

Perkembangan Teknologi Pakan Ikan Otomatis dalam Perikanan Modern : Tinjauan Literatur

Development of Automated Fish Feed Technology in Modern Fisheries: Literature Review

Diana Eka Putri*, Reisha Oktaviani Putri, Tiara Yusti Dinanti, Diky Zakaria

Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudi No.229, Isola, Kec.Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat

Email*: dianaeka2003@upi.edu

Abstrak - Kemajuan teknologi era Revolusi Industri 4.0 saat ini semakin meningkat, termasuk dalam bidang budidaya ikan. Konsep dari budidaya ikan modern sendiri melibatkan pemberian pakan otomatis berdasarkan waktu yang sudah ditentukan sebelumnya. Hal ini memungkinkan pemilik budidaya ikan memberi pakan secara teratur dan konsisten. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dan merangkum hasil studi alat pakan ikan otomatis berbasis IoT sebelumnya, menjawab pertanyaan penelitian, dan memberikan saran pengembangan yang dapat diimplementasikan pada alat pakan ikan otomatis. Penelitian ini menggunakan metode systematic literature review dengan mengumpulkan data dari Google Scholar, menggunakan kata kunci ("Pakan Ikan Otomatis" dan "IoT"). Dari 402 artikel yang ditemukan, dipilih 20 artikel relevan untuk dianalisis. Hasil artikel ini menyajikan gambaran mengenai perkembangan pakan ikan otomatis. Dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan, para peneliti telah berhasil membuat pakan ikan otomatis menggunakan mikrokontroler dengan akurasi waktu yang sesuai dengan yang sudah ditetapkan sebelumnya. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pemahaman tentang perkembangan teknologi pakan ikan otomatis. Implementasi hasil penelitian diharapkan dapat meningkatkan efisiensi budidaya ikan, memberikan solusi inovatif terhadap kendala yang ada, dan memudahkan peternak ikan dalam mengelola usahanya. Dengan demikian, pengembangan alat pakan ikan otomatis berbasis IoT diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap kemajuan sektor perikanan dalam menghadapi Revolusi Industri 4.0.

Kata kunci : Pakan Ikan Otomatis, *Internet of Things*, Mikrokontroler

Abstract - Technological advances in the era of the Industrial Revolution 4.0 are currently increasing, including in the field of fish farming. The concept of modern fish farming itself involves automatic feeding based on a predetermined time. This allows fish farm owners to feed regularly and consistently. The purpose of this research is to analyze and summarize the results of previous studies of IoT-based automatic fish feed devices, answer research questions, and provide development suggestions that can be implemented in automatic fish feed devices. This research uses a systematic literature review method by collecting data from Google Scholar, using keywords ("Automatic Fish Feed" AND "IoT"). Of the 402 articles found, 20 relevant articles were selected for analysis. The results of this article present an overview of the development of automated fish feed. It can be concluded that overall, researchers have succeeded in making automatic fish feed using microcontrollers with time accuracy that is in accordance with the predetermined. This research contributes to the understanding of the development of automatic fish feed technology. The implementation of the research results is expected to increase the efficiency of fish farming, provide innovative solutions to existing obstacles, and facilitate fish farmers in managing their business. Thus, the development of IoT-based automatic fish feed tools is expected to make a positive contribution to the progress of the fisheries sector in facing the Industrial Revolution 4.0.

Keywords : Automatic Fish Feed, *Internet of Things*, Microcontroller

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di Revolusi Industri 4.0 kini mengalami peningkatan signifikan, sehingga memudahkan manusia dalam menjalankan pekerjaannya, termasuk dalam aspek komunikasi, budidaya, industri, dan bidang lainnya. Salah satu kemajuan dari teknologi yang ada saat ini yaitu kemampuannya untuk mengoperasikan suatu perangkat secara otomatis. Otomatisasi membuat pekerjaan lebih mudah, membuat hasil yang diperoleh lebih efisien, hemat biaya, dan praktis [1]. Otomatisasi membuat pekerjaan manusia lebih cepat dan lebih sederhana, serta dengan pemanfaatan teknologi otomatisasi dapat diterapkan pada seluruh berbagai bidang kegiatan, salah satunya dalam budidaya ikan. Pada era revolusi industri ini, pelaku usaha, terutama di bidang budidaya ikan, dihadapkan pada tantangan yang signifikan. Revolusi ini mendorong mereka untuk terus berinovasi dalam meningkatkan keterampilan serta produk budidaya mereka [2]. Dengan menerapkan teknologi informasi, pembudidaya ikan diharapkan lebih siap untuk bersaing di masa depan, terutama dengan Revolusi Industri 4.0 yang sedang berkembang [2].

Saat ini memelihara ikan tidak hanya dijadikan sebagai hobi semata namun bisa juga untuk kegiatan budidaya yang menghasilkan secara ekonomi [3]. Banyak Masyarakat yang tertarik dengan budidaya ikan dikarenakan banyaknya pilihan media yang bisa digunakan untuk memelihara ikan seperti di kolam, akuarium, dan masih banyak lagi. Namun budidaya ikan perlu perawatan dan pemeliharaan yang dilakukan secara teratur. Perlu penjadwalan serta pemantauan untuk pemberian pakan kepada ikan agar kesehatan dan kualitas ikan tetap terjaga [4]. Jika peternak ikan tidak memiliki pemahaman serta waktu yang cukup untuk pemeliharaan ikan, dapat menyebabkan ikan sakit, bahkan mati. Metode pemberian pakan ikan tradisional sering kali tidak efisien, sehingga menyebabkan tingkat pertumbuhan yang tidak optimal dan pemborosan sumber daya [5]. Dalam peternakan ikan, *Internet of Things* sangat penting untuk memantau dan mengontrol pertumbuhan ikan secara *real time* dan efektif.. Konsep "*Internet of Things*" adalah gagasan yang menghubungkan berbagai perangkat elektronik ke jaringan yang dikenal sebagai internet, yang memungkinkan mereka berinteraksi satu sama lain dan berbagi data secara otomatis. Dalam konteks perikanan, IoT membuka peluang besar untuk mengoptimalkan

manajemen budidaya ikan [6]. Konsep dari perikanan modern yaitu dapat memberikan pakan ikan secara otomatis dengan waktu yang sudah ditentukan [7]. Teknologi dari pakan ikan otomatis berbasis *Internet of Things* ini menggabungkan teknologi sensor, *cloud computing*, dan konektivitas internet untuk memberikan pemantauan pengendalian yang lebih canggih terhadap aspek-aspek kunci dalam budidaya ikan [8]. Ini memungkinkan bagi pemilik budidaya ikan untuk memberikan makanan secara teratur dan konsisten kepada ikan.

Sebelum kita memberikan solusi-solusi inovatif untuk pakan ikan otomatis dalam perikanan modern yang telah dijelaskan di atas, maka kami melihat hasil studi terdahulu yang telah memberi wawasan mengenai tantangan ini. Studi-studi sebelumnya telah menjelaskan mengenai hal-hal apa saja yang diperlukan untuk membuat alat pakan ikan otomatis, dan informasi lainnya yang dapat menjadi landasan yang berharga untuk pengembangan kedepannya. Dari studi-studi sebelumnya alat pakan otomatis ini hanya bisa sekedar memberi pakan di jam yang telah ditentukan sebelumnya, atau alat yang dapat memberi pakan berdasarkan suhu dan pH air [9] [10]. Berdasarkan beberapa saran yang dijelaskan pada studi-studi sebelumnya masih perlu pengembangan pada alat pakan ikan otomatis ini. Pengembangan yang bisa diimplementasikan untuk alat ini yaitu pengembangan pada sistem monitoring alat dengan menambahkan seperti fitur untuk mengecek kualitas air, informasi mengenai pakan ikan, serta dapat menentukan seberapa jauh lemparan pakannya [9]. Diharapkan dengan adanya pengembangan ini dapat mengoptimalkan kinerja pada alat pakan ikan otomatis, dengan adanya fitur untuk mengecek kualitas air, informasi pakan ikan yang meliputi informasi gizi pakan, takaran pemberian pakan), menentukan seberapa jauh lemparan pakannya, sehingga tidak ada lagi ikan mati yang diakibatkan karena kualitas air yang buruk, berat pakan yang diberikan lebih sedikit dari jumlah ikan dan dengan adanya pendeteksi jarak lemparan pakan akan mengurangi angka kematian ikan [7] [11]. Sejauh ini belum ada peneliti yang melakukan *literature review* yang secara komprehensif membahas tentang Perkembangan Teknologi Pakan Ikan Otomatis dalam Perikanan Modern. Mengingat kurangnya *literature review* yang mendalam mengenai topik ini, kami telah Menyusun *literature review* yang mendalam

tentang topik ini.

Kami menampilkan *literature review* yang sistematis dalam membahas perkembangan teknologi pakan ikan otomatis dalam perikanan modern dengan berfokus pada alat yang berbasis IoT. Berikut merupakan *research question* yang kami diskusikan mengenai topik ini, pertama mengenai jenis mikrokontroler apa yang digunakan. Kedua, mengenai fitur apa saja yang ada pada pakan ikan otomatis. Ketiga, mengenai bagaimana akurasi waktu pada pemberian pakan ikan otomatis. Terakhir, mengenai kekurangan atau kendala apa saja pada alat pakan ikan otomatis.

Pada *literature review* ini, kami akan mengkaji dan memahami lebih dalam lagi mengenai alat perkembangan pakan ikan otomatis dalam perikanan modern. Tujuan dari dibuatnya *literature review* ini ialah untuk menganalisis serta merangkum hasil studi alat Pakan ikan otomatis berbasis IoT sebelumnya, sehingga kami dapat mengidentifikasi, menjawab pertanyaan - pertanyaan (RQ) yang sudah kami buat serta dapat membuat inovasi baru atas saran yang telah diberikan oleh penulis pada jurnal yang kami kaji. Selain itu, kami akan menjabarkan mengenai pengembangan yang akan diimplementasikan untuk alat pakan ikan otomatis.

Dengan melakukan tinjauan menyeluruh terhadap literatur terdahulu, artikel ini diharapkan akan memberikan wawasan untuk pengembangan pakan ikan otomatis di masa yang akan mendatang. Diharapkan bahwa pengembangan alat pakan ini akan membuat budidaya ikan menjadi lebih mudah.

II. METODOLOGI

Metode yang kami digunakan pada penelitian ini menggunakan metode *systematic literature review*. Pada tahap awal, data dikumpulkan dengan metode studi pustaka. Setelah itu, data diseleksi, dianalisis, dan disimpulkan untuk mencapai kesimpulan [12] [13].

A. Seleksi Artikel

Dengan menggunakan *database* Google Scholar, artikel-artikel yang relevan dengan topik yang kami ambil dikumpulkan kemudian dipilih yang paling sesuai. Google Scholar dipilih karena dapat diakses dengan mudah. Google Scholar pun dipilih sebagai media publikasi karena artikel-artikel yang ada di Google Scholar dihasilkan oleh para akademisi, baik dosen, mahasiswa, dan lain-lain. Kata kunci yang digunakan yaitu (“Pakan

Ikan Otomatis” DAN “IoT”). Penelitian ini dilakukan pada Minggu, 23 September 2023 dengan keterangan sebagai berikut **Tabel I**.

Table I. Proses seleksi artikel pada database google scholar

No	Proses	Jumlah Artikel
1	Memasukan keyword “Pakan Ikan Otomatis” DA “IoT” di Google Scholar berdasarkan judul, abstrak, dan kata kunci	402 artikel
2	Artikel dengan kriteria 5 tahun terakhir (2019 – 2023)	368 artikel
3	Mengecualikan artikel dengan akses tertutup	333 artikel
4	Mengecualikan skripsi/tugas Akhir	298 artikel
5	Mengecualikan Buku	293 artikel
6	Mengecualikan yang tidak relevan dengan judul literatur	20 artikel
Jumlah akhir yang digunakan		20 artikel

Berdasarkan **Tabel I** dapat disimpulkan bahwa, berdasarkan kata kunci yang digunakan terdapat 368 artikel dan setelah melewati proses seleksi dan pengkajian, kami mendapatkan 20 artikel dari total 368 artikel.

B. Proses Tinjauan Artikel

Setelah proses pemilahan artikel selesai, tahap selanjutnya penulis mengunduh sebanyak 20 artikel untuk diulas dan menjawab 4 RQ yang telah ditentukan, memberikan diskusi, serta memberikan kesimpulan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Ringkasan Ulasan Artikel

Adapun hasil ringkasan ulasan artikel dapat dilihat pada **Tabel II**, dimana terdapat hasil ringkasan 20 artikel yang diulas dan diidentifikasi guna menjawab pertanyaan berdasarkan RQ1, RQ2, RQ3 dan RQ4.

B. Menjawab RQ

Berdasarkan hasil dari review artikel, RQ1 tentang “Jenis mikrokontroler apa yang digunakan?” telah terjawab. Mayoritas artikel menyatakan bahwa jenis mikrokontroler yang digunakan itu antara lain Arduino Uno atau Nano, NodeMCU ESP8266, dan Wemos D1R1 atau Wemos D1 mini. Arduino Uno atau Nano biasa digunakan untuk membuat program serta dapat mengendalikan berbagai macam rangkaian elektronika, dan memudahkan dalam membuat *prototyping project* [1].

Tabel II. Hasil Ringkasan Ulasan Artikel

No	Referensi	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4
1	R.Riantama, T.Fatimah [14]	NodeMCU dan ESP32 yang memiliki modul kamera dan fitur nirkabel untuk berkomunikasi seperti <i>WiFi</i> dan <i>Bluetooth</i> .	Alat pakan ikan otomatis memiliki fitur untuk mengecek kekeruhan air dengan menggunakan sensor <i>turbidity</i> . Selain itu, alat ini sudah terintegrasi dengan <i>web</i> yang dirancang untuk memantau alat tersebut. <i>Web</i> tersebut menampilkan tingkat kekeruhan, suhu air, gambar kondisi akuarium, dan memberikan laporan setiap detiknya.	Tingkat akurasi tinggi sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan sebelumnya, menggunakan modul RTC.	-
2	F.Haq, Nurfiana [9]	Arduino UNO Atmega 328	-	Alat pakan ikan otomatis ini memberikan pakan pada jadwal yang telah diatur, yaitu pukul 09.00 dan 17.00, yang menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi. Menggunakan modul RTC.	Salah satu kendala yang dihadapi adalah bahwa karena sistem menggunakan LED sebagai indikator, tidak dapat menunjukkan fungsi sistem secara optimal. Salah satu kekurangan alat ini adalah takaran pakan yang dikeluarkan. Hasil penelitian tiga minggu pemberian pakan menunjukkan bahwa pakan yang diperlukan adalah 22,5 gram, tetapi dikeluarkan rata-rata 22,8 gram. Pada minggu kedua, pakan yang diperlukan adalah 67,5 gram, tetapi dikeluarkan rata-rata 67,9 gram.

No	Referensi	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4
3	Y.Susanthi [15]	ESP8266 NodeMCU	Alat pakan ikan otomatis ini terintegrasi dengan aplikasi Blynk pada smartphone, yang memungkinkan pengguna menggunakan smartphone mereka untuk mengatur jadwal pemberian pakan dan menampilkan sisa tabung dan posisi tabung.	Tingkat akurasi dari alat pakan ikan otomatis ini akurat karena setelah dilakukan beberapa kali percobaan dengan 4 skenario berbeda, alat ini dapat bekerja sesuai dengan yang sudah ditentukan sebelumnya	-
4	A.Amarudin, D.Saputra, N.Utami et al. [1]	Arduino Uno R3	Alat pakan ikan otomatis ini memiliki fitur untuk mengukur jarak yang tepat untuk pakan ikan.	Tingkat akurasi waktu pemberian pakan otomatis ini cukup akurat, namun ada selisih perbedaan waktu yaitu 1 menit lebih lambat dibanding dengan jam digital (<i>handphone</i>), dikarenakan saat menginstal membutuhkan waktu untuk proses sampai pada mikrokontroler dan menyelesaikan prosesnya.	Kendala pada alat ini yaitu alat ini belum ada pengontrolan jarak jauh via sms, IoT, dll yang dapat lebih mudah pengontrolannya. Kekurangan dari alat ini yaitu pada sensor jarak ultrasonik, sebagai pembaca jarak pada penampungan pakan ikan memiliki tingkat <i>error</i> yang cukup renda, namun alat masih dapat berfungsi dengan baik.
5	I.Ardiansyah, Marwondo, Sarjono [16]	Arduino Uno R3, Arduino ini dipilih karena kompatibilitasnya yang luas dengan berbagai sensor serta fleksibel untuk menulis kode program	Pada alat pakan ikan otomatis ini, terdapat fitur untuk mendeteksi tingkat panas atau dinginnya air. Alat pakan ikan otomatis ini terhubung dengan modul <i>Wi-Fi</i> ESP8266 yang terhubung dengan salah satu <i>platform</i> yaitu <i>thinkspcak</i> . <i>Thinkspcak</i> ini digunakan untuk memantau keadaan kolam, serta menampilkan informasi suhu, dan kadar pH.	Tingkat akurasi waktu pemberian pakan otomatis ini cukup akurat, namu ada perbedaan 11 detik dengan waktu yang aslinya. Hal ini masih dapat ditoleransi karena tidak terlalu dengan waktu aslinya.	Kendala yang dialami yaitu pengaturan jadwal yang masih diatur dalam <i>source code</i> . Kekurangan dari alat ini yaitu terdapat beberapa kali perbaikan pada <i>prototype</i> , serta beberapa kali perbaikan kode program.

No	Referensi	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4
6	B.Sawabudin, T.Andriyanto, A.Ristyawan [2]	NodeMCU ESP 8266.	Alat pakan ikan otomatis ini terintegrasi dengan aplikasi Blynk pada <i>smartphone</i> , yang memungkinkan pengguna untuk mengatur jadwal pemberian pakan dan menampilkan kapasitas pakan.	Alat pemberian pakan ikan otomatis ini bekerja tepat waktu sesuai dengan jadwal yang diatur, yaitu pukul 07,30, pukul 13.15, dan pukul 18.00, sehingga waktu pemberian pakan ikan secara manual memerlukan waktu tunggu 1 detik. Oleh karena itu, waktu pemberian pakan otomatis ini bisa dikatakan akurat.	Salah satu kendala dengan alat ini adalah bahwa tidak dapat melontarkan pakan ikan dengan jarak yang jauh. Kekurangan lain dari alat ini adalah bahwa hasil takaran pakan tidak sama pada pagi, siang, dan malam.
7	I.Yadnya, I.Putra, I.Purnama [17]	NodeMCU ESP8266. NodeMCU ESP8266 dipilih karena bersifat <i>open-source</i> , memiliki <i>library</i> yang cukup lengkap, membuat programnya lebih mudah, dan terhubung langsung ke internet.	Pada alat pakan ikan otomatis ini, terdapat panel surya sebagai sumber daya listrik untuk menghidupkan sistem, serta terintegrasi dengan aplikasi Blynk pada <i>smartphone</i> sehingga pengguna dapat melakukan pengaturan jadwal pemberian pakan melalui <i>smartphone</i> , dapat menampilkan pendeteksi suhu, serta sistem pendeteksi belerang (pengujian pH air).	Alat pemberian pakan ikan otomatis ini beroperasi tepat waktu sesuai dengan jadwal yang diatur, yaitu pada pukul 08.00 WITA dan pukul 17.00 WITA, sehingga waktu pemberian sangat akurat.	Kekurangannya adalah tidak adanya fitur kamera yang dapat digunakan untuk memantau kondisi keramba. Serta sistem yang mencegah pemborosan pakan dengan mengidentifikasi apakah ikan lapar.

No	Referensi	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4
8	S.S, D.Megah Sari, C.Nur Insani et al. [18]	NodeMCU yang sudah dipasang modul <i>WiFi</i> ESP2866.	Pada alat pakan ikan otomatis ini, terintegrasi dengan aplikasi Telegram. Aplikasi ini dapat memberikan informasi berupa jadwal pemberian pakan, sisa pakan, serta dapat memberikan perintah pakan pada menu beri pakan.	Alat pemberian pakan ikan otomatis ini berfungsi sesuai jadwal, yaitu pada pukul 09.00, pukul 15.00, dan pukul 18.00. Akibatnya, waktu pemberian pakan ikan otomatis ini sangat akurat.	kendala dari sistem ini ada pada pengiriman notifikasi telegram yang dipengaruhi oleh kecepatan internet. Kekurangan pada alat ini yaitu tampilan pada aplikasi Telegram masih terlihat sederhana. Serta sistemnya masih sulit diakses oleh pengguna biasa
9	R.Fernanda, T.Wellem [11]	Arduino Nano, Node MCU ESP8266	Pada alat pakan ikan otomatis ini, terintegrasi dengan aplikasi Android menggunakan <i>platform</i> Kodular. Aplikasi ini dapat mengatur jadwal pemberian pakan, menampilkan jadwal pemberian pakan	Tingkat akurasi waktu pemberian pakan ikan otomatis ini akurat. Pengujian alat ini dilakukan selama tujuh hari dan di dua jam yang berbeda, yaitu di pagi hari pukul 07.00, dan sore pukul 15.30. Alat berfungsi tepat waktu sesuai dengan jadwal yang sudah ditetapkan.	Kekurangan pada alat ini yaitu tidak memunculkan notifikasi apabila pakan pada wadah akan segera habis.
10	F.Ibrahim, F.Syifa, H.Fujiharsono [10]	Arduino Nano - Atmega328, Node MCU ESP8266.	-	Waktu pemberian pakan ikan otomatis ini cukup akurat. Alat ini diuji selama tujuh hari dan dilakukan pada tiga jam yang berbeda setiap hari, yaitu pukul 10.00, pukul 13.00, dan pukul 16.00. Pada pengujian keenam pada pukul 13.00, takaran pakan keluar adalah 6 gram, seharusnya 0 gram. Ini adalah kesalahan satu kali dalam seminggu.	Salah satu kendala dengan alat ini adalah suhu yang tidak stabil. Sensor pH, yang memiliki error 5,29%, kurang akurat.

No	Referensi	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4
11	H.Nugroho, Ferdiansyah [19]	Node MCU ESP8266.	Alat pakan otomatis ini memiliki fitur yang dapat memantau suhu air dan pH air, dan juga dapat membuat pakan ikan otomatis berbasis suhu dan jam.	Tingkat akurasi pada <i>prototype</i> ini tidak dilihat dari waktu, namun dilihat dari fungsional aplikasinya, dan aplikasinya berjalan 100%	Kendala pada pakan ikan otomatis ini yaitu terletak pada kecepatan aplikasi sesuai dengan RAM perangkat android yang digunakan. Kekurangan dari pakan ikan otomatis ini adalah bahwa aplikasi ini hanya dirancang untuk versi <i>mobile</i> , tidak mendukung sistem operasi Android di bawah <i>Jelly Bean</i> , dan antarmuka yang sederhana.
12	S.Anindita, C.Mahendra, H.Hadiyanto [7]	WemosDIR1	Memberikan Pakan otomatis berdasarkan waktu atau jadwal, memonitoring pemberian pakan ikan, memberi pemberitahuan Ketika pakan habis	Tingkat akurasi waktu pemberian pakan ikan otomatis ini terdapat perbandingan, karena ada yang dilakukan secara otomatis dan manual. Namun untuk pemberian pakan secara otomatis atau terjadwal dapat mempengaruhi efisiensi pemberian pakan ikan. Sehingga dapat dikatakan bahwa pemberian pakan otomatis lebih akurat dibandingkan yang manual.	Kekurangannya terdapat pada waktu pemberian makan, dan takaran makanan.

No	Referensi	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4
13	A.Muhammad, A.Hayuan, M.Putra et al. [20]	WemosD1R1	Memberikan Pakan otomatis berdasarkan waktu atau jadwal, memonitoring pemberian pakan ikan, memberi pemberitahuan Ketika pakan habis	Tingkat akurasi waktu pemberian pakan ikan otomatis ini terdapat perbandingan, karena ada yang dilakukan secara otomatis dan manual. Namun untuk pemberian pakan secara otomatis atau terjadwal dapat mempengaruhi efisiensi pemberian pakan ikan. Sehingga dapat dikatakan bahwa pemberian pakan otomatis lebih akurat dibandingkan yang manual.	Kekurangannya terdapat pada waktu pemberian makan, dan takaran makanan.
14	A.Suryadi, E.Mindit, J.Dede [21]	WemosD1 Mini	Memberikan Pakan otomatis berdasarkan waktu atau jadwal dan manual melalui android, dan memonitoring pakan di tempat penampungan	Alat pemberian pakan ikan otomatis ini dapat bekerja tepat waktu sesuai dengan jadwal yang diatur, yaitu pukul 08:00, 10:00, 12:00, 14:00, dan 16:00 sehingga waktu pemberian akurat.	Kendala pada alat ini yaitu terdapat pada rentang jarak. Kekurangan pada alat ini yaitu alat akan bekerja apabila terhubung dengan sinyal internet.
15	R.Prabowo, K.Kusnadi, R.Subagio [4]	Mikrokontroler yang digunakan adalah WemosD1 Mini	Memberikan Pakan otomatis berdasarkan waktu dan memonitoring ketersediaan pakan serta memberikan pemberitahuan Ketika pakan sudah habis dengan buzzer dan ke smartphone	Menurut hasil pengujian, penjadwalan waktu pemberian makan ikan sistem ini akurat. Kelambatan pemberian pakan selama beberapa detik masih dapat diterima, dan tidak melebihi durasi satu menit.	Kekurangan pada alat ini yaitu bisa ditambahkan sensor suhu dan pH, serta kurangnya pengembangan pada aplikasi mobile untuk memudahkan monitoring.

No	Referensi	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4
16	K. Yahya Nashrullah, M. Setyawan, A. Fajaryanto [8]	Raspberry Pi	Dapat memberi pakan ikan secara terjadwal otomatis, memonitoring keadaan kolam dengan webcam, dan mengecek ketersediaan pakan dalam penampungan	-	Kelemahan dari perangkat ini adalah kebutuhan akan perangkat tambahan, seperti modem wavecom untuk menerima SMS dan RS232 untuk menghubungkan modem wavecom ke perangkat Arduino. Penggunaan kontrol SMS juga diperlukan, dan jika digunakan secara berkelanjutan, penggunaan SMS bisa menjadi kurang efisien karena biayanya yang cukup tinggi
17	M. Fonna, H. Husaini, I. Indrawati [5]	Raspberry Pi 3	Memberikan pakan otomatis sesuai jadwal, mengirimkan foto setelah pemberian pakan, memberikan pemberitahuan ketika pakan hampir habis	Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat pemberi pakan ikan otomatis berbasis Raspberry Pi memiliki <i>error</i> rata-rata 2.4 detik. Artinya, terdapat selisih waktu sebesar 2.4 detik antara waktu yang telah ditentukan dengan waktu sebenarnya ketika alat memberikan pakan ikan.	kekurangan seperti keterbatasan daya dan kapasitas, keterbatasan dalam pengolahan data, keterbatasan dalam koneksi jaringan, dan kesulitan dalam pengembangan

No	Referensi	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4
18	S.Samsugi, R.Gunawan, A.Thyo et al. [22]	Arduino Atmega328	Uno Dapat mengatur waktu dan memberi makan ikan secara otomatis.	Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini memiliki perbedaan waktu sebesar dua detik antara waktu yang ditetapkan dan waktu sebenarnya ketika alat memberikan pakan ikan.	Kekurangan alat ini pada penelitian yang telah dilakukan penulis adalah tidak adanya tombol pengatur (button) yang dapat digunakan untuk mengatasi potensi kerusakan pada motor servo, sehingga pengguna dapat mengontrolnya secara manual jika diperlukan.
19	N.Fath, R.Ardiansyah [23]	NodeMCU ESP8266	Alat pakan ikan otomatis ini memiliki fitur untuk memonitoring sisa pakan.	Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini memiliki keterlambatan rata-rata sekitar 3,09 ms dari tiga puluh hasil pengujian. Namun, dengan keterlambatan di bawah 150 ms, alat pemberi pakan ikan otomatis ini masih masuk ke dalam kategori sangat bagus menurut standar TIPHON.	Salah satu kekurangan alat pakan ikan otomatis adalah bahwa itu diuji dengan jumlah pakan 100 gram dan 200 gram, dengan 30 kali pengujian. Namun, hasil pengujian untuk jumlah pakan 100 gram menunjukkan error rata-rata 3,1%, dan untuk jumlah pakan 200 gram menunjukkan error rata-rata 3,2 %.
20	E.Nurhadi, V.Arinal, A.Patricia, et al. [6]	Arduino Uno	Alat pakan ikan otomatis ini terhubung ke aplikasi Telegram yang disebut telegrambot dan memiliki fitur untuk memberikan pakan secara bersamaan.	Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pemberi pakan ikan otomatis yang menggunakan Internet of Things dan terhubung dengan bot Telegram dapat beroperasi sesuai jadwal.	Kekurangan pada alat ini yaitu karena menggunakan modul ESP8266 maka harus selalu terhubung dengan jaringan internet/Wi-Fi, jika tidak terhubung maka alat pakan otomatis ini tidak dapat digunakan.

Selain itu juga Arduino dipilih karena kompatibilitasnya yang luas dengan berbagai macam sensor serta fleksibilitas untuk menulis program sendiri [16]. Selain Arduino, mikrokontroler yang mayoritas digunakan untuk alat pakan ikan otomatis yaitu NodeMCU ESP8266, mikrokontroler ini digunakan karena bersifat *open sources*, memiliki *library* yang cukup lengkap, pemrogramannya lebih mudah serta dapat terhubung langsung dengan internet [17]. Selain itu juga ada Wemos D1R1 atau Wemos D1 mini yang umum digunakan, mikrokontroler ini dapat berfungsi sama halnya dengan Arduino khususnya untuk *project* yang mengusung konsep IoT, namun bedanya wemos dapat running stand-alone atau sudah di fasilitasi Wi-Fi dengan ukuran yang kecil [24].

RQ2 tentang “Fitur apa saja yang ada pada pakan ikan otomatis?” telah terjawab, bahwa pada alat pakan ikan otomatis mayoritas dilengkapi dengan fitur untuk memonitoring jadwal pemberian pakan dan sisa pakan melalui aplikasi seperti blynk pada smartphone atau menggunakan telegram [2], [7], [15], [17], [18], [20].

RQ3 tentang “Bagaimana akurasi waktu pada pemberian pakan ikan otomatis?” telah terjawab bahwa, tingkat akurasi pada pemberian pakan ikan otomatis ini mayoritas akurat karena dapat bekerja berdasarkan waktu yang telah ditentukan sebelumnya. Keakuratan dari sebuah alat pakan ikan otomatis ini dibantu dengan modul RTC. Modul RTC (*Real Time Clock*) merupakan sebuah modul yang berfungsi sebagai penghitung waktu yang dirancang dengan menggunakan komponen elektronik berupa chip yang mampu melakukan proses kerja umumnya seperti jam, seperti melakukan perhitungan detik, menit, maupun jam. Perhitungan tersebut dihitung secara akurat dan tersimpan secara real time [18]. Walaupun sudah menggunakan modul RTC yang dinilai akurat untuk perhitungan waktu, namun tidak menutup kemungkinan bahwa ada beberapa dari hasil pengujian yang mengalami *delay*, akan tetapi *delay* yang terjadi pun masih berada dibatas normal [4], [22], [23].

RQ4 tentang “Kekurangan atau kendala apa saja pada alat pakan ikan otomatis?” telah terjawab bahwa, dari penelitian sebelumnya tidak ada kekurangan atau kendala yang hingga membuat alat tidak bisa digunakan

sama sekali. Misalnya, kendala pada alat pakan ikan otomatis ini seperti ketidakakuratan dalam takaran pakan, pengendalian jarak jauh yang belum tersedia, ketidakakuratan dalam takaran pakan, dan keulitan dalam pengaturan jadwal [1], [7], [9], [10], [16], [23]. Selain itu kekurangan lainnya terdapat pada aplikasi seperti tampilan yang masih sederhana, tidak memunculkan notifikasi apabila pakan pada wadah akan segera habis, dan masih kurangnya pengembangan fitur yang ada pada aplikasi [4], [11], [18], [19].

IV. KESIMPULAN

Artikel ini mengkaji berdasarkan artikel yang berada di *database* Google Scholar tentang Pakan Ikan Otomatis. Kata kunci pencarian yang digunakan (“Pakan Ikan Otomatis” DAN “IoT”). Pencarian dilakukan pada tanggal 23 September 2023 dan diperoleh 20 artikel. Setelah proses review dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan teknologi otomatisasi dan *Internet of Things* (IoT) dalam budidaya ikan di zaman sekarang memiliki potensi yang besar dalam meningkatkan efisiensi khususnya dalam efisiensi waktu. Pakan ikan otomatis menggunakan salah satu mikrokontroler seperti Arduino Uno atau Arduino Nano, NodeMCU ESP8266, dan Wemos D1R1 atau Wemos D1 mini. Umumnya fitur yang ada pada sistem pakan ikan otomatis adalah fitur untuk memonitoring jadwal pemberian pakan dan sisa pakan melalui aplikasi seperti blynk pada smartphone atau menggunakan telegram. Secara keseluruhan, para peneliti telah membuat pakan ikan otomatis dengan akurasi waktu yang sesuai dengan yang sudah ditetapkan sebelumnya. Walaupun alat pakan ikan otomatis yang sudah dibuat oleh para peneliti bisa dikatakan berhasil, namun pada alat pakan ikan otomatis ini masih memiliki kekurangan, seperti akurasi waktu pada pemberian pakan, pengaturan jarak yang belum optimal, dan pemberian pakan berdasarkan suhu atau pH air. Pengembangan dari alat-alat ini perlu dilakukan agar dapat mengatasi kekurangan tersebut serta dapat menghasilkan sistem budidaya ikan otomatis yang lebih baik di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Amarudin, D. A. Saputra, N. Utami, and R. Setiawan, “Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Menggunakan Mikrokontroler,” *J. Ilm. Mhs. Kendali dan List.*, vol. 1, no. 1, hlm. 15–19, 2020, doi: 10.33365/jimel.v1i1.231.
- [2] B. Sawabudin, T. Andriyanto, and A. Ristyawan, “Monitoring Of Scheduled Koi Feeding Through MCU

- Node And Blynk Application Based Smart Phone,” *Semnas Inotek*, vol. 5, no. 2, hlm. 135–140, 2021.
- [3] F. Burhani, Z. Zaenurrohman, and P. Purwiyanto, “Rancang Bangun Monitoring Akuarium Dan Pakan Ikan Otomatis Berbasis Internet Of Things (IOT),” *JEECOM J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 4, no. 2, hlm. 62–68, 2022, doi: 10.33650/jeeecom.v4i2.4309.
- [4] R. R. Prabowo, K. Kusnadi, and R. T. Subagio, “Sistem Monitoring dan Pemberian Pakan Otomatis Pada Budidaya Ikan Menggunakan WEMOS Dengan Konsep Internet of Things (IoT),” *J. Digit.*, vol. 10, no. 2, hlm. 185–195, 2020, doi: 10.51920/jd.v10i2.169.
- [5] M. Z. Fonna, H. Husaini, and I. Indrawati, “Penerapan Iot (Internet Of Things) Untuk Pemberian Pakan Ikan Pada Aquarium,” *J. Teknol. Rekayasa Inf. dan Komput.*, vol. 3, no. 2, hlm. 20–26, 2020.
- [6] E. Nurhadi, V. Arinal, A. Patricia, S. Shila Wati, and S. Bila, “Implementasi Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatisasi Menggunakan Iot Implementation of an Automated Fish Feeding Tool Using Iot,” *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 6, no. 1, hlm. 171–176, 2023.
- [7] S. Anindita, C. Mahendra, and H. Hadiyanto, “Sistem Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Internet of Things Dengan Wemos D1R1,” *J. Muara Sains, Teknol. Kedokteran, dan Ilmu Kesehat.*, vol. 06, no. 01, hlm. 91–100, 2022.
- [8] K. Yahya Nashrullah, M. B. Setyawan, and A. C. Fajaryanto, “Rancang Bangun IoT Smart Fish Farm Dengan Kendali Raspberry Pi dan Webcam,” *J. Mhs. Univ. Muhammadiyah Ponorogo*, hlm. 81–91, 2019.
- [9] F. N. Haq and Nurfiana, “Rancang Bangun Sistem Otomatis Pemberian Pakan Pada Budidaya Ikan Dalam Ember (Budikdamber) Berbasis Arduino Uno Atemega 328,” *J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 6, no. 2, hlm. 158–165, 2023.
- [10] F. R. Ibrahim, F. T. Syifa, and H. Pujiharsono, “Penerapan Sensor Suhu DS18B20 dan Sensor pH sebagai Otomatisasi Pakan Ikan Berbasis IoT Implementation of DS18B20 Temperature Sensor and pH Sensor as an Automation Fish Feeding Based on IoT,” *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 05, no. 02, hlm. 63–72, 2023.
- [11] R. Fernanda and T. Wellem, “Perancangan dan Implementasi Sistem Pemberi Pakan Ikan Otomatis berbasis IoT,” *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 9, no. 2, hlm. 1261–1274, 2022, doi: 10.35957/jatisi.v9i2.2030.
- [12] M. Daheri *et al.*, “Dampak Permainan Kekerasan Online Terhadap Karakter Anak: Sistematis Literatur Review,” *J. Educ.*, vol. 05, no. 04, hlm. 11791–11803, 2023.
- [13] D. Zakaria *et al.*, “Egg Incubator Control System: A Review,” *J. Electr. Electron. Information, Commun. Technol.*, vol. 5, no. 1, hlm. 33, 2023, doi: 10.20961/jeeict.5.1.72718.
- [14] R. A. Riantama and T. Fatimah, “Sistem Monitoring Dan Pemberian Pakan Ikan Otomatis Menggunakan Esp32Cam Berbasis Web Automatic Fish Monitoring and Feeding System Using Web-Based Esp32Cam,” *Semin. Nas. Mhs. Fak. Teknol. Inf.*, no. September, hlm. 724–733, 2022.
- [15] Y. Susanthi, “Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis menggunakan Sistem Rotasi Wadah Berbasis Internet of Things Design and Realization of Automatic Fish Feeder Using Container Rotation System Based on Internet of Things,” *Telka J. Telekomun. Elektron. Komputasi, dan Kontrol*, vol. 8, no. 1, hlm. 36–48, 2022.
- [16] I. Ardiansyah, Marwondo, and Sarjono, “Rancang Bangun Perangkat IoT untuk Pengendalian Pakan Pada Budidaya Ikan Hias Cupang (Betta Fish),” *J. Account. Inf. Syst.*, vol. 6, no. 2, hlm. 149–161, 2023.
- [17] I. G. D. A. Yadhya, I. G. J. E. P. Putra, and I. N. Purnama, “Perancangan Alat Otomatisasi Pemberian Pakan Ikan Lele Berbasis Internet Of Things,” *J. Limits*, vol. 19, no. 01, hlm. 411–424, 2023, doi: 10.59134/jlmt.v19i02.194.
- [18] S. S. D. Megah Sari, C. Nur Insani, and S. Aulia Rachmini, “Sistem Kontrol Dan Monitoring Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Iot,” *Jumistik*, vol. 1, no. 1, hlm. 74–82, 2022, [Online]. Available: www.ojs.amiklps.ac.id
- [19] H. Nugroho and Ferdiansyah, “Prototipe Penerapan IoT Pada Pemberian Pakan Ikan Otomatis Menggunakan Media ESP8266 Berbasis Android Mobile,” *SKANIKA*, vol. 3, no. 4, hlm. 21–28, 2020.
- [20] A. Muhammad, A. Hayuan, M. Putra, S. Daya, and H. Saputra, “Pengumpan Ikan Otomatis untuk Budidaya Ikan di Akuarium berbasis Internet of Things (IoT),” *J. Komput. dan Elektro Sains*, vol. 1, no. 2, hlm. 40–43, 2023.
- [21] A. Suryadi, E. Mindit, and J. Dede, “Rancang Bangun Mesin Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Internet of Think dan Sel Surya,” *Electr. J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 15, no. 3, hlm. 205–208, 2021, doi: 10.23960/elc.v15n3.2213.
- [22] S. Samsugi, R. D. Gunawan, A. Thyo, and A. T. Prastowo, “Penerapan Penjadwalan Pakan Ikan Hias Molly Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Dan Sensor Rtc Ds3231,” *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 3, no. 2, hlm. 44–51, 2023, doi: 10.33365/jtst.v4i1.2209.
- [23] N. Fath and R. Ardiansyah, “Sistem Monitoring Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Menggunakan NodeMCU Berbasis Internet of Things,” *Techno.COM*, vol. 19, no. 4, hlm. 449–458, 2020, doi: 10.33633/tc.v19i4.4051.
- [24] S. A. Putra, “Monitoring Pemberi Pakan Ikan Otomatis,” *J. Apl. Dan Inov. Ipteks SOLIDITA*, vol. 5068, no. 2018, hlm. 33–41, 2019, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/66503-ID-online-monitoring-kualitas-air-pada-budi.pdf>