

IMPLEMENTASI SISTEM PAKAN IKAN KOI OTOMATIS & NOTIFIKASI REFILL MENGGUNAKAN ARDUINO UNO BERBASIS ANDROID

Muhammad Faishol Amrulloh^{*1)}, Walidini Syaihul Huda²⁾, Achmad Syahrialdi Noor Akmal³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Yudharta Pasuruan
Jl. Pondok Pesantren Ngalah No.16, Purwosari, Pasuruan, Indonesia

Email: ¹faishol@yudharta.ac.id, ²walidini@yudharta.ac.id, ³noorakmal198@gmail.com

Abstract

Fish feed is an important aspect in fish farming activities. However, in general, feeding is still done manually and depends on human power. Feeding too often and excessively, as well as poor and uncontrolled feed planning and distribution, can disrupt fish health. This prompted research to develop an automatic fish feeding system using Arduino Uno and smartphones to provide notifications when fish feed supplies run out. This study aims to design an automatic fish feeding system, determine distance limits, and monitor the feeding device. The use of the HC-SR04 ultrasonic sensor allows for bait distance measurements with a low error rate. This system is capable of providing feed at an average rate of 24 grams per second, providing flexibility in regulating fish nutrient intake. Thus, this system can help fish farmers improve production efficiency and fish quality.

Keywords: *Arduino Uno, Automatic Feed System, IoT, Microcontroller, Smartphone*

Abstrak

Pakan ikan merupakan aspek penting dalam kegiatan budidaya ikan. Namun, secara umum, pemberian pakan masih dilakukan secara manual dan bergantung pada tenaga manusia. Pemberian pakan yang terlalu sering dan berlebihan, serta perencanaan dan distribusi pakan yang buruk dan tidak terkendali, dapat mengganggu kesehatan ikan. Hal ini mendorong dilakukannya penelitian untuk mengembangkan sistem pemberian pakan ikan secara otomatis dengan memanfaatkan Arduino Uno dan smartphone untuk memberikan notifikasi ketika persediaan pakan ikan habis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pemberian pakan ikan otomatis, menentukan batasan jarak, dan memantau alat pemberi pakan. Penggunaan sensor ultrasonik HC-SR04 memungkinkan pengukuran jarak umpan dengan tingkat kesalahan yang rendah. Sistem ini mampu memberikan pakan dengan laju rata-rata 24 gram per detik, memberikan fleksibilitas dalam mengatur asupan nutrisi ikan. Dengan demikian, sistem ini dapat membantu para pembudidaya ikan dalam meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas ikan.

Kata Kunci: *Arduino Uno, IoT, Mikrokontroler, Sistem Pakan Otomatis, Smartphone*

1. Pendahuluan

Masalah kesehatan ikan koi merupakan perhatian utama dalam budidaya ikan hias. Namun, dalam praktiknya pemantauan kesehatan ikan koi secara langsung oleh peternak sering kali tidak efisien dan terbatas. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan untuk mengembangkan sistem monitoring yang dapat memberikan informasi yang akurat dan real-time tentang kondisi kesehatan ikan koi. Penelitian ini akan membahas implementasi Internet of Things sebagai solusi untuk meningkatkan monitoring kesehatan ikan koi secara efektif dan efisien, dengan fokus pada pengembangan sistem yang dapat mendeteksi secara dini gejala penyakit, perubahan parameter lingkungan, serta pola makan ikan koi. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas budidaya ikan koi secara berkelanjutan.

Pakan merupakan hal yang penting dalam budidaya ikan[1]. Namun pada umumnya pemberian pakan masih dilakukan secara manual yaitu berbasis sumber daya manusia. Metode ini mempunyai kelemahan yang mempengaruhi perkembangan ikan, antara lain : kekeliruan perencanaan dan dosis pakan yang tidak terkontrol. Ikan diberi pakan 3-4 kali sehari, dalam jumlah dan waktu yang sesuai [2]. Terlalu sering dan memberi makan berlebihan dapat mempengaruhi daya tahan ikan karena sisa pakan menyatu dengan feses dan membentuk gas, yang terurai membentuk asam yang berisiko bagi daya tahan ikan. Hal inilah yang melatarbelakangi dikembangkannya sistem pemberian pakan koi otomatis dan



notifikasi pengisian menggunakan arduino uno berbasis smartphone untuk meminimalisir kekeliruan yang terjadi saat pemberian pakan koi secara manual [3].

Penelitian sebelumnya telah menggunakan sensor pH, sensor suhu dan buzzer berbasis mikrokontroler. Dalam penelitian ini, mikrokontroler digunakan untuk mengontrol sistem feeding agar berjalan secara otomatis dan aplikasi android digunakan untuk memonitor perilaku sistem [4][5]. Studi ini menemukan manfaat seperti akses internet yang mudah antara pengguna dan sistem pada saat yang sama, pengguna juga perlu membawa laptop dan ponsel mereka ke dalam modul untuk akses WiFi. Selain itu, mikrokontroler ini memiliki kelemahan yaitu tidak dapat memantau kinerja sistem dari jarak jauh [6].

Arduino Uno R3 dapat mengatasi masalah mikrokontroler[7], selain itu juga memiliki kelemahan tersendiri yaitu tidak memiliki modul WiFi, sehingga baik laptop maupun perangkat mobile harus terhubung ke jaringan yang sama untuk mengontrol sistem. Menggunakan sensor ultrasonik Arduino Uno R3 dan HC-SR04 untuk memberikan solusi, ketika ikan kehabisan makanan, akan muncul notifikasi di ponsel saat sistem sedang digunakan. Hal ini memungkinkan pengguna untuk menyediakan makanan ikan secara lebih efisien dan juga memiliki cadangan makanan ikan yang tersedia jika terjadi kekurangan.

Pemberian pakan ikan koi secara otomatis dengan takaran yang tepat memerlukan akurasi yang tinggi [8], di mana hal ini sangat krusial. Keandalan mekanisme sistem pemberian pakan ikan koi harus dirancang dengan sangat baik. Akurasi sensor pengukur level pakan dan kualitas air sangat penting untuk memberikan informasi yang tepat bagi sistem dan pengguna. Tidak akuratnya sensor dapat menyebabkan pemberian pakan yang tidak tepat dan notifikasi yang tidak tepat waktu kepada pengguna. Penelitian ini melakukan pengembangan sebuah sistem pakan ikan koi secara otomatis dan reepl menggunakan Arduino Uno berbasis android untuk memberikan pakan ikan secara tepat dan mengirimkan notifikasi pada pengguna mengenai kondisi pakan ikan melalui Android.

2. Metode

Metode yang digunakan dalam mengembangkan sistem pakan ikan koi otomatis dan notifikasi reepl menggunakan arduino uno berbasis android melalui beberapa tahap. Berikut adalah tahapan yang dilakukan:



Gambar 1. Tahapan penelitian

Tahapan penelitian yang di tunjukkan gambar di gambar 1 di jelaskan sebagai berikut :

1. Tahap analisis kebutuhan sistem: Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hal-hal yang diperlukan dalam perancangan dan implementasi sistem pemberi pakan ikan otomatis, baik perangkat keras maupun perangkat lunaknya.
2. Tahap perancangan sistem: Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak untuk merealisasikan sistem pemberi pakan ikan otomatis
3. Tahap implementasi sistem ini mencakup proses pengintegrasian kode program ke dalam perangkat keras Arduino dan sinkronisasi dengan aplikasi Android. Tujuannya adalah untuk mewujudkan pengendalian sistem pemberi pakan ikan secara otomatis melalui platform mobile.

4. Melalui serangkaian pengujian, kinerja sistem akan dievaluasi untuk memastikan bahwa sistem telah memenuhi semua persyaratan fungsional dan non-fungsional yang telah ditetapkan. Hasil evaluasi ini akan menjadi dasar untuk menentukan kelayakan penggunaan sistem.
5. Penulisan laporan hasil penelitian: Pada tahap ini, hasil dari penelitian dituliskan dalam bentuk laporan sesuai dengan tahap-tahap penelitian yang telah dilakukan.

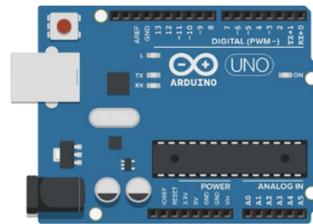
Dalam penelitian ini dibutuhkan beberapa komponen untuk mengaplikasikan perangkat keras pada system pakan ikan koi secara otomatis, antara lain sebagai berikut :

2.1. Arduino Uno R3

Arduino merupakan board (papan) mikrokontroler tunggal sumber terbuka yang berasal dari platform pengkabelan, yang dibangun untuk memfasilitasi penggunaan elektronik di berbagai bidang[9]. Perangkat keras arduino memiliki prosesor Atmel AVR dan piranti lunak arduino memiliki bahasa pemrograman C. Memori Arduino Uno adalah: 32 KB memori flash, 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM. Jam papan Uno menggunakan XTAL dengan frekuensi 16MHz. Sedangkan untuk daya, Arduino Uno memerlukan tegangan aktif sebesar 5 volt, sehingga Uno dapat dihidupkan melalui koneksi USB. Arduino Uno memiliki 28 kaki yang umum diterapkan. I/O digital terdiri dari 14ft, 0ft hingga 13ft, 6ft dapat memberikan output PWM (3, 5, 6, 9, 10, 11ft). Masing-masing dari 14 kaki digital Uno dapat berjalan pada tegangan hingga 5 volt dan sumber atau menerima hingga 40 mA [10].

Untuk input analog terdiri dari 6 kaki, kaki A0 hingga kaki A5. Di kaki pin terdapat tegangan input ke Uno saat menerapkan sumber daya eksternal selain USB atau adaptor [6]. ATmega328 ialah bagian dari mikrokontroler keluaran Arduino R3 Atmel dengan arsitektur RISC (Reduce Instruction Set Computer), setiap proses eksekusi data lebih cepat dari arsitektur CISC (Completed Instruction Set Computer). Mikrokontroler ini mempunyai beberapa fitur seperti:

1. Terdapat EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) sebesar 1 KB untuk penyimpanan data semi permanen, karena EEPROM dapat menyimpan data meskipun listrik dimatikan.
2. Dilengkapi dengan 2 KB SRAM (Static Random Access Memory).
3. Terdapat 14 pin I/O digital, 6 diantaranya merupakan keluaran PWM (Pulse Width Modulation).
4. Register tujuan umum 32 x 8-bit.
5. Pada clock 16MHz, kecepatannya bisa mencapai 16MIPS.
6. Memori flash 32KB dan Arduino memiliki bootloader yang menggunakan memori flash 2KB sebagai bootloader.
7. Ada 130 instruksi, sebagian besar dieksekusi dalam satu siklus clock.



Gambar 1. Arduino Uno R3

2.2. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor HC-SR04 adalah sensor yang digunakan untuk mengukur jarak dengan rintangan atau objek yang menghalangi sensor[11]. Sensor ini sangat populer dalam memetakan lingkungan eksternal, sensor ini banyak diaplikasi pada bidang robotika dan drone [12]. Akurasi yang dicapai dengan sensor ini sangat tinggi dan pembacaannya konsisten dan berkelanjutan. Selain itu, sensor ini juga dapat mendeteksi jarak tanpa menyentuh objek. Modul transceiver ultrasonik sudah ada di perangkat sensor ini [13]. Berikut ini adalah tabel yang menampilkan spesifikasi dari sensor HC-SR04.

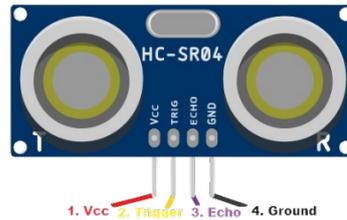
Tabel 1: Spesifikasi Sensor HC-SR04

Power Supply	+5V DC
Arus Daya	15mA
Sudut Efektif	<15°
Pembacaan Jarak	2cm-400cm
Pengukuran Sudut	30°

Tabel 2: Spesifikasi pin pada Sensor HC-SR04

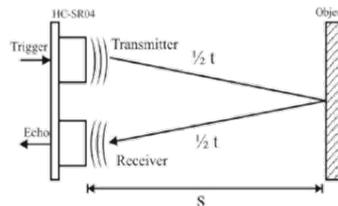
Nama Pin	Keterangan
VCC	Sumber Tenaga (5V)
Trig	Pemicu Sinyal Sonar dari Sensor
Echo	Penangkap Sinyal Sonar dari Sensor
GND	Ground

Pinout dan representasi dari sensor HC-SR04 ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Konfigurasi Pin dan Tampilan Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pemancar ultrasonik dan penerima ultrasonik adalah dua komponen utama dari sensor HC-SR04 ini. Penerima ultrasonik bertindak sebagai penangkap ultrasonik di mana gelombang datang dari pantulan benda dan pemancar ultrasonik bertindak sebagai pemancar ultrasonik yang pancarannya memiliki frekuensi 40KHz. Di bawah ini kami tunjukkan bahwa jarak antara sensor dan objek reflektif memiliki waktu tempuh dua kali lipat dari jarak antara sensor dan objek reflektif ketika pemancar mencapai penerima atau penerima [14].



Gambar 3. Prinsip Kerja Sensor HC-SR04

Prinsip kerja sensor adalah saat pulse pemicu diberikan ke sensor, pengukuran jarak dilakukan, gelombang ultrasonik dipancarkan dari pemancar, sensor menghitung waktu pengukuran, dan transisi keluaran TTL pada waktu yang sama. Ketika output TTL bertransisi rendah, waktu pengukuran berhenti setelah penerima menerima pantulan. Oleh karena itu, untuk waktu pengukuran dan kecepatan suara 340 m/s, jarak antara sensor dan objek dihitung memakai rumus yang diperlihatkan pada Persamaan (1):

$$s = \frac{t \times 340 \text{ m/s}}{2} \tag{1}$$

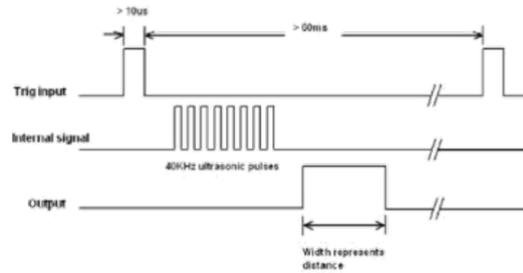
Dimana :

s = jarak antara sensor dan objek (m)

t = waktu transit ultrasound dari pemancar ke penerima (detik)

Berikut beberapa alasan mengapa penulis memilih sensor HC-SR04 ini sebagai alat ukur untuk mengukur ketinggian air di waduk. Yang pertama adalah kinerja sensor yang stabil dan yang kedua adalah pengukuran jarak. Dengan sensor ini, penulis mendapatkan data hasil yang akurat dengan akurasi 0,3 cm, pengukuran maksimum dengan sensor HC-SR04 dapat mencapai 4 meter dengan jangkauan minimum 2 cm dan ukuran yang ringkas, dapat dioperasikan pada level tegangan TTL [10].

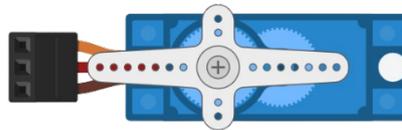
Cara menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04: Langkah pertama ialah memberikan pulse rendah (0) saat modul mulai bekerja pada sensor. Kemudian ada pulse tinggi (1) di pemicu selama 10 detik, sehingga modul akan mulai memancarkan 8 gelombang persegi pada frekuensi 40 kHz untuk sensor ini dan menunggu transisi naik terjadi sebelum terjadi pada output. Kemudian mulai menghitung waktu sampai waktu transisi turun terjadi. Jarak antara sensor HC-SR04 yang akan diukur dengan objek menggunakan Persamaan 2:1 . Bagan waktu ditunjukkan di bawah ini.



Gambar 4. Diagram Waktu Pengoperasian Sensor HC-SR04

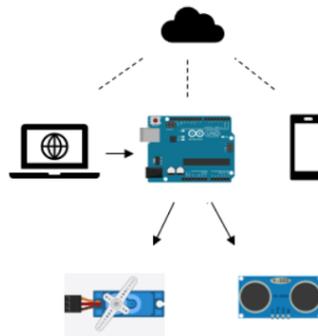
2.3. Motor Servo

Motor servo ialah piranti atau penggerak putar (motor) dengan sistem kontrol umpan balik (servo) yang dapat diatur untuk menetapkan dan meyakinkan letak ujung poros keluaran motor. Sistem penggerak dengan motor servo dapat mengontrol sudut rotasi objek yang dikontrol, berjalan secara otomatis, kontinu, dan tepat sesuai dengan perintah input [15]. Memilih motor servo standar 180 derajat untuk menggerakkan sendi kaki robot secara vertikal dan horizontal sangat penting dalam menentukan kombinasi gerakan. Motor harus memiliki torsi yang cukup untuk memindahkan beban yang besar [13].



Gambar 5. Motor Servo

Adapun perancangan secara umum pada penelitian diperlihatkan pada Gambar 6.

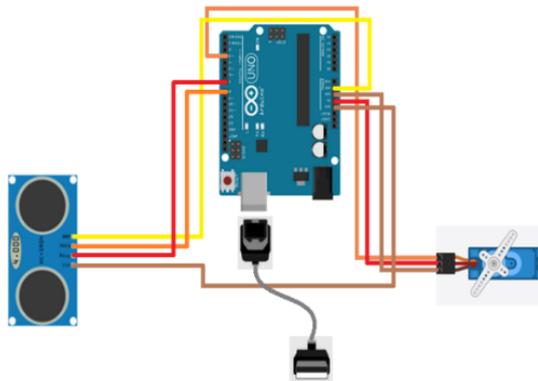


Gambar 6. Rancangan sistem pakan ikan koi

Dengan adanya perancangan sistem pakan ikan koi secara otomatis dan real time di harapkan dapat terjadi peningkatan dalam pemantauan dan penanganan kondisi kesehatan ikan koi. Hal ini dapat mengurangi risiko penyakit dan kematian ikan secara signifikan.

2.4. Skema Rangkaian

Adapun skema rangkaian elektronika dalam penelitian ini ditunjukkan oleh gambar 7



Gambar 7. Skema Rangkaian Elektronik

3. Hasil Dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan kelayakan alat yang telah dirancang. Melalui serangkaian pengujian, kami akan menguji apakah alat tersebut mampu menjalankan fungsinya secara optimal. Gambar 8 menggambarkan bentuk fisik alat yang telah berhasil dibuat.

3.1. Pengujian Alat

Pengujian alat pada penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Untuk mengolah data dari sensor tersebut, penelitian ini menggunakan Arduino Uno untuk mengupload data ke Firebase, yang kemudian dari Firebase akan dikirim ke platform yang ada pada smartphone secara realtime. Pada bagian aplikasi pada smartphone terdapat fitur yaitu monitoring sensor pakan dan batasan pakan ikan ketika pakan ikan akan habis sistem akan berjalan.



Gambar 8. Rangkaian Seluruh Alat

3.2. Perangkat Lunak

Software yang digunakan untuk memprogram alat ini menggunakan software Arduino dan juga menggunakan software MIT APP Inventor. Program yang dibuat pada penelitian ini adalah sistem pemberian pakan ikan koi yang dapat dijalankan secara otomatis dengan software Arduino dan program yang menggunakan MIT APP Inventor untuk memantau jarak pemberian pakan ikan di tempat penampung pakan ikan melalui smartphone.

Program halaman awal digunakan untuk menampilkan saat aplikasi dibuka, menunjukkan nama aplikasi dan tombol input. User Interface (UI) Halaman awal diperlihatkan pada Gambar 9:



Gambar 9. UI Halaman Awal

Program menu utama ini memiliki tiga elemen UI. Elemen pertama adalah menu sensor makanan yang menampilkan kondisi pakan ikan secara real-time. Ketika sistem berjalan otomatis, menu ini akan membaca nilai sensor jarak pakan di dalam tangki. Elemen kedua adalah batas maksimum pakan ikan, yang akan aktif jika nilai sensor pakan real-time melebihi batas atas yang ditentukan, menandakan pakan di dalam tangki telah habis. Elemen ketiga adalah menu keluar untuk kembali ke halaman Awal, UI menu utama diperlihatkan pada Gambar 10:



Gambar 10. UI Halaman Utama

3.3. Pengujian sistem dan Analisis Data

Pada penelitian ini, hasil pengujian unjuk kerja alat pakan ikan otomatis meliputi pengujian akurasi nilai jarak pemberian makan ikan dan pengujian otomatisasi alat. Uji jarak penampung pakan ikan dilakukan untuk meyakinkan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 berfungsi dengan lancar. Hal ini dilakukan tidak hanya dengan mengukur dengan alat pengukur, tetapi juga dengan memantau dengan smartphone apakah alat tersebut berfungsi dengan baik. Tes pengukuran yang memakai rumus kesalahan relatif untuk menetapkan kesalahan rata-rata.

3.3.1. Pengujian jarak sensor dengan pakan

Di bawah ini adalah tampilan hasil tes pengukuran jarak pakan ikan yang telah dilakukan.

Tabel 3: Uji Nilai Jarak Pakan Ikan

Pengujian ke -	Jarak Aktual (cm)	Jarak Pengukuran (cm)	Kesalahan Relatif %	Keberhasilan uji jarak
1	6,5	5,75	11,53%	Berhasil
2	5	4,45	11%	Berhasil
3	3,5	3,15	10%	Berhasil
4	3	2,85	5%	Berhasil
5	1,5	1,45	3,33%	Berhasil
	% Kesalahan Rata-Rata		8,17%	

Pengujian akurasi alat ini dilakukan untuk mencari mean error. Rata-rata error diperoleh dari nilai error relatif. Untuk menemukan kesalahan relatif, digunakan rumus jarak aktual dikurangi jarak pengukuran, bagi hasil pengurangan dengan jarak aktual, dan kalikan dengan 100 untuk memperoleh persentase. Di mana hal ini menandakan seberapa tinggi persentase kesalahan pengukuran akhir.

3.3.2. Pengujian jumlah berat pakan

Metode pengujian jumlah berat pakan melibatkan lima kali percobaan dengan variasi waktu pembukaan motor servo. Berat pakan yang keluar pada setiap percobaan dicatat dan dianalisis untuk menentukan laju pemberian pakan per detik. Data berat pakan diperoleh melalui pengukuran langsung menggunakan timbangan. Hasil percobaan di tunjukkan pada table 4

Tabel 4. Hasil pengujian berat pakan

No	Delay servo (detik)	Percobaan ke-					Berat min (gr)	Berat Max (gr)	Selisih rerata berat / detik
		1	2	3	4	5			
1	1	20	22	23	24	27	20	27	-
2	5	40	43	45	47	49	40	50	24
3	10	90	95	97	100	103	90	105	26
4	15	20	22	23	24	27	20	27	23
5	20	40	43	45	47	49	40	50	24

Analisis data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata laju pemberian pakan adalah 24 gram per detik. Nilai ini dapat dijadikan sebagai patokan untuk mengatur jumlah pakan yang optimal, dengan mempertimbangkan biomasa ikan dalam kolam.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai penerapan sistem pemberian makan ikan koi dan notifikasi pengisian otomatis menggunakan Arduino Uno berbasis Android, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Perancangan alat makanan ikan ini dengan Arduino Uno R3 dan alat pendukung lainnya, alat pakan ikan akan berjalan secara otomatis. Sistem otomatisasi pakan ikan bekerja dengan baik, ketika tegangan diterapkan, servo menyala dan katup pada servo membuka dan menutup untuk membuang makanan ikan ke tempat pembuangan.
2. Perhitungan jarak umpan ikan dalam tangki memakai sensor ultrasonik HC-SR04. Akurasi sensor mempunyai error rata-rata sebesar 8,17%, sehingga jika dilihat dari nilai yang cukup rendah yaitu $\pm 2,75$ cm.
3. Sistem ini dapat mengeluarkan pakan rata-rata seberat 24 gram per detik yang dapat dijadikan sebagai patokan pemberian pakan sesuai jumlah dan berat ikan yang ada pada kolam.
4. Penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi Android yang terintegrasi sepenuhnya dengan perangkat keras pemberi pakan ikan. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengatur jadwal pemberian pakan secara fleksibel dan menentukan jumlah pakan yang akan diberikan. Pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem bekerja sesuai dengan fungsinya yang telah dirancang.

Daftar Pustaka

- [1] V. T. F. Prajayati, O. D. S. Hasan, and M. Mulyono, "Magot Flour Performance in Increases Formula Feed Efficiency and Growth of Nirwana Race Tilapia (*Oreochromis sp.*)," *J. Perikan. Univ. Gadjah Mada*, vol. 22, no. 1, p. 27, 2020, doi: 10.22146/jfs.55428.
- [2] N. Busaeri, N. Hiron, A. Andang, and I. Taufiqurrahman, "Design and Prototyping the Automatic Fish Feeder Machine for Low Energy," *ICSECC 2019 - Int. Conf. Sustain. Eng. Creat. Comput. New Idea, New Innov. Proc.*, pp. 9–13, 2019, doi: 10.1109/ICSECC.2019.8907077.
- [3] R. M. Andriyanto, A. Rosadi, and T. Novianti, "Pemberi Pakan Ikan Otomatis Dan Pemantau Kondisi Air Kolam Budidaya Ikan Koi Berbasis Mikrokontroler," *Comput. Insight J. ...*, vol. 2, no. 2, pp. 1–8, 2021.
- [4] D. Ratnasari, Rodhiyah, and A. Pramudwiatmoko, "IoT Prototype Development of Automatic Fish Feeder and Water Replacement," *Int. J. Eng. Technol. Nat. Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 51–55, 2021, doi: 10.46923/ijets.v2i2.71.
- [5] O. Gusti, Z. Alfatih, M. F. Amrulloh, and G. Z. Alfatih, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Suhu Otomatis Untuk Kandang Bebek Skala Kecil Menggunakan Internet of Things (IoT). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Suhu Otomatis untuk Kandang Bebek Skala Kecil Menggunakan Internet of Things (IoT)," *J. Komput. dan Inform.*, vol. 5, pp. 205–213, 2023.
- [6] A. M. El Shal, F. M. El Sheikh, and A. M. Elsbaay, "Design and fabrication of an automatic fish feeder prototype suits tilapia tanks," *Fishes*, vol. 6, no. 4, pp. 1–12, 2021, doi: 10.3390/fishes6040074.
- [7] R. M. Andriyanto, A. Rosadi, and T. Novianti, "Pemberi Pakan Ikan Otomatis Dan Pemantau Kondisi Air Kolam Budidaya Ikan Koi Berbasis Mikrokontroler," *Comput. Insight J. ...*, vol. 2, no. 2, pp. 1–8, 2021, [Online]. Available: <http://103.114.35.30/index.php/CI/article/download/6997/3499>.
- [8] A. Saputra and M. Rahmadani, "Alat Monitoring dan Pemberian Pakan Ikan Otomatis berbasis Arduino Uno R3," *Snistek 4*, pp. 37–42, 2022.
- [9] Y. Rahmanto, A. Burlian, and S. Samsugi, "Sistem Kendali Otomatis Pada Akuaponik Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.33365/jtst.v2i1.975.
- [10] I. I. Mohamed, N. Hikmah, and N. E. Mohamed, "Design and Development of Microcontroller Based Automatic Fish Feeder System," *Ijesc*, vol. 10, no. 4, pp. 25380–25383, 2020.
- [11] Syaddam and M. Safii, "Sistem Otomatis Untuk Pemberian Pakan Ikan Di Aquarium," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 02, no. 02, pp. 13–24, 2021.
- [12] S. Ramakrishna Pillutla, N. Neelima, A. Sai Kumar, B. Narasimha Rao, and N. Suresh, "An Efficient two Dimensional Mapping of External Surroundings for Robotics and Drones," in *2022 13th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, Oct. 2022, pp. 1–6, doi: 10.1109/ICCCNT54827.2022.9984274.
- [13] A. M. Putra and A. B. Pulungan, "Alat Pemberian Pakan Ikan Otomatis," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 2, p. 113, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i2.108580.
- [14] R. Devitasari and K. P. Kartika, "Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Kucing Otomatis menggunakan Mikrokontroler NodeMCU Berbasis Internet Of Thing (IoT)," *Antivirus J. Ilm. Tek. Inform.*, vol. 14, no. 2, pp. 152–164, 2020, doi: 10.35457/antivirus.v14i2.1234.
- [15] D. Li, "Servo drive system design based on motor control requirements," in *International Conference on Automation Control, Algorithm, and Intelligent Bionics (ACAIB 2023)*, Aug. 2023, p. 154, doi: 10.1117/12.2686721.