Digital Transformation Technology (Digitech) | e-ISSN: 2807-9000
Volume 5, **Number** 2, September 2025
https://doi.org/10.47709/digitech.v5i2.6998

AquaInnova: Sistem IoT Kendali Jarak Jauh Pakan Lele via Telegram

Qonita Nadya Ramadhani[1], Ahmad Mushthofa Kamal[2], Deddy Rahmadi[3]
[1, 2, 3]Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
[1]22106050004@student.uin-suka.ac.id, [2]22106050072@student.uin-suka.ac.id, [3]deddy.rahmadi@uin-suka.ac.id

Histori Artikel:
Diajukan: 25 September 2025
Disetujui: 11 Oktober 2025
Dipublikasi: 12 Oktober 2025

Kata Kunci:
IoT, Telegram API, Otomatisasi, ESP8266, AquaInnova

Digital Transformation Technology (Digitech) *is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).*

Abstrak
Kebutuhan akan sistem otomatis yang efisien dan mudah digunakan didorong oleh kendala yang timbul dari proses pemberian pakan manual kepada ikan lele. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan menerapkan AquaInnova, sebuah sistem pemberi pakan ikan lele otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat dikendalikan secara jarak jauh melalui API Telegram. Penelitian ini dilaksanakan sebagai bagian dari kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Konversi, dengan metode prototyping yang mencakup tahap perencanaan, perancangan, implementasi, dan pengujian. Sistem menggunakan ESP8266, servo MG996R, LED, dan bahan bekas sebagai komponen utama. AquaInnova dapat berfungsi dalam dua mode berbeda yaitu, otomatis setiap 12 jam dan manual melalui perintah Telegram dengan waktu respons rata-rata di bawah 2 detik. Pengujian menunjukkan bahwa sistem berjalan secara real-time, stabil, dan sederhana untuk digunakan. Telegram sebagai media kontrol lebih mudah diakses daripada sistem IoT serupa. Studi ini menunjukkan bahwa AquaInnova dapat menjadi solusi teknologi murah dan mudah digunakan untuk meningkatkan produktivitas budidaya ikan lele di rumah tangga dan komunitas kecil.

PENDAHULUAN

Budidaya ikan merupakan salah satu kegiatan penting dalam rangka memenuhi kebutuhan protein hewani di Indonesia. Ikan lele termasuk salah satu hewan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Selain sebagai sumber protein hewani, cara perawatan dan perkembang biakan ikan lele relatif lebih mudah. Beberapa faktor yang harus diperhatikan agar menghasilkan ikan dengan kualitas yang baik adalah kualitas air dan pemberian waktu makan yang tepat (ElfaMasùdia, et., al 2020). Pemberian pakan ikan lele per hari harus terjadwal yaitu sebanyak empat kali atau sesuai dengan pembiasaan sebelumnya. Hal ini lah yang menjadi salah satu kendala bagi para pembudidaya yang menyebabkan waktu menjadi tidak efektif dan efisien (Setiawan, et., al 2024). Meskipun demikian, metode pemberian pakan secara manual masih umum digunakan dan menjadi tantangan utama dalam praktik budidaya ikan lele. Sistem konvensional ini sering kali kurang efisien dari segi waktu dan tenaga, serta menyebabkan ketidakakuratan jadwal pemberian pakan yang dapat berdampak negatif pada pertumbuhan dan kesehatan ikan. Kendala ini menjadi perhatian utama, terutama bagi pembudidaya yang memiliki kesibukan lain dan tidak bisa berada di lokasi setiap saat (Raiyan et al., 2023).

Seiring perkembangan teknologi, penerapan sistem otomatis dengan berbasis Internet of Things (IoT) telah menjadi solusi alternatif untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas budidaya perikanan. Pemrograman adalah dasar IoT, yang memungkinkan perangkat fisik terhubung dan berinteraksi secara otomatis. Melalui konektivitas internet, mesin dapat berkomunikasi satu sama lain, bekerja tanpa campur tangan manusia secara langsung, dan menghilangkan batasan jarak (Ibrahim et al., 2021). IoT memungkinkan pengendalian dan pemantauan jarak jauh secara real-time, sehingga peternak dapat melakukan pengelolaan secara lebih optimal tanpa harus berada di lokasi fisik kolam atau wadah ikan. Dalam sistem ini, manusia berperan sebagai pengendali dan pengawas yang memantau kinerja perangkat. Hal ini menunjukkan kemajuan besar dalam teknologi IoT. Salah satu pendekatan inovatif yang sedang dikembangkan adalah pemanfaatan API Telegram sebagai media komunikasi dan kontrol yang mudah diakses, murah, dan user-friendly.

Berdasarkan permasalahan dan peluang yang ada, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem pemberi pakan ikan lele otomatis bernama AquaInnova. Sistem ini dirancang berbasis IoT dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP8266 dan motor servo MG996R, yang dikendalikan melalui antarmuka Telegram. Melalui sistem ini, pembudidaya diharapkan mampu mengatur jadwal pemberian pakan secara akurat dan otomatis dari jarak jauh. Pengembangan teknologi ini didasari oleh urgensi inovasi untuk meningkatkan efisiensi dan mendukung keberlanjutan usaha budidaya ikan, khususnya bagi skala kecil dan menengah di Indonesia. Penelitian ini juga merupakan bagian dari program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Konversi, yang berfokus pada penerapan solusi teknologi praktis untuk meningkatkan produktivitas sektor perikanan.

STUDI LITERATUR

Teknologi Internet of Things (IoT) merupakan sebuah teknologi yang memungkinkan integrasi antara perangkat fisik dengan jaringan internet, sehingga memungkinkan proses pengendalian dan pemantauan jarak jauh secara real-time (Herliabriyana et al., 2019). Konsep ini menggabungkan berbagai sensor dan mikrokontroler yang mampu mengolah data mentah menjadi informasi yang bernilai. Teknologi ini sangat bermanfaat bagi individu dengan mobilitas tinggi, karena memungkinkan pengelolaan jadwal pemberian pakan secara otomatis tanpa perlu pengawasan langsung (Dewantoro, 2022). Salah satu media antarmuka yang efektif dalam sistem kendali berbasis IoT adalah Application Programming Interface (API) Telegram. Telegram menyediakan API terbuka yang memudahkan pembuatan bot kendali otomatis, sehingga sistem dapat dioperasikan secara intuitif melalui aplikasi smartphone tanpa memerlukan pengembangan aplikasi atau situs web khusus.

Implementasi sistem pemberi pakan otomatis berbasis IoT memberikan manfaat signifikan dari sisi efisiensi dan efektivitas. Melalui pengendalian jarak jauh via aplikasi percakapan seperti Telegram, pengguna dapat mengatur jadwal pemberian pakan dengan tepat waktu dan sesuai kebutuhan. Hal ini berkontribusi terhadap peningkatan pertumbuhan ikan serta mengurangi risiko kekurangan atau kelebihan pakan. Praktik ini sejalan dengan temuan beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa sistem otomatisasi berbasis IoT mampu meningkatkan produktivitas dan menekan risiko kematian ikan akibat pemberian pakan yang tidak tepat waktu (Fitriana et al., 2024).

Beberapa studi terdahulu juga telah menunjukkan keberhasilan implementasi sistem pemberi pakan otomatis berbasis IoT dalam meningkatkan efisiensi produksi. Sebagai contoh, Aisyah et al. (2022) melaporkan bahwa sistem yang mereka rancang mampu memantau dan mengontrol kapasitas pakan secara jarak jauh. Demikian pula, penelitian oleh Mei et al. (2024) berhasil merancang dan mengimplementasikan alat pemberi pakan ikan lele berbasis IoT yang dikendalikan melalui platform Telegram, membuktikan kemudahan adopsi teknologi ini bagi peternak skala kecil. Selain itu, Mahbub et al. (2022) menegaskan bahwa penggunaan Telegram sebagai media kendali memungkinkan pengawasan dan pengoperasian sistem dari berbagai platform, sehingga waktu pemberian pakan dapat diatur secara presisi sesuai kebutuhan. Temuan serupa dilaporkan oleh Efendi et al. (2024), yang menyoroti bahwa kemampuan pengendalian sistem secara real-time melalui Telegram sangat penting untuk menjaga jadwal pemberian pakan yang ideal dan berkelanjutan.

Studi lain juga memberikan landasan teknis yang kuat, menegaskan bahwa penggunaan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama adalah pilihan yang tepat. Berdasarkan hasil penelitian oleh Rivaldi et al. (2023), pengembangan alat pakan ikan otomatis berbasis IoT dengan NodeMCU ESP8266 terbukti dapat bekerja dengan baik dan proses kontrolnya pun efektif. Sistem ini tidak hanya fungsional, tetapi juga memenuhi standar kualitas ISO 25010 serta dinilai sangat praktis, mudah digunakan, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna berdasarkan hasil analisis kuesioner. Secara keseluruhan, berbagai penelitian ini menjadi landasan teoretis yang kuat, menegaskan bahwa sistem otomatis berbasis IoT merupakan solusi yang efektif, praktis, dan andal untuk manajemen pakan ikan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa teknologi (engineering research) yang berfokus pada perancangan, pengembangan, dan implementasi sebuah sistem berbasis Internet of Things (IoT). Pendekatan ini dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian untuk menghasilkan prototipe alat pemberi pakan ikan otomatis yang dapat dikendalikan jarak jauh melalui platform Telegram.

Metode pengembangan yang digunakan adalah Metode Prototyping. Metode ini memungkinkan proses pembangunan sistem dilakukan secara bertahap dan interaktif, dengan melibatkan tahapan perancangan, pembuatan, pengujian, serta evaluasi hingga sistem mencapai fungsionalitas yang diharapkan. Metode ini dipilih karena memiliki keunggulan dalam proyek yang melibatkan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak, seperti pada sistem IoT, di mana pengujian langsung terhadap komponen sangat diperlukan untuk memastikan keandalan sistem.

Subjek penelitian ini adalah para peternak ikan di wilayah Karangnongko, Klaten, Jawa Tengah, di mana kebutuhan dan tantangan mereka dalam budidaya ikan menjadi landasan utama perancangan fungsionalitas sistem. Sementara itu, objek penelitiannya adalah AquaInnova, yaitu prototipe alat pemberi pakan otomatis berbasis IoT yang dikembangkan khusus untuk mengatasi kendala yang dihadapi oleh subjek penelitian.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk merancang, membangun, dan menguji fungsionalitas sistem. Daftar instrument alat dan bahan selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan	Keterangan
Arduino IDE	Perangkat lunak untuk menulis dan mengunggah program.
Esp8266	Mikrokontroler berbasis WiFi.
Servo MG996R	Motor servo untuk mekanisme penggerak pakan.
LED	Indikator status sistem.
Nodebase MCU	Papan pengembangan untuk ESP8266.
Kabel Jumper	Kabel penghubung antar komponen.
Adapter 5V	Catu daya.
Galon Bekas	Wadah utama sistem.
Toples Bekas	Wadah pakan.
Lem Tembak / Lem Bakar	Perekat untuk merakit komponen.
Stik Es Krim	Komponen mekanis.
Kawat	Bahan mekanis.

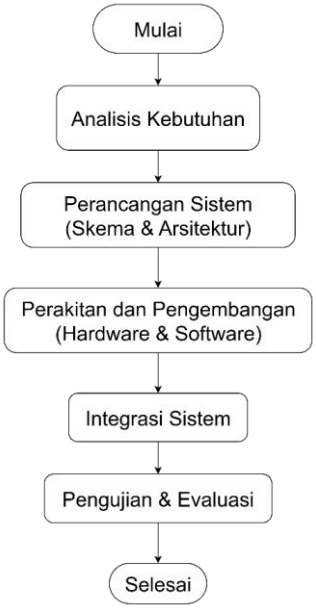


Gambar 1 Beberapa Alat dan Bahan yang Diperlukan

Proses penelitian dimulai dengan analisis kebutuhan pada tahap awal untuk mengidentifikasi fitur dan fungsionalitas yang diperlukan oleh pengguna, terutama terkait pemberian pakan otomatis dan kendali jarak jauh melalui platform Telegram. Setelah kebutuhan teridentifikasi, dilakukan perancangan sistem yang mencakup pembuatan skematik rangkaian listrik dan arsitektur sistem secara keseluruhan. Pada tahap ini, dipilih komponen utama seperti ESP8266 sebagai mikrokontroler WiFi, servo MG996R sebagai mekanisme penggerak pakan, serta bahan bekas seperti galon dan kawat sebagai wadah dan kerangka mekanisnya.

Setelah perancangan selesai, dilakukan perakitan perangkat keras secara fisik, mengintegrasikan komponen sesuai rancangan yang telah dibuat. Selanjutnya, pengembangan perangkat lunak dilakukan dengan pemrograman menggunakan Arduino IDE, mencakup pengaturan waktu otomatis, kendali servo, dan integrasi komunikasi dengan API Telegram agar sistem dapat dikendalikan dari jarak jauh. Setelah perangkat keras dan perangkat lunak terintegrasi, sistem diimplementasikan secara lengkap untuk diuji coba.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung selama tahap pengujian fungsionalitas sistem. Setiap respons sistem terhadap perintah yang dikirimkan via Telegram dicatat dan diamati. Pengujian dilakukan dengan menjalankan sistem dalam berbagai skenario, baik otomatis sesuai jadwal maupun manual melalui perintah dari Telegram, untuk memastikan sistem bekerja andal dan responsif. Data hasil pengujian dicatat dan dievaluasi untuk mengetahui performa, efektivitas, dan keberhasilan sistem dalam menjalankan fungsinya. Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif dengan mengevaluasi hasil pengujian. Data yang dikumpulkan dianalisis untuk memastikan bahwa sistem AquaInnova dapat berfungsi dengan efektif dan andal sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah ditetapkan, serta untuk mengidentifikasi potensi perbaikan di masa mendatang.



Gambar 2. Flowchart Alur Penelitian

HASIL

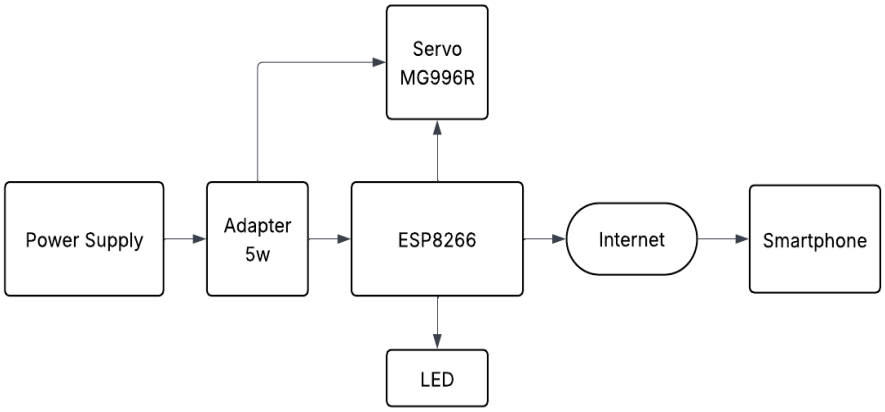
AquaInnova merupakan sistem otomatisasi pemberian pakan ikan lele berbasis Internet of Things (IoT) yang dikendalikan secara jarak jauh menggunakan API Telegram. Sistem ini dikembangkan untuk menjawab tantangan dalam budidaya ikan lele yang masih menggunakan metode pemberian pakan manual, yang cenderung tidak efisien dan menyita waktu. Tujuan utama pengujian ini adalah untuk mengetahui seberapa baik respon sistem terhadap perintah digital dan seberapa baik hal tersebut berfungsi dengan actuator atau servo motor, untuk mendistribusikan pakan.

Proses budidaya ikan lele memiliki tantangan tersendiri pada bagian pemberdayaanya. Dilihat dari segi mata pencaharian utama para warga yang bukan sebagai seorang peternak. Hal ini melahirkan sebuah inovasi jawaban sebagai solusi dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IOT) untuk pemberian makan ikan otomatis (Mei et al., 2024).

Alat AquaInnova berhasil dibuat dan berfungsi sesuai dengan tujuan. Sistem ini terdiri dari komponen utama seperti ESP8266, servo MG996R, dan LED, serta memanfaatkan bahan bekas seperti galon, toples, dan kawat untuk membentuk wadah fisik alat. Semua komponen ini dirakit menjadi satu sistem pemberi pakan ikan lele yang dapat dikendalikan secara otomatis dan juga jarak jauh melalui aplikasi Telegram (Dewantara et al., 2023).

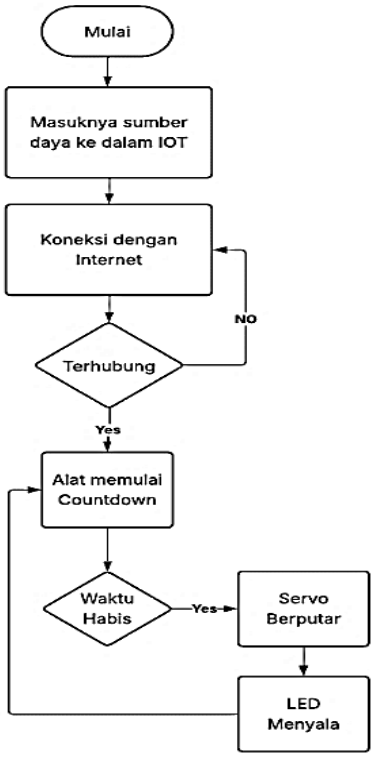
Wadah pakan dibuat dari galon bekas yang dimodifikasi, menggunakan servo untuk membuka dan menutup jalur keluarnya pakan. LED digunakan sebagai indikator bahwa alat sedang bekerja. Koneksi internet memungkinkan perintah dari Telegram masuk ke ESP8266 secara real-time. Demi mendapatkan kemudahan dalam perancangan dan pembuatan sistem IOT Pakan Lele berbasis Telegram dengan memanfaatkan ESP8266 dan Servo MG996R serta memanfaatkan barang bekas untuk memaksimalkan hasilnya (Anwar et al., 2023).

Pada Gambar 5 berfungsi untuk memperjelas terkait mekanisme operasi sistem IoT AquaInnova yang akan dikembangkan. Diagram blok akan digunakan sebagai acuan utama dalam proses perancangan agar mempermudah pada saat proses perancangan dan untuk keperluan dokmentasi agar mudah untuk dipahami. Alur kerjanya dimulai dengan Power Supply yang menyuplai daya ke Adapter 5W. Dari adapter, daya disalurkan ke mikrokontroler ESP8266, yang berfungsi sebagai otak dari seluruh sistem. ESP8266 terhubung ke Internet, yang memungkinkan komunikasi dengan Smartphone pengguna. Dengan koneksi ini, perintah dapat dikirimkan dari aplikasi Telegram pada smartphone ke ESP8266 secara real-time. Setelah perintah diterima, ESP8266 akan menggerakkan motor Servo MG996R yang berfungsi sebagai mekanisme penggerak pakan. Secara bersamaan, LED akan menyala sebagai indikator bahwa sistem sedang bekerja.

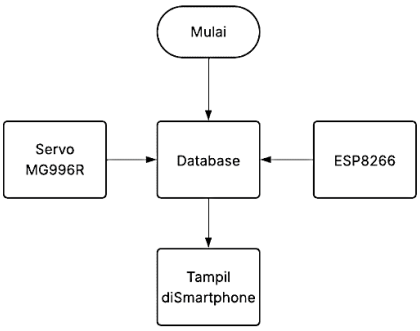


Gambar 3. Diagram Blok

Dengan tujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap sistem yang telah dibangun, digunakan flowchart untuk menggambarkan proses yang akan berlangsung dalam sistem. Terdapat beberapa jenis flowchart yang akan digunakan seperti flowchart pemberian pakan dan flowchart monitoring. Proses pada flow chart pemberian pakan otomatis dimulai ketika sumber daya dimasukkan ke dalam perangkat IoT. Langkah pertama yang dilakukan sistem adalah mencoba terhubung dengan internet. Jika koneksi gagal, sistem akan terus mengulang proses koneksi hingga berhasil. Setelah terhubung dengan internet, alat akan memulai hitungan mundur. Sistem akan terus memantau apakah waktu hitungan mundur telah habis. Ketika waktu habis, servo akan berputar untuk mengeluarkan pakan, dan LED akan menyala sebagai indikator bahwa proses pemberian pakan sedang berlangsung. Setelah pakan diberikan, alur akan kembali ke tahap awal untuk memulai hitungan mundur yang baru, memastikan jadwal pemberian pakan yang konsisten. Sedangkan untuk flowchart monitoring dimulai dengan data yang dikumpulkan dari ESP8266 dan status pergerakan Servo MG996R. Semua data ini disimpan ke dalam Database. Dari database, informasi tersebut kemudian ditampilkan pada Smartphone pengguna, yang memungkinkan pengguna untuk memantau status sistem secara real-time.



Gambar 5. Flow Chart Pemberian Pakan



Gambar 6. Flow Chart Monitoring

AquaInnova berhasil memberi pakan secara otomatis setiap 12 jam sekali pada pukul 00.00 (tengah malam) dan 12.00 (tengah hari). Servo akan berputar selama 1 detik untuk membuka wadah pakan, lalu kembali ke posisi semula. LED menyala sebagai indikator aktivitas servo. Pengaturan waktu menggunakan fungsi millis() dari ESP8266 tanpa RTC eksternal.



Gambar *7.* Hasil Pengujian

AquaInnova juga dapat dikendalikan melalui bot Telegram dengan nama @IotPakanLele_bot. Berikut hasil pengujian dari beberapa perintah yang tersedia:

Tabel 2 Hasil Pengujian Dari Beberapa Perintah Bot Telegram

Perintah	Fungsi	Hasil Pengujian
/start	Menampilkan daftar perintah	Berfungsi dengan baik, semua menu muncul
/beri_pakan	Memberi pakan langsung	Servo berputar, LED menyala, countdown reset ke 12 jam
/countdown	Melihat waktu sisa otomatis	Waktu hitung mundur ditampilkan dengan akurat
/status	Melihat jumlah pemberian dan IP	Menampilkan data IP dan jumlah gerakan servo



Gambar 8. Hasil Pengujian dari Beberapa Perintah Bot Telegram

Salah satu fitur utama adalah countdown otomatis yang akan di-reset ke 12 jam setiap kali perintah "/beri_pakan" dijalankan. Hal ini memastikan pemberian pakan tidak berlebihan. Pengujian dilakukan dengan mengirimkan perintah "/beri_pakan" sebanyak 5 kali. Data waktu respon dan status eksekusi tercatat dalam tabel berikut:

Tabel 3 Pengujian Bot Telegram

Uji ke-	Perintah	Waktu Respon (detik)	Pakan Keluar	Status
1.	/beri_pakan	1.2	Ya	Berhasil
2.	/beri_pakan	1.4	Ya	Berhasil
3.	/beri_pakan	1.3	Ya	Berhasil
4.	/beri_pakan	1.5	Ya	Berhasil
5.	/beri_pakan	1.6	Ya	Berhasil

PEMBAHASAN

Waktu respon sistem yang rata-rata berada di bawah 2 detik menunjukkan bahwa sistem berfungsi secara real-time dengan latensi minimal. Hal ini dimungkinkan oleh efisiensi protokol komunikasi yang digunakan oleh Telegram API serta kestabilan jaringan internet pada saat pengujian. Faktor lain seperti daya dari servo, pemrosesan NodeMCU, dan pengkodean bot turut mempengaruhi performa tersebut.

Jika dibandingkan dengan beberapa penelitian sebelumnya, AquaInnova menawarkan pendekatan yang lebih sederhana dan ekonomis, tanpa mengorbankan fungsionalitas dasar yang dibutuhkan dalam otomasi budidaya ikan.

Salah satu penelitian yang relevan adalah "Perancangan Sistem Monitoring Tanaman Strawberry Di Dataran Rendah Menggunakan Aplikasi Berbasis IoT" oleh Anwar et al., di mana sistem monitoring tanaman dikendalikan menggunakan platform Blynk. Sistem tersebut memanfaatkan berbagai sensor lingkungan seperti kelembaban dan suhu, dan menampilkan data secara real-time melalui antarmuka visual Blynk. Meskipun efektif dalam monitoring otomatis, sistem ini memerlukan antarmuka tambahan, serta koneksi aplikasi yang harus dikonfigurasi secara spesifik. Berbeda dengan pendekatan tersebut, AquaInnova menggunakan Telegram yang jauh lebih mudah diakses, tidak memerlukan pembuatan antarmuka grafis, dan dapat digunakan oleh pengguna awam secara langsung melalui smartphone mereka.

Selain itu, penelitian "Automatic Fish boter and Telegram Based Aquarium Water Level Monitoring" oleh Dewantara et al., juga mengadopsi pendekatan serupa dengan AquaInnova. Dalam penelitian ini, Telegram digunakan sebagai media kontrol untuk mengatur waktu pemberian pakan dan memantau ketinggian air di akuarium. Sistem ini menggunakan komponen seperti ESP8266, servo motor, dan sensor ultrasonik. Metode ini menunjukkan bahwa Telegram adalah opsi yang dapat diandalkan untuk sistem pengawasan dan kontrol berbasis IoT, terutama dalam kasus kebutuhan antarmuka yang mudah digunakan untuk pengendalian jarak jauh secara real-time.

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pemberian pakan ikan lele dapat disederhanakan tanpa mengurangi fungsionalitas utama. Integrasi Telegram API merupakan pendekatan yang inovatif, karena mudah diakses oleh pengguna dan dalam pembuatan biaya tergolong murah serta mudah dipahami untuk semua golongan umur. Hal ini membuka potensi penerapan di lingkungan budidaya berskala kecil hingga menengah.

AquaInnova menawarkan beberapa keunggulan signifikan, terutama dalam aspek fungsionalitas dan kemudahan penggunaan. Sistem ini memungkinkan kontrol jarak jauh melalui aplikasi Telegram yang sudah sangat familiar bagi banyak pengguna, sehingga tidak memerlukan pengembangan antarmuka tambahan yang rumit. Selain itu, AquaInnova memiliki biaya yang rendah dan mudah dirakit, menjadikannya solusi yang terjangkau. Kelebihan lainnya adalah respon yang cepat dan real-time terhadap perintah yang diberikan, memastikan pakan dapat diberikan sesuai kebutuhan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang meliputi proses perancangan, implementasi, dan pengujian sistem, dapat disimpulkan bahwa AquaInnova berhasil dikembangkan sebagai sistem pemberi pakan ikan lele otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu dikendalikan secara jarak jauh. Keberhasilan ini ditopang oleh penggunaan komponen utama seperti ESP8266 dan servo MG996R, serta pemanfaatan bahan daur ulang yang menjadikan biaya implementasi rendah dan proses perakitan mandiri menjadi mudah. Sistem ini terbukti efektif beroperasi dalam dua mode, yaitu otomatis (terjadwal setiap 12 jam) dan manual, dengan waktu respons yang cepat. Penggunaan Telegram API sebagai antarmuka memberikan kemudahan akses tanpa memerlukan antarmuka grafis khusus. Namun demikian, sistem ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain ketergantungan pada koneksi internet, fitur yang belum komprehensif, dan ketidakmampuan menjaga sinkronisasi waktu akibat ketiadaan modul Real-Time Clock (RTC).Untuk pengembangan di masa mendatang, disarankan agar penelitian difokuskan pada peningkatan fungsionalitas dan keandalan sistem. Hal ini dapat dilakukan dengan penambahan modul sensor

lingkungan seperti sensor suhu, kelembapan, atau kualitas air untuk memperluas cakupan monitoring kondisi budidaya. Integrasi modul tampilan seperti LCD atau OLED display juga dianjurkan agar informasi sistem dapat disajikan secara langsung pada perangkat. Selain itu, penambahan fitur notifikasi otomatis untuk peringatan dini dan penggunaan modul Real-Time Clock (RTC) sangat krusial untuk memastikan penjadwalan pakan tetap sinkron meskipun terjadi gangguan pada pasokan listrik atau koneksi internet.

REFERENSI

Aisyah, A. A. W., Pujiharsono, H., & Afandi, M. A. (2022). Sistem Monitoring dan Kontrol Pakan Budidaya Ikan Lele menggunakan NodeMCU berbasis IoT. Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE), 4(2), 108–116. https://doi.org/10.20895/jtece.v4i2.533

Anwar, Y., Putra, M., Maulindar, J., & Pradana, A. I. (2023). Perancangan Sistem Monitoring Tanaman Strawberry Di Dataran Rendah Menggunakan Aplikasi Berbasis IoT (Vol. 10, Issue 2). http://jurnal.mdp.ac.id

Ciptawati, E., Rachman, I. B., Rusdi, H. O., & Alvionita, M. (2021). Analisis Perbandingan Proses Pengolahan Ikan Lele terhadap Kadar Nutrisinya. Ind. J. Chem. Anal, 04(01), 40–46. https://doi.org/10.20885/ijca.vol4.iss1.art5

Dewantara, B., Sulistiyowati, I., & Jamaaluddin, J. (2023). Automatic Fish Feeder and Telegram Based Aquarium Water Level Monitoring. Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro, 5(1), 98–107. https://doi.org/10.12928/biste.v5i1.7575

Dewantoro, A. (2022). Rancang Bangun Sistem Kontrol Pakan Ikan Lele Menggunakan NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet of Things (IoT) (Vol. 16, Issue 2).

Efendi, R., Fadel, A., & Sabda Lesmana, L. (2024). Prototype Fish Feeder Berbasis Bot Telegram Menggunakan Wemos D1 Mini Di Rangkiang Farm. *Informatics for Educators And Professionals : Journal of Informatics*, *9*(2), 155–161.

ElfaMasùdia, P., Wulan Sakti, M., Mei Raharjo, S., Hariyadi, A., Wahyu Purwandi Jurusan Teknik Elektro, A., & Negeri Malang, P. (2020). Perancangan Aplikasi Telegram Untuk Monitoring Dan Kendali Kolam Ikan Otomatis. *Jurnal Teknik: Ilmu Dan Aplikasi*, *09*(2).

Fitriana, N., Darmawan, A. A., & Rahmawati, M. F. (2024). Internet Of Things Untuk Monitoring Kondisi Air Budidaya Ikan Kelompok 'Tutut Jaya' Kota Malang. *Jurnal AbdiMas Nusa Mandiri*, *6*(2), 76–85. https://doi.org/10.33480/abdimas.v6i2.5809

Herliabriyana, D., Kirono, S., & Handaru. (2019). Sistem Kontrol Pakan Ikan Lele Jarak Jauh Menggunakan Teknologi Internet Of Things (Iot). Jurnal Ilmiah Intech : Information Technology Journal of UMUS, Vol.1, No.02, 62–74.

Ibrahim, A. M., & Setiyadi, D. (2021). Prototype Pengendalian Lampu Dan Ac Jarak Jauh Dengan Jaringan Internet Menggunakan Aplikasi Telegram Berbasis NODEMCU ESP8266. *Infotech: Journal of Technology Information*, *7*(1), 27–34. https://doi.org/10.37365/jti.v7i1.103

Mahbub, M., & Fitriana, L. (2022). Sistem Kendali Pemberian Pakan Ikan Lele Menggunakan Aplikasi Telegram Berbasis Arduino Uno Pada Ud. Lele Berkah. In *Cetak) Buletin UtamaTeknik* (Vol. 17, Issue 3). Online.

Mei Prianto, E., & Pane, R. (2024). Rancang Bangun Alat Iot Memberi Pakan Ikan Lele Secara Otomatis Berbasis Telegram. In Jurnal Ilmiah Kajian Multidisipliner (Vol. 8, Issue 8).

Raiyan Firdaus, M., Zakaria, M., & Artikel, H. (2023). *Pakan Ikan Otomatis Berbasis NodeMCU ESP8266 dengan Setting Waktu Telegram* (Vol. 1, Issue 1). https://jurnal.komputasi.org/index.php/jst

Rivaldi, N., Mangesa, R. T., & Adiba, F. (2023). Pengembangan Teknologi Pakan Ikan Otomatis Berbasis IOT Dengan Menggunakan NodeMCU Esp8266 Dan Android MQTT. *Jurnal MediaTIK : Jurnal Media Pendidikan Teknik Informatika Dan Komputer*, *37*(1).

Setiawan, A., Hendriana, A., Ramdan, R., Siknun, A. Z., Rayhan, R., Latifah, N. S., Azri, A. M., Anshar, M. A., & Aganindra, R. K. (2024). Alat Pemberian Pakan Ikan Otomatis Dan Monitoring Kualitas Air Berbasis Iot. *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, *8*(1), 215. https://doi.org/10.26798/jiko.v8i1.1261