

Rancang Bangun Perangkat IoT untuk Pengendalian Pakan Pada Budidaya Ikan Hias Cupang (*Betta Fish*)

Marwondo¹, Sarjono², Iqbal Ardiansyah³

^{1,2,3}Informatika, Universitas Informatika dan Bisnis Indonesia, Indonesia

marwondo@unibi.ac.id

Info Artikel

Sejarah artikel :

Diterima Agustus 2023

Direvisi September 2023

Disetujui September 2023

Diterbitkan September 2023

ABSTRACT

Betta fish are one of the favorite ornamental fish which is much loved because of its beauty. This is the reason why so many people want to cultivate it. During the cultivation period, farmers are often negligent in providing fish with a feeding schedule. Quite a few cultivators also pay less attention to dosage, feed size, temperature and pH levels when feeding baby betta fish, which results in waste and neglect of the environmental health of cultivation ponds. Controlling the correct dosage, size and feeding schedule according to the age of the baby fish, temperature and water pH will be able to increase the success of cultivation. Controlling the dosage, size and schedule of feed can actually be done automatically with the realization of IoT devices. This device was built through co-create, ideate, Q&A IoT OSI, and prototype so that this device can run well. This device uses an Arduino Uno R3 SMD as a microcontroller, a DS18B20 sensor as a temperature sensor, and a pH sensor connected to a servo motor to control the feed dispenser. The Arduino Uno R3 was chosen because of its wide compatibility with various sensors as well as the flexibility to write our own program code. Water temperature and pH sensors are used to monitor environmental conditions in real-time which will be used to make intelligent decisions regarding feeding. This device will put food into the pond according to the schedule, dosage and size of the food based on the water temperature and pH conditions. As a monitoring screen, thingspeak is used as a dashboard which can be accessed online via a web browser. Based on several experiments carried out, this IoT device is able to provide good feed dosage accuracy according to the needs of young fish, making it easier for farmers to care for fish without their physical presence. This research contributes to the development of IoT in the context of fish farming which can increase the success of cultivation and the welfare of farmers.

Keywords : *Betta fish; Feeding; Internet of Things; Water pH; Water Temperature.*

ABSTRAK

Ikan cupang (*betta fish*) merupakan salah satu ikan hias primadona yang banyak digemari karena keindahannya sehingga banyak masyarakat mencoba membudidayanya. Dalam rentang waktu budidaya, pembudidaya sering lalai dalam pemberian jadwal pakan pada ikan. Tidak sedikit juga para pembudidaya kurang memperhatikan takaran, ukuran pakan, suhu, dan kadar pH pada saat pemberian pakan pada anakan ikan cupang (burayak) yang mengakibatkan pemborosan serta terbaikannya kesehatan lingkungan kolam budidaya. Pengendalian takaran, ukuran, dan jadwal pemberian pakan yang tepat sesuai dengan umur burayak, suhu, dan pH air akan mampu meningkatkan keberhasilan budidaya. Mengendalikan takaran, ukuran dan jadwal pakan sebenarnya dapat dilakukan secara otomatis dengan terwujudnya perangkat IoT. Perangkat ini dibangun melalui *co-create, ideate, Q&A IoT OSI, dan prototype* agar perangkat ini bisa berjalan

dengan baik. Perangkat ini memanfaatkan Arduino Uno R3 SMD sebagai *microcontroller*-nya, sensor DS18B20 sebagai sensor suhu, serta sensor pH yang dihubungkan dengan motor servo sebagai pengendali dispenser pakannya. Arduino Uno R3 dipilih karena kompatibilitasnya yang luas dengan berbagai sensor serta fleksibilitas untuk menulis kode program sendiri. Sensor suhu dan pH air digunakan untuk memantau keadaan lingkungan secara *real-time* yang akan digunakan untuk pengambilan keputusan cerdas terkait dengan pemberian pakan. Perangkat ini akan memasukkan pakan ke dalam kolam sesuai dengan jadwal, takaran, dan ukuran pakan berdasarkan kondisi suhu dan pH air. Sebagai layar pemantau, digunakan *thingspeak* sebagai *dashboard*-nya yang dapat diakses secara daring melalui *web browser*. Berdasarkan beberapa kali percobaan yang dilakukan, perangkat IoT ini mampu memberi akurasi takaran pakan yang baik sesuai dengan kebutuhan anakan ikan sehingga memudahkan pembudidaya merawat ikan tanpa kehadiran fisik. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan IoT dalam konteks budidaya ikan yang dapat meningkatkan keberhasilan budidaya dan kesejahteraan pembudidayanya.

Kata Kunci : Ikan Cupang; Internet of Things; Pakan; pH Air; Suhu Air.

PENDAHULUAN

Budidaya ikan hias merupakan salah satu peluang bisnis yang memiliki prospek menjanjikan, salah satunya adalah Cupang (*beta fish*). Secara umum, data trademap (statistik perdagangan internasional) menunjukkan, sejak tahun 2016-2019, Indonesia berada di peringkat keempat sebagai eksportir ikan hias dunia setelah Jepang, Singapura dan Spanyol [1] sedangkan khusus Cupang, periode 2015-2020 nilai ekspor ikan cupang bisa mencapai kurang lebih USD 65.128 atau rata-rata tumbuh sebesar 65% pertahun Dengan pola budidaya yang hampir sama dengan ikan konsumsi, ikan hias dapat menghasilkan keuntungan yang cukup besar.

Dalam budidaya cupang, pakan merupakan salah satu hal yang menjadi perhatian. Pemberian makan yang salah dapat mengakibatkan gagalnya budi daya. Pemberian pakan pada budidaya cupang memiliki jadwal, ukuran serta takaran yang telah ditentukan sesuai dengan umurnya. Pemberian pakan ini juga dipengaruhi oleh kualitas air kolam. Kualitas air kolam salah satunya dipengaruhi suhu. Suhu juga mempengaruhi nafsu makan ikan [2]. Kelalaian dalam penjadwalan yang tidak tepat waktu dan pemberian pakan yang tidak sesuai dapat menurunkan kualitas air sehingga berdampak pada kondisi ikan [3].

Dengan berkembangnya teknologi saat ini, kegiatan sehari-hari kita menjadi lebih mudah. Kehadiran IoT merupakan salah satu terobosan teknologi yang sangat membantu dalam peningkatan efisiensi. Internet of Thing (IoT) merupakan sebuah konsep yang mampu mengirim data melalui objek yang ditanamkan teknologi-teknologi seperti sensor dan perangkat lunak. IoT memiliki hubungan erat dengan istilah *machine-to-machine* atau M2M, alat komunikasi yang memiliki kemampuan komunikasi ini disebut *smart device*. *Smart device* atau perangkat cerdas ini diharapkan bisa membantu pekerjaan manusia lebih mudah dalam menyelesaikan berbagai masalah dan tugas yang ada.

IoT memungkinkan perangkat mengumpulkan data terus menerus secara *real-time* melalui sensor-sensor yang terhubung. IoT memungkinkan kita untuk mengambil manfaat dari pengumpulan dan analisis data yang tak terhitung jumlahnya. Dengan kecerdasan buatan (AI) yang semakin canggih, data ini dapat

diinterpretasikan dan digunakan untuk membuat keputusan yang lebih baik secara otomatis. Dalam lingkup budidaya, ini berarti pengendalian otomatis yang lebih baik terhadap lingkungan, sehingga proses budidaya lebih efisien.

Pengaturan jadwal pemberian pakan, ukuran, serta takaran semestinya sudah dapat dilakukan secara otomatis tanpa sentuhan fisik sehingga dapat mengurangi resiko kelalaian. Keadaan suhu dan pH air juga dapat dipantau secara *realtime* melalui piranti-piranti komunikasi yang dimiliki. Dengan adanya pengendalian pakan otomatis kita tidak perlu lagi memberi pakan dengan cara menabur secara manual ke kolam. Kita hanya perlu mengatur jadwal dan takaran untuk memberi pakan [4]. Hal ini dapat dilakukan jika dikembangkan piranti pengendalian pakan berbasis *Internet of Things* (IoT).

Berdasarkan data-data yang diperoleh dari sensor suhu air serta pH, maka piranti IoT akan mengolah data tersebut menjadi sebuah keputusan, berapa jumlah takaran pakan serta jenis pakan yang sesuai dengan umur dan kondisi lingkungannya. Motor servo yang digunakan untuk membuka tutup dispenser makanan akan bergerak sesuai durasi yang dihasilkan berdasarkan perhitungan data. Ukuran pakan juga ditentukan sesuai umur burayak sejak pertama kali masuk ke dalam kolam.

Penelitian ini bertujuan agar terwujudnya purwarupa (*prototype*) perangkat IoT yang dapat mengatur jadwal, takaran, dan jenis pakan secara otomatis sesuai dengan umur dan keadaan lingkungan kolam. Penelitian ini juga dapat berkontribusi dalam peningkatan pengembangan IoT dalam konteks budidaya ikan yang dapat meningkatkan keberhasilan budidaya yang dapat berimbas pada peningkatan kesejahteraan pembudidaya.

METODE

Penelitian ini menggunakan *IoT Methodology* sebagai kerangka utamanya. Metode ini merupakan metodologi iteratif yang terinspirasi dari *Lean startup* dan *design thinking*. *IoT Methodology* menggunakan beberapa langkah iterasi yaitu: CoCreate, Ideate, Q&A, IoT, OSI, Prototype dan Deploy [5]. Pengumpulan data didapat melalui beberapa jurnal, buku, ataupun media sosial. Setelah data terkumpul maka dilanjutkan ke tahap analisis. Data dianalisis agar terlihat perangkat apa saja yang digunakan agar lebih efektif. Data-data tersebut selanjutnya bisa digunakan untuk merakit perangkat IoT.

Tahap terakhir adalah melakukan penarikan kesimpulan dari hasil dan pembahasan. Kesimpulan didapat dari perangkat IoT yang telah dibangun apakah sudah sesuai dengan tujuan penelitian atau tidak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan metodologi yang telah dijabarkan sebelumnya, maka dapat diuraikan langkah-langkah sebagai berikut:

1. *Cocreate*

Pada tahap pertama *IoT Methodology* ini dijabarkan kebutuhan dan elemen apa saja yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang telah disebutkan di atas. Kebutuhan-kebutuhan dan elemen-elemen yang diperlukan untuk menjawab masalah tersebut antara lain :

- a. Pendeteksi pH air
- b. Pendeteksi suhu air
- c. Pengatur berat pakan
- d. Pengatur Waktu

Untuk mengimplementasikan kebutuhan tersebut, maka diperlukan komponen-komponen sebagai berikut:

a. Arduino Uno

Arduino uno merupakan board mikrokontroler berbasis ATmega 328. Fungsi Arduino uno adalah membuat program untuk mengendalikan berbagai macam sensor dan komponen elektronika. Arduino uno memiliki 14 pin input/output untuk digunakan sebagai PWM (*pulse width modulation*) dan *input* analog.

b. Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor untuk mendeteksi tingkat panas atau dinginnya air. Sensor ini digunakan dalam penelitian ini untuk mendeteksi suhu air dalam kolam budidaya.

c. Motor servo

Motor servo adalah penggerak utama untuk pemberian pakan ikan. Dalam penelitian ini motor servo digunakan untuk menggerakkan jenis pakan sesuai dengan umur burayak. Selain jenis pakan, takaran pakan burayak juga menggunakan motor servo untuk menjatuhkan pakan yang telah diatur kecepatan buka tutupnya, sehingga berat pakan mencapai.

d. Sensor pH

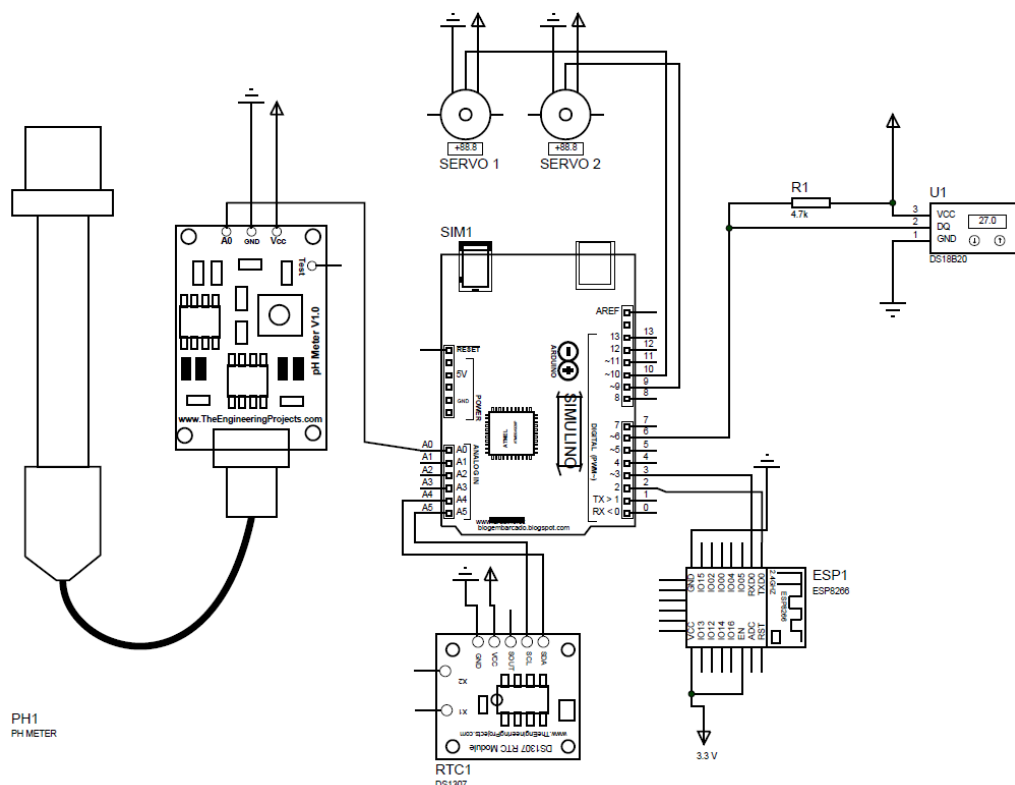
Sensor pH merupakan alat untuk mendeteksi tingkat asam atau basanya suatu zat yang berada di dalam air. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi keasaman air dalam kolam budidaya ikan.

e. RTC DS3231

Real Time Clock merupakan alat untuk mendeteksi waktu. Alat ini berfungsi untuk mengatur ukuran pakan sesuai dengan umur burayak. Alat ini bekerja sama dengan motor servo, dengan mengatur waktu 4 sampai dengan 45 hari maka motor servo satu bergerak dan untuk umur 45 sampai 90 hari maka motor servo kedua yang bergerak.

2. *Ideate dan Question and Answer (Q&A)*

Pada tahap ini dibuat skema rangkaian dan kemudian akan dilakukan simulasi terlebih dahulu sebelum merakit menjadi alat paten. Simulasi rangkaian ini menggunakan Breadboard untuk melakukan sebuah simulasi alat. Skema rangkaian seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Skema Rangkaian

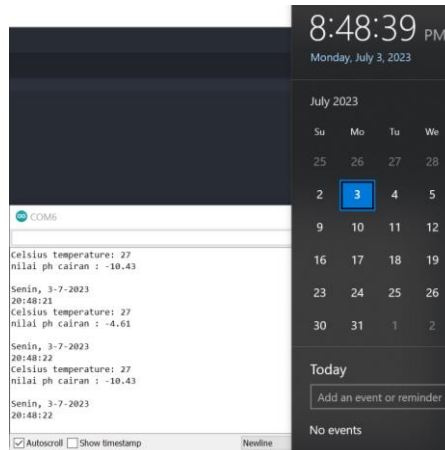
Skema rangkaian ini dibuat menggunakan aplikasi Proteus. Pada gambar skema di atas dibutuhkan dua motor servo untuk menjatuhkan pakan ke kolam pakan ikan. Satu buah sensor suhu DS18B20 untuk mengukur suhu air kolam budidaya dan pH meter untuk mengukur tingkat keasaman air. Kemudian digunakan modul ESP8266 untuk menghubungkan ke internet dan DS3231 untuk menghitung waktu yang nantinya akan menjadi jadwal pakan ikan. Servo pertama untuk memberikan pakan burayak ikan cupang untuk berumur 4 - 45 hari dengan jenis ukuran pakan sekitar 200-300 μ . Kemudian untuk motor servo kedua berfungsi untuk memberikan pakan ikan cupang yang berumur 45 - 90 hari dengan jenis ukuran pakan sekitar 300 - 500 μ .

Simulasi Rangkaian dan Validasi

Berikut hasil simulasi dan validasi pada beberapa sensor dan alat :

a. Real time Clock (RTC)

Real time clock merupakan alat untuk mendeteksi waktu. Pada penelitian kali ini alat ini berguna untuk mendeteksi bulan, hari, jam, menit, dan detik agar pakan jatuh sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. RTC yang digunakan tipe DS3231. Berikut hasil simulasi dan validasi dari RTC:

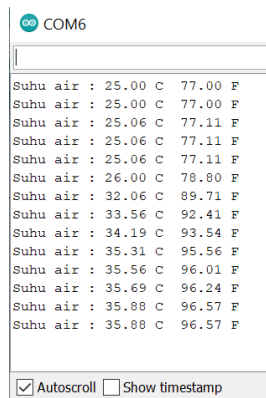


Gambar 2. Hasil Simulasi RTC

Dari gambar 2 di atas ada perbedaan 11 detik dengan waktu yang aslinya. Hal ini dapat ditoleransi karena tidak terlalu jauh dengan waktu sebenarnya.

b. Sensor DS18B20

Sensor suhu atau sensor DS18B20 merupakan sensor untuk mendeteksi suhu air yang terdapat pada kolam budidaya ikan. Sensor ini menggunakan resistor 4.7k Ohm sebagai trigger-nya. Berikut hasil simulasi yang telah dilakukan :

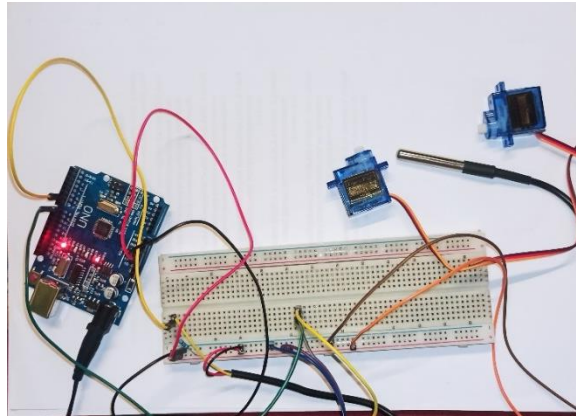


Gambar 3. Hasil Simulasi DS18B20

Gambar 3 di atas merupakan hasil dari simulasi untuk sensor suhu air. Suhu air di atas terlihat naik dan turun, sesuai dengan keadaan air saat sensor dicelupkan ke air dengan suhu yang berbeda.

c. Motor servo

Motor servo digunakan untuk menjalankan jenis pakan dan pemberian pakan. Pada percobaan pertama dan kedua mengalami kegagalan. Setelah dilakukan percobaan untuk yang ketiga kalinya akhirnya motor servo jalan. Berikut gambar setelah dilakukan perbaikan :



Gambar 4. Simulasi Motor Servo Ketiga

d. Kalibrasi pH Meter

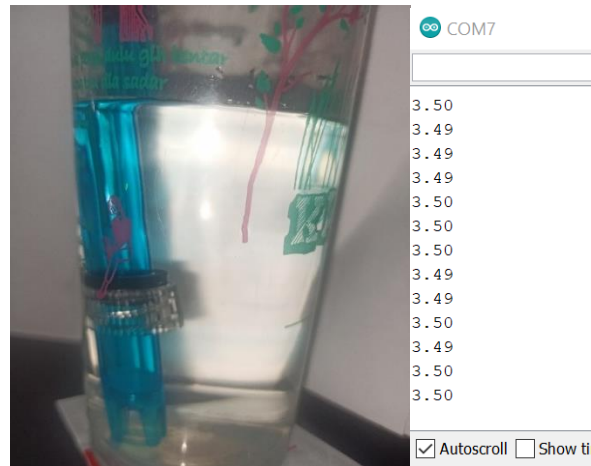
pH meter merupakan alat ukur untuk menghitung pH (basa atau asam) air. Sensor ini dibantu menggunakan alat atau modul PH-4502C. Langkah pertama yaitu mengukur tegangan pada modul PH-4502C, langkah ini berfungsi sebagai perhitungan yang berada pada source code. Dengan cara menghubungkan ujung module dengan kabel seperti pada gambar di bawah.



Gambar 5. Probe pH

Langkah selanjutnya yaitu melihat tegangan pada Arduino uno (serial monitor). Putar potensio meter (lingkaran merah) hingga mencapai angka 2.5 hingga 2.6. Masukkan air dengan menggunakan larutan pH 4 dan pH 6.8 sehingga mendapatkan nilai tegangan yang nantinya digunakan untuk perhitungan *source code*.

Colokan *probe* ke modul pH untuk menghitung kembali tegangan. Selanjutnya masukan probe kedalam air yang sudah diberi larutan pH. Buka kembali serial monitor untuk melihat tegangan yang telah dimasukan *probe*. Lakukan langkah ini pada pH 4 dan pH 6.8.



Gambar 6. Pengujian pH Menggunakan Air

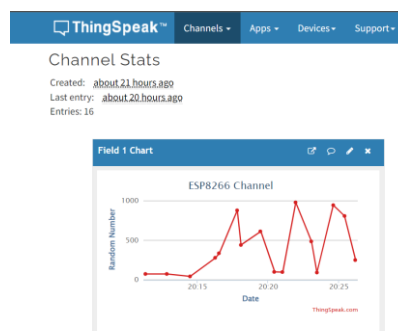
Pada gambar di atas terlihat *probe* dimasukan ke dalam larutan dengan pH 4 dan serial monitor menunjukkan angka 3.49 kemudian lakukan hal yang sama pada air dengan pH 6.8. Pada pH 6.8 penulis telah mendapatkan nilainya yaitu 3.17 dan dimasukanlah nilai tersebut pada *source code* seperti gambar di bawah ini.

```
float PH4 = 3.49;
float PH7 = 3.17;
```

Gambar 7. Konstanta Kalibrasi pH

e. Kalibrasi ESP8266 ESP-01E

ESP8266 merupakan modul Wi-Fi untuk menghubungkan alat dengan internet yang nantinya akan menampilkan data ke server. Dalam penelitian kali ini akan menampilkan data suhu dan pH air ke sebuah server Thingspeak. Berikut hasil simulasi rangkaian yang sudah penulis lakukan :



Gambar 8. Hasil Simulasi ESP8266

Gambar di atas merupakan hasil dari simulasi modul Wi-Fi esp8266 dengan menggunakan server thingspeak. Data yang digunakan merupakan data acak, belum menggunakan data suhu atau pH air.

3. *IoT OSI*

Setelah dilakukan validasi dan menentukan kebutuhan pada Langkah sebelumnya kemudian dilakukan penerepan pada alat. Karena pada langkah

sebelumnya pendeteksian suhu dan pH air telah dilakukan dengan akurat, maka berikutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan berapa berat pakan yang dijatuhkan.

Rumus yang digunakan adalah mencari waktu, waktu yang dicari nantinya yang digunakan untuk motor servo. Berikut rumus mencari waktu.

$$\text{Waktu} = \text{Kebutuhan Pakan} / \text{Debit}$$

Jika debit belum diketahui dan luas penampang berbeda maka gunakan rumus ini untuk mencari nilai debitnya. Untuk mencari debit menggunakan rumus di bawah ini.

$$\text{Debit} = \text{Luas penampang} \times \text{Kecepatan}$$

Pada penelitian kali ini sudah melakukan percobaan untuk mencari debitnya, dengan melakukan pengujian 1 detik pakan dijatuhkan dan didapatkan berat 4 gram. Sehingga nilai debit 4g/detik ini yang nantinya digunakan untuk mencari berapa waktu yang dibutuhkan jika ingin memberi pakan sesuai dengan kebutuhan. Berikut hasil perhitungan yang telah dilakukan sesuai dengan kebutuhan:

a. untuk berat 4 gram

$$t = \text{berat kebutuhan} / \text{debit}$$

$$t = 4 \text{ g} / 4\text{g/s}$$

$$t = 1 \text{ detik}$$

b. untuk berat 3 gram

$$t = \text{berat kebutuhan} / \text{debit}$$

$$t = 3 \text{ g} / 4\text{g/s}$$

$$t = 0,75 \text{ detik}$$

c. untuk berat 2 g

$$t = \text{berat kebutuhan} / \text{debit}$$

$$t = 2 \text{ g} / 4\text{g/s}$$

$$t = 0,5 \text{ detik}$$

d. untuk 1 gram

$$t = \text{berat kebutuhan} / \text{kecepatan}$$

$$t = 1 \text{ g} / 4\text{g/s}$$

$$t = 0,25 \text{ detik}$$

Setelah ditemukan nilai *delay* sesuai dengan kebutuhan, kemudian dimasukkan perkondisian yang sesuai dengan situasi pada kolam budidaya ikan cupang. Timbangan digunakan untuk mengukur berat pakan yang telah menggunakan perhitungan di atas. Berikut hasil yang didapatkan pada gambar 9 merupakan gambar hasil debit pakan yang telah penulis lakukan dan penulis melakukan penimbangan berat pakan dan didapatkan hasil sebesar 3 gram. Untuk mendapatkannya digunakan rumus perhitungan kedua menggunakan *delay* sebesar 0,75 detik atau 750 millisecond. Dengan hasil di atas maka perhitungan di atas sudah valid. Begitupun untuk pakan 1 gram, 2 gram, dan 4 gram.



Gambar 9. Berat Wadah Bawaan dan Berat Setelah Terisi Pakan

4. *Prototype*

Karena sebelumnya sudah dilakukan simulasinya dan menunjukkan hasil yang baik, maka sekarang piranti IoT akan dirakit sebagai sebuah *prototype*. Sebelum dipentengkan, alat tersebut melalui tahap uji coba sehingga ada beberapa perbaikan yang harus dilakukan oleh penulis. Berikut hasil perakitannya:



Gambar 10. Alat Tampak Depan dan Belakang

Gambar 10 merupakan gambar alat *prototype* tampak depan dan belakang pertama sebelum dilakukan perbaikan. Dapat terlihat aliran untuk wadah pakan masih menggunakan tutup botol berwarna hitam yang telah dilubangi, hal ini tentu saja membuat pakan susah mengalir dan harus mengalami perbaikan. Tampak pada gambar tersebut masih menggunakan *breadboard* dan untuk modul seperti PH-4502C, RTC DS3231, dan papan Arduino masih terletak pada papan akrilik. Hal ini menyebabkan barang sulit dibawa dan

rentan akan kerusakan, maka dari itu dilakukan perbaikan pada tampak belakang ini.

Pada langkah ini juga sudah dilakukan penulisan kode program sebagai perbaikan-perbaikan dari sebelumnya. Berikut beberapa kode program yang digunakan.

```
//INPUT WIFI
String AP = "NARATASK"; // NAMA WIFI ANDA
String PASS = "BAIQAJAH"; // KATA SANDI WIFI ANDA
String API = "70D8QS8NIYA9IL87";
String HOST = "api.thingspeak.com";
String PORT = "80";
String field = "field1";
String field_2 = "field2";
int countTrueCommand;
```

Gambar 11. Kode Program Pengaturan Wifi

```
//INPUT JADWAL PAKAN
int jam_pertama_ukuran_kecil = jam == 8 && menit == 00 && detik == 00;
int jam_kedua_ukuran_kecil = jam == 20 && menit == 00 && detik == 00;
int jam_pertama_ukuran_besar = bulan == 7 && jam == 8 && menit == 00 && detik == 00;
int jam_kedua_ukuran_besar = bulan == 7 && jam == 20 && menit == 00 && detik == 00;

double luas_penampang = 0.50265;
double kecepatan = 7.959;
double debit = luas_penampang * kecepatan;
float waktu_1 = round((1 / debit)*1000);
```

Gambar 12. Kode Program Input Jadwal Pakan

Beberapa kali perbaikan *prototype* dilakukan berdasarkan masukan calon pengguna serta uji coba kolam. Hasil akhir perbaikan pada alat dapat dilihat pada gambar 13 berikut.



Gambar 13. Perbaikan Akhir Alat

User Interface merupakan tampilan yang akan digunakan untuk *user* nantinya agar pengguna lebih mudah mengetahui informasi tentang keadaan kolam.

Pada penelitian kali ini penulis menggunakan Thingspeak untuk memantau keadaan kolam budidaya ikan. Berikut UI untuk alat pakan otomatis ini:



Gambar 12. User Interface

Pada gambar 12 merupakan tampilan *interface* untuk menampilkan informasi suhu dan kadar pH pada dalam bentuk grafik. tampilan ini nantinya yang digunakan user untuk mengetahui berapa suhu air dan pH air.

PENUTUP

Berdasarkan hasil dari Analisa yang telah dikemukakan pada bagian sebelumnya, penulis didapat kesimpulan bahwa purwarupa perangkat pengendali pakan ikan berbasis IoT berhasil diwujudkan. Pada *prototype* perangkat IoT ini dapat mengatur jadwal, takaran, dan jenis pakan secara otomatis sesuai dengan umur dan keadaan lingkungan kolam. Namun pengaturan jadwal masih diatur dalam *source code*. Agar piranti ini dapat berjalan lebih baik maka beberapa hal yang perlu dipertimbangkan ke depannya yaitu: (a) Menyesuaikan motor servo dengan yang lebih besar untuk diimplementasikan ke kolam budidaya yang sesungguhnya. (b) Menambahkan multi sensor pH dan suhu air agar bisa memantau kolam budidaya lebih banyak. (c) Menambahkan panel tersendiri untuk menampilkan informasi terkait suhu dan pH air. (d) Pengaturan-pengaturan lain dapat ditambahkan pada smartphone

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. "KKP Optimistis Indonesia Bisa Jadi Eksportir Ikan Hias Nomor Satu di Dunia," 21 April 2021. [Online]. Available: <https://kkp.go.id/artikel/29949-kkp-optimistis-indonesia-bisa-jadi-eksportir-ikan-hias-nomor-satu-di-dunia>.
- [2] N. Susianti, K. Nirmala dan A. Widiyati, "Meningkatan Sintasan dan Pertumbuhan Benih Ikan Tengadak Melalui Pengaturan Suhu dan Magnesium," *Iktiologi Indonesia*, pp. 1-11, 2014.
- [3] F. Rohman, Y. Cahyana dan T. A. Mudzakir, "Pemberian Pakan Ikan Otomatis Berbasis Mikrokontroler," *Scientific Student Journal for Information, Technology and Science*, p. 91, 2022.

- [4] B. Santoso dan A. D. Arfianto, "Sistem Pengganti Air Berdasarkan Kekeruhan Dan Pemberi Pakan Ikan Pada Akuarium Air Tawar Secara Otomatis," *Ilmiah Teknologi dan Informasi ASIA*, pp. 33-48, 2014.
- [5] S. Merzouk, A. Cherkaoui, A. Marzak dan S. Nawal, "IoT methodologies: comparative study," *International Workshop on Artificial Intelligence & Internet of Things (A2IoT)*, pp. 585-590, 2020.
- [6] S. Pratisca dan J. Sardi, "Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Suhu," *Teknik Elektro Indonesia*, pp. 193-200, 2020.