

SKRIPSI

**SISTEM KONTROL DAN *MONITORING* BUDIDAYA
IKAN NILA BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32 DAN
PLC OMRON CP1E**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I Gede Arya Saputra

NIM. 2115344010

PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2025

ABSTRAK

Budidaya ikan nila sering menghadapi tantangan dalam menjaga kualitas air dan ketepatan pemberian pakan, yang dapat memengaruhi pertumbuhan serta tingkat kelangsungan hidup ikan. Permasalahan seperti fluktuasi suhu, pH, dan TDS yang tidak terkontrol dapat menyebabkan stres pada ikan dan menurunkan produktivitas. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol dan monitoring otomatis untuk budidaya ikan nila berbasis mikrokontroler ESP32 dan PLC Omron CP1E guna meningkatkan efisiensi serta kestabilan pemeliharaan. Sistem dilengkapi sensor suhu (DS18B20), tinggi air (HC-SRF05), TDS, dan pH untuk memantau kualitas air secara real-time. Data dikirim ke *Firestore* dan *Google Spreadsheet*, serta ditampilkan melalui LCD TFT dan aplikasi *mobile* berbasis *Flutter*. Pemberian pakan dilakukan secara otomatis setiap pukul 09.00 dan 15.00, dengan opsi kontrol manual melalui tombol atau aplikasi. Sistem menjaga kualitas air ideal bagi ikan nila, yaitu suhu 25–30 °C, pH 6,5–8,5, dan TDS di bawah 1000 ppm. Jika parameter menyimpang, sistem secara otomatis mengaktifkan *heater* atau *peltier* untuk pengaturan suhu, pompa peristaltik untuk penyesuaian pH, dan *sump filter* yang bekerja terus-menerus. Lampu otomatis menyala pada malam hari untuk mendukung pemantauan. Integrasi PLC Omron CP1E meningkatkan presisi kontrol dan keamanan sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kestabilan suhu dan tinggi air berdampak langsung pada kondisi ikan, mengurangi stres, serta meningkatkan akurasi sistem pemberian pakan sesuai kebutuhan konsumsi.

Kata Kunci: Budidaya ikan nila, kontrol otomatis, *monitoring* kualitas air, ESP32 dan PLC, *Firestore*.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metode Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 Ikan Nila.....	6
2.2.2 ESP32.....	7
2.2.3 PLC Omron CP1E.....	8
2.2.4 Motor <i>Power Window</i>	9
2.2.5 Sensor Ultrasonik	9
2.2.6 Sensor DS18B20	10
2.2.7 Sensor pH	11
2.2.8 Sensor TDS	12
2.2.9 Modul Relay.....	12
2.2.10 LCD TFT 3.5 in.....	14
2.2.11 Blower	14
2.2.12 Pompa Peristaltik.....	15
2.2.13 Pompa Air	16
2.2.14 Pompa Air 12V.....	16

2.2.15 <i>Heater</i>	17
2.2.16 <i>Peltier</i>	17
2.2.17 <i>Power Supply</i>	18
2.2.18 <i>Buck Converter 3A</i>	18
2.2.19 <i>Lampu Tanda</i>	19
2.2.20 <i>Larutan pH down dan ph Up</i>	20
2.2.21 <i>Sump Filter</i>	20
2.2.22 <i>Firebase</i>	21
2.2.23 <i>Spreadsheet</i>	22
2.2.24 <i>Flutter</i>	22
2.2.25 <i>ELCB</i>	23
2.2.26 <i>MCB</i>	23
2.2.27 <i>Surge arrester</i>	24
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Rancangan Sistem	25
3.1.1 Rancangan Hardware	25
3.1.2 Rancangan Software.....	32
3.2 Pembuatan Alat	34
3.2.1 Langkah Pembuatan Alat	34
3.2.2 Alat dan Bahan	35
3.3 Pengujian dan Analisis Hasil Penelitian	37
3.3.1 Pengujian sensor.....	37
3.3.2 Pengujian kualitas air	39
3.3.3 Pengujian Keluaran Pakan	40
3.4 Hasil Yang Diharapkan	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Hasil Implementasi Sistem.....	42
4.2 Implementasi Hardware	42
4.3 Implementasi Software	46
4.3.1 Implementasi program Arduino IDE.....	47
4.3.2 Implementasi Ladder diagram PLC Omron CP1E.....	52
4.3.3 Implementasi Database	54
4.3.4 Implementasi Program Flutter.....	55
4.4 Hasil Pengujian Parameter-parameter yang Diamati	56
4.4.1 Pengujian Parameter Suhu dengan Sensor DS18B20	56

4.4.2	Pengujian Sensor pH	57
4.4.3	Pengujian Sensor TDS	59
4.4.4	Pengujian Sensor Ultrasonik (Tinggi Air)	60
4.4.5	Analisis Akurasi Sensor	62
4.4.6	Hasil Pengujian Kualitas Air.....	62
4.4.7	Pengujian Keluaran Pakan	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		68
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA		69
LAMPIRAN.....		71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ikan Nila	7
Gambar 2. 2 ESP32	8
Gambar 2. 3 PLC Omron CP1E	9
Gambar 2. 4 Motor <i>power window</i>	9
Gambar 2. 5 Ultrasonik HY-SRF05	10
Gambar 2. 6 Sensor DS18B20	11
Gambar 2. 7 Sensor PH	12
Gambar 2. 8 Sensor TDS.....	12
Gambar 2. 9 Modul Relay	13
Gambar 2. 10 LCD TFT 3.5 in.....	14
Gambar 2. 11 <i>Blower</i>	15
Gambar 2. 12 Pompa peristaltik	15
Gambar 2. 13 Pompa <i>submersible</i>	16
Gambar 2. 14 Pompa Air 12V	16
Gambar 2. 15 <i>Heater</i>	17
Gambar 2. 16 Peltier dengan <i>waterblock</i>	18
Gambar 2. 17 <i>Power Supply</i>	18
Gambar 2. 18 <i>Buck Converter</i> 3A	19
Gambar 2. 19 Lampu pilot	20
Gambar 2. 20 Larutan pH up dan pH down	20
Gambar 2. 21 <i>Sump filter</i>	21
Gambar 2. 22 <i>Firebase</i>	22
Gambar 2. 23 <i>Spreadsheet</i>	22
Gambar 2. 24 <i>Flutter</i>	23
Gambar 2. 25 Surge arrester.....	24
Gambar 3. 1 <i>Box Panel</i>	27
Gambar 3. 2 Blok Diagram perancangan perangkat	27
Gambar 3. 3 Wiring diagram perancangan perangkat.....	28
Gambar 3. 4 Rangkaian daya perancangan perangkat	29
Gambar 3. 5 <i>Flowchart</i> sistem	30

Gambar 3. 6 Tampak perspektif depan	31
Gambar 3. 7 Tampak atas.....	31
Gambar 3. 8 Tampak samping kanan.....	32
Gambar 3. 9 Tampak samping Kiri.....	32
Gambar 3. 10 Rancangan <i>database</i> pada <i>spreadsheet</i>	33
Gambar 3. 11 Rancangan <i>database</i> pada <i>firebase</i>	33
Gambar 3. 12 Rancangan aplikasi <i>smartphone</i> dengan <i>flutter</i>	34
Gambar 4. 1 Tampak Depan	43
Gambar 4. 2 Tampak Atas.....	44
Gambar 4. 3 Tampak Belakang.....	44
Gambar 4. 4 Tampak Samping Kanan	45
Gambar 4. 5 Tampak Samping Kiri	45
Gambar 4. 6 Sistem Filtrasi Air (Sump Filter).....	46
Gambar 4. 7 Panel <i>Box</i> Komponen Elektronik	46
Gambar 4. 8 Library ESP32 (1),Library ESP32 (2),Library ESP32 (3)	48
Gambar 4. 9 Konfigurasi WiFi, Spreadsheet dan Firebase.....	48
Gambar 4. 10 Pembacaan data sensor dari ESP32-1	48
Gambar 4. 11 Status air berdasarkan pengolahan data dari nilai parameter	49
Gambar 4. 12 Pengiriman data serial dari ESP32-1.....	49
Gambar 4. 13 Pengiriman data ke Spreadsheet dari ESP32-2	49
Gambar 4. 14 Pengiriman data ke Firebase dari ESP32-1	50
Gambar 4. 15 Logika Kontrol Suhu dan pH pada ESP32-3.....	51
Gambar 4. 16 Logika Kontrol otomatis Lampu dan Pakan	51
Gambar 4. 17 Logika Kontrol untuk Pakan Otomatis pada ESP32-3.....	52
Gambar 4. 18 Logika kontrol untuk pakan Manual pada ESP32-3	52
Gambar 4. 19 Ladder Diagram PLC Omron CP1E Kontrol Budidaya Ikan Nila.....	53
Gambar 4. 20 <i>Database Spreadsheet</i>	54
Gambar 4. 21 <i>Database Firestore</i> pada Firebase	54
Gambar 4. 22 Pengujian Sensor Suhu.....	57
Gambar 4. 23 Pengujian Sensor pH	58
Gambar 4. 24 Pengujian Sensor TDS.....	59
Gambar 4. 25 Pengujian Sensor Ultrasonik untuk Tinggi Air	61
Gambar 4. 26 Pengujian takaran pakan (1)	65

Gambar 4. 27 Pengujian takaran pakan (2)	65
Gambar 4. 28 Pengujian takaran pakan (3)	65
Gambar 4. 29 Pengujian takaran pakan (4)	66
Gambar 4. 30 Pengujian takaran pakan (5)	66
Gambar 4. 31 Pengujian takaran pakan (6)	66

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Keterangan <i>wiring</i> diagram.....	28
Tabel 3. 2 Keterangan pin komponen ke pin ESP32	29
Tabel 3. 3 Keterangan pin komponen ke pin relay	30
Tabel 3. 4 Alat-alat keperluan.....	35
Tabel 3. 5 Komponen/modul.....	35
Tabel 3. 6 Bahan alat budidaya ikan nila	36
Tabel 3. 7 Perangkat lunak yang digunakan	37
Tabel 3. 8 Hasil Pengujian sensor suhu DS18B20.....	38
Tabel 3. 9 Hasil pengujian sensor pH	38
Tabel 3. 10 Hasil pengujian sensor TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>).....	38
Tabel 3. 11 Hasil pengujian sensor ultrasonik untuk tinggi air.....	38
Tabel 3. 12 Pengujian kualitas air	39
Tabel 3. 13 Hasil pengujian keluaran pakan	40
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20	57
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor pH	58
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor TDS.....	59
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik untuk Tinggi Air	61
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Kualitas Air.....	62
Tabel 4. 6 Pengujian Keluaran Pakan	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Budidaya ikan air tawar merupakan sektor perikanan yang berperan penting dalam ketahanan pangan dan perekonomian masyarakat, terutama di daerah Indonesia seperti Bali yang memiliki potensi perairan cukup besar. Dalam beberapa tahun terakhir, budidaya ikan air tawar di Bali mengalami fluktuasi dalam hal produksi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Provinsi Bali (2018), produksi ikan air nila di Kabupaten Badung meningkat dari 108 ton pada tahun 2020 menjadi 205 ton pada tahun 2021, mencerminkan peningkatan sebesar 89.81%. Namun, pada tahun 2022 terjadi penurunan signifikan, dengan produksi ikan air tawar hanya mencapai 78 ton lebih[1]. Fluktuasi ini menunjukkan tantangan yang dihadapi oleh pembudidaya dalam menjaga stabilitas produksi.

Menurut data dari Kepala Dinas Perikanan Badung, Bapak Oka, jenis ikan air tawar yang sering dibudidayakan di Bali meliputi ikan nila, lele, gurami, dan tawes[2]. Ikan nila menjadi salah satu komoditas utama karena memiliki pertumbuhan cepat, ketahanan terhadap penyakit, dan permintaan pasar yang tinggi. Namun, kualitas air menjadi faktor krusial dalam mendukung pertumbuhan dan kesehatan ikan. Penelitian menunjukkan bahwa parameter utama yang mempengaruhi kualitas air adalah suhu, pH, dan *Total Dissolved Solids* (TDS). Suhu ideal untuk ikan air tawar berkisar antara 25°C - 30°C, dengan pH optimal antara 6,5 - 8,5, serta TDS berada di kisaran kurang dari 1000 ppm. Ketidakseimbangan dalam parameter ini dapat menyebabkan stres pada ikan, penurunan nafsu makan, dan bahkan kematian[3].

Sistem budidaya konvensional sering kali mengandalkan pemantauan dan pengelolaan kualitas air secara manual, yang memerlukan waktu dan tenaga kerja intensif. Pembudidaya biasanya menggunakan alat terpisah untuk berbagai fungsi, seperti pemberian pakan otomatis, kontrol pompa, dan pengukuran kualitas air. Pendekatan ini tidak hanya memakan waktu, tetapi juga meningkatkan risiko kesalahan manusia dan ketidakefisienan dalam pengelolaan kolam. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem otomatis yang mampu memantau dan mengontrol kualitas air secara *real-time* untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas budidaya.

Dibandingkan dengan penelitian lain, seperti yang dilakukan oleh Universitas Negeri Padang yang merancang alat untuk memantau kualitas air[4], penelitian ini

menawarkan sistem yang lebih canggih dengan otomatisasi penuh. Penelitian dari Universitas Negeri Padang hanya berfokus pada pengukuran pH, suhu, dan kejernihan air tanpa adanya sistem pengendalian langsung, yang merupakan faktor penting dalam budidaya ikan. Selain itu, penelitian dari IPB University menggunakan teknologi IoT untuk pemberian pakan otomatis, namun tidak mengintegrasikan pemantauan kualitas air secara *real-time*, sehingga kurang memberikan solusi yang komprehensif[5].

Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP32, yang dilengkapi dengan kemampuan konektivitas nirkabel seperti *Wi-Fi* dan *Bluetooth*. Keunggulan ESP32 terletak pada kemampuannya untuk mengelola banyak sensor secara bersamaan, serta kemudahan dalam pengembangan aplikasi berbasis IoT[6]. Dengan memanfaatkan ESP32, sistem ini dapat mengintegrasikan data dari berbagai sensor untuk memantau kualitas air dan melakukan pengendalian langsung terhadap parameter-parameter penting seperti suhu, pH, dan TDS air.

Selain itu, sistem ini juga terintegrasi dengan PLC Omron CP1E (*Programmable Logic Controller*) yang berfungsi sebagai otak pengendalian untuk mengelola perangkat keras seperti pompa, motor, dan sistem pemberian pakan otomatis. PLC memungkinkan pengendalian yang lebih presisi dan responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan[7]. Jika sensor mendeteksi bahwa pH air berada di luar rentang yang diinginkan, PLC dapat secara otomatis mengaktifkan sistem penyesuaian pH untuk menjaga kualitas air, jika suhu tidak sesuai maka sistem akan mengaktifkan *peltier* ataupun *heater* untuk menyesuaikan suhu air hingga suhu yang aman untuk ikan nila.

Sistem ini juga dilengkapi dengan mekanisme pemberian pakan otomatis yang memastikan ikan nila mendapatkan pakan secara teratur dan dalam jumlah yang tepat, mengurangi risiko *overfeeding* yang dapat merugikan kesehatan ikan dan kualitas air. Pakan yang diberikan harus sesuai dengan ukuran bukaan mulut ikan untuk memudahkan ikan makan serta meningkatkan nafsu makan. Pakan yang digunakan untuk ikan berukuran 250 gr. Ikan nila merupakan ikan berusus pendek sehingga pemberian pakan harus dilakukan sedikit demi sedikit. namun, pemberiannya lebih sering dibanding ikan berusus besar. Pemberian pakan harus konsisten dan tidak boleh terlambat[8]. Frekuensi pemberian pakan dalam sehari cukup dua kali, yaitu pada pagi hari (09.00) dan sore hari (15.00). Dengan kombinasi antara ESP32 dan PLC Omron CP1E, sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dalam budidaya ikan, tetapi juga memastikan kesehatan ikan dan kualitas air tetap terjaga melalui pengendalian yang cerdas dan terintegrasi.

Filter yang digunakan pada alat ini berbentuk *sump filter* yang bertujuan menjaga kualitas air dan untuk memaksimalkan fungsi *sump filter*, sistem ini dilengkapi dengan kontrol pH menggunakan pompa peristaltik dan cairan penetral pH. Pompa peristaltik secara otomatis menyesuaikan pH air agar tetap dalam kisaran optimal, menciptakan lingkungan ideal bagi pertumbuhan ikan[6].

Dengan semua komponen ini, sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi yang komprehensif dan efisien bagi para pembudidaya ikan. Dengan demikian, sistem ini berfungsi sebagai solusi "*one-stop control*" untuk budidaya ikan nila, memudahkan pengelolaan dan meningkatkan produktivitas serta keberlanjutan praktik budidaya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini meliputi:

1. Bagaimanakah cara untuk mengontrol dan memonitoring parameter kualitas air, seperti suhu, pH, dan *Total Dissolved Solids* (TDS), dalam sistem budidaya ikan nila?
2. Bagaimanakah cara pemberian pakan secara otomatis dan efisien untuk ikan nila?
3. Bagaimanakah sistem otomatis dapat menjaga kualitas air dengan mengendalikan parameter pH, suhu, dan TDS dalam budidaya ikan nila?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mampu memonitoring dan mengontrol parameter kualitas air dalam budidaya ikan nila menggunakan ESP32 dan PLC Omron CP1E.
2. Mampu memberikan pakan secara otomatis dan efisien.
3. Menghasilkan sistem otomatis yang dapat menjaga kualitas air dengan mengendalikan parameter pH, suhu, dan TDS dalam budidaya ikan nila

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya akan fokus pada budidaya ikan air tawar, dengan jenis ikan yang diteliti adalah ikan nila dengan berat ± 50 gram sebanyak 6 ekor.

2. Sistem yang dikembangkan akan mengintegrasikan monitoring kualitas air, pemberian pakan otomatis, dan kontrol pH, tanpa mencakup aspek lain dari budidaya ikan seperti pemeliharaan fisik kolam atau manajemen penyakit.
3. Parameter kualitas air yang akan dipantau meliputi suhu, pH, dan TDS tanpa mempertimbangkan parameter lain yang mungkin mempengaruhi kualitas air.
4. Penelitian ini akan menggunakan teknologi ESP32 sebagai basis sistem otomasi, Relay dan PLC Omron CP1E sebagai kontrol tanpa membandingkan dengan teknologi lain yang mungkin ada di pasaran.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Meningkatkan efisiensi dan produktivitas budidaya ikan nila di Bali melalui sistem kontrol kualitas air yang terotomatisasi.
2. Mengurangi risiko penurunan kualitas air dan kematian ikan melalui *monitoring* yang akurat dan *real-time*.
3. Memberikan solusi hemat biaya dengan menggunakan *sump filter* dan pompa peristaltik untuk mengontrol pH serta meningkatkan kadar oksigen dalam air.
4. Menyediakan sistem yang dapat dikendalikan dari jarak jauh, memungkinkan pengelolaan kolam yang lebih efektif dan efisien.

1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan perancangan dan implementasi sistem otomasi. Tahapan penelitian meliputi:

1. Studi Literatur: Mengumpulkan data terkait kualitas air dan parameter ideal untuk budidaya ikan air tawar.
2. Perancangan Sistem: Mengintegrasikan sensor pH, suhu, TDS, dan level air dengan ESP32 dengan kontrol menggunakan PLC Omron CP1E.
3. Implementasi: Membangun prototipe sistem di lokasi budidaya ikan air tawar di Bali.
4. Uji Coba dan Evaluasi: Menguji keandalan dan efektivitas sistem dalam memantau dan mengontrol kualitas air serta memberikan pakan secara otomatis, dengan fokus pada penggunaan *sump filter* dan kontrol pH otomatis.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Sistem budidaya ikan nila otomatis berbasis ESP32 berhasil diimplementasikan dengan memisahkan fungsi ke dalam tiga mikrokontroler. ESP32-1 membaca data sensor (suhu, pH, TDS, tinggi air, dan level pakan), ESP32-2 menampilkan data di layar TFT dan mengirim ke Google Sheets, sedangkan ESP32-3 mengontrol aktuator berdasarkan logika otomatis dan manual. Data juga berhasil dikirim ke Firebase dan diproses untuk menentukan status kualitas air.

Sistem kontrol seperti pemanas, pendingin, pompa pH, lampu, dan pakan bekerja responsif sesuai nilai sensor dan waktu. Pengujian sensor menghasilkan nilai error kurang dari 1,3% yang masih termasuk nilai yang dapat di toleransi dan pemberian pakan menghasilkan rata-rata error sebesar 1,23%, menunjukkan sistem bekerja akurat dan stabil.

5.2 Saran

Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambahkan sensor pengukuran oksigen dalam air untuk mengetahui kandungan sebenarnya oksigen dalam air untuk ikan, sensor berat untuk presisi pakan, sistem kuras dan ganti air serta integrasi UPS atau panel surya agar sistem tetap aktif saat listrik padam. Sistem juga dapat diperluas untuk skala tambak dengan kontrol tambahan dari PLC atau cloud monitoring yang lebih lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik Provinsi Bali, “Produksi dan Nilai Produksi Perikanan Budidaya Menurut Kabupaten/Kota dan Komoditas Utama di Provinsi Bali,” 2018, [Online]. Available: <https://bali.bps.go.id/id>
- [2] • Databudidaya, “Statistik Budidaya Ikan Air Tawar.,” 2023, 2023. <https://databudidaya.argocipta.com> (accessed Jan. 17, 2025).
- [3] Deo Sandika, Dewa Gede Semara Edi, and I Made Kawan, “Analisis Kualitas Air pada Kolam Pendederan Benih Ikan Karper (*Cyprinus carpio* L.),” *Gema Agro*, vol. 29, no. 1, pp. 23–32, 2024, doi: 10.22225/ga.29.1.8777.23-32.
- [4] A. Salim and Edidas, “Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Bibit Ikan Nila Menggunakan Algoritma Decision Tree,” *J. Vocat. Tek. Elektron. dan Inform.*, vol. 11, no. 2, pp. 187–195, 2023, [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika/>
- [5] M. R. Nur *et al.*, “Sistem Pakan Tertakar Otomatis untuk Budidaya Ikan Nila Merah Berbasis IoT,” *J. Internet Softw. Eng.*, vol. 1, no. 4, p. 9, 2024, doi: 10.47134/pjise.v1i4.2779.
- [6] Y. A. Saputra, “Perancangan Sistem Kendali Pada Budidaya Ikan Nila Berbasis Mikrokontroler Dan Teknologi Data Logger,” *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 11, no. 2, p. 224, 2022, doi: 10.30591/polektro.v12i1.3747.
- [7] Husnul Alamin Harahap, “Rancang Bangun Sistem Kontrol Kolam Ikan Nila Berbasis Out Seal PLC,” *J. Univers. Tech.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2023, doi: 10.58192/unitech.v2i1.585.
- [8] A. B. Pulungan, A. M. Putra, H. Hamdani, and H. Hastuti, “SISTEM KENDALI KEKERUHAN DAN pH AIR KOLAM BUDIDAYA IKAN NILA,” *Elkha*, vol. 12, no. 2, p. 99, 2020, doi: 10.26418/elkha.v12i2.40688.
- [9] A. Lestari and A. Zafia, “Penerapan Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis Internet Of Things,” *LEDGER J. Inform. Inf. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 17–24, 2022, doi: 10.20895/ledger.v1i1.776.
- [10] I. M. S. Divian, “Sistem otomatis pengemasan minuman dengan plc berbasis iot,” 2024.
- [11] B. Setiawan, S. Styawati, and S. Alim, “Implementasi Sistem IoT Pada Akuakultur Dan Hydroponik (Akuaponik) Modern Untuk Pertumbuhan Ikan Nila,” *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 9, no. 1, pp. 47–53, 2024, doi: 10.30591/jpit.v9i1.5896.

- [12] M. F. Soambaton, D. Djuniadi, and A. H. Al-Azhari, "MONITORING KOLAM IKAN NILA BERBASIS IoT DENGAN SENSOR AMONIA, SUHU, KETINGGIAN, DAN PH," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 2, pp. 919–926, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i2.4021.
- [13] A. Munandar, N. D. M. Veronika, D. Abdulllah, and E. Sahputra, "Perancangan Miniatur Mesin Pengisi Cairan Otomatis Menggunakan ESP32 Berbasis IOT (Internet of Things)," *Komitek*, vol. 3, no. 1, pp. 69–78, 2023.
- [14] I. Rizqi and J. Iskandar, "Sistem Monitoring Volume Bahan Bakar Minyak Untuk Kendaraan Bermotor Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Sensor Ultrasonik HY-SRF05 (Studi Kasus Pada Perusahaan Travel Narashansha Transportation)," vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2024.
- [15] I. K. A. Widianara, K. A. Yasa, I. G. Putu, and M. Eka, "Sistem Monitoring dan Kontrol Suhu Air pada Akuarium Pendahuluan Metode Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental untuk menguji sistem yang dirancang baik," pp. 1–7, 2015.
- [16] F. Chuzaini and Dzulkiflih, "IoT Monitoring Kualitas Air dengan Menggunakan Sensor Suhu , pH , dan *Total Dissolved Solids* (TDS)," *J. Inov. Fis. Indones.*, vol. 11, no. 3, pp. 46–56, 2022.
- [17] N. N. Harmanto, *Pengendalian pH pada Kebun Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT)*. 2019. [Online]. Available: https://repository.its.ac.id/69664/%0Ahttps://repository.its.ac.id/69664/1/10311600000043_non_degree.pdf
- [18] G. Imaduddin and A. Saprizal, "Otomatisasi Monitoring Dan Pengaturan Keasaman Larutan Dan Suhu Air Kolam Ikan Pada Pembenihan Ikan Lele," *J. Sist. Informasi, Teknol. Inform. dan Komput.*, vol. 7, no. 2, pp. 28–35, 2017, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/just-it/article/view/1064>
- [19] M. S. Anwar, "Perancangan Aplikasi Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Nila Berbasis Iot Menggunakan Android Studio," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 11, no. 2, p. 175, 2022, doi: 10.30591/polektro.v12i1.3748.
- [20] S. W. Anggoro, "APLIKASI RUKUN WARGA BERBASIS ANDROID DENGAN FRAMEWORK FLUTTER," vol. 15, no. 1, pp. 260–272, 2024.