

RANCANG BANGUN SMART FEEDER IKAN BETOK BERBASIS IOT MENGGUNAKAN WEMOS D1 MINI PADA SKALA LABORATORIUM

Muhammad Arif Kartanegara^{1*}, Ansar Rizal, S.Kom², Dwi Titi Maesaroh³

^{1,2,3}Politeknik Negeri Samarinda; Jl. Dr. Cipto Mangunkusumo Samarinda 75131;

Keywords:

Smart Feeder, IoT, WeMos D1 Mini, Ikan Betok, Aplikasi Blynk.

Correspondent Email:

mastearifking@gmail.com

Abstrak. Praktik pemberian pakan secara manual pada budidaya perikanan kerap kurang efisien, yang mana sisa pakan dapat berubah menjadi amonia dan berdampak buruk pada kualitas air. Studi ini difokuskan pada perancangan alat pakan otomatis (*smart feeder*) dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) berskala laboratorium, memanfaatkan mikrokontroler WeMos D1 Mini untuk menguji ikan betok (*Anabas testudineus*). Penggerak katup pakan pada sistem ini menggunakan motor servo, sedangkan pemantauan serta pengaturan jadwal dikendalikan lewat antarmuka aplikasi Blynk. Hasil uji fungsionalitas membuktikan bahwa integrasi perangkat keras maupun lunak mampu beroperasi sempurna 100% sesuai dengan instruksi yang diberikan. Pengujian aspek biologis yang dilakukan selama satu minggu memperlihatkan terbentuknya adaptasi perilaku makan (*feeding behavior*) pada ikan betok yang memiliki karakter bawaan pemalu (*shy feeder*). Terjadi penurunan waktu respons ikan dalam menyambar pakan secara signifikan, dari yang awalnya rata-rata 6,5 detik di hari pertama menjadi hanya 1,2 detik di hari ketujuh, sebagai indikator suksesnya pengondisian klasik (*classical conditioning*) melalui pemicu suara dari motor servo. Perangkat ini diyakini mampu menjadi alternatif berbiaya rendah (*low-cost*) yang sangat efektif untuk mengelola pakan secara presisi di laboratorium sekaligus mencegah pemberian pakan berlebih (*overfeeding*).



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. *Manual feeding practices in aquaculture are often inefficient, as leftover feed can convert into ammonia and negatively impact water quality. This study focuses on designing a laboratory-scale automatic feeding device (smart feeder) using Internet of Things (IoT) technology, utilizing a WeMos D1 Mini microcontroller to test climbing perch (Anabas testudineus). The feed valve actuator in this system employs a servo motor, while monitoring and schedule management are controlled via the Blynk application interface. The functionality test results demonstrated that both the hardware and software integration operated flawlessly at a 100% success rate based on the given instructions. Biological testing conducted over a week revealed the development of feeding behavior adaptation in the climbing perch, a species known for its inherently shy character (shy feeder). There was a significant decrease in the fish's response time to strike the feed, dropping from an initial average of 6.5 seconds on the first day to merely 1.2 seconds on the seventh day. This indicates successful classical conditioning triggered by the sound of the servo motor. This device is proven to be a highly effective, low-cost alternative for precise feed management in a laboratory setting while simultaneously preventing overfeeding.*

1. PENDAHULUAN

Ikan betok (*Anabas testudineus*) adalah komoditas perairan tawar lokal bernilai ekonomi tinggi yang kini kian diminati untuk dibudidayakan, baik melalui pendekatan intensif maupun pengujian di tingkat laboratorium [1]. Dibandingkan dengan ikan budidaya lainnya, ikan ini mempunyai sifat biologis yang sangat khas, yaitu perilakunya yang cenderung pemalu (*shy feeder*) serta tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap fluktuasi lingkungan maupun gangguan fisik di area sekitarnya [2]. Akibat sifat bawaan tersebut, ikan betok sering kali bersembunyi di bagian dasar kolam saat proses pemberian pakan berlangsung, sehingga mereka membutuhkan waktu penyesuaian yang lebih lama untuk mengenali sumber makanannya.

Oleh karena itu, pengelolaan pakan memegang peranan yang sangat penting dalam pemeliharaan spesies ikan berkarakter pemalu ini. Efisiensi pemanfaatan pakan harus sangat dijaga agar pertumbuhan ikan dapat ditunjang secara maksimal [3]. Metode pemberian pakan manual kerap memicu kesalahan dalam menentukan jadwal dan takaran yang pas, sehingga rentan menyebabkan masalah *overfeeding* atau pemberian pakan berlebih. Pakan yang tidak segera dimakan akan larut, mengendap, dan membusuk di dasar wadah pemeliharaan, yang berisiko menaikkan kadar racun *Total Ammonia Nitrogen* (TAN) dan pada akhirnya merusak kualitas air secara drastis [4], [5].

Sebagai upaya merespons tantangan manajemen pakan tersebut, penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam wujud alat pemberi pakan otomatis (*smart feeder*) menawarkan solusi yang sangat relevan. Berbagai riset terdahulu telah sukses mendemonstrasikan perakitan pengumpan otomatis berbasis mikrokontroler ekonomis, semisal NodeMCU ESP8266 dan ESP32, guna memfasilitasi kontrol pakan dari jarak jauh [6], [7]. Pemanfaatan mikrokontroler yang terintegrasi dengan jaringan Wi-Fi dan platform seperti Blynk telah terbukti menaikkan efisiensi operasional sekaligus mempertahankan akurasi takaran pakan harian [8], [9], [10].

Walaupun pengembangan *smart feeder* sudah sering dilakukan, mayoritas kajian tersebut umumnya lebih menitikberatkan pada

kinerja mekanis alat yang diterapkan pada ikan-ikan agresif seperti lele dan nila [11], [12]. Masih minim penelitian yang mengeksplorasi pengaruh penggunaan *smart feeder* terhadap penyesuaian perilaku makan (*feeding behavior*) pada ikan yang bersifat pemalu. Atas dasar itu, riset ini ditujukan untuk membuat desain *smart feeder* berbasis WeMos D1 Mini dengan antarmuka Blynk, sekaligus menganalisis imbasnya pada waktu respons makan ikan betok di lingkungan laboratorium. Harapannya, alat ini tak sebatas berfungsi secara teknis dalam menekan *overfeeding*, namun juga bertindak sebagai agen *classical conditioning* (pengondisian klasik) yang merangsang kebiasaan makan ikan lewat suara mekanis dari motor servo [13], [14], [15].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini masuk dalam kategori riset terapan (*applied research*) yang memadukan pengembangan sistem keras (*hardware*), sistem lunak (*software*), dan uji pengamatan langsung pada skala laboratorium.

2.1. *Internet of Things* dan WeMos D1 Mini

Internet of Things (IoT) adalah sebuah gagasan teknologi di mana perangkat fisik yang disematkan sensor maupun piranti lunak mampu terhubung dan berbagi data via internet. Di bidang perikanan, IoT membuka peluang terciptanya sistem budidaya yang otomatis. WeMos D1 Mini merupakan modul mikrokontroler ringkas yang lazim digunakan lantaran telah dilengkapi dengan *chip* ESP8266, memungkinkannya terkoneksi ke jaringan Wi-Fi secara *native* [12]. Berkat lisensinya yang *open-source* serta harganya yang terjangkau, WeMos menjadi otak penggerak yang mumpuni untuk berbagai purwarupa pakan otomatis [14].

2.2. Motor Servo dan Aplikasi Blynk

Dalam merangkai *smart feeder*, aktuatur pengontrol laju pakan yang banyak dipakai adalah motor servo. Motor berdimensi kecil ini beroperasi dengan sistem *closed-loop* (umpan balik tertutup), yang memberi keleluasaan bagi pengguna untuk mengatur besaran sudut rotasinya dengan tingkat akurasi tinggi. Rotasi presisi inilah yang diaplikasikan untuk

mekanisme buka-tutup katup penampung pelet [13]. Untuk pengendalian dari kejauhan, sistem ini menggunakan Blynk. Aplikasi visual IoT ini memudahkan pembuatan *interface* interaktif langsung dari gawai pengguna. Dengan Blynk, pengaturan pewaktu (*timer*), eksekusi putaran servo secara manual, hingga pemantauan status perangkat dapat dilakukan secara *real-time* [11].

2.3. Efisiensi Pakan dan Kualitas Air

Ketersediaan nutrisi dari pakan adalah faktor paling esensial bagi kelangsungan hidup biota perairan. Tingkat efisiensi pemberian pakan bisa diukur dari seberapa antusias ikan menyambar pelet, yang memastikan penyerapan nutrisi berjalan optimal untuk menunjang laju pertumbuhannya. Ikan betok (*Anabas testudineus*) secara spesifik memiliki tabiat makan yang malu-malu serta sangat rentan mengalami stres akibat fluktuasi kondisi lingkungan. Tata kelola pakan yang kurang tepat, misalnya pemberian porsi berlebih (*overfeeding*), akan memicu penumpukan sisa pelet yang urung dimakan. Residu ini kelak akan mengalami pembusukan di dasar wadah dan memproduksi senyawa amonia yang sangat toksik bagi ekosistem akuarium. Untuk mereduksi risiko tersebut, implementasi *smart feeder* menjadi jalan keluar yang ideal guna menakar porsi pakan secara presisi, memastikan seluruh pelet habis dikonsumsi sebelum sempat mencemari kualitas air [4].

3. METODE PENELITIAN

Riset ini menggunakan kerangka eksperimental terapan yang difokuskan pada perakitan purwarupa (*prototype*) sistem otomasi berbasis IoT, dilanjutkan dengan pengujian langsung terhadap objek biologisnya. Proses uji dilakukan di dalam laboratorium menggunakan media akuarium kaca tempat ikan betok dipelihara.

3.1. Alur Penelitian

Proses studi ini diawali dengan kajian pustaka untuk menghimpun data mengenai karakteristik ikan betok, spesifikasi teknologi IoT, ESP8266, serta antarmuka Blynk. Sesudah literatur terkumpul, tahap berlanjut ke perancangan teknis yang mencakup pembuatan diagram blok, penyusunan komponen

hardware, dan penyusunan logika *software* berbasis *flowchart*. Implementasi berikutnya adalah memadukan rangkaian elektronik tersebut menjadi satu unit pelembar pakan yang diletakkan secara presisi di atas akuarium. Evaluasi fungsional alat kemudian dijalankan berbarengan dengan pemantauan reaksi biologis ikan. Analisis data menjadi tahap pamungkas guna mengukur kesuksesan perangkat serta memvisualisasikan tren waktu respons ikan betok.

3.2. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

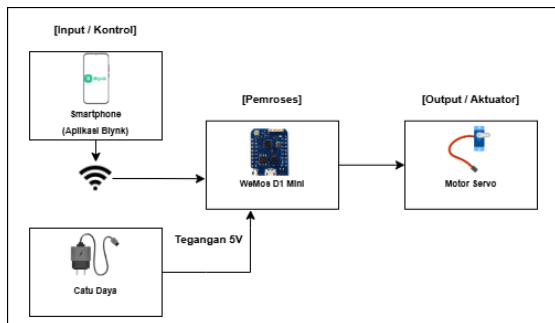
Desain *hardware* dalam studi ini melibatkan sejumlah komponen elektronik esensial yang saling terhubung guna mengoperasikan fitur pakan otomatis. Detail mengenai tiap komponen beserta fungsi utamanya dapat dilihat pada Table 1.

Table 1. Daftar Spesifikasi Komponen Perangkat Keras

Komponen	Fungsi Utama	Spesifikasi
WeMos D1 Mini	Pusat kendali dan modul komunikasi Wi-Fi	ESP8266, Wi-Fi 802.11 b/g/n
Motor Servo SG90	Mekanik untuk membuka dan menutup katup pakan	Torsi 1.8 kg/cm
Adaptor DC	Sumber catu daya kelistrikan utama	Output 5V
Kabel Jumper	Menghubungkan jalur kelistrikan	Male to Female / Female to Female
Wadah Pakan	Menampung pelet ikan	Material plastic Bentuk corong

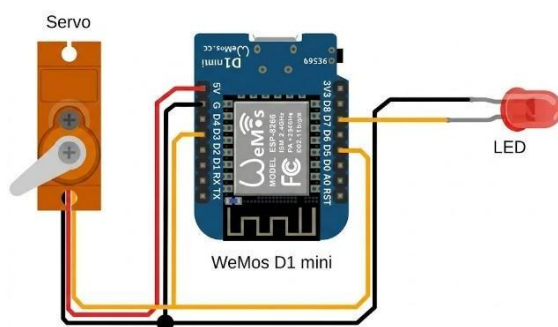
Secara konsep, susunan perangkat keras ini direpresentasikan lewat diagram blok agar alur kerjanya—mulai dari input, pemrosesan, sampai output—menjadi lebih jelas. Agar kinerjanya senantiasa stabil, WeMos D1 Mini

memperoleh pasokan listrik dari adaptor DC 5V. Pada saat beroperasi, WeMos bertugas mengolah seluruh perintah yang masuk dari internet, lalu meneruskan sinyal tersebut menuju aktuator keluaran, yaitu Motor Servo SG90.

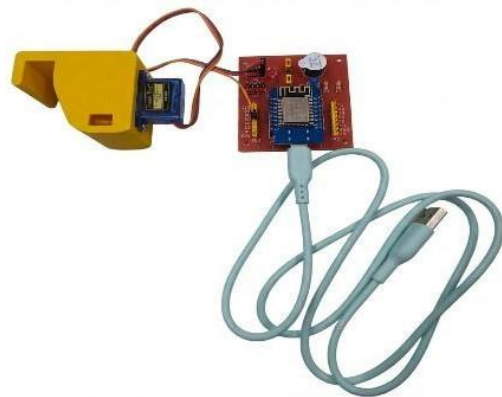


Gambar 1. Diagram Blok Sistem Smart Feeder

Di samping diagram blok, perakitan fisiknya juga dipetakan secara rinci lewat diagram rangkaian (*wiring diagram*). Skema kelistrikan ini memperlihatkan sambungan yang spesifik; contohnya, kabel data motor servo disambungkan langsung menuju pin digital penyalur sinyal PWM pada modul WeMos (seperti pin D4). Untuk kabel daya (VCC) serta *ground* (GND) servo, masing-masing dihubungkan ke sumber tegangan 5V dan *ground* milik mikrokontroler. Berkat skema kelistrikan tersebut, putaran sudut motor servo bisa dikendalikan secara akurat saat membuka maupun menutup katup wadah pelet, memastikan pakan ikan jatuh ke akuarium dalam jumlah yang tepat.



Gambar 2. Skematik Sistem Smart Feeder

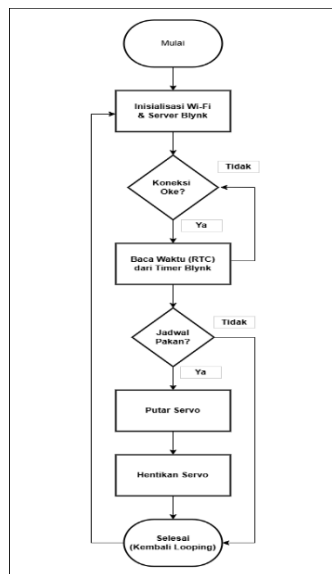


Gambar 3. Rangkaian Perangkat Keras Smart Feeder

3.3. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Tahapan pengembangan perangkat lunak terbagi atas dua segmen pokok: penulisan kode mikrokontroler dan pembuatan antarmuka pengguna (*User Interface*). Bahasa pemrograman C++ digunakan untuk menyusun instruksi mikrokontroler melalui aplikasi Arduino IDE. Guna memungkinkan perangkat WeMos berkomunikasi dengan *server cloud* secara *real-time*, *library* ESP8266WiFi serta BlynkSimpleEsp8266 turut disisipkan ke dalam baris program.

Sebagai antarmuka pengguna, aplikasi Blynk di *smartphone* difungsikan layaknya pusat kendali *remote* (IoT). Dua fasilitas utama dibangun pada aplikasi ini: tombol virtual untuk operasional manual serta fitur *timer* untuk penjadwalan. Saat pengguna menekan tombol virtual, sinyal berlogika HIGH akan dikirimkan ke WeMos untuk memicu putaran motor servo. Sebaliknya, fitur pewaktu bekerja secara otomatis menyalurkan pakan sesuai jadwal yang telah ditentukan, sehingga membebaskan pembudidaya dari keharusan memberi instruksi secara manual.



Gambar 4. Flowchart Logika Sistem Smart Feeder

3.4. Prosedur Pengujian

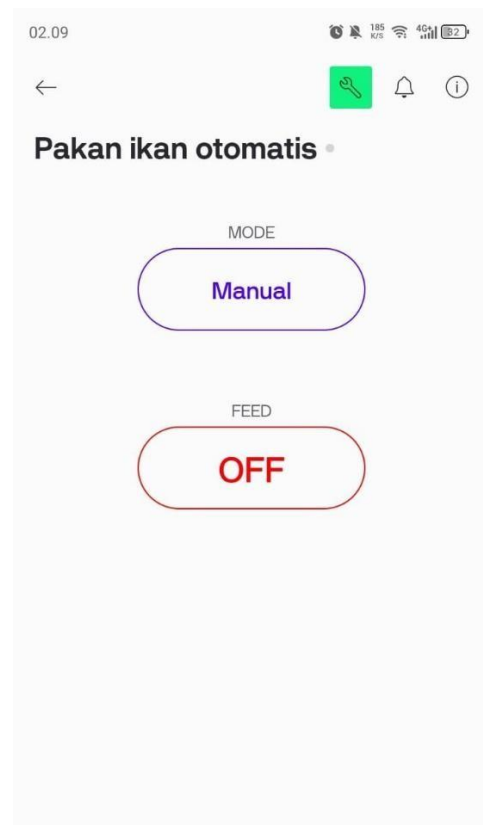
Guna menjamin *smart feeder* beroperasi maksimal, tahapan evaluasi dibagi menjadi dua prosedur utama: uji fungsionalitas (*black-box testing*) dan pengamatan respons biologis ikan pada skala laboratorium. Pengujian fungsional dimaksudkan untuk mendeteksi potensi *delay* (jeda) ataupun malafungsi pada sistem perangkat keras maupun lunak. Indikator teknis yang dievaluasi mencakup stabilitas koneksi Wi-Fi, kepresisian putaran servo saat menerima perintah via *smartphone*, dan keakuratan eksekusi waktu pakan otomatis.

Begitu keandalan teknis telah terkonfirmasi, pengujian berlanjut ke tahap observasi laboratorium untuk menganalisis efek mekanis perangkat terhadap kebiasaan makan (*feeding behavior*) pada populasi uji yang terdiri dari 10 ekor ikan betok di dalam satu akuarium. Prosedurnya adalah dengan memencet tombol pakan, lalu menghitung durasi respons sambaran ikan dalam satuan detik memakai *stopwatch*. Waktu mulai dicatat saat bunyi motor servo terdengar, dan dihentikan saat pelet pertama kali disambar ikan di atas permukaan air. Pemantauan perilaku ini dikerjakan secara rutin setiap hari selama sepekan berturut-turut demi memetakan pola adaptasi ikan serta memvalidasi efektivitas proses pengondisian klasik (*classical conditioning*).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Fungsionalitas Alat

Penilaian aspek fungsional IoT dikerjakan secara komprehensif guna memverifikasi kelancaran pertukaran data antara aplikasi Blynk di *smartphone*, konektivitas internet, dan mikrokontroler WeMos D1 Mini, memastikan tidak ada *delay* yang tidak wajar. Validasi teknis ini amat krusial sebagai jaminan keandalan sebelum perangkat diimplementasikan langsung pada objek biologis. Untuk keperluan ini, seluruh panel antarmuka kontrol jarak jauh dikembangkan sepenuhnya menggunakan platform Blynk. Visualisasi panel antarmuka yang menampilkan fitur mode kendali manual dan indikator penjadwalan tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. Antarmuka Pengguna Aplikasi Blynk

Table 2. Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem

Fitur Utama	Mekanisme Pengujian	Status
Koneksi Wi-Fi	Alat otomatis terhubung ke jaringan internet saat dinyalakan.	Berhasil
Kendali Manual	Motor servo berputar membuang pakan saat tombol di aplikasi Blynk ditekan.	Berhasil
Penjadwalan (Timer)	Motor servo berputar otomatis sesuai waktu yang telah diatur tanpa instruksi manual.	Berhasil

Mengacu pada Table 2, tercatat bahwa persentase kesuksesan sistem dalam mengeksekusi instruksi menyentuh angka 100%. Dalam pengoperasiannya, motor servo terbukti sangat responsif dan akurat dalam mengatur bukaan katup penampung pakan, baik saat dikendalikan lewat perintah manual maupun jadwal *timer*. Kesuksesan pada uji coba teknis ini mengukuhkan kapabilitas WeMos D1 Mini sebagai otak pemroses utama yang sangat andal untuk membangun sistem *smart feeder* yang ekonomis (*low-cost*) di skala laboratorium.

4.2. Hasil Pengujian Respons Ikan Papuyu

Sebagai tahapan persiapan uji biologis, purwarupa *smart feeder* diposisikan secara terpusat di atas akuarium yang digunakan untuk memelihara ikan betok. Visualisasi fisik penempatan alat uji pada akuarium tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



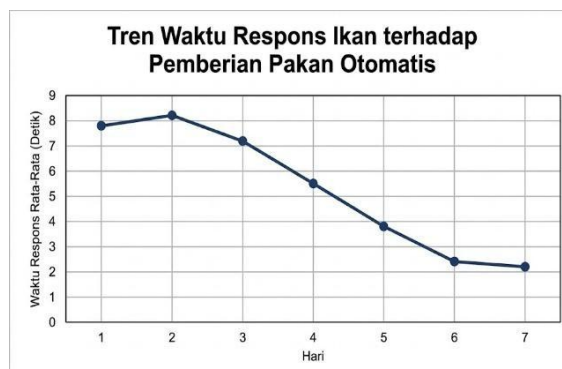
Gambar 6. Implementasi Fisik *Smart Feeder* pada Akuarium Uji

Sisi kebaruan (*novelty*) riset ini sangat menonjol pada pengujian biologisnya; efektivitas teknologi otomasi IoT tidak semata dinilai dari keberhasilan fungsi mekanisnya, melainkan juga dikorelasikan langsung dengan observasi modifikasi tingkah laku objek uji, yakni ikan betok. Tujuan intinya adalah mengukur sejauh mana insting makan ikan terpengaruh oleh cara kerja mekanik alat. Merujuk pada paparan data di Table 3 beserta grafik observasinya, terpantau adanya penurunan dramatis yang sangat signifikan pada durasi respons ikan dalam menyambar pelet.

Table 3. Waktu Respons Sambar Ikan Papuyu

Hari	Waktu Respons Rata-Rata (Detik)	Observasi Perilaku
1	7,8 Detik ikan menyambar	Ikan terkejut oleh bunyi mekanik servo, bersembunyi di dasar akuarium.
2	8,2 Detik ikan menyambar	Ikan masih ragu-ragu, mulai mendekat perlahan ke arah jatuhnya pakan.
3	7,2 Detik ikan menyambar	Ikan mulai mengenali asal datangnya makanan di permukaan.

4	5,5 Detik ikan menyambar	Ikan langsung berenang ke atas begitu mendengar suara servo berbunyi.
5	3,8 Detik ikan menyambar	Adaptasi terbentuk, respons sambar mulai agresif.
6	2,4 Detik ikan menyambar	Ikan sangat agresif, pakan langsung disambar sebelum menyebar.
7	2,2 Detik ikan menyambar	Ikan terbiasa sepenuhnya dan berkerumun di bawah alat sebelum pakan jatuh.



Grafik menunjukkan tren respons ikan; setelah fluktuasi awal, waktu respons menurun secara konsisten dari Hari 3 hingga Hari 7, mengindikasikan adaptasi yang semakin baik terhadap mekanisme pakan.

Gambar 7. Grafik Waktu Respons Sambar Ikan Papuyu

Pada hari pertama, rata-rata waktu respons yang tercatat adalah 5,5 detik, yang kemudian terus menyusut tajam hingga tersisa 2,2 detik saja pada hari ketujuh. Selama fase adaptasi awal (hari pertama dan kedua), ikan betok masih memperlihatkan indikasi stres ringan dan cenderung ketakutan mendengar bisungnya getaran mekanis dari motor servo. Reaksi ini sangat selaras dengan literatur terdahulu yang mengklasifikasikan ikan betok sebagai spesies pemalu yang amat sensitif terhadap fluktuasi lingkungan dan gangguan fisik.

Walau demikian, seiring bergantinya hari (memasuki hari keempat hingga ketujuh), ikan betok perlahan mulai membiasakan diri dan

secara psikologis mengalami fase *classical conditioning* (pengondisian klasik). Ikan betok berhasil mengaitkan bunyi putaran motor servo sebagai sinyal atau penanda datangnya waktu makan di permukaan akuarium. Fakta ini menegaskan bahwa keberadaan pengumpan otomatis tidak hanya sekadar meringankan beban operasional pembudidaya secara teknis, namun juga secara aktif melatih refleks ikan yang awalnya penakut menjadi jauh lebih gesit.

Pada akhirnya, peningkatan agresivitas ikan saat menyambar pakan ini membawa imbas ekologis yang sangat positif. Pelet yang dijatuhkan akan seketika dimakan tanpa dibiarkan terlalu lama larut di dalam air, sehingga kebersihan dan kualitas air akuarium lebih terjaga serta terhindar dari ancaman ledakan kadar amonia.

5. KESIMPULAN

Hasil dari tahapan perakitan serta rentetan pengujian yang telah dikerjakan mengonfirmasi bahwa purwarupa *Smart Feeder* IoT bersenjatakan mikrokontroler WeMos D1 Mini dan aplikasi Blynk sanggup beroperasi secara maksimal. Sinergi antara perangkat keras dan lunak berjalan sangat lancar dalam mengeksekusi pembagian pakan secara *real-time*, baik melalui kontrol *smartphone* manual maupun jadwal *timer* otomatis, tanpa ditemukannya gangguan koneksi.

Lebih dari sekadar sukses secara fungsional, observasi skala laboratorium membuktikan bahwa inovasi ini memberikan imbas psikologis dan ekologis yang baik terhadap penyesuaian perilaku ikan betok (*Anabas testudineus*). Berkat proses *classical conditioning* yang dipicu oleh suara mekanik motor servo, karakter pemalu bawaan ikan betok perlahan berhasil diubah menjadi jauh lebih responsif. Hal tersebut dibuktikan oleh terpankasnya waktu respons ikan secara signifikan, dari yang semula 5,5 detik di hari pertama, menjadi hanya 2,2 detik pada hari penutupan uji coba. Kecepatan menyambar makanan ini secara langsung menekan jumlah pakan yang mengendap, sehingga risiko penumpukan amonia dapat dicegah dan kebersihan air tetap terjamin.

Kesimpulannya, perangkat ini merupakan solusi manajemen pakan berbiaya rendah yang presisi guna mencegah masalah

overfeeding. Perangkat ini juga sangat berpotensi dan layak untuk dikembangkan lebih jauh pada penelitian berikutnya, misalnya dengan mengintegrasikan tambahan modul otomatisasi seperti sensor pendeteksi kualitas air.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas kelancaran yang diberikan dalam penelitian ini. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada Bapak **Fajerin Biabdillah, M.Kom** dan Ibu **Dwi Titi Maesaroh, M.Pd** selaku pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan berharga selama proses perancangan alat hingga penyusunan naskah ini. Terima kasih juga disampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan fasilitas dan peralatan sehingga pengujian alat dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. A. Yusanti, H. Zulkifli, I. Yustian, and A. Wibowo, "Distribution and Growth Patterns of the Tambakan Fish (*Helostoma temminckii*) and the Climbing Perch (*Anabas testudineus*) in the Musi River, Rantau Bayur Subdistrict, Banyuasin," *J. Glob. Sustain. Agric.*, pp. 352–360, Dec. 2025, doi: 10.32502/jgsa.v5i3.1502.
- [2] E. D. Pavlov, T. D. Dien, and E. V. Ganzha, "Stress and Energy Mobilization Responses of Climbing Perch *Anabas testudineus* During Terrestrial Locomotion," *Stresses*, vol. 5, no. 3, p. 45, Jul. 2025, doi: 10.3390/stresses5030045.
- [3] Muhammad Amri Yusuf, Rahmi Fitrawati, Annisa Annisa, Rahayu Abriani Sahar, and Reza Gustiyani Ayu, "Efisiensi Pakan Larva Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Hasil Maskulinisasi Madu Hutan," *INSOLOGI J. Sains Dan Teknol.*, vol. 3, no. 1, pp. 10–18, Feb. 2024, doi: 10.55123/insologi.v3i1.2883.
- [4] M. Fahrur, R. Syah, M. Makmur, H. S. Suwoyo, A. I. J. Asaad, and I. Tauhid, "EFEK BLIND FEEDING UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN POST LARVA UDANG VANAME KEPADATAN TINGGI DAN PENGARUHNYA TERHADAP KUALITAS AIR [The Effect of Blind feeding to Increase Post Larva Growth of High-density Vaname Shrimp and Their Effect on Water Quality]," *Ber. Biol.*, vol. 22, no. 3, pp. 335–342, Dec. 2023, doi: 10.55981/beritabiologi.2023.2975.
- [5] L. A. Putri, "Manajemen Kualitas Air pada Kolam Pembesaran Ikan Nila Nirwana (*Oreochromis niloticus*) di Balai Benih Ikan Kota Binjai, Sumatera Utara," vol. 2, no. 2.
- [6] F. Tikneon and Y. S. Belutowe, "OTOMATISASI DAN MONITORING PEMBERIAN PAKAN IKAN LELE DUMBO BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT)," *J. Inform. Dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 3, Jul. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i3.6644.
- [7] M. Jauharyanto, F. Lazim, and A. Bajuri, "IMPLEMENTASI AUTOMATIC FISH FEEDER DI KERAMBA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER," vol. 4, no. 3, 2025.
- [8] Mohamad Fikri and Dian Permata Sari, "PROTOTIPE SISTEM KONTROL PAKAN IKAN REAL-TIME BERBASIS IOT DALAM BUDIDAYA IKAN LELE," *Rabit J. Teknol. Dan Sist. Inf. Univrab*, vol. 11, no. 1, pp. 1894–1903, Jan. 2026, doi: 10.36341/rabit.v11i1.7504.
- [9] Moh Fauzan Fakhira Nasihin and N. Wachid Abdul Majid, "PENGEMBANGAN APLIKASI MOBILE FEEDER SEBAGAI SISTEM KENDALI JARAK JAUH AUTOMATIC FISH FEEDER BERBASIS IOT," *Rabit J. Teknol. Dan Sist. Inf. Univrab*, vol. 11, no. 1, pp. 1742–1756, Jan. 2026, doi: 10.36341/rabit.v11i1.7495.
- [10] Lalu Delsi Samsumar, Hambali Hambali, and Zaenudin Zaenudin, "Sistem Pemberian Pakan Ikan Otomatis Berbasis IOT," *J. Penelit. Teknol. Inf. Dan Sains*, vol. 1, no. 2, pp. 80–90, Feb. 2024, doi: 10.54066/jptis.v1i2.1687.
- [11] D. T. Wahyudi, "RANCANG BANGUN PEMBERIAN PAKAN IKAN OTOMATIS DAN PEMANTAUAN KUALITAS AIR PADA AKUARIUM BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," *J. Inform. Dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 3S1, Oct. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i3S1.7547.
- [12] H. Sudibyo, F. T. Yuniko, A. Fadel, L. S. Lesmana, and R. Efendi, "SISTEM MONITORING BUDIDAYA PERIKANAN BERBASIS IOT FISH FEEDER SEBAGAI IMPLEMENTASI SMART FARMING," *JOISIE J. Inf. Syst. Inform. Eng.*, vol. 8, no. 2, p. 236, Dec. 2024, doi: 10.35145/joisie.v8i2.4544.
- [13] M. Marwondo, S. Sarjono, and I. Ardiansyah, "Rancang Bangun Perangkat IoT untuk Pengendalian Pakan Pada Budidaya Ikan Hias Cupang (Betta Fish)," *J. Account. Inf. Syst. AIMS*, vol. 6, no. 2, pp. 149–161, Sep. 2023, doi: 10.32627/aims.v6i2.795.
- [14] I. Gunawan, H. Ahmadi, and M. R. Said, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan

- Pemberi Pakan Otomatis Ayam Anakan Berbasis Internet Of Things (IoT),” *Infotek J. Inform. Dan Teknol.*, vol. 4, no. 2, pp. 151–162, Jul. 2021, doi: 10.29408/jit.v4i2.3562.
- [15] S. Safitri, D. M. Sari, C. N. Insani, and S. A. Rachmini, “Sistem Kontrol dan Monitoring Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis IOT,” *J. Manaj. Inform. Sist. Inf. Dan Teknol. Komput. JUMISTIK*, vol. 1, no. 1, pp. 74–82, Dec. 2022, doi: 10.70247/jumistik.v1i1.12.