

SISTEM PEMBERI PAKAN OTOMATIS, PH REGULATOR DAN KENDALI SUHU MENGUNAKAN FUZZY LOGIC PADA AQUARIUM

Moh Bagus Pratama^{1*}, Naufal Abdillah²

^{1,2}Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

bagusgaming27@gmail.com^{1*}, naufalabdillah@gmail.com²

Received: 17-07- 2025

Revised: 25-07-2025

Approved: 01-08-2025

ABSTRAK

Akuarium merupakan sebuah ekosistem buatan yang digunakan untuk merawat dan memamerkan beragam jenis ikan dan organisme air, memerlukan perhatian khusus terhadap parameter-parameter kritis seperti suhu air dan tingkat pH guna menjaga kesehatan dan kualitas hidup organisme di dalamnya. Selain itu, memberi pakan secara teratur juga merupakan aspek yang tak terpisahkan dari pemeliharaan akuarium yang berhasil. Mengawasi dan mengatur semua parameter ini adalah tugas yang rumit dan membutuhkan perhatian yang berkelanjutan, menciptakan kebutuhan akan solusi otomatisasi. Penghobi yang tertarik memelihara ikan dan tumbuhan air dalam akuarium sering kali terpukau oleh keindahan ekosistem yang diciptakan, namun menghadapi kesulitan dalam merawatnya. Saat ini, banyak dari mereka terjebak dalam rutinitas yang membuat mereka sering harus meninggalkan rumah, mengakibatkan waktu yang terbatas untuk merawat akuarium mereka. Situasi ini menjadi sebuah tantangan yang nyata bagi para penghobi akuarium. Untuk mengatasi permasalahan ini, konsep Internet of Things diterapkan dalam pembuatan alat kendali dan monitoring yang dikenal sebagai "akuarium pintar." Dalam tugas akhir ini, sebuah sistem telah dikembangkan dan terpasang pada akuarium, memungkinkan pengendalian dan pemantauan dari jarak jauh, memberikan solusi inovatif bagi penghobi yang sibuk. Pemanfaatan teknologi otomatisasi dalam pengelolaan akuarium telah semakin berkembang dalam beberapa tahun terakhir. Penggunaan sistem pemberi pakan otomatis, pengontrol pH, dan kendali suhu menjadi komponen penting dalam menciptakan lingkungan akuarium yang stabil dan seimbang. Penggunaan logika fuzzy dalam mengendalikan parameter-parameter ini dapat membantu dalam meningkatkan kinerja sistem dan memberikan kestabilan jangka panjang yang lebih baik

Kata kunci: Internet Of Things, Pengontrol pH, Tugas Akhir, Pemberi pakan otomatis, Metode Fuzzy Logic

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di Dunia telah mengalami pertumbuhan yang pesat, menghasilkan persaingan yang semakin ketat. Baik yang berkaitan dengan kebutuhan primer maupun sekedar kebutuhan sekunder manusia. Berikut beberapa penelitian yang berhubungan dengan perkembangan teknologi saat ini.

Pada penelitian yang berjudul "Implementasi Sistem Pengaturan Ph Otomatis Terhadap Air Akuarium Ikan Gurami Dengan Media Aquaponik Menggunakan Fuzzy Logic Control" membahas mengenai pemanfaatan media aquaponik untuk mengatasi iklim di Indonesia dengan memberikan control otomatis menggunakan kecerdasan buatan [1]. Dengan memanfaatkan kecerdasan buatan dalam mengendalikan pH untuk memaksimalkan budidaya ikan gurami di Indonesia.

Pada penelitian yang berjudul "Implementasi Fuzzy Mamdani Pada Sistem Automasi Dan Monitoring Ayam Broiler Berbasis Internet Of Things (Iot)" yang membahas mengenai pemanfaatan fuzzy Mamdani sebagai sistem automasi dan monitoring untuk mendukung produktifitas ayam broiler [2]. Dengan memanfaatkan mfuzzy untuk memantau serta monitoring suhu serta kondisi ayam, sama halnya seperti peneliti yang mengatur suhu akuarium menggunakan fuzzy.

Pada penelitian yang berjudul "Pemanfaatan Peltier Sebagai Sistem Pendinginan Untuk Medicine Cooler Box" yang mengeksplorasi penggunaan peltier sebagai sistem

pendingin alternatif yang bersih dan aman pada prototype cooler box untuk keperluan medis. Metode eksperimen digunakan untuk mengamati pengaruh penggunaan radiator dalam menjaga temperatur sisi panas peltier agar tetap pada suhu lingkungan, sehingga memungkinkan sisi dingin mencapai suhu di bawah 0°C, yaitu antara -3 sampai -4°C. Hasil observasi menunjukkan penurunan temperatur yang cepat secara eksponensial hingga mencapai titik terendah, membuktikan bahwa penggunaan radiator efektif dalam memindahkan panas dan meningkatkan kinerja sistem pendingin peltier pada cooler box [3].

Pada penelitian dengan judul **“Sistem Pengatur Suhu Dan PH Air Aquarium Otomatis Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis NodeMCU”**, pada Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem otomatis berbasis metode fuzzy Mamdani guna memantau dan mengatur suhu serta pH air akuarium ikan Guppy secara real-time. Sistem menggunakan sensor DS18B20 dan pH 4502C sebagai input, serta dikendalikan oleh mikrokontroler NodeMCU. Empat pompa DC 12V dan elemen termoelektrik digunakan sebagai aktuator untuk menaikkan/menurunkan suhu serta menguras/mengisi air [4]. Hal ini untuk memaksimalkan perawatan pada ikan guppy dengan memaksimalkan kualitas suhu airnya.

Pada penelitian dengan judul **“Perancangan Alat Pengukur Kualitas Air untuk Pembuatan Es Balok di PT Eskara Jaya Utama Menggunakan Arduino dengan Metode Logika Fuzzy”** yang bertujuan untuk merancang sistem pengukur kualitas air bersih pada industri es balok menggunakan teknologi nirkabel. Sistem dibangun dengan Arduino Nano dan tiga sensor utama, yaitu sensor pH, kekeruhan, dan suhu, yang datanya dikirim ke aplikasi Android melalui Bluetooth HC-05. Proses kendali menggunakan logika fuzzy yang diprogram melalui Arduino IDE dengan bahasa C [5].

Pada penelitian **“Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air pada Kolam Ikan Air Tawar menggunakan Logika Fuzzy berbasis Arduino”**, yang bertujuan untuk merancang sistem kontrol dan monitoring kualitas air kolam ikan air tawar menggunakan metode fuzzy Sugeno, dengan fokus pada parameter suhu dan amonia yang berpengaruh terhadap kelangsungan hidup ikan. Sistem menggunakan sensor suhu DS18B20 dan sensor amonia MQ-135, diolah melalui mikrokontroler untuk menghasilkan keputusan sistem. Untuk meningkatkan potensi kelangsungan hidup ikan itu sendiri [6].

Pada penelitian **“Sistem Pakan Tertakar Otomatis untuk Budidaya Ikan Nila Merah Berbasis IoT”** yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas budidaya ikan nila merah melalui sistem pemberian pakan otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Dengan memanfaatkan Arduino sebagai pusat kendali dengan sensor pH dan suhu untuk memantau kondisi air, sensor timbangan untuk mendeteksi berat pakan, serta RTC untuk penjadwalan waktu. Logika fuzzy diterapkan untuk menyesuaikan takaran pakan berdasarkan kondisi lingkungan, dan informasi dikirim secara real-time ke pengguna melalui aplikasi Blynk [7].

Pada penelitian dengan judul **“Perancangan Alat Pemberi Pakan Otomatis Berbasis Internet of Things pada Budi Daya Ikan Hias”** yang memiliki tujuan merancang alat pemberi pakan otomatis sekaligus sistem pemantauan kolam untuk mendukung efisiensi dan produktivitas budidaya ikan hias. Dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk memantau jumlah pakan, JSN-SR04T untuk mengukur ketinggian air, serta ESP32-CAM untuk pemantauan visual, dan dilengkapi solenoid valve untuk pengendalian air. Kontrol sistem dilakukan melalui aplikasi mobile. Metode kualitatif digunakan untuk merancang alat yang sesuai dengan kondisi lapangan [8].

Pada penelitian dengan judul “Alat Pemberian Pakan Ikan Otomatis Dan Monitoring Kualitas Air Berbasis Iot” mengembangkan alat pemberian pakan ikan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali. Sistem ini menggabungkan mekanik, elektronik, dan algoritma kontrol dengan motor servo MG995 untuk membuka-tutup saluran pakan dan motor DC sebagai pelontar pakan. Alat bekerja secara adaptif sesuai kualitas air yang dipantau secara real-time melalui website, dengan sensor suhu dan pH yang memiliki tingkat akurasi masing-masing sebesar 96,36% dan 89,98%. Pakan akan keluar secara otomatis pada suhu 25–30°C dan pH 6–8, sehingga memudahkan pembudidaya dalam pemberian pakan yang efisien dan terkontrol dari jarak jauh melalui platform IoT [9].

Pada penelitian berjudul “Optimalisasi Timbangan Beras Otomatis menggunakan Arduino IoT Cloud” bertujuan untuk mengoptimalkan sistem timbangan beras otomatis berbasis IoT dengan menggunakan platform Arduino IoT Cloud. Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang terhubung ke internet, menggantikan Arduino Uno pada penelitian sebelumnya. Perangkat keras terdiri dari sensor load cell, LCD touchscreen, servo, dan NodeMCU ESP32, sementara data hasil penimbangan ditampilkan secara real-time melalui Arduino IoT Cloud [10].

Pada penelitian berjudul “Sistem Real Time Captioning Menggunakan ESP-32 Cam Untuk Pemantauan Pertumbuhan Tanaman Hidroponik” menggunakan model Prototype dalam pengembangan sistem monitoring pertumbuhan tanaman hidroponik secara real-time dengan memanfaatkan modul ESP-32 Cam dan teknologi IoT. Sistem mengirimkan data citra tanaman ke database secara berkala melalui koneksi WiFi dengan kekuatan sinyal RSSI -56 dBm yang stabil, dan waktu pengiriman data rata-rata 12,2 detik. Hasil monitoring dapat diakses melalui aplikasi yang menampilkan gambar kondisi tanaman selama masa tanam. Pengujian kualitas gambar menunjukkan hasil yang baik dengan analisis deskriptif berdasarkan posisi kamera, khususnya pada posisi 45°, sehingga sistem ini efektif untuk memantau tanaman dari jarak jauh secara real-time [11].

Memelihara ikan dalam akuarium bukanlah tugas yang mudah. Terdapat berbagai kendala yang harus dihadapi, seperti kewajiban mengganti filter, memberi makan secara teratur, menjaga keseimbangan pH air, dan mengatur suhu air dalam akuarium [4]. Banyak penghobi yang merasa kesulitan dalam merawat akuarium mereka. Seringkali semangat awal mereka memudar seiring berjalannya waktu, karena kesibukan atau pekerjaan yang memaksa pemiliknya meninggalkan kota dan tidak dapat merawat akuariumnya [12]. Kondisi ini umumnya terjadi pada akuarium konvensional atau akuarium tradisional.

Oleh karena itu, berdasarkan jurnal-jurnal yang ada sebelumnya serta permasalahan yang ditemui, penulis berupaya menciptakan sebuah solusi bagi para penghobi akuarium ikan hias atau aquascape, yaitu dengan menciptakan sebuah konsep akuarium pintar atau “smart aquarium.” Akuarium pintar ini akan memanfaatkan teknologi untuk mengatasi beberapa kendala pemeliharaan yang biasanya dihadapi oleh para penghobi akuarium. Konsep smart aquarium ini akan memungkinkan pengendalian dan pemantauan akuarium secara langsung melalui tampilan atau layar, baik secara lokal maupun dari jarak jauh, selama 24 jam sehari, 7 hari seminggu [13]. Untuk mewujudkannya, penulis akan menggunakan perangkat keras seperti Arduino.

Selain itu, akuarium pintar ini akan didukung oleh teknologi IoT (Internet of Things) agar dapat mengotomatisasi berbagai aspek pemeliharaan ikan dan isi akuarium. Dengan pendekatan berbasis IoT, pengguna akan memiliki kemampuan

pemantauan yang lebih real-time, serta kemudahan mengontrol akuarium dari kejauhan [14]. Akuarium juga dapat memberikan informasi langsung kepada pengguna melalui internet. Melalui rancang bangun sistem akuarium pintar yang berbasis IoT ini, diharapkan pengguna akan lebih mudah dalam merawat akuarium tanpa harus terganggu oleh rutinitas sehari-hari mereka [15]. Konsep ini diharapkan mampu menjembatani kesulitan dalam pemeliharaan akuarium, memberikan fleksibilitas dalam pengendalian, dan meningkatkan pengalaman penghobi akuarium dalam merawat ikan hias atau aquascape mereka.

Hobi memelihara ikan dan biota air di dalam akuarium telah menjadi semakin populer di kalangan masyarakat, di mana kegiatan ini tidak hanya berfungsi sebagai sumber hiburan yang menyenangkan dan menenangkan, tetapi juga sebagai alat edukasi yang bermanfaat serta objek penelitian yang menarik. Dengan meningkatnya ketertarikan masyarakat terhadap dunia akuarium, para pemilik merasa terdorong untuk menciptakan kondisi suhu yang optimal dan ideal bagi ikan serta organisme akuatik lainnya agar dapat tumbuh dan berkembang dengan baik [16]. Dalam upaya mencapai tujuan tersebut, terdapat beberapa faktor penting yang harus diperhatikan dengan cermat, termasuk pemberian pakan yang tepat dan seimbang, pengaturan tingkat pH air yang sesuai dengan kebutuhan spesies yang dipelihara, serta pengendalian suhu air yang stabil.

METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi suatu masalah, kemudian dilanjutkan dengan melakukan studi literatur, seperti mengumpulkan data yang relevan dengan penelitian ini dan mengolah berbagai bahan penelitian sehingga menghasilkan sebuah penelitian yang baru [17]. Tahapan berikutnya adalah melakukan Hipotesis terkait dengan perancangan desain, perancangan software, perancangan hardware seperti mencari computer software dan hardware yang dibutuhkan untuk penelitian ini. Setelah membuat rancangan tersebut dilanjutkan dengan pengujian package dan hardware sehingga bisa di integrasi kan menjadi sebuah alat. Tahap berikutnya adalah menganalisis dan membuat kesimpulan penelitian. Berdasarkan alur yang telah tercantum dibawah.



Gambar 1 Alur Metode Penelitian

Rancangan Sistem

Pada gambar dibawah ini merupakan blok diagram dari alat yang akan dikembangkan dan merupakan dasar dari perancangan sistem yang dikembangkan, berdasarkan gambar dibawah ini alat yang dikembangkan memiliki cara kerja seperti berikut. Pertama power supply yang akan menyalakan semua komponen pada alat yang dikembangkan, seperti modul relay serta heater dan peltier (pendingin). Setelahnya esp 32 akan menerima data dari sensor suhu air dan pH air dari DS18B20 dan sensor pH analog, yang akan digunakan sebagai pengecekan apakah perlu adanya penyiraman dengan mengaktifkan relay apabila error suhu terlalu tinggi atau rendah dan memberikan peringatan apabila pH terlalu tinggi atau rendah, selain itu data kelembapan ini juga dikirim ke telegram apabila terdapat komunikasi dan apabila sudah waktunya pemberian pakan maka servo akan terbuka dan loadcell [18] akan mendeteksi berat, apabila sudah mencukupi maka servo tertutup dan servo satunya

4. Modul LoadCell
5. Modul Sensor Suhu Anti Air
6. Modul Sensor Basa Analog
7. Pemanas Air
8. Kipas
9. Peltier

Setelah komponen perangkat keras dirakit, langkah berikutnya adalah merancang program untuk mengendalikan Alat pakan ikan otomatis dan monitoring pH dan suhu menggunakan Arduino IDE. Dengan platform ini, peneliti dapat menulis dan menyusun kode yang mengatur berbagai fungsi, seperti deteksi suhu dan pH melalui sensor, pengaturan fuzzy untuk kontrol pemanas dan peltier, serta komunikasi dengan modul WiFi untuk akses ke telegram. Selain itu, Arduino IDE juga memungkinkan pengunggahan program bootloader ke dalam chip ESP32, yang berfungsi memastikan sistem berjalan stabil dan melakukan inisialisasi dengan benar saat dinyalakan. Program kendali dan bootloader kemudian diunggah ke ESP32 agar alat dapat berfungsi sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan pembuatan sistem ini sebagai langkah-langkah, alat, maupun bahan pendukung untuk pembuatan sistem pemberi pakan otomatis dengan kendali suhu dan monitoring pH air:

Perangkat Keras

Perangkat keras atau komponen – komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan alat ini adalah sebagai berikut:

1. Esp32
2. Esp32 Cam
3. Relay
4. LoadCell
5. Sensor Analog Ph
6. Sensor DS18B20
7. Kipas 12V
8. Heatsink
9. Pemanas (Heater)

Perangkat Lunak

1. Arduino

Platform open-source berbasis mikrokontroler yang digunakan untuk merancang dan mengembangkan perangkat elektronik interaktif. Dengan bahasa pemrograman sederhana dan kompatibilitas dengan berbagai sensor serta modul, Arduino mempermudah pembuatan prototipe otomatisasi dan IoT [19].

2. Telegram

Aplikasi IoT yang memungkinkan kontrol dan pemantauan perangkat keras dari jarak jauh melalui perangkat seluler. Telegram menyediakan bot yang mudah digunakan untuk berkomunikasi dengan perangkat seperti Arduino atau ESP32 [20].

Rankaian Sistem

Sistem ini terdiri dari sensor suhu tahan air, sensor basa, ESP32, driver relay, peltier, heater dan kipas. Sensor mengukur suhu dan basa air, sementara ESP32

memproses data tersebut dan mengontrol relay untuk mengaktifkan atau mematikan peltier dan heater sesuai kebutuhan. Jika suhu air terlalu jauh error dari suhu stabil yang ditentukan, heater atau peltier pendingin akan nyala sampai dengan tingkat stabil tercapai. Dengan teknologi IoT, sistem ini memungkinkan kontrol dan pemantauan jarak jauh secara otomatis. Untuk gambarnya dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 4 Hasil Akhir Perancangan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian, sistem "Pemberi Pakan Otomatis, pH Regulator, dan Kendali Suhu Menggunakan Fuzzy Logic pada Akuarium" berhasil berfungsi dengan baik. Sistem pemberi pakan otomatis menggunakan sensor Load Cell dan servo motor yang mampu menakar pakan secara akurat dalam satuan gram, menjaga pemberian pakan tetap sesuai kebutuhan ikan dan mencegah pencemaran air akibat pakan berlebih.

Sistem kendali pH dengan sensor pH analog mampu memantau tingkat keasaman air secara real-time dan akurat. Hal ini penting untuk menjaga kestabilan lingkungan hidup ikan. Sementara itu, pengendalian suhu menggunakan sensor DS18B20 dan pendingin TEC (Peltier) berbasis logika fuzzy mampu menjaga suhu air tetap stabil dengan fluktuasi minimal sekitar 1%.

Integrasi sistem dengan ESP32 dan Telegram Bot memudahkan pengguna dalam memantau dan mengontrol kondisi akuarium dari jarak jauh secara real-time. Pengguna dapat menerima notifikasi dan melakukan kontrol langsung melalui smartphone, sangat cocok bagi penghobi dengan mobilitas tinggi.

Secara keseluruhan, penerapan metode Fuzzy Logic terbukti efektif dalam menghadapi kondisi lingkungan akuarium yang dinamis. Sistem mampu bekerja secara mandiri, adaptif, dan responsif terhadap perubahan suhu, pH, serta kebutuhan pakan ikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] KURNIA SIWI KINASIH, 'IMPLEMENTASI SISTEM PENGATURAN PH OTOMATIS TERHADAP AIR AKUARIUM IKAN GURAMI DENGAN MEDIA AQUAPONIK MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC CONTROL'.
- [2] N. A. Fahila, S. A. Wibowo, and F. X. Ariwibisono, 'IMPLEMENTASI FUZZY MAMDANI PADA SISTEM AUTOMASI DAN MONITORING AYAM BROILER

- BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)', *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 8, no. 2, 2024.
- [3] E. Yudianto, S. Adiwidodo, and R. N. A. Takwim, 'P-31 PEMANFAATAN PELTIER SEBAGAI SISTEM PENDINGINAN UNTUK MEDICINE COOLER BOX UTILIZATION OF PELTIER AS A COOLING SYSTEM FOR MEDICINE COOLER BOX', *SNITT-Politeknik Negeri Balikpapan 2020*, 2020.
- [4] A. Triavin, D. Putra, and M. Hardjianto, 'Sistem Pengatur Suhu Dan PH Air Aquarium Otomatis Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis NodeMCU', *SKANIKA: Sistem Komputer dan Teknik Informatika*, vol. 6, no. 1, pp. 32–41, 2023, [Online]. Available: https://3.bp.blogspot.com/-o9Op8r3BQKU/WKc5sa_LW6I/AAAAAAAAAFcw/ZnmnCJat-
- [5] V. Herian and D. Lasut, 'Perancangan Alat Pengukur Kualitas Air untuk Pembuatan Es Balok di PT Eskara Jaya Utama Menggunakan Arduino dengan Metode Logika Fuzzy', *JURNAL ALGOR*, vol. 1, no. 1, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.buddhidharma.ac.id/index.php/algor/index>
- [6] Y. Nindra Kristiantya, E. Setiawan, and B. H. Prasetyo, 'Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air pada Kolam Ikan Air Tawar menggunakan Logika Fuzzy berbasis Arduino', *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 6, no. 7, pp. 3145–3154, 2022, [Online]. Available: <http://j-ptiik.uib.ac.id>
- [7] M. R. Nur *et al.*, 'Sistem Pakan Tertakar Otomatis untuk Budidaya Ikan Nila Merah Berbasis IoT', *Journal of Internet and Software Engineering*, vol. 1, no. 4, p. 9, Jun. 2024, doi: 10.47134/pjise.v1i4.2779.
- [8] A. P. Diwiryo and D. A. Wagayana, 'Perancangan Alat Pemberi Pakan Otomatis Berbasis Internet of Things pada Budi Daya Ikan Hias', *SNIV: SEMINAR NASIONAL INOVASI VOKASI*.
- [9] A. Setiawan *et al.*, 'Alat Pemberian Pakan Ikan Otomatis Dan Monitoring Kualitas Air Berbasis Iot', *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, vol. 8, no. 1, p. 215, Feb. 2024, doi: 10.26798/jiko.v8i1.1261.
- [10] J. Habibuddin, M. Alif, R. Halimsyah, and M. A. Arifuddin, 'Optimalisasi Timbangan Beras Otomatis menggunakan Arduino IoT Cloud', *Jurnal Fokus Elektroda : Energi Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Elektronika dan Kendali*, vol. 8, no. 4, 2023, [Online]. Available: <https://elektroda.uho.ac.id/>
- [11] N. Mulya Maulida, M. Yahya, and S. Gunawan Zain, 'Sistem Real Time Captioning Menggunakan ESP-32 Cam Untuk Pemantauan Pertumbuhan Tanaman Hidroponik', *PINISI JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY*, vol. 1, no. 3, 2024.
- [12] A. Allan, P. Syah, K. S. Salamah, and E. Ihsanto, 'Sistem Pemberi Pakan Otomatis, Ph Regulator Dan Kendali Suhu Menggunakan Fuzzy Logic Pada Aquarium', *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercuru Buana*, vol. 10, no. 3, Sep. 2019.
- [13] H. Hariyadi, M. Kamil, and P. Ananda, 'SISTEM PENGECEKAN PH AIR OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR PH PROBE BERBASIS ARDUINO PADA SUMUR BOR', *Rang Teknik Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 340–346, Jun. 2020, doi: 10.31869/rtj.v3i2.1930.
- [14] M. A. Machrudin, S. Winardi, and D. Trisianto, 'Sistem Pendingin Aquarium dan Pemantau Suhu Air Berbasis IOT dengan Protokol MQTT STATUS ARTIKEL', *Surabaya Jurnal Sistem Cerdas dan Rekayasa (JSCR)*, vol. 5, no. 2, pp. 2656–7504, 2023.
- [15] Supriadi and S. Ali Putra, 'PERANCANGAN SISTEM PENJADWALAN DAN MONITORING PEMBERI PAKAN IKAN OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF

- THING', *Jurnal Aplikasi Dan Inovasi Ipteks*, vol. 2, no. 1, 2019.
- [16] M. A. Machrudin, S. Winardi, and D. Trisianto, 'Sistem Pendingin Aquarium dan Pemantau Suhu Air Berbasis IOT dengan Protokol MQTT STATUS ARTIKEL', *Surabaya Jurnal Sistem Cerdas dan Rekayasa (JSCR)*, vol. 5, no. 2, pp. 2656–7504, 2023.
- [17] D. Wijaya and H. Khariono, 'Sistem Pemantauan Suhu Dan Kelembapan Udara Tanaman Janda Bolong', *Jurnal Informatika*, vol. 17, no. 3, pp. 174–180, 2021.
- [18] Suparman, G. Supriyanto, and A. Kumara, 'Rancang Bangun Timbangan Menggunakan Sensor Load Cell dan Mikrokontroler Berbasis Internet of Things (IoT)', *Agricultural Engineering Innovation Journal (AE INNOVATION)*, vol. 2, no. 1, 2024, doi: 10.55180/aei.v2i1.1024.
- [19] D. E. Nadindra and J. C. Chandra, 'Sistem Iot Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Dengan Kontrol Telegram', *Skanika*, vol. 5, no. 1, pp. 104–114, 2022, doi: 10.36080/skanika.v5i1.2887.
- [20] F. Hardyanti and P. Utomo, 'Perancangan Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembapan pada Proses Dekomposisi Pupuk Kompos berbasis IoT', *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, vol. 4, no. 2, pp. 193–201, 2019, doi: 10.21831/elinvo.v4i2.28324.