

IMPLEMENTASI AUTOMATIC FISH FEEDER DI KERAMBA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER

¹⁾**Moh Jauharyanto, ²⁾Farihin Lazim, ³⁾Achmad Baijuri**

^{1,2,3)}Ilmu Komputer, Sains dan Teknologi, Universitas Ibrahimy

¹⁾jauharyanto11@gmail.com, ²⁾farihinlazim9@gmail.com, ³⁾bayubai@gmail.com

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel :

Diterima : 23 Juni 2025

Disetujui : 30 Agustus 2025

Kata Kunci :

Budidaya Ikan, Pakan Otomatis, ESP32, Keramba Jaring Apung, Mikrokontroler

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dengan potensi besar dalam bidang perikanan, namun sistem pemberian pakan ikan secara manual masih menjadi kendala efisiensi pada budidaya ikan, khususnya di keramba jaring apung. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan alat pelontar pakan ikan otomatis berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP32. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Research and Development (R&D), yang mencakup perancangan, pembuatan, dan pengujian alat. Sistem ini dilengkapi dengan RTC sebagai pengatur waktu dan motor servo sebagai penggerak katup pakan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat mampu memberikan pakan secara otomatis sesuai waktu yang telah ditentukan, sehingga memudahkan pembudidaya dalam mengatur jadwal pemberian pakan dan meningkatkan efisiensi kerja di lapangan. Alat ini dapat menjadi solusi tepat dalam mengatasi permasalahan keterlambatan pemberian pakan akibat faktor cuaca atau kesibukan pembudidaya.

ARTICLE INFO

Article History :

Received : Jun 23, 2025

Accepted : August 30, 2025

Keywords:

Aquaculture, Automatic Feeder, ESP32, Floating Net Cage, Microcontroller

ABSTRACT

Indonesia is a country with great potential in aquaculture, yet manual feeding systems remain a significant obstacle to efficiency, especially in floating net cage cultivation. This study aims to design and implement an automatic fish feeder using the NodeMCU ESP32 microcontroller. The research method employed is Research and Development (R&D), which includes the design, construction, and testing of the tool. The system is equipped with an RTC as a timer and a servo motor as the feed gate actuator. The test results indicate that the device is capable of automatically dispensing feed according to a predetermined schedule, thereby assisting fish farmers in managing feeding times and improving field efficiency. This tool offers an effective solution to address feeding delays caused by weather or the farmer's busy schedule.

1. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan yang memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia, menjadikannya wilayah yang sangat potensial dalam sektor kelautan dan perikanan. Salah satu subsektor yang terus berkembang adalah budidaya ikan. Data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan menunjukkan bahwa pada tahun 2015, produksi perikanan nasional mencapai 22,15 juta ton, dan meningkat sebesar 5,78% pada tahun berikutnya menjadi 23,51 juta ton(Yudamson, Ridho and Alam, 2024). Selain itu, hingga November 2017, tercatat produksi perikanan sebesar 6,04 juta ton dari sektor penangkapan dan 17,22 juta ton dari sektor budidaya. Angka-angka tersebut menunjukkan bahwa kontribusi terbesar berasal dari budidaya, menjadikannya faktor penting dalam mendukung ketahanan pangan nasional dan peningkatan ekonomi masyarakat pesisir(Akbar, 2022).

Budidaya ikan air laut, seperti ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*), merupakan salah satu komoditas unggulan yang banyak dibudidayakan menggunakan sistem keramba jaring apung (KJA), seperti yang ditemukan di Desa Durian, Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Namun demikian, dalam praktiknya, sistem budidaya ini masih menghadapi sejumlah tantangan teknis, khususnya dalam hal efisiensi pemberian pakan(Anggraini and Hastuti, 2022). Pemberian pakan secara manual yang umum dilakukan oleh pembudidaya sangat bergantung pada tenaga manusia, sehingga memiliki keterbatasan dari segi waktu, tenaga, dan akurasi. Metode manual ini biasanya dilakukan dengan menyebar pakan langsung ke arah keramba, yang membutuhkan waktu lama jika jumlah keramba banyak atau lokasi tidak mudah dijangkau(Komunikasi, Widjayanthy and Widayanti, 2020).

Masalah semakin kompleks ketika kondisi cuaca di laut tidak bersahabat, seperti saat hujan lebat, angin kencang, atau gelombang tinggi yang membahayakan keselamatan petugas pemberi pakan. Akibatnya, proses pemberian pakan sering tertunda dan tidak sesuai dengan jadwal yang ideal. Ketidakakuratan waktu dalam pemberian pakan dapat menyebabkan terganggunya pertumbuhan ikan. Jika pakan

diberikan terlalu sedikit, ikan tidak mendapatkan asupan gizi yang cukup, sedangkan jika terlalu banyak, akan terjadi pemborosan dan mencemari lingkungan air. Efisiensi dan efektivitas pemberian pakan menjadi salah satu kunci utama dalam keberhasilan budidaya ikan, sehingga perlu adanya solusi teknologi untuk mengatasi permasalahan ini(Rochmad, 2020).

Sistem ini dirancang tidak hanya untuk menjadwalkan pemberian pakan, tetapi juga untuk memantau jumlah sisa pakan dalam wadah serta memastikan keberhasilan distribusi pakan ke dalam kolam. Untuk mendukung hal tersebut, digunakan dua jenis sensor, yaitu sensor jarak inframerah untuk memantau volume pakan yang tersisa, serta sensor proximity inframerah untuk mendeteksi apakah pakan berhasil dikeluarkan dari alat. Sistem ini diintegrasikan dengan platform Blynk yang berfungsi sebagai antarmuka pemantauan dan pengendalian jarak jauh, serta sebagai penyimpan data hasil pembacaan sensor secara visual dan real-time(Risman, Rachman and Arifin, 2024). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor jarak inframerah mampu memberikan informasi sisa pakan dengan tingkat akurasi yang cukup baik setelah proses kalibrasi, dengan rata-rata kesalahan sebesar 5,1%. Sementara itu, sensor proximity berhasil mendeteksi setiap proses pelontaran pakan dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%. Meskipun demikian, kekurangan dari penelitian ini adalah penggunaan platform Blynk yang saat ini mengharuskan pengguna berlangganan untuk mengakses data secara penuh(Sudaryanto *et al.*, 2022).

Pada penelitian ini bertujuan untuk membantu pembudidaya ikan dalam melakukan proses pemberi pakan ikan serta dapat melakukan penjadwalan pemberian pakan, pemantauan sisa pakan dalam wadah dan pemantauan keberhasilan pakan keluar, sehingga diharapkan dapat mengurangi potensi kekurangan gizi dan tingkat kematian ikan. Maka dariitu dibuatlah Sistem Monitoring Sisa Pakan dan Pakan Keluar Berbasis IoT. Pada penelitian ini menggunakan sensor proximity, sensor jarak *infrared* untuk sistem monitoring alat pemberian pakan ikan dan *Platform Blynk* untuk mengendalikan perangkat keras dari jarak jauh, menampilkan data hasil pembacaan sensor,

dan melihatnya secara visual serta dapat menyimpan data. Hasil yang diperoleh adalah sensor jarak infrared dapat memberikan informasi tentang sisa pakan ikan lebih akurat setelah dikalibrasi, rata-rata persentase kesalahan dari total pengujian adalah sebesar 5,1 %. Sedangkan sensor proximity infrared dapat memberikan informasi keberhasilan lontaran pakan, dari total pengujian sensor proximity, tingkat keberhasilan mendekripsi lontaran pakan sebesar 100%. Kedua informasi tersebut dapat dipantau melalui platform Blynk di ponsel cerdas pengguna(Rizal, Aditya and Nurdiansyah, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pelontar pakan otomatis berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP32, yang bekerja sesuai jadwal pemberian pakan yang telah ditentukan sebelumnya. Alat ini diharapkan dapat memberikan solusi konkret dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas budidaya ikan di keramba jaring apung, mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja, serta meminimalisasi kerugian akibat kesalahan dalam pemberian pakan(Sifa *et al.*, 2020).

Penelitian oleh Pranoto dkk. (2024) merancang dan menguji sistem pelontar pakan ikan otomatis yang diterapkan pada keramba jaring apung menggunakan mikrokontroler Mappi32 yang mendukung komunikasi LoRa. Sistem dilengkapi dengan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk memantau ketersediaan pakan serta modul RTC DS3231 sebagai penjadwal waktu pelepasan pakan. Hasil uji coba menunjukkan bahwa alat mampu memberikan pakan secara otomatis sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan, dengan akurasi pemantauan mencapai 98,45%. Sistem mampu melontarkan pakan sejauh hingga 210,5 cm dan mengeluarkan sekitar 121,4 gram dalam durasi 5 detik, dengan kinerja stabil pada rata-rata tegangan 228,5 V dan arus 1,34 A. Inovasi ini menunjukkan efektivitas integrasi mikrokontroler dengan teknologi nirkabel dalam meningkatkan efisiensi pemberian pakan ikan di perairan terbuka(Pranoto, 2024).

Budidaya ikan dalam keramba jaring apung (KJA) di Danau Maninjau masih menerapkan metode pemberian pakan secara manual, yang membutuhkan waktu, tenaga, serta akses yang tidak mudah karena lokasi keramba berada di

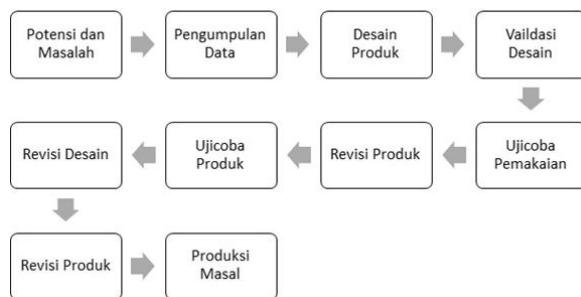
tengah danau. Kondisi ini menjadi tantangan tersendiri, apalagi pada masa pandemi COVID-19 yang meningkatkan risiko interaksi langsung antar pembudidaya. Untuk itu, diperlukan sistem pemberian pakan otomatis yang dapat dikendalikan dari jarak jauh dan bekerja secara terjadwal. Penelitian ini merancang alat pemberian pakan berbasis ESP32-CAM yang terintegrasi dengan aplikasi Blynk, sensor ultrasonik untuk mendekripsi volume pakan, RTC sebagai penjadwal waktu, serta motor servo sebagai aktuator pelepas pakan. Sistem ini memungkinkan pengguna memantau dan mengatur jadwal pemberian pakan serta menerima notifikasi saat pakan hampir habis melalui smartphone, sehingga meningkatkan efisiensi dan keamanan operasional budidaya(Devy, 2021).

Dari perkembangan teknologi yang semakin pesat saat ini dapat dimanfaatkan untuk mengatasi berbagai kendala dalam proses pemberian pakan ikan. Sistem yang lebih modern memungkinkan penggunaan perangkat pendukung seperti mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi dengan modul komunikasi nirkabel untuk mengoperasikan alat pelontar pakan secara otomatis pada keramba jaring apung. Mekanisme distribusi pakan ini dikendalikan oleh NodeMCU ESP32 dan didukung oleh sensor ultrasonik guna memastikan akurasi dan efisiensi dalam operasionalnya(Almufaridz, Kusumawardani and Saptono, 2021).

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi, dibutuhkan suatu perangkat otomatis yang mampu memberikan pakan ikan secara terjadwal di area keramba. Perangkat ini dirancang untuk mengatur waktu distribusi pakan agar selaras dengan kebutuhan dan waktu yang telah ditetapkan oleh pembudidaya. Dengan penerapan sistem pemberian pakan otomatis, pembudidaya tidak lagi perlu khawatir akan keterlambatan atau kesulitan dalam melakukan pemberian pakan secara manual, terutama pada keramba yang berlokasi di wilayah perairan terbuka. Keberadaan alat ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi kerja dan efektivitas produksi dalam kegiatan budidaya ikan, sekaligus mendukung peningkatan hasil panen secara optimal.

2. METODE PENELITIAN

Strategi kerja inovatif, atau dalam istilah bahasa Inggris disebut *innovative work (Research and Development)*, merupakan jenis penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk atau karya tertentu, sekaligus menguji tingkat kelayakan dan kecukupannya. Penelitian ini berfokus pada pengembangan produk yang bersifat baru dan kreatif, serta dilaksanakan secara bertahap dalam jangka waktu yang relatif panjang (longitudinal). Penelitian dan pengembangan ini terdiri dari beberapa tahapan sistematis yang dimulai dari identifikasi kebutuhan hingga evaluasi terhadap produk yang dihasilkan(Afriani, 2025).



Gambar 1. Tahapan Metode Research and Development (R&D)

2.1. Identifikasi Potensi dan Masalah

Langkah awal dalam penelitian ini diawali dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan untuk mengenali potensi yang dapat dikembangkan serta permasalahan yang muncul dalam proses pemberian pakan ikan di keramba. Tahap ini menjadi dasar untuk menentukan urgensi dan arah pengembangan alat.

2.2. Pengumpulan Data

Mengumpulkan informasi dan data pendukung dari lapangan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi.

2.3. Desain Produk

Berdasarkan data yang dikumpulkan, peneliti mulai merancang produk. Desain ini bisa berupa sketsa, diagram alir (flowchart), rancangan rangkaian elektronik, hingga spesifikasi teknis. Tahap ini penting untuk menggambarkan bentuk awal dari alat atau sistem yang akan dikembangkan.

2.4. Validasi Desain

Desain awal tidak langsung diproduksi, tetapi perlu ditinjau oleh para ahli (baik ahli

materi maupun teknis). Validasi ini bertujuan menilai kelayakan, efektivitas, dan kemungkinan penerapan dari desain tersebut.

2.5. Revisi Desain

Hasil dari validasi akan menghasilkan catatan dan masukan perbaikan. Desain kemudian direvisi agar lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna serta standar teknis yang diperlukan.

2.6. Uji Coba Produk

Setelah revisi desain, produk fisik atau sistem dikembangkan dan diuji dalam kondisi terkendali. Pengujian ini mengevaluasi apakah alat bekerja sesuai rencana, baik dari sisi teknis maupun fungsionalitasnya.

2.7. Revisi Produk

Berdasarkan hasil uji coba pertama, dilakukan perbaikan terhadap kekurangan yang ditemukan. Tujuannya agar alat lebih stabil dan sesuai dengan skenario penggunaan di lapangan.

2.8. Uji Coba Pemakaian

Produk diuji dalam kondisi sebenarnya oleh pengguna target (misalnya petani ikan di keramba). Uji coba ini mengevaluasi kepraktisan, kemudahan penggunaan, dan efektivitas alat dalam kondisi nyata.

2.9. Revisi Produk

Jika dari uji lapangan masih ditemukan kendala, maka dilakukan revisi lanjutan untuk menyempurnakan produk. Tahapan ini penting agar produk benar-benar siap digunakan tanpa hambatan berarti.

2.10. Produksi Massal

Tahap akhir ini dilakukan jika produk sudah terbukti efektif, efisien, dan memenuhi standar penggunaan. Produksi massal dilakukan untuk mendistribusikan produk secara luas kepada pengguna akhir. Namun, dalam beberapa kasus seperti tugas akhir atau penelitian terbatas, tahap ini bisa tidak dilaksanakan karena keterbatasan biaya dan skala proyek.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Alat Automatic Fish Feeder di Keramba

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem alat pemberi pakan ikan otomatis berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang diimplementasikan pada keramba jaring apung. Tujuan dari pengembangan ini adalah untuk menjawab kebutuhan pembudidaya dalam melakukan pemberian pakan yang lebih efisien, terjadwal, dan aman, sesuai dengan rumusan masalah yang telah ditetapkan.



Gambar 2. Rangkaian Automatic Fish Feeder

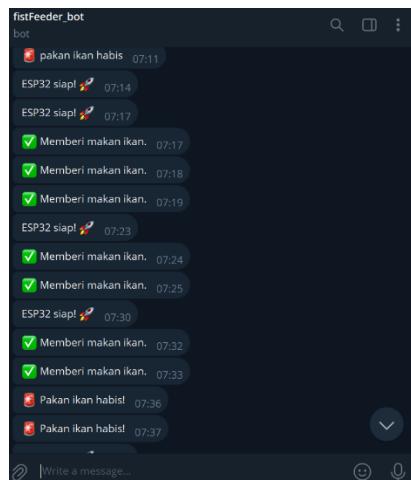
Berdasarkan hasil pengujian langsung di lapangan, alat mampu bekerja secara otomatis dengan mengandalkan waktu yang telah disetting melalui modul Real Time Clock (RTC). Sistem ini mengaktifkan motor servo untuk membuka dan menutup saluran pakan sesuai dengan jadwal pemberian yang ditentukan. Hal ini menjawab permasalahan keterlambatan dan ketidakteraturan dalam pemberian pakan secara manual, terutama ketika cuaca ekstrem atau ketika pembudidaya tidak berada di lokasi.

Alat juga menampilkan informasi waktu dan status pakan melalui LCD, sebagai contoh tampilan: “Jam: 10:01 AM - Pakan Cukup”, yang mempermudah pemantauan langsung. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem dapat menjalankan fungsi utama sesuai dengan yang dirancang.

3.2. Efektivitas dan Efisiensi Pemberian Pakan

Sistem ini terbukti efektif dalam menyederhanakan proses pemberian pakan yang sebelumnya bergantung penuh pada tenaga manusia. Dengan takaran pakan yang dapat disesuaikan dan waktu yang ditentukan, pakan dapat diberikan lebih tepat sasaran, sehingga mengurangi pemborosan dan menjaga kualitas pertumbuhan ikan. Hal ini sesuai dengan teori

manajemen pakan dalam budidaya ikan, yaitu pentingnya keseimbangan antara waktu pemberian, jumlah pakan, dan aktivitas ikan (Effendi, 2003).

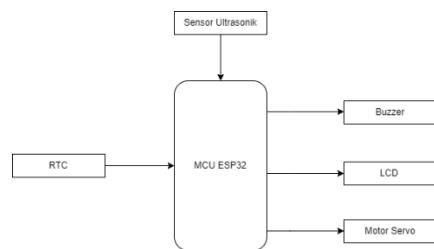


Gambar 3. Hasil Uji Coba Telegram

Implementasi ini juga mendukung prinsip efisiensi kerja dan produktivitas, yang selaras dengan hasil penelitian sebelumnya, yang menyatakan bahwa sistem otomatisasi pemberian pakan mampu menurunkan beban kerja dan meningkatkan konsistensi pertumbuhan ikan.

3.3. Blok Diagram

Diagram blok merupakan representasi visual penting dalam perancangan sistem karena menggambarkan keseluruhan alur kerja komponen yang saling terintegrasi. Penyusunan diagram ini dilakukan sebelum merancang rangkaian perangkat keras maupun perangkat lunak agar setiap bagian sistem dapat terkoordinasi secara optimal sesuai dengan tujuan fungsional. Dalam sistem ini, mikrokontroler ESP32 berperan sebagai pusat kendali utama yang terhubung dengan modul RTC, sensor ultrasonik, LCD, buzzer, dan motor servo, sehingga sistem dapat beroperasi secara otomatis dan terjadwal tanpa ketergantungan pada jaringan eksternal (Junior, Rahmawati and Winarti, 2022).

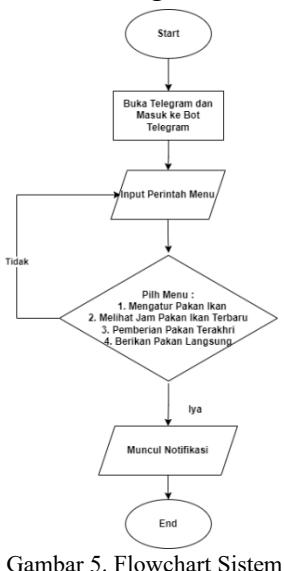


Gambar 4. Kerangka Kerja Sistem

Alur kerja sistem pada diagram blok dimulai dari mikrokontroler ESP32 yang berperan sebagai unit kendali utama dalam pengolahan dan pengaturan aliran data antara perangkat input dan output. Sistem ini dirancang untuk bekerja secara otomatis berdasarkan informasi waktu dari modul RTC serta data jarak yang diperoleh melalui sensor ultrasonik. Ketika perangkat dinyalakan, ESP32 akan melakukan proses inisialisasi terhadap seluruh komponen yang terhubung, seperti sensor ultrasonik, modul RTC, serta komponen output berupa buzzer, LCD, dan motor servo. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketinggian atau keberadaan pakan dengan mengukur jarak secara kontinu, lalu mengirimkan datanya ke ESP32. Sementara itu, modul RTC memberikan informasi waktu aktual sebagai acuan pengambilan keputusan. Mikrokontroler kemudian menganalisis data dari kedua input tersebut dan menjalankan instruksi berdasarkan logika yang telah diprogram sebelumnya. Jika sistem mendeteksi bahwa waktu saat ini sesuai dengan jadwal pemberian pakan dan jarak objek memenuhi kriteria tertentu, maka ESP32 akan mengaktifkan komponen output secara otomatis untuk melaksanakan proses pemberian pakan.

3.4. Flowchart

Flowchart memiliki fungsi utama untuk menggambarkan jalannya proses dalam suatu program, dari satu tahapan ke tahapan berikutnya secara sistematis. Representasi visual ini membantu memperjelas alur kerja program sehingga mudah dipahami oleh berbagai pihak(Ni Nyoman Emang Smrti *et al.*, 2023).

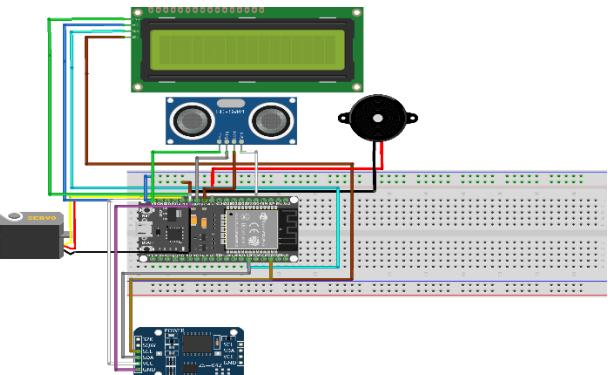


Gambar 5. Flowchart Sistem

Diagram alur tersebut menunjukkan proses pengoperasian sistem pemberian pakan ikan otomatis melalui bot Telegram. Pengguna memulai dengan membuka Telegram, mengakses bot, lalu memasukkan perintah menu seperti mengatur jadwal, melihat waktu pakan, atau memberi pakan langsung. Jika perintah valid, sistem menampilkan notifikasi; jika tidak, pengguna diminta menginput ulang. Alur ini mempermudah kontrol jarak jauh secara efisien dan responsif.

3.5. Perancangan Skema Alat

Gambar berikut menampilkan skematik keseluruhan dari perangkat pemberi pakan ikan otomatis. Rangkaian ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler, motor servo untuk mekanisme pemberian pakan, sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi ketinggian pakan, layar LCD sebagai media tampilan informasi, modul RTC (Real Time Clock) untuk penjadwalan waktu, serta buzzer sebagai indikator suara.



Gambar 6. Skematik Sistem

Dalam perancangan sistem ini, rangkaian alat disusun berdasarkan perangkat keras yang digunakan. Beberapa komponen utama yang digunakan meliputi sensor ultrasonic HC-SR04, modul RTC (Real Time Clock), tampilan LCD (Liquid Crystal Display), buzzer penanda kondisi sistem, motor servo sebagai aktuator mekanik, serta mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali sistem. Seluruh perangkat ini dirancang untuk saling terintegrasi guna membentuk satu kesatuan sistem kerja yang optimal.

3.3. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua

pihak yang telah memberikan dukungan moral, spiritual, maupun ilmiah dalam proses penyusunan dan penyelesaian penelitian ini. Ucapan terima kasih secara khusus ditujukan kepada kedua orang tua, keluarga besar, seluruh rekan mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ibrahimy angkatan 2021.

Penghargaan yang tulus juga penulis sampaikan kepada dosen pembimbing, seluruh dosen, guru, serta para ustaz yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan arahan selama masa studi hingga penyusunan karya ini. Semoga segala dukungan dan bantuan yang diberikan mendapatkan balasan kebaikan dari Allah SWT. Jazaakumullahu khairan.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem pemberian pakan ikan otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 yang diterapkan pada keramba jaring apung. Sistem ini menggabungkan modul RTC sebagai pengatur waktu, sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketersediaan pakan, serta aktuator berupa motor servo sebagai mekanisme pelepas pakan. Hasil implementasi menunjukkan bahwa alat ini dapat bekerja secara otomatis sesuai dengan waktu yang telah diprogram, serta mampu memberikan informasi visual melalui LCD dan peringatan melalui buzzer. Penerapan sistem ini terbukti dapat meningkatkan efisiensi pemberian pakan, mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia, serta menyesuaikan kebutuhan budidaya ikan di lingkungan perairan terbuka.

4.2. Saran

Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambahkan sensor tambahan atau perangkat pendukung lain guna meningkatkan kapabilitas sistem secara menyeluruh. Aplikasi kontrol juga disarankan untuk dirancang dalam satu versi, yakni berbasis web, sehingga pengguna dapat mengakses sistem baik melalui perangkat seluler maupun komputer. Selain itu, sistem basis data perlu dirancang agar mampu menyimpan riwayat data secara menyeluruh, bukan hanya menampilkan data secara waktu nyata (real-time), guna mendukung proses

analisis dan pengambilan keputusan yang lebih akurat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, L. (2025) 'Understanding the Design of Research and Development Methods in the Field of Education', 6(1), pp. 4–8.
- Akbar, I. (2022) 'Literature review pemanfaatan sumber daya kelautan untuk sustainable development goals (SDGS)', *Jurnal Sains Edukatika Indonesia (JSEI)*, 4(1).
- Almufaridz, P.K., Kusumawardani, M. and Saptono, R. (2021) 'Telecontrolling Smart Fish Feeder Berbasis Mikrokontroler Dan Aplikasi Android', *Jurnal Jartel Jurnal Jaringan Telekomunikasi*, 11(4), pp. 228–237. Available at: <https://doi.org/10.33795/jartel.v11i4.247>.
- Anggraini, T. and Hastuti, H. (2022) 'Daya Saing Ikan Kerapu Bebek (Cromileptes altevelis) di Desa Painan Selatan, Kabupaten Pesisir Selatan', *Indonesian Journal of Agriculture Resource and Environmental Economics*, 1(2), pp. 58–69. Available at: <https://doi.org/10.29244/ijaree.v1i2.42479>.
- Devy, L. (2021) 'Rancang Bangun Alat Pemberi Makan Ikan Menggunakan Blynk Untuk Keramba Jaring Apung Berbasis IoT', *Elektron : Jurnal Ilmiah*, 13(September), pp. 53–59. Available at: <https://doi.org/10.30630/eji.13.2.223>.
- Junior, Y.K., Rahmawati, L. and Winarti, W. (2022) 'Perancangan Alat Pemberian Pakan Otomatis Dan Monitoring Kualitas Air Dengan Sensor Suhu', *E-Link: Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, 17(2), p. 68. Available at: <https://doi.org/10.30587/e-link.v17i2.4647>.
- Komunikasi, J., Widjayanthy, L. and Widayanti, A. (2020) 'Dampak Penggunaan Keramba Jaring Apung pada Pembudidaya Ikan Kerapu Berdasarkan Perspektif Sosial Ekonomi) Impact of Using Floating Net Cages on Grouper Farmers Based on Socio-Economic Perspective PENDAHULUAN Negara Indonesia memiliki potensi budidaya pe', 1(1), pp. 12–18.
- Ni Nyoman Emang Smrti *et al.* (2023) 'Flowgorithm Sebagai Penunjang Pembelajaran Algoritma dan Pemrograman', *Jurnal Bangkit Indonesia*,

- 12(1), pp. 56–64. Available at: <https://doi.org/10.52771/bangkitindonesia.v12i1.218>.
- Pranoto, D. (2024) ‘Rancang Bangun Sistem Pelontar Pakan Ikan Otomatis Pada Keramba Jaring Apung Menggunakan Mikrokontroler Mappi32’, *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1). Available at: <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i1.3785>.
- Risman, Rachman, R. and Arifin, T. (2024) ‘Sistem Monitoring Dan Kontrol Pemberian Pakan Ikan Berbasis Iot Menggunakan Blynk’, *Responsif*, 17(1), pp. 44–50.
- Rizal, A., Aditya, G. and Nurdiansyah, H. (2021) ‘Fish Feeder for Aquaculture with Fish Feed Remaining and Feed Out Monitoring System Based on IoT’, *Procedia of Engineering and Life Science*, 1(2). Available at: <https://doi.org/10.21070/pels.v1i2.983>.
- Rochmad, A.N. (2020) ‘Teknik Pembesaran Ikan Kerapu Hibrida Cantang (Epinephelus fuscoguttatus × Epinephelus lanceolatus) pada Karamba Jaring Apung’, *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 22(1), p. 29. Available at: <https://doi.org/10.20473/jbp.v22i1.2020.29-36>.
- Sifa, A. et al. (2020) ‘Perancangan Mesin Katrol untuk Mobilitas Mesin Pelontar Pakan Ikan’, *Prosiding The 11th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung, 26-27 Agustus 2020 Perancangan*, pp. 228–233. Available at: <https://jurnal.polban.ac.id/proceeding/article/e/view/1999>.
- Sudaryanto, A. et al. (2022) ‘Desain Sistem Monitoring Sisa Pakan Menggunakan Sensor Ultrasonik Pada Alat Pemberi Makan Ikan Otomatis’, *Jurnal Fokus Elektroda : Energi Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Elektronika dan Kendali*, 7(1), p. 23. Available at: <https://doi.org/10.33772/jfe.v7i1.23562>.
- Yudamson, A., Ridho, M.M. and Alam, S. (2024) ‘Perancangan dan Implementasi Sistem Kontrol dan Monitoring Pemberian Pakan Ikan Otomatis Pada Keramba Jaring Apung Menggunakan Modul Komunikasi LoRa Design and Implementation of Control and Monitoring System for Automatic Fish Feeding in Floating Net Cages Using LoRa Communication Module’, 6(1), pp. 79–86.