



Rancang Bangun Sistem Kontrol Ph Air dan Pemberian Pakan Ikan Otomatis Pada Akuaponik Berbasis Mikrokontroler

Ersa Satria Pradana*, Syafaruddin Ch, I Made Budi Suksmadana

Fakultas Teknik, Teknik Elektro, Universitas Mataram, Mataram

Jl. Majapahit No.62, Gomong, Kec. Selaparang, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

Email: ^{1,*}ersasatria49@gmail.com, ²syafaruddin@unram.ac.id, ³mbudisuk@unram.ac.id

Email Penulis Korespondensi: ersasatria49@gmail.com

Submitted: 23/10/2024; Accepted: 31/10/2024; Published: 31/10/2024

Abstrak—Akuaponik adalah sistem integrasi yang menggabungkan budidaya ikan dan tanaman dalam satu ekosistem yang saling menguntungkan. Dalam sistem ini, tanaman memanfaatkan nutrisi yang dihasilkan dari kotoran ikan, sementara tanaman membantu menjaga kualitas air. Namun, pembudidaya seringkali mengalami kesulitan dalam mengelola pH air dan pemberian pakan ikan akibat kesibukan atau aktivitas lain. Dan juga kelebihan pemberian pakan dapat mempercepat perubahan pH kolam. Hal ini karena sisa-sisa pakan yang tidak termakan akan terurai didalam air, sehingga menghasilkan senyawa amonia yang berpotensi meningkatkan pH pada kolam. Untuk itu penelitian ini bertujuan merancang alat otomatis untuk mengatur pemberian pakan dan mengontrol pH air. Arduino digunakan sebagai pusat kontrol untuk mengelola sensor dan pengaturan otomatisasi. Pengukuran kualitas kolam menggunakan sensor pH dengan tingkat akurasi sebesar 95%. Sistem kontrol pH pada kolam ikan berfungsi untuk menjaga kualitas air agar tetap pada kisaran optimal bagi kesehatan ikan. Pemberian pakan dilakukan sesuai jadwal, dan jarak lemparan pakan diatur berdasarkan tegangan. Hasil dari sistem ini menunjukkan pH air tetap stabil, ikan dan tanaman dalam kondisi baik, serta memudahkan pembudidaya dalam menjaga kualitas air dan nutrisi ikan serta tanaman. Dengan demikian, alat ini dapat menjadi solusi praktis bagi para pembudidaya yang membutuhkan otomatisasi dalam proses budidaya akuaponik.

Kata Kunci: Akuaponik; Arduino; Automatisasi; Sensor pH; Nutrisi;

Abstract—Aquaponics is an integrated system that combines fish farming and plant cultivation in a mutually beneficial ecosystem. In this system, plants utilize nutrients produced from fish waste, while also helping to maintain water quality. However, farmers often face difficulties in managing water pH and feeding fish due to their busy schedules or other activities. And also excess feeding can accelerate changes in pond pH. This is because the remaining uneaten feed will decompose in the water, resulting in ammonia compounds that have the potential to increase the pH in the pond. Therefore, this research aims to design an automated device to regulate feeding and control water pH. Arduino is used as the central controller to manage sensors and automate the system. Water quality is measured using a pH sensor with an accuracy level of 95%. The pH control system in fish ponds functions to maintain water quality at the optimal range for fish health. Feeding is carried out according to a set schedule, and the feed throwing distance is adjusted based on voltage. The results of this system show that water pH remains stable, fish and plants are in good condition, and it helps farmers easily maintain water quality and nutrients for both fish and plants. Thus, this device can provide a practical solution for farmers needing automation in the aquaponics process.

Keywords: Aquaponics; Arduino Uno; Automate; pH Sensor; Nutrients;

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya jumlah penduduk dan pesatnya pembangunan di kota-kota menyebabkan semakin sempitnya lahan yang dapat digunakan untuk kegiatan pertanian[1]. Hal ini dikarenakan lahan pertanian dan perikanan beralih fungsi menjadi pemukiman dan sentra usaha. Di sisi lain, kebutuhan bahan pangan baik berupa protein hewani dan sayuran terus meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk. Potensi lahan dan kualitas air untuk budidaya perikanan semakin menurun, hal ini menggiring arah perkembangan teknologi perikanan ke arah yang lebih efisien dalam memanfaatkan ruang dan air, salah satu inovasi teknologi yang sedang banyak diminati sekarang ini adalah akuaponik. Akuaponik menjadi salah satu teknik pertanian yang berkelanjutan, berpotensi sebagai solusi untuk menyediakan makanan secara lokal dari rumah[2][3].

Teknologi akuaponik merupakan kombinasi teknologi akuakultur dan hiroponik dalam satu sistem untuk mengoptimalkan fungsi air dan ruang sebagai media pemeliharaan[4]. Secara teknis, teknik ini mampu meningkatkan hasil produksi pembudidaya ikan dengan mengoptimalkan fungsi air dan ruang yang terbatas sebagai media pemeliharaan. Konsep dasar akuaponik adalah gabungan teknologi akuakultur dengan teknologi hidroponik dalam suatu sistem[5]. Penggabungan kedua sistem (akuakultur dan hidroponik) memiliki keunggulan bahwa terjadi proses daur ulang sehingga limbah dari sistem budidaya ikan menjadi input untuk sistem hidroponik[6].

Pada akuaponik, limbah organik yang dihasilkan oleh ikan akan diurai oleh bakteri menjadi nutrisi bagi tanaman hidroponik. Teknik resirkulasi air dapat mengurangi pemakaian air untuk budidaya ikan, mengurangi pencemaran limbah budidaya ikan, dan memastikan ketersediaan air bersih untuk budidaya ikan[7]. Tanaman yang cocok untuk aquaponik adalah sayur mayur dan buah-buahan yang berumur pendek seperti selada, bayam, sawi, tomat, ketimun, dan paprika. Ikan yang dapat dikembangkan dengan sistem aquaponik adalah ikan yang tidak membutuhkan banyak oksigen seperti ikan nila, koi, mas dan ikan hias lainnya.

Sistem akuaponik yang diterapkan dalam penelitian ini menggunakan ikan lele dan tanaman sawi. Ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) mempunyai pertumbuhan yang cepat, resisten terhadap penyakit, memiliki kemampuan toleransi terhadap parameter lingkungan dalam batas yang luas serta dagingnya berkualitas baik[8]. Kebutuhan pakan dalam satu siklus budidaya mencapai 60-70% dari total biaya produksi khususnya pada penggunaan pakan



komersil[9]. Kadar pH yang baik untuk ikan lele adalah 6 sampai 8 jika kurang dari 5 itu akan sangat buruk bagi ikan lele karena bisa menyebabkan penggumpalan lendir pada insang, sedangkan pH diatas 8 dapat menyebabkan nafsu makan ikan lele berkurang[10].

Tanaman sawi hijau (*Brassica juncea*. L) termasuk tanaman sayuran daun dari keluarga Cruciferae atau tanaman kubis-kubisan yang mempunyai nilai ekonomi tinggi karena kaya akan serat, kandungan gizi tinggi, dan juga tanaman ini dipercaya mempunyai khasiat obat. Mengingat manfaat dan kegunaan dari tanaman sawi hijau yang begitu besar, budidaya tanaman sawi hijau perlu untuk semakin dikembangkan dengan menggunakan teknologi penanaman yang modern, bukan lagi menggunakan sistem tradisional[11].

Perawatan tanaman sawi tidak begitu sulit dan pertumbuhan tanaman cepat, sehingga budidaya tanaman sayuran ini sering diterapkan oleh petani. Selain itu kandungan yang terdapat didalamnya seperti protein, lemak, karbohidrat, Ca, P, Fe Vitamin A, Vitamin B, dan Vitamin C[12]. Sawi hijau dapat dipanen pada umur satu bulan setelah tanam[13].

Penelitian terkait pemantauan pH air pada akuaponik pernah dilakukan oleh Tarigan Johnson dan rekan-rekannya dimana alat yang dirancang dapat melakukan pergantian air apabila nilai pH pada kolam dibawah 6 dan diatas 8.[14] Anang, dkk dengan menggunakan arduino R3 berhasil membuat sistem otomatisasi kontrol sirkulasi air. Alat yang dibuat dapat aktif setiap 5 jam dan berhenti selama 1 jam, hal ini bertujuan untuk menghemat listrik agar pompa tidak bekerja secara terus menerus[15].

Penelitian yang dilakukan oleh Rahmanto Yuri dan timnya menggunakan arduino uno sebagai pengendali utamanya. Penelitian ini memberikan gambaran tentang peran Arduino dalam mengendalikan sistem akuaponik dan memberikan kontrol yang akurat terhadap parameter penting seperti pemantauan pH dan pemberian pakan ikan. Namun alat ini belum dilengkapi kontrol pH apabila diluar rentang yang diinginkan [16]. Pada Mei 2020, Aditya manggala dan Ali basrah melakukan penelitian dengan memanfaatkan load sensor untuk menimbang berat pakan yang akan dituangkan kedalam kolam uji. Hasilnya pakan yang diberikan sesuai dengan bobot ikan pada kolam[17].

Penelitian lainnya terkait pemberian pakan ikan dilakukan oleh Alfandi beserta timnya, dimana pada penelitian yang dilakukan hanya melibatkan komponen seperti arduino uno, rtc, lcd dan power supply. Peneliti melakukan pengujian dengan menggunakan 3 motor servo untuk membuka dan menutup wadah pakan serta jadwal pemberian pakan dilakukan sebanyak 2 kali sehari. Namun alat ini hanya sebatas membuka dan menutup wadah pakan dan menampilkannya pada lcd tanpa melakukan pengujian berapa banyak pakan yang keluar dari wadah pakan[18].

Merujuk pada penelitian sebelumnya, peneliti mendapatkan inspirasi untuk menyempurnakan perangkat yang sudah ada dan mengembangkannya agar memiliki kinerja lebih baik dengan versi yang diperbarui. Alat ini dirancang dengan tujuan untuk mengintegrasikan sistem kontrol pH dan pemberian pakan otomatis serta melihat pengaruh alat yang dirancang terhadap pertumbuhan ikan dan tanaman. Dengan sistem yang telah dirancang, diharapkan stabilitas pH dan pengaturan pakan dapat terjaga secara optimal, sehingga mendukung pertumbuhan organisme dalam sistem akuaponik secara lebih efisien.

Pada penelitian ini, metode evaluasi dan validasi sistem digunakan untuk memastikan bahwa sistem akuaponik yang dikembangkan dapat bekerja dengan maksimal. Evaluasi sistem dilakukan dengan menguji performa setiap komponen alat, seperti sensor pH, pompa pH up dan pH down, pencatatan nilai pH, serta mekanisme pemberian pakan. Setiap hasil pengukuran dicatat dan dianalisis untuk memastikan setiap komponen berfungsi sesuai spesifikasi yang diinginkan. Validasi sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang benar-benar efektif dan efisien. Proses validasi mencakup perbandingan antara hasil implementasi sistem ini dengan metode konvensional maupun sistem serupa pada penelitian sebelumnya. Validasi dilakukan untuk mengetahui alat yang dibuat dapat mempengaruhi perubahan pada ikan dan tanaman, serta memastikan bahwa pemberian pakan otomatis dapat berfungsi tanpa menyebabkan kelebihan pemberian pakan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Kajian Teori

a Arduino Uno

Arduino Uno merupakan salah satu Arduino yang murah, mudah didapat, dan sering digunakan. Sumber daya untuk mengaktifkan Arduino Uno akan dipilih secara otomatis berupa koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Arduino Uno terdiri dari masing-masing 14 pin digital yang dapat digunakan sebagai input atau output dengan menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`[19]

b Sensor pH

Sensor pH adalah peralatan yang dirancang khusus untuk mengukur tingkat keasaman dan basa pada larutan. Sensor pH ini menggunakan bahan dasar elektroda gelas kaca, pada ujung sensor pH terbuat dari bahan kaca tipis dan bulat (bulb) yang diisi larutan HCl (0,1 mol/dm³)[20].

c Waterpump (pompa air)

Mini Submersible Water Pump adalah motor pompa air submersible kecil. Pompa air mini ini dapat digunakan untuk aquarium, kolam ikan, hidroponik, robotika atau proyek dalam pembuatan aplikasi berbasis mikrokontroler. Pompa air mini submersible ini menggunakan motor DC brushless dengan laju air 120L/jam, kelebihan dari pompa air mini ini adalah tidak berisik saat digunakan dan aman saat bekerja di air[21].

d Motor DC

Motor DC adalah jenis motor listrik yang penggunaannya memerlukan sumber jenis arus DC atau arus searah. Arus searah yang yang digunakan oleh motor DC tersebut nantinya akan diubah menjadi energi mekanis yang berupa putaran atau gerak[22].

e Motor Servo

Motor servo adalah perangkat listrik yang digunakan pada mesin-mesin industri yang berfungsi untuk mendorong atau memutar objek yang membutuhkan kontrol dengan presisi tinggi dalam hal posisi sudut, akselerasi, dan kecepatan. Motor servo menggunakan sistem closed loop yaitu berupa encoder untuk umpan balik posisi untuk mengontrol target posisi motor, keluaran torsi, kecepatan rotasi[23].

f Real Time Clock (RTC)

Real Time Clock (RTC) merupakan chip dengan fungsi sebagai penunjuk waktu sesuai pada saat waktu tersebut. Chip ini biasanya ditemukan berpasangan dengan sebuah baterai. Sehingga, jika sebuah sistem yang menggunakan chip ini dimatikan atau mengalami power down, maka RTC dapat tetap berfungsi sehingga ketika sistem dihidupkan kembali, waktu yang ditampilkan tetap sesuai dengan waktu aslinya dan bukan melanjutkan waktu ketika sistem tersebut dimatikan[24].

g LCD

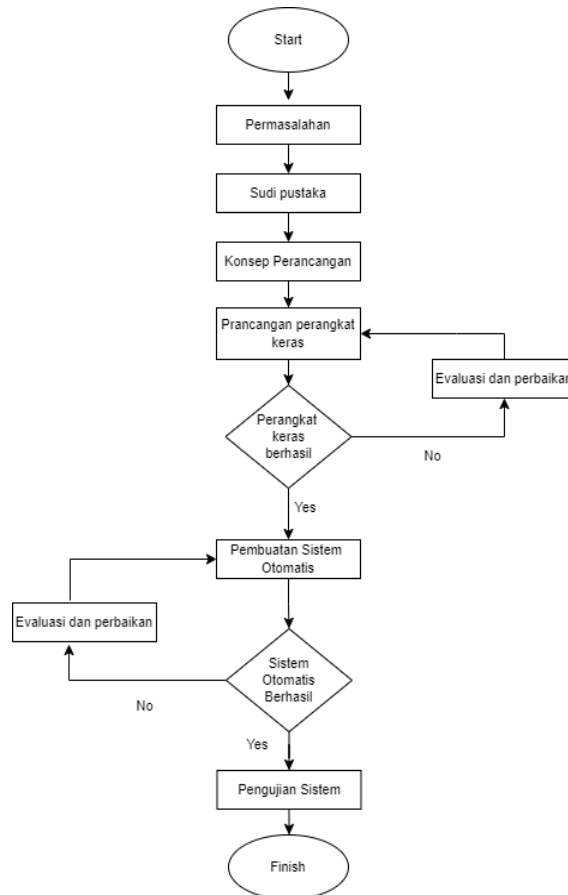
LCD (Liquid Cristal Display) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik[23].

h Modul SdCard

Modul SD card adalah modul yang dapat membaca, menulis data dan menyimpannya di memori SD card dengan Arduino. Penyimpanan data pada memori SD card menjamin data tidak mudah hilang padahal Arduino mempunyai fungsi EEPROM yang dapat menyimpan data dan tidak akan hilang walaupun Arduino direset atau dimatikan, kapasitas memori EEPROM Arduino sangat terbatas[25].

2.2 Tahapan Penelitian

Berikut diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini :



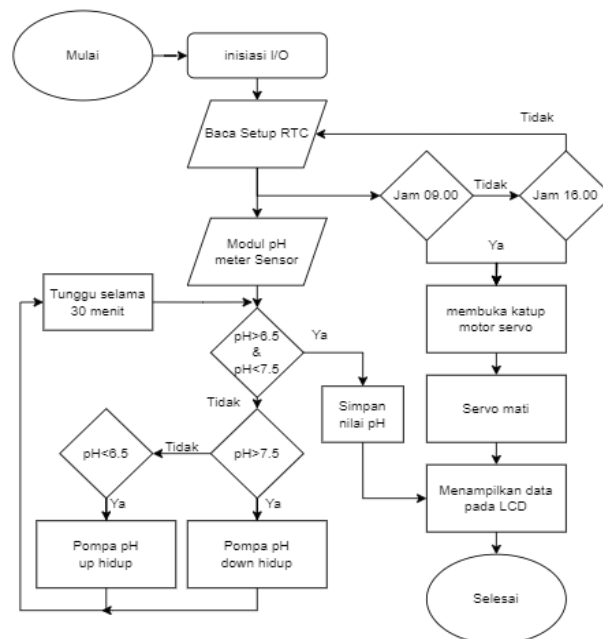
Gambar 1. Diagram alir penelitian

Gambar 1 diatas menunjukkan diagram alir penelitian dalam pembuatan sistem kontrol ph dan pemberian pakan ikan otomatis. Sistem ini dibuat dalam beberapa tahapan untuk mempermudah pengerjaan penelitian, berikut diagram alir penelitiannya:

1. Membuat konsep penelitian pembuatan sistem kontrol pemberi pakan ikan otomatis dan monitoring pH
2. Melakukan tinjauan pustaka terkait penelitian yang telah dirumuskan, baik melalui buku, jurnal ilmiah, karya ilmiah, laporan akhir, skripsi, maupun sumber dari internet. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses penelitian.
3. Merancang dan membuat perangkat keras (hardware) sesuai dengan konsep yang telah ditetapkan.
4. Melakukan pengujian terhadap perangkat keras serta kalibrasi sensor yang digunakan, jika tidak berhasil maka dilakukan evaluasi dan perbaikan, jika berhasil maka akan dilanjutkan ke tahap berikutnya
5. Membuat program untuk mengendalikan sistem otomatis.
6. Melakukan pengujian terhadap program sistem yang dibuat, jika tidak berhasil maka dilakukan evaluasi dan perbaikan, jika berhasil maka akan dilanjutkan ke tahap selanjutnya
7. Setelah semua prosedur selesai, langkah terakhir adalah melakukan pengujian terhadap keseluruhan sistem.

2.3 Sistem Kerja Control pH dan pemberian pakan otomatis

Pada Gambar 2 merupakan flowchart yang menunjukkan sistem pemantauan pH air dan pemberian pakan ikan otomatis dalam sistem akuaponik berbasis mikrokontroler Atmega328P. Pada alat pemantauan pH, sensor membaca data pH yang kemudian diproses oleh Arduino untuk memastikan pH air dalam batas yang diinginkan. Jika pH berada di luar batas, sistem akan merespon dengan mengaktifkan pompa pH up atau pH down untuk menyesuaikan. Sementara itu, alat pemberi pakan ikan otomatis bekerja dengan membaca waktu dari modul DS3231. Ketika waktu pemberian pakan tiba, sistem akan memerintahkan motor servo untuk membuka tutup pakan selama 7 detik pada pekan pertama dan 9 detik pada pekan kedua, kemudian menunggu hingga waktu berikutnya. Sistem ini terus beroperasi dalam siklus berulang, dan hanya berhenti jika terjadi kegagalan pembacaan sensor, kehilangan daya listrik atau intervensi manusia.



Gambar 2. Flowchart sistem akuaponik

2.4 Jadwal pemberian pakan, berat pakan dan kebutuhan pH

Dalam penelitian ini, sampel yang digunakan terdiri dari 30 ekor ikan lele yang berusia antara 45 hari. Pemberian pakan dilakukan secara teratur dua kali sehari. Pada pagi hari, pakan diberikan pada pukul 09.00, sementara pemberian pakan kedua dilakukan pada pukul 16.00. Jadwal pemberian pakan ini dirancang untuk memastikan bahwa ikan lele mendapatkan asupan nutrisi yang cukup dan teratur untuk mendukung pertumbuhan dan kesehatannya selama penelitian berlangsung. Untuk kebutuhan pH ikan lele yaitu 6,5-8 sedangkan tanaman sawi membutuhkan lingkungan dengan pH air yang stabil di rentang 6 hingga 7,5. Pemilihan rentang nilai 6,5 hingga 7,5 karena mendekati pH netral, yang baik untuk pertumbuhan tanaman maupun kesehatan ikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil perancangan

a Perangkat Keras

Gambar 3 menunjukkan perangkat keras dari sistem akuaponik. Mikrokontroler yang digunakan berupa Arduino Uno, fungsinya sebagai pusat pengendali yang menghubungkan semua komponen. Komponen elektronik seperti

sensor pH, sensor suhu, motor DC, motor servo, RTC, dan modul SD card dihubungkan satu sama lain pada sebuah PCB (printed circuit board) yang telah dirancang. PCB ini berfungsi untuk menyatukan semua koneksi komponen, memastikan aliran sinyal dan daya berjalan dengan efisien tanpa gangguan. Setelah semua komponen terpasang pada PCB, keseluruhan rangkaian ditempatkan dalam sebuah box yang berfungsi untuk melindungi perangkat dari faktor lingkungan eksternal seperti debu, air, dan panas.



Gambar 3. Perangkat keras

b Sistem akuaponik secara keseluruhan

Pada gambar 4, terlihat berbagai komponen seperti kolam ikan, media tanam, sistem filtrasi, pompa air, serta wadah pakan. Kolam ikan berfungsi sebagai habitat untuk ikan, di mana limbah yang dihasilkan oleh ikan diubah menjadi nutrisi oleh bakteri pengurai dalam filter. Media tanam, seperti kerikil dan pecahan genting, digunakan untuk menanam tanaman dan juga berfungsi sebagai tempat bagi bakteri untuk berkembang. Sistem ini dilengkapi dengan pompa air yang berfungsi mengalirkan air dari kolam ikan ke tanaman. Alat ini juga dirancang agar dapat memberikan pakan ikan secara otomatis yang dapat diatur waktunya serta terdapat fitur pelempar agar pakan yang diberikan lebih merata.



Gambar 4. Keseluruhan sistem akuaponik

3.2 Analisis Pertumbuhan ikan dan tanaman

a. Analisis pertumbuhan ikan lele

Pada analisa pertumbuhan ikan lele yang dilakukan selama 2 minggu menggunakan alat yang telah dirancang ada beberapa hal yang digunakan sebagai parameter yaitu panjang, berat, dan jumlah ikan. Hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Pertumbuhan ikan lele

Umur ikan (Hari)	Parameter		
	Panjang (cm)	Berat (gr)	Jumlah ikan
45	9.2 cm	20 gr	30 ekor
50	10.4 cm	27 gr	30 ekor
55	11.2 cm	32 gr	28 ekor
60	12.1 cm	40 gr	28 ekor

Setelah 2 minggu pemeliharaan, 28 dari 30 ekor ikan lele yang ditebar masih hidup dengan tingkat kelangsungan hidup (SR) sebesar 93,33%. Berat dan Panjang ikan setelah pemeliharaan selama 2 minggu bertambah yang pada awalnya untuk berat dari 20 gram sampai 40 gram dan panjang ikan dari 9.2 cm menjadi 12.1 cm. Faktor-faktor seperti kualitas air, pakan, kepadatan tebar, dan kesehatan ikan berperan penting dalam mencapai kelangsungan hidup yang tinggi. Hasil budidaya masih menunjukkan pengelolaan yang cukup baik, meskipun terdapat dua ekor ikan yang mati.

b. Analisis pertumbuhan tanaman sawi

Pada analisa pertumbuhan tanaman sawi yang dilakukan selama 2 minggu dengan umur tanaman 13 hst (hari setelah tanam), ada beberapa hal yang digunakan sebagai parameter yaitu panjang, lebar, jumlah daun, tinggi, dan berat tanaman, yang dapat diamati dalam tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2. Pertumbuhan tanaman sawi

Umur tanaman	Parameter				
	Panjang (cm)	lebar (cm)	Jumlah daun	Tinggi (cm)	Berat (gr)
13 hst	12.1	5.5	5	16.2	45
17 hst	14.4	6.3	5	17.7	54
21 hst	17.3	7.3	6	19.4	62
25 hst	19.2	8.2	7	21.5	75

Dari hasil pengamatan yang diperoleh dari penelitian tanaman sawi yang dibudidayakan dengan sistem akuaponik selama 2 minggu didapatkan panjang daun yang pada saat masa pemindahan bibit berukuran 12.1 cm menjadi 19.2 cm, lebar daun meningkat dari 5 cm menjadi 7 cm, jumlah daun bertambah yang pada awalnya 5 menjadi 7, serta tinggi tanaman yang 16.2 cm menjadi 21.5 cm serta berat sawi meningkat signifikan dari 45 gr menjadi 75gr.

3.3 Pengujian Sistem

a Pengujian modul RTC DS3231 dengan waktu pada komputer

Pengujian dilakukan dengan membandingkan waktu yang disimpan oleh DS3231 pada LCD 16x2 dengan waktu yang sebenarnya. Dalam proses pengujian dilakukan perbandingan sebanyak 10 kali seperti tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Perbandingan waktu modul RTC dengan komputer

No.	Waktu pada RTC DS3231	Waktu pada komputer	Error (Detik)
1	14:04:16	14:04:24	8
2	14:06:23	14:06:30	7
3	14:10:53	14:11:01	8
4	14:12:54	14:13:00	6
5	14:15:21	14:15:28	7
6	14:17:06	14:17:10	4
7	14:18:53	14:18:59	6
8	14:20:09	14:20:19	10
9	14:22:33	14:22:40	7
10	14:25:43	14:25:52	9
Rata-rata Error			7,2

Dari sepuluh kali pengujian yang dilakukan antara waktu pada RTC DS3231 dengan waktu yang ditampilkan pada komputer dapat diketahui total nilai rata-rata error yang dihasilkan sebesar 7,2 detik. Selisih nilai yang ditampilkan pada komputer dengan RTC DS3231 dapat disebabkan oleh beberapa hal diantaranya karena baterai RTC lemah, kesalahan dalam pemrograman serta sinkronisasi yang kurang akurat.

b Kalibrasi sensor pH

Pengujian sensor PH-4502C dilakukan untuk mendapatkan keakurasian pembacaan nilai pH pada air. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan sensor pH meter. Pengujian dilakukan dengan tiga jenis pH powder yaitu 4.01, 6.86 dan 9.18. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali, masing-masing buffer powder dilakukan pengujian sebanyak 5 kali dan hasil pengujiannya dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini:

Tabel 4. Kalibrasi sensor pH

Data Ke-	Buffer Powder	pH Meter	Nilai Sensor pH	Selisih
1	4.01	3.98	4.33	0.35
2	4.01	3.95	4.41	0.46
3	4.01	3.96	4.37	0.41
4	4.01	3.98	4.35	0.37
5	4.01	3.95	4.37	0.42
6	6.86	6.80	7.14	0.34

Data Ke-	Buffer Powder	pH Meter	Nilai Sensor pH	Selisih
7	6.86	6.79	7.43	0.64
8	6.86	6.81	7.15	0.34
9	6.86	6.81	7.17	0.36
10	6.86	6.78	7.18	0.40
11	9.18	9.14	9.35	0.21
12	9.18	9.13	9.38	0.25
13	9.18	9.12	9.40	0.28
14	9.18	9.14	9.43	0.29
15	9.18	9.15	9.40	0.25
Total selisih				5.37
Rata-rata persentase error				5,39%

Setelah dilakukan perhitungan didapatkan rata-rata persentase error sebesar 5,399% dan tingkat akurasi dari sensor sebesar 94,611%. Penyimpangan nilai pada sensor bisa disebabkan kalibrasi yang kurang tepat serta tegangan input pada sensor tidak sesuai tegangan kerja. Hasil pada pH meter pun tidak selalu benar, hal ini bisa disebabkan karena sumber tegangan yang lemah.

c Pengujian respon pompa pH up/down

Tabel 5. Kadar pH terhadap status pompa

No	Kadar pH	Status	
		Pompa pH UP	Pompa pH Down
1	4.10	ON	OFF
2	4.58	ON	OFF
3	5.43	ON	OFF
4	6.39	ON	OFF
5	6.87	OFF	OFF
6	7.13	OFF	OFF
7	7.45	OFF	OFF
8	7.90	OFF	ON
9	8.50	OFF	ON
10	8.97	OFF	ON

Tabel 5 diatas menyajikan hasil pengujian terhadap kadar pH, pompa pH up akan menyala ketika kadar pH berada di bawah 6.5, sementara pompa pH down akan aktif ketika kadar pH diatas 7.5. Saat nilai pH dalam rentang 6.5 – 7.5, kedua pompa tetap mati karena pH berada dalam kisaran yang diinginkan. Pemilihan angka dalam rentang 6.5 hingga 7.5 ini dipilih agar pH tetap terjaga dalam kondisi optimal untuk kesehatan ikan dan pertumbuhan tanaman. Kolam pengujian dapat memuat air sebanyak 100 liter. Untuk mengubah pH air sebanyak ±0.5 pada kapasitas 100 liter, diperlukan 200 ml cairan pH up atau pH down, dengan waktu yang diperlukan untuk perubahan pH ±0.5 adalah 10 detik. Sistem ini secara otomatis mengaktifkan pompa sesuai kebutuhan untuk menjaga kestabilan pH air dalam sistem akuaponik.

d Pengujian motor servo dan berat pakan ikan

Pemberian pakan ikan otomatis dilakukan dengan pemberian pakan sesuai dengan jadwal yang ditentukan, yaitu pada jam 09.00 dan 16.00. Jika waktu menunjukkan jam pemberian pakan, maka katup pakan ikan akan terbuka selama 7 detik pada pekan pertama dan 9 detik pada pekan kedua.

Tasbel 6. Perbandingan pakan yang diberikan dengan pakan yang diinginkan

No.	Pakan ke-	Berat pakan yang diinginkan (gr)	Berat pakan yang diberikan (gr)	Selisih berat pakan (gr)
1	Satu	40 gr	35 gr	5 gr
2	Satu	40 gr	39 gr	1 gr
3	Satu	40 gr	34 gr	6 gr
4	Satu	40 gr	35 gr	5 gr
5	Satu	40 gr	36 gr	4 gr
6	Dua	55 gr	57 gr	2 gr
7	Dua	55 gr	60 gr	5 gr
8	Dua	55 gr	58 gr	3 gr
9	Dua	55 gr	60 gr	5 gr
10	Dua	55 gr	57 gr	2 gr
Rata-rata selisih error				3.8 gr 8%

Sebagaimana terlihat pada tabel 6, bahwa telah dilakukan 10 kali percobaan membandingkan antara berat pakan menggunakan alat dengan berat pakan referensi pada pekan ke satu dan pekan ke dua. Berat pakan yang diberikan adalah berat pakan yang keluar dari alat yang telah dirancang, sedangkan berat pakan yang diinginkan adalah berat pakan yang seharusnya diberikan kepada ikan sesuai dengan referensi. Dengan membandingkan hasil dari dua pekan, didapatkan nilai akurasi alat sebesar 92% serta error sebesar 8%. Perbedaan antara hasil pengukuran dan nilai referensi dihitung untuk mengidentifikasi seberapa jauh alat menyimpang dari nilai sebenarnya, guna untuk evaluasi kinerja alat secara keseluruhan.

e Pengujian jarak pelempar pakan menggunakan motor DC 12V

Pada sistem pelempar pakan ikan menggunakan motor DC 12V, jarak lemparan pakan bervariasi tergantung pada tegangan yang diberikan. Hubungan antara tegangan motor dengan jarak lemparan pakan dapat dilihat pada tabel 7 berikut ini:

Tabel 7. Hubungan tegangan dengan jarak lemparan pakan

No	Tegangan (V)	Jarak lemparan (cm)
1	6V	30
2	8V	48
3	10V	67
4	12V	87

Dalam tabel 7 ini, kita dapat melihat hubungan antara tegangan dengan jarak lemparan pakan, dimana seiring penambahan tegangan semakin jauh pula jarak lemparan pakan. Pada implementasinya tegangan 8v dipilih karena menghasilkan jarak lemparan sekitar 48 cm, yang ideal untuk mencapai tengah-tengah kolam dengan panjang sekitar 90 cm. Dengan jarak lemparan ini, pakan dapat didistribusikan secara merata di area tengah kolam.

3.4 Pembahasan data yang tersimpan pada module Sdcard

Data yang hasil pembacaan sensor akan disimpan pada modul SD card, dimana pencatatan nilai pH sebanyak 4 kali dalam sehari selama 14 hari. Pencatatan pada malam hari dilakukan dikarenakan nilai pH cenderung lebih tinggi. Sistem diatur agar nilai pH selalu pada rentang 6.5 – 7.5. Apabila nilai lebih rendah atau lebih tinggi dari yang ditentukan maka sistem akan merespon dengan mengaktifkan pompa pH up/down

Tabel 8. Pencatatan nilai pH pada modulSD card

Hari ke-	Waktu			
	07.00	11.00	15.00	19.00
1	6.92	6.95	6.98	7.02
2	6.95	6.98	7.01	7.05
3	6.97	7.01	7.05	7.09
4	7.01	7.03	7.08	7.12
5	7.03	7.06	7.10	7.15
6	7.06	7.09	7.13	7.17
7	7.10	7.14	7.19	7.22
8	7.15	7.19	7.24	7.30
9	7.30	7.34	7.37	7.42
10	7.41	7.43	7.47	7.52
11	7.08	7.12	7.15	7.18
12	7.11	7.14	7.18	7.21
13	7.12	7.15	7.19	7.23
14	7.14	7.17	7.20	7.24

Tabel 8 merangkum pencatatan nilai pH selama 2 pekan menggunakan modulSD Card. Dapat dilihat pada hari ke-10 jam 19.00 nilai pH yang tercatat yaitu 7,52. Ketika sistem mendeteksi kenaikan nilai pH diatas 7.5 maka secara otomatis pompa pH down akan aktif untuk menurunkan nilai ke rentang angka yang di inginkan, yang mana dapat kita lihat nilai pH kembali ke angka 7.07 pada keesokan harinya. Pada saat proses pengambilan data selama 2 pekan, pompa ph down hanya aktif sekali. Proses ini menunjukkan mekanisme kontrol otomatis yang menjaga pH dalam rentang yang diinginkan, dengan pencatatan data yang dilakukan secara berkala setiap harinya.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengintegrasikan sistem kontrol pH air dan otomatisasi pemberian pakan ikan dengan baik pada sistem akuaponik. Alat yang dirancang mampu memantau kualitas pH dengan keakuratan sensor mencapai 94,61%, dengan data yang direkam dan disimpan pada modul SD card. Jumlah pemberian pakan ikan mendekati hasil yang diinginkan, serta jarak lemparan pakan dapat diatur sesuai ukuran kolam sehingga distribusi pakan lebih merata. Data yang tercatat pada modulSD card juga menunjukkan nilai pH yang stabil serta pompa pH down hanya aktif sekali



pada hari ke-10. Penelitian ini menunjukkan bahwa alat yang dirancang memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ikan lele dan tanaman sawi dalam sistem akuaponik. Bobot ikan mengalami peningkatan menjadi 40gr, panjang 12.1 cm serta kelangsungan hidup ikan mencapai 93,33% pada akhir penelitian. Hasil akhir untuk tanaman sawi menunjukkan panjang mencapai 19.2 cm, lebar 8.2 cm, jumlah daun 7, tinggi 21.5 cm, dan berat 75 gram. Secara keseluruhan, alat yang dirancang terbukti efektif dalam meningkatkan produktivitas dan keberhasilan sistem akuaponik.

REFERENCES

- [1] Abd. Wahab, M. Rais, Fathahillah, dan Jamaluddin, “Rancang Bangun Prototipe Sistem Kontroling dan Monitoring Pada Akuaponik Menggunakan Mikrokontroler,” *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, vol. 7, no. 2, hlm. 1–23, 2021, doi: doi.org/10.26858/jppt.v7i2.20276.
- [2] H. N. Shobihah dan A. Yustiati, “PRODUKTIVITAS BUDIDAYA IKAN DALAM BERBAGAI KONSTRUKSI SISTEM AKUAPONIK,” *Jurnal Akuatika Indonesia*, vol. 7, no. 1, 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.24198/jaki.v7i1.39441>.
- [3] J. Nursandi dan T. Aprilia, “Sistem Akuaponik ‘ Kulkas Hidup ’ Untuk Daerah Lahan Terbatas , Sulit Air dan Daerah Pasca Bencana,” *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, vol. 2, no. 1, hlm. 9–16, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.25181/peranan.v2i1.2203>.
- [4] R. A. Djazuli dkk., “PEMANFAATAN LAHAN DENGAN SISTEM AKUAPONIK TANAMAN SAWI DAN IKAN LELE SEBAGAI PELUANG BISNIS MASYARAKAT DESA DAHAN REJO, KEBOMAS GRESIK,” *Journal of Community Service*, vol. 3, no. 1, hlm. 751–757, 2021, doi: <https://doi.org/10.30587/dedikasimu.v3i1.2355>.
- [5] L. Pamimi, I. Halid, dan U. M. Marwan, “PENGARUH SISTEM AKUAPONIK DENGAN JENIS TANAMAN SAWI (*Brassica juncea*) PADA PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP BENIH IKAN NILA GESIT (*Oreochromis niloticus*) DENGAN PADAT TEBAR BERBEDA,” *Eucheuma Journal of Aquaculture*, vol. 1, no. 2010, hlm. 18–24, 2022, doi: <https://doi.org/10.55113/ejoa.v1i1.1717>.
- [6] F. Saliko, E. S. Antu, dan R. Djafar, “Identifikasi Pengaruh Perkembangan Tanaman Terhadap Dua Jenis Ikan Menggunakan Sistem Akuaponik,” *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, vol. 6, no. 2, hlm. 41–45, 2021, doi: [10.30869/jtpg.v6i2.791](https://doi.org/10.30869/jtpg.v6i2.791).
- [7] A. Rahayuningtyas, D. Sagita, dan N. D. Susanti, “Sistem Deteksi dan Pemantauan Kualitas Air pada Akuaponik Berbasis Android,” *Jurnal Riset Teknologi Industri*, vol. 15, no. 1, hlm. 75, 2021, doi: [10.26578/jrti.v15i1.6829](https://doi.org/10.26578/jrti.v15i1.6829).
- [8] A. Q. Jailani, E. Armando, dan M. T. Aji, “Laju Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Yang Dipelihara Pada Topografi Yang Berbeda,” *Grouper*, vol. 11, no. 2, hlm. 7, 2020, doi: [10.30736/grouper.v11i2.61](https://doi.org/10.30736/grouper.v11i2.61).
- [9] K. R. D. Widyasari, G. A. Yudasmara, N. Nyoman, dan D. Martini, “ANALISA PERFORMA DAN EFISIENSI PAKAN PADA IKAN LELE SANGKURIANG MELALUI PENAMBAHAN PROBIOTIK ANALYSIS,” *Journal Perikanan*, vol. 12, no. 2, hlm. 205–213, 2022, doi: [http://doi.org/10.29303/jp.v12i2.296](https://doi.org/10.29303/jp.v12i2.296) ANALISA.
- [10] R. Nurhidayat, “Pengendalian Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Lele Jenis Mutiara,” *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik*, vol. 1, no. 2, hlm. 42–50, 2021, doi: [10.33365/jimel.v1i2.632](https://doi.org/10.33365/jimel.v1i2.632).
- [11] H. Halauddin, M. Syarifuddin, S. -, N. Sugianto, dan S. -, “Budidaya Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea*. L) Menggunakan Teknologi Irigasi Kapilaritas Bagi Kelompok PKK Desa Talang Pauh, Kabupaten Bengkulu Tengah,” *Indonesian Journal of Community Empowerment and Service (ICOMES)*, vol. 2, no. 1, hlm. 31–35, 2022, doi: [10.33369/icom.es.v2i1.20921](https://doi.org/10.33369/icom.es.v2i1.20921).
- [12] R. Megasari dan N. F. Bulotio, “Integrasi Tanaman Dan Ikan Pada Sistem Aquaponik,” *PLANTKLOPEDIA: Jurnal Sains dan Teknologi Pertanian*, vol. 2, no. 1, hlm. 10–17, 2022, doi: [10.55678/plantklopedia.v2i1.505](https://doi.org/10.55678/plantklopedia.v2i1.505).
- [13] E. Trisno, A. Abri, dan M. A. Nasution, “Respon Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau *Brassica juncea* L. Pada Budidaya Ikan Nila *Oreochromis niloticus* Dengan Aplikasi Eko-Enzim Teknologi Akuaponik Sederhana,” *PALLANGGA: Journal of Agriculture Science and Research*, vol. 2, no. 1, hlm. 01–10, 2024, doi: [10.56326/pallangga.v2i1.3042](https://doi.org/10.56326/pallangga.v2i1.3042).
- [14] J. Tarigan, B. Bernandus, A. Bria, dan A. B. Sanjaya Umbu, “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Dan Kontrol Ph Air Untuk Budi Daya Ikan Lele (*Clarias Gariepinus*),” *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, vol. 6, no. 2, hlm. 119–129, 2022, doi: [10.37478/optika.v6i2.2071](https://doi.org/10.37478/optika.v6i2.2071).
- [15] Anang Samsugi, Y. Rahmanto, dan S. Burlian, “Sistem Kendali Otomatis Pada Akuaponik Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3,” *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 2, no. 1, hlm. 1, 2021, doi: [10.33365/jtst.v2i1.975](https://doi.org/10.33365/jtst.v2i1.975).
- [16] Y. Rahmanto, A. Rifaini, S. Samsugi, dan S. D. Riskiono, “SISTEM MONITORING pH AIR PADA AQUAPONIK MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO,” *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 1, no. 1, hlm. 23, 2020, doi: [10.33365/jtst.v1i1.711](https://doi.org/10.33365/jtst.v1i1.711).
- [17] A. M. Putra dan Ali Basrah Pulungan, “Alat Pemberian Pakan Ikan Otomatis,” *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 2, hlm. 113, 2020, doi: [10.24036/jtev.v6i2.108580](https://doi.org/10.24036/jtev.v6i2.108580).
- [18] Alfandi, D. Permana, dan S. Doni, “Alat Pakan Ikan Aquarium Otomatis Berbasis Arduino Uno,” *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik*, vol. 2, no. 2, hlm. 42–48, 2020, doi: <https://doi.org/10.33365/jimel.v1i1>.
- [19] H. Hartini, S. P. Agustanti, N. Nurhayani, dan D. D. Hartanto, “Aplikasi Mikrokontroler Arduino Uno Dalam Rancang Bangun Kunci Pintu Menggunakan E-Ktp,” *Jusikom : Jurnal Sistem Komputer Musirawas*, vol. 7, no. 1, hlm. 74–88, 2022, doi: [10.32767/jusikom.v7i1.1611](https://doi.org/10.32767/jusikom.v7i1.1611).
- [20] Gunadi dan M. Daud, “Rancang Bangun Sistem Kontrol Keasaman Air Kolam Ikan Menggunakan Sensor pH Berbasis Arduino,” *Jurnal Fokus Elektroda*, vol. 7, no. 4, hlm. 248–254, 2022, doi: <https://doi.org/10.33772/jfe.v7i4.28>.
- [21] M. B. Ulum, M. Lutfi, dan A. Faizin, “OTOMATISASI POMPA AIR MENGGUNAKAN NODEMCU ESP8266 BERBASISiINTERNEToOF tTHINGSs(IOT),” *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 6, no. 1, 2022, doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v6i1.4583>.
- [22] N. E. Anwar dan H. Ferdilla, “Pengaturan Kecepatan Dan Pengendalian Motor DC 5 V-110 V Menggunakan IC Tipe NE 555,” *Jurnal Teknologi Riset Terapan (JATRA)*, vol. 1, no. 2, hlm. 113–123, 2023, doi: doi.org/10.35912/jatra.v1i2.3157.



- [23] A. Yufrida Alfiana, L. Putri Rahayu, dan D. Fajri Syahbana, “Implementasi Kontrol Torsi Motor Servo Menggunakan Metode PI pada Sistem Automatic Pallet Dispenser,” *Jurnal Teknik ITS*, vol. 10, no. 2, hlm. 244–250, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.72970>.
- [24] A. Imran, M. Kartika, dan A. Daud, “JAM DIGITAL BERBASIS RTC DS12C887,” *Jurnal Energi Elektrik*, vol. 11, no. 2, 2022, doi: <https://doi.org/10.29103/jee.v11i1.7514>.
- [25] M. Hurairah, A. Indah Lestari, M. Mirza Riyanto, P. Studi Teknik Elektro, dan U. Muhammadiyah Palembang, “Alat Ukur Intensitas Cahaya Lampu Dengan Data Logger Berbasis Arduino Uno,” *Jurnal Teknik Elektro Vol.*, vol. 13, no. 2, 2023, doi: <http://dx.doi.org/10.36546/jte.v13i2.1005>.