

SISTEM PEMBERIAN PAKAN IKAN OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS

Marla Sheilamita Shalin Pieter¹, Nuur Ilham Siguntu², Evanita Veronica Manullang³

^{1,3}Dosen Program Studi Teknik Informatika
Universitas Sains dan Teknologi Jayapura
Email : eva.manullang@gmail.com³

ABSTRAK

Pemeliharaan ikan hias di akuarium sering terkendala oleh ketidakteraturan jadwal pemberian pakan, terutama ketika pemilik beraktivitas di luar rumah dalam waktu lama, yang dapat berdampak pada kesehatan ikan. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem pemberian pakan ikan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) dengan ESP32-CAM sebagai pusat kendali, yang terintegrasi dengan website untuk penjadwalan pakan dan chatbot Telegram untuk notifikasi serta pemantauan. Metode penelitian meliputi pengumpulan data melalui wawancara, observasi, dan studi literatur; perancangan sistem menggunakan arsitektur komunikasi dan flowchart; implementasi perangkat keras (motor servo dan sensor ultrasonik) serta perangkat lunak (website–Firebase dan bot Telegram); kemudian pengujian fungsional menggunakan black-box testing. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mengeksekusi jadwal pemberian pakan secara otomatis; pada 8 kali uji penjadwalan, motor servo mulai bekerja dengan selisih 7–48 detik dari waktu jadwal, sementara notifikasi “pakan sudah diberikan” terkirim pada rentang 18–60 detik setelah waktu jadwal. Dosis pakan yang dikeluarkan servo berada pada kisaran 12–17 butir per putaran 90°, sehingga total pakan per satu siklus penjadwalan berada pada kisaran 27–31 butir. Sistem juga mendeteksi kondisi pakan menipis; notifikasi peringatan muncul ketika sisa pakan <30% dengan delay 5–29 detik. Fitur pemantauan akuarium melalui ESP32-CAM berhasil mengirim video dengan delay 32–73 detik dan durasi video 11–25 detik. Secara keseluruhan, sistem lebih efisien dibanding pemberian pakan manual karena mendukung pemberian pakan terjadwal, notifikasi otomatis, dan pemantauan jarak jauh bagi pemilik akuarium.

Kata kunci : *ESP32-CAM, internet of things, pemberi pakan ikan otomatis, motor servo, sensor ultrasonik, website, chatbot Telegram*

ABSTRACT

Ornamental fish keeping in aquariums is frequently affected by irregular feeding schedules, particularly when owners spend extended periods away from home, potentially compromising fish health. This study presents the design and implementation of an Internet of Things (IoT)–based automatic fish-feeding system in which an ESP32-CAM acts as the central controller, integrated with a web-based interface for feeding schedule management and a Telegram chatbot for notifications and remote monitoring. The research methodology comprises requirement elicitation through interviews, observations, and literature review; system modeling using a communication architecture and operational flowchart; hardware–software implementation involving a servo motor and an ultrasonic sensor, a website with Firebase as the backend, and a Telegram bot; and functional validation using black-box testing. Experimental results show that the system reliably executes scheduled feeding: across 8 scheduling trials, servo actuation exhibited a deviation of 7–48 s from the scheduled time, and the “feeding completed” notification was delivered 18–60 s after the scheduled time. The

dispensing mechanism released 12–17 pellets per 90° rotation, yielding 27–31 pellets per feeding cycle. Low-feed conditions were also detected, triggering warning notifications when the remaining feed level dropped below 30%, with a response delay of 5–29 s. Furthermore, remote monitoring via ESP32-CAM successfully transmitted video with an end-to-end delay of 32–73 s and a clip duration of 11–25 s. Overall, the proposed system improves operational efficiency compared with manual feeding by enabling scheduled dispensing, automated alerts, and remote monitoring for aquarium owners.

Keywords: ESP32-CAM; Internet of Things; automatic fish feeder; servo motor; ultrasonic sensor; web application; Telegram chatbot.

1. Pendahuluan

Pemeliharaan ikan hias di akuarium telah menjadi hobi yang cukup populer karena menghadirkan pengalaman visual yang menyenangkan, hemat ruang, dan bagi sebagian orang dapat membantu mereduksi stres [1]. Namun, dibalik manfaat tersebut, pemelihara sering menghadapi persoalan praktis dalam perawatan harian. Keluhan yang umum muncul mencakup pertumbuhan ikan yang lambat, ikan terlihat malas makan, hingga kondisi ikan yang mudah sakit atau mati [2]. Salah satu faktor yang kerap memicu masalah tersebut adalah pemberian pakan yang tidak konsisten, baik karena pemilik lupa, jadwal aktivitas yang padat, maupun kondisi ketika pemilik harus meninggalkan rumah dalam waktu lama. Ketidakteraturan pakan berpotensi mengganggu pola makan ikan dan menurunkan kualitas pemeliharaan secara keseluruhan, sehingga dibutuhkan solusi yang mampu menjaga rutinitas pemberian pakan tanpa menuntut kehadiran pemilik setiap saat.

Perkembangan teknologi otomasi dan sistem cerdas memberikan peluang untuk menjawab kebutuhan tersebut. *Internet of Things* (IoT) memungkinkan perangkat fisik bekerja terhubung melalui jaringan sehingga objek dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh, sekaligus meningkatkan efisiensi dan ketepatan proses IoT. Dalam konteks akuarium, IoT relevan karena kebutuhan perawatan cenderung berulang dan sensitif terhadap waktu. Dengan dukungan mikrokontroler dan sensor, sistem pemberian pakan dapat dijalankan secara terjadwal, meminimalkan keterlambatan, serta memberikan informasi kondisi pakan kepada pemilik melalui media yang mudah diakses.

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan beragam pendekatan untuk otomatisasi pemberian pakan. Haryanto [3] memanfaatkan mikrokontroler AT89S52 untuk menjalankan pemberian pakan terjadwal, yang menekankan aspek otomasi dasar pada

perangkat lokal. Sudaryanto dkk. [4] mengembangkan pemantauan sisa pakan menggunakan sensor ultrasonik untuk membantu pengguna mengetahui ketersediaan pakan. Pratama [5] menggunakan ESP32 berbasis IoT namun kontrolnya melalui *Bluetooth*, sehingga jangkauan kendali menjadi lebih terbatas dan bergantung pada kedekatan perangkat. Penelitian lain mengintegrasikan notifikasi melalui aplikasi pesan seperti Telegram dengan ESP32-CAM [6] maupun ESP8266 NodeMCU [7]. Laras dkk. [8] menambahkan RTC untuk ketepatan jadwal dan mengaitkan sistem dengan *web* serta WhatsApp. Selain itu, pemantauan akuarium dan kontrol perangkat juga banyak diuji melalui Blynk pada ESP8266 NodeMCU [9], [10], sementara beberapa studi lain menekankan ketepatan jadwal berbasis RTC dalam durasi penggunaan tertentu [11], [12]. Penggunaan sensor ultrasonik dan sensor suhu juga semakin banyak diterapkan untuk meningkatkan efisiensi pemberian pakan dan mendukung pemantauan kondisi akuarium/kolam [13]–[17].

Walaupun beragam studi telah tersedia, masih terlihat kebutuhan untuk menghadirkan sistem yang terintegrasi penuh pada skenario pemeliharaan akuarium rumahan, penjadwalan pakan yang mudah diatur dari jarak jauh, mekanisme notifikasi yang cepat dan konsisten ketika pakan telah diberikan maupun sebagai pakan menipis, serta pemantauan visual sebagai dukungan keyakinan pengguna bahwa sistem bekerja. Sebagian penelitian menitikberatkan pada otomasi lokal tanpa pengelolaan jarak jauh yang praktis [3], sebagian lain memiliki keterbatasan jangkauan kontrol karena mengandalkan *Bluetooth* [5], dan beberapa penelitian sudah menggunakan aplikasi pesan namun belum menekankan integrasi penjadwalan berbasis *web* yang sederhana sekaligus pemantauan ketersediaan pakan dalam satu alur layanan yang utuh bagi pengguna [6]–[8]. Dengan demikian, gap penelitian pada studi ini diletakkan pada

perancangan sistem pemberian pakan ikan akuarium berbasis IoT yang menggabungkan penjadwalan berbasis web, notifikasi Telegram, serta pembacaan sisa pakan oleh sensor dalam satu platform operasional yang mudah digunakan

Berdasarkan gap tersebut, perumusan masalah penelitian ini dinyatakan secara eksplisit sebagai berikut dalam satu rangkaian pertanyaan: bagaimana merancang arsitektur sistem pemberian pakan ikan otomatis berbasis IoT yang dapat dijadwalkan melalui website dan berjalan stabil pada perangkat ? ; bagaimana mengintegrasikan notifikasi melalui *chatbot* Telegram untuk menginformasikan pakan telah diberikan serta peringatan ketika pakan mendekati habis ? ; serta bagaimana memanfaatkan sensor ultrasonik untuk membaca sisa pakan secara andal agar mendukung keputusan pengisian ulang pakan oleh pemilik ?

Sejalan dengan rumusan masalah, tujuan penelitian ini disusun terstruktur sebagai berikut : (1) merancang dan membangun sistem pemberian pakan ikan otomatis di akuarium berbasis IoT dengan ESP32-CAM sebagai pusat kendali; (2) mengimplementasikan mekanisme pemberian pakan menggunakan motor servo berbasis jadwal yang diatur melalui *website*; (3) mengimplementasikan pemantauan sisa pakan menggunakan sensor ultrasonik serta mengirimkan notifikasi “pakan sudah diberikan” dan peringatan “pakan akan habis” melalui *chatbot* Telegram; dan (4) melakukan pengujian fungsional sistem untuk memastikan seluruh modul bekerja sesuai kebutuhan pengguna. Dengan capaian tersebut, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi praktis berupa solusi yang lebih terintegrasi dan mudah dioperasikan bagi pemelihara ikan akuarium yang memiliki keterbatasan waktu dan mobilitas.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua rumpun metode, yaitu metode pengumpulan data untuk memperoleh kebutuhan pengguna dan konteks permasalahan, serta metode rancang bangun sistem untuk menganalisis, merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem pemberi pakan ikan otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT).

2.1 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memastikan sistem yang dibangun menjawab kebutuhan nyata pemelihara ikan. Teknik yang digunakan meliputi wawancara, observasi, dan studi literatur. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur kepada pemilik/penghobi ikan hias di akuarium atau kolam yang dipilih secara purposive, yaitu responden yang benar-benar

mengalami aktivitas pemberian pakan dan pemantauan akuarium secara rutin. Jumlah responden dalam penelitian ini sebanyak 15 (lima belas) orang dengan durasi wawancara rata-rata 15 (lima belas) menit per responden. Instrumen wawancara berupa panduan pertanyaan yang mencakup jenis ikan yang dipelihara, kebiasaan jadwal pemberian pakan, cara pemberian pakan yang digunakan saat ini, frekuensi pemilik meninggalkan rumah, hambatan yang sering terjadi (lupa jadwal, pakan habis, ketidakpastian kondisi ikan), serta harapan fitur sistem (penjadwalan, notifikasi, dan pemantauan).

Selain wawancara, observasi dilakukan untuk memotret alur pemeliharaan ikan yang berjalan, termasuk penempatan akuarium, posisi wadah pakan, kebiasaan pemberian pakan, serta kemungkinan kendala teknis seperti sumber listrik dan stabilitas jaringan. Studi literatur digunakan untuk memperkuat dasar teori IoT, mikrokontroler ESP32-CAM, mekanisme penjadwalan, sensor ultrasonik, aktuator motor servo, serta integrasi notifikasi menggunakan Telegram Bot API.

2.2 Metode Rancang Bangun Sistem

Metode rancang bangun sistem menggunakan Waterfall Model karena tahapan pengembangan dilakukan secara linier dan terdokumentasi, dimulai dari analisis kebutuhan hingga pengujian.

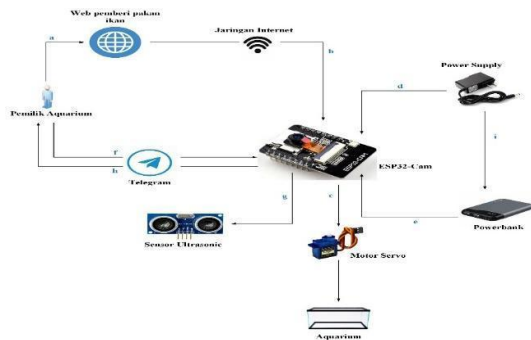
1. Analisa Kebutuhan

Tahap ini menghasilkan kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem berdasarkan hasil wawancara, observasi, dan literatur. Kebutuhan fungsional meliputi kemampuan memasukkan jadwal pakan melalui website, mengeksekusi pemberian pakan otomatis oleh servo sesuai jadwal, mengukur sisa pakan menggunakan sensor ultrasonik, mengirim notifikasi “pakan diberikan” dan peringatan “pakan menipis” melalui Telegram, serta menyediakan fitur pemantauan (kamera) melalui ESP32-CAM. Kebutuhan non-fungsional meliputi stabilitas jadwal, keamanan akses (akun/otorisasi), keterandalan koneksi, dan kemudahan penggunaan antarmuka.

Pada tahap ini kebutuhan perangkat keras inti meliputi ESP32-CAM (OV2640 2 MP; Wi-Fi; flash 4 MB; RAM 520 KB) sebagai pusat kendali, motor servo tipe SG90 (tegangan 5 V; sudut 0–180°) sebagai aktuator pembuka wadah pakan; sensor ultrasonik tipe HC-SR04 (rentang ukur 2–400 cm) untuk membaca ketinggian/sisa pakan; *power supply* 5V DC (5.2 watt) sebagai sumber daya utama; serta *power bank* (10.000 mAh) sebagai cadangan daya saat listrik padam. Untuk perangkat lunak yang digunakan adalah *Website-Firebase*, *Arduino IDE*, dan *Bot Telegram*.

2. Perancangan Sistem

Tahap ini menghasilkan rancangan lengkap yang terdiri dari arsitektur komunikasi sistem (Gambar 1), dan *flowchart* proses (Gambar 2).



Gambar 1. Arsitektur Komunikasi

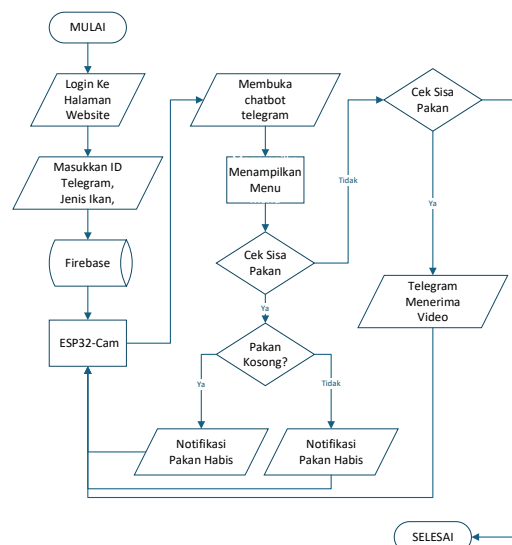
Keterangan Gambar 1 :

- Pemilik Aquarium memasukkan jadwal pemberian pakan ikan ke *Website*.
- Web* mengirim data jadwal yang sudah dimasukkan pemilik aquarium ke ESP32-CAM
- Motor Servo menerima data dari ESP32-CAM untuk melakukan pemberian pakan dan Motor Servo melepaskan pakan ke Aquarium.
- Power Supply* memberikan daya listrik ke Mikrokontroler ESP32-CAM.
- Power Bank* menyimpan daya listrik dan akan memberikan daya listrik ke Mikrokontroler ESP32-CAM pada saat listrik padam.
- Pemilik Aquarium mengirim data ke ESP32-CAM melalui *Chatbot* pada aplikasi Telegram untuk melakukan pemantauan di dalam aquarium dan mengecek sisa pakan.
- ESP32-CAM mengirim data ke Sensor Ultrasonik untuk mengecek sisa pakan.
- ESP32-CAM mengirim data ke aplikasi Telegram berupa notifikasi pakan sudah diberikan, peringatan pakan akan habis, video pemantauan dan sisa pakan.
- Power Supply* memberikan daya listrik ke *Power Bank* untuk menyimpan daya listrik.

Secara detail, website/web server menyimpan dan mengelola jadwal yang berada pada database Firebase/DB server → ESP32-CAM mengambil jadwal melalui Wi-Fi menggunakan HTTP/REST atau mekanisme sinkronisasi berkala → ESP32-CAM mengendalikan motor servo untuk pemberian pakan → ESP32-CAM mengukur sisa pakan melalui sensor ultrasonik → ESP32-CAM mengirim notifikasi ke Telegram melalui Telegram Bot API (HTTPS Request). Sistem juga menyediakan perintah dari pengguna melalui

Telegram untuk "Cek sisa pakan" dan "Pemantauan aquarium" oleh kamera. Perita tersebut masuk ke Bot kemudian diproses oleh ESP32-CAM dengan mekanisme "getUpdates".

Untuk tahapan proses yang terjadi pada sistem pemberian pakan ikan menggunakan mikrokontroler ditunjukkan pada Gambar 2. Setelah pemilik aquarium melakukan *login* dan masuk ke halaman *dashboard website*, pemelihara ikan menginput *ID* dan *token* telegram untuk koneksi ke *chatbot* telegram. Setelah itu menginput data ikan Koki dan ikan Louhan untuk mengatur jadwal pakan ikan dan memilih salah satu ikan untuk diaktifkan. Setelah itu membuka *chatbot* telegram dan menampilkan pilihan beberapa menu yaitu, cek sisa pakan dan cek pemantauan di aquarium. Kegunaan telegram disini sebagai monitoring menerima notifikasi pakan yang sudah diberikan. Untuk memeriksa sisa pakan ikan pengguna bisa memilih cek sisa pakan pada menu *chatbot* dan akan menampilkan sisa pakan dalam bentuk persen (%), jika pakan habis akan ada notifikasi bahwa pakan habis. Dan untuk melakukan pemantauan di aquarium pengguna bisa memilih cek pemantauan pada menu *chatbot* dan pengguna menerima berupa video sekitar di dalam aquarium.



Gambar 2. Flowchart Proses

3. Perakitan Perangkat Keras

Tahap ini dilakukan dengan merakit seluruh komponen perangkat keras sesuai rancangan arsitektur sistem. ESP32-CAM diposisikan sebagai pusat kendali yang menghubungkan aktuator dan sensor, yaitu motor servo sebagai mekanisme penyalur pakan serta sensor ultrasonik sebagai pembaca level/sisa pakan pada wadah. Perakitan juga mencakup penataan sumber daya listrik agar sistem dapat beroperasi stabil, baik menggunakan catu daya utama

maupun sumber daya cadangan (*power bank*) ketika terjadi pemadaman. Setelah perakitan selesai, dilakukan pemeriksaan awal (*continuity check*) dan uji nyala untuk memastikan setiap komponen menerima suplai tegangan yang sesuai serta jalur *ground* terhubung dengan benar.

4. Pengembangan Perangkat Lunak (Kode Program)

Pengembangan perangkat lunak meliputi pemrograman mikrokontroler dan pembuatan antarmuka pengguna berbasis *web*. Program pada ESP32-CAM dikembangkan menggunakan Arduino IDE untuk mengatur konektivitas Wi-Fi, sinkronisasi jadwal, kontrol motor servo, pembacaan sensor ultrasonik, serta pengiriman notifikasi melalui Telegram. Sementara itu, antarmuka website dikembangkan menggunakan Visual Studio Code dengan teknologi berbasis HTML dan JavaScript untuk memasukkan jadwal pemberian pakan dan menampilkan informasi status sistem. Integrasi dengan Telegram dilakukan menggunakan Bot API sehingga sistem mampu mengirim notifikasi “pakan sudah diberikan”, mengirim peringatan “pakan akan habis”, serta menerima perintah pemantauan akuarium yang memanfaatkan kamera pada ESP32-CAM.

5. Integrasi dan Pengujian Sistem

Pada tahap ini, perangkat keras dan perangkat lunak yang telah selesai dibangun diintegrasikan menjadi satu sistem utuh. Integrasi dilakukan dengan memastikan website dapat mengirim atau menyediakan data jadwal yang dapat diakses oleh ESP32-CAM melalui jaringan, kemudian ESP32-CAM mengeksekusi jadwal tersebut untuk menggerakkan servo sesuai waktu yang ditentukan. Sistem juga diuji dalam mengirim notifikasi melalui Telegram setelah proses pemberian pakan berlangsung, serta mengirim peringatan ketika hasil pembacaan sensor ultrasonik menunjukkan sisa pakan berada di bawah ambang batas. Selain itu, integrasi fitur pemantauan diuji dengan cara mengirim perintah melalui Telegram untuk meminta video dari ESP32-CAM, kemudian mengukur keberhasilan pengiriman dan waktu tunda penerimaan video. Hasil pengujian ini digunakan untuk menilai keberfungsian sistem secara menyeluruh, terutama konsistensi eksekusi jadwal, keandalan notifikasi, dan stabilitas komunikasi antara website–ESP32-CAM–Telegram.

3. Hasil dan Pengujian

3.1 Hasil Implementasi Sistem

Implementasi menghasilkan sistem pemberi pakan ikan otomatis berbasis IoT yang terdiri dari

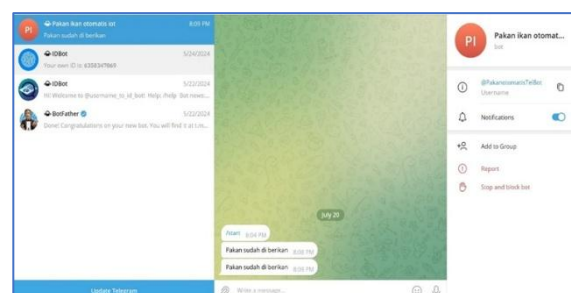
perangkat keras ESP32-CAM sebagai pengendali utama, motor servo sebagai aktuator penyalur pakan, serta sensor ultrasonik untuk membaca sisa pakan. Dari sisi perangkat lunak, sistem menyediakan website untuk pengaturan jadwal pemberian pakan dan menampilkan informasi sisa pakan, serta integrasi *chatbot* Telegram untuk mengirim notifikasi “pakan sudah diberikan”, peringatan “pakan akan habis”, dan layanan pemantauan akuarium melalui pengiriman video. Mekanisme pemberian pakan dirancang dengan rotasi servo 180° yang dibagi menjadi dua putaran 90° (putaran pertama dan kedua) agar pakan keluar lebih stabil, dengan jeda waktu sekitar satu menit antar putaran.

3.2 Pengujian Penjadwalan Pemberian Pakan dan Notifikasi

Pengujian penjadwalan dilakukan sebanyak 8 kali pada jadwal yang berbeda. Hasil pengujian menunjukkan seluruh jadwal berhasil dieksekusi oleh servo dan seluruh notifikasi Telegram terkirim (Gambar 3 dan Gambar 4). Selisih waktu antara jadwal yang ditetapkan pada website dengan waktu servo mulai bekerja berada pada rentang 7–48 detik dengan rata-rata 17,8 detik (Tabel 1). Ini menunjukkan sistem mampu mengeksekusi perintah penjadwalan secara konsisten meskipun terdapat variasi keterlambatan yang umumnya dipengaruhi latensi jaringan dan proses sinkronisasi data jadwal.



Gambar 3. Proses Motor Servo Mengeluarkan Pakan Ikan Secara Otomatis



Gambar 4. Notifikasi Pakan Diberikan Pada *Chatbot* Telegram

Tabel 1 : Pengujian Waktu Pemberian Pakan

JADWAL PEMBERIAN PAKAN	MOTOR SERVO	NOTIFIKASI	DELAY
Pkl.17:55:00	Pkl.17:55:19 putaran 90° pertama	Pkl.17:55:25	
	Pkl.17:55:58 putaran 90° kedua	Pkl.17:56:07	± 1 menit
Pkl.18:00:00	Pkl.18:00:11 putaran 90° pertama	Pkl.18:00:20	
	Pkl.18:01:02 putaran 90° kedua	Pkl.18:01:13	± 1 menit
Pkl.18:05:00	Pkl.18:05:10 putaran 90° pertama	Pkl.18:05:23	
	Pkl.18:05:56 putaran 90° kedua	Pkl.18:05:02	± 1 menit
Pkl.18:10:00	Pkl.18:10:14 putaran 90° pertama	Pkl.18:10:22	
	Pkl.18:10:57 putaran 90° kedua	Pkl.18:11:08	± 1 menit
Pkl.18:15:00	Pkl.18:15:13 putaran 90° pertama	Pkl.18:15:25	
	Pkl.18:16:01 putaran 90° kedua	Pkl.18:16:13	± 1 menit
Pkl.18:20:00	Pkl.18:20:15 putaran 90° pertama	Pkl.18:20:24	
	Pkl.18:21:01 putaran 90° kedua	Pkl.18:21:14	± 1 menit
Pkl.18:25:00	Pkl.18:25:48 putaran 90° pertama	Pkl.18:26:00	
	Pkl.18:26:26 putaran 90° kedua	Pkl.18:26:35	± 1 menit
Pkl.18:30:00	Pkl.18:30:20 putaran 90° pertama	Pkl.18:30:31	
	Pkl.18:31:03 putaran 90° kedua	Pkl.18:31:15	± 1 menit

Dari sisi notifikasi, keterlambatan notifikasi Telegram setelah servo melakukan putaran pertama berada pada rentang 6–34 detik dengan rata-rata 14,6 detik, sedangkan setelah putaran kedua berada pada rentang 9–25 detik dengan rata-rata 19,8 detik (Tabel 4.1). Jika dihitung terhadap waktu jadwal, notifikasi pertama masuk pada rentang 20–60 detik, dan notifikasi kedua masuk pada rentang 67–119 detik, yang sejalan dengan adanya dua kali putaran servo serta jeda antar putaran. Jeda putaran pertama ke putaran kedua tercatat sekitar 39–60 detik dengan rata-

rata 50,4 detik, sehingga rancangan “dua tahap pemberian pakan” dapat berjalan sesuai konsep pengendalian yang dibuat.

3.3 Pengujian Takaran Pakan yang dikeluarkan Motor Servo

Pengujian kuantitas pakan dilakukan pada 8 skenario penjadwalan yang sama, dengan pengamatan jumlah butir pakan yang keluar pada setiap putaran motor servo (Tabel 2). Hasilnya, jumlah pakan yang keluar pada setiap putaran 90° berada pada rentang 12–17 butir dengan rata-rata 14,6 butir. Karena satu siklus pemberian pakan terdiri dari dua putaran 90°, total pakan yang keluar per siklus berada pada rentang 27–31 butir dengan rata-rata 29,1 butir. Variasi jumlah butir pakan ini wajar terjadi karena bentuk pakan, ukuran butiran, posisi pakan pada wadah, dan dinamika bukaan wadah saat servo bergerak. Pada pengujian yang sama, informasi level pakan pada wadah yang ditampilkan dalam persentase berubah dari sekitar 88% ke 85% setelah beberapa kali siklus, yang menunjukkan sistem mampu merekam perubahan ketersediaan pakan dan menampilkannya pada antarmuka.

Tabel 2 : Pengujian Takaran Pakan Yang Dikeluarkan

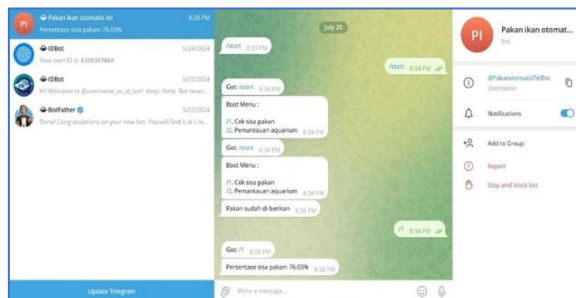
JADWAL PEMBERIAN PAKAN	MOTOR SERVO	JUMLAH PAKAN YANG DIKELUARKAN
Pkl.17:55:00	Putaran 90° pertama	14 butir pakan
	Putaran 90° kedua	13 butir pakan
Pkl.18:00:00	Putaran 90° pertama	15 butir pakan
	Putaran 90° kedua	16 butir pakan
Pkl.18:05:00	Putaran 90° pertama	14 butir pakan
	Putaran 90° kedua	14 butir pakan
Pkl.18:10:00	Putaran 90° pertama	17 butir pakan
	Putaran 90° kedua	14 butir pakan
Pkl.18:15:00	Putaran 90° pertama	12 butir pakan
	Putaran 90° kedua	15 butir pakan
Pkl.18:20:00	Putaran 90° pertama	15 butir pakan
	Putaran 90° kedua	15 butir pakan
Pkl.18:25:00	Putaran 90° pertama	13 butir pakan
	Putaran 90° kedua	17 butir pakan
Pkl.18:30:00	Putaran 90° pertama	14 butir pakan
	Putaran 90° kedua	15 butir pakan

3.4 Pengujian Deteksi Sisa Pakan dan Peringatan Pakan Menipis

Pengujian fungsi peringatan pakan menipis dilakukan dengan kondisi sisa pakan berada pada 28% dan pembacaan jarak sensor ultrasonik sebesar 17 cm (Tabel 3). Pada 8 kali pengujian pengiriman peringatan, sistem berhasil mengirim notifikasi “pakan akan habis” melalui Telegram dengan waktu tunda pada rentang 5–29 detik dan rata-rata 20,4 detik. Hasil ini mengindikasikan bahwa mekanisme deteksi ambang batas (di bawah 30%) dan pengiriman notifikasi berjalan stabil, sementara variasi delay lebih dominan dipengaruhi oleh proses komunikasi jaringan dan layanan Telegram.

Tabel 3 : Pengujian Deteksi Sisa Pakan dan Peringatan Pakan Menipis

NOTIFIKASI	SISA PAKAN	JARAK PAKAN	DELAY
Pkl.22:19:15	28%	17 cm	5 Detik
Pkl.22:19:33	28%	17 cm	18 Detik
Pkl.22:19:52	28%	17 cm	19 Detik
Pkl.22:20:24	28%	17 cm	27 Detik
Pkl.22:20:42	28%	17 cm	18 Detik
Pkl.22:21:01	28%	17 cm	19 Detik
Pkl.22:21:30	28%	17 cm	29 Detik
Pkl.22:21:48	28%	17 cm	28 Detik



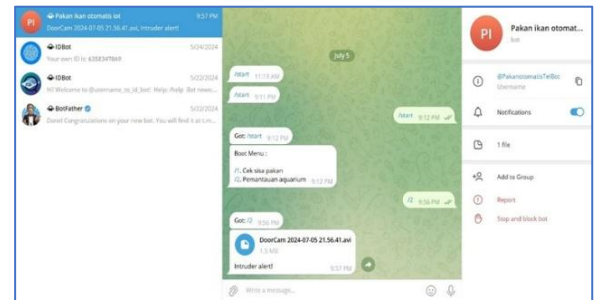
Gambar 5. Informasi Sisa Pakan Dari Chatbot Telegram

3.5 Pengujian Pemantauan Akuarium Menggunakan ESP32-CAM

Pengujian pemantauan dilakukan sebanyak 5 kali dengan mengirim perintah melalui Telegram dan mengukur waktu hingga video pemantauan diterima (Tabel 4). Delay pengiriman video berada pada rentang 32–73 detik dengan rata-rata 45,6 detik, sedangkan durasi video yang diterima berada pada rentang 11–25 detik dengan rata-rata 16,6 detik. Hasil ini menunjukkan fitur pemantauan berhasil dijalankan, namun memiliki latensi yang lebih tinggi dibanding notifikasi teks karena melibatkan proses pengambilan video, kompresi/encode, serta pengiriman file media melalui jaringan.

Tabel 4: Pengujian Pemantauan Akuarium

KIRIM PESAN	NOTIFIKASI MASUK	DELAY	WAKTU DURASI VIDEO
Pkl.22:56:08	Pkl.22:56:53	44 Detik	11 Detik
Pkl.22:57:01	Pkl.22:58:14	1.13 Menit	25 Detik
Pkl.23:00:25	Pkl.23:01:11	46 Detik	11 Detik
Pkl.23:04:30	Pkl.23:05:02	32 Detik	25 Detik
Pkl.23:07:37	Pkl.23:08:10	33 Detik	11 Detik



Gambar 6. Informasi Keadaan Sekitar Akuarium Berupa Video Dari Chatbot Telegram



Gambar 7. Video Keadaan Sekitar Akuarium

4. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pemberi pakan ikan otomatis berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32-CAM berhasil diimplementasikan dan berfungsi sesuai tujuan. Sistem mampu menjalankan penjadwalan pemberian pakan melalui website dan mengeksekusi aktuasi motor servo secara otomatis; pada 8 kali pengujian, seluruh jadwal berhasil dieksekusi (tingkat keberhasilan 100%) dengan selisih waktu eksekusi terhadap jadwal berada pada rentang 7–48 detik dan rata-rata 17,8 detik. Notifikasi “pakan sudah diberikan” melalui chatbot Telegram juga berjalan konsisten; keterlambatan notifikasi setelah putaran servo pertama berada pada rentang 6–34 detik dengan rata-rata 14,6 detik, sedangkan setelah putaran kedua berada pada rentang 9–25 detik dengan rata-rata 19,8 detik. Dari sisi keluaran pakan, mekanisme servo mampu mengeluarkan pakan pada kisaran 12–17 butir per putaran 90° dengan rata-rata 14,6 butir, sehingga total pakan per satu siklus pemberian (dua putaran) berada pada kisaran 27–31 butir dengan rata-rata 29,1 butir; variasi

jumlah pakan ini dipengaruhi oleh karakteristik wadah dan posisi pakan pada saluran keluaran. Sistem juga mampu memberikan peringatan pakan menipis ketika sisa pakan di bawah ambang batas 30%; pada 10 kali uji, notifikasi "pakan akan habis" terkirim dengan delay 5–29 detik dan rata-rata 20,4 detik. Fitur pemantauan berbasis kamera ESP32-CAM berjalan dengan baik, dengan delay pengiriman video 32–73 detik dan durasi video yang diterima 11–25 detik.

Secara praktis, sistem ini lebih efisien dibanding pemberian pakan manual karena mengurangi ketergantungan pada kehadiran pemilik, menjaga keteraturan jadwal pemberian pakan, serta menyediakan notifikasi dan pemantauan jarak jauh yang mendukung pengambilan keputusan pemelihara. Namun, kinerja sistem masih dipengaruhi oleh kualitas jaringan internet karena komunikasi jadwal dan pengiriman notifikasi bergantung pada koneksi. Untuk pengembangan selanjutnya, penelitian disarankan menambahkan *mode offline* (penyimpanan jadwal lokal di perangkat menggunakan RTC/penyimpanan internal) agar pemberian pakan tetap berjalan meskipun internet terputus, serta menambahkan fitur otomasi perawatan akuarium seperti penggantian air berbasis sensor kekeruhan guna meningkatkan kualitas pemeliharaan secara menyeluruh.

5. Daftar Pustaka

- [1] N. Zakiah, "7 Alasan Kamu Perlu Pelihara Ikan, Bikin hati Jadi Tenang." Accessed: Oct. 28, 2025. [Online]. Available: <https://www.idntimes.com/science/experiment/alasan-kenapa-kamu-perlu-pelihara-ikan-00-jx89k-4x9ml1>
- [2] Agromedia, *Buku Pintar Ikan Hias Populer*. Jakarta Selatan: PT. AgroMedia Pustaka, 2008.
- [3] E. Haryanto, "Perancangan dan Implementasi Alat Pemberi Makan Ikan Otomatis Berbasis Mikrokontroler AT89S52," 2014, doi: 10.13140/RG.2.2.18327.55203
- [4] A. Sudaryanto, M. Rois Udin, A. Kridoyono, and M. Sidqon, "Desain Sistem Monitoring Sisa Pakan Menggunakan Sensor Ultrasonik pada Alat Pemberi Makan Ikan Otomatis," *Jurnal Fokus Elektroda Energi Listrik Telekomunikasi Komputer Elektronika dan Kendali*, 2022, doi: 10.33772/jfe.v7i1.23562.
- [5] R. Priya Pratama, "Desain Alat Pemberi Makan Ikan Otomatis Berbasis ESP32," *Elektriase: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, vol. 13, no. 01, pp. 74–82, Aug. 2023, doi: 10.47709/elektriase.v13i01.2708.
- [6] G. D. Joyo and I. Imelda, "Arsitektur Remote Sistem Pemberi Pakan Ikan Berbasis Mikrokontroler Wemos D1 dan ESP32CAM," *Jurnal BIT (Budi Luhur Information Technology)*, vol. 18, no. 1, pp. 41–47, 2021, Accessed: Oct. 28, 2025. [Online]. Available: <https://journal.budiluhur.ac.id/bit/article/view/1467/1010>
- [7] E. Nurhadi, V. Arinal, A. Patricia, S. Shila Wati, S. Bila, and S. Tinggi Ilmu Komputer Cipta Karya Informatika, "Implementasi Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Menggunakan IoT," *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, vol. 6, no. 1, 2023, Accessed: Oct. 28, 2025. [Online]. Available: <https://www.academia.edu/download/106382925/3399.pdf>
- [8] J. Laras Dwi Srirahmawati, A. Nisa, M. Saad, and A. Masa, "Rancang Bangun Wadah Pakan Ikan Hias Otomatis pada Akuarium Menggunakan Esp32cam Berbasis Internet of Things," *LOGITECH Logika Technology*, vol. 8, no. 1, pp. 32–37, 2025.
- [9] A. Waluyo, "Pemberi Pakan Ikan Otomatis Menggunakan ESP8266 Berbasis Internet of Things," *JURNAL Tekno SAINS*, vol. 1, no. 01, 2018, Accessed: Oct. 28, 2025. [Online]. Available: https://eprints.uty.ac.id/1040/1/PUBLIKASI_Agus%20Waluyo_5130711038.pdf
- [10] R. Z. Anzary, D. Ade Kurnia, and O. Nurdian, "Rancang Bangun Alat Pakan Ikan Otomatis Menggunakan Mikrokontroler ESP8266 dengan Berbasis Internet of Things," *Jurnal Teknologi Terapan*], vol. 10, no. 1, 2024, Accessed: Oct. 28, 2025. [Online]. Available: <https://jurnal.polindra.ac.id/index.php/jtt/article/view/512>
- [11] Y. Susanthi, "Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Menggunakan Sistem Rotasi Wadah Berbasis Internet of Things," *TELKA*, vol. 8, no. 1, pp. 36–48, 2022, Accessed: Oct. 28, 2025. [Online]. Available: <https://telka.ee.uinsgd.ac.id/index.php/TELKA/article/view/telka.v8n1.36-48>
- [12] C. Fathul Hadi, V. Ananta Sutrisno, and D. Ana Laila Sari, "Prototype Pemberi Makan Ikan Otomatis Berbasis Arduino," *Jurnal Bit (Budi Luhur Information Technology)*, vol. 20, no. 3, pp. 2721–9100, 2023, Accessed: Oct. 28, 2025. [Online]. Available: <https://journal.budiluhur.ac.id/bit/article/view/1467/1010>

- [13] N. Rivaldi, R. T. Mangesa, and F. Adiba, "Pengembangan Teknologi Pakan Ikan Otomatis Berbasis IOT Dengan Menggunakan NodeMCU Esp8266 Dan Android MQTT," *Jurnal MediaTIK: Jurnal Media Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer*, vol. 37, no. 1, 2023.
- [14] R. Alfarez Riantama and T. Fatimah, "Sistem Monitoring dan Pemberian Pakan Ikan Otomatis Menggunakan ESP32CAM Berbasis Web," *Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI) Jakarta-Indonesia*, 2022, Accessed: Oct. 28, 2025. [Online]. Available: <https://senafti.budiluhur.ac.id/senafti/article/view/24>
- [15] M. A. Maulana, "Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Pada Akuarium Berbasis," 2022. Accessed: Oct. 28, 2025. [Online]. Available: <https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/6604/1/18410200002-2022-Universitasdinamika.pdf>
- [16] H. Effendy, R. J. Iskandar, A. Yulius, and A. Putra, "Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Dan Pendeteksi Suhu Air Akuarium Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," 2021, Accessed: Oct. 28, 2025. [Online]. Available: <https://journal.widyadharma.ac.id/index.php/masitika/article/download/604/645/1811>
- [17] R. , Soekarta, D. , Yapari, and M. Ackswan, "Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis pada Akuarium Berbasis Arduino Uno," *Insect (Informatics and Security): Jurnal Teknik Informatika* , vol. 5, no. 2, pp. 16–25, 2020, Accessed: Oct. 28, 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.33506/insect.v5i2.1445>