

Teknologi Pemberian Nutrisi Ikan Lele dan Tanaman Kangkung pada Sistem Aquaponik Menggunakan Teknologi IoT

Aldo Pramana^{*1}, Ernando Rizki Dalimunthe², Styawati³

¹Teknik Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia, Indonesia

²Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia, Indonesia

³Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia, Indonesia

Email: ¹aldopramana684@gmail.com, ²ernando_rizki_dalimunthe@teknokrat.ac.id,
³styawati@teknokrat.ac.id

Abstrak

Dalam budidaya ikan lele, masalah utama dalam sistem akuaponik adalah tingginya tingkat stres akibat ketidakstabilan pH dan suhu air. Kondisi ini mengganggu metabolisme ikan, menurunkan nafsu makan, dan berdampak negatif pada kesehatan ikan serta keseimbangan nutrisi tanaman, yang berujung pada ketidakseimbangan ekologi. Saat ini, banyak petani hanya mengandalkan firasat dalam memantau kondisi kolam, sehingga sulit mendeteksi perubahan pH, suhu, dan nutrisi dengan cepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan kualitas air otomatis berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan platform ThingSpeak untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan akuaponik. Sistem ini juga mencakup pemberian pakan otomatis yang dikendalikan oleh servo dan RTC untuk mengurangi beban kerja petani. Metode yang digunakan adalah metode prototipe, yang mencakup perancangan, implementasi, dan pengujian sistem. Alat yang digunakan terdiri dari ESP32, Arduino, sensor pH, sensor warna TCS3200, sensor suhu DS18B20, buzzer, dan servo. Pengujian dilakukan dengan mengukur akurasi sensor dalam membaca parameter air dan membandingkannya dengan alat standar. Hasil uji coba menunjukkan bahwa ketiga sensor berhasil mengirim data ke ThingSpeak dan menampilkannya pada LCD. Suhu terendah tercatat 27,10°C pada musim hujan dan tertinggi 29,32°C pada musim panas, menegaskan pentingnya pemantauan suhu kolam secara berkelanjutan. Penelitian ini berkontribusi dalam meningkatkan efisiensi budidaya akuaponik dengan menyediakan sistem pemantauan otomatis yang lebih akurat dan praktis bagi petani.

Kata kunci: *akuaponik, arduino, Internet of Things (IoT), pemantauan kualitas air, sensor suhu, ThingSpeak.*

Technology for Providing Nutrition to Catfish and Water Spinach in Aquaponic Systems Using IoT

Abstract

In catfish farming, the main problem in aquaponic systems is the high level of stress due to the instability of pH and water temperature. These conditions disrupt the fish's metabolism, reduce their appetite, and negatively impact the health of the fish as well as the nutritional balance of the plants, leading to ecological imbalance. Currently, many farmers rely solely on intuition to monitor pond conditions, making it difficult to quickly detect changes in pH, temperature, and nutrients. This research aims to develop an automated water quality monitoring system based on the Internet of Things (IoT) using the ThingSpeak platform to enhance the efficiency and sustainability of aquaponics. This system also includes automatic feeding controlled by a servo and RTC to reduce the farmers' workload. The method used is the prototype method, which includes the design, implementation, and testing of the system. The tools used consist of ESP32, Arduino, pH sensor, TCS3200 color sensor, DS18B20 temperature sensor, buzzer, and servo. The testing was conducted by measuring the accuracy of the sensors in reading water parameters and comparing them with standard equipment. The test results show that all three sensors successfully transmitted data to ThingSpeak and displayed it on the LCD. The lowest temperature recorded was 27.10°C during the rainy season and the highest was 29.32°C during the summer, emphasizing the importance of continuous pond temperature monitoring. This research contributes to improving the efficiency of aquaponic farming by providing a more accurate and practical automatic monitoring system for farmers.

Keywords: *aquaponics, Arduino, Internet of Things (IoT), water quality monitoring, temperature sensor, ThingSpeak.*

1. PENDAHULUAN

Tingkat stres yang tinggi akibat ketidakstabilan pH dan suhu air merupakan masalah utama dalam budidaya ikan lele, karena dapat mengganggu nafsu makan dan metabolisme ikan[1][2]. Hal ini berdampak negatif pada kesehatan ikan dan menyebabkan ketidakseimbangan ekologi dalam sistem budidaya. Saat ini, banyak petani masih mengandalkan intuisi untuk memantau kondisi kolam, sehingga kesulitan dalam mendeteksi perubahan suhu, pH, dan kadar nutrisi secara cepat dan akurat[3]. Akibatnya, kualitas air yang buruk sering terabaikan, mengakibatkan tingginya angka kematian ikan lele[4][5]. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan pH, suhu air, dan kadar nutrisi yang otomatis dan real-time untuk menjaga keseimbangan ekologi dan meningkatkan kesehatan ikan[6].

Kemajuan teknologi telah mendorong evolusi strategi penyediaan pangan[7], termasuk penerapan sistem akuaponik yang menggabungkan akuakultur dan hidroponik[8]. Sistem ini memanfaatkan limbah metabolisme ikan sebagai nutrisi bagi tanaman[4], sementara tanaman membantu memurnikan air yang kembali ke kolam ikan[9]. Jika dibandingkan dengan teknik bertani tradisional, sistem akuaponik ini berpotensi menurunkan konsumsi air secara drastis[10], dapat meningkatkan efektivitas penggunaan nutrisi[11]. Dengan menjaga air murni dan bebas kontaminan, sistem akuaponik meningkatkan kesehatan kolam dan ikan[12]. Namun, tantangan dalam menjaga stabilitas pH dan suhu air, serta efisiensi pemberian pakan, masih menjadi kendala utama dalam optimalisasi sistem ini[13][14].

Penelitian ini dilaksanakan di budikdamber lingkungan Tanjung Senang Tj. Kecamatan Senang, Kota Bandar Lampung yang masih dijalankan dengan tangan menggunakan teknik pertanian tradisional dan berjuang keras menjaga kesehatan ikan dan tanaman karena kesibukan sehari-hari[15].

Octavia dkk menunjukkan pada penelitian sebelumnya bahwa penggunaan sensor warna untuk menentukan tingkat kesuburan sayuran berdasarkan nilai warna cukup berhasil. Selain itu[16], Pratomo dkk menemukan bahwa sensor pH air merupakan alat yang berguna untuk melacak perubahan kualitas air, khususnya pada budidaya ikan di Desa Jejangkit, Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan[12]. Selanjutnya, Setiawan dkk menggunakan Metode Akuaponik Berbasis Arduino di Kampung Kandri untuk menunjukkan kemandirian Sistem Perawatan Tanaman Cabai rawit dan Lele[17][10], sehingga petani dapat menggunakan teknologi untuk mengurangi pekerjaan fisik. Untuk mengoptimalkan konsumsi daya pada pompa air dalam sistem aquaponik[9][18], Rozie dkk menyarankan penerapan metode Fuzzy Inference System (FIS) dengan menggunakan suhu dan kadar amonia sebagai faktor penentunya[19]. Berdasarkan hasil tersebut, dapat dikatakan bahwa penerapan sistem otomatis dan teknologi sensor sangat meningkatkan produktivitas dan kualitas di sejumlah bidang pertanian, termasuk produksi ikan dan sayuran.

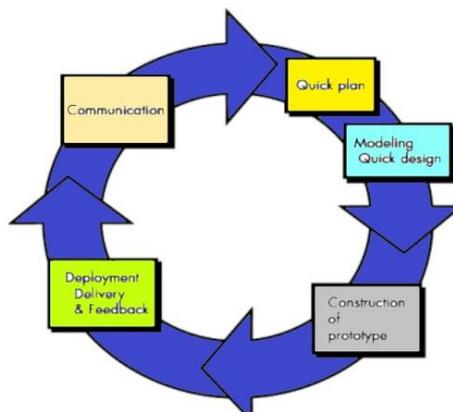
Berdasarkan penelitian Wijaya & Widodo dkk, mereka telah mengembangkan alat pemberi pakan ikan otonom yang memastikan ikan mendapatkan nutrisi optimal. Petani tidak perlu lagi mendistribusikan pakan secara manual, karena alat ini memungkinkan penjadwalan waktu pemberian pakan[14]. Karena keseimbangan kotoran ikan dapat dipertahankan dengan pemberian pakan yang terencana, maka integrasi teknologi ini dengan sistem akuaponik sangat tepat[12][20]. Tanaman dalam sistem aquaponik memanfaatkan limbah sebagai sumber nutrisi, mendukung pertumbuhan subur dan menjadikan budidaya lebih efektif dan berkelanjutan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) untuk budidaya ikan lele. Misalnya, penggunaan sensor pH dan suhu yang datanya dikirim ke platform IoT untuk memantau kondisi air secara real-time. Namun, penelitian tersebut memiliki keterbatasan, seperti kurangnya integrasi sensor warna untuk memantau kesehatan tanaman dan belum adanya sistem pemberian pakan otomatis yang terjadwal. Selain itu, beberapa sistem masih bergantung pada sumber listrik konvensional tanpa mempertimbangkan efisiensi energi melalui penggunaan tenaga surya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan kualitas air dan pemberian pakan otomatis berbasis IoT yang lebih komprehensif. Sistem ini akan memantau pH, suhu air, dan warna tanaman secara real-time menggunakan sensor yang terintegrasi dengan platform ThingSpeak. Selain itu, sistem ini akan dilengkapi dengan mekanisme pemberian pakan otomatis yang dikendalikan oleh servo dan RTC, serta memanfaatkan sumber energi hibrida dari listrik PLN dan tenaga surya untuk meningkatkan efisiensi energi. Dengan demikian, diharapkan sistem ini dapat membantu petani dalam mengurangi risiko kematian ikan, meningkatkan kesehatan tanaman, dan mengoptimalkan keseimbangan ekologi dalam budidaya akuaponik.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode prototipe yang merupakan suatu pendekatan yang dapat digunakan dalam pengembangan perangkat untuk menghasilkan pengembangan iteratif. Proses dimulai dengan mengumpulkan kebutuhan dari pengguna, khususnya pengguna.



Gambar 1. Metode prototype

Sistem akuaponik berbasis Internet of Things sedang dikembangkan, dengan langkah selanjutnya menyusun rancangan untuk evaluasi sebelum produksi. Prototipe ini bukan final, melainkan entitas yang perlu disesuaikan. Perubahan dapat terjadi selama pembuatan prototipe untuk memenuhi kebutuhan pengguna dan memberikan pemahaman lebih kepada pengembang tentang kebutuhan tersebut[6]. Dapat dilihat pada Gambar 1 diatas.

2.1. Kajian Teori

2.1.1. Aquaponik

Aquaponik adalah sistem pertanian berkelanjutan yang menggabungkan akuakultur dan hidroponik dalam lingkungan simbiosis. Limbah hewan dalam akuakultur konvensional dapat meningkatkan toksisitas jika tidak dikeluarkan. Namun, dalam aquaponik, limbah disalurkan ke tanaman dan diuraikan menjadi nitrat dan nitrit melalui siklus nitrogen, sehingga tanaman dapat menggunakannya sebagai sumber nutrisi. Air yang sudah dimurnikan kemudian kembali ke sistem akuakultur[21].

2.1.2. Biofilter

Biofilter merupakan suatu sistem yang menggunakan mikroorganisme untuk menguraikan zat organik dan zat berbahaya dalam air menjadi bentuk yang lebih aman bagi organisme hidup. Dalam konteks akuaponik, biofilter bertugas mengubah limbah nitrogen yang dihasilkan oleh ikan (berupa amonia) menjadi bentuk yang lebih aman seperti nitrat, yang dapat diserap oleh tanaman sebagai sumber nutrisi, dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Biofilter media bio rings dan bioball

2.1.3. Sensor Warna TCS3200

Sensor warna TCS3200 adalah perangkat terprogram yang memiliki 64 photodiode untuk mendeteksi intensitas cahaya warna objek, dilengkapi filter frekuensi sebagai transduser yang mengubah arus menjadi frekuensi. Sensor ini menggunakan lensa fokus untuk meningkatkan akurasi dengan jarak pembacaan sekitar 2 mm. TCS3200 dapat membaca empat mode warna merah, hijau, biru, dan clear dari 64 photodiode yang terbagi menjadi empat sektor, masing-masing dengan 16 photodiode[22]. Dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Sensor warna TCS3200

2.1.4. Sensor pH Meter

Sensor pH Meter adalah suatu perangkat yang digunakan untuk menentukan tingkat asam atau basa dalam suatu larutan[23]. Dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini .



Gambar 4. Sensor pH meter

2.1.5. Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah perangkat pengukur suhu digital yang akurat hingga 0,5°C dalam rentang - 10°C hingga +85°C. Berbeda dengan sensor konvensional yang memerlukan ADC dan beberapa pin, DS18B20 hanya membutuhkan satu kabel (1 wire) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler tanpa ADC tambahan[24]. Dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Sensor suhu DS18B20

2.1.6. RTC Ds3231

Sensor RTC (*Real Time Clock*) adalah chip jam elektronik yang menghitung waktu dengan akurat mulai dari detik. Perangkat ini menyimpan data waktu secara real-time dan mengeluarkannya melalui antarmuka sistem setelah perhitungan selesai[25]. Dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. RTC DS3231

2.1.7. Nodemcu ESP 32

Mikrokontroler ESP32, yang diperkenalkan oleh Espressif Systems, merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Perangkat ini telah dilengkapi dengan modul WiFi terintegrasi di dalam chip, memungkinkan pengembangan sistem aplikasi *Internet of Things* dengan lebih baik[26]. Dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Nodemcu ESP32

2.1.8. Motor Servo

Motor servo adalah jenis motor dengan sistem umpan balik tertutup yang terus-menerus mengembalikan posisi ke rangkaian kontrol. Komponen motor ini meliputi mesin, roda gigi, potensiometer, dan rangkaian kontrol[27]. Dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Motor servo

2.1.9. Mikrokontroler Arduino

Arduino Uno merupakan papan pengendali mikro yang menggunakan sumber terbuka dan didasarkan pada mikrokontroler Microchip ATmega328P. Dapat dilihat pada Gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Arduino Uno

2.1.10. Buzzer High Quality

Buzzer adalah komponen elektronik yang menghasilkan bunyi atau bip, mengubah sinyal listrik menjadi suara sebagai perangkat output[28]. Dapat dilihat pada Gambar 10 di bawah ini



Gambar 10. Buzzer

2.1.11. LCD 16x2

LCD 16x2 merupakan salah satu jenis layar elektronik yang dibuat dengan teknologi logika CMOS dan dalam penelitian ini dimanfaatkan untuk menampilkan informasi system[9]. Dapat dilihat pada Gambar 11 di bawah ini.



Gambar 11. LCD 12C

2.1.12. Internet of Things

Internet of Things (IoT) merupakan konsep dalam perkembangan internet yang memungkinkan objek atau perangkat saling berinteraksi melalui jaringan internet[29]. IoT juga merupakan konsep di mana suatu objek memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi langsung antara manusia ke manusia atau manusia ke komputer[30].

2.1.13. Thingspeak

Thingspeak adalah fitur IoT untuk mengirim data jarak jauh melalui cloud. Web digunakan sebagai input, NodeMCU sebagai pemroses data, dan perangkat ethernet menghubungkan NodeMCU ke internet, menciptakan jembatan antara jaringan komputer dan server cloud *Thingspeak*[31]. Dapat dilihat pada Gambar 12 di bawah ini



Gambar 12. *Thingspeak*

2.2. Proses Pengambilan dan Pengolahan Data

Proses pengambilan data dilakukan secara real-time menggunakan sensor yang telah terintegrasi dengan sistem IoT. Data yang dikumpulkan meliputi pH air, suhu air, dan warna tanaman yang dikirim ke platform Thingspeak untuk dianalisis. Pengolahan data dilakukan menggunakan algoritma yang telah diprogram dalam

Arduino IDE, di mana data dibandingkan dengan nilai ambang batas untuk menentukan tindakan yang diperlukan, seperti penyesuaian pH atau pemberian pakan otomatis.

2.3. Pengujian Komparatif

Pengujian komparatif dilakukan untuk membandingkan keakuratan sensor yang digunakan dengan alat ukur standar.

- Jumlah eksperimen: Dilakukan sebanyak 10 kali dalam kondisi lingkungan yang berbeda.
- Frekuensi pengambilan data: Setiap 30 menit selama 7 hari.
- Alat ukur yang digunakan: pH meter laboratorium, termometer digital, dan spektrofotometer warna untuk validasi data dari sensor TCS3200.
- Parameter yang diuji: Keakuratan sensor pH, sensor suhu, serta efektivitas sistem pemberian pakan otomatis dibandingkan dengan metode manual.

2.4. Perancangan Sistem

Perancangan sistem sangat penting dalam pembuatan alat karena menjadi dasar sebelum implementasi. Ini menentukan keberhasilan alat dan meliputi tahap pembuatan diagram alur hingga pemilihan komponen. Jika semua tahap dijalankan sesuai standar, hasilnya akan sesuai harapan; jika ada yang terlewat, hasilnya mungkin tidak maksimal.

2.5. Desain Alat

Desain alat merupakan representasi visual dari arsitektur alat yang dibuat, digunakan untuk memahami struktur fisik dari sistem yang direncanakan. Tujuan dari desain alat adalah memberikan gambaran mengenai bentuk alat yang akan dirancang, bertindak sebagai panduan dalam proses pembuatan alat. Desain alat yang menjadi fokus penelitian penulis dapat ditemukan pada Gambar 13 di bawah ini.



Gambar 13. Desain alat

Dari Gambar 13 desain alat dapat dijelaskan fungsi dan jenis sensor yang dipakai pada Tabel 1 dibawah ini:

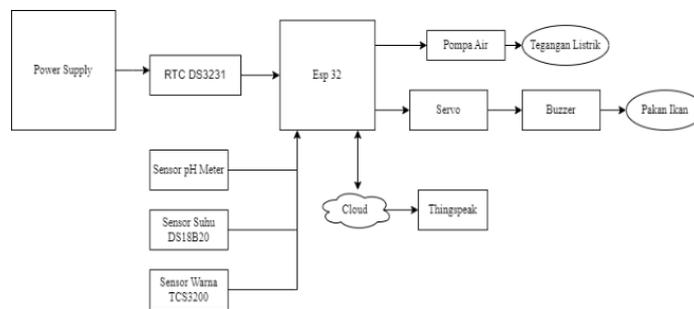
Tabel 1. Sensor yang dipakai

No	Jenis sensor	Fungsi
1	Sensor warna TCS3200	Fungsi TCS3200 dapat membaca empat mode warna merah, hijau, biru, dan clear dari 64 photodiode yang terbagi menjadi empat sektor, masing-masing dengan 16 photodiode.
2	Sensor RTC (<i>Real Time Clock</i>)	untuk menjaga keakuratan waktu, mengatur waktu, dan menyediakan fungsi alarm dan interupsi.
3	Sensor suhu DS18B20	mendeteksi dan mengukur suhu dengan ketelitian +/- 0,5°C dalam rentang -55°C hingga 125°C.
4	Sensor pH Meter	mengukur tingkat asam-basa dalam aquaponik yang kita buat.

Sistem monitoring aquaponik ini menggunakan RTC DS3231 untuk mengatur jadwal pakan, dengan buzzer sebagai indikator efektivitas servo pemberi pakan. Terdapat tiga sensor: TCS3200 untuk memeriksa nutrisi nitrifikasi, DS18B20 untuk suhu air, dan pH meter untuk kadar asam basa. Data dari sensor dikirim ke cloud *Thingspeak*.

2.6. Diagram Blok

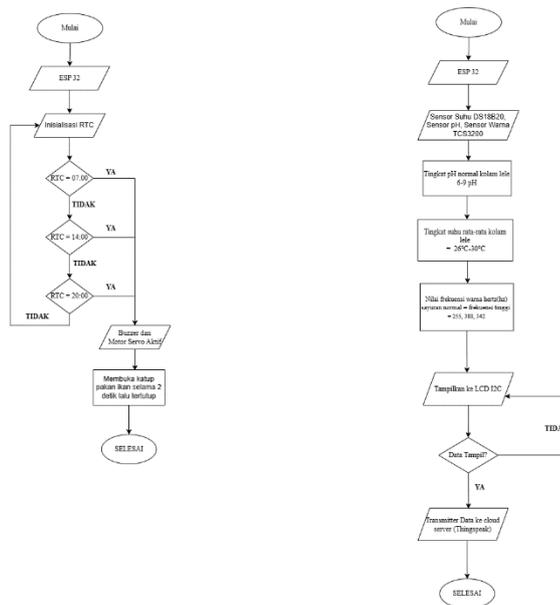
Blok diagram adalah representasi visual yang menunjukkan hubungan dan interaksi antar komponen dalam suatu sistem atau proses. Komponen utama digambarkan dengan bentuk geometris, seperti kotak, sementara garis atau panah menunjukkan hubungan antar komponen. Blok diagram mempermudah pemahaman aliran informasi atau fungsi di dalam sistem. Alur membaca diagram blok dibawah adalah Power supply dihidupkan, lalu RTC berfungsi menjadwalkan sistem pada Esp 32 untuk mengaktifkan servo pada sistem pakan ikan otomatis dengan bersamaan pompa air menyala. Lalu ketiga sensor memberi masukan/input untuk dikirim kan ketiga datanya melalui cloud kemudian berproses ke thingspeak Rincian blok diagram yang dijelaskan dapat ditemukan pada Gambar 14.



Gambar 14. Diagram blok

2.7. Flowchart

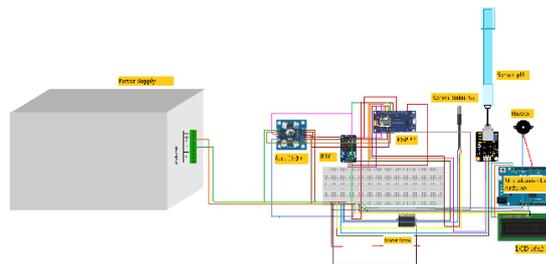
Flowchart adalah diagram yang menggambarkan alur kerja atau algoritma suatu proses, terdiri dari simbol-simbol langkah yang dihubungkan garis. Flowchart memandu penulis dalam menetapkan urutan langkah untuk dieksekusi oleh mikrokontroler. Alur kerja sistem ini dimulai dengan inisialisasi perangkat keras dan pengambilan data dari sensor suhu, pH, dan warna air kolam secara berkala. Data ini kemudian dibandingkan dengan nilai ambang batas yang telah ditentukan. Jika kondisi air sesuai, sistem akan mengaktifkan pompa dan membuka katup pakan. Selain itu, data juga akan ditampilkan pada LCD dan dikirim ke cloud server untuk pemantauan jarak jauh. Sistem ini dirancang untuk menjaga kualitas air kolam tetap optimal dan memudahkan pembudidaya dalam mengelola kolam lele. Berikut ini adalah Gambar 15 flowchart alat yang saya gunakan sebagai referensi dalam penelitian ini :



Gambar 15. Flowchart alat

2.8. Rangkaian Skematik Alat

Dibawah ini rangkaian skematik dari keseluruhan alat yang akan digunakan bertujuan untuk meminimalisir kesalahan dalam pemasangan komponen dan dapat mempermudah pengujian sistem. Berikut ini rangkaian skematik alat terdapat pada Gambar 16.



Gambar 16. Desain skematik alat

2.9. Implementasi

Setelah berhasil mengumpulkan bahan dan alat, langkah berikutnya adalah melaksanakan implementasi pada alat yang telah dibuat. Pada fase ini, hasil perancangan yang telah disusun akan diaplikasikan menjadi sistem yang sesungguhnya. Implementasi dilaksanakan melalui dua tahap, yakni implementasi pada perangkat lunak dan implementasi pada perangkat keras.

2.9.1. Implementasi Perangkat Lunak

Penelitian ini melibatkan penyimpanan program ke Arduino Uno dan NodeMCU ESP32 menggunakan Arduino IDE dengan bahasa C. Setelah kompilasi untuk memeriksa kesalahan, program diunggah ke perangkat, yang kemudian mengirim data sensor ke Thingspeak untuk analisis. Langkah ini memastikan keberhasilan implementasi program dan transfer data sensor ke *Thingspeak*.

2.9.2. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras adalah tahap akhir dalam perancangan sistem akuaponik ini, di mana seluruh sensor dan komponen dipasang sesuai skematik alat. Sensor yang dipasang meliputi pH meter, TCS3200, dan DS18B20, sementara komponen lainnya termasuk ESP32, RTC DS3231, dan power supply. Setelah pemasangan selesai, instalasi sistem teknologi akuaponik dilakukan sesuai rancangan yang telah disiapkan.

2.10. Pengujian Alat

Pada penelitian ini pengujian alat akan menggunakan pendekatan black box testing, dimana pada tahap ini penulis menguji perangkat keras tanpa memiliki pengetahuan tentang detail internal atau desain perangkat keras. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa perangkat keras berfungsi sesuai dengan spesifikasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Perancangan Sistem Teknologi Aquaponik

Hasil uji coba alat yang telah dirancang, termasuk pembahasan mengenai kesesuaian implementasi dengan data yang dibutuhkan. Langkah awalnya adalah melakukan pengujian pada beberapa komponen.



Gambar 17. Hasil perancangan alat

Gambar 17 menunjukkan perancangan alat penelitian yang berfungsi sebagai pusat mikrokontroler dan ESP32. Sistem pemberi nutrisi akuaponik ini menggunakan sensor buzzer, suhu air, pH, dan TCS3200. Saat hotspot aktif, ESP32 terhubung ke internet dan mengirim data sensor ke Thingspeak, yang juga ditampilkan pada LCD I2C. Pemberian pakan ikan dijadwalkan pada pukul 07:00, 12:00, dan 17:00.

3.2. Pengujian Sensor pH dan Suhu dari Aquaponik

Pengujian sensor pH dilakukan dengan mengukur dan mendeteksi air pada kolam aquaponik. Berikut gambar cara mengukur pH air dan suhu air dibawah ini.



Gambar 18. Pengujian sensor pH



Gambar 19. Pegujian sensor suhu dan pH

Pada Gambar 18 adalah dari hasil pengukuran sensor pH dari percobaan pertama, sensor pH diuji dan pada Gambar 19 untuk percobaan kedua sensor dari suhu dan pH dilakukan pada kondisi saat air keruh. Berikut gambar hasil pembacaan kedua sensor diatas.



Gambar 20. Hasil pembacaan nilai pH dan suhu

Dari hasil pembacaan Gambar 20 di atas, nilai pH dan suhu ditunjukkan pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil pembacaan nilai pH dan suhu

Nilai pH	Nilai Suhu
6.87	28.31

Dalam pemantauan uji coba kualitas dan suhu air, ini memungkinkan anda untuk mengidentifikasi perubahan dalam tingkat keasaman atau kualitas air pada sensor pH meter dan suhu pada sensor suhu.

3.3. Uji Coba Analisis Suhu Air Pada Kolam Akuaponik

Pengukuran dilakukan untuk mengetahui berapa perkembangan suhu air dan diperlukan nilai suhu yang efektif untuk kolam ikan karena pergantian cuaca yang tidak memadai. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis suhu

No	Tanggal	Waktu	Suhu
1	28-05-2024	08:51	29.25
2	28-05-2024	10:02	29.38
3	28-05-2024	13:42	29.45
4	28-05-2024	15:20	29.20
5	28-05-2024	17:40	29.01
6	29-05-2024	09:35	29.18
7	29-05-2024	10:25	29.32
8	07-06-2024	18:37	27.10
9	08-06-2024	14:05	27.22
10	08-06-2024	15:08	27.17
11	08-06-2024	17:15	28.31
12	19-06-2024	06:25	27.69

Tabel di atas mencatat analisis suhu air dalam kolam ikan pada berbagai waktu dan tanggal untuk memantau perubahan suhu dalam sistem akuaponik. Data ini memberikan informasi tentang fluktuasi harian dan jangka panjang yang mempengaruhi kesehatan ikan dan pertumbuhan tanaman. Selain itu, tabel ini membantu memonitor efisiensi pengaturan suhu, memastikan suhu tetap optimal bagi biota akuaponik.

3.4. Pengujian Keefektifan Pada Sistem Feeding Fish

Sistem akuaponik dengan memberi pakan ikan otomatis yang dilakukan 3 kali sehari. Sistem ini memberi pakan pada waktu 07:00 pagi, kedua pada waktu 12:00 siang, dan ketiga pada waktu 17:00 sore. Untuk mengetahui

seberapa efektif ini akan dilakukan pada 50 ekor lele pada kolam akuaponik. Tabel 4 dibawah ini merupakan hasil data waktu pemberian pakan ikan otomatis.

Tabel 4. Pengujian servo *feed fish*

No	Waktu	Servo	Indikator
1	07:00:10 WIB	Terbuka	Buzzer Berbunyi
2	07:00:12 WIB	Tertutup	Buzzer Nonaktif
3	12:00:10 WIB	Terbuka	Buzzer Berbunyi
4	12:00:12 WIB	Tertutup	Buzzer Nonaktif
5	17:00:10 WIB	Terbuka	Buzzer Berbunyi
6	17:00:12 WIB	Tertutup	Buzzer Nonaktif

3.5. Pengukuran Sensor Warna TCS3200 Pada Tanaman Kangkung

Terdapat 2 buah sensor yang dilakukan untuk pengujian terhadap tanaman kangkung pada aquaponik, untuk mendapatkan hasil efektif jarak antar sensor dengan tanaman harus didekatkan. Terdapat nilai RGB pada sistem sensor ini yang dimana diantara nilai. *Green* yang paling tinggi menentukan warna yang pekat/hijau tua karena menurut sumber ahli rata-rata semua sayuran berwarna hijau tua memiliki nutrisi yang bagus. Berikut Tabel 5 pengujiannya dibawah ini.

Tabel 5. Pengujian sensor wana pada kangkung

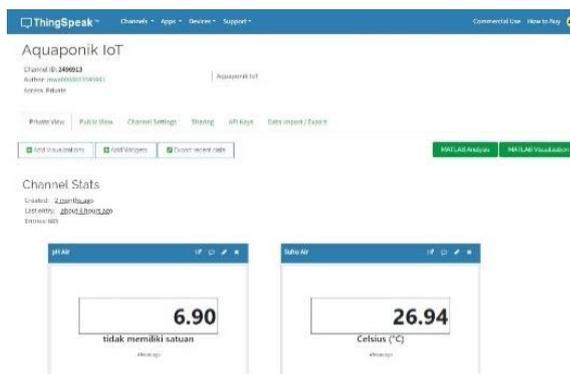
No	Sensor Warna 1			Sensor Warna 2		
	Merah	Hijau	Biru	Merah	Hijau	Biru
1	85	118	145	86	119	146
2	135	200	180	324	388	344
3	138	183	125	324	384	344
4	133	173	122	313	388	344

- Sampel 1: Sensor Warna 1: Menunjukkan nilai RGB (85, 118, 145), mengindikasikan warna hijau yang tidak terlalu cerah. Sensor Warna 2: Nilai RGB hampir sama (86, 119, 146), menunjukkan hasil yang konsisten antara dua sensor.
- Sampel 2: Sensor Warna 1: Menunjukkan nilai RGB (135, 200, 180), warna lebih hijau terang dibanding sampel 1. Sensor Warna 2: Nilai RGB lebih tinggi (324, 388, 344), menunjukkan kemungkinan perbedaan kalibrasi atau kondisi pengukuran.
- Sampel 3: Sensor Warna 1: Nilai RGB (138, 183, 125), warna hijau yang lebih alami. Sensor Warna 2: Nilai RGB hampir serupa dengan sampel 2 di sensor 2 (324, 384, 344), konsistensi dalam hasil tinggi.
- Sampel 4: Sensor Warna 1: Nilai RGB (133, 173, 122), menunjukkan warna hijau dengan intensitas sedang. Sensor Warna 2: Nilai RGB tinggi (313, 388, 344), konsistensi antara sampel 3 dan 4 di sensor 2.

Nilai RGB dari kedua sensor menunjukkan sedikit variasi, yang bisa disebabkan oleh kalibrasi sensor atau kondisi lingkungan. Kekurangan atau kelebihan nutrisi dapat mengubah warna daun kangkung; kekurangan nitrogen membuat daun pucat atau kuning, sementara kelebihan nitrogen menghasilkan daun lebih gelap. Perubahan ini tercermin dalam nilai intensitas warna yang diukur oleh sensor.

3.6. Transmitter Data Sensor ke Thingspeak

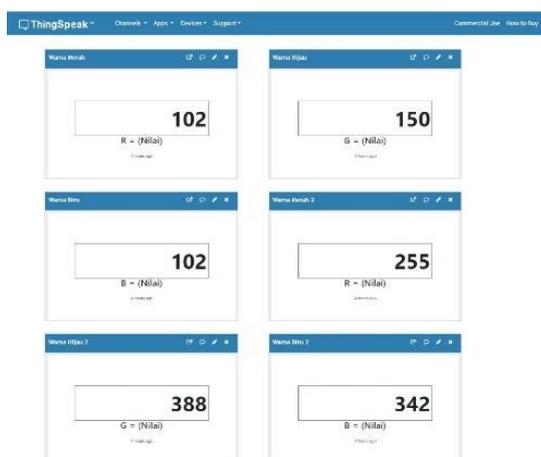
Pengujian pengiriman data ke cloud thingspeak guna untuk memastikan apakah data sensor berhasil terbentuk grafik dan menampilkan data-data sensor dengan benar. Berikut adalah tampilan Gambar 21 grafik beserta data uji coba.



Gambar 21. Data suhu dan pH *thingspeak*

Gambar 21 menunjukkan data sensor pH dan suhu air di platform *ThingSpeak*, dengan nilai pH 6.90 dan suhu 26.94°C. pH 6.90 sedikit asam, masih dalam rentang optimal 6.0–9.0 untuk budidaya ikan lele, mendukung metabolisme dan pertumbuhan. Suhu 26.94°C juga ideal untuk ikan lele, berada dalam rentang 25–30°C, menjaga aktivitas biologis dan kesehatan ikan. Kondisi air yang stabil penting dalam aquaponik, karena mempengaruhi kesehatan ikan dan tanaman kangkung yang bergantung pada nutrisi dari limbah ikan.

Dalam sistem aquaponik, kondisi air yang tepat mendukung simbiosis antara ikan lele dan tanaman kangkung, di mana kangkung menyaring air untuk menciptakan lingkungan yang lebih baik bagi ikan. Data sensor yang ditampilkan secara real-time di *Thingspeak* memungkinkan pemantauan kontinu, sehingga perubahan signifikan dapat segera ditangani. Dengan data akurat ini, keputusan manajemen sistem dapat diambil dengan tepat, memastikan keseimbangan ekosistem dan keberhasilan budidaya.



Gambar 22. Data numerik sensor RGB (warna)

Gambar 22 menunjukkan data numerik dari dua sensor warna RGB pada daun kangkung di platform *Thingspeak*, dengan nilai (102, 150, 102) dan (255, 388, 342). Tampilan ini memantau intensitas warna secara real-time, yang penting untuk menilai kesehatan dan nutrisi tanaman kangkung dalam sistem aquaponik. Akses langsung ke data memungkinkan identifikasi cepat terhadap perubahan kondisi tanaman. Perbedaan signifikan dalam nilai RGB dapat menunjukkan variasi pencahayaan, kualitas daun, atau keakuratan sensor, membantu kalibrasi dan pengoptimalan sistem monitoring. Manfaat utama tampilan ini adalah menyediakan data akurat untuk keputusan manajemen yang tepat, mendukung pertumbuhan tanaman kangkung, dan membantu penelitian skripsi tentang ekosistem aquaponik.



Gambar 23. Data grafik keseluruhan sensor *thingspeak*

Gambar 23 menunjukkan grafik *Thingspeak* untuk data sensor pH, suhu air, dan warna RGB, memvisualisasikan tren dan perubahan parameter secara real-time. Grafik ini memudahkan analisis cepat, membantu memonitor kondisi akuaponik lele dan kangkung, serta mendeteksi pola atau anomali. Monitoring pH dan suhu air penting untuk kesehatan ikan dan tanaman, sementara intensitas warna RGB pada daun kangkung mengindikasikan nutrisi dan kesehatan tanaman, mendukung keputusan berbasis data dalam pengelolaan aquaponik.

3.7. Pengujian Tampilan LCD

Pengujian pada rangkaian LCD dilakukan untuk mengetahui apakah LCD dapat bekerja dengan yang diharapkan. Pengujian fungsi LCD ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 24. Tampilan awal LCD



Gambar 25. Tampilan pengujian warna pada kangkung



Gambar 26. Pengujian sensor pH dan suhu

Terlihat pada Gambar 24, Gambar 25, dan Gambar 26 bahwa fungsi LCD menampilkan keseluruhan nilai sensor. Mulai dari sensor warna, suhu, dan pH dari sistem akuaponik mendapatkan informasi sangat penting dalam memonitoring proses suatu kinerja dari sistem akuaponik ini dan mengidentifikasi perubahan suhu dan pH dari kolam aquaponik.

3.8. Cara Kerja Alat Teknologi

Terdapat tiga sensor: suhu air untuk mendeteksi suhu kolam, pH untuk mengukur tingkat keasaman, dan sensor warna untuk menyorot tanaman. Data dari ketiga sensor ditampilkan di LCD dan dikirim ke cloud Thingspeak dalam bentuk angka dan grafik. Sistem pemberi pakan ikan otomatis menggunakan RTC untuk penjadwalan dan servo untuk membuka/menutup pakan. Pakan diberikan tiga kali sehari pada pukul 07:00, 12:00, dan 17:00, dengan buzzer sebagai indikator saat servo aktif.

4. DISKUSI

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem teknologi akuaponik yang dirancang dapat bekerja dengan baik dalam memantau kualitas air dan kondisi tanaman menggunakan pemantauan jarak jauh melalui Thingspeak. Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya Fachrul dkk[32], sistem yang mereka buat masih manual yang dimana mereka harus melihat langsung ke lokasi dimana tempat sistem yang mereka buat untuk memantau kualitas air dan kondisi tanaman secara langsung.

Penerapan sistem pemberian pakan otomatis juga telah diuji dengan keberhasilan yang tinggi. Studi oleh Sugiarto dkk[33] menekankan pentingnya kestabilan pH dan suhu untuk kesehatan ikan, yang dalam penelitian ini dapat dikontrol secara lebih efisien melalui pemantauan real-time. Namun, terdapat beberapa tantangan, seperti variasi hasil sensor warna yang dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, sehingga diperlukan kalibrasi lebih lanjut. Selain itu, pengujian dalam periode yang lebih panjang diperlukan untuk memastikan efektivitas jangka panjang sistem. Dengan sistem ini, petani akuaponik dapat lebih mudah mengontrol kondisi ekosistemnya secara real-time, yang berpotensi meningkatkan efisiensi dan produktivitas sistem akuaponik secara keseluruhan.

5. KESIMPULAN

Sistem aquaponik yang dikembangkan dalam penelitian ini berhasil menyediakan kondisi optimal bagi pertumbuhan kangkung dan ikan lele melalui pemantauan real-time suhu, pH, dan warna daun menggunakan sensor serta platform Thingspeak. Dengan suhu air rata-rata 26,94°C dan pH 6,90, lingkungan tetap dalam kisaran ideal untuk metabolisme ikan. Data sensor warna menunjukkan kecukupan nutrisi bagi kangkung, memastikan keseimbangan ekosistem aquaponik.

Kontribusi utama penelitian ini adalah penerapan sistem pemantauan otomatis berbasis IoT untuk menjaga stabilitas nutrisi dan kualitas air dalam budidaya aquaponik. Namun, penelitian ini masih terbatas pada pemantauan beberapa parameter tanpa pengendalian otomatis lebih lanjut. Studi mendatang disarankan untuk mengembangkan sistem kontrol otomatis berbasis kecerdasan buatan guna menyesuaikan pemberian nutrisi dan pH secara lebih responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. H. Rohman, E. S. Pasaribu, P. F. Nuryananda, and R. F. Setiawan, "Menggagas Pertanian Berkelanjutan Melalui Akuaponik : Penerapan dan Dampaknya dalam Pengabdian kepada Masyarakat Kalirungkut," vol. 2, no. 3, pp. 114–123, 2023.
- [2] N. T. Sirajuddin, T. Mujtahidah, M. S. Hamka, T. Rahmadiyah, and ..., *Teknologi Akuakultur*, no. July. 2024. [Online]. Available: <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=pokDEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA13&dq=inovasi+ke+ndala+budidaya+laut+lobster+indonesia&ots=Q8aFgFE8Ks&sig=xy7E-2TP-vHtyISwkkBxeHdW8tM>

- [3] A. Herlina, M. S. Ardiansah, R. Fadilah, S. Alif, and H. Maha, "Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Lele Berbasis IOT Dengan Sistem Tenaga Hibrida," vol. 6, no. 1, pp. 33–45.
- [4] I. Zidni, I. Iskandar, A. Rizal, Y. Andriani, and R. Ramadan, "The Effectiveness of Aquaponic Systems with Different Types of Plants on the Water Quality of Fish Culture Media," *J. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 9, no. 1, p. 81, 2019, doi: 10.33512/jpk.v9i1.7076.
- [5] D. A. Susilo, J. Maulindar, and M. E. Yuliana, "Perancangan Alat Monitoring Kualitas Air Kolam Ikan Lele Berbasis Internet Of Things," *Innov. J. Soc. Sci. Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 4703–4711, 2023, [Online]. Available: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/628>
- [6] M. A. S. Mandra, A. M. T. Ali, A. Z. Yusuf, and M. M. Sm, "Optimalisasi Pemanfaatan Lahan Pekarangan Melalui Pelatihan Teknologi Akuaponik Pada Kelompok Ibu Rumah Tangga di Kampung Nelayan Untia Makassar," vol. 5, no. 3, pp. 851–858, 2024.
- [7] "Tampilan SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN WILAYAH KELAYAKAN TANAM TANAMAN JAGUNG DAN SINGKONG PADA KABUPATEN LAMPUNG SELATAN.pdf."
- [8] Zulhelman., H.A. Ausha., R.M. Ulfa., "Pengembangan Sistem Smart Aquaponik," *J. Poli-Teknologi*, vol. 15, no. 2, pp. 181–186, 2016.
- [9] Y. Rahmanto, A. Burlian, and S. Samsugi, "Sistem Kendali Otomatis Pada Akuaponik Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.33365/jtst.v2i1.975.
- [10] Naflah Azmi Nur Aisyah, Anjelina Sugianti, Habib Zainal Muhtarom, Daniel Putra Prastyawan, and Muhammad Thoriq Ardiazza, "Implementasi INVOPER (Inovasi Pertanian) dengan Sistem Aquaponik sebagai Teknologi Tepat Guna dalam Budidaya Lele," *Nusant. J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 3, pp. 161–168, 2023, doi: 10.55606/nusantara.v3i3.1471.
- [11] A. Cohen, S. Malone, Z. Morris, M. Weissburg, and B. Bras, "Combined Fish and Lettuce Cultivation: An Aquaponics Life Cycle Assessment," *Procedia CIRP*, vol. 69, no. May, pp. 551–556, 2018, doi: 10.1016/j.procir.2017.11.029.
- [12] A. Pratomo *et al.*, "Prototipe Sistem Monitoring Kualitas Ph Air Pada Kolam Akuaponik Untuk Menjaga Ketahanan Pangan," *Semin. Nas. Terap. Ris. Inov. Ke-6 ISAS Publ. Ser. Eng. Sci.*, vol. 6, no. 1, pp. 820–827, 2020.
- [13] D. I. D. Kalikatur, "Penerapan teknologi tepat guna dengan menggunakan sistem aquaponik di desa kalikatur," no. 22, pp. 639–650, 2019.
- [14] R. A. Nugroho, L. T. Pambudi, D. Chilmawati, and H. Condro, "APLIKASI TEKNOLOGI AQUAPONIC PADA BUDIDAYA IKAN AIR TAWAR," vol. 8, no. 1, pp. 46–51, 2012.
- [15] B. Dwi *et al.*, "TEKNOLOGI AKUAPONIK APUNG TERINTEGRASI BUDIDAYA," vol. 6, 2019.
- [16] D. T. Utomo *et al.*, "Perancangan Budidaya Pakcoy dan Lobster Menggunakan Sistem Aquaponic Berbasis Internet of Things," vol. 4, no. April, pp. 32–37, 2022.
- [17] N. D. Setiawan, "Perancangan sistem Perawatan Aquaponik Tanaman Cabe Rawit dan Ikan Lele Menggunakan Arduino Berbasis Internet of Things," *Tek. Inform. Unika St. Thomas*, vol. 05, no. 01, pp. 118–126, 2020.
- [18] D. M. Putri, D. Tihanum, D. A. Dwindi, and H. J. Anika, "Akuaponik sebagai sarana pemberdayaan masyarakat labuhbaru barat dalam konsep urban farming," vol. 17, no. 2, pp. 269–278, 2021.
- [19] F. Rozie, I. Syarif, M. U. H. Al Rasyid, and E. Satriyanto, "Sistem Akuaponik untuk Peternakan Lele dan Tanaman Kangkung Hidroponik Berbasis IoT dan Sistem Inferensi Fuzzy," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 1, p. 157, 2021, doi: 10.25126/jtiik.0814025.
- [20] N. H. Wijaya and W. Widodo, "Peningkatan Pemanfaatan Air Kolam Ikan untuk Budidaya Tanaman Aquaponik Dengan Pola Pakan Ikan Otomatis," *Surya Abdimas*, vol. 5, no. 4, pp. 511–518, 2021, doi: 10.37729/abdimas.v5i4.1369.
- [21] A. Masduki, "Hidroponik Sebagai Sarana Pemanfaatan Lahan Sempit Di Dusun Randubelang, Bangunharjo, Sewon, Bantul," *J. Pemberdaya. Publ. Has. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 2, p. 185, 2018, doi: 10.12928/jp.v1i2.317.
- [22] Y. Afrillia, "Alat Pemisah Warna Objek Berbasis Mikrokontroler," *J. Teknol. Terap. Sains 4.0*, vol. 1, no. 2, p. 169, 2020, doi: 10.29103/tts.v1i2.3254.
- [23] E. Mufida, R. S. Anwar, R. A. Khodir, and I. P. Rosmawati, "Perancangan Alat Pengontrol pH Air untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno," *J. Inov.*, vol. 1, no. 1, pp. 13–19, 2020.
- [24] E. Nurazizah, M. Ramdhani, and A. Rizal, "Rancang Bangun Termometer Digital Berbasis Sensor DS18B20 untuk Penyandang Tunanetra (Design Digital Thermometer Based on Sensor DS18B20 for Blind People)," *e-Proceeding Eng.*, vol. 4, no. 3, pp. 3294–3301, 2017.
- [25] Hendra, M. Indriana, N. T. Artika, R. Ismayani, D. J. M. Sembiring, and M. Tamba, "Perancangan Sistem Otomatisasi Peternakan Ayam Broiler Berbasis Internet Of Things," *J. Inform. dan Peranc. Sist.*,

-
- vol. 5, no. 1, pp. 1–9, 2023.
- [26] A. Imran and M. Rasul, “Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32,” *J. Media Elektr.*, vol. 17, no. 2, pp. 2721–9100, 2020, [Online]. Available: <https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14193>
- [27] A. Hilal and S. Manan, “Pemanfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak Cctv Untuk Melihat Alat-Alat Monitor Dan Kondisi Pasien Di Ruang Icu,” *Gema Teknol.*, vol. 17, no. 2, pp. 95–99, 2015, doi: 10.14710/gt.v17i2.8924.
- [28] A. Yani, I. Gunawan, R. Dewi, W. Saputra, and Z. A. Siregar, “Otomatisasi Suhu Tubuh Menggunakan Sensor Suhu dan Buzzer Berbasis Arduino Uno,” *JUKI J. Komput. dan Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 82–88, 2021, doi: 10.53842/juki.v3i2.67.
- [29] O. M. Prabowo, “Pembatasan Definisi Things Dalam Konteks Internet of Things Berdasarkan Keterkaitan Embedded System dan Internet Protocol,” *J. Inf. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 43–46, 2019, doi: 10.47292/joint.v1i2.8.
- [30] F. Xia, L. T. Yang, L. Wang, and A. Vinel, “Internet of Things,” pp. 1101–1102, 2012, doi: 10.1002/dac.
- [31] T. Hidayat, Ahmaddani, and Munawir, “Sistem Remote Kontrol Listrik Berbasis Mediacloud Thingspeak,” *Karya Ilm. Fak. Tek. (KIFT)*, vol. 1, no. 1, pp. 36–43, 2021.
- [32] F. Rozie *et al.*, “AQUAPONICS SYSTEM FOR CATFISH FARMS AND HYDROPONIC KALE PLANTS BASED ON IOT AND FUZZY INFERENCE SYSTEM,” vol. 8, no. 1, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202184025.
- [33] M. A. R. Sugiarto, M. Muhtarom, and A. A. K. Asri, “Implementasi Sistem Pemberian Pakan Ikan Hias Otomatis Menggunakan Esp 32 Berbasis Iot (Internet of Things),” *J. Indones. Manaj. Inform. dan Komun.*, vol. 5, no. 3, pp. 2781–2791, 2024, [Online]. Available: <https://journal.stmiki.ac.id>