

Alat Pemberi Pakan Benih Burayak Ikan Nila Otomatis Berbasis *Internet Of Things* (IoT)

Automatic Feeding Device For Nila Fish Seed Based Internet Of Things (IoT)

Dwi Kurniawan Raddin Saputra^[1], I Wayan Agus Arimbawa^[1], Ari Hernawan^[1]

^[1] Program Studi Teknik Informatika, Universitas Mataram

Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA

Email: awansaputra0102@gmail.com, arimbawa@unram.ac.id, arihernawan@unram.ac.id

The extensive marine waters in Indonesia present opportunities for fish farmers to develop their fisheries business, particularly in freshwater fish farming, such as tilapia. Feeding fish is essential in fish farming, especially during the fry stage, which is one of the most critical phases in the life cycle of tilapia. Tilapia fish require approximately 3% of their body weight as feed every day, with a feeding frequency of twice a day in the morning and evening. This research utilizes the concept of IoT to create an automatic feeding system by utilizing NodeMCU as the microcontroller integrated with a Wi-Fi module. An ultrasonic sensor is used to detect the remaining feed in the storage container, while a water pH sensor is employed to monitor the water acidity level. The feed container is operated using a servo motor, and a dynamo is used to scatter the feed into the fish pond. A website is utilized as the device interface, utilizing the MQTT protocol for data communication. The device operates based on a pre-set schedule, focusing on feeding and determining the daily feed amount.

Keywords: Automatic fish feeding, IoT, NodeMCU, ultrasonic sensor, pH sensor.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara perairan dengan budaya yang sangat kuat terutama dalam bidang budidaya ikan. Luasnya perairan laut di Indonesia memberikan peluang bagi masyarakat pembudidaya ikan dapat mengembangkan usaha perikanan di Indonesia khususnya budidaya ikan tawar yaitu ikan nila. Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu komoditas unggulan yang saat ini terus dikembangkan oleh pemerintah Indonesia untuk meningkatkan produksi pada sektor perikanan, khususnya budidaya air tawar (*freshwater aquaculture*) [1].

Nilai produksi ikan nila secara nasional mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, pada tahun 2016 sebesar 1.114.156 ton, tahun 2017 meningkat menjadi 1.265.201 ton [1]. Salah satu daerah yang menyumbangkan produksi nila terbesar di Indonesia yaitu provinsi Nusa Tenggara Barat khususnya daerah Lombok yang sangat berpotensi mengembangkan budidaya ikan nila [2]. Hal tersebut didasari oleh Dinas Kelautan dan Perikanan NTB yang

menyebutkan bahwa nilai produksi ikan nila meningkat setiap tahunnya [3].

Budidaya ikan adalah suatu kegiatan masyarakat yang cukup banyak digemari karena kemudahan dalam pemeliharaan dan perawatannya. Budidaya ikan di kolam membutuhkan tindakan pemeliharaan dan pemberian pakan secara teratur [4]. Pemberian pakan ikan merupakan hal penting dalam pembudidayaan ikan karena pada tahap benih khususnya pada tahap benih burayak merupakan salah satu fase yang paling kritis dalam siklus hidup ikan nila. Setelah menetas, ikan nila berada pada fase larva, dimana sepenuhnya bergantung pada sumber makanan atau cadangan energi yang telah disiapkan induknya. Kualitas cadangan energi tersebut sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan perkembangan benih ikan nantinya. Oleh karena itu, ketersediaan pakan yang terkontrol dan berkualitas sangat dibutuhkan agar kualitas dan kelangsungan hidup benih ikan dapat meningkat [5].

Saat ini sistem pemberian pakan ikan masih dilakukan secara manual yang sangat bergantung pada sumber daya manusia. Pemberian pakan dilakukan secara sederhana dengan menebar pakan langsung ke arah kolam ikan. Idealnya pemberian pakan ikan memerlukan setidaknya 2-3 kali perhari nya [6]. Namun karena kesibukan dan kegiatan lain dari pembudidaya pemula kerap kali menjadi kendala pada saat pemberian pakan ikan sehingga menyebabkan pemberian pakan ikan kurang terkontrol setiap harinya [7].

Selain pemberian pakan yang optimal, air merupakan hal penting yang harus diperhatikan dalam pembudidayaan ikan, terutama untuk burayak ikan nila. Salah satu faktor yang memengaruhi kualitas air adalah pH, dimana kualitas air pada budidaya ikan nila memiliki peran penting untuk menentukan keberhasilan budidaya. Kondisi kualitas air yang buruk akan memengaruhi kesehatan ikan dan terancam gagal panen walaupun air kolam bersih, ikan tidak akan tumbuh dengan baik. PH air yang optimal untuk habitat ikan nila antara 6.5 – 8.5 [8]. pH yang kurang optimal dapat menyebabkan ikan stress, mudah terserang penyakit, produktivitas, serta pertumbuhan rendah, dan dapat mempengaruhi nafsu makan ikan [9].

Dari permasalahan tersebut maka dibutuhkan suatu alat pemberi pakan ikan dan memantau tingkat pH air secara otomatis. Dengan memanfaatkan NodeMCU

sebagai *microcontroller*, sensor pH air yang digunakan untuk memantau tingkat keasaman air, dan sensor *ultrasonic* digunakan untuk memantau jumlah pakan yang tersedia pada wadah kemudian memanfaatkan protokol MQTT sebagai antar muka alat. Alat pemberian pakan ikan otomatis ini diharapkan dapat membantu pembudidaya untuk mengontrol pemberian pakan secara teratur.

II. METODE PENELITIAN

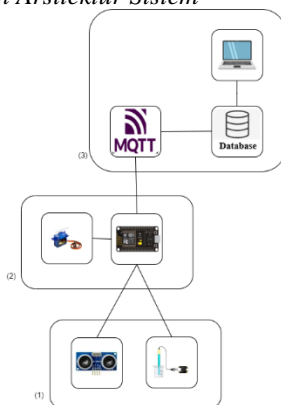
Pada penelitian ini terdapat tahapan-tahapan yang dilakukan pada Alat Pemberi Pakan Benih Burayak Ikan Nila Otomatis Berbasis Internet Of Things (IoT) ini terdiri dari analisis kebutuhan sistem, perancangan arsitektur sistem, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, pengujian dan evaluasi, serta dokumentasi dan laporan.

A. Analisis Kebutuhan Sistem

Pada tahap analisis kebutuhan sistem, akan dilakukan analisis kebutuhan alat dan bahan. Adapun perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) adalah sebagai berikut:

1. Laptop akan digunakan sebagai media pengembangan dan alat pengujian sistem.
2. Aplikasi pendukung yang akan digunakan dalam pembuatan sistem yaitu *Visual Code Studio* untuk pembuatan *website* sederhana.
3. 1 buah NodeMCU 8266 digunakan sebagai *microcontroller*.
4. 1 buah sensor *ultrasonic* yang digunakan sebagai alat untuk mengukur jarak pakan pada wadah.
5. 1 buah sensor pH yang akan digunakan untuk mengukur pH air pada kolam ikan.
6. 1 buah motor servo yang digunakan untuk pembuka dan penutup wadah pakan.
7. Protokol MQTT yang akan digunakan sebagai protokol komunikasi antara komponen.

B. Rancangan Arsitektur Sistem

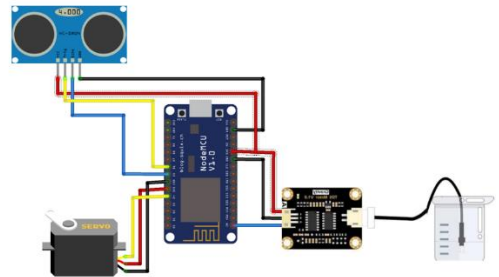


Gambar 1. Rancangan Arsitektur Sistem

Berikut penjelasan dari masing-masing proses serta hubungan antar proses yang terdapat pada Gambar 3.2:

1. Pertama sensor pH akan mengukur keasaman air di dalam kolam ikan, yang mana akan digunakan untuk menentukan jumlah pakan anakan ikan yang diberikan. Kemudian sensor *ultrasonic* akan mengukur jumlah pakan yang ada pada wadah.
2. Berikutnya *microcontroller* NodeMCU akan mengambil data dari sensor *ultrasonic* dan sensor pH serta memberi instruksi pada servo untuk membuka tutup wadah pada saat waktu yang sudah ditentukan.
3. Terakhir *microcontroller* NodeMCU akan mengirimkan data tersebut menggunakan protokol MQTT ke *website database*, sehingga informasi mengenai jumlah pakan pada wadah dan tingkat keasaman dalam kolam ikan dapat dilihat pada *device* pengguna.

C. Rancangan Perangkat Keras



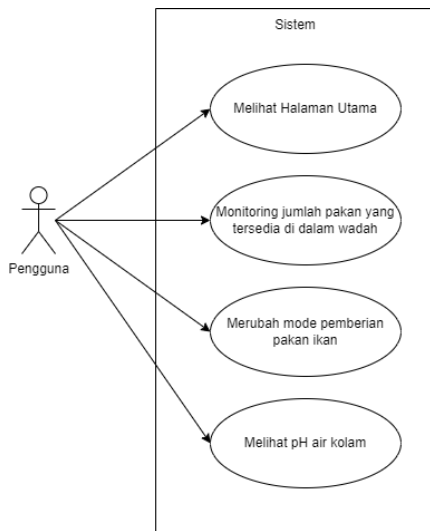
Gambar 2. Rancangan Perangkat Keras

terdapat NodeMCU yang terhubung dengan sensor *ultrasonic*, motor servo dan sensor pH. Sensor pH terhubung dengan NodeMCU untuk mengukur pH air kolam. Sensor ultrasonic terhubung dengan NodeMCU akan mengukur sisa stok makanan yang ada di dalam wadah. Motor servo terhubung dengan NodeMCU dimana akan menerima perintah untuk membuka dan menutup servo sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

D. Rancangan Perangkat Lunak

Pada tahap Perancangan perangkat lunak, akan dilakukan perancangan sistem pembuatan *website*. pada tahap ini juga akan dilakukan perancangan komunikasi data antara *website* dan perangkat IoT dengan menggunakan protokol MQTT.

D.1 Use Case Diagram



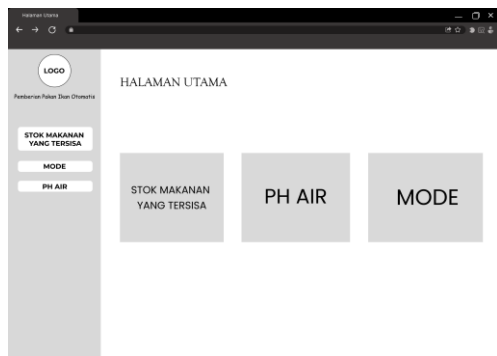
Gambar 3. Use Case Diagram

Gambar 3 merupakan rancangan *use case* dari sistem yang akan dibuat. Pengguna dapat melihat jumlah pakan yang tersedia pada wadah sehingga pengguna tidak perlu repot-repot selalu mengecek wadah penyimpanan. Pengguna juga dapat merubah mode pemberian pakan ikan, dimana terdapat 2 mode yakni auto dan manual. Kemudian pengguna dapat melihat pH air pada kolam ikan.

D.2 Desain Interface

Gambar dibawah ini merupakan desain rancangan *interface* yang akan dibuat. Terdapat dua halaman pada sistem yang akan dibuat, diantaranya Halaman utama, stok makanan, pH air.

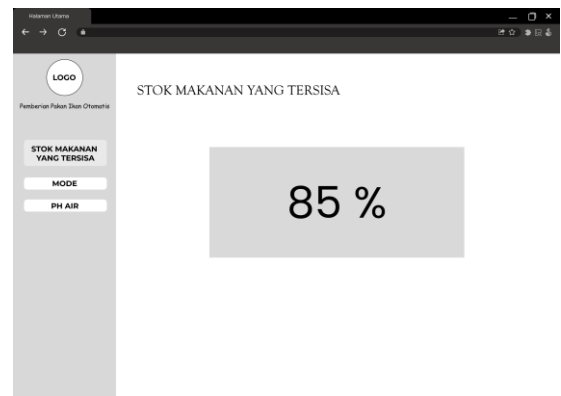
1) Halaman utama



Gambar 4 Desain *interface* halaman utama

Gambar 4 menampilkan halaman utama pada *website* yang akan dibangun, dimana terdapat informasi yang dapat dilihat oleh pengguna mengenai data stok makanan yang tersisa, pH air dalam kolam dan mode pemberian pakan ikan.

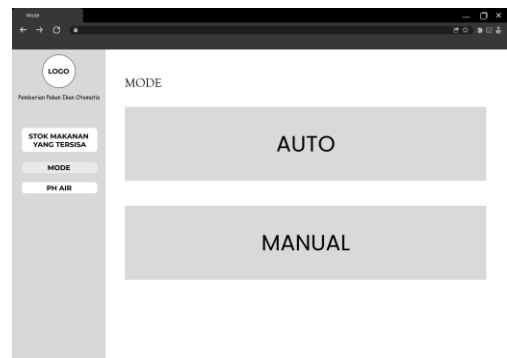
2) Stok Makanan



Gambar 5 Desain *interface* stok makanan

Gambar 5 pada halaman ini menampilkan sisa stok makanan yang tersisa pada wadah. Data tersebut didapatkan dari pembacaan sensor kemudian ditampilkan dalam bentuk angka.

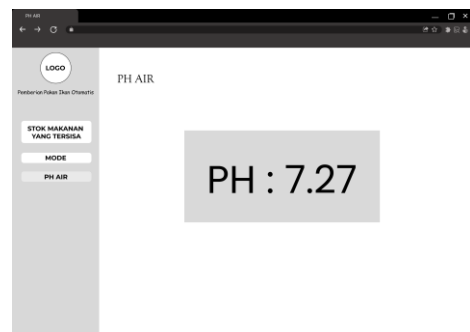
3) Mode



Gambar 6 Desain *interface* mode

Gambar 6 pada halaman ini menampilkan mode pemberian pakan dimana pengguna dapat merubah mode pemberian pakan menjadi otomatis atau menjadi pemberian pakan secara manual, dimana pada mode otomatis pengguna dapat memberikan pakan secara otomatis dengan waktu yang sudah ditentukan dan pada mode manual pengguna dapat membuka servo selama pengguna menekan fungsi manual pada *website*.

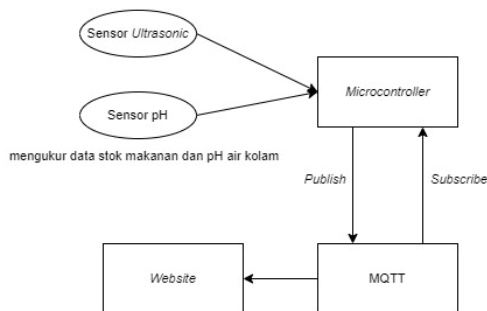
4) PH Air



Gambar 7 Desain *interface* pH air

Gambar 7 pada halaman ini menampilkan pH air dari kolam ikan. Data tersebut didapat dari pembacaan sensor dan ditampilkan dalam bentuk angka.

D.3 Rancangan Komunikasi MQTT



Gambar 8. Rancangan Komunikasi MQTT

Pada Gambar 8 merupakan rancangan komunikasi data menggunakan protokol MQTT dari sistem yang akan dibuat. Sensor *ultrasonic* akan memberikan informasi mengenai jumlah pakan yang ada di dalam wadah. Sensor pH akan memberikan informasi mengenai pH air pada kolam ikan. Informasi tersebut kemudian akan diproses pada *microcontroller*. Kemudian *microcontroller* akan memberikan perintah kepada rangkaian pakan ikan otomatis, dan rangkaian tersebut akan menggerakkan servo sesuai dengan jam yang telah ditentukan.

E. Pengujian dan Evaluasi Sistem

Sub bab ini akan menjelaskan tahapan dari implementasi sistem. Pengujian terhadap sistem yang telah dibangun akan diuji melalui tahap pengujian dan evaluasi sistem.

E.1 Pengujian perangkat

Pengujian perangkat dilakukan dengan melakukan pengamatan apakah sensor telah berjalan. Hal ini dilakukan untuk memastikan semua sensor mampu bekerja, sehingga dapat ditampilkan melalui *website*. Pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui apakah seluruh sensor telah berfungsi dengan baik dalam membaca perubahan yang terjadi.

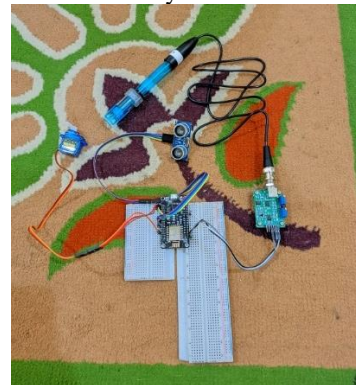
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Realisasi Sistem

Pada sub bab ini akan dibahas hasil dari penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan judul penelitian yaitu “Alat Pemberi Pakan Benih Burayak Ikan Nila Otomatis Berbasis *Internet Of Things* (Iot)”. Realisasi yang telah dibuat sesuai dengan perancangan yang dipaparkan pada bab sebelumnya. Pembahasan yang akan dijelaskan meliputi realisasi penyusunan perangkat keras, realisasi *interface website*, realisasi pembangunan program *microcontroller*, dan realisasi pembangunan protokol MQTT. Selain itu, pada bab ini juga akan dibahas mengenai pengujian pada keseluruhan sistem yang telah dibuat.

A.1 Realisasi Penyusunan Perangkat Keras

Realisasi penyusunan perangkat keras pada sistem pemberian pakan benih burayak ikan nila yang telah dibahas pada bab sebelumnya.



Gambar 9. Realisasi Perangkat Keras

Pada Gambar 9 terlihat rangkaian perangkat keras yang dirancang menjadi sebuah rangkaian sistem untuk pemberian pakan benih burayak ikan nila, dimana fungsi dari masing-masing alat sebagai berikut:

1. NodeMCU 8266, merupakan sebuah *microcontroller* yang berfungsi untuk mengambil data dari sensor pH dan sensor HCSR-04. Sehingga data tersebut dapat dikirim ke broker merupakan protokol MQTT.
2. Sensor *Ultrasonic* HCSR-04, merupakan sensor *ultrasonic* yang berfungsi untuk mengukur sisa pakan yang tersedia pada wadah penampungan.
3. Sensor pH, merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman dan kebasahan air di dalam kolam ikan.
4. Motor servo berfungsi sebagai pembuka dan penutup pakan pada wadah penampungan pakan ikan.

A.2 Realisasi Interface Sistem

Pada tahap ini dilakukan pembuatan sebuah *website* menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan tampilan *website* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 10. Halaman Dashboard

Pada Gambar 10 merupakan realisasi tampilan dari *dashboard* yang dimana pada halaman ini terdapat informasi mengenai sisa stok makanan yang tertampung pada wadah pakan ikan dan informasi mengenai pH air kolam ikan.

B. Pengujian Sistem

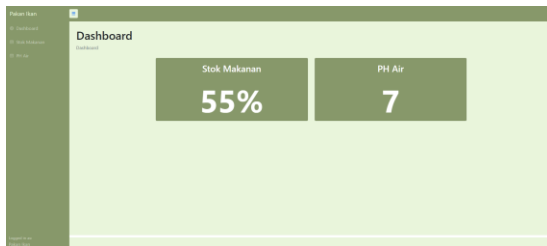
Pada sub bab ini merupakan pengujian sistem yang dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun meliputi perangkat keras dan perangkat lunak dapat berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

B.1 Pengujian Perangkat

Pengujian perangkat dilakukan dengan melakukan pengamatan apakah sensor telah berjalan. Hal ini dilakukan untuk memastikan semua sensor mampu bekerja, sehingga dapat ditampilkan melalui *website*. Pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui apakah seluruh sensor telah berfungsi dengan baik dalam membaca perubahan yang terjadi.

Tabel 1 Pengujian Perangkat

Data Sampel	Ultrasonic (HCSR-04)	pH Meter
1	55%	7
2	43%	9.1
3	39%	4

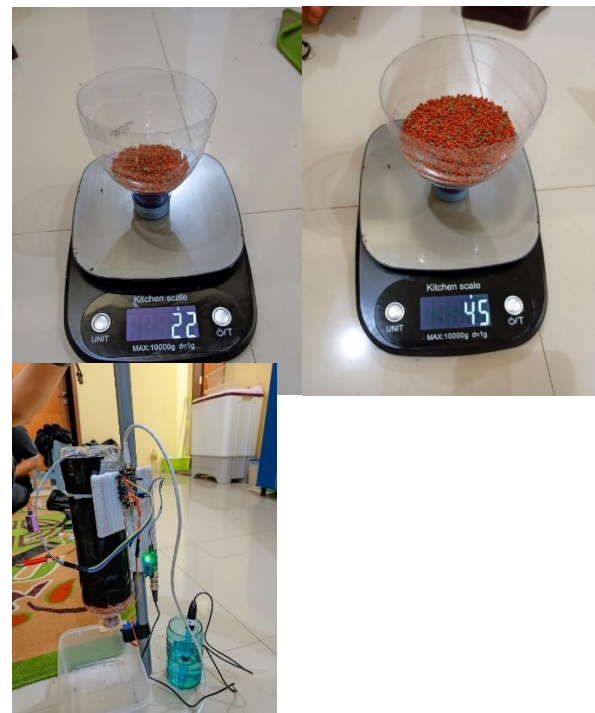


Gambar 11 Halaman *Dashboard*

Dilakukan beberapa kali percobaan untuk mengamati apakah sensor *ultrasonic* HCSR-04, sensor pH dan motor servo dapat membaca kondisi ketika pakan di dalam wadah berkurang, tingkat keasaman dan kebasaaan air di dalam kolam.

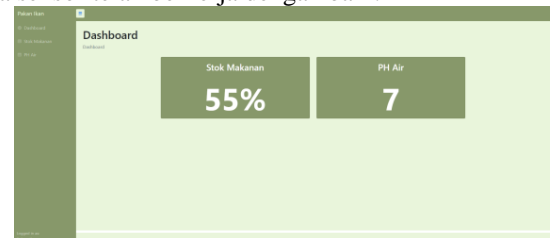
Table 2 Pengujian Perangkat

Data Sampel	pH Meter	Motor Servo
1	7	Terbuka Selama 1,5 detik
2	9.1	Terbuka Selama 0.75 detik
3	4	Terbuka Selama 0.75 detik



Gambar 12 Pengujian Perangkat

Dan lamanya waktu servo terbuka dipengaruhi oleh pH meter air. Jika pH meter 6.5 sampai 8.5 servo akan terbuka selama 1.5 detik dan akan memberi pakan sebanyak 45gr. Dan jika pH meter diatas pH normal servo akan terbuka selama 0.75 detik dan akan memberi pakan sebanyak 22gr. Jadi dapat diambil kesimpulan bahwa semua sensor telah berkerja dengan baik.



Gambar 12 Halaman Utama *Website*

Dilakukan pengamatan tampilan dari website yang dimana pada Gambar 12 *website* dapat menampilkan hasil pembacaan dari sensor sebelumnya secara *realtime*, sehingga dari segi fungsionalitas sistem telah berjalan dalam berkerja dengan baik. Dan untuk mengetahui reaksi sistem terhadap kemungkinan kondisi yang terjadi di lapangan akan dilakukan pada tahap pengujian berikutnya.

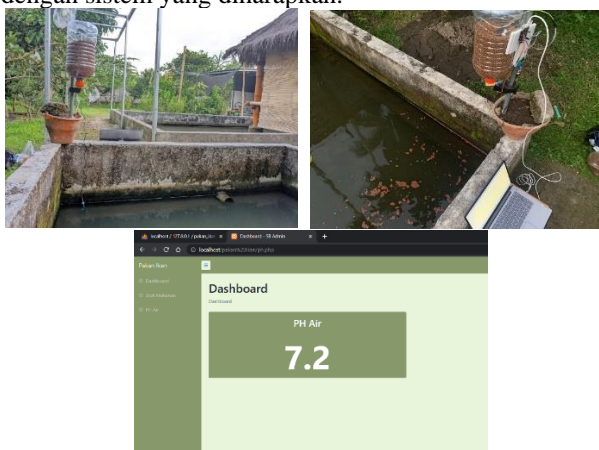
B.2 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Hasil pengujian ini keseluruhan sistem ini dilakukan dengan membuat skenario pengujian untuk melihat pH air kolam dan melihat berapa lama servo terbuka, Skenario pengujian keseluruhan sistem, pengujian yang dilakukan selama lima hari kemudian diperoleh hasil sebagai berikut:

Table 4.3 Skenario Pengujian

Hari	Waktu	pH	Kondisi	Validasi
1	Pagi	7.2	Servo terbuka selama 1.5 detik	Valid
	Sore	7.4	Servo terbuka selama 1.5 detik	Valid
2	Pagi	7.2	Servo terbuka selama 1.5 detik	Valid
	Sore	6.8	Servo terbuka selama 1.5 detik	Valid
3	Pagi	7.1	Servo terbuka selama 1.5 detik	Valid
	Sore	6.7	Servo terbuka selama 1.5 detik	Valid
4	Pagi	7.5	Servo terbuka selama 1.5 detik	Valid
	Sore	7.1	Servo terbuka selama 1.5 detik	Valid
5	Pagi	7.3	Servo terbuka selama 1.5 detik	Valid
	Sore	7.1	Servo terbuka selama 1.5 detik	Valid

Dari skenario pengujian yang telah dilakukan selama 5 hari didapatkan hasil pada hari pertama sensor pH dapat membaca 7.2 pada pagi hari dan 7.4 pada sore hari, dimana servo dapat membuka selama 1.5 detik sesuai dengan sistem yang diharapkan. Pada hari kedua sensor pH dapat membaca 7.2 pada pagi hari dan 6.8 pada sore hari, dimana servo dapat membuka selama 1.5 detik sesuai dengan sistem yang diharapkan. Pada hari ketiga sensor pH dapat membaca 7.1 pada pagi hari dan 6.7 pada sore hari, dimana servo dapat membuka selama 1.5 detik sesuai dengan sistem yang diharapkan. Pada hari keempat sensor pH dapat membaca 7.5 pada pagi hari dan 7.1 pada sore hari, dimana servo dapat membuka selama 1.5 detik sesuai dengan sistem yang diharapkan. Pada hari pertama sensor pH dapat membaca 7.3 pada pagi hari dan 7.1 pada sore hari, dimana servo dapat membuka selama 1.5 detik sesuai dengan sistem yang diharapkan.



Gambar 13 Skenario pengujian system

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1) Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Berdasarkan dari pengujian perangkat yang telah dilakukan, semua perangkat dapat berjalan dengan baik dalam sistem pakan ikan otomatis. Dilihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2 pH meter dapat membaca perubahan tingkat keasaman/kebasaan air, sensor ultrasonic dapat membaca pakan yang tersisa pada wadah pakan ikan, serta servo juga dapat terbuka atau tertutup tergantung dari tingkat keasaman atau kebasaan air. Jika pH meter 6.5 sampai 8.5 servo akan terbuka selama 1.5 detik dan akan memberi pakan sebanyak 45gr. Jika pH meter di atas atau di bawah pH normal servo akan terbuka selama 0.75 detik dan akan memberi pakan sebanyak 22gr
- 2) Berdasarkan hasil pengujian kelayakan sistem alat mampu memberikan pakan secara otomatis, dapat dilihat pada table 4.3 dimana mampu mengukur tingkat keasaman air pada kolam ikan dan mampu membuka servo sesuai dengan tingkat keasaman air. Sehingga menghindari dari kelebihan atau kekurangan pakan yang dapat berdampak buruk pada kesehatan anakan ikan nila.

3) Saran

Jika dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penelitian ini kedepannya, berikut beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk menjadi acuan pengembangan sistem berikutnya.

- 1) Sistem ini diharapkan adanya fitur penjadwalan agar dapat melakukan pemberian pakan ikan sesuai dengan kebutuhan ikan.
- 2) Bisa digunakan pada bibit jenis ikan lainnya.

References

- [1] Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, "Nilai Produksi Budidaya Perikanan Indonesia," 2018. <https://kkp.go.id/djpb/artikel/10905-pembudidaya-rasakan-manfaat-yang-berlipat-dari-budidaya-nila-sistem-bioflok>
- [2] D. Y. Pujiastuti, J. Triastuti, and A. M. Sahidu, "Diversifikasi Pengolahan Ikan Nila Di Kecamatan Lingsar, Kabupaten Lombok Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat," *J. ABDI Media Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 6, no. 2, p. 86, 2021, doi: 10.26740/ja.v6n2.p86-93.
- [3] Dinas Kelautan dan Perikanan, "Nilai Produksi Budidaya Perikanan Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Ikan di Provinsi NTB Tahun 2020," 2020. <https://data.ntbprov.go.id/dataset/nilai-produksi-budidaya-perikanan-di-provinsi-ntb/resource/02faa2b4-a479-4ae3-8e71#%7Bview->

- graph:%7Bgroup:%22Nilai++Produksi++Budidaya++Nilai++(Juta++Rupiah)%22,series:[!Kabupaten/Kota],graphType:!bars%7D,currentView:!gra
- [4] A. Waluyo, "Pemberi Pakan Ikan Otomatis Menggunakan ESP8266 Berbasis Internet Of Things (IOT)," *J. Teknosains Seri Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 1–14, 2018.
- [5] A. Maleko, H. J. Sinjal, and H. Manoppo, "Kelangsungan Hidup Larva Ikan Nila yang Berasal Dari Induk yang Diberi Pakan Berimunostimulan," *e-Journal Budid. Perair.*, vol. 2, no. 3, pp. 17–23, 2014, doi: 10.35800/bdp.2.3.2014.5699.
- [6] M. Baihaqi, "Sistem Pemberi Pakan Ikan Otomatis Pada Ikan Nila Berbasis Internet Of Thing (IoT)," 2020, [Online]. Available: <http://eprints.uty.ac.id/4856/>
- [7] E. Rohadi *et al.*, "Sistem Monitoring Budidaya Ikan Lele Berbasis Internet Of Things Menggunakan Raspberry Pi," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 6, p. 745, 2018, doi: 10.25126/jtiik.2018561135.
- [8] S. Pradhana, H. Fitriyah, and M. H. H. Ichsan, "Sistem Kendali Kualitas Air Kolam Ikan Nila dengan metode Jaringan Syaraf Tiruan berdasarkan PH dan Turbidity berbasis Arduino Uno," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 10, pp. 4197–4204, 2021, [Online]. Available: <https://terubuk.ejournal.unri.ac.id/index.php/JT/article/view/5198>
- [9] W. H. Siegers, Y. Prayitno, and A. Sari, "PENGARUH KUALITAS AIR TERHADAP PERTUMBUHAN IKAN NILA NIRWANA (*Oreochromis sp .*) PADA TAMBAK PAYAU Willem H. Siegers 1 , Yudi Prayitno 1 dan Annita Sari 1* 1," *J. Fish. Dev.*, vol. 3, no. 11, pp. 95–104, 2019.
- [10] P. D. Karningsih, R. Kusumawardani, N. Syahroni, Y. Mulyadi, and M. S. B. M. Saad, "Automated fish feeding system for an offshore aquaculture unit," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1072, no. 1, p. 012073, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1072/1/012073.
- [11] A. Rofiq H, A. S. Amir, A. Muchtar, and A. A. Rahmansyah, "Rancang Bangun Automatic Fish Feeder Berbasis Arduino," *J. Electr. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 7–13, 2020.
- [12] I. Arditya, T. A. Setyastuti, F. Islamudin, and I. Dinata, "Design of Automatic Feeder for Shrimp Farming Based on Internet of Things Technology," *Int. J. Mech. Eng. Technol. Apl.*, vol. 02, no. 8, pp. 145–151, 2021.
- [13] Supriadi and S. A. Putra, "Perancangan Sistem Penjadwalan Dan Monitoring Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Internet Of Thing," *J. Apl. Dan Inov. Ipteks SOLIDITA*, vol. 5068, no. 2018, pp. 33–41, 2019.
- [14] N. Fath and R. Ardiansyah, "Monitoring System for Automatic Fish Feeder Using NodeMCU Based on Internet of Things," *Techno.Com*, vol. 19, no. 4, pp. 449–458, 2020, doi: 10.33633/tc.v19i4.4051.
- [15] Y. Andriani, "Budidaya Ikan Nila," *Deepublish*, pp. 1–14, 2018.
- [16] P. Lengkap, "Nila," *Dict. Gems Gemol.*, pp. 604–604, 2009, doi: 10.1007/978-3-540-72816-0_15262.
- [17] H. Dullah, M. A. Malek, and M. M. Hanafiah, "Life cycle assessment of Nile Tilapia (*oreochromis niloticus*) farming in Kenyir Lake, Terengganu," *Sustain.*, vol. 12, no. 6, 2020, doi: 10.3390/su12062268.
- [18] M. Salsabila and H. Suprpto, "TEKNIK PEMBESARAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DI INSTALASI BUDIDAYA AIR TAWAR PANDAAN, JAWA TIMUR," *J. Aquac. Fish Heal.*, vol. 7, no. 3, p. 118, 2019, doi: 10.20473/jafh.v7i3.11260.
- [19] United States Agency for International Development (USAID), "Feed Conversion Ratio (FCR)," *USAID Harvest*, no. December, pp. 1–2, 2011.
- [20] Y. Parihar, Sing, "Internet of Things and Nodemcu: A review of use of Nodemcu ESP8266 in IoT products," *J. Emerg. Technol. Innov. Res.*, vol. 6, no. 6, pp. 1085–1086, 2019.
- [21] Y. Efendi, "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.
- [22] N. H. L. Dewi, M. F. Rohmah, and S. Zahara, "Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet of Things (Iot)," *J. Tek. Inform.*, p. 3, 2019.
- [23] M. L. Tsabit, S. J. I. Ismail, and A. Sularsa, "Perancangan Sistem Otomatisasi Pemberian Pakan Kucing Menggunakan Penjadwalan Berbasis Mikrokontroler," *eProceedings ...*, vol. 6, no. 2, pp. 3450–3459, 2020, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/appliedscience/article/download/14059/13799>
- [24] I. P. Yoga, P. Pratama, K. Suar, I. M. Agus, and D. Suarjaya, "Perancangan PH Meter Dengan Sensor PH Air Berbasis Arduino," *Inf. Technol. Study Program, Fac. Eng. Udayana Univ. Study Program, Fac. Eng. Udayana Univ.*, vol. 3, no. 2, 2022.
- [25] U. Syafiqoh, S. Sunardi, and A. Yudhana, "Pengembangan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air dan Tanah Pertanian," *J.*

- Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 3, no. 2, pp. 285–289, 2018, doi: 10.30591/jpit.v3i2.878.
- [26] S. David, Pranata; Cosmas Eko, “Perancangan Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Mikrokontroler,” *J. Comasie*, vol. 3, no. 3, pp. 21–30, 2020.
- [27] R. K. Simbolon, *Rancang bangun otomatisasi pemberian pakan dan pengaturan ph air pada sirkulasi tambak udang berbasis atmega32*. 2020.
- [28] I. Daniwijaya, “Motor DC,” *J. Polban*, vol. 1, no. 1, pp. 1–2, 2015.
- [29] N. Nugroho and S. Agustina, “Analisa Motor Dc (Direct Current) Sebagai Penggerak Mobil Listrik,” *Mikrotiga*, vol. 2, no. 1, pp. 28–34, 2015.
- [30] U. Padjadjaran, “Modul Pelatihan dan Pengembangan Website,” *Direktorat Pelaks. dan Sist. Inf.*, pp. 1–34, 2016.
- [31] M. Ary, “Merancang & Membuat Website,” *Res. Gate*, vol. 2, no. 1, 2018.
- [32] G. Y. Saputra, A. D. Afrizal, F. K. R. Mahfud, F. A. Pribadi, and F. J. Pamungkas, “Penerapan Protokol MQTT Pada Teknologi Wan (Studi Kasus Sistem Parkir Univeristas Brawijaya),” *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 12, no. 2, p. 69, 2017, doi: 10.30872/jim.v12i2.653.
- [33] D. Eridani, K. T. Martono, and A. A. Hanifah, “MQTT performance as a message protocol in an IoT based chili crops greenhouse prototyping,” *2019 4th Int. Conf. Inf. Technol. Inf. Syst. Electr. Eng. ICITISEE 2019*, pp. 184–189, 2019, doi: 10.1109/ICITISEE48480.2019.9003975.