

Akuaponik Cerdas: Notifikasi Real-Time dengan Sensor pH, Soil Moisture, Suhu, dan TDS

Salsanabila Mariestiara Putri¹, Tri Rahmat Hidayat², Alpiani³, Ade Fadilah⁴

¹Teknik Elektronika, Politeknik PGRI Banten

²Teknik Elektronika, Politeknik PGRI Banten

³Teknik Elektro, Universitas Singaperbangsa Karawang

⁴Teknik Elektro, Universitas Singaperbangsa Karawang

*salsanabila@politeknikpgribanten.ac.id

Abstrak—Perkembangan pertanian saat ini menunjukkan kemajuan yang signifikan, salah satunya adalah penerapan sistem akuaponik yang mengintegrasikan budidaya tanaman dan ikan. Sistem ini sangat cocok untuk lahan dan sumber air yang terbatas, seperti di daerah perkotaan di mana ruang terbuka hijau semakin berkurang. Namun, sistem akuaponik konvensional memiliki beberapa kelemahan, terutama dalam hal perawatan yang masih dilakukan secara manual, seperti memberi makan ikan, menguji kadar pH, dan memantau suhu lingkungan. Proses ini tentu memerlukan banyak tenaga dan waktu, karena petani harus selalu berada di lokasi untuk melakukan perawatan. Teknologi Internet of Things (IoT) hadir sebagai solusi untuk mengatasi masalah tersebut, dengan mempermudah beberapa proses perawatan, seperti Monitoring kelembaban media tanam, suhu, pH air, dan TDS dalam sistem akuaponik berbasis IoT. Produk yang kami kembangkan ini dinamakan Internet of Things in Aquaponic (IONIC). Sistem IONIC dilengkapi dengan empat sensor yang dipasang pada media tanam dan kolam ikan, yaitu sensor kelembaban dan suhu untuk media tanam, serta sensor pH dan TDS untuk kolam ikan. Selain itu, terdapat dua pompa: satu pompa irigasi untuk mengalirkan air dari kolam ikan menuju filter dan aerator yang berfungsi untuk menyuplai oksigen ke dalam kolam, serta satu pompa lainnya untuk menyalurkan air dari filter ke media tanam. Sistem monitoring IONIC berfungsi untuk memantau pembacaan dari sensor-sensor tersebut, yang hasilnya ditampilkan pada LCD dan Thingspeak. Untuk Controlling, sensor kelembaban dan suhu membaca kondisi media tanam dan mengirimkan data ke Arduino & Esp8266, yang kemudian menginstruksikan lampu pemanas dan pompa untuk beroperasi sesuai kebutuhan dan dapat dioperasikan melalui Thingspeak.

Kata Kunci—Aquaponik, Thingspeak, Sensor, Monitoring & Controlling.

DOI: 10.22441/jte.2025.v16i3.002

I. PENDAHULUAN

Badan Pusat Statistik (BPS) memperkirakan, sebanyak 56,7% penduduk Indonesia tinggal di wilayah perkotaan pada 2020. Persentase tersebut diprediksi terus meningkat menjadi 66,6% pada 2035[1]. Pada tahun 2022 konsumsi energi per kelompok pangan, khususnya untuk buah dan sayur dari tahun 2018 hingga 2022 meningkat dari 113 ke 121 kkal/hari[2]. Selain itu, Pada tahun 2023 konsumsi ikan di Indonesia mencapai 56,48

kg per kapita, meningkat dari 55,16 kg per kapita pada tahun sebelumnya [3].

Kondisi ini menegaskan pentingnya pengembangan sektor pertanian dan perikanan di daerah perkotaan. Ketergantungan pada pasokan bahan pangan dari luar kota dapat diminimalisir, sehingga sayuran, buah-buahan, dan produk ikan yang aman, sehat, dan segar dapat tersedia bagi konsumen di kota. Namun, dengan keterbatasan lahan dan air, masyarakat di kota mulai beralih dari metode budidaya pertanian dan perikanan konvensional ke metode yang lebih efisien, seperti sistem akuaponik yang dapat memproduksi dua komoditas sekaligus, yaitu tanaman dan ikan.

Dalam sistem akuaponik, terdapat beberapa jenis tempat tumbuh tanaman : Rakit Apung, Nutrient Film Technique (NFT), dan Media Bed [4]. Dalam praktiknya, air dalam kolam didorong ke atas menggunakan pompa untuk menyirami tanaman[5]. Keuntungan dari sistem ini adalah kebersihan air kolam tetap terjaga, karena terdapat proses filtrasi yang membuat air tidak mengandung zat berbahaya bagi ikan[6]. Kotoran ikan dalam sistem akuaponik, seperti amonia, tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh tanaman[7]. Proses perawatan dalam sistem ini meliputi penyulaman, pengendalian air, pemberian pakan ikan, penggantian air kolam, serta pengecekan kondisi air dengan pH meter dan TDS meter[8].

Namun, sistem akuaponik konvensional memiliki kelemahan, seperti proses perawatan yang dilakukan secara manual, termasuk memberi makan ikan dan melakukan pengujian TDS serta pH air kolam[9]. Pengendalian air untuk media tanam juga diperlukan agar tidak terjadi kelebihan air yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring dan controlling yang real-time untuk mempermudah pengelolaan akuaponik[10]. Fokus penelitian ini adalah merancang sistem monitoring dan controlling pada akuaponik berbasis IoT menggunakan logika fuzzy. Sistem ini akan memantau kelembaban media tanam, suhu, TDS, dan pH air, serta mengontrol pemberian pakan ikan,

lampu, dan pompa nutrisi. Dengan implementasi sistem ini, *urban farmer* dapat diberi informasi akurat dan efisiensi waktu dan tenaga. Penelitian ini diberi judul “Sistem Akuaponik berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan Logika Fuzzy.”

II. PENELITIAN TERKAIT

Penelitian [11] arosa R, Hassen SIS, Nagowah L (2019) yang berjudul “Smart Aquaponics with Disease Detection” pada hasil jurnal ini menunjukkan Peningkatan hasil panen dan kesehatan ikan dibandingkan dengan sistem tradisional, hal ini karna Aquaponik Menggunakan sensor untuk memantau parameter lingkungan seperti pH, suhu, dan kualitas air.

Penelitian [12] Benaya JA, Valenda C, Renzaputri SB et al yang berjudul “ Self-Sustain Smart Aquaponic Using Embedded System” Sistem mampu untuk mempertahankan kualitas air yang optimal dan kesehatan tanaman serta ikan dan Pengurangan kebutuhan intervensi manual karna otomatisasi yang diterapkan.

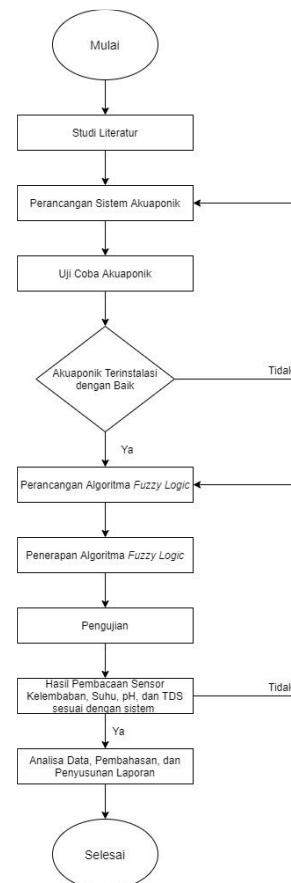
Penelitian [13] Pramudita BA, Irfan Falih Mahdika M, Riyastika Pradnyandari Putri yang berjudul “Monitoring and Controlling System of Chili Aquaponics Cultivation Based on the Internet of Things Siste”, berhasil meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai dengan memelihara kondisi optimal secara real-time. Pengurangan penggunaan air dan pupuk berkat pengendalian yang lebih baik dan responsif terhadap kebutuhan tanaman

Penelitian [14] Pu’ad MFM, Azami Sidek K, Mel M yang berjudul “IoT Based Water Quality Monitoring System for Aquaponics” Sistem berhasil memberikan data yang akurat dan tepat waktu mengenai kondisi kualitas air. Peningkatan respons terhadap perubahan parameter kualitas air yang dapat mempengaruhi kesehatan ekosistem akuaponik.

Penelitian [15] Yanes AR, Martinez P, Ahmad R yang berjudul “Towards Automated Aquaponics: A Review on Monitoring, IoT, and Smart Systems” Ditemukan bahwa teknologi IoT dapat meningkatkan efisiensi operasional dan pengambilan keputusan dalam budidaya akuaponik.

III. METODOLOGI PENELITIAN

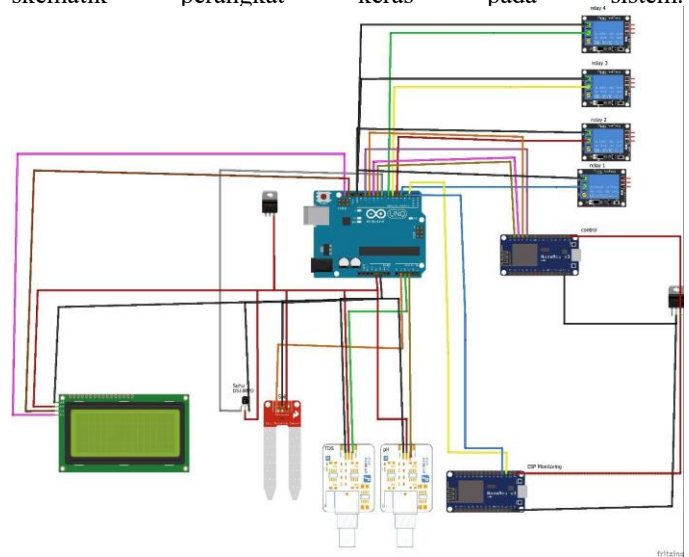
Penelitian dimulai dengan pengumpulan dan pembacaan studi literatur mengenai sistem budidaya akuaponik. Setelah mengetahui parameter – parameter penentu keberhasilan dalam budidaya akuaponik dilakukan perancangan sistem akuaponik secara konvensional dan dilakukan pengujian cobaan budidaya akuaponik, pengujian cobaan terhadap budidaya akuaponik telah berhasil maka selanjutnya dilakukan penerapan algoritma fuzzy logic pada budidaya akuaponik dan didapatkan nilai dari pembacaan sensor pH, suhu, TDS dan kelembaban serta pengaturan nilai kelembaban media tanam.



Gambar 1. Diagram Alir

A. Desain Perangkat Keras

Desain perancangan perangkat keras dari sistem yang akan dibuat adalah berdasarkan hasil studi literatur dan uji coba akuaponik pada bagian sebelumnya. Berikut ini adalah desain skematik perangkat keras pada sistem.

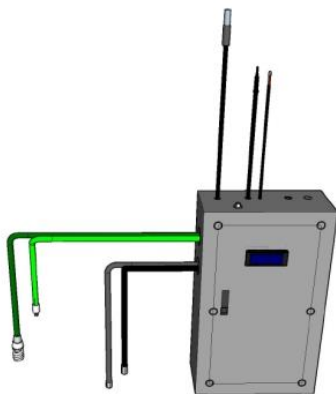


Gambar 2. Skematik Rangkaian

Perangkat keras yang dimaksud adalah komponen fisik yang digunakan untuk membentuk rangkaian elektronika sistem.

Masing-masing komponen perangkat keras dari sistem diuraikan sebagai berikut:

1. Arduino Uno R3
2. Sensor : Sensor pH, Sensor Soil Moisture, Sensor Suhu DS18B20 dan Sensor TDS
3. Aktuator : Pompa DC 6V, Lampu 40 watt, Relay 4 Channel
4. LCD
5. LED
6. Power Supply



Gambar 3. Desain Alat Tampak Depan

B. Desain Perangkat Lunak

Untuk Desain perancangan perangkat lunak dari sistem yang akan dibuat adalah berdasarkan hasil studi literatur dan uji coba akuaponik pada bagian sebelumnya. Perangkat lunak yang dimaksud berfungsi untuk memonitor maupun mengontrol perangkat keras pada sistem menggunakan software arduino IDE.



Gambar 4. Coding Logika Fuzzy Pada Software Arduino IDE



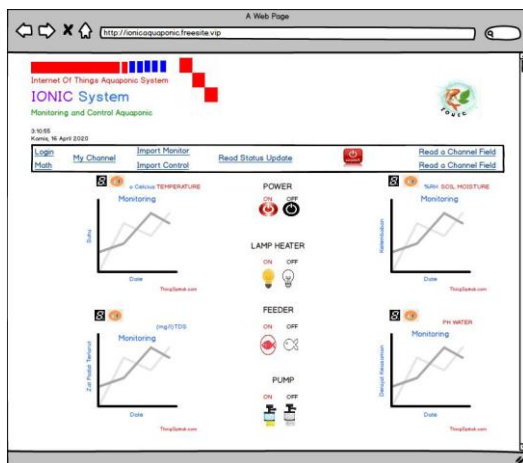
Gambar 5. Coding Monitoring Pada Software Arduino IDE

IV. HASIL DAN ANALISA

Pada alat yang dibuat ini ada 4 sensor yaitu sensor soil moisture, sensor suhu, sensor pH air, dan sensor TDS, alat ini juga memiliki aktuator lampu dan pompa, semuanya terhubung ke sistem yang didalamnya terdapat arduino sebagai mikrokontroler yang akan mengontrol semua aktifitas dalam sistem. Berikut ini adalah hasil alat



Gambar 6. Alat Keseluruhan



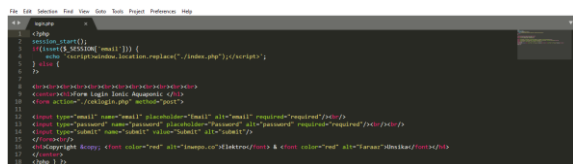
Gambar 7. Tampilan Menu Utama

Implementasi perangkat lunak web aplikasi dari sistem yang akan dibuat adalah berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan, spesifikasi, dan perancangan sistem pada bagian sebelumnya. Perangkat lunak web aplikasi yang dimaksud berfungsi untuk memonitor maupun mengontrol perangkat keras pada sistem. Desain perangkat lunak web aplikasi GUI pada IONIC sistem bertujuan untuk memudahkan pengguna untuk berinteraksi dengan sistem, sehingga melalui web aplikasi pengguna dapat berinteraksi dengan IONIC sistem. Berikut ini adalah implementasi antarmuka pada web aplikasi IONIC.



Gambar 8. Halaman Form Login IONIC

Halaman form login pada sistem bertujuan untuk menampilkan form login untuk pengguna yang terdiri dari email dan password. Alur pembuatan modul-1 Login IONIC yaitu pembuatan program PHP pada software sublime text sebagai text editor, kemudian dilakukan pengimplementasian dengan mengupload program yang telah dibuat kedalam web hosting yaitu pada FreeHosting.io.



Gambar 9. Program PHP untuk Form Login

Pengujian perangkat keras

Pengujian perangkat keras dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat keras yang telah dirancang dapat bekerja atau berfungsi dengan baik. Pengujian perangkat keras meliputi pengujian terhadap sensor dan aktuator yang bekerja sesuai

dengan sistem yang telah dirancang, dan diuraikan sebagai berikut.

Pengujian 1 Sensor DS18B20

Pengujian sensor suhu DS18B20 bertujuan untuk mengkalibrasi sensor suhu yang digunakan dalam sistem. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur suhu menggunakan alat thermocouple. Dengan beberapa pengondisian, sehingga diperoleh keluaran dari sensor suhu seperti pada tabel 4.1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Suhu dengan Thermocouple

No.	Sensor DS18B20 (°C)	Thermocouple (oC)	Error (%)
1.	23.19	23.1	0.38
2.	25.25	25.1	0.59
3.	26.50	26.4	0.37
4.	27.22	27.1	0.44
5.	28.34	28.3	0.14
6.	29.22	29.0	0.75
7.	30.19	30.0	0.63
8.	33.95	33.9	0.14
9.	35.86	35.4	1.29
10.	36.37	36.3	0.19
Rata-Rata Error			0.49



Gambar 10. Pengujian Sensor Suhu dengan Output Tampilan LCD



Gambar 11. Pengujian Suhu dengan Thermocouple

Pengujian 2 Sensor Soil Moisture

Pengujian sensor kelembaban untuk kelembaban media tanam yaitu sensor soil moisture bertujuan untuk mengkalibrasi sensor kelembaban yang digunakan dalam sistem. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur kelembaban menggunakan alat soil meter. Dengan beberapa pengondisian, sehingga diperoleh keluaran dari sensor kelembaban seperti pada tabel 2

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Soil Moisture dengan Soil Meter

No.	Nilai Sensor Soil Moisture	Sensor Soil Moisture (%)	Soil Meter (%)	Error (%)
1.	832	18.67	18	3.72
2.	786	23.16	23	0.69
3.	672	34.31	34	0.91
4.	602	41.15	41	0.36
5.	514	49.75	49	1.53
6.	412	59.72	59	1.22
7.	367	64.12	64	0.18
8.	325	68.23	68	0.33
9.	242	76.34	76	0.44
10.	193	81.13	81	0.16
Rata-Rata Error				0.95



Gambar 12. Pengujian Sensor Soil Moisture dengan Output Tampilan LCD



Gambar 13. Pengujian Kelembaban dengan Soil Meter

Pengujian 3 Sensor TDS

Pengujian sensor suhu pH bertujuan untuk mengkalibrasi sensor TDS yang digunakan dalam sistem. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur TDS menggunakan alat TDS meter. Dengan beberapa pengondisian, sehingga diperoleh keluaran dari sensor TDS seperti pada tabel 4.3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor pH Air dengan pH Meter

No.	Sensor TDS (mg/L)	TDS Meter (mg/L)	Error (%)
1.	236.19	236	0.08
2.	335.72	335	0.21
3.	377.68	377	0.18
4.	380.68	380	0.17
5.	403.13	403	0.03
6.	430.85	430	0.19
7.	472.12	472	0.02
8.	516.82	516	0.15
9.	640.87	640	0.13
10.	766.59	766	0.07
Rata-Rata Error			0.12



Gambar 14. Pengujian Sensor TDS dengan Output Tampilan LCD



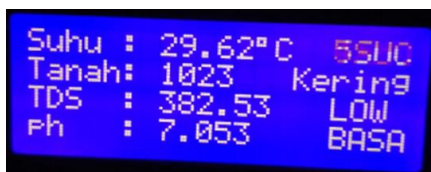
Gambar 15. Pengujian TDS dengan TDS Meter

Pengujian 4 Sensor pH

Pengujian sensor pH bertujuan untuk mengkalibrasi sensor pH yang digunakan dalam sistem. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur pH menggunakan alat pH meter. Dengan beberapa pengondisian, sehingga diperoleh keluaran dari sensor pH seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor pH Air dengan pH Meter

No.	Sensor pH Air	pH Meter	Error (%)
1.	8.26	8.13	1.59
2.	7.05	6.79	3.82
3.	7.15	7.03	1.70
4.	6.81	6.78	0.44
5.	6.38	6.33	0.78
6.	6.10	6.03	1.16
7.	5.77	5.69	1.40
8.	5.64	5.59	0.89
9.	4.78	4.72	1.27
10.	4.81	4.65	3.44
Rata-Rata Error			1.64



Gambar 16. Pengujian Sensor pH dengan Output Tampilan LCD



Gambar 17. Pengujian pH dengan pH Meter

Pengujian Pompa dan Lampu

Pengujian pompa dan lampu untuk kelembaban media tanam bertujuan untuk mengetahui bahwa pompa dan lampu sudah berjalan secara otomatis menggunakan sistem kendali fuzzy. Pengujian dilakukan dengan cara menyalakan alat maka secara otomatis sensor membaca kondisi media tanam dan sistem kendali fuzzy menyalakan pompa lampu, pompa dengan lampu. Sistem kendali fuzzy mengkondisikan kelembaban media tanam berdasarkan tabel pengkondisian seperti pada Tabel 5

Tabel 5. Pengujian Pompa dan Lampu

No.	Input		Output	
	Suhu	Kelembaban	Pompa	Lampu
1.	Dingin	Kering	Sedang	Padam
2.	Dingin	Normal	Cepat	Padam
3.	Dingin	Lembab	Cepat	Cepat
4.	Dingin	Basah	Diam	Lambat
5.	Normal	Kering	Lambat	Padam
6.	Normal	Normal	Sedang	Padam
7.	Normal	Lembab	Cepat	Padam
8.	Normal	Basah	Diam	Lambat
9.	Hangat	Kering	Lambat	Padam
10.	Hangat	Normal	Sedang	Padam
11.	Hangat	Lembab	Cepat	Padam
12.	Hangat	Basah	Diam	Sedang
13.	Panas	Kering	Lambat	Padam
14.	Panas	Normal	Sedang	Padam
15.	Panas	Lembab	Cepat	Padam
16.	Panas	Basah	Diam	Cepat

Dengan keterangan :

Tabel 4. 6 Keterangan Sensor Suhu

Sensor Suhu	
Dingin	0-25°C
Normal	22-33°C
Hangat	30-36 °C
Panas	33-50 °C

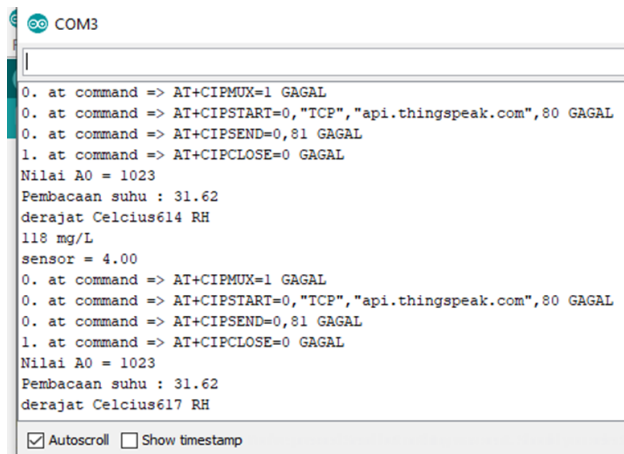
Tabel 4. 7 Keterangan Sensor Kelembaban

Sensor kelembaban	
Kering	0-358 RH
Normal	358-511 RH
Lembab	460-818 RH
Basah	767-1023 RH

sehingga diperoleh hasil pengujian sebagai berikut :



Gambar 18. Tampilan LCD



Gambar 19. Tampilan Serial Monitor

Hasil pengujian untuk pompa dan lampu pada kondisi media tanam yang bersuhu 31.62 °C dan kelembaban 614 RH pompa menyala sedang dan lampu padam. Kondisi ini terbaca dalam sistem kendali fuzzy yaitu sensor suhu kondisi hangat dan sensor kelembaban dalam keadaan normal .



Gambar 20. Tampilan LCD



Gambar 21. Tampilan Serial Monitor Arduino IDE

Hasil pengujian untuk pompa dan lampu pada kondisi media tanam yang bersuhu 31.25°C dan kelembaban 640 RH pompa menyala sedang dan lampu padam. Kondisi ini terbaca dalam sistem kendali fuzzy yaitu sensor suhu kondisi hangat dan sensor kelembaban kondisi normal maka pompa dengan kecepatan sedang dan lampu menyala

V. KESIMPULAN

Setelah semua tahap penelitian dilakukan, maka didapat hasil sebuah alat yang mampu mengotomasi budidaya akuaponik dengan bantuan sensor dan aktuator yang berupa pompa dan lampu. Pada pengujian sensor terdapat error, dengan nilai error pada sensor suhu sebesar 0.49%, sensor soil moisture sebesar 0.95%, sensor TDS sebesar 0.12% dan sensor pH sebesar 1.64%.

Alat yang dihasilkan mampu memberikan informasi mengenai suhu sekitar lingkungan media tanam, derajat keasaman (pH) kolam ikan, Kepadatan larutan (TDS) kolam ikan dan kelembaban media tanam dengan sistem aquaponik pada LCD yang terpasang pada panel box.

Pada alat yang dirancang dapat mengatur kadar kelembaban media tanam secara otomatis dengan aktuator yang berupa pompa dan lampu sehingga mengefesiensikan waktu dan tenaga urban farmer dalam memelihara dan mengecek kondisi akuaponik.

Sistem *monitoring* kelembaban media tanam, suhu, pH air dan TDS, serta sistem *controlling* dalam pengontrolan manual

berbasis IoT pada kontrol *power*, pemberian pakan ikan, lampu, dan pompa pada sistem akuaponik ini dapat dilakukan melalui web aplikasi pada laptop / *smartphone*. Dapat dilihat dari rata – rata hasil pengujian web monitoring dan kontrol bahwa pengujian sistem web dengan melakukan komunikasi data secara *realtime* memperoleh presentase keberhasilan 95%

ThingSpeak sebagai web *server* yang digunakan sangat membutuhkan koneksi internet yang cepat dan stabil. Bila koneksi internet tidak sesuai dengan kebutuhan dari ThingSpeak maka ThingSpeak tidak akan memperbaharui nilai keluaran secara *real time*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://sensus.bps.go.id/topik/tabular/sp2022/187?share=1>, diakses pada 14 April 2025.
- [2] M. D. Saida, dkk. “BULETIN KONSUMSI PANGAN” Volume 14 Nomor 2 Tahun 2023
- [3] Laporan Kinerja Kementerian Kelautan dan Perikanan 2023
- [4] P. Dewanti, D. Pudji, S. Soepardjono, and B. Sugiharto, “Budidaya Terpadu Ikan dan Sayuran melalui Metode Akuaponik Di Desa Serut Kecamatan Panti Kabupaten Jember,” *War. Pengabd.*, vol. 13, no. 4, pp. 164–174, 2019.
- [5] M. Bulinová, T. J. Kohle, J. Kavan, “Comparison of Diatom Paleo-Assemblages with Adjacent Limno-Terrestrial Communities on Vega Island, Antarctic Peninsula” 2020.
- [6] R. P. Mishra¹, S. K. Das, N. Kumar, J. P. Mishra , “Sustainable Aquaponics System and its Challenges: A Review”, 2020.
- [7] L. Handayani, “Aquaponik, Pemanfaatan Lahan Sempit Dengan Budidaya,” Fak. Pertan. Univ. Muslim Nusantara. Al-Washliyah, 2018., A. Yulfida, and Y. Sumitro, *Budidaya Sayuran Hidroponik*, 1st ed. Riau: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, 2017.
- [8] P. Dewanti, D. P. Restanto, S. Soepardjono, B. Sugiharto, “ Budidaya Terpadu Ikan dan Sayuran melalui Metode Akuaponik Di Desa Serut Kecamatan Panti Kabupaten Jember , 2019.
- [9] G. Khandelwal, R. Ostwal, N. Ansari, A Comprehensive Review on : Aquaponic Farming Water Quality Prediction, 2024.
- [10] W Ibrahim, R. Rasid, N. Hariyanto, N. Faizal,” Smart Home Aquaponic System Monitoring and Control with Internet of Things Using Mobile Application”, 2023.
- [11] Barosa R, Hassen SIS, Nagowah L, “Smart Aquaponics with Disease Detection” 2019.
- [12] Benaya JA, Valenda C, Renzaputri SB et al, “ Self-Sustain Smart Aquaponic Using Embedded System” , 2022.
- [13] Pramudita BA, Irfan Falih Mahdika M, Riyastika Pradnyandari Putri , “Monitoring and Controlling System of Chili Aquaponics Cultivation Based on the Internet of Things” 2022.
- [14] Pu’ad MFM, Azami Sidek K, Mel M , “IoT Based Water Quality Monitoring System for Aquaponics” 2020.
- [15] Yanes AR, Martinez P, Ahmad R , “Towards Automated Aquaponics: A Review on Monitoring, IoT, and Smart Systems”, 2020.