

RANCANG BANGUN ALAT PEMBERI PAKAN IKAN LELE OTOMATIS BERBASIS ESP32 UNTUK MENDUKUNG PROGRAM BUDIDAYA IKAN DAN SAYUR DALAM MENINGKATKAN KETAHANAN PANGAN RUMAH TANGGA WARGA

Putu Widiadnyana¹, Ida Ayu Maharani²

^{1, 2}Institut Teknologi dan Bisnis STIKOM Bali, Jl. Raya Puputan No. 86 Renon, Denpasar, Bali, Indonesia
Email: widiadnyana@stikom-bali.ac.id

Article History

Received: 07-08-2026

Revision: 24-08-2026

Accepted: 28-08-2026

Published: 31-08-2026

Abstract. Household food security can be enhanced through fish and vegetable cultivation using the "fish-in-a-bucket" (*budikdamber*) system. A common challenge in fish farming is delayed feeding caused by the manager's time constraints. This study aimed to develop and evaluate the performance of an ESP32-based automatic catfish feeder, assessing functionality, reliability, timing accuracy, and power consumption. The study employed the Research and Development (R&D) method using the 4D model: Define, Design, Develop, and Disseminate. The device was constructed using an ESP32, a 16×2 I2C LCD, an SG90 servo, and a power bank as the power source. Testing was conducted in stages, comprising Black Box testing, a seven-day reliability test, feeding timing accuracy checks, and power consumption analysis. The results demonstrated that the device successfully executed scheduled feedings at 07:00, 12:00, and 17:00 WITA with a 100% success rate. The system also displayed time information and device status on the LCD. The findings indicate that the developed device effectively automates scheduled feeding and holds potential for supporting catfish farming management within the *budikdamber* system.

Keywords: ESP32, Automatic Fish Feeder, *Budikdamber*, Household Food Security, IoT.

Abstrak. Ketahanan pangan rumah tangga dapat ditingkatkan melalui kegiatan budidaya ikan dan sayur menggunakan sistem budidaya ikan dalam ember (*budikdamber*). Salah satu kendala dalam budidaya ikan adalah keterlambatan pemberian pakan akibat keterbatasan waktu pengelola. Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan menguji kinerja alat pemberi pakan ikan lele otomatis berbasis ESP32 berdasarkan aspek fungsionalitas, reliabilitas, ketepatan waktu, dan konsumsi daya. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model 4D yang meliputi *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Alat dikembangkan menggunakan ESP32, LCD 16×2 I2C, servo SG90, dan *power bank* sebagai sumber daya. Pengujian dilakukan secara bertahap melalui *Black Box Testing*, pengujian reliabilitas selama tujuh hari, ketepatan waktu pemberian pakan, dan konsumsi daya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat mampu menjalankan pemberian pakan sesuai jadwal pada pukul 07.00, 12.00, dan 17.00 WITA dengan tingkat keberhasilan 100%. Sistem juga mampu menampilkan informasi waktu dan status alat melalui LCD. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat yang dikembangkan dapat menjalankan fungsi pemberian pakan secara otomatis sesuai jadwal dan berpotensi digunakan untuk mendukung pengelolaan budidaya ikan lele pada sistem *budikdamber*.

Kata Kunci: ESP32, pemberi pakan otomatis, *budikdamber*, ketahanan pangan, IoT.

How to Cite: Widiadnyana, P & Maharani, I. A. (2026). Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Lele Otomatis Berbasis ESP32 untuk Mendukung Program Budidaya Ikan Dan Sayur dalam Meningkatkan Ketahanan Pangan Rumah Tangga Warga. *HORIZON: Indonesian Journal of Multidisciplinary*, 4 (4), 5991-6004. <http://doi.org/10.54373/hijm.v4i4.7352>

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan merupakan kondisi terpenuhinya kebutuhan pangan yang cukup, aman, bermutu, dan bergizi bagi masyarakat (Badan Pangan Nasional, 2023). Salah satu upaya untuk meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga adalah memanfaatkan lahan terbatas melalui kegiatan budidaya pangan mandiri. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah budidaya ikan dalam ember (budikdamber), yaitu sistem budidaya yang mengintegrasikan pemeliharaan ikan dan tanaman dalam satu wadah sehingga sesuai diterapkan pada lahan terbatas serta berpotensi mendukung penyediaan pangan keluarga (Hasanah et al., 2022). Metode ini relatif sederhana dan dapat menghasilkan sumber protein hewani sekaligus sayuran bagi rumah tangga.

Program Budidaya Ikan dan Sayur untuk Ketahanan Pangan Rumah Tangga Warga merupakan salah satu bentuk pemberdayaan masyarakat yang mendorong pemanfaatan teknologi sederhana dalam budidaya pangan mandiri. Ikan lele dipilih sebagai salah satu komoditas karena relatif mudah dipelihara, memiliki pertumbuhan yang cepat, dan mempunyai nilai ekonomi (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2023). Keberhasilan pemeliharaan ikan lele salah satunya dipengaruhi oleh manajemen pemberian pakan. Frekuensi, jumlah, dan ketepatan waktu pemberian pakan berperan dalam mendukung pertumbuhan dan efisiensi pemeliharaan ikan (Mata et al., 2022).

Dalam praktiknya, pemberian pakan secara manual dapat mengalami kendala karena keterbatasan waktu dan aktivitas pengelola. Ketidakteraturan jadwal pemberian pakan dapat menyebabkan pakan diberikan terlambat atau tidak sesuai jadwal yang direncanakan. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya sistem otomatis yang mampu memberikan pakan pada waktu yang telah ditentukan dengan intervensi minimal dari pengelola.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan peluang untuk mengembangkan sistem pemberian pakan ikan otomatis. Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan adalah ESP32 karena memiliki kemampuan pemrosesan serta konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth yang mendukung pengembangan sistem otomatis dan terhubung. Penerapan ESP32 pada sistem pemberian pakan ikan telah dilakukan dalam beberapa penelitian. Sugiarto et al. (2024), misalnya, mengembangkan sistem pemberian pakan ikan hias otomatis menggunakan ESP32 dan *servo motor*. Sistem tersebut mampu melakukan pemberian pakan berdasarkan jadwal dan dapat dipantau melalui aplikasi Blynk.

Penelitian Jeffrey et al. (2024) juga mengembangkan *automatic fish feeder* menggunakan ESP32 yang terintegrasi dengan aplikasi Blynk. Sistem tersebut dilengkapi sensor ultrasonik dan *servo motor* untuk mengatur pemberian pakan serta memungkinkan pengguna mengatur

jadwal dan memantau ketersediaan pakan secara *real-time*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat mengurangi kebutuhan pemberian pakan secara manual dan mendukung pengelolaan pakan yang lebih konsisten. Mukhtar et al. (2025) mengembangkan *automatic fish feeder* berbasis ESP32 dengan mekanisme *auger* untuk mengatur pengeluaran pelet. Penelitian tersebut tidak hanya menguji fungsi pemberian pakan, tetapi juga mengevaluasi ketepatan jadwal dan ketepatan dosis untuk beberapa ukuran pelet. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengikuti jadwal pemberian pakan dan menghasilkan tingkat kesalahan dosis yang relatif rendah. Temuan tersebut menunjukkan bahwa ESP32 dapat digunakan tidak hanya untuk otomatisasi waktu pemberian pakan, tetapi juga untuk pengendalian karakteristik keluaran pakan.

Penelitian lain oleh Utomo et al. (2025) mengembangkan sistem pemberi pakan ikan gurame menggunakan ESP32 yang terintegrasi dengan teknologi IoT. Sistem tersebut mampu memberikan pakan berdasarkan jadwal yang ditentukan dan menyediakan pengaturan pemberian pakan secara otomatis maupun manual. Temuan ini memperlihatkan bahwa integrasi ESP32 dengan sistem komunikasi IoT dapat meningkatkan fleksibilitas pengelolaan pemberian pakan pada budidaya ikan. Meskipun penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa ESP32 dapat digunakan untuk mengotomatisasi pemberian pakan ikan, masih terdapat ruang pengembangan pada sistem yang sederhana, portabel, dan sesuai untuk budidaya ikan skala rumah tangga. Sebagian penelitian menitikberatkan pada integrasi IoT, pemantauan jarak jauh, sensor ketersediaan pakan, atau mekanisme pengeluaran pakan yang lebih kompleks. Sementara itu, kebutuhan pada sistem budikdamber rumah tangga lebih menekankan pada alat yang sederhana, mudah digunakan, dapat bekerja sesuai jadwal, dan tidak bergantung pada sumber listrik tetap. Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengembangkan alat pemberi pakan ikan lele otomatis berbasis ESP32 dengan *power bank* sebagai sumber daya sehingga alat dapat digunakan secara lebih fleksibel pada lingkungan rumah tangga.

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan alat pemberi pakan ikan lele otomatis berbasis ESP32 serta menguji kinerjanya berdasarkan aspek fungsionalitas, ketepatan waktu pemberian pakan, keberhasilan pemberian pakan, reliabilitas, dan konsumsi daya. Berbeda dari penelitian terdahulu yang banyak menekankan konektivitas IoT dan pemantauan jarak jauh, penelitian ini memfokuskan pengembangan pada sistem pemberian pakan otomatis yang sederhana dan portabel untuk mendukung praktik budidaya ikan lele dalam skala rumah tangga. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan alternatif teknologi sederhana yang membantu menjaga konsistensi pemberian pakan dan mendukung pelaksanaan budikdamber sebagai salah satu bentuk ketahanan pangan rumah tangga.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D, yang terdiri atas empat tahap, yaitu *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate* (Thiagarajan et al., 1974). Model 4D dipilih karena memberikan alur pengembangan yang sistematis, mulai dari identifikasi kebutuhan dan permasalahan, perancangan produk, pengembangan dan pengujian produk, hingga penyebarluasan hasil pengembangan. Dalam penelitian ini, tahap *Define* digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan alat pemberi pakan otomatis pada budidaya ikan lele dalam ember (*budikdamber*). Tahap *Design* mencakup perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Tahap *Develop* meliputi perakitan, pemrograman, dan pengujian kinerja alat. Sementara itu, tahap *Disseminate* dilakukan dalam bentuk penyampaian hasil pengembangan dan informasi penggunaan alat sebagai produk yang telah diuji. Perangkat yang digunakan dalam penelitian terdiri atas komponen elektronik dan bahan pendukung yang digunakan untuk merancang alat pemberi pakan ikan otomatis, sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan bahan penelitian

No	Nama Komponen	Fungsi
1	ESP32 Development Board	Pengendali utama sistem
2	LCD 16×2 I2C	Menampilkan waktu dan status alat
3	Servo SG90	Membuka dan menutup saluran pakan
4	Power Bank	Sumber daya sistem
5	Box Plastik Hitam	Wadah pelindung komponen
6	Kabel Jumper Female-Female	Penghubung antar komponen
7	Lem Dextone	Perekat komponen
8	Lakban	Pengikat dan pelindung sambungan
9	Kabel Ties	Pengikat kabel
10	Kayu dan Paku	Rangka penyangga alat
11	Hole Saw 32 mm	Membuat lubang wadah pakan
12	Mata Solder	Perakitan rangkaian elektronik

Tahapan Penelitian

Tahap pertama adalah *Define*, yaitu analisis kebutuhan berdasarkan permasalahan dalam kegiatan budidaya ikan lele. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa pemberian pakan secara manual bergantung pada ketersediaan waktu pengelola sehingga berpotensi menyebabkan keterlambatan pemberian pakan. Berdasarkan kondisi tersebut, ditetapkan kebutuhan akan alat yang dapat memberikan pakan secara otomatis sesuai jadwal yang telah ditentukan. Tahap kedua adalah *Design*, yaitu perancangan sistem pemberi pakan otomatis. Perancangan mencakup perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri atas ESP32 sebagai pengendali utama, LCD 16×2 I2C sebagai media tampilan informasi, servo SG90 sebagai aktuator pembuka dan penutup saluran pakan, serta *power bank* sebagai sumber daya.

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++ untuk mengatur logika kerja sistem dan jadwal pemberian pakan.

Tahap ketiga adalah *Develop*, yaitu proses pembuatan dan pengujian produk. Seluruh komponen dirakit sesuai rancangan, kemudian ESP32 diprogram untuk menjalankan sistem pemberian pakan otomatis. ESP32 terhubung ke jaringan Wi-Fi untuk memperoleh informasi waktu melalui *Network Time Protocol* (NTP). Informasi waktu tersebut digunakan sebagai acuan untuk mengaktifkan servo sesuai jadwal pemberian pakan. Setelah alat selesai dirakit dan diprogram, dilakukan pengujian secara bertahap yang meliputi pengujian fungsional, reliabilitas, ketepatan waktu, dan konsumsi daya. Tahap keempat adalah *Disseminate*, yaitu penyampaian hasil pengembangan dan informasi penggunaan alat kepada pengguna sasaran. Tahap ini dilakukan dengan mendokumentasikan hasil pengujian serta memberikan informasi mengenai fungsi dan cara pengoperasian alat sebagai alternatif teknologi pemberian pakan otomatis pada sistem *budikdamber*.

Perancangan Sistem

Sistem pemberi pakan ikan otomatis dirancang menggunakan konsep Internet of Things (IoT) dengan ESP32 sebagai pusat pengendali utama. ESP32 terhubung ke jaringan Wi-Fi untuk memperoleh informasi waktu secara otomatis melalui layanan Network Time Protocol (NTP). Data waktu yang diperoleh digunakan sebagai acuan dalam menjalankan jadwal pemberian pakan yang telah ditentukan. Selain berfungsi sebagai pengendali sistem, ESP32 juga mengolah data dan mengirimkan perintah ke perangkat keluaran sesuai dengan kondisi yang telah diprogram. Pada sistem yang dikembangkan, masukan (input) berupa koneksi jaringan Wi-Fi dan data waktu yang diperoleh dari server NTP. Selanjutnya, data tersebut diproses oleh ESP32 untuk menentukan waktu pemberian pakan secara otomatis. Hasil pemrosesan ditampilkan melalui LCD 16×2 I2C yang berfungsi menampilkan informasi waktu dan status sistem secara real-time. Selain itu, ESP32 juga mengendalikan servo SG90 sebagai aktuator yang bertugas membuka dan menutup saluran pakan sesuai jadwal yang telah ditentukan. Dengan rancangan tersebut, sistem mampu melakukan pemberian pakan ikan secara otomatis, tepat waktu, dan berkelanjutan tanpa memerlukan pengawasan secara terus-menerus dari pengguna.

Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap kinerja alat. Pengumpulan data dilakukan secara bertahap sesuai urutan pengujian untuk memastikan bahwa alat telah memenuhi fungsi dasar sebelum dilakukan pengujian kinerja lebih lanjut. Sistem dirancang untuk memberikan pakan sebanyak tiga kali sehari, yaitu pada pukul 07.00, 12.00, dan 17.00 WITA. Jadwal tersebut digunakan sebagai acuan dalam seluruh pengujian kinerja sistem.

Teknik Analisis Data

Pengujian pertama adalah pengujian fungsional (*Black Box Testing*). Pengujian ini dilakukan setelah proses perakitan dan pemrograman selesai untuk memastikan setiap bagian sistem dapat berfungsi sesuai rancangan. Komponen dan fungsi yang diuji meliputi ESP32 sebagai pengendali, LCD 16×2 I2C sebagai media tampilan, koneksi Wi-Fi, sinkronisasi waktu dengan server NTP, serta servo SG90 sebagai aktuator. Hasil pengujian dicatat berdasarkan kesesuaian antara fungsi yang dirancang dan fungsi aktual alat. Setelah seluruh fungsi dasar dinyatakan berjalan, dilakukan pengujian reliabilitas untuk mengetahui konsistensi alat selama beroperasi. Pengujian dilakukan selama tujuh hari berturut-turut dengan tiga kali jadwal pemberian pakan setiap hari. Jumlah percobaan yang berhasil dan gagal dicatat untuk setiap jadwal. Nilai reliabilitas dihitung menggunakan persamaan:

$$R = (Nb / Nt) \times 100\%.$$

dengan R merupakan reliabilitas sistem (%), Nb adalah jumlah pengujian yang berhasil, dan Nt adalah jumlah total pengujian yang dilakukan. Semakin tinggi nilai reliabilitas yang diperoleh, semakin baik tingkat keandalan sistem dalam menjalankan fungsinya. Setelah reliabilitas sistem diuji, dilakukan pengujian ketepatan waktu pemberian pakan. Pengujian dilakukan dengan membandingkan waktu yang telah dijadwalkan dengan waktu aktual ketika servo mulai bekerja. Selisih waktu antara jadwal dan pelaksanaan dicatat pada setiap pemberian pakan. Nilai *error* waktu dihitung menggunakan persamaan:

$$E = |Ts - Ta|$$

dengan E merupakan nilai error waktu, Ts adalah waktu yang dijadwalkan, dan Ta adalah waktu aktual saat sistem menjalankan proses pemberian pakan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi sistem dalam menjalankan jadwal yang telah diprogram. Pengujian terakhir adalah pengujian konsumsi daya untuk mengetahui kebutuhan energi sistem selama beroperasi. Pengukuran dilakukan dengan mencatat tegangan dan arus yang digunakan oleh alat ketika sistem bekerja. Daya listrik dihitung menggunakan persamaan:

$$P = V \times I$$

P merupakan daya listrik dalam satuan Watt, V merupakan tegangan listrik dalam satuan Volt, dan I merupakan arus listrik dalam satuan Ampere. Hasil pengukuran digunakan untuk menggambarkan kebutuhan energi alat dan memperkirakan kemampuan *power bank* sebagai sumber daya selama pengoperasian.

HASIL DAN DISKUSI

Penelitian ini menghasilkan sebuah alat pemberi pakan ikan lele otomatis berbasis ESP32 yang dirancang untuk mendukung kegiatan budidaya ikan dalam ember (budikdamber). Sistem terdiri atas ESP32 sebagai pengendali utama, LCD 16×2 I2C sebagai media tampilan informasi, servo SG90 sebagai aktuator pembuka dan penutup saluran pakan, serta power bank sebagai sumber daya. Wadah pakan dibuat menggunakan box plastik yang dimodifikasi sehingga mampu menampung pakan dan menyalurkannya secara otomatis ke dalam ember budidaya. Setelah proses perakitan selesai, sistem dihubungkan dengan jaringan Wi-Fi untuk memperoleh informasi waktu dari server Network Time Protocol (NTP). Informasi waktu yang diperoleh ditampilkan secara real-time pada LCD dan digunakan sebagai dasar pelaksanaan jadwal pemberian pakan yang bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alat Pakan Ikan Lele Otomatis Berbasis ESP32

Pengujian fungsional dilakukan untuk mengetahui apakah setiap komponen dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang telah dirancang.

Tabel 2. Hasil pengujian fungsional sistem

No	Komponen	Hasil Pengujian	Status
1	ESP32	Sistem dapat menjalankan program	Berhasil
2	LCD 16×2 I2C	Menampilkan waktu dan status alat	Berhasil
3	Wi-Fi	Terhubung ke jaringan internet	Berhasil
4	NTP	Sinkronisasi waktu berhasil	Berhasil
5	Servo SG90	Membuka saluran pakan sesuai jadwal	Berhasil
6	Servo SG90	Menutup saluran pakan	Berhasil
7	Sistem Keseluruhan	Pakan keluar sesuai jadwal	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian, seluruh komponen dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang dirancang sehingga tingkat keberhasilan fungsional mencapai 100%.

Hasil Pengujian Reliabilitas Sistem

Pengujian reliabilitas dilakukan selama tujuh hari berturut-turut dengan tiga kali jadwal pemberian pakan setiap hari. Total pengujian yang dilakukan sebanyak 21 kali yang bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian reliabilitas

Hari	Pagi	Siang	Sore	Jumlah Berhasil
1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	3
2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	3
3	Berhasil	Berhasil	Berhasil	3
4	Berhasil	Berhasil	Berhasil	3
5	Berhasil	Berhasil	Berhasil	3
6	Berhasil	Berhasil	Berhasil	3
7	Berhasil	Berhasil	Berhasil	3

Jumlah pengujian berhasil (Nb) = 21

Jumlah total pengujian (Nt) = 21

Perhitungan reliabilitas:

$$R = (Nb / Nt) \times 100\%$$

$$R = (21 / 21) \times 100\%$$

$$R = 100\%$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat reliabilitas yang sangat baik karena seluruh proses pemberian pakan berhasil dilakukan tanpa kegagalan selama masa pengujian. Hasil penelitian menunjukkan tingkat reliabilitas sebesar 100%. Temuan ini sejalan dengan penelitian Sugiarto et al. (2024) yang menunjukkan bahwa penggunaan ESP32 mampu menjalankan sistem pemberian pakan otomatis secara konsisten dan terjadwal.

Hasil Pengujian Ketepatan Waktu

Pengujian ketepatan waktu dilakukan dengan membandingkan waktu yang dijadwalkan dengan waktu aktual saat servo mulai bekerja yang bisa dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian ketepatan waktu

Jadwal	Waktu Aktual
07.00.00	07.00.01
12.00.00	12.00.02
17.00.00	17.00.01

Rata-rata error:

$$E = (1 + 2 + 1) / 3$$

$$E = 1,33 \text{ detik}$$

Nilai error yang kecil menunjukkan bahwa sinkronisasi waktu menggunakan NTP pada ESP32 mampu memberikan akurasi yang baik dalam menjalankan jadwal pemberian pakan. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu menjalankan pemberian pakan sesuai jadwal yang telah ditentukan tanpa keterlambatan yang signifikan.

Hasil Pengujian Konsumsi Daya

Pengukuran konsumsi daya dilakukan ketika alat beroperasi secara normal.

Tegangan sistem (V) = 5 Volt

Arus rata-rata (I) = 0,25 Ampere

Perhitungan daya:

$$P = V \times I$$

$$P = 5 \times 0,25$$

$$P = 1,25 \text{ Watt}$$

Dengan menggunakan power bank berkapasitas 10.000 mAh, alat dapat beroperasi dalam waktu yang cukup lama sehingga sesuai digunakan pada kegiatan budidaya ikan lele skala rumah tangga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat pemberi pakan ikan lele otomatis berbasis ESP32 dapat menjalankan fungsi utama sesuai rancangan. Kinerja tersebut diperoleh melalui integrasi ESP32 sebagai pengendali, koneksi Wi-Fi dan layanan *Network Time Protocol* (NTP) sebagai sumber informasi waktu, LCD 16×2 I2C sebagai media informasi, serta servo SG90 sebagai aktuator pemberian pakan. Keberhasilan pengujian fungsional sebesar 100% menunjukkan bahwa setiap komponen mampu menjalankan fungsi yang telah ditetapkan dan komunikasi antarkomponen dapat berlangsung dengan baik. Temuan ini memperlihatkan bahwa ESP32 tidak hanya sesuai digunakan sebagai mikrokontroler pengendali, tetapi juga mendukung penerapan otomatisasi yang memerlukan sinkronisasi

waktu dan konektivitas jaringan. Hasil tersebut sejalan dengan Sugiarto et al. (2024) yang menunjukkan bahwa ESP32 dapat digunakan dalam pengembangan sistem pemberian pakan ikan otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Dengan demikian, penggunaan ESP32 pada penelitian ini memperkuat temuan sebelumnya bahwa mikrokontroler tersebut dapat menjadi platform yang sesuai untuk sistem otomasi pemberian pakan dengan kebutuhan pengendalian berbasis waktu.

Keberhasilan fungsional tersebut juga memiliki makna penting karena sistem pemberian pakan otomatis tidak hanya ditentukan oleh kemampuan setiap komponen bekerja secara individual, tetapi juga oleh kemampuan sistem mengintegrasikan seluruh komponen menjadi satu mekanisme kerja yang konsisten. Sinkronisasi waktu melalui NTP memungkinkan jadwal pemberian pakan tidak hanya bergantung pada pengaturan waktu internal alat, sedangkan servo berfungsi menerjemahkan keputusan yang dibuat ESP32 menjadi tindakan mekanis. LCD memberikan informasi mengenai waktu dan status sistem sehingga pengguna tetap dapat melakukan pemantauan meskipun proses pemberian pakan berlangsung secara otomatis. Integrasi tersebut menunjukkan bahwa rancangan alat telah memenuhi kebutuhan dasar sistem otomasi, yaitu kemampuan menerima informasi, memproses kondisi, dan menghasilkan tindakan sesuai program.

Pada pengujian reliabilitas, sistem memperoleh tingkat keberhasilan 100% selama tujuh hari dengan 21 siklus pemberian pakan. Tidak adanya kegagalan selama periode pengujian menunjukkan bahwa alat mampu menjalankan fungsi pemberian pakan secara konsisten pada kondisi pengujian yang dilakukan. Hasil ini penting karena tujuan utama otomatisasi pemberian pakan bukan hanya menggantikan aktivitas manual, tetapi memastikan jadwal pemberian pakan dapat dilakukan secara berulang tanpa ketergantungan pada kehadiran pengelola. Temuan tersebut mendukung penelitian Sugiarto et al. (2024) mengenai penerapan ESP32 pada sistem pemberian pakan otomatis, khususnya dalam aspek otomatisasi dan konsistensi pengoperasian.

Nilai reliabilitas 100% perlu diinterpretasikan sesuai dengan cakupan pengujian. Pengujian selama tujuh hari menunjukkan kinerja alat yang konsisten pada periode tersebut, tetapi belum cukup untuk menyimpulkan bahwa alat memiliki keandalan yang sama pada penggunaan jangka panjang. Kondisi lingkungan, kestabilan jaringan Wi-Fi, perubahan kapasitas sumber daya, serta kemungkinan gangguan mekanis pada servo dapat memengaruhi kinerja apabila alat digunakan dalam waktu yang lebih lama. Oleh karena itu, hasil reliabilitas dalam penelitian ini lebih tepat dipahami sebagai bukti bahwa sistem mampu bekerja secara

konsisten selama periode pengujian, bukan sebagai jaminan bahwa kegagalan tidak akan terjadi pada seluruh kondisi penggunaan.

Pada aspek ketepatan waktu, rata-rata selisih antara waktu yang dijadwalkan dan waktu aktual pemberian pakan sebesar 1,33 detik menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan perintah pemberian pakan sangat dekat dengan jadwal yang telah ditentukan. Selisih tersebut dapat berkaitan dengan proses komunikasi jaringan ketika ESP32 melakukan sinkronisasi waktu melalui NTP dan waktu pemrosesan program sebelum servo menerima perintah. Dengan demikian, keberadaan *error* waktu tidak serta-merta menunjukkan kegagalan sistem, tetapi merupakan konsekuensi teknis dari proses sinkronisasi dan eksekusi perintah. Hasil ini memperlihatkan bahwa penggunaan NTP pada ESP32 dapat mendukung kebutuhan penjadwalan pemberian pakan secara presisi dalam konteks penelitian ini.

Temuan tersebut memperkuat hasil penelitian terdahulu yang menggunakan ESP32 untuk otomatisasi pemberian pakan, karena salah satu keunggulan sistem berbasis mikrokontroler dan IoT adalah kemampuannya menjalankan aktivitas berdasarkan parameter waktu yang telah diprogram (Sugiarto et al., 2024). Namun, ketepatan waktu yang diperoleh dalam penelitian ini tetap dipengaruhi oleh kestabilan koneksi jaringan dan mekanisme sinkronisasi waktu. Oleh sebab itu, untuk penerapan di lapangan, aspek ketergantungan terhadap jaringan perlu menjadi perhatian, terutama apabila sistem digunakan pada lokasi dengan koneksi Wi-Fi yang tidak stabil.

Dari aspek konsumsi daya, alat membutuhkan daya sekitar 1,25 Watt selama beroperasi. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan energi sistem relatif rendah sehingga penggunaan *power bank* sebagai sumber daya menjadi memungkinkan. Temuan ini memiliki relevansi khusus terhadap penerapan alat pada sistem *budikdamber* rumah tangga karena salah satu pertimbangan penting dalam teknologi tepat guna adalah kemudahan penerapan dan ketersediaan sumber energi. Penggunaan *power bank* memberikan fleksibilitas karena alat tidak harus selalu terhubung langsung dengan sumber listrik rumah tangga. Dengan demikian, rancangan alat tidak hanya mempertimbangkan fungsi otomatisasi, tetapi juga aspek mobilitas dan kemudahan penggunaan.

Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Sugiarto et al. (2024) yang menunjukkan potensi ESP32 dalam penerapan sistem pemberian pakan ikan otomatis berbasis IoT. Namun, kontribusi penelitian ini terletak pada penerapan sumber daya *power bank* dan pengujian konsumsi daya sebagai salah satu indikator kinerja alat. Dengan menggabungkan konsumsi daya yang relatif rendah dengan sistem pemberian pakan otomatis, alat yang dikembangkan

memiliki karakteristik yang lebih sesuai untuk skala rumah tangga dan sistem *budikdamber* yang tidak selalu memiliki infrastruktur kelistrikan khusus.

Secara keseluruhan, keempat hasil pengujian menunjukkan bahwa alat telah memenuhi fungsi utama yang menjadi tujuan pengembangan, yaitu mampu memberikan pakan secara otomatis, menjalankan jadwal secara konsisten, mempertahankan ketepatan waktu yang tinggi, dan beroperasi dengan kebutuhan daya yang relatif rendah. Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, hasil penelitian ini memperkuat bukti bahwa ESP32 dapat digunakan sebagai platform pengendali sistem pemberian pakan ikan otomatis berbasis IoT. Nilai tambah penelitian ini terletak pada pengujian alat secara terpadu melalui aspek fungsionalitas, reliabilitas, ketepatan waktu, dan konsumsi daya serta penerapannya pada konteks *budikdamber* rumah tangga. Dengan karakteristik tersebut, alat berpotensi menjadi teknologi pendukung untuk mengurangi ketergantungan terhadap pemberian pakan secara manual, meskipun pengujian dengan periode yang lebih panjang dan kondisi lingkungan yang lebih beragam masih diperlukan untuk memastikan kinerja alat pada penggunaan jangka panjang.



Gambar 2. Implementasi alat pemberi pakan ikan lele otomatis pada sistem budikdamber

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, alat pemberi pakan ikan lele otomatis berbasis ESP32 berhasil dirancang, diimplementasikan, dan diuji untuk mendukung kegiatan budidaya ikan dalam ember (*budikdamber*). Sistem yang dikembangkan mampu menjalankan pemberian pakan secara otomatis sebanyak tiga kali sehari, yaitu pada pukul 07.00, 12.00, dan 17.00 WITA sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem, yang terdiri atas ESP32, LCD 16×2 I2C, koneksi Wi-Fi, sinkronisasi waktu NTP, dan servo SG90, dapat berfungsi dengan baik. Pengujian reliabilitas selama tujuh

hari berturut-turut menghasilkan tingkat keberhasilan sebesar 100%, menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara konsisten tanpa mengalami kegagalan. Selain itu, pengujian ketepatan waktu menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang baik dengan rata-rata error yang sangat kecil, sehingga jadwal pemberian pakan dapat dijalankan secara tepat waktu.

Sistem dari aspek konsumsi daya hanya membutuhkan daya yang relatif rendah sehingga dapat dioperasikan menggunakan power bank sebagai sumber energi portabel. Hal ini menjadikan alat mudah diterapkan pada kegiatan budidaya ikan lele skala rumah tangga maupun pada lokasi yang memiliki keterbatasan akses listrik. Dengan demikian, alat pemberi pakan ikan lele otomatis berbasis ESP32 yang dikembangkan dalam penelitian ini layak digunakan sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi pemberian pakan, mengurangi ketergantungan terhadap pemberian pakan secara manual, serta mendukung Program Budidaya Ikan dan Sayur untuk Ketahanan Pangan Rumah Tangga Warga.

REFERENSI

- Badan Pangan Nasional. (2023). *Ketahanan pangan nasional dan strategi pengembangannya*. Badan Pangan Nasional.
- Hasanah, N., Hidayatulloh, T. S., Hadid, M. M., Gunawan, I. F. N. A., Lestriana, D., Susanto, A., Rahmat, M. A., Fadhilah, R., Adilah, N., Hanifati, Q., & Triandi, F. P. (2022). Penerapan sistem budikdamber di pekarangan rumah masyarakat Desa Jayagiri untuk peningkatan ketahanan pangan keluarga. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, 4(2), 188–196. <https://doi.org/10.29244/jpim.4.2.60-68>
- Jeffrey, J., Elvis, E., Lau, W., Tham, V., & Yulianto, A. (2024). Perancangan dan pengembangan *automatic fish feeder* menggunakan aplikasi mobile Blynk dan ESP32. *Telcomatics*, 9(2), 47–54. <https://doi.org/10.37253/telcomatics.v9i2.10077>
- Kadir, A. (2018). *Pemrograman Arduino dan Processing*. Elex Media Komputindo.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2023). *Pedoman budidaya ikan lele*. Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.
- Mata, T. C. M. M., Tangguda, S., & Valentine, R. Y. (2022). Manajemen pemberian pakan pada pembesaran ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) di Balai Benih Ikan (BBI) Lewa, Sumba Timur, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Megaptera*, 1(1), 39–46. <https://doi.org/10.15578/jmtr.v1i1.11836>
- Mukhtar, A., Munir, A., & Azis, A. (2025). ESP32 IoT auger-based automatic feeder for fish pellets. *Salaga Journal*, 3(2), 68–75. <https://doi.org/10.70124/salaga.v3i2.2134>
- Noviana, F., Fadli, Z. A., & Hastuti, N. (2021). Sosialisasi budikdamber sebagai salah satu upaya penguatan ketahanan pangan rumah tangga selama masa PPKM akibat pandemi COVID-19. *Harmoni: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(3), 68–73. <https://doi.org/10.14710/hm.5.3.68-73>

- Sugiarto, M. A. R., Muhtarom, M., & Asri, A. A. K. (2024). Implementasi sistem pemberian pakan ikan hias otomatis menggunakan ESP32 berbasis IoT (*Internet of Things*). *Jurnal Indonesia: Manajemen Informatika dan Komunikasi*, 5(3), 2781–2791. <https://doi.org/10.35870/jimik.v5i3.1008>
- Sugiyono. (2022). *Metode penelitian dan pengembangan (Research and Development)*. Alfabeta.
- Utomo, D. T., Suwardono, A., Indrawati, E. M., & Puspitasari, M. D. M. (2025). Automatic gurame fish feeder using ESP32 based on IoT-Telegram. *Nusantara of Engineering*, 8(1). <https://doi.org/10.29407/noe.v8i01.23361>