



Rancang Bangun Monitoring dan Kendali Akuaponik Berbasis Node-Red

M. Daffarialto Zahrandika Wijaya^{1*}, Mahendra Widyartono²

^{1,2}Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

*Korespondensi penulis: m.daffarialto.19035@mhs.unesa.ac.id

Abstract. Rapid development and population growth in urban areas have caused various problems, one of which is the decreasing availability of clean water. This has an impact on the agricultural and fisheries sectors which are highly dependent on good water quality. As an alternative to overcome this problem, the aquaponic system offers a solution by combining fish and plant cultivation in one efficient water recirculation system. However, the quality and productivity of the aquaponic system are highly dependent on good management, which requires proper monitoring and control of environmental conditions such as temperature, pH, humidity, and water quality. This study aims to design and build a Node-RED-based aquaponic monitoring and control system. This system uses various sensors to monitor environmental conditions and provide automatic control of parameters that affect plant and fish growth. By using Node-RED as a platform for sensor and control integration, this system is expected to provide an efficient and affordable solution to increase the productivity of the aquaponic system. The results of the study show that the designed tool can carry out effective monitoring and control of parameters that affect the aquaponic system, and can be accessed in real-time to facilitate system management and supervision.

Keywords: Aquaponics, Control, Monitoring, Node-RED, Recirculation System.

Abstrak. Pembangunan yang pesat dan peningkatan jumlah penduduk di daerah perkotaan menyebabkan berbagai permasalahan, salah satunya adalah berkurangnya ketersediaan air bersih. Hal ini berdampak pada sektor pertanian dan perikanan yang sangat bergantung pada kualitas air yang baik. Sebagai alternatif untuk mengatasi masalah tersebut, sistem aquaponik menawarkan solusi dengan menggabungkan budidaya ikan dan tanaman dalam satu sistem resirkulasi air yang efisien. Namun, kualitas dan produktivitas dari sistem aquaponik sangat bergantung pada pengelolaan yang baik, yang memerlukan pemantauan dan kontrol yang tepat terhadap kondisi lingkungan seperti suhu, pH, kelembapan, dan kualitas air. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring dan kendali aquaponik berbasis Node-RED. Sistem ini menggunakan berbagai sensor untuk memantau kondisi lingkungan dan memberikan kontrol otomatis terhadap parameter yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan ikan. Dengan menggunakan Node-RED sebagai platform untuk integrasi sensor dan kendali, sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi yang efisien dan terjangkau dalam meningkatkan produktivitas sistem aquaponik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat yang dirancang dapat melakukan pemantauan dan pengendalian yang efektif terhadap parameter-parameter yang berpengaruh dalam sistem aquaponik, serta dapat diakses secara real-time untuk mempermudah pengelolaan dan pengawasan sistem.

Kata Kunci: Aquaponik, Kendali, Monitoring, Node-RED, Sistem Resirkulasi.

1. PENDAHULUAN

Semakin pesatnya laju pembangunan dan pertambahan penduduk di perkotaan, berbagai masalah harus dihadapi, salah satunya semakin berkurangnya air bersih. Padahal, peran air sangat diperlukan dalam bidang pertanian dan perikanan. Kualitas perairan di area perkotaan sudah cukup tercemar oleh polutan sehingga sulit untuk mendapatkan sumber air bersih yang sesuai untuk budidaya sayuran dan pembesaran ikan. Oleh karena itu, diperlukan adanya teknologi yang terjangkau dan efisien untuk meningkatkan produktifitas sayuran dan pertumbuhan ikan. Salah satu alternatif dari masalah tersebut adalah sistem *Aquaponik* yang

pada dasarnya memanfaatkan sistem resirkulasi. (Fathullah AS & NS Budiana, 2020)

Sistem *Aquaponik* merupakan metode budidaya gabungan antara perikanan dengan tanaman dalam satu wadah. Budidaya ikan merupakan usaha utama hasil sayuran usaha sampingan atau tambahan (Saparianto dan Susianan,2014).

Sensor merupakan inovasi dari manusia, guna mempermudah memonitoring suatu kegiatan. Sensor sendiri memiliki pengertian yaitu perangkat yang mendekripsi dan merespon beberapa jenis masukan dari lingkungan fisik. Masukannya dapat berupa cahaya panas, gerakan, kelembapan, tekanan, atau sejumlah fenomena lingkungan lainnya. Keluaran umumnya berupa sinyal yang diubah menjadi tampilan yang dapat dibaca manusia di lokasi sensor atau dikirimkan secara elektronik untuk dibaca atau diproses lebih lanjut. (Robert Sheldon, 2022).

2. KAJIAN PUSTAKA

Sistem Monitoring

Monitoring adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengecek penampilan dari aktivitas yang sedang dikerjakan. *Monitoring* sendiri yakni bagian dari kegiatan pengawasan, dalam pengawasan ada aktivitas memantau (*monitoring*). Pemantauan pada umumnya dilakukan untuk memeriksa apakah program yang telah berjalan itu sesuai dengan tujuan atau sesuai dengan sasaran dari program. Dan proses ini dilakukan secara terus menerus, guna untuk mengidentifikasi masalah yang timbul agar langsung dapat diatasi.

Sistem Kendali

Sistem Kendali atau biasa disebut dengan Sistem Kontrol merupakan suatu perangkat yang dapat memerintah, mengatur, serta mengendalikan kondisi dari sesuatu sistem untuk melaksanakan sesuatu.

Definisi Auaponik

Akuaponik adalah merupakan kombinasi dari sistem akuakultur dan hidroponik. Akuakultur sendiri merupakan budidaya ikan, sedangkan Hidroponik merupakan sebuah sistem pemberdayaan air yang melibatkan tanaman. Memelihara ikan pada suatu wadah, menghasilkan air yang terkontaminasi dengan amonia yang jika terlalu pekat bisa meracuni ikan, tetapi ketika dikombinasikan dengan hidroponik, amonia dalam air limbah perikanan tersebut diubah menjadi nitrit dan nitrat oleh mikroba yang ada dalam media

hidroponik, lalu diserap oleh tanaman sebagai hara. Tanaman akan tumbuh subur, sementara itu air sisa dari proses tersebut menjadi aman bagi ikan karena tanaman dan medianya berfungsi sebagai penyaring air . (Pratama et al., 2017)

Mikrokontroller NodeMCU ESP-32

Mikrokontroler NodeMCU adalah Modul NodeMCU yang berupa papan prototyping yang ringkas dan mudah diprogram melalui Arduino IDE. Node MCU ESP32 ini adalah pengembangan dari perangkat keras dari Arduino Uno serta NodeMCU ESP 8266.

Sensor pH

Sensor pH atau pH meter adalah jenis alat ukur untuk mengukur derajat keasaman atau kebasaan suatu cairan, pada pH meter terdiri dari sebuah elektroda yang terhubung ke sebuah alat elektronik yang mengukur dan menampilkan nilai PH. (Pratomo et al., 2020)

Sensor Suhu (DS18B20)

Sensor DS18B20 adalah sensor suhu digital seri terbaru dari maxim, sensor ini mampu membaca suhu dengan ketelitian 9 hingga 12-bit, rentang -55°C hingga 125°C dengan ketelitian ($\pm 150^{\circ}\text{C}$). Setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik sebesar 64-Bit yang disematkan pada masing-masing chip, sehingga memungkinkan penggunaan sensor dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel saja (single wire data bus/1-wire protocol).

Sensor Ultrasonik (HC-SR04)

Sensor ultrasonik adalah sensor yang fungsinya untuk mengubah besaran fisik (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Sensor jarak ultrasonic HC-SR04 merupakan sensor jarak yang dapat memberikan fungsi pengukuran rentan jarak antara 2 - 400 cm dengan akurasi 3mm. Sensor bekerja berdasarkan pantulan gelombang suara yang digunakan untuk menjelaskan keberadaan (jarak) benda dengan frekuensi tertentu.

pH Meter

PH meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat asam-basa suatu larutan. Alat ini digunakan di laboratorium untuk mengukur derajat keasaman (pH) suatu larutan, apakah larutan tersebut tergolong asam, basa, atau netral.

Thermometer

Thermometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu (temperatur), ataupun perubahan suhu. Istilah thermometer berasal dari bahasa latin thermo yang berarti panas dan meter yang berarti satuan untuk mengukur. Disini thermometer yang digunakan merupakan thermometer untuk makanan, dikarenakan suhu yang akan diukur adalah suhu air.

Node-Red

Node-RED merupakan suatu *tool* berbasis *browser* guna membuat aplikasi *Internet of Things (IoT)* yang mana area pemrograman visualnya memudahkan penggunanya guna menciptakan aplikasi berbasis flow. Lanskap bahasa pemrograman sangatlah luas serta meliputi bermacam tipe style serta paradigma pemrograman. Node-RED merupakan bahasa pemrograman visual. Daripada menciptakan aplikasi sebagai barisan kodingan, Node-RED fokus ke program selaku flow. Flow ini tercipta dari node-node yang saling berhubungan di mana masing-masing node melaksanakan tugas tertentu. Meski Node-RED didesain guna Internet of Things (IoT), dia pula bisa digunakan untuk keperluan universal serta buat bermacam berbagai tipe aplikasi. Node-RED sediakan bermacam tipe node yang bisa membuat membuat pengembang langsung jadi produktif.

MQTT

MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) ialah protokol transport dengan client server publish/subscribe. MQTT ialah protokol transport dengan ciri simpel, terbuka dan ringan yang dirancang supaya gampang di implementasikan. Protokol MQTT bekerja berdasarkan prinsip model publikasi atau berlangganan. Dalam komunikasi jaringan tradisional, klien dan server berkomunikasi satu sama lain secara langsung. Klien meminta sumber daya atau data dari server, kemudian server memproses dan mengirimkan kembali respons. MQTT bersifat lightweight message artinya MQTT berkomunikasi dengan mengirimkan data pesan yang memiliki header berukuran kecil yaitu hanya sebesar 2 bytes untuk setiap jenis data, sehingga dapat bekerja di dalam lingkungan yang terbatas sumber dayanya seperti kecilnya bandwidth dan terbatasnya sumber daya listrik, selain itu protokol ini juga menjamin terkirimnya semua pesan walaupun koneksi terputus sementara.

Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan software yang dipakai untuk memprogram di arduino, dengan kata lain Arduino IDE sebagai media untuk memprogram board arduino Arduino IDE ini berguna sebagai text editor untuk membuat, mengedit, dan juga mevalidasi kode program. Dapat juga dipakai untuk meng-upload ke board Arduino. Kode program yang dipakai pada Arduino disebut dengan istilah Arduino “*sketch*” atau disebut juga *source code*.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, oleh karena itu semua data yang diperoleh dari penelitian ini secara langsung menggunakan aspek pengumpulan data berupa angka kemudian diverifikasi terhadap hipotesis dalam menguji kebenarannya. Penelitian ini dilakukan di halaman rumah pribadi peneliti, dan waktu penggerjaan tugas akhir ini dilakukan pada semester genap 2023/2024. Penelitian yang akan digunakan dalam rancang bangun monitoring dan kendali aquaponik berbasis node-RED. Pada penelitian ini data yang dibutuhkan antara lain suhu dan kelembapan dari tanaman untuk menghasilkan tanaman yang subur dan ikan yang sehat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor

Pada pengujian sistem akuaponik berbasis Node-RED ini, terdapat tiga sensor utama yang diuji, yaitu:

- 1) Sensor Ultrasonik (HC-SR04)
- 2) Sensor pH
- 3) Sensor Suhu

Masing-masing sensor diuji fungsionalitas dan akurasinya dalam kondisi sistem nyata.

Pengujian dan Analisis Sensor

- 1) Sensor Ultrasonik (HC-SR04)

Fungsi: Sensor ini digunakan untuk mendeteksi ketinggian air. Ketika air berada di bawah standar ketinggian yang ditentukan, pompa akan otomatis dinyalakan.

Proses Pengujian:

- Kalibrasi dilakukan dengan mengunggah skrip kalibrasi sensor jarak HC-SR04 di Arduino IDE.

- Pemasangan kabel: pin VCC (sensor) ke 3v3 (ESP32), Ground ke GND, Trigger ke D12, dan Echo ke D14.
- Setelah skrip diunggah, sensor diuji dengan memantau hasil pengukuran jarak pada serial monitor di Arduino IDE.

Hasil Pengujian: Sensor berhasil mendeteksi perubahan ketinggian air dengan akurasi tinggi, dan sistem merespons dengan menyalakan pompa saat air berada di bawah batas yang ditentukan.

2) Sensor pH

Fungsi: Sensor pH digunakan untuk memantau keasaman air. Sistem akan mengalirkan air jika pH air berada di luar rentang yang aman.

Proses Pengujian:

- Kalibrasi sensor dilakukan menggunakan larutan buffer standar (pH 4, 7, dan 10).
- Setelah kalibrasi, sensor dihubungkan ke sistem dan diuji dengan berbagai tingkat pH air kolam.
- Hasil Pengujian: Sensor menunjukkan hasil yang akurat dalam memantau pH air, dan sistem berhasil menyesuaikan aliran air sesuai kebutuhan.

3) Sensor Suhu

Fungsi: Sensor ini digunakan untuk memantau suhu air secara real-time. Informasi suhu digunakan untuk menjaga stabilitas kondisi air agar optimal bagi ikan dan tanaman.

Proses Pengujian:

- Sensor dihubungkan ke ESP32 dan dipantau melalui aplikasi IoT dengan visualisasi suhu langsung.
- Sensor diuji untuk mendeteksi perubahan suhu.

Hasil Pengujian: Sensor suhu menunjukkan pembacaan yang akurat, dan data suhu ditampilkan dengan cepat di dashboard Node-RED.

Tabel Hasil Pengujian Sensor

Pengujian sensor dilakukan selama 2 hari dan dalam rentang waktu 3 jam setiap harinya memungkinkan pengujian dilakukan dengan lebih efisien tanpa jeda yang terlalu lama, sehingga dapat menghasilkan data konsisten dan akurat. Serta tanaman pakcoy tentu bisa terpengaruh oleh faktor lingkungan (seperti suhu, Cahaya, atau kelembapan), sehingga pemilihan waktu pagi hingga sore memungkinkan pengujian dalam berbagai kondisi untuk melihat kestabilan dan keakuratan pada sensor yang digunakan.

Sensor Ultrasonik (HC-SR04)

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Terdapat beberapa hal yang akan diujikan yaitu antara lain, untuk mengetahui keakurasi monitoring sensor jarak, menguji apakah alat berfungsi baik dengan pencapaian tinggi 15 cm sebagai batas normal ketinggian dan memastikan setiap komponen berfungsi dengan baik. Pengambilan data pengukuran akan dilakukan pada 2 hari yang berbeda dengan rentang waktu 3 jam disetiap harinya. Berikut ini hasil data pengukuran sensor dan juga data pengukuran penggaris sebagai acuan, dari hasil perhitungan % error sensor. Untuk menghitung keakurasiannya yaitu dengan menghitung persentase error dengan rumus, sebagai berikut:

$$\% \text{ Error Sensor} = \frac{\text{Data Sensor} - \text{Data Pengukuran}}{\text{Data Pengukuran}} \times 100\%$$

Batas Error Sensor HC-SR04

Rentang pengukuran: 2 cm hingga 4 meter

Batas error: ± 1 cm atau $\pm 2\%$ dari jarak yang diukur (mana yang lebih besar)

- Artinya, jika jarak yang diukur adalah 1 meter, errornya mungkin sekitar ± 1 cm.
- Jika jarak yang diukur adalah 3 meter, error bisa menjadi sekitar ± 3 cm (karena 2% dari 3 meter = 6 cm).

Untuk menghitung 2% dari 1 meter, kita tinggal mengalikan 1 meter dengan 2% (atau 0,02 dalam bentuk desimal).

$$2\% \times 1 \text{ meter} = 0,02 \times 1 = 0,02 \text{ meter}$$

Jadi, jika batas error sensor HC-SR04 adalah **2%**, maka pada jarak 1 meter, error-nya bisa sekitar 2 cm.

Tabel Uji Keakuratan Sensor Ultrasonik (HC-SR04)

Pengukuran Sensor Water Level Hari Pertama

Tabel 1. Pengukuran Error Sensor Ultrasonik 1

Waktu	Pengukuran 1			Rata Rata % Error Sensor
	Sensor	Penggaris	% Error Sensor	
06.00	18	17,6	2,2	
09.00	16	16	0	
12.00	13	12,8	1,5	
15.00	11	10,8	1,8	
18.00	19	19	0	
	Total		5,5	$\frac{5,5\%}{5} = 1,1\%$

Pengukuran Sensor Water Level Hari ke 2

Tabel 2. Pengukuran Error Sensor Ultrasonik 2

Waktu	Pengukuran 2			Rata Rata % Error Sensor
	Pembacaan Data (cm) Sensor	Penggaris	% Error Sensor	
06.00	16	15,9	0,6	
09.00	15	15	0	
12.00	13	12,9	0,7	
15.00	20	19,8	1	
18.00	19	18,7	1,6	
	Total		3,9	

Pada hasil tabel diatas dapat kita lihat bahwa pada 2 hari pengujian memiliki presentase error sensor yang tidak jauh berbeda dan masih dalam batas normal sensor, yaitu diangka 0,78% - 1,1%. Pada pengukuran hari pertama dan kedua terlihat pada jam terakhir ketinggian air meningkat, dikarenakan pada jam ke 4 air sudah mendekati batas paling rendah ketinggian air yaitu 10cm yang akan membuat sensor mengirimkan sinyal ke esp yang disalurkan ke relay yang terhubung dengan pompa cadangan air untuk menyala.

Sensor pH

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Terdapat beberapa hal yang akan diujikan yaitu antara lain, untuk mengetahui keakurasi monitoring sensor pH, menguji apakah alat berfungsi baik dengan pencapaian pH antara 6,5 - 8 sebagai batas normal kadar pH dan memastikan setiap komponen berfungsi dengan baik. Pengambilan data pengukuran akan dilakukan pada 2 hari yang berbeda dengan rentang waktu 3 jam disetiap harinya. Berikut ini hasil data pengukuran sensor dan juga data pengukuran pH meter sebagai acuan, dari hasil perhitungan % error sensor. Untuk menghitung keakurasiannya yaitu dengan menghitung presentase error dengan rumus, sebagai berikut :

$$\% \text{ Error Sensor} = \frac{\text{Data Sensor} - \text{Data Pengukuran}}{\text{Data Pengukuran}} \times 100\%$$

Batas Error Sensor pH E-201C:

Berdasarkan datasheet dan informasi umum tentang pH meter E-201C, batas errornya adalah sekitar $\pm 0,1$ pH unit.

Menghitung Batas Error dalam Persentase:

Untuk menghitung batas error dalam persentase, kita menggunakan rumus:

$$\text{Percentase} = \left(\frac{\text{Batas Error}}{\text{Rentang Skala pH}} \right) \times 100$$

Rentang skala pH adalah 14, dari pH 0 hingga pH 14.

Dengan batas error ± 0.1 pH unit:

$$\text{Percentase} = \left(\frac{0,1}{14} \right) \times 100 = 0,71\%$$

Kesimpulan:

- Batas error sensor pH E-201C adalah ± 0.1 pH unit, yang setara dengan **0,71%** dari rentang skala pH (0–14).
- Dengan kata lain, sensor pH E-201C dapat memiliki error sekitar 0,71% dari rentang pH yang diukur.

Tabel Uji Keakuratan Sensor pH

Pengukuran Sensor pH Hari Pertama

Tabel 3. Pengukuran Error Sensor pH 1

Waktu	Percobaan 1			Rata Rata % Error Sensor
	Sensor	Pembacaan Data pH meter	% Error Sensor	
06.00	7,5	7,49	0,13	
09.00	7,2	7,2	0	
12.00	6,9	6,9	0	
15.00	6,7	6,68	0,29	
18.00	6,5	6,45	0,77	
	Total		1,19	$\frac{1,19\%}{5} = 0,23\%$

Pengukuran Sensor pH Hari ke 2

Tabel 4. Pengukuran Error Sensor pH 2

Waktu	Percobaan 2			Rata Rata % Error Sensor
	Sensor	Pembacaan Data pH meter	% Error Sensor	
06.00	7,3	7,3	0	
09.00	6,9	6,88	0,29	
12.00	6,6	6,6	0	
15.00	6,9	6,89	0,14	
18.00	6,7	6,65	0,75	
	Total		1,18	$\frac{1,18\%}{5} = 0,23\%$

Pada hasil tabel diatas dapat kita lihat bahwa pada 2 hari pengujian memiliki presentase error sensor yang tidak jauh berbeda dan masih dalam batas normal error sensor, yaitu diangka 0,23%. Dalam 2 hari pengujian sensor pH, kadar ph setiap hari cenderung turun. Dan pada hari ke 2 pukul 15.00 terjadi kenaikan pH, dikarenakan pada rentang pukul 12.00 – 15.00 pH

air sempat turun dibawah batas paling rendah pH yaitu 6,5. Sehingga sensor mengirim sinyal pada esp32 untuk disalurkan ke relay, agar pompa yang mengarah kepada filter air untuk mengstabilkan pH kembali ke 7.

Sensor Suhu

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Terdapat beberapa hal yang akan diujikan yaitu antara lain, untuk mengetahui keakurasi monitoring sensor suhu, menguji apakah alat berfungsi baik dengan pencapaian suhu antara 26-35 sebagai batas suhu normal. Berikut ini hasil data pengukuran sensor dan juga data pengukuran thermometer sebagai acuan, dari hasil perhitungan % error sensor. Untuk menghitung keakurasiannya yaitu dengan menghitung persentase error dengan rumus, sebagai berikut:

$$\% \text{ Error Sensor} = \frac{\text{Data Sensor} - \text{Data Pengukuran}}{\text{Data Pengukuran}} \times 100\%$$

Akurasi DS18B20

Akurasi DS18B20 adalah $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ pada rentang suhu antara -10°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$.

Untuk menghitung batas error dalam persentase, kita bisa menggunakan rumus berikut:

$$\text{Batas Error dalam Persen} = \left(\frac{\text{Batas Error}}{\text{Rentang Suhu}} \right) \times 100$$

Contoh perhitungan persentase untuk rentang -10°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$:

- Batas Error: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- Rentang Suhu: $85^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 95^{\circ}\text{C}$

Sekarang, mari kita hitung batas error dalam persentase:

$$\text{Batas Error dalam Persen} = \left(\frac{0.5}{95} \right) \times 100 = 0.526\%$$

Jadi, batas error DS18B20 pada rentang suhu -10°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$ adalah sekitar **0.53%**

Tabel Uji Keakuratan Sensor Suhu

Pengukuran Sensor Suhu Hari Pertama

Tabel 5. Tabel Pengukuran Sensor Suhu

Waktu	Sensor	Pengukuran 1		% Error Sensor	Rata Rata % Error Sensor
		Pembacaan Data (°C)	Thermometer		
06.00	27	27		0	
09.00	29,4	29,3		0,34	
12.00	32	30		0	
15.00	33,1	33		0,3	
18.00	30	30		0	
	Total			0,64	

Pengukuran Sensor Suhu Hari ke 2

Tabel 6. Pengukuran Error Sensor Suhu 2

Waktu	Sensor	Pengukuran 2		% Error Sensor	Rata Rata % Error Sensor
		Pembacaan Data (°C)	Thermometer		
06.00	27,5	27,3		0,7	
09.00	27,9	27,9		0	
12.00	28,4	28,4		0	
15.00	30,9	30,8		0,32	
18.00	30,1	30		0,33	
	Total			1,35	

Pada hasil tabel diatas dapat kita lihat bahwa pada 2 hari pengujian memiliki persentase error sensor yang tidak jauh berbeda dan masih dalam batas normal error sensor, yaitu diangka 0,12% - 0,27%. Disini suhu cenderung naik dikarenakan pengukuran dilakukan mulai pagi hari hingga sore hari yang dimana suhu udara meningkat semakin siang dikarenakan terkena paparan sinar matahari. Dan suhu juga masih tergolong normal yaitu diatas 26°C dan dibawah 35°C

Tolak ukur keberhasilan dari pengujian diringkas dan tampilan dalam bentuk tabel seperti berikut ini

Tabel 7. Tabel Tolak Ukur Keberhasilan Pengujian

No	Nama sensor	Batas error	Hasil percobaan
1	Water Level	2%	1 . 1,1% 2 . 0,78
2	pH	0,71%	1 . 0,23 2 . 0,23
3	Suhu	0,53%	1 . 0,12 2 . 0,27

Analisis Data

Setelah pengujian setiap sensor, data dikumpulkan melalui Node-RED dan diproses dalam bentuk grafik visual. Hasil menunjukkan bahwa semua sensor berfungsi dengan baik, dan sistem dapat merespons perubahan kondisi lingkungan secara real-time.

Tabel 8. Tabel Analisis Data

No	Nama Sensor	Fungsi	Kondisi Uji	Hasil Pengujian	Status
1	Sensor Ultrasonik	Mengukur ketinggian air	Air di bawah standar ketinggian	Pompa otomatis menyala saat ketinggian air rendah	Berhasil
2	Sensor pH	Memantau keasaman air	pH air tidak seimbang	Sistem mengalirkan air untuk menyeimbangkan pH	Berhasil
3	Sensor Suhu	Memantau suhu air secara real-time	Suhu air berubah	Data suhu ditampilkan secara akurat di dashboard Node-RED	Berhasil

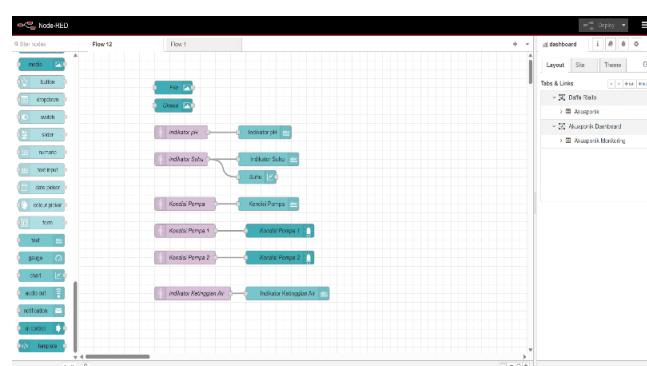
Sensor dapat dikatakan berhasil dikarenakan sensor mampu memberikan hasil yang akurat, serta mampu mengantarkan sinyal untuk memberikan aksi terhadap setiap sensor yang digunakan.

Pengimplementasian Node-RED

Implementasi sistem akuaponik menggunakan Node-RED memungkinkan otomatisasi dan pemantauan sistem secara efisien. Node-RED adalah platform berbasis alur kerja (flow-based) yang memungkinkan pengguna untuk menghubungkan perangkat IoT, sensor, dan aktuator dengan mudah menggunakan antarmuka berbasis blok visual.

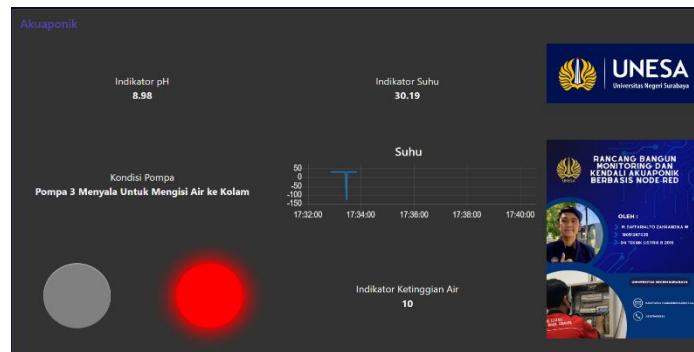
Langkah-langkah implementasi Akuaponik dengan Node RED :

- 1) Perancangan Sistem Akuaponik, seperti sensor, aktuator dsb.
- 2) Menyiapkan Hardware dan Instalasi Node-RED seperti Esp32, sensor suhu, sensor pH.
- 3) Mengintegrasikan sensor dengan Node-RED.



Gambar 1. Pengintegrasian Sensor pada Node-RED

4) Otomatisasi kontrol serta visualisasi jarak jauh.



Gambar 2. Dashboard Akuaponik

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan pada sistem akuaponik berbasis Node-RED, dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil diimplementasikan dengan baik. Seluruh sensor yang digunakan, yakni sensor ultrasonik, pH, dan suhu, mampu memberikan data yang akurat dan memungkinkan sistem merespons secara otomatis sesuai dengan kondisi yang terdeteksi. Pengujian terhadap sensor menunjukkan hasil yang baik dan akurat dalam memantau kondisi akuaponik. Sensor ultrasonik mampu mendeteksi ketinggian air dengan tepat, sensor pH dapat menjaga keseimbangan tingkat keasaman air, dan sensor suhu memberikan informasi secara real-time mengenai perubahan suhu. Berdasarkan beberapa kali percobaan, sistem menunjukkan keberhasilan dengan tingkat kesalahan yang tidak melebihi batas error yang telah ditentukan. Untuk sensor ketinggian air (water level), batas error ditentukan sebesar 2% dan hasil percobaan berada dalam rentang 0,78% hingga 1,1%. Untuk sensor pH, batas error sebesar 0,71% dan hasil percobaan berada pada 0,23%. Sedangkan untuk sensor suhu, batas error sebesar 0,53% dan hasil percobaan menunjukkan rentang kesalahan antara 0,12% hingga 0,27%.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut. Pertama, disarankan untuk menambahkan fitur sistem peringatan berupa notifikasi melalui aplikasi atau email ketika kondisi akuaponik berada di luar batas yang telah ditentukan. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kewaspadaan pengguna dan meminimalkan potensi kerusakan sistem. Kedua, untuk meningkatkan fungionalitas dan akurasi, dapat dipertimbangkan penggunaan sensor tambahan seperti sensor oksigen terlarut (DO) guna memastikan kualitas air tetap optimal bagi pertumbuhan ikan dalam sistem akuaponik.

REFERENSI

- Ardutech. (2022). *Arduino sensor suhu DS18B20*. Diakses 24 Oktober 2024, dari <https://www.ardutech.com/arduino-sensor-suhu-ds18b20/>
- Awi, F. B., Rabi, A., & Dirgantara, W. (2022). Pengimplementasian metode fuzzy logic pada kontrol rumah jamur otomatis berbasis Node-RED. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer Triac*, 9(3), 1–10.
- Budiana, N. S., & Fathulloh. (2020). *Aquaponik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Dika Pratama, R., Samsugi, S., Sembiring, J. P., & Pagar Alam, J. Z. (2022). Alat deteksi ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik dengan database. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer (JTIKOM)*, 3(1), 1–8.
- Erintafifah. (2021). Mengenal perangkat lunak Arduino IDE. Diakses 28 Januari 2024, dari <https://www.kmtech.id/post/mengenal-perangkat-lunak-arduino-ide>
- Farizi, A. M. A., Widyartono, W., Hermawan, A. C., & Aribowo, W. (2022). Monitoring energi listrik generator tenaga surya portabel berbasis IoT untuk kebutuhan listrik di daerah bencana. *Jurnal Teknik Elektro*, 12(6), 92–97.
- Firdausyah, M. J. D. (2022). Sistem pengendali suhu air nutrisi pada hidroponik NFT berbasis PID controller. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(1), 117–125.
- Habiburrohman. (2018). *Aplikasi teknologi aquaponik sederhana pada budidaya ikan air tawar untuk optimalisasi pertumbuhan tanaman sawi* [Skripsi, UIN Raden Intan Lampung].
- I. Zidni, I., Iskandar, A., & Rizal, A. (2019). The effectiveness of aquaponic systems with different types of plants on the water quality of fish. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 9(1), 81–87.
- Ihsan Rifky. (2021). Mikrokontroller ESP32. Diakses 19 Maret 2024, dari <https://raharja.ac.id/2021/11/16/mikrokontroler-esp32-2/>
- Indrawati, S., Respati, S. M. B., & Darmanto. (2019). Kebutuhan daya pada air conditioner saat terjadi perbedaan suhu dan kelembapan. *Momentum*, 15(1), 91–95.
- Nandika, R., & Amrina, E. (2021). Sistem hidroponik berbasis Internet of Things (IoT). *Sigma Teknika*, 4(1), 1–8.
- Pratama, W. D., & Manan, A. (2017). Effect addition of different probiotic in aquaponic systems towards water quality in aquaculture catfish (*Clarias sp.*). *Journal of Aquaculture Science*, 1(1), 27–35. <https://doi.org/10.31093/joas.v1i1.4>
- Pratomo, A., Irawan, A., & Risa, M. (2020). Prototipe sistem monitoring kualitas pH air pada kolam akuaponik untuk menjaga ketahanan pangan. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)*, 6(1), 820–827.
- R. Alfia, A., Widodo, A., & Kholis, N. (2021). Sistem monitoring kualitas air pada sistem akuaponik berbasis IoT. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(3), 707–714.

Rahayuningtyas, A., Sagita, D., & Susanti, N. D. (2021). Sistem deteksi dan pemantauan kualitas air pada akuaponik berbasis Android. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 15(1), 75–84. <https://doi.org/10.26578/jrti.v15i1.6829>

Robert Sheldon. (2022). Definisi sensor. Diakses 16 Maret 2024, dari <https://www.techtarget.com/whatis/definition/sensor>

Rochman, H., Primananda, R., & Nurwasito, H. (2017). Sistem kendali berbasis mikrokontroler menggunakan protokol MQTT pada smart home. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1(6), 445–455.

Saparianto, C., & Susiana, R. (2014). *Panduan lengkap budidaya ikan dan sayuran dengan sistem aquaponik*. Yogyakarta: Andi.

Suryana, T. (2021). Implementation DS18B20 1-wire digital temperature sensor with NodeMCU. Bandung.