

Rancang Bangun Alat Monitoring dan Kontrol Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vaname

¹ Adi Kurniawan Saputro, ² Dian Neipa Purnamasari, ³ Ardhika Fikri Destiawan, ⁴ Ahmad Fiqhi Ibadillah, ⁵ Muttaqin Hardiwansyah, ⁶ Monika Faswia Fahmi

¹²³⁴⁵⁶ Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo, Madura

¹ adi.kurniawan@trunojoyo.ac.id, ² dian.neipa@trunojoyo.ac.id, ³ ardhikafikri1967@gmail.com, ⁴ fiqhi.ibadillah@trunojoyo.ac.id, ⁵ muttaqin.hardiwansyah@trunojoyo.ac.id, ⁶ monika.fasfiaf@trunojoyo.ac.id

Abstracts — The design of a water quality monitoring tool for vaname shrimp cultivation aims to increase efficiency and yields through real-time monitoring of water parameters. This tool measures pH, temperature, dissolved oxygen, and salinity, which are important for shrimp growth. Digital sensors connected to a microcontroller will automatically collect and process data, then display it on the LCD screen. The use of this tool is expected to reduce the risk of disease, increase harvest success, and support sustainable cultivation. The test results show that the if else system on this tool works well. The tool output matches the input, although there is a slight difference between the sensor reading and the measuring instrument with an average error for temperature of only 1.43%, for pH of 3.25%, and for turbidity of 3.73%. The measurement of pond water quality is also in accordance with the water quality standards for vaname shrimp cultivation. Testing of vaname shrimp obtained a survival value of 63%. This shows that the survival rate is in the moderate category.

Keywords — Vannamei shrimp aquaculture, microcontroller, sensor, water quality monitoring

Abstrak— Rancang bangun alat monitoring kualitas air untuk budidaya udang vaname bertujuan meningkatkan efisien dan hasil panen melalui pemantauan parameter air secara tepat waktu. Alat ini mengukur pH, suhu, oksigen terlarut, dan salinitas, yang penting bagi pertumbuhan udang. Sensor digital yang terhubung ke mikrokontroler akan mengumpulkan dan memproses data secara otomatis, lalu menampilkannya di layar LCD. Penggunaan alat ini diharapkan dapat mengurangi risiko penyakit, meningkatkan keberhasilan panen, dan mendukung budidaya yang berkelanjutan. Hasil pengujian menunjukkan sistem if else pada alat ini bekerja dengan baik. Output alat sesuai dengan input, meskipun ada sedikit selisih antara pembacaan sensor dan alat ukur dengan error rata-rata untuk suhu hanya sebesar 1,43%, untuk pH sebesar 3,25%, dan untuk turbiditas sebesar 3,73%. Pengukuran kualitas air kolam juga sudah sesuai dengan standar kualitas air untuk budidaya udang vaname. Pengujian udang vaname didapatkan nilai keberlangsungan hidup sebesar 63%. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat keberlangsungan hidup kategori sedang.

Kata Kunci— budidaya udang vaname, mikrokontroler, sensor, monitoring kualitas air

I. Pendahuluan

II. Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) adalah salah satu jenis udang putih yang paling populer di Indonesia. Udang ini memiliki sejumlah keunggulan, antara lain

kemampuannya beradaptasi pada suhu rendah. Selain itu, tingkat kelangsungan hidupnya cukup tinggi karena lebih tahan terhadap serangan penyakit, sehingga sangat sesuai untuk dibudidayakan di tambak [1]. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) sepanjang tahun 2012 hingga 2018, rata-rata kontribusi ekspor udang terhadap sektor perikanan Indonesia mencapai 36,27%. Angka ini mengindikasikan bahwa udang merupakan salah satu komoditas strategis yang berperan penting dalam mendorong kinerja ekspor perikanan nasional [2]. Kondisi kualitas air dalam budidaya udang vaname perlu mendapatkan perhatian yang serius, terutama pada fase pembesaran. Proses ini memerlukan pengelolaan kualitas air yang optimal. Apabila diabaikan, maka risiko kegagalan budidaya akan meningkat, karena udang menjadi lebih rentan terhadap serangan penyakit bahkan dapat menyebabkan kematian [3]. Salah satu variabel penting dalam budidaya udang pola intensif adalah faktor kualitas air. Kualitas air dalam kegiatan budidaya udang bersifat dinamis dan berfluktuasi sepanjang waktu. Parameter kualitas air yang baik akan membuat situs ekologi budidaya berjalan stabil serta begitu juga sebaliknya. Sehingga keberadaan kualitas air budidaya yang stabil dan sesuai nilai ambang batas baku mutu air untuk kegiatan budidaya udang adalah poin krusial yang harus diperhatikan oleh petambak udang.[4]. Budidaya udang vaname dalam kolam terpal direkomendasikan karena memiliki sejumlah keunggulan, yaitu biaya operasional yang lebih rendah, tingkat kelangsungan hidup udang yang lebih tinggi, serta kualitas udang yang dihasilkan cenderung lebih baik [5]. Sensor suhu DS18B20 adalah sensor digital yang dilengkapi dengan ADC internal 12-bit dan bekerja pada tegangan referensi 5 Volt. Sensor ini mampu mengukur suhu dengan akurasi tinggi, yakni $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ dalam rentang suhu antara -10 hingga $+85^{\circ}\text{C}$. DS18B20 menggunakan protokol komunikasi 1-wire, di mana setiap unit sensor memiliki identitas unik 64-bit yang tertanam di dalam chip, memungkinkan beberapa sensor dioperasikan secara bersamaan melalui satu jalur data. Untuk menghubungkannya ke mikrokontroler, diperlukan tambahan resistor pull-up pada jalur datanya. [6] Sensor pH berfungsi untuk mengukur tingkat kadar pH dalam menggunakan alat yang disebut pH meter, yang bekerja berdasarkan prinsip penggunaan probe sensor berupa elektroda kaca (glass electrode) untuk mendeteksi konsentrasi ion H_3O^+ dalam larutan[7]. Kekeruhan air pada

kolam dapat menurunkan intensitas cahaya yang dapat menembus ke dalam air, yang pada akhirnya mengganggu proses fotosintesis dan keseimbangan ekosistem di dalam tambak [8]. Kandungan air dalam tambak sangat berperan penting dalam mutu yang dihasilkan, semakin keruh air dalam tambak maka hasil yang didapat akan kurang baik, demikian pula sebaliknya. Zat terlarut seperti lumpur, senyawa organik/anorganik, plankton bisa menjadi penyebab kekeruhan yang dapat menghalangi cahaya matahari menembus hingga masuk ke dalam perairan sehingga proses fotosintesis berkurang, yang mengakibatkan oksigen yang tersedia menjadi kurang sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan. Tingkat kejernihan air merupakan parameter utama dalam menentukan kondisi air untuk dapat digunakan oleh makhluk hidup selain parameter lain yang bisa dijadikan acuan seperti pH, Conductivity, Suhu, [9]. Mikrokontroler ESP32 adalah mikrokontroler berbasis System on Chip (SoC) yang dirancang dengan kemampuan komunikasi nirkabel, meliputi WiFi 802.11 b/g/n dan Bluetooth versi 4.2, serta dilengkapi dengan berbagai periferal pendukung. Mikrokontroler ini mengintegrasikan unit untuk pemroses, memori internal, dan antarmuka GPIO (General Purpose Input Output), sehingga mampu berfungsi sebagai solusi komputasi terintegrasi dalam berbagai aplikasi [10]. Relay adalah Saklar (switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen electromechanical (elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (coil) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/switch). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. [11]. Algoritma sekuensial (*Sequence Algorithm*) adalah algoritma yang menjalankan instruksi secara berurutan dari awal hingga akhir. Sementara itu, algoritma perulangan (*Looping Algorithm*) digunakan untuk menjalankan serangkaian langkah secara berulang. Sedangkan algoritma percabangan atau bersyarat (*Conditional Algorithm*) akan mengeksekusi langkah tertentu hanya jika suatu kondisi terpenuhi. Dalam dunia komputer dan pemrograman, algoritma memegang peranan penting, sebagaimana matematika membutuhkan rumus untuk menyelesaikan masalah, algoritma menyediakan langkah-langkah logis untuk menemukan solusi. Sebuah algoritma harus memiliki tiga elemen utama: input, proses, output. Instruksi yang jelas, spesifik, tidak ambigu, serta memiliki aturan berhenti (stopping rule). [12] Algoritma percabangan menggunakan kondisi if maka program akan jika kondisi terpenuhi atau yang ditentukan telah di dapatkan maka program akan mengeksekusi. Dalam percabangan ada tiga kondisi yang sering digunakan yaitu: a. kondisi if (jika... maka...), b. kondisi if else (jika ... maka ... sebaliknya... maka), c. kondisi if else if else. Tiga kondisi ini akan sering digunakan dalam membuat sebuah program percabangan ataupun ketika beberapa algoritma digabungkan dalam suatu program yang terdiri dari percabangan, perulangan, dan

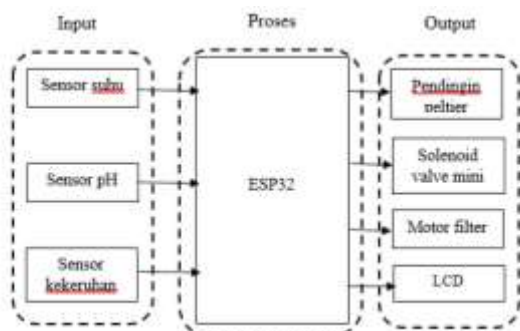
sekuensial. Percabangan if-else dapat dikatakan sama seperti percabang if dengan kondisi salah. Artinya, Apabila kondisi if tidak terpenuhi, pernyataan else akan di eksekusi. [13] Dalam penelitian sebelumnya, penulis mengusulkan ide melakukan pemantauan dan pengendalian kualitas air pada tambak udang vaname dengan memanfaatkan metode percabangan **if-else**. Sistem ini untuk memantau suhu, pH, dan tingkat kekeruhan air. Data tersebut kemudian dianalisis menggunakan logika **if-else** untuk mendukung pengambilan keputusan terkait kualitas air tambak dan pengaturan aktuator. Aktuator bertugas menyesuaikan setiap parameter sesuai kebutuhan. Penelitian yang dilakukan oleh Rizky Aprilia [14], Sistem ini memudahkan pemilik tambak mengontrol kualitas air secara efektif, terutama saat terjadi perubahan signifikan. Sehingga pemilik tidak perlu selalu hadir langsung di lokasi tambak. Penelitian yang dilakukan Muhammad Khazil dengan mengimplemetasikan IoT pada pengendalian kualitas air pada tambak budidaya udang vaname menawarkan kemudahan dalam menjaga kondisi optimal tambak udang vaname. Dengan fitur pemantauan real time dan akseibilitas melalui web petani dapat memantau dan mengendalikan kualitas air dengan lebih efisien [15]. Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Ali Mahendra menunjukkan bahwa budidaya udang vaname pada sistem tambak intensif sangat bergantung pada ketersediaan suplai oksigen terlarut dalam air. Jika kebutuhan oksigen tidak terpenuhi, udang dapat mengalami stres dan penurunan daya tahan tubuh. [16] Pada penelitian ini, dikembangkan sebuah sistem yang dirancang untuk mengatur parameter suhu, pH, dan tingkat kekeruhan air dalam kolam budidaya udang vaname. Output dari masing-masing sensor dikendalikan menggunakan sistem berbasis logika percabangan if-else serta kualitas airnya dapat dimonitoring dengan menggunakan LCD yang dapat memudahkan pembudidaya udang vaname untuk membudidayakan sekaligus dapat meningkatkan presentase kualitas air kolam dan kualitas udang vaname. Dan juga menjadi pengembangan alat-alat sebelumnya, sehingga tercipta sistem yang komplek. Serta diharapkan agar penelitian ini bermanfaat bagi para pembudidaya udang vaname berdasarkan kontrol kualitas air kolam pada budidaya udang vaname.

III. Metode Penelitian

A. Perancangan Umum Sistem

Rancang bangun alat monitoring dan kontrol kualitas air budidaya udang vaname ini menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama. Sistem ini dilengkapi dengan tiga sensor sebagai input, yaitu sensor suhu untuk mendeteksi suhu air tambak, sensor pH untuk mengukur kadar keasaman atau kebasaan air, serta sensor kekeruhan (turbidity) untuk memantau tingkat kejernihan air. Setiap sensor terhubung dengan aktuator sebagai output, di mana sensor suhu akan mengendalikan pendingin Peltier, sensor pH terhubung dengan solenoid valve mini yang bekerja secara otomatis, dan

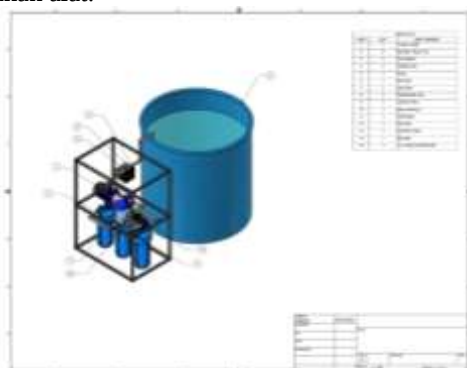
sensor kekeruhan mengaktifkan motor filter apabila kekeruhan melebihi ambang batas. Sistem ini juga dilengkapi dengan LCD sebagai media tampilan data, yang menampilkan nilai suhu, pH, dan tingkat kekeruhan air kolam budidaya udang vaname secara real-time. ESP32 berfungsi sebagai mikrokontroler.



Gambar 2.1 Diagram Blok Sistem

B. Perancangan Desain Mekanik

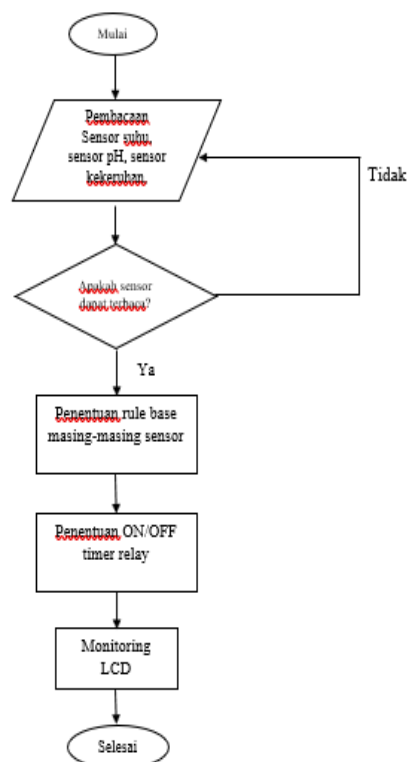
Dalam proses perancangan perangkat keras (hardware), dilakukan penyusunan desain pada sistem mekanik maupun sistem elektronik yang berperan dalam menunjang performa keseluruhan alat.



Gambar 2.2 Desain Mekanik

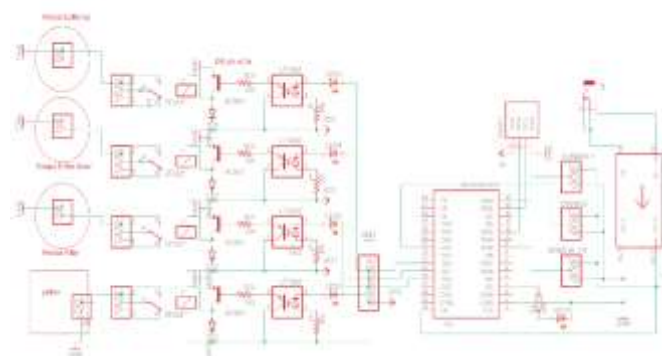
C. Perancangan Flowchart Sistem

Flowchart di atas menggambarkan alur kerja sistem monitoring yang dimulai dengan mengaktifkan mikrokontroler ESP32. Setelah itu, sensor suhu, sensor pH, dan sensor kekeruhan mulai bekerja sesuai fungsi masing-masing. Setiap sensor akan membaca nilai input dari lingkungan tambak, kemudian data yang diperoleh akan dibandingkan dengan rule base atau aturan yang telah ditentukan untuk setiap parameter. Berdasarkan hasil tersebut, relay akan mengatur status ON atau OFF pada output dengan bantuan timer. Selanjutnya, data yang telah diproses akan ditampilkan pada layar LCD, dan proses sistem pun selesai dijalankan.



Gambar 2.3 Flowchart Sistem

D. Skematik Rangkaian Sistem



Gambar 2. 2 Skematik Rangkaian Sistem

Diatas menunjukkan skematik rangkaian dari sistem yang dirancang. Sistem ini terdiri dari ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang mengendalikan seluruh proses. Untuk mengukur suhu, digunakan sensor suhu DS18B20, sedangkan pengukuran pH dilakukan menggunakan sensor pH dari DFRobot. Sensor turbidity digunakan untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air. Output dari masing-masing sensor dikendalikan oleh aktuator yang sesuai: pendingin Peltier untuk mengatur suhu berdasarkan data dari sensor suhu, solenoid valve untuk mengatur kadar pH berdasarkan output sensor pH, dan motor filter untuk menyesuaikan tingkat kejernihan air sesuai data dari sensor

turbidity. Relay berperan dalam mengatur status ON dan OFF dari ketiga output tersebut berdasarkan waktu atau kondisi tertentu. Semua data dari sensor ditampilkan pada LCD.

E. Metode

Dalam penelitian ini, dikembangkan sistem yang dapat digunakan untuk mengatur parameter suhu, pH, dan tingkat kekeruhan air pada kolam budidaya udang vaname. Sistem ini menggunakan logika percabangan if-else sebagai dasar pengendalian output dari masing-masing sensor, sehingga memungkinkan penyesuaian kondisi air secara otomatis berdasarkan hasil pembacaan sensor. Data hasil pemantauan ditampilkan melalui LCD, yang mempermudah pembudidaya dalam mengawasi kualitas air. Penelitian ini dilaksanakan di Telang, Kecamatan Kamal, Kabupaten Bangkalan, selama periode 20 hari. Dalam pengolahan data sensor suhu, parameter dibagi menjadi tiga kategori: rendah, sedang, dan tinggi. Rentang nilai masing-masing kategori suhu ditentukan berdasarkan hasil studi sebelumnya, di mana rentang suhu optimal untuk budidaya udang vaname berada pada kisaran 24–35°C. Tabel klasifikasi nilai suhu ini disusun untuk mempermudah proses pengambilan keputusan oleh sistem terhadap kondisi suhu kolam:

Tabel 2.1 Variabel Input Suhu

Variabel	Himpunan	Domain
Suhu	Rendah	0°C - 26°C
	Sedang	27°C - 29°C
	Tinggi	30°C - 35°C

Untuk sensor pH dibagi menjadi 3 untuk parameter pH tambak udang vaname dibagi menjadi 3 buah variabel yaitu rendah, normal, dan tinggi. Hasil proses parameter nilai pH tambak udang vaname digambarkan dalam bentuk tabel dibawah dengan rentang nilai atau range ditentukan berdasarkan penelitian sebelumnya yang sudah di cari tau oleh penulis dengan variabel pH 1 – 14:

Tabel 2.2 Variabel Input pH

Variabel	Himpunan	Domain
pH	Sangat Rendah	0 – 5
	Rendah	5 – 6
	Normal	7 – 8
	Tinggi	9 – 10
	Sangat Tinggi	10 – 14

Untuk sensor kekeruhan, parameter tingkat kekeruhan air pada tambak udang vaname dibagi menjadi tiga kategori, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Klasifikasi ini bertujuan untuk mempermudah sistem dalam mengenali dan merespons kondisi kekeruhan air secara otomatis. Hasil pengolahan nilai dari sensor kekeruhan ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar, yang menggambarkan pembagian kategori berdasarkan rentang nilai tertentu. Rentang nilai atau range dari masing-masing variabel ditentukan berdasarkan hasil

penelitian sebelumnya yang telah dianalisis oleh penulis, sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam penentuan kualitas kekeruhan air kolam budidaya udang vaname:

Tabel 2.3 Variabel Input Kekeruhan

Variabel	Himpunan	Domain
Kekeruhan	Rendah	25 – 150 NTU
	Sedang	151 – 300 NTU
	Tinggi	300 – 500 NTU

Selanjutnya, parameter output pendingin Peltier diklasifikasikan ke dalam tiga variabel, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Pembagian ini bertujuan untuk mengatur tingkat pendinginan secara proporsional berdasarkan suhu yang terdeteksi oleh sensor. Hasil proses dari parameter pendingin Peltier disajikan dalam bentuk tabel, yang menunjukkan masing-masing rentang nilai dari setiap kategori. Rentang atau range nilai pada tabel tersebut ditentukan oleh penulis berdasarkan hasil analisis dan kebutuhan sistem, sehingga dapat memberikan respons pendinginan yang tepat sesuai kondisi suhu pada kolam budidaya udang vaname:

Tabel 2.4 Variabel timer Pendingin Peltier

Variabel	Himpunan	Domain
Timer Pendingin peltier	Rendah	0 Detik
	Sedang	10 Detik
	Tinggi	20 Detik

Selanjutnya, parameter output timer pompa buffer pH dibagi menjadi enam variabel, yaitu tiga untuk kondisi buffer pH up (sangat cepat, cepat, dan normal) serta tiga untuk kondisi buffer pH down (normal, lama, dan sangat lama). Pembagian ini bertujuan untuk mengatur lama waktu aktifnya solenoid valve mini secara proporsional, berdasarkan nilai pH yang terdeteksi oleh sensor.

Hasil pengolahan parameter output ini disajikan dalam bentuk tabel dan gambar, yang menggambarkan durasi kerja solenoid valve sesuai dengan kondisi pH air kolam. Rentang atau range nilai untuk masing-masing kategori ditentukan berdasarkan hasil nilai input dari sensor pH, dengan acuan variabel yang telah disusun oleh penulis. Hal ini memungkinkan sistem melakukan penyesuaian pH air secara otomatis dan lebih akurat dalam proses budidaya udang vaname:

Tabel 2.5 Variabel Timer Buffer Solenoid Up

Variabel	Himpunan	Domain
Buffer Solenoid Up	Sangat Cepat	10 detik
	Cepat	5 detik
	Normal	Mati

Tabel 2.6 Variabel Timer Buffer Solenoid Down

Variabel	Himpunan	Domain
Buffer Solenoid Down	Normal	Mati
	Lama	5 detik
	Sangat Lama	10 detik

Selanjutnya parameter output motor filter dibagi menjadi 3 buah variabel yaitu cepat, sedang dan lama. Hasil proses parameter nilai motor filter digambarkan dalam bentuk tabel dengan rentang nilai atau range ditentukan berdasarkan penelitian sebelumnya yang sudah di cari tau oleh penulis dengan variabel motor filter:

Tabel 2.7 Variabel timer Motor Filter

Variabel	Himpunan	Domain
Timer Motor filter	Cepat	10 detik
	Sedang	20 detik
	Lama	30 detik

IV. Hasil dan Pembahasan

A. Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor ini dilakukan dengan membandingkan nilai pembacaan dari thermometer air dan sensor DS18B20. Pengujian ini dilakukan agar mengetahui tingkat keakuratan dari penggunaan sensor suhu DS18B20 dalam mengukur suhu air. Pengujian kalibrasi ini menggunakan sistem regresi linier untuk mengetahui nilai pembacaan dari sensor.

Tabel 3. 1 Perbandingan Sensor DS18B20 dengan Thermometer Air

No.	Sensor DS18B20 (°C)	Thermometer air (°C)	Error	% Error
1	28,4	29,3	0,9	3,16%
2	28,4	29,3	0,9	3,16%
3	28,5	29,5	1,0	3,50%
4	29,7	30,6	0,9	3,03%
5	29,8	30,1	0,3	1,01%
6	29,8	30,0	0,2	0,67%
7	30,1	30,6	0,5	1,66%
8	30,3	31,0	0,7	2,31%
9	30,4	31,1	0,7	2,30%
10	31,4	31,6	0,2	0,64%

Rumus untuk menghitung selisih antara sensor DS18B20 dan Thermometer (perangkat untuk mengukur suhu), menggunakan sebagai berikut:

Selisih suhu = suhu yang diukur thermometer – suhu sensor DS18B20 (1)

Rumus untuk menghitung *presentase error* antara suhu yang diukur oleh Thermometer dan suhu sebenarnya, menggunakan rumus berikut:

$$\text{Presentase error} = \left(\frac{\text{Error suhu}}{\text{Sensor suhu}} \right) \times 100 \% \quad (2)$$

Hasil pengujian menunjukkan variasi antara perbedaan suhu oleh sensor dan pembacaan suhu oleh termometer, terdapat perbedaan kecil hingga sedang antara nilai yang diukur,

dengan presentase error yang bervariasi hal ini menunjukkan akurasi yang baik dalam pengukuran suhu oleh sensor.

B. Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor pH dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan antara pH meter standar dan sensor pH yang digunakan dalam sistem. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui tingkat akurasi sensor pH dalam mendeteksi kadar keasaman atau kebasaan air. Dengan membandingkan kedua hasil tersebut, dapat dievaluasi sejauh mana sensor pH mampu memberikan data yang mendekati nilai sebenarnya. Pengujian kalibrasi ini menggunakan sistem regresi linier untuk mengetahui nilai pembacaan dari sensor.

Tabel 3. 2 Pengujian Sensor pH

No.	Sensor PH	PH meter	Error	% Error
1	6,5	7,0	0,5	7,09%
2	6,6	7,0	0,4	6,06%
3	6,7	7,0	0,3	4,47%
4	6,7	7,0	0,3	4,47%
5	6,8	7,0	0,2	2,94%
6	6,8	7,0	0,2	2,94%
7	6,9	7,0	0,1	1,44%
8	6,9	7,0	0,1	1,44%
9	7,0	7,0	0,0	0,00%
10	7,0	7,0	0,0	0,00%

Rumus untuk menghitung selisih antara sensor pH dan pH meter (perangkat untuk mengukur pH air), menggunakan sebagai berikut:

Selisih pH = pH yang diukur pH meter – sensor pH (3)

Rumus untuk menghitung *presentase error* antara pH yang diukur oleh pH meter dan pH sebenarnya, menggunakan rumus berikut:

$$\text{Presentase error} = \left(\frac{\text{Error pH}}{\text{Sensor pH}} \right) \times 100 \% \quad (4)$$

Hasil pengujian menunjukkan adanya variasi antara pembacaan pH dari sensor dengan pH meter standar. Meskipun terdapat perbedaan nilai, selisihnya tergolong kecil hingga sedang, dengan persentase error yang bervariasi. Hal ini mengindikasikan bahwa sensor pH memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dalam mengukur kadar pH air, sehingga dapat diandalkan untuk digunakan dalam sistem monitoring kualitas air tambak udang vaname.

C. Pengujian Sensor Kekeruhan

Pengujian sensor ini dilakukan dengan membandingkan nilai pembacaan dari buffer NTU dan sensor turbidity. Pengujian ini dilakukan agar mengetahui tingkat keakuratan dari penggunaan sensor suhu turbidity dalam mengukur kekeruhan air. Pengujian kalibrasi ini menggunakan sistem regresi linier untuk mengetahui nilai pembacaan dari sensor.

Tabel 3. 3 Pengujian sensor Kekeruhan

No.	Sensor turbidity	Buffer NTU	Error	% Error
1	525,2	500	25,2	4,79%
2	520,7	500	20,7	3,97%
3	520,2	500	20,2	3,88%
4	518,7	500	18,7	3,60%
5	518,3	500	18,3	3,52%
6	516,8	500	16,8	3,25%
7	516,7	500	16,7	3,23%
8	515,9	500	15,9	3,05%
9	515,4	500	15,4	2,98%
10	514,3	500	14,3	2,78%

Rumus untuk menghitung selisih antara sensor turbidity dan buffer NTU (larutan untuk mengukur kekeruhan), menggunakan sebagai berikut:

Selisih kekeruhan = kekeruhan yang di larutan – sensor turbidity
(5)

Rumus untuk menghitung *presentase error* antara kekeruhan yang diukur oleh larutan buffer dan kekeruhan sebenarnya, menggunakan rumus berikut:

$$\text{Presentase error} = \left(\frac{\text{Error kekeruhan}}{\text{Sensor turbidity}} \right) \times 100 \% \quad (6)$$

Hasil pengujian menunjukkan adanya variasi perbedaan antara pembacaan tingkat kekeruhan oleh sensor dan nilai acuan dari larutan buffer. Selisih nilai yang terdeteksi tergolong kecil hingga sedang, dengan persentase error yang bervariasi. Temuan ini menunjukkan bahwa sensor kekeruhan memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dalam melakukan pengukuran, sehingga dinilai layak untuk digunakan dalam sistem monitoring kualitas air pada budidaya udang vaname.

D. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian sistem keseluruhan dilakukan selama beberapa hari dengan mengambil sampel air pada setiap harinya. Berikut merupakan hasil dari pengujian sistem keseluruhan:

Tabel 3.4 Hasil uji Sistem Keseluruhan

pH			kekeruhan			suhu		
In	Out (s)	Ket.	In	Out (s)	Ket.	In	Out (s)	Ket.
8.0	0	Mati	43.0	10	Cepat	30.8	10	Sedang
8.0	0	Mati	175.6	10	Cepat	28.6	10	Sedang
8.2	0	Mati	185.9	20	Sedang	30.6	10	Sedang
7.4	0	Mati	180.9	20	Sedang	30.9	10	Sedang
7.5	0	Mati	193.4	20	Sedang	28.6	10	Sedang
7.4	0	Mati	221.6	20	Sedang	29.4	10	Sedang
8.8	0	Mati	181.8	20	Sedang	29.5	10	Sedang

pH			kekeruhan			suhu		
7.9	0	Mati	215.3	20	Sedang	29.4	10	Sedang
8.5	0	Mati	307.2	20	Sedang	30.6	10	Sedang
8.7	0	Mati	284.2	20	Sedang	30.0	10	Sedang
7.9	0	Mati	246.6	20	Sedang	30.5	10	Sedang
8,5	0	Mati	324.2	30	Lama	30.4	10	Sedang
8.0	0	Mati	216.0	20	Sedang	29.5	10	Sedang
8.5	0	Mati	306.9	30	Lama	30.6	10	Sedang
4.9	10	Sangat Cepat	228.5	20	Sedang	28.0	0	Mati
4.4	10	Sangat Cepat	180.0	20	Sedang	27.8	0	Mati
4.5	10	Sangat Cepat	320.1	30	Lama	28.1	10	Sedang
5.3	5	Cepat	190.5	20	Sedang	29.4	10	Sedang
11.7	10	Sangat Lama	274.8	20	Sedang	29.8	10	Sedang
11.6	10	Sangat Lama	233.3	20	Sedang	28.1	10	Sedang
7.4	0	Mati	180.9	20	Sedang	30.9	10	Sedang

Pengujian dilakukan pada kolam budidaya udang vaname dengan diameter 1m dengan tebar padat udang vaname sebanyak 200 ekor/m³. Sehingga untuk pengujian kali ini didapatkan volume air sebesar ½ m³ jadi untuk penebaran udang sebanyak 100 ekor.

Pengujian menyeluruh terhadap alat monitoring dan kontrol kualitas air pada budidaya udang vaname menunjukkan bahwa sistem telah berfungsi dengan baik. Output yang dihasilkan sesuai dengan input yang diterima dari masing-masing sensor, dan respon alat berjalan sesuai dengan aturan atau rule base yang telah ditetapkan sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat mampu menjalankan fungsinya secara optimal, sehingga dapat disimpulkan bahwa alat monitoring dan kontrol kualitas air pada budidaya udang vaname bekerja dengan baik dan dapat diandalkan dalam mendukung proses budidaya.

Untuk membandingkan nilai sistem apakah sudah benar dapat dilakukan dengan menggunakan regresi linier. Berikut merupakan rumusnya

$$Y = a + bX \quad (7)$$

Dimana:

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (8)$$

$$b = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (9)$$

Dimana:

X= nilai input

Y= nilai output

a= konstan

b= koefisien regresi
kemudian berdasarkan nilai sensor dari hasil perhitungan regresi dapat dilihat pada tabel dibawah

Tabel 3.5 Perhitungan Regresi Linier

No.	X	Y	XY	X ²	Y ²
1.	8	0	0	64	0
2.	8	0	0	64	0
3.	8,2	0	0	67,24	0
4.	7,4	0	0	54,76	0
5.	7,5	0	0	56,25	0
6.	7,4	0	0	54,76	0
7.	8,8	0	0	77,44	0
8.	7,9	0	0	62,41	0
9.	8,5	0	0	72,25	0
10.	8,7	0	0	75,69	0
11.	7,9	0	0	62,41	0
12.	8,5	0	0	72,25	0
13.	8	0	0	64	0
14.	8,5	0	0	72,25	0
15.	4,9	10	49	24,01	100
16.	4,4	10	44	19,36	100
17.	4,5	10	45	20,25	100
18.	5,3	5	27	28,09	25
19.	11,7	10	117	136,89	100
20.	11,6	10	116	134,56	100
Jumlah	155,7	55	398	1282,87	525

a. Perhitungan konstan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \\
 &= \frac{55 \times 1282,87 - 155,7 \times 398}{20 \times 1282,87 - 24242,49} \\
 &= \frac{70557,85 - 61968,6}{25657,4 - 24242,49} \\
 &= \frac{8589,25}{1414,91} \\
 &= 6,070527
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Koefisien Regresi

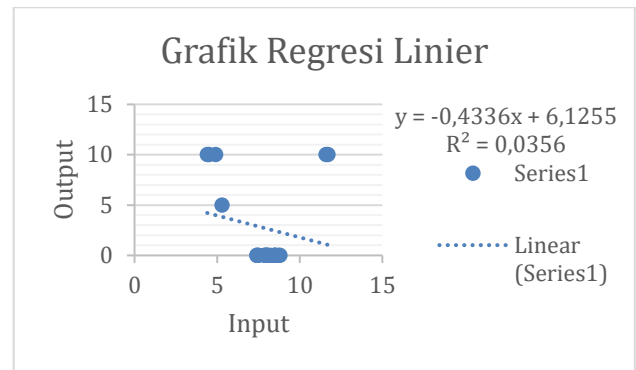
$$\begin{aligned}
 &= \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \\
 &= \frac{20 \times 398 - (155,7)(55)}{20 \times 1282,87 - 24242,49} \\
 &= \frac{7960 - 8563,5}{25657,4 - 24242,49} \\
 &= \frac{-603,5}{1414,91} \\
 &= -0,4336
 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh nilai persamaan regresi linier sebagai berikut:

$$Y = a + bX$$

$$Y = 6,070527 + 0,4336X$$

Dari perhitungan maka didapatkan sebuah grafik sebagai berikut



Gambar 3.1 Regresi Linear

V. Kesimpulan

1. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berbasis if-else mampu mengontrol parameter suhu, pH, dan kekeruhan air pada kolam budidaya udang vaname secara efektif, sesuai dengan data yang diterima dari masing-masing sensor. Dengan pengaturan yang tepat, alat ini dapat memantau dan mengatur kualitas air secara real-time, sehingga mendukung terciptanya kondisi optimal dalam kolam. Keberhasilan ini membuktikan bahwa metode if-else dapat diterapkan dengan baik dalam sistem monitoring dan kontrol kualitas air pada budidaya udang vaname yang telah dirancang.
2. Pengukuran kualitas air kolam menggunakan alat monitoring dan kontrol yang telah dibuat menunjukkan hasil yang sesuai dengan standar kualitas air maksimum untuk budidaya udang vaname. Hal ini menunjukkan bahwa alat bekerja secara akurat dan dapat digunakan sebagai acuan dalam pengelolaan kualitas air kolam, guna menjaga kesehatan dan produktivitas udang

VI. Daftar Pustaka

- [1] Kkp, "Laporan Kinerja Kkp 2019 (25 April)," *Lap. Kinerja Kkp 2019*, 2020.
- [2] Dinkes, "Laporan Kinerja Laporan Kinerja," *Http://Kemdikbud.Go.Id/*, Vol. 4, No. Mei, P. 197, 2023, [Online]. Available: <https://www.menpan.go.id/site/publikasi/unduh-dokumen-2/Akuntabilitas-Kinerja/Laporan-Kinerja/File/6647-Laporan-Kinerja-Lakip-2021>
- [3] Saeful Bahri And Ridwan, "Monitoring Dan Pengaturan Oksigen Terlarut Untuk Menjaga Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vannamei Berbasis Logika Fuzzy," *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, Vol. 4, No. 2, Pp. 111–120, 2019.
- [4] Y. Yunarty, A. Kurniaji, B. Budiayati, D. P. Renitasari, And M. Resa, "Karakteristik Kualitas Air Dan Performa Pertumbuhan Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus*

- Vannamei) Secara Intensif,” *Pena Akuatika J. Ilm. Perikan. Dan Kelaut.*, Vol. 21, No. 1, P. 71, 2022, Doi: 10.31941/Penaakuatika.V21i1.1871.
- [5] M. Irsyam, I. Nuryadin, D. S. Ramadhan, S. R. Drajat, And Sahabuddih, “Analisa Usaha Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Pada Kolam Terpal Bundar Dengan Sistem Microbubble,” *Pros. Simp. Nas. Kelaut. Dan Perikan.*, No. Vol. 6 (2019): Prosiding Simposium Nasional Vi Kelautan Dan Perikanan Unhas, Pp. 201–206, 2019, [Online]. Available: [Http://Journal.Unhas.Ac.Id/Index.Php/Proceedingsimnaskp/Article/View/7749](http://Journal.Unhas.Ac.Id/Index.Php/Proceedingsimnaskp/Article/View/7749)
- [6] F. Rakhman Ibrahim, F. Titan Syifa, And H. Pujiharsono, “Penerapan Sensor Suhu Ds18b20 Dan Sensor Ph Sebagai Otomatisasi Pakan Ikan Berbasis Iot Implementation Of Ds18b20 Temperature Sen-Sor And Ph Sensor As An Automation Fish Feed-Ing Based On Iot,” *Jtece) Jtece*, Vol. 05, No. 02, Pp. 63–73, 2023.
- [7] S. Ahdan, E. R. Susanto, And N. Rachmana Syambas, “Proposed Design And Modeling Of Smart Energy Dashboard System By Implementing Iot (Internet Of Things) Based On Mobile Devices,” *Tssa 2019 - 13th Int. Conf. Telecommun. Syst. Serv. Appl. Proc.*, Pp. 194–199, 2019, Doi: 10.1109/Tssa48701.2019.8985492.
- [8] G. S. Aji, “Pemantauan Air Pada Tambak Udang Vanname Menggunakan Android,” *J. Portal Data*, Vol. 2, No. 3, Pp. 1–14, 2022, [Online]. Available: [Http://Portaldata.Org/Index.Php/Portaldata/Article/View/93](http://Portaldata.Org/Index.Php/Portaldata/Article/View/93)
- [9] S. Melangi, M. Asri, And S. A. Hulukati, “Sistem Monitoring Informasi Kualitas Dan Kekeruhan Air Tambak Berbasis Internet Of Things,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, Vol. 4, No. 1, Pp. 77–82, 2022, Doi: 10.37905/Jjee.V4i1.12061.
- [10] M. N. Nizam, Haris Yuana, And Zunita Wulansari, “Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web,” *Jati (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, Vol. 6, No. 2, Pp. 767–772, 2022, Doi: 10.36040/Jati.V6i2.5713.
- [11] D. Eka P, “Rancang Bangun Alat Pintu Geser Otomatis Menggunakan Motor Dc 24 V,” Vol. 2, No. 4, Pp. 1147–1152, 2021.
- [12] A. A. Rizky Ramadhan, “Meningkatkan Proses Pemahaman Operasi Perhitungan Bilangan Bulat Menggunakan Pseudocode Dan Program Sederhana Pada Bahasa Pemrograman C++,” *Jbmi (Jurnal Bisnis, Manajemen, Dan Inform.*, Vol. 16, No. 1, Pp. 108–120, 2019, Doi: 10.26487/Jbmi.V16i1.5886.
- [13] V. Widyanata, “Media Pembelajaran Dasar Pemrograman Komputer (C++) Berbasis Android,” 2022.
- [14] R. Aprilia, D. N. Ramadhan, And I. D. Inawati, “Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Tambak Udang Vaname Di Kecamatan Kalitengah Berbasis Internet Of Things,” *E-Proceeding Appl. Sci.*, Vol. 9, No. 1, Pp. 306–315, 2023.
- [15] M. Khazil And M. Khadafi, “Implementasi Internet Of Things (Iot) Pada Pengendalian Kualitas Air Tambak Budidaya Udang Vaname,” Vol. 8, No. 2, Pp. 23–32, 2025, Doi: 10.30811/Jtrik.V8i1.7275.
- [16] M. A. Mahendra, T. Tarisah, N. I. Iswanti, R. Risnawati, T. P. Astuti, And A. Andriani, “Aplikasi Kincir Untuk Menjaga Kebutuhan Oksigen Dan Meningkatkan Produktivitas Pada Budidaya Udang Vaname Secara Intensif,” *Agrokompleks*, Vol. 23, No. 1, Pp. 78–83, 2023, Doi: 10.51978/Japp.V23i1.514.