

SISTEM PEMBERI PAKAN IKAN OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS DENGAN WEMOS D1R1

Selina Anindita¹, Christy Mahendra^{2*}, Hadiyanto³

¹Jurusan Teknik Informatika, STIKOM Yos Sudarso

Email: aninditaselina30@gmail.com

^{2*} Program Studi Teknik Informatika, STIKOM Yos Sudarso

Corresponding Author Email: chrisma@stikomvos.ac.id

³Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi

Email: hadiyanto@unja.ac.id

Masuk: 22-11-2021, revisi: 06-04-2022, diterima untuk diterbitkan: 26-04-2022

ABSTRAK

Pemberian pakan ikan gurame secara manual mengakibatkan terganggunya pertumbuhan ikan sehingga hasil panen ikan tidak maksimal. Jika pakan diberikan terlalu banyak maka sisa pakan ikan akan menjadi sumber bakteri. Oleh karena itu perlu dirancang sistem monitoring alat pemberi pakan ikan gurame berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat bekerja secara otomatis berdasarkan waktu dan jumlah pakan ikan yang telah ditentukan. Pada penelitian ini, metode penelitian yang digunakan adalah metode Waterfall. Sistem monitoring alat pemberi pakan ikan gurame secara otomatis berbasis IoT menggunakan mikrokontroler Wemos D1 R1, RTC, LCD, motor servo, sensor ultrasonik, buzzer dan Blynk. Hasil penelitian ini berupa alat untuk memonitoring pemberian pakan otomatis pada waktu yang telah ditentukan. Pemberian pakan ikan dilakukan 2 kali sehari yaitu pukul 6:00 dan 18:00 dengan berat pakan 2% dari total biomassa ikan. Akurasi sensor ultrasonik dalam membaca jarak pakan ikan sebesar 95,63%, akurasi dalam pemberian pakan ikan sebesar 90,47%, akurasi buzzer untuk peringatan jika pakan ikan hampir habis sebesar 100%. Jumlah pakan ikan yang dikonsumsi selama 3 minggu secara otomatis adalah 152 gram dan 107 gram secara manual. Selisih perubahan ikan untuk pakan manual sebesar 10 gram dan secara otomatis sebesar 15 gram.

Kata Kunci: Wemos D1R1, IoT, Blynk

ABSTRACT

Feeding carp manually results in disruption of fish growth so that fish yields are not optimal. If the feed is given too much then the rest of the fish feed will become a source of bacteria. Therefore, it is necessary to design an Internet of Things (IoT)-based carp feeder monitoring sistem that can work automatically based on the time and amount of fish feed that has been determined. In this study, the research method used is the waterfall method. The IoT-based automatic carp feeder monitoring sistem uses a Wemos D1 R1 microcontroller, RTC, LCD, servo motor, ultrasonic sensor, buzzer and Blynk. The results of this study are tools for monitoring automatic feeding at a predetermined time. Fish feed was given twice a day at 6:00 and 18:00 with feed weight 2% of the total fish biomass. Ultrasonic sensor accuracy in reading fish feed distance is 95.63%, accuracy in feeding fish is 90.47%, buzzer accuracy for warning if fish feed is running low is 100%. The amount of fish feed consumed for 3 weeks automatically was 152 grams and 107 grams manually. The difference in fish changes for manual feed is 10 grams and automatically is 15 grams.

Keywords: Wemos D1R1, IoT, Blynk

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang ditandai dengan adanya *Internet of Things* (IoT) menjadikan segala sesuatu menjadi cepat dan tepat. Keterhubungan antar piranti dengan piranti yang lain dengan internet mengubah cara kerja yang cepat dan efektif (Choi et al., 2021). IoT membantu

pengguna untuk memantau dan mengontrol data secara *real time*. Internet menjadi pendukung utama dalam menjalankan sistem operasi IoT (Ahmed, 2021).

Dalam bidang peternakan ikan, IoT mempunyai peranan penting dalam memantau dan mengontrol perkembangan ikan secara real time dan efektif. Konsep peternakan ikan pintar adalah pengelolaan pemberian makan ikan secara otomatis dengan waktu yang sudah ditentukan.

Pemberian makan ikan menjadi hal penting dalam pertumbuhan ikan. Jumlah berat makan yang diberikan dan jadwal pemberian makan yang teratur mempengaruhi pertumbuhan ikan (Li et al., 2020). Konsep pemberian makan dengan IoT membantu peternak ikan dalam memantau persediaan makan secara otomatis.

Konsep pemberi makan ikan berbasis IoT terdiri beberapa piranti yang dirangkai menjadi sebuah sistem otomatis. Teknologi yang menggunakan Microcontrol Wemos D1 R1, Sensor Ultrasonic, Motorservo, Liquid Crystal Display, Buzzer, dan Blynk memproses pemantauan jarak jauh dengan IoT. Sistem ini terdiri dari sebuah botol minuman plastic berisi makanan ikan yang diarahkan ke bawah. Pada bagian tutup botol diberikan motorservo sebagai penggerak buka tutup secara otomatis sesuai jadwal yang sudah ditentukan. Jumlah berat makanan ikan sudah ditentukan agar ikan mendapatkan porsi makan (Velázquez & Martínez, 2005) yang pas dan air dalam akuarium tidak cepat kotor. Selain itu, pemberian makan tanpa ukuran yang pas mengakibatkan peternak ikan tidak dapat memantau pembiayaan untuk makan ikan (Zhou et al., 2018).

Konsep pemberian makan pintar berpengaruh pada perkembangan ikan. Pemberian makan ikan secara teratur dan otomatis memudahkan petani ikan untuk memantau perkembangan ikan dari segi panjang dan berat. Selain itu, petani ikan dengan mudah memperhitungkan parameter (Yanes et al., 2020) pemantauan dari segi ekonomi. IoT memberikan informasi secara *real time* kepada pengguna tanpa harus memantau ke lokasi setiap saat.

Pemantauan persediaan makanan ikan dengan IoT dapat dioperasikan menggunakan jaringan sensor nirkabel (Gao et al., 2019). IoT mempunyai beberapa tahap dalam pengoperasionalan sistem, yaitu *input* data, proses, dan *output* data. Sebagai *input* data, IoT menggunakan sensor untuk mendeteksi objek. Dalam konteks penelitian ini, Sensor Ultrasonic mampu mendeteksi objek berdasarkan jarak yang sudah ditentukan. Untuk proses data, microcontrol Wemos D1 R1 berperan mengirim data dan menyimpan data dalam cloud menggunakan internet. *Output* proses data tentang persediaan makan dapat diwujudkan menggunakan suara, teks di LCD, dan pemantauan jarak jauh dengan Blynk. Hasil pengolahan data hingga *output* membantu peternak ikan untuk mengambil sebuah keputusan (Chang & Martin, 2021).

Kunci dalam pemantauan persediaan makan ikan otomatis terletak pada sensor yang dapat mendeteksi objek secara presisi. Teknologi sensor Ultrasonic mampu memprediksi jarak objek dengan perhitungan yang sama dengan kenyataan. Sensor Ultrasonic dan Sensor Nirkabel dapat mengidentifikasi jarak objek (Appiah et al., 2020). Kunci selanjutnya dalam konsep pemberian makan ikan secara otomatis adalah motor servo. Motor servo akan bergerak secara otomatis untuk buka tutup botol yang berisi makanan ikan berdasarkan sinyal tahanan *input* dari pengontrol torsi (Rigacci et al., 2021). Motor servo mempunyai beberapa komponen dalam cara kerja, yaitu pengontrol linear dan non linear, sistem pasokan energi, actuator, peralatan deteksi, dan actuator (Liu et al., 2021).

Output dari sistem ini adalah informasi waktu yang sudah ditentukan untuk pemberian makan ikan. Informasi waktu ditampilkan melalui LCD (Singh Gehlot & Jain, 2020) secara real time yang diproses oleh modul RTC DS3231. Fungsi dari RTC DS3231 sebagai pengingat alarm (Trevathan et al., 2021) dan informasi dalam bentuk teks yang tampil pada LCD. Informasi waktu secara real time yang ditampilkan LCD merupakan verifikasi (Singh Gehlot & Jain, 2020) kesesuaian jadwal yang sudah ditentukan selama proses penelitian ini.

Piranti lain yang berperan penting untuk memberikan peringatan adalah buzzer module. Buzzer module menghasilkan suara alarm sebagai peringatan dan pengingat bahwa persediaan makan ikan sudah habis. Buzzer mendapat perintah untuk menghasilkan suara dari microcontroller yang berinteraksi dengan cloud (Balakrishna et al., 2021) untuk mengirimkan pesan peternak dengan aplikasi Blynk. Aplikasi Blynk dipakai sebagai media pemantauan (Omran et al., 2021) jarak jauh untuk peternak ikan. Sebagai penghubung sensor dengan aplikasi Blynk, modul nirkabel ESP8266EX (Oyejide et al., 2020) menampung perintah dari sensor Ultrasonic untuk disalurkan ke aplikasi menggunakan internet.

Namun dalam praktek di lapangan, masih banyak peternak ikan memberi makan ikan secara manual dan tidak terjadwal. Pemberian makan ikan yang tidak teratur mempengaruhi pertumbuhan ikan dan perilaku ikan (Li et al., 2020). Selain itu, peternak ikan tidak menghitung jumlah ikan (Zhang et al., 2020) di dalam akuarium dengan ukuran berat makan yang akan diberi. Ukuran makanan ikan harus disesuaikan dengan jumlah ikan yang ada dalam sebuah akuarium, agar ikan dapat tumbuh dengan baik.

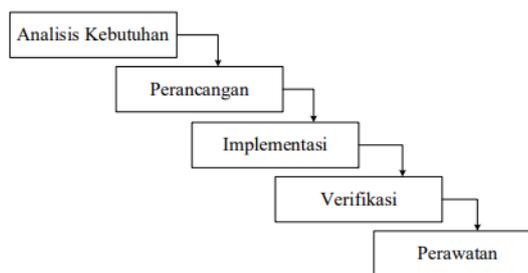
Pada penelitian ini, penulis mengembangkan sebuah sistem pemberi pakan ikan secara otomatis berbasis IoT dengan menekankan aspek ketepatan waktu yang sudah ditentukan, aspek ketepatan porsi pakan ikan yang sesuai dengan kebutuhan ikan, dan menampilkan pengaruh sistem IoT terhadap perkembangan ikan.

Rumusan Masalah

Pada penelitian ini, penulis akan mengembangkan sebuah sistem pemberian makan ikan secara otomatis berbasis IoT. Sistem ini dapat memantau persediaan makanan ikan dari jarak jauh, sehingga peternak ikan tidak perlu memantau setiap hari untuk persediaan makanan ikan.

1. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode waterfall dan model pengembangannya berurutan dari atas hingga ke bawah. Inti dari metode waterfall adalah pengerjaan dari suatu sistem dilakukan secara berurutan atau secara linear. Jadi jika langkah satu belum dikerjakan maka tidak akan bisa melakukan pengerjaan langkah 2, 3 dan seterusnya.



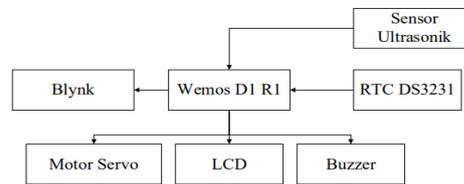
Gambar 1. Metode Waterfall

Metode Waterfall terdiri dari Analisa kebutuhan (Requirement), perancangan (Design), implementasi (Implementation), Verification dan maintenance. Tahap pertama yang dilakukan adalah spesifikasi kebutuhan yang bertujuan untuk mengetahui apa saja yang dibutuhkan dalam sistem. Tahap kedua adalah perancangan.

Blok Diagram Sistem

Tahap awal dalam merancang sistem ini adalah pembuatan blok diagram sistem. Tujuan blok diagram sistem adalah untuk mengetahui piranti yang akan dirangkai dan dihubungkan antar

piranti. Dalam pengembangan program, sistem menggunakan Bahasa C untuk memberikan kode perintah *input*, *proses*, *output*.

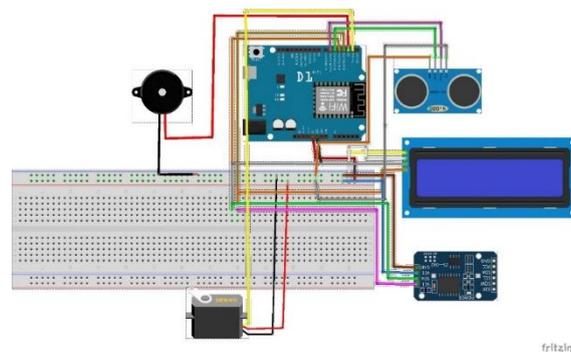


Gambar 2. Skema Diagram Sistem

Gambar 2 menjelaskan bahwa Wemos D1 R1 berfungsi penghubung internet dengan board Arduino (Hasrul et al., 2021). Wemos D1 R1 menjadi penghubung antara Blynk, RTC DS3231, LCD, Buzzer, dan Motor Servo. Sebagai tampilan *output*, aplikasi Blynk dapat memantau data secara real time (Chawla et al., 2021). Selain luaran hasil dapat dipantau dari jarak jauh menggunakan aplikasi Blynk, sistem ini menambahkan satu LCD untuk menampilkan informasi berkaitan waktu dan tanggal yang sesuai dengan tampilan di Blynk. Salah satu bukti Sensor Ultrasonik mampu deteksi objek yang terukur ditandai dengan suara dari Buzzer sebagai alarm bagi pengguna (Balakrishna et al., 2021). Atas dasar suara Buzzer, Arduino Wemos D1R1 memberi perintah kepada Motor Servo untuk membuka tutup pakan ikan secara otomatis selama lima detik.

Skema Rangkaian Sistem

Pada tahap ini, peneliti mencoba memberikan gambaran skema rangkaian alat yang akan digunakan pada pakan ikan gurame otomatis berbasis IoT, seperti terlihat pada gambar dibawah ini:



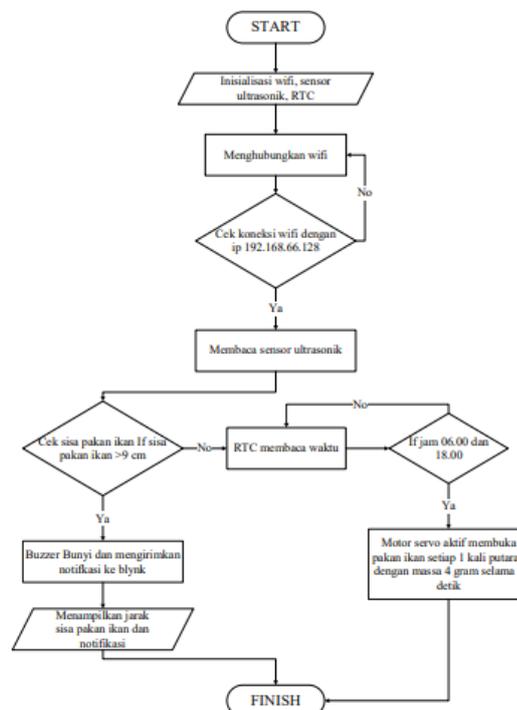
Gambar 3. Skema Sistem Berbasis IoT

Skema rangkaian pada gambar 3 terdiri dari Wemos D1 R1 sebagai pusat kendali alat. Modul RTC sebagai jam elektronik yang berfungsi sebagai penyimpan data waktu. LCD sebagai monitoring jadwal pakan ikan. Motor Servo sebagai alat yang mengatur gerbang buka danutupan aliran pakan ikan. Sensor ultrasonik sebagai pendetek stok pakan pada wadah apabila stok pakan sudah habis. Buzzer sebagai peringatan sisa pakan ikan jika stok pakan sudah hampir habis.

Diagram Alur Sistem

Sistem pemberi makan ikan otomatis memerlukan alur sistem yang sistematis, sehingga program dapat memberikan perintah *input*, *proses*, dan *output*. Tujuan dari alur sistem adalah agar pengguna dapat memahami cara kerja sistem dalam memantau jarak jauh. Ada beberapa tahap dalam menjalankan alur sistem ini, yaitu:

1. Sistem pemberi pakan ikan harus terhubung dengan jaringan Wifi yang sesuai dengan ip address.
2. Jika ip address tidak sesuai maka akan membaca ulang ip address.
3. Setelah terhubung ke jaringan Wifi, alat akan membaca sensor ultrasonik untuk mengecek pakan ikan.
4. Jika sisa pakan ikan > 9 cm maka buzzer bunyi dan mengirimkan notifikasi ke Blynk lalu menampilkan jarak sisa pakan ikan dan menampilkan notifikasi.
5. Jika sisa pakan ikan < 9 cm maka RTC akan membaca waktu.
6. Jika RTC membaca waktu pukul 06:00 dan 18:00 maka motor servo aktif membuka pakan ikan dengan 1 kali putaran dengan massa 4 gram selama 5 detik untuk sekali makan.
7. Jika waktu tidak sesuai yang dijadwalkan maka RTC akan membaca ulang waktu secara real time.



Berdasarkan diagram alur ini, penelitian ini membatasi objek penelitian. Penelitian ini difokuskan untuk pemberian pakan pada ikan gurame secara otomatis. Penelitian ini hanya sampai monitoring sisa pakan ikan gurame dengan menggunakan aplikasi Blynk. Penelitian ini diuji dengan aquarium ukuran 60 x 40 x 40 cm dengan ukuran ikan gurame kurang lebih 13 cm sebanyak 10 ekor. Pemberian pakan ikan gurame 2 kali sehari mulai pukul 06:00 dan 18:00 selama 3 minggu. Pemberian pakan 2% dari total biomassa ikan gurame dengan lama bukapatup 5 detik, 1 kali putaran dan berat pakan ikan 4 gram untuk sekali makan. Penelitian ini menghitung selisih efisien waktu dalam pemberian pakan ikan secara manual dan otomatis.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem pemberian makan ikan secara otomatis berbasis IoT mempunyai perubahan waktu yang signifikan dan pengaruh terhadap perkembangan ikan. Sistem berbasis IoT mempunyai dampak kemudahan bagi pengguna dalam memantau dan memonitoring persediaan makanan. Semua sistem yang sudah dirangkai diletakkan pada bagian samping akuarium. Program sudah menentukan jadwal makan ikan sesuai dengan bio massa makanan ikan. Peneliti harus memahami ukuran bio massa ikan setiap memberi makan.

$$\text{Bio massa} = \text{jumlah populasi ikan} \times \text{bobot rata-rata ikan} \quad (1)$$

Selain menghitung bio massa ikan, peneliti menghitung kebutuhan makan ikan setiap harinya.

$$\text{Kebutuhan makan} = \text{bio massa} \times 2\% \quad (2)$$

Dalam memberi makan ikan, petani harus memperhitungkan pemanfaatan pakan ikan, sehingga ikan mendapatkan porsi yang sesuai. Untuk mendapatkan perhitungan pemanfaatan pakan ikan dapat dihitung melalui rumus berikut:

$$\text{EEP} = \frac{W_t - W_o}{F} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

EEP = Efisiensi Pemanfaatan Pakan

W_o = Berat bio massa ikan pada awal penelitian (g)

W_t = Berat bio massa ikan pada akhir penelitian (g)

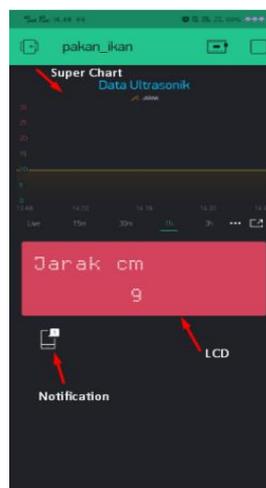
F = Jumlah pakan ikan yang dikonsumsi selama penelitian (g)

Pengujian Piranti Sistem

Pengujian piranti sistem merupakan pengujian *output* sistem sebagai monitoring dan pemantauan persediaan makanan ikan. Pengujian ini terbagi menjadi dua, yaitu pengujian *hardware* dalam pengujian piranti Buzzer, LCD, RTC, dan Motor Servo dan *software* dalam pengujian aplikasi Blynk.

Pengujian Aplikasi Blynk

Pada tampilan Blynk terdapat tiga buah widget yang digunakan. Pertama widget SuperChart untuk penyimpanan waktu, tanggal dan jarak pakan ikan. Kedua widget LCD untuk menampilkan jarak pakan ikan secara real time dan yang terakhir widget Notifications untuk menampilkan notifikasi jika pakan ikan hampir habis.



Gambar 5. Tampilan Layar Blynk di Smartphone

Pengujian Sensor Ultrasonik

Penggunaan sensor ultrasonik berfungsi untuk mengetahui banyaknya pakan ikan didalam wadah dengan mengukur jarak pakan ikan dengan sensor. Untuk melakukan pengujian sensor diletakkan pada bagian atas wadah pakan ikan, sehingga pantulan dari sensor menjadi acuan dalam membaca jarak. Pengujian rangkaian ultrasonik dilakukan dengan perbandingan antara sensor ultrasonik dengan penggaris. Pengujian sensor bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan sensor dan eror dari data hasil pengukuran jarak pada sensor ultrasonik. Perbandingan antara sensor ultrasonik dengan penggaris dapat dihitung dengan mencari eror dan %eror yaitu

$$\text{Error} = [\text{Jarak Sebenarnya} - \text{Jarak Terukur}] \quad (4)$$

$$\% \text{ Error} = \frac{[\text{Jarak Sebenarnya} - \text{Jarak Terukur}]}{\text{Jarak Sebenarnya}} \times 100\% \quad (5)$$

Hasil pengujian sensor ultrasonic dan penggaris dapat dibuktikan sebagai berikut.

Table 1. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonic

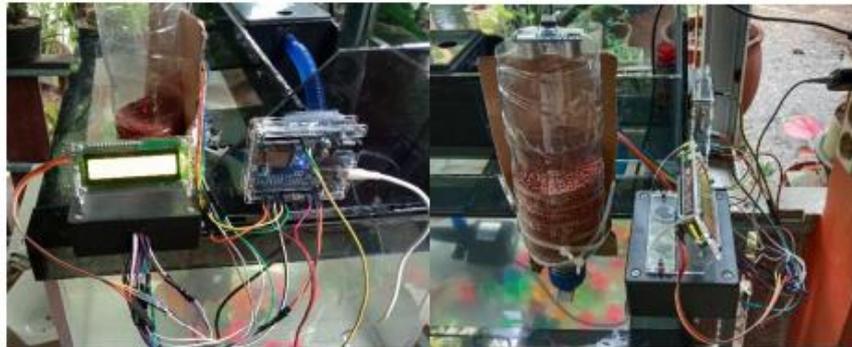
No.	Jarak Dengan Penggaris (Cm)	Pengujian Sensor Ultrasonik (Cm)	Selisih Error	% Error
1	4	4	0	0
2	4	3,937	0,063	1,575
3	5	5	0	0
4	5	4,99	0,01	0,2
5	6	5,993	0,007	0,1
6	6,8	6,789	0,011	0,1
...				
28	15	10	5	33,33
29	16	10	6	37,5
30	17	10	7	41,17
			Rata-rata error	4,46903

Berdasarkan pengujian ketepatan jarak antara penggaris dengan sensor ultrasonic sebanyak tiga puluh kali ditemukan rata-rata kesalahan error sebesar 4,46903%. Dengan kata lain keberhasilan Sensor Ultrasonik dalam mendeteksi jarak obyek sebesar 95,63%.

Pengaruh Pakan Manual dan Otomatis Terhadap Berat Ikan

Sistem pemberian makan secara otomatis mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan ikan. Ada perbedaan pertumbuhan ikan ketika ikan diberi makan secara manual dibandingkan dengan pemberian makan secara otomatis. Ada beberapa factor perbedaan pertumbuhan ikan ketika

diberi makan secara manual dengan otomatis, yaitu waktu pemberian makan dan takaran makanan. Dalam pengujian pemberian pakan ikan peneliti melakukan uji pemberian selama 3 minggu dengan waktu pukul 06:00 WIB dan pukul 18:00 WIB .



Gambar 6. Rangkaian Real Sistem Pemberian Pakan Otomatis

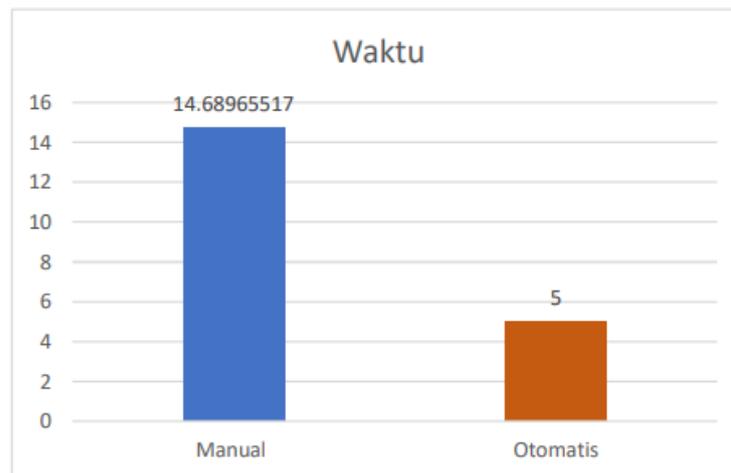
Gambar 6 menunjukkan rangkaian sistem pemberi pakan secara otomatis berbasis IoT. Pada gambar 6 ini ditunjukkan beberapa komponen yang digunakan, seperti LCD 16 x 2, Mikrokontroler Arduino Uno, Nodemcu, Motorservo yang digunakan pada tutup botol yang berisi pakan ikan, dan Sensor Ultrasonic. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan selama tiga minggu total jumlah pakan ikan yang dikonsumsi adalah 152 gram dengan berat ikan awal 50 gram dan berat ikan akhir 65 gram.



Terlihat pada gambar 7 bahwa jumlah pakan ikan akan berbanding lurus dengan berat ikan. Jika jumlah pakan ikan yang dikonsumsi banyak maka perubahan berat ikan akan semakin besar sedangkan jika jumlah pakan ikan yang dikonsumsi sedikit maka perubahan berat ikan akan bertambah sedikit.

Perbandingan Waktu Manual dan Otomatis

Sistem pemberi makan secara otomatis mempunyai perbedaan lama waktu saat pemberian makan. Waktu pemberian makan yang terjadwal mempengaruhi efisiensi pemberian makan ikan. Gambar 8 merupakan grafik perbandingan waktu pemberian pakan ikan secara manual dan otomatis. Grafik tersebut menunjukkan bahwa pemberian pakan ikan secara otomatis adalah yang paling efisien dengan waktu 5 detik sekali dalam pemberian pakan ikan.



Gambar 8. Perbandingan Waktu Pemberian Pakan Otomatis dan Manual

3. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini dilakukan selama tiga Minggu. Selama tiga Minggu, peneliti menguji keakuratan Sensor Ultrasonik untuk deteksi jarak stok makanan yang tersedia. Pengujian akurasi Sensor Ultrasonik berhasil dengan baik, sehingga sistem tertanam dengan piranti Sensor Ultrasonik terbukti bekerja dengan baik.

Pengujian kedua adalah monitoring sistem berbasis IoT menggunakan aplikasi Blynk yang digunakan untuk memonitoring dan memantau stok makanan berhasil dengan baik. Ada ketepatan waktu secara *real time* antara tampilan di LCD dengan tampilan di Blynk.

Pengujian ketiga adalah perbandingan waktu pemberian makan secara manual dan otomatis. Berdasarkan pengujian selama tiga Minggu terbukti bahwa pemberian makan secara otomatis sangat efisien dan ada perbedaan waktu yang sangat signifikan.

Berdasarkan tiga pengujian sistem otomatis pemberian makan ikan yang berfungsi dengan baik, ikan mengalami pertumbuhan yang signifikan. Jumlah makanan ikan yang diberikan secara terjadwal berbanding lurus dengan pertumbuhan ikan.

REFERENSI

- Ahmed, M. S. (2021). Designing of internet of things for real time sistem. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.527>
- Appiah, O., Quayson, E., & Opoku, E. (2020). Ultrasonic sensor based traffic information acquisition sistem; a cheaper alternative for ITS application in developing countries. In *Scientific African* (Vol. 9). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00487>
- Balakrishna, K., Mohammed, F., Ullas, C. R., Hema, C. M., & Sonakshi, S. K. (2021). Application of IOT and machine learning in crop protection against animal intrusion. *Global Transitions Proceedings*, 2(2), 169–174. <https://doi.org/10.1016/j.gltpr.2021.08.061>
- Chang, V., & Martin, C. (2021). An industrial IoT sensor sistem for high-temperature measurement. *Computers and Electrical Engineering*, 95. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107439>
- Chawla, M. S., Prakash, D., & Jindal, S. (2021). Design of sistem for measuring air properties for help during COVID-19 scenario. *Materials Today: Proceedings*, 45, 4472–4476. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.987>

- Choi, W., Kim, J., Lee, S. E., & Park, E. (2021). Smart home and internet of things: A bibliometric study. *Journal of Cleaner Production*, 301. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126908>
- Gao, G., Xiao, K., & Chen, M. (2019). An intelligent IoT-based control and traceability sistem to forecast and maintain water quality in freshwater fish farms. *Computers and Electronics in Agriculture*, 166. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105013>
- Hasrul, R., Akhmad Adnan, H., Dwi Bhaswara, A., Atha Atsir Rafid, M., Mukti Utomo Jalan Sambaliung No, R., Samarinda Ulu, K., Samarinda, K., & Timur, K. (2021). Rancang Bangun Prototipe WC Pintar Berbasis Wemos D1R1 Yang Terhubung Pada Android. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, 5(2), 51–59.
- Li, D., Wang, Z., Wu, S., Miao, Z., Du, L., & Duan, Y. (2020). Automatic recognition methods of fish feeding behavior in aquaculture: A review. In *Aquaculture* (Vol. 528). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735508>
- Liu, Y., Wang, Z. Z., Wang, Y. F., Wang, D. H., & Xu, J. F. (2021). Cascade tracking control of servo motor with robust adaptive fuzzy compensation. *Information Sciences*, 569, 450–468. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2021.03.065>
- Omran, M. A., Hamza, B. J., & Saad, W. K. (2021). The design and fulfillment of a Smart Home (SH) material powered by the IoT using the Blynk app. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.038>
- Oyejide, O. J., Okwu, M. O., Tartibu, L. K., & Olayode, O. I. (2020). Development of Sensor Controlled Convertible Cart-Trolley. *Procedia CIRP*, 91, 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.097>
- Rigacci, M., Sato, R., & Shirase, K. (2021). Evaluating the influence of mechanical sistem vibration characteristics on servo motor efficiency. *Precision Engineering*, 72, 680–689. <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2021.07.012>
- Singh Gehlot, K., & Jain, D. (2020). Biometric finger print based voting machine using ATmega328P microcontroller. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.087>
- Trevathan, J., Schmidtke, S., Read, W., Sharp, T., & Sattar, A. (2021). An IoT General-Purpose Sensor Board for Enabling Remote Aquatic Environmental Monitoring. *Internet of Things (Netherlands)*, 16. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2021.100429>
- Velázquez, M., & Martínez, F. J. (2005). Design and testing of a faeces-collecting device for fish digestibility studies using demand or automatic feeding. *Aquacultural Engineering*, 33(2), 126–134. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2004.12.004>
- Yanes, A. R., Martinez, P., & Ahmad, R. (2020). Towards automated aquaponics: A review on monitoring, IoT, and smart systems. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 263). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121571>
- Zhang, L., Li, W., Liu, C., Zhou, X., & Duan, Q. (2020). Automatic fish counting method using image density grading and local regression. *Computers and Electronics in Agriculture*, 179. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105844>
- Zhou, C., Lin, K., Xu, D., Chen, L., Guo, Q., Sun, C., & Yang, X. (2018). Near infrared computer vision and neuro-fuzzy model-based feeding decision sistem for fish in aquaculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 146, 114–124. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.02.006>