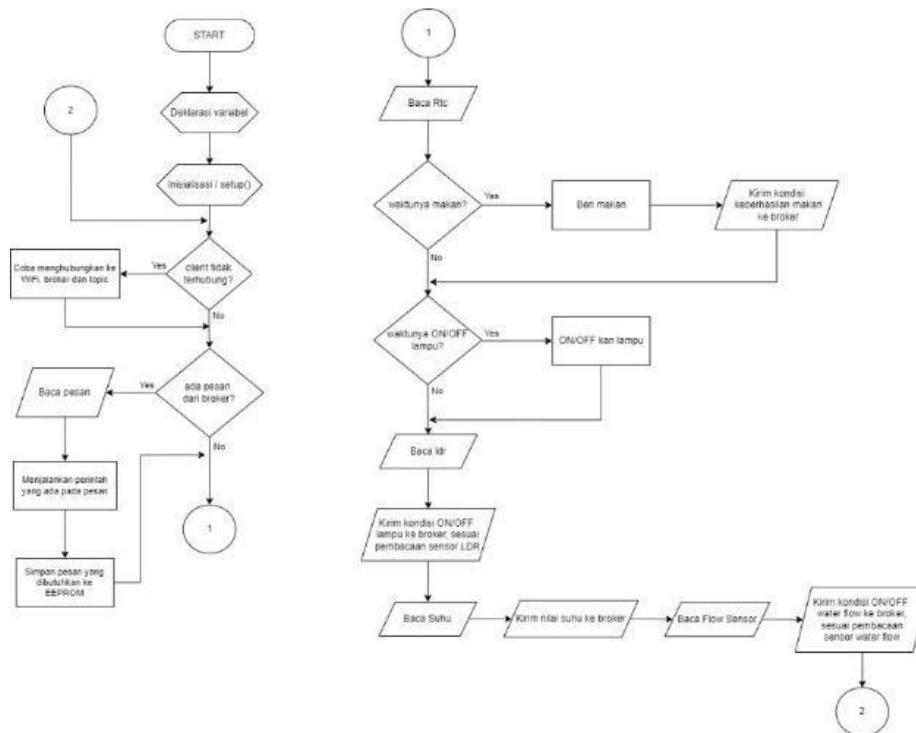
Cara kerja dari gambar diatas terdiri dari tiga bagian, yaitu Input, Proses, dan Output. Pada bagian input terdapat 4 komponen. Pertama adalah Waterflow Sensor, yang berfungsi untuk mengetahui apakah pompa air bekerja atau tidak. Informasi yang diperoleh dikirimkan ke smartphone pengguna menggunakan komunikasi MQTT. Komponen kedua adalah Sensor DS18B20, yang berfungsi untuk mendeteksi/mengetahui suhu air, yang tampil pada LCD dan pengguna smartphone. Komponen ketiga adalah Sensor LDR, yang berfungsi untuk mendeteksi/mengetahui cahaya lampu pada akuarium sekaligus menyampaikan data ke broker. Kompoenen terakhir adalah Sensor IR, yang berfungsi untuk mendeteksi/mengetahui pakan yang keluar dari tempatnya sekaligus menyampaikan data ke broker.

Pada bagian proses terdapat 3 komponen, yaitu: (1) Arduino UNO, adalah mikrokontroler yang mempunyai fungsi untuk mengatur dan mengelola data dari semua komponen; (2) Modul ESP8266, adalah modul pada mikrokontroler supaya terhubung dengan WiFi. Panah bolak-balik mempunyai arti bahwa ESP8266 dapat saling berkomunikasi dengan Arduino UNO sebagai penghubung komunikasi MQTT; (3) Modul RTC yang berfungsi untuk mengatur lampu akuarium dan lampu servo supaya dapat berfungsi secara otomatis sesuai waktu yang telah ditentukan.

Pada bagian output terdapat 6 komponen, yaitu: Servo, Relay, Lampu akuarium, MQTT, Heater, dan LCD 16 x 2. Bagian Servo, berfungsi untuk membuka dan menutup klep makanan ikan. Bagian Relay, mempunyai fungsi sebagai alat yang mengendalikan tegangan lampu akuarium menuju mikrokontroler. Lampu akuarium, berperan sebagai alat yang mengganti sinar matahari untuk tanaman dan ikan pada akurium. Komponen MQTT, berperan sebagai pengirim dan penerima data ke smartphone. Panah bolak-balik pada smartphone dengan broker mempunyai fungsi sebagai pemakai yang memberi perintah dan menerima hasil monitoring dari MQTT. Berikutnya ada Heater, yang berfungsi sebagai penghangat akuarium yang dikontrol otomatis sesuai aturan yang diberikan kepada mikrokontroler. Komponen terakhir adalah LCD 16 x 2 dan Modul I2C, yang berfungsi sebagai alat

yang menampilkan data dari RTC dan sensor DS18B20, yang ditampilkan adalah data suhu air dan waktu.

Penelitian ini menggunakan 2 buah mikrokontroler yaitu Arduino UNO berfungsi sebagai alat yang mengatur kondisi alat, dan ESP8266 yang berfungsi sebagai komunikator data dengan broker. Selain itu, komunikasi serial digunakan untuk komunikasi antara Arduino UNO dengan ESP8266. Selanjutnya yang dibahas adalah beberapa flowchart sistem yang digunakan pada penelitian ini. Ada 7 flowchart, yaitu Flowchart keseluruhan sistem; Flowchart Sistem Arduino UNO; Flowchart fungsi BacaSerialESP8266(); Flowchart fungsi BacaRtc(); Flowchart fungsi BacaLdr(), BacaTemp(), dan BacaWaterFlow(); Flowchart ESP8266; dan Flowchart fungsi Reconnect(), SerialKeBroker(), dan callback().

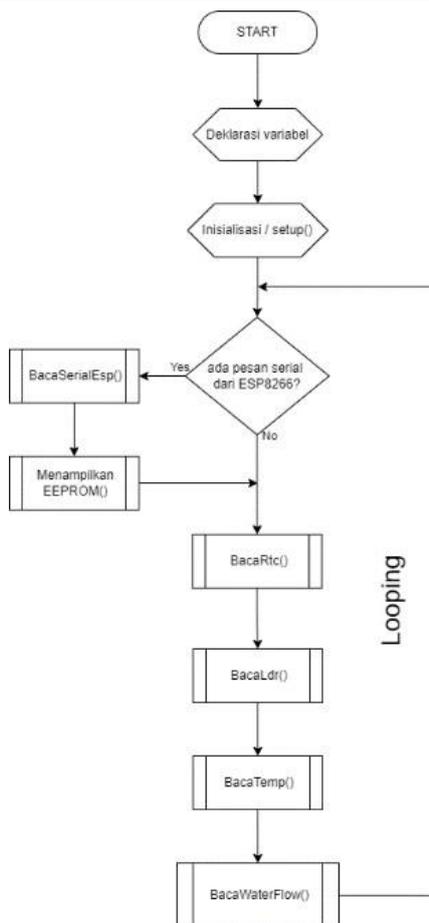


Gambar 2. Flowchart keseluruhan sistem

Gambar 2 di atas menunjukkan proses awal program, yaitu melakukan deklarasi variabel dan inisialisasi. Kemudian dilakukan pengecekan, bila komunikasi dengan broker putus, maka ESP8266 menghubungkan ke WiFi, broker, dan topic. Selanjutnya setiap pesan yang diterima dari broker dibaca, bila ada maka langkah selanjutnya adalah menjalankan perintah tersebut. Beberapa pesan yang disimpan pada EEPROM adalah nilai batas suhu, waktu makan, waktu nyala, dan waktu mati lampu.

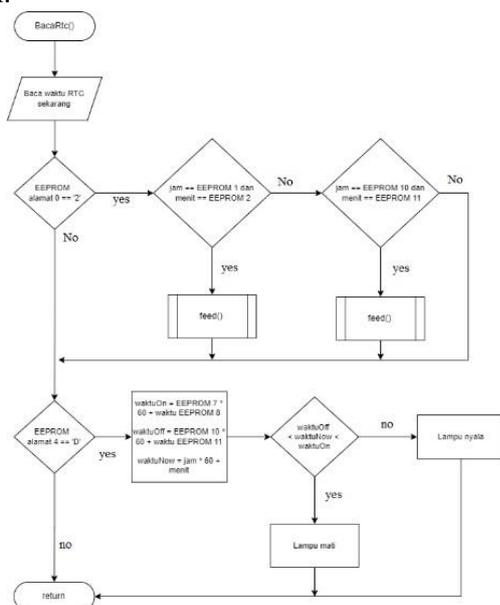
RTC dibaca untuk mengetahui waktu terkini, kemudian mengondisikan lampu dan aktuator servo. Sensor LDR dibaca untuk mengetahui apakah lampu menyala atau tidak. Kondisi yang disebutkan diatas dikirimkan ke broker. Sensor suhu dibaca untuk mengetahui nilai suhu air pada akuarium, lalu nilai suhu tersebut dikirimkan ke broker.

Sistem pada akuarium dibagi menjadi dua bagian, yaitu Arduino UNO dan ESP8266. Kedua mikrokontroler tersebut memiliki fungsi yang berbeda dan berjalan terpisah. Arduino berfungsi sebagai pengontrol utama yang mengatur kondisi alat, dan ESP8266 berfungsi sebagai komunikasi data dengan broker, tetapi keduanya saling berkomunikasi secara serial untuk menjalankan sistem.



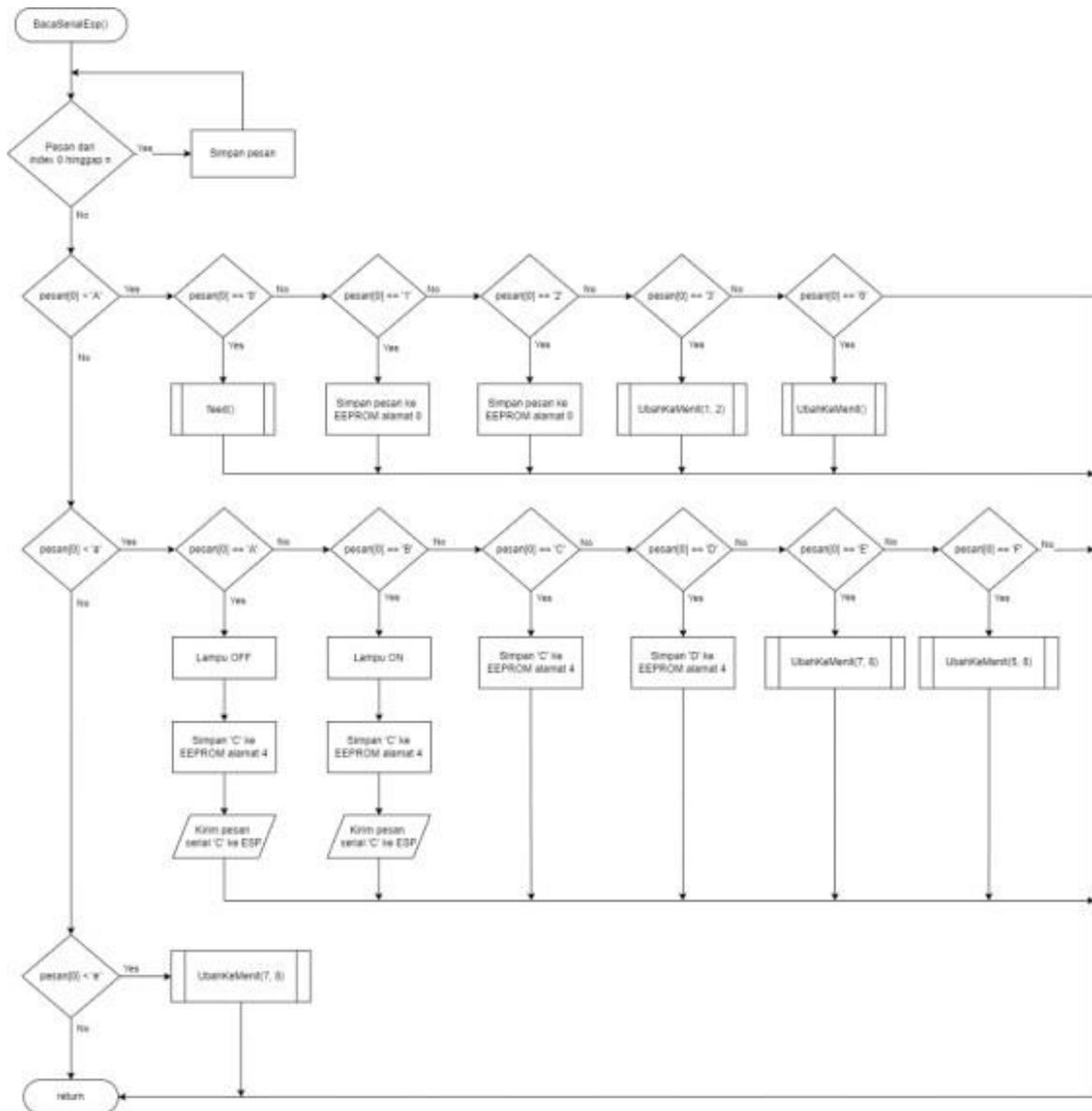
Gambar 3. Flowchart Sistem Arduino UNO

Pada gambar 3 menunjukkan alur program pada Arduino Uno. Program mengecek apakah terdapat data yang dikirimkan oleh ESP8266 melalui komunikasi serial. Apabila ada, maka program menjalankan fungsi menampilkanEEPROM() dan BacaSerialESP8266(). Kemudian menjalankan fungsi BacaRtc(), BacaLdr(), BacaTemp(), dan BacaWaterFlow(). Fungsi loop() berfungsi untuk terus menerus melakukan looping program.



Gambar 4. Flowchart fungsi BacaRtc()

Nilai waktu jam dan menit dibaca oleh fungsi BacaRtc() pada *Real Time Clock* (RTC). Nilai yang didapatkan dibandingkan dengan nilai jam dan menit saat makan, yang tersimpan di EEPROM. Jika waktu pada RTC sama dengan waktu saat makan, maka Fungsi feed() dijalankan. Pengecekan juga dilakukan untuk waktu nyala dan mati lampu yang ada di EEPROM, yaitu lampu mati kalau waktu RTC berada diantara waktu nyala dan waktu mati, tetapi sebaliknya lampu menyala.



Gambar 5. Flowchart fungsi BacaSerialESP8266()

Flowchart fungsi BacaSerialESP8266 membaca pesan dari ESP8266. Pesan tersebut dapat dijelaskan sebagai suatu perintah yang harus dilaksanakan oleh program. Jika pesan serial yang diterima adalah karakter '0', artinya adalah perintah untuk memberi makan ikan, lalu menjalankan fungsi feed(). Karakter 'C' yang tersimpan pada EEPROM adalah pesan lain yang dapat diproses, yaitu pesan untuk kondisi 'auto lamp' dinonaktifkan. Karakter 'E' adalah pesan yang membawa nilai jam dan menit untuk lampu mati, sehingga perlu memanggil fungsi UbahKeMenit() sebelum disimpan pada EEPROM.

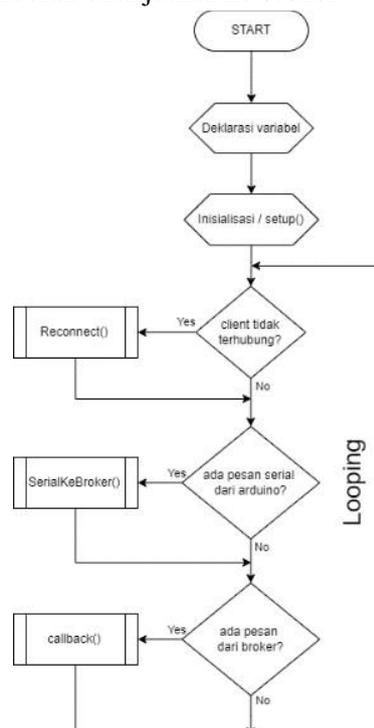


Gambar 6. Flowchart fungsi BacaLdr(), BacaTemp(), dan BacaWaterFlow()

Nilai sensor LDR dibaca oleh fungsi BacaLdr(), yaitu supaya kondisi lampu dapat diketahui. Apabila nilai LDR lebih dari 90, maka lampu menyala. Kondisi lampu dikirimkan juga ke ESP8266, lalu dilanjutkan ke broker.

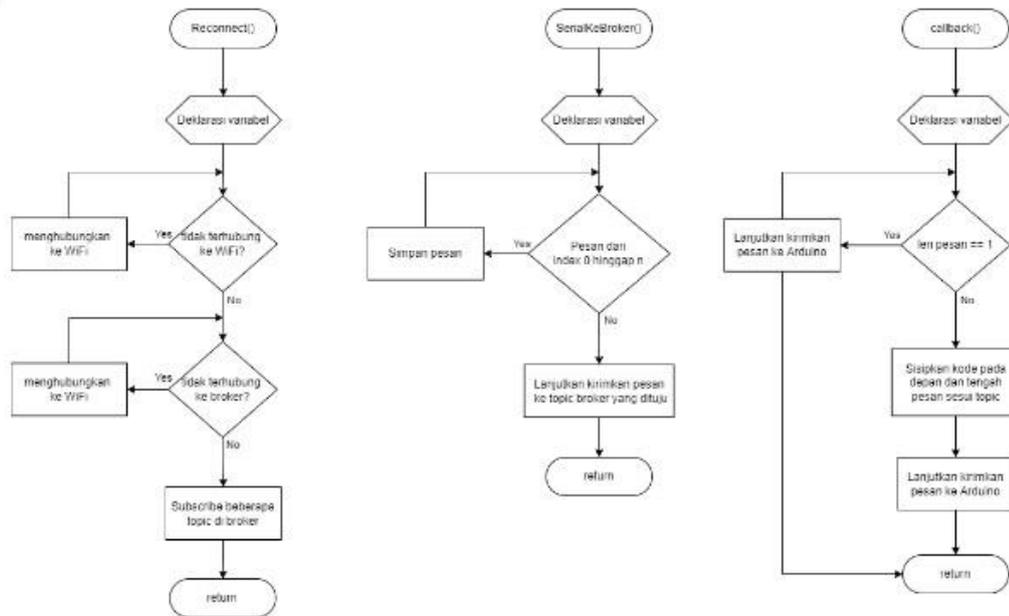
Nilai sensor DS18B20 dibaca oleh fungsi BacaTemp(), agar suhu air dapat diketahui. Apabila nilai suhu air dibawah nilai suhu yang tersimpan di EEPROM, maka heater hidup, begitu juga sebaliknya. User dapat mengubah nilai batas suhu yang tersimpan pada EEPROM melalui smartphone. Nilai suhu air dikirimkan ke ESP8266, kemudian dilanjutkan ke broker.

Nilai sensor flow water dibaca oleh fungsi BacaWaterFlow(), agar volume aliran air per menit dapat diketahui. Apabila nilai aliran air lebih dari 1 liter per menit, maka dianggap air mengalir. Kondisi tersebut dikirimkan ke ESP8266, kemudian dilanjutkan ke broker.



Gambar 7. Flowchart ESP8266

Gambar 7 menunjukkan gambaran urutan langkah program ESP8266. Setelah beberapa inialisasi dilakukan, ESP8266 mengecek apakah sudah terhubung dengan jaringan WiFi. Fungsi Reconnect dijalankan bila ESP8266 tidak terhubung ke jaringan WiFi. ESP8266 mengecek apakah ada data yang dikirim Arduino melalui komunikasi serial. Apabila ada, maka fungsi SerialKeBroker dipanggil untuk memproses pesan. Fungsi loop ESP8266 mengecek apakah ada update data pada broker pada setiap topic yang dilanggan. ESP8266 menjalankan fungsi callback ketika ada update data baru.



Gambar 8. Flowchart fungsi Reconnect(), SerialKeBroker(), dan Callback()

Fungsi Reconnect() untuk menghubungkan ESP8266 ke jaringan WiFi, menghubungkan ke broker yang menjadi tujuan, dan langganan topic yang diperlukan. Fungsi SerialkeBroker() ESP8266 adalah menyimpan dan membaca pesan yang diperoleh dari Arduino. Pesan mempunyai 1 bit kode di depan yang menyimpan informasi ke topic mana pesan dikirimkan ke broker. Fungsi SerialKeBroker berfungsi untuk mengartikan 1 bit kode tersebut. Fungsi Callback() dipakai untuk menerima update data dari broker. Data disisipkan kode dan disimpan sesuai topic pesan berasal. Kemudian, melalui komunikasi serial, pesan tersebut dikirimkan ke Arduino.

3. Hasil dan Pembahasan (Results and Discussions)

3.1. Tabel dan Gambar

Tabel 1. Uji Coba Sensor DS18B20

Pengujian Ke	Sensor DS18B20 (Derajat)	Termometer Digital (Derajat)	Error (Persen)
1	25	24.6	1.6260
2	25	24.5	2.0408
3	25	24.5	2.0408
4	26	26.0	0
5	26	26.1	0.3831
6	26	26.4	1.5152
7	27	26.7	1.1236
8	27	26.8	0.7463

Tabel 1 adalah tabel hasil percobaan sensor DS18B20, dimana dilakukan 10 kali percobaan. Error yang didapatkan dari percobaan ini adalah sebesar 1.1%.

Tabel 2. Uji Coba Sensor LDR

Uji Coba Ke	Kondisi Ruangan	Kondisi Lampu Akuarium	Nilai Sensor (Analog 0-1023)
1	Siang hari, lampu mati	Mati	3
2	Siang hari, lampu hidup	Hidup	885
3	Siang hari, lampu mati	Hidup	883
4	Siang hari, lampu hidup	Mati	67
5	Malam hari, lampu mati	Mati	0
6	Malam hari, lampu hidup	Hidup	889
7	Malam hari, lampu hidup	Hidup	885
8	Malam hari, lampu hidup	Mati	34
9	Sore hari, lampu mati	Mati	1
10	Sore hari, lampu hidup	Hidup	884
11	Sore hari, lampu mati	Hidup	881
12	Sore hari, lampu hidup	Mati	37

Tabel 2 adalah hasil percobaan sensor LDR yang dijalankan 12 kali percobaan pada kondisi yang berlainan. Percobaan ini mendapatkan nilai batas bawah pada waktu lampu menyala yaitu 881 dan nilai batas atas pada waktu lampu mati yaitu 67. Selanjutnya menentukan nilai threshold dari kedua batas tersebut yaitu mencari nilai tengah dari kedua batas. Setelah dihitung didapatkan nilai 474 supaya sensor LDR hanya fokus mendeteksi lampu akuarium saja. Status monitoring dapat dilihat dengan cara membandingkan angka threshold, yaitu apabila nilai sensor LDR di atas nilai 474, maka status monitoring menyala. Demikian juga sebaliknya.

Tabel 3. Uji Coba Kontrol Heater

Pengujian Ke	Suhu Air	Suhu Minimal	Status Heater
1	27	28	ON
2	27	26	OFF
3	28	27	OFF
4	27	28	ON
5	27	28	ON
6	28	29	ON
7	28	26	OFF
8	27	25	OFF
9	28	27	OFF
10	29	26	OFF

Tabel 3 adalah tabel hasil pengujian komunikasi MQTT kontrol suhu air, yang dilakukan selama 10 kali pengujian. Keakuratan yang diperoleh dari percobaan adalah 100%, artinya adalah kontroling suhu air dapat berfungsi.

Tabel 4. Uji Coba Kontrol Lampu Manual

Pengujian Ke	Lampu Manual	Keterangan Lampu
1	ON	✓
2	ON	✓
3	OFF	✗
4	ON	✓

Pengujian Ke	Lampu Manual	Keterangan Lampu
5	ON	✓
6	ON	✓
7	OFF	✘
8	ON	✓
9	ON	✓
10	OFF	✘

Tabel 4 adalah tabel hasil uji coba komunikasi MQTT kontrol lampu manual, yang diuji 10 kali. Keakuratan yang diperoleh adalah 100%, yang artinya adalah kontroling lampu manual dapat berfungsi. Simbol ✓ mempunyai arti lampu menyala, dan symbol ✘ mempunyai arti lampu tidak menyala.

Tabel 5. Uji Coba Kontrol Pakan Ikan Otomatis

Hari Ke	Waktu Pakan 1	Keterangan Pakan 1	Waktu Pakan 2	Keterangan Pakan 2
1	10:15	✓	13:00	✓
2	10:20	✓	13:05	✓
3	10:30	✓	13:10	✓
4	10:40	✓	13:15	✓
5	10:50	✓	13:20	✓
6	11:00	✓	13:25	✓
7	11:10	✓	13:30	✓
8	11:20	✓	13:35	✓
9	11:30	✓	13:40	✓
10	11:40	✓	13:45	✓

Tabel 5 adalah tabel hasil pengujian komunikasi MQTT pakan ikan terjadwal, yang diujikan selama 10 hari. Keakuratan yang diperoleh dari percobaan adalah 100%, yang artinya pakan terjadwal dapat berfungsi. Simbol ✓ mempunyai arti Data Terkirim dan Servo On.

Tabel 6. Uji Coba Kontrol Lampu Otomatis

Pengujian Ke	Waktu Lampu ON (WIB)	Waktu Lampu OFF (WIB)	Keterangan
1	20:00	04:00	✓
2	19:00	01:00	✓
3	18:00	01:00	✓
4	20:00	01:00	✓
5	21:00	01:00	✓
6	22:00	02:00	✓
7	20:00	01:00	✓
8	21:00	01:00	✓
9	19:00	01:00	✓
10	18:00	01:00	✓

Tabel 6 adalah tabel hasil pengujian komunikasi MQTT lampu yang terjadwal, dimana pengujian dilakukan 10 kali. Keakuratan yang diperoleh dari percobaan adalah 100%, berarti lampu yang terjadwal dapat berfungsi. Simbol ✓ berarti Lampu OFF dan lampu ON dapat berfungsi sesuai dengan jadwal.

Tabel 7. Uji Coba Ukuran Pelet Untuk Wadah Pakan

Pengujian Ke	Ukuran Pelet	Keterangan Wadah	Keterangan Sensor
1	0.8 mm	Terbuka	Terbaca

2	0.8 mm	Terbuka	Terbaca
3	0.8 mm	Terbuka	Terbaca
4	1 mm	Terbuka	Terbaca
5	1 mm	Terbuka	Terbaca
6	1 mm	Terbuka	Terbaca
7	1 mm	Terbuka	Terbaca
8	2 mm	Pakan Terhenti Sebagian Dalam Wadah	Tidak Terbaca
9	2 mm	Pakan Terhenti Sebagian Dalam Wadah	Tidak Terbaca
10	2 mm	Pakan Terhenti Dalam Wadah	Tidak Terbaca

Tabel 7 adalah tabel hasil percobaan ukuran pelet untuk wadah pakan ikan, yang dilakukan sebanyak 10 kali dan menggunakan 3 ukuran pelet yang berbeda. Hasilnya adalah hanya ukuran 0.8 mm sampai dengan 1 mm yang dapat dibaca sensor.

Tabel 8. Uji Coba Kelayakan

Pengujian Ke	Jumlah Ikan Awal	Jumlah Ikan Akhir	Kondisi Ikan
1	5	5	Normal, mau makan
2	5	5	Normal, mau makan
3	5	5	Normal, mau makan
4	5	5	Normal, mau makan
5	5	5	Normal, mau makan
6	5	5	Normal, mau makan
7	5	5	Normal, mau makan
8	5	5	Normal, mau makan
9	5	5	Normal, mau makan
10	5	5	Normal, mau makan
11	5	5	Normal, mau makan
12	5	5	Normal, mau makan
13	5	5	Normal, mau makan
14	5	5	Normal, mau makan
15	5	5	Normal, mau makan

Tabel 8 adalah tabel hasil percobaan kelayakan, yang dilakukan sebanyak 15 hari. Hasilnya adalah semua ikan hidup dan mau makan.

Tabel 9. Uji Coba Keseluruhan Sistem Manual

Uji Ke	Ukuran Pakan (mm)	Kondisi Servo	Status Pakan	Kondisi Lampu	Status Lampu	Kondisi Pompa	Status Pompa
1	0.8	Terbuka	Terdeteksi	Hidup	Terdeteksi	Hidup	Terdeteksi
2	0.8	Terbuka	Terdeteksi	Mati	Tidak Terdeteksi	Hidup	Terdeteksi
3	0.8 m	Terbuka	Terdeteksi	Hidup	Terdeteksi	Mati	Tidak Terdeteksi
4	1	Terbuka	Terdeteksi	Hidup	Terdeteksi	Hidup	Terdeteksi
5	1	Terbuka	Terdeteksi	Mati	Tidak Terdeteksi	Mati	Tidak Terdeteksi
6	1	Terbuka	Terdeteksi	Hidup	Terdeteksi	Hidup	Terdeteksi
7	1	Terbuka	Terdeteksi	Hidup	Terdeteksi	Hidup	Terdeteksi
8	0.8	Terbuka	Terdeteksi	Mati	Tidak Terdeteksi	Mati	Tidak Terdeteksi
9	0.8	Terbuka	Terdeteksi	Hidup	Terdeteksi	Hidup	Terdeteksi
10	1	Terbuka	Terdeteksi	Mati	Tidak Terdeteksi	Mati	Tidak Terdeteksi
11	0.8	Terbuka	Terdeteksi	Hidup	Terdeteksi	Hidup	Terdeteksi
12	0.8	Terbuka	Terdeteksi	Mati	Tidak Terdeteksi	Hidup	Terdeteksi
13	0.8	Terbuka	Terdeteksi	Hidup	Terdeteksi	Mati	Tidak Terdeteksi
14	1	Terbuka	Terdeteksi	Hidup	Terdeteksi	Hidup	Terdeteksi

Uji Ke	Ukuran Pakan (mm)	Kondisi Servo	Status Pakan	Kondisi Lampu	Status Lampu	Kondisi Pompa	Status Pompa
15	1	Terbuka	Terdeteksi	Mati	Tidak Terdeteksi	Mati	Tidak Terdeteksi

Tabel 9 adalah tabel hasil percobaan keseluruhan sistem secara manual, yang dilakukan sebanyak 15 kali dengan keadaan yang berbeda-beda. Keakuratan yang diperoleh dari percobaan adalah 100%, yang artinya keseluruhan sistem manual dapat berfungsi baik.

Tabel 10. Uji Coba Keseluruhan Sistem Otomatis

Uji Ke	Ukuran Pakan	Jadwal Pakan 1	Jadwal Pakan 2	Jadwal Lampu ON	Jadwal Lampu OFF	Suhu	Kirim Data Suhu	Status Heater
1	0.8 mm	15:00	17:00	01:00	15:00	27	28	ON
2	1 mm	16:00	18:00	01:00	16:00	28	26	OFF
3	1 mm	17:00	17:00	02:00	17:00	27	26	OFF
4	0.8 mm	13:00	20:00	01:10	13:00	28	30	ON
5	1 mm	14:00	19:00	01:15	14:00	27	35	ON
6	0.8 mm	15:00	20:00	02:00	15:00	28	27	OFF
7	0.8 mm	14:00	14:00	01:20	14:00	26	30	ON
8	1 mm	17:00	20:00	01:00	17:00	27	26	OFF
9	1 mm	14:00	22:00	01:05	14:00	28	29	ON
10	1 mm	15:00	17:00	01:15	15:00	27	28	ON
11	0.8 mm	15:00	17:10	01:00	15:00	26	27	ON
12	1 mm	16:00	18:00	01:00	16:00	27	26	OFF
13	1 mm	17:00	17:30	02:00	17:00	28	26	OFF
14	0.8 mm	13:00	20:00	01:10	13:00	27	30	ON
15	1 mm	14:00	19:00	01:15	14:00	27	34	ON

Hasil yang didapatkan, jadwal yang ditetapkan sudah sesuai, yaitu Jadwal Pakan 1, Jadwal Pakan 2, jadwal Lampu OFF, Jadwal Lampu ON dapat terbuka, hidup, serta mati. Pengujian keseluruhan sistem ini dilakukan melalui smartphone sebanyak 15 kali dengan kondisi yang beragam, dan bertujuan untuk mengetahui apakah alat ini dapat bekerja secara otomatis dengan baik atau tidak. Akurasi yang diperoleh adalah 100%, ini artinya seluruh sistem dapat berfungsi secara otomatis.

3.2. Kesimpulan (Conclusion)

Beberapa kesimpulan yang didapatkan dari hasil pengujian secara keseluruhan komponen maupun sistem komunikasi MQTT, adalah sebagai berikut: Pertama, Sensor DS18B20 yang digunakan pada penelitian ini tidak dapat membaca data hingga angka desimal dengan tingkat kesalahan (*error*) sebesar 1.1%, sedangkan komponen yang lain dari alat rerata dapat berfungsi 100%. Ukuran pelet yang dapat digunakan pada penelitian ini berukuran mulai dari 0.8mm sampai 1mm. Kesimpulan kedua, pada uji coba komunikasi MQTT, didapatkan akurasi sebesar 100%, sehingga dapat diambil kesimpulan alat ini dapat dikendalikan dengan baik pada jarak jauh dengan bantuan MQTT. Peneliti juga dapat memberikan beberapa saran untuk pengembangan penelitian berikutnya, yaitu: (1) Menggunakan sensor berat untuk mendeteksi pakan supaya berat pakan dapat diatur; (2) Mengembangkan mekanik wadah pakan, supaya semua ukuran pakan dapat dipakai; dan (3) Supaya lebih praktis, ditambahkan filter air pada mekanik alat.

Ucapan Terima Kasih (Acknowledgement)

Kami mengucapkan terima kasih kepada Muhammad Atthaariq Maulana, Bapak Harianto, dan Ibu Musayyanah, atas usaha bersama, sehingga tersusun artikel ini.

Daftar Pustaka

- Fauzia, S. R. (2020). Resirkulasi Air Untuk Optimalisasi Kualitas Air Bididaya Ikan Nila Nirwana (*Oreochromis Niloticus*). *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, Vol. 2, No. 5, hal. 887- 892.
- Fazil, M. A. (2017). Efektivitas Penggunaan Ijuk, Jerami Padi Dan Ampas Tebu Sebagai Filter Air Pada Pemeliharaan Ikan Mas Koki (*Carassius Auratus*). *Aquatic Sciences Journal*, Vol. 4, No. 1, hal. 37-43.
- Pindraana, K. I. (2018). Prototipe Pemandu Parkit Mobil Dengan Output Suara Manusia Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, Vol. 2, No. 2, hal. 71-82.
- Pratama, P. R. (2017). Aplikasi Webserver ESP8266 Untuk Pengendali Peralatan Listrik. *Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, Vol. 17, No. 2, hal. 40-44.
- Putra, Y. H. (2018). Sistem Pemantauan dan Pengendalian Nutrisi, Suhu, dan Tinggi Air Pada Pertanian Hidroponik Berbasis Website. *Jurnal Coding: Komputer dan Aplikasi*, Vol. 6, No. 3, hal. 128-138.
- Ramadhan, A. B. (2019). Desain dan Implementasi Pengukuran Debit Air Menggunakan Sensor Water Flow Berbasis IoT. *eProceeding of Engineering*, Vol. 6, No. 2, hal. 1-8.
- Rizkyanto, A. (2020). Desain Prototipe Sistem Naungan Otomatis Berbasis Internet of Things pada Green House [online]. Repository Universitas Jember. <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/104689>. (Diakses 17 Oktober 2022).
- Saputra, D. I. (2020). Perancangan dan Implementasi Rapid Temperature Screening Contactless Dan Jumlah Orang Berbasis IoT Dengan Protokol MQTT. *Journal of Energy And Electrical Engineering*, Vol. 2, No. 1, hal. 20-30.
- Syaifudin, M. S., Sulmartiwi, L., dan Andriyono, S. 2019. Penambahan Mikroalga Merah *Porphyridium Cruentum* Pada Pakan Terhadap Kecerahan Warna Ikan Cupang (*Betta splendens*). *Journal of Aquaculture and Fish Health*, Vol. 6, No. 1, hal. 41-47.