

Design of Smart Box Mechanics for Aquarium of Ornamental Fish Based on Arduino

Gugun Gundara^{1*}, Rifqi Risnandar¹
*Email corresponding author: mesin.irama@gmail.com

¹ Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya, Jl. Tamansari km.2,5 Kota Tasikmalaya

Article history: Received: 4 Mei 2021 | Revised: 10 Juni 2021 | Accepted: 22 Juni 2021

Abstract. *This research was conducted with the aim of a tool that can provide automatic fish feed, monitor temperature and ammonia gas levels in ornamental fish aquariums using an Arduino microcontroller. By using a servo motor to open and close the valve for the fish feed, Real Time Clock as a timer and feeding schedule, the DS18B20 sensor to monitor the temperature in the aquarium, and the MQ-135 sensor to measure the level of ammonia gas in the aquarium. Ornamental fish that are kept in an aquarium must also be considered in their maintenance and care. Fish feed is adjusted to the total weight of the fish in the aquarium, so that to determine the amount of feed is done by providing a pause on the servo. The results of testing the feed that comes out of the tool by providing a different delay on the servo motor every 1 second of 5 gr with a valve opening angle of 450. A good temperature for the aquarium is around 29°C, so to get the appropriate temperature the keeper can do it by adding warm air or cold water so that the temperature in the aquarium can match what is needed. Ammonia gas levels in a good aquarium are between 0.2 - 0.5 ppm, the data from the gas sensor readings, that when the water is clean, the value of ammonia gas in the aquarium tends to be normal, namely the range of 0.3 ppm. Meanwhile, when the water started dirty by the residual fish feed and fish waste itself, the value of ammonia gas starts to rise to 0.4 ppm. So that the ammonia gas levels in the aquarium are not too high and according to what is needed, it can be done by regularly cleaning the aquarium and changing the air in the aquarium.*

Keywords - Real time clock, servo, servo pause, arduino, DS18B20, MQ-135

Abstrak. *Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan merancang alat yang dapat memberi pakan ikan otomatis, monitoring suhu dan kadar gas amonia pada aquarium ikan hias dengan menggunakan mikrokontroler arduino. Dengan menggunakan motor servo untuk membuka dan menutup katup tempat pakan ikan, Real Time Clock sebagai pengatur waktu dan jadwal pemberian pakan, sensor DS18B20 untuk memonitoring suhu yang ada pada aquarium, serta sensor MQ-135 untuk mengukur kadar gas amonia pada aquarium. Ikan hias yang dipelihara dalam aquarium juga harus diperhatikan dalam hal pemeliharaan dan perawatannya. Pemberian pakan ikan disesuaikan dengan jumlah berat total ikan yang ada pada aquarium, sehingga untuk menentukan jumlah pakan dilakukan dengan memberikan jeda pada servo. hasil pengujian pakan yang keluar dari alat dengan memberikan delay yang berbeda pada motor servo setiap 1 detik sebesar 5 gr dengan sudut buka katup 450. Suhu yang baik untuk aquarium adalah berkisar 29°C, sehingga untuk mendapatkan suhu yang sesuai pemelihara dapat melakukan penyesuaian dengan menambahkan air hangat atau air dingin agar suhu yang ada pada aquarium dapat sesuai dengan yang dibutuhkan. Kadar gas amonia pada aquarium yang baik adalah berkisar antara 0,2 - 0,5 ppm, data hasil pembacaan sensor gas, bahwa ketika air dalam keadaan bersih nilai gas amonia pada aquarium cenderung normal yaitu kisaran 0,3 ppm. Sedangkan ketika air mulai kotor oleh sisa pakan ikan dan kotoran ikan itu sendiri, nilai dari gas amonia mulai naik adalah 0,4 ppm. Agar kadar gas amonia pada aquarium tidak terlalu tinggi dan sesuai yang dibutuhkan dapat dilakukan dengan cara membersihkan aquarium secara berkala dan mengganti air yang ada pada aquarium.*

Kata Kunci - Real time clock, servo, jeda servo, arduino, DS18B20, MQ-135

PENDAHULUAN

Memelihara ikan merupakan salah satu hobi dan juga dapat menjadi peluang bisnis bagi mereka yang gemar memelihara ikan hias ataupun ikan konsumsi [1]. Dalam kegiatan budidaya ikan banyak pekerjaan yang harus dilakukan, salah satu hal yang penting dalam pembudidayaan ikan adalah pemberian pakan ikan [2].

Pemeliharaan ikan hias dalam aquarium banyak digemari karena dirasa cukup mudah dalam pemeliharaan dan perawatannya. Ikan hias yang dipelihara dalam aquarium juga harus diperhatikan dalam hal pemeliharaan dan perawatannya. Akan tetapi, karena suatu pekerjaan sehari-hari atau kesibukan lain diluar pekerjaan, biasanya menjadi kendala dalam pemeliharaan dan perawatan aquarium. Pakan mempunyai peranan sangat penting dalam

pertumbuhan dan perkembangbiakan budidaya ikan. Perkembangan teknologi digital memberikan solusi dalam sebuah system otomatis yang lebih baik [3].

Pada suhu air aquarium yang dingin ikan hias akan mengalami sakit, suhu efektif untuk air aquarium berkisar antara 29 – 30 derajat celsius [4]. Selain itu, pakan komersil memiliki kandungan protein sekitar 2630%, sehingga jika manajemen pemberian pakan kurang baik maka dapat menyebabkan akumulasi amonia yang dapat mempercepat penurunan kualitas air [5]. Sayangnya pada saat ini, system pemberian pakan ikan umumnya masih sangat bergantung pada sumber daya manusia untuk pemberiannya, yang sifatnya masih manual.

Penggunaan sistem tersebut memiliki beberapa kekurangan, yaitu sering terjadinya kelalaian pada penjadwalan dan juga tidak adanya pengontrolan takaran pada setiap pemberian pakan. Hal tersebut dapat mengakibatkan ikan kekurangan gizi, pertumbuhannya terhambat, kerdil, sakit dan bahkan bisa mengakibatkan kematian.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan membuat alat yang dapat memberi makan ikan dalam aquarium tersebut secara otomatis, penunjuk kualitas gas sekitar aquarium, serta penunjuk suhu dalam aquarium. hewan ternak ikan secara otomatis. Arduino UNO adalah papan mikrokontroler berdasarkan ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 digit pin input /output (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, resonator keramik 16MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Hal tersebut adalah semua yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian mikrokontroler [6]. Mikrokontroler Arduino adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali program yang bisa dituliskan di hapus dengan cara khusus [7]. Alat ini dapat dikontrol dengan menggunakan RTC (Real Time Clock), sensor suhu DS18B20, dan sensor gas mq-135, sehingga pemeliharaan dan perawatan aquarium dapat dilakukan dengan teratur. Berdasarkan latar belakang diatas, penulis dapat memberikan solusi dengan membuat tugas akhir merancang alat dengan judul “Rancang Bangun Mekanika Smart Box untuk Aquarium Ikan Hias Berbasis Arduino”.

METODE

Metode pendekatan yang digunakan pada pembuatan alat ini yaitu metode Research and Development (R&D). R&D adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Research and Development (R&D) adalah suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru, atau menyempurnakan produk yang telah ada, yang dapat dipertanggungjawabkan. [3, 8]

Secara umum, metode pendekatan penelitian R&D seperti yang terlihat pada gambar 5 dalam merancang alat pemberi pakan ini dimulai dari tahap identifikasi masalah sampai dengan pengujian alat yang akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi Masalah

Tahap pertama yaitu mengidentifikasi masalah yang ada di lapangan untuk menentukan berbagai macam kebutuhan konstruksi, model, dan implementasi alat.

2. Perancangan Sistem Mekanik

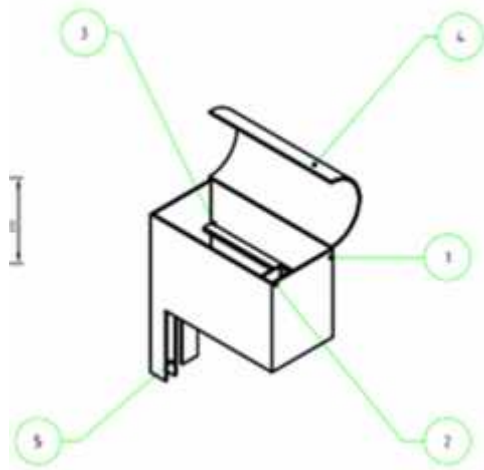
Perancangan sistem mekanik bertujuan untuk menghasilkan bentuk konstruksi alat, pada tahap ini dilakukan proses perancangan dan perakitan sistem mekanik agar alat dapat menjalankan fungsi utamanya secara mekanis.

a. Perancangan Sistem Minimum dan Pemrograman

Perancangan sistem minimum dan pemrograman dilakukan pada mikrokontroler / arduinouno R3 dengan tujuan agar keseluruhan sistem control dapat bekerja secara terstruktur sesuai dengan sistem mekanik yang telah dirancang, pemrograman dilakukan dengan menggunakan bahasa C+.

b. Tahap Pengujian Sistem

Tahap terakhir yaitu pengujian sistem pemberi pakan dan sistem control untuk mengetahui kinerja atau integrasi dari alat yang telah dibuat. Apabila masing-masing komponen dan perangkat dapat bekerja sesuai dengan prinsipnya.



- Keterangan :
1. Kotak Utama
 2. Tempat Pakan
 3. Penyangga
 4. Penutup Kotak Utama
 5. Penjepit

Gambar 1. Smart Box Mechanics for Aquarium

Alat dan Bahan

Pada proses pembuatan alat perlu dipersiapkan alat dan bahan sebelum dilakukan atau dikerjakan agar dalam proses pengerjaannya berjalan lancar.

Beberapa alat dan bahan yang dibutuhkan yaitu:

1. Alat

Alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Timbangan digital
- Penggaris
- Cutter
- Alat bangunan satu set
- Lem tembak dan lem cair
- Serta alat pendukung lainnya.

2. Bahan

Bahan- bahan yang digunakan untuk perancangan adalah sebagai berikut:

- Arduino Uno R3



Gambar 2. Ardiuno Uno

- Real Time Clock
- LCD I2C ukuran 16x2
- Adaptor 12V 2A
- Resistor
- Kabel Jumper
- Kabel Rainbow
- Acrilyc
- Engsel
- PVC board
- MQ-135
- DS18b20
- Buzzer

Jenis Pengujian

1. Pengujian Software

Dalam menguji perangkat lunak pemrograman pada mikrokontroler agar dapat mengatur, mengendalikan, dan mengaktifkan rangkaian tersebut, software yang digunakan adalah arduino dan proteus. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan:

- Mencari serta mengidentifikasi semua masalah/error yang terjadi pada perangkat lunak yang diuji.
- Melakukan tes dengan cara yang efisien dan efektif untuk mendapatkan data tambahan yang diperlukan.

2. Pengujian Hardware

Pengujian perangkat keras yang termasuk rangkaian yang terdiri dari arduino, LCD, RTC, dan motor servo adalah komponen utama dalam pengujian ini. Pembuatan Alat Pemberi Pakan Ikan Menggunakan Mikrokontroler ini menggabungkan komponen yang dikontrol mikrokontroler arduino dengan RTC (Real Time Clock) sebagai penjadwalan waktu sehingga dapat bekerja untuk mengeluarkan pakan didalam wadah. [9]

Tahapan Pengujian

1. Pengujian RTC sesuai dengan jadwal pemberian pakan

Pada umumnya pemberian pakan pada ikan hias dilakukan sebanyak 2-4 kali pada satu hari, disini pemberian pakan yang digunakan adalah 3 kali sehari, karena lebih efektif dan efisien. Waktu pemberian pakan yang baik adalah pagi hari, sore hari, dan malam hari yaitu pukul 08.00 WIB, pukul 12.00 WIB, dan pukul 17.00 WIB [10]. Oleh karena itu, pengujian RTC ini sangat diperlukan.

2. Pengujian torsi pada motor servo terhadap beban pakan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memilih torsi yang sesuai dengan beban pakan. Karena motor servo memiliki torsi yang berbedabeda sesuai dengan yang dibutuhkan.

3. Pengujian takaran pakan

Pemberian pakan pada ikan hias adalah sekitar 3% dari total berat ikan yang ada. Oleh karena itu, pengujian takaran ini dilakukan dengan mengatur kecepatan pada motor servo sehingga menghasilkan takaran yang sesuai dengan yang diperlukan.

4. Pengujian sensor suhu DS18B20

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk melihat apakah sensor dapat berfungsi dengan baik, sehingga suhu dalam air dapat selalu stabil.

5. Pengujian sensor gas MQ-135

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk melihat apakah sensor dapat berfungsi dengan baik, sehingga kadar amonia disekitar aquarium dapat selalu stabil.

Diagram Alur Penelitian



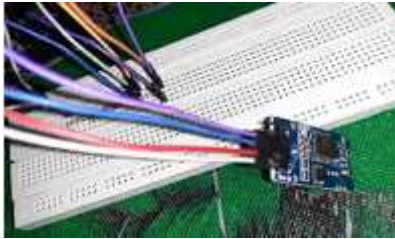
Gambar 3. Diagram Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Alat

1. Perangkat keras (hardware)

Perangkat keras ini merupakan rangkaian yang terdiri dari rangkaian real time clock, rangkaian LCD, dan rangkaian motor servo. Rangkaian Real Time Clock digunakan untuk mengatur waktu yang berupa jam, tanggal bulan, dan tahun yang akan ditampilkan pada layar LCD. Berikut gambar rangkaian dan pin yang digunakan real time clock.



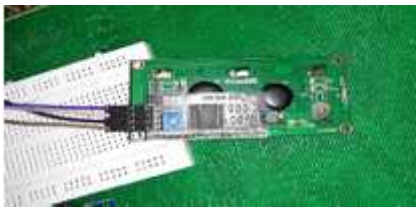
Gambar 4. Rangkaian Real Time Clock

Keterangan:

1. Kabel putih/ pin GND terhadap pin GND arduino
2. Kabel merah/ pin VCC terhadap pin 5V arduino
3. Kabel biru/ pin SDA terhadap pin analog A4 arduino
4. Kabel ungu/ SCL terhadap pin analog A5 arduino

2. Rangkaian LCD

Pada alat ini LCD digunakan untuk menampilkan waktu berupa jam, tanggal, bulan, dan tahun yang telah diatur pada RTC, serta menampilkan pemberitahuan ketika alat memberikan pakan.



Gambar 5. Rangkaian modul LCD

Keterangan:

1. Kabel coklat/ pin GND terhadap pin GND arduino
2. Kabel hitam/ pin VCC terhadap pin 5V arduino
3. Kabel putih/ pin SDA terhadap pin analog A4 arduino
4. Kabel ungu/ pin SCL terhadap pin analog A5 arduino

3. Rangkaian Motor Servo

Pada alat ini motor servo digunakan untuk membuka dan menutup katup pada tempat pakan. Untuk dapat menggerakkan Motor Servo diperlukan rangkaian yang memiliki mikrokontroler dan memiliki script pemrograman untuk menggerakkan motor servo tersebut. Dalam melakukan pergerakan motor servo mendapatkan berbagai sinyal yang memiliki lebar pulsa yang berbeda beda yang dikirim selama periode waktu tertentu dan teratur, maka servo akan bergerak sesuai dengan sinyal tersebut [11]



Gambar 6. Rangkaian Motor Servo

Keterangan:

1. Kabel coklat/ pin GND terhadap pin GND arduino
2. Kabel merah/ pin VCC terhadap pin 5V arduino
3. Kabel kuning/ pin input data terhadap pin 10 PWM arduino

4. Rangkaian DS18B20



Gambar 7. Rangkaian Sensor DS18B20

Keterangan:

1. Kabel hitam/ pin GND terhadap pin GND arduino
2. Kabel merah/ pin VCC terhadap pin 5V arduino
3. Kabel kuning/ pin input data terhadap pin 3 arduino

5. Rangkaian MQ-135



Gambar 8. Rangkaian MQ-135

Keterangan:

1. Kabel hitam/ pin GND terhadap pin GND arduino
2. Kabel merah/ pin VCC terhadap pin 5V arduino
3. Kabel coklat/ pin A0 terhadap pin A0 arduino

B. Hasil Uji Kerja Alat

1. Pengujian RTC sesuai jadwal pemberian pakan

Pengujian RTC ini membutuhkan program yang telah di setting pada software arduino yaitu pengaturan tanggal dan waktu agar sesuai dengan apa yang dibutuhkan. Contoh program adalah sebagai berikut:

```
//setting waktu pada real time clock
Void setup() {
  seting rtc
  rtc.begin();
  rtc.setTime(8, 49, 03); // set the time to 12:00:00 (24hr format)
  rtc.setDate(20, 12, 2020); // tanggal, bulan, tahun
}
```



Gambar 9. Pengujian RTC sesuai jadwal pemberian pakan

dapat dilihat pada gambar diatas, bahwa program yang telah dibuat dan hasil pada LCD sama, ini menunjukkan bahwa RTC berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Maka, tahap selanjutnya adalah menentukan waktu kapan alat ini bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Contoh program untuk menentukan kapan alat bekerja, adalah sebagai berikut:

```
//seting waktu untuk menjalankan motor servo
void loop() {
  if((Hor == 08 || Hor==16) && Min==00 && Sec == 00){
    status=1;
  }
}
```

Program diatas menunjukkan bahwa alat akan bekerja pada pukul 08.00 pagi dan pukul 16.00 sore, dimana jadwal tersebut dapat diatur sesuai kebutuhan.

2. Pengujian takaran pakan

Pemberian pakan ikan hias dalam sehari adalah sebanyak 3 kali, yang dilakukan sekitar pada pukul 08.00 WIB, pukul 12.00 WIB, dan pukul 17.00 WIB. Takaran pakan ikan hias adalah sekitar 3% dari berat total ikan yang ada. Oleh karena itu, pengujian ini sangat diperlukan agar pakan yang keluar sesuai dengan yang dibutuhkan. Data yang diperoleh adalah seperti pada table 1 berikut:

Tabel 1. Pengujian Takaran Pakan

No	Kecepatan Gerak Motor Servo	Berat Pakan Pada Tempat Pakan	Sudut Buka Katup	Delay Motor Servo	Pakan Yang Dihasilkan			Hasil (rata-rata)
					Ke-1	Ke-2	Ke-3	
1	5 detik	100 gram	45 ⁰	1 detik	5 gr	5 gr	5 gr	5 gr
2	5 detik	100 gram	45 ⁰	2 detik	10 gr	10 gr	10 gr	10 gr
3	5 detik	100 gram	45 ⁰	3 detik	15 gr	15 gr	15 gr	15 gr
4	5 detik	100 gram	45 ⁰	4 detik	20 gr	20 gr	20 gr	20 gr
5	5 detik	100 gram	45 ⁰	5 detik	25 gr	25 gr	25 gr	25 gr

Tabel 1 diatas menunjukkan hasil pengujian pakan yang keluar dari alat dengan memberikan delay yang berbeda pada motor servo. Sehingga untuk menentukan jumlah pakan yang diperlukan, pemelihara ikan hias hanya perlu mengubah delay dari motor servo sesuai dengan yang dibutuhkan.

- Pengujian torsi pada motor servo terhadap beban pakan
Pengujian dilakukan dengan cara memberikan beban pakan yang berbeda pada tempat penyimpanan pakan. Hasil pengujian adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Pengujian Torsi Pada Motor Servo Terhadap Beban Pakan

No	Berat Pakan Pada Tempat Pakan	Delay Motor Servo	Pakan yang dihasilkan			Hasil (rata-rata)
			1	2	3	
1	60		25	25	25	25 gr
			gr	gr	gr	
2	70		25	25	25	25 gr
			gr	gr	gr	
3	80	3 detik	25	25	25	25 gr
			gr	gr	gr	
4	90		25	25	25	25 gr
			gr	gr	gr	
5	100		25	25	25	25 gr
			gr	gr	gr	

Tabel 2 hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa beban pakan pada tempat pakan tidak mempengaruhi berat pakan yang dikeluarkan. Faktor yang mempengaruhi berat pakan yang dikeluarkan hanya delay pada motor servo.

- Pengujian sensor DS18B20
Pengujian dilakukan dengan memasukan sensor DS18B20 ke dalam air untuk melihat apakah sensor berjalan dengan baik. Hasil pengujian adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Pengujian Sensor DS18B20

No	Nama Sensor	Jenis Air	Percobaan (suhu ⁰ C)			Rata-rata Suhu (⁰ C)
			1	2	3	
1	DS18B20	Air Dingin	4	4	3.94	3.98
2		Air Biasa	23.23	23.25	25.19	23.22
3		Air Hangat	45.21	45.25	45.25	45.24

Dari tabel 3 diatas menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan baik. Oleh karena itu, untuk menentukan suhu yang baik untuk ikan hias pada aquarium, pemelihara hanya perlu menyesuaikan suhu air yang adapada aquarium dengan memperhatikan hasil pembacaan sensor yang muncul pada LCD I2C.

5. Pengujian sensor gas MQ-135

Pengujian dilakukan dengan meletakkan sensor diatas permukaan air. Hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Pengujian Sensor Gas MQ-135

No	Nama Sensor	Jenis Air	Percobaan (ppm)			Rata-rata ppm
			1	2	3	
1	MQ-135	Bersih	0.34	0.33	0.34	0.34
2		Kotor	0.43	0.45	0.44	0.44

Dari tabel 4 diatas didapatkan data hasil pembacaan sensor gas, bahwa ketika air dalam keadaan bersih nilai gas amonia pada aquarium cenderung normal yaitu kisaran 0,3 ppm. Sedangkan ketika air mulai kotor oleh sisa pakan ikan dan kotoran ikan itu sendiri, nilai dari gas amonia mulai naik. Dapat disimpulkan bahwa sensor gas ini bekerja dengan baik dan cukup akurat, oleh karena itu pemelihara ikan hias dapat mencegah nilai dari gas amonia tersebut agar tidak terlalu tinggi dengan melakukan pembersihan dan mengganti air pada aquarium, dimana ketika gas amonia cukup tinggi berkisar pada 0,7 – 1 ppm ke atas, akan berpengaruh pada kesehatan ikan tersebut. Nilai gas ammonia yang baik untuk aquarium ikan hias adalah berkisar 0,2 – 0,5 ppm.

KESIMPULAN

Setelah melakukan beberapa pengujian, bahwa smart box ini memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Keunggulan dari alat ini adalah dapat memberikan pakan ikan secara otomatis dan terjadwal. Kualitas aquarium dalam hal keadaan suhu dan kadar gas amonia dapat diketahui sehingga dapat mengurangi bahaya pada ikan sehingga dapat membantu dalam pemeliharaan dan perawatan ikan dan aquarium. Pembuatan Alat Pemberi Pakan Ikan Menggunakan Mikrokontroler ini menggabungkan komponen yang dikontrol mikrokontroler arduino dengan RTC (Real Time Clock) sebagai penjadwalan waktu sehingga dapat bekerja untuk mengeluarkan pakan didalam. RTC (Real Time Clock) dapat berfungsi dengan baik sebagai penjadwalan pada alat pemberi pakan ikan ini sesuai dengan waktu sebenarnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan penelitian ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak. Peneliti secara khusus mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Peneliti banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material.

REFERENSI

- [1] Elfani and P. Ardi, "Sistem pakar mendiagnosa penyakit pada ikan konsumsi air tawar berbasis website," *J. Sarj. Tek. Inform.*, vol. 1, pp. 42–50, 2013.
- [2] H. S. Weku, E. V. C. Poekoel, R. F. Robot, and M. Eng, "Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Mikrokontroler," *E-journal Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 5, no. 7, pp. 54–64, 2015.
- [3] A. M. M. Ardiwijoyo, Jamaluddin, "RANCANG BANGUN ALAT PEMBERI PAKAN IKAN DENGAN SISTEM AUTOMATISASI BERBASIS ARDUINO UNO R3 DENGAN SISTEM KENDALI SMS," *Pendidik. Teknol. Pertan.*, vol. 4, pp. 12–20, 2018.
- [4] K. Oktavianto, "Perencanaan dan Pembuatan Alat Pengatur Suhu, Monitoring Ph Air dan Pemberi Makan Ikan Arwana Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega16," vol. 1, no. 1, 1945.
- [5] M. F. Yenni Sri Mulyani, Yulisman, "PERTUMBUHAN DAN EFISIENSI PAKAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) YANG DIPUASAKAN SECARA PERIODIK," *J. Akuakultur Rawa Indones.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2014.
- [6] D. Prihatmoko, "Perancangan dan implementasi pengontrol suhu ruangan berbasis mikrokontroler arduino

- uno,” vol. 7, no. 1, pp. 117–122, 2016.
- [7] A. Fuadi, R. W. Sembiring, I. Gunawan, and Z. M. Nasution, “Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ternak Ikan Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino, Sensor Ultrasonik dan Module Sim800l,” vol. 1, no. 3, pp. 122–126, 2021.
- [8] Iswanto, et al., "Rancang Bangun Mesin Pencoak Pipa (Pipe Notcher) Multi Dimensi", *Jurnal Mettek: Jurnal Ilmiah Nasional dalam Bidang Ilmu Teknik Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 111-120, 2020.
- [9] R. Diky Auliya Saputra, Amarudin, “Rancang bangun alat pemberi pakan ikan menggunakan mikrokontroler,” *J. Ilm. Mhs. Kendali dan List.*, vol. 1, no. 1, pp. 7–13, 2020.
- [10] M. Rozik, R. Setyadi, and I. Christiana, “PERTUMBUHAN DAN EFISIENSI PAKAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) YANG DIPUASAKAN SECARA PERIODIK Growth and feed efficiency of tilapia (*Oreochromis niloticus*) starved periodically,” *J. Trop. Fish.*, vol. 13, pp. 1014–1021, 2018.
- [11] R. F. Christianti and D. Supriyadi, “Pengendalian Motor Servo Yang Terintegrasi Dengan Webcam Berbasis Internet Dan Arduino,” *Infotel*, vol. 5, no. 2, pp. 17–23, 2013.