

PERANCANGAN SISTEM KONTROL PH AIR AKUARIUM IKAN KOI MENGGUNAKAN ESP32-WROOM-3D DAN SENSOR PH(SEN0161) DENGAN PEMANTAUAN JARAK JAUH MELALUI SMARTPHONE ANDROID

Ardiansyah Krisna Dony Pradana Putra^{1*}, Lastoni Wibowo²

^{1,2} Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, *Penulis Koresponden
e-mail : ¹ ardiansyahkrisna01@gmail.com, ² lastoni.wibowo@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to develop an automatic pH control system for koi fish aquariums to maintain water pH stability, which is essential for the health of koi fish. The system is designed using the ESP32-WROOM-3D microcontroller and a pH sensor (SEN0161), allowing for remote control and monitoring of pH levels through an Android smartphone. The research methodology involves system design, sensor integration, development of a real-time monitoring application, and field testing under various water conditions. The test results demonstrate that the system effectively controls aquarium water pH with high accuracy, achieving a steady-state error of 1.37% during transitions from acidic to neutral and 0.25% during transitions from alkaline to neutral. Additionally, the system offers real-time monitoring with a 100% success rate. The system automatically adjusts the water pH by activating pumps that introduce solutions to raise or lower the pH, ensuring that the water remains within the ideal pH range for koi fish, which is between 7 and 8. This research concludes that the developed system provides a practical and efficient solution for maintaining water quality in koi aquariums, facilitate the maintenance process for fish keepers, and improving koi health by stabilizing pH levels automatically and remotely.

Keywords: Control, ESP32-WROOM-3D, Monitoring, pH

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kontrol pH otomatis untuk akuarium ikan koi guna menjaga kestabilan pH air, yang penting bagi kesehatan ikan koi. Sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32-WROOM-3D dan sensor pH (SEN0161), yang memungkinkan pengendalian dan pemantauan pH secara jarak jauh melalui *smartphone android*. Metode penelitian meliputi perancangan sistem kontrol, integrasi sensor pH, pengembangan aplikasi pemantauan jarak jauh, serta pengujian sistem dengan variasi kondisi pH air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam mengendalikan pH air akuarium dengan akurasi tinggi, dengan nilai error *steady-state* sebesar 1,37% untuk transisi pH dari asam ke netral dan 0,25% untuk transisi pH dari basa ke netral. Sistem juga berhasil memberikan pemantauan secara *real-time* dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%. Selain itu, sistem ini secara otomatis menyesuaikan pH air dengan mengaktifkan pompa untuk menambahkan larutan yang meningkatkan atau menurunkan pH, memastikan air tetap berada dalam rentang pH ideal bagi ikan koi, yaitu 7-8. Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan merupakan solusi yang efektif dan praktis untuk menjaga kualitas air di akuarium ikan koi, memudahkan proses pemeliharaan bagi pemelihara ikan, dan meningkatkan kesehatan ikan dengan menstabilkan pH air secara otomatis dan pemantauan dapat dilakukan dengan jarak jauh.

Kata kunci: ESP32-WROOM-3D, Kontrol, Pemantauan, pH

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis yang menyimpan banyak keanekaragaman hayati, termasuk ikan hias salah satunya yaitu ikan koi (Mayang et al., 2024). Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) menyebut Indonesia menoreh capaian positif ekspor ikan hias di tahun 2023. Data KKP mencatat, ekspor ikan koi pada semester I 2023 menyentuh USD 20,5 juta atau meningkat 16,2 % dibandingkan periode yang sama tahun lalu. Seperti ditunjukkan Badan Pusat Statistik (BPS) yang diolah Ditjen Direktur Jendral Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan (PDSPKP), dalam tiga tahun terakhir terjadi peningkatan ekspor ikan hias secara signifikan. Dengan capaian itu, Indonesia berhasil duduk pada peringkat ke dua sebagai eksportir ikan hias global (Dwitri Waluyo, 2023).

Salah satu jenis ikan hias yang banyak diminati secara luas oleh masyarakat adalah ikan koi (*Cyprinus carpio*) (Mas'ud & Affandi, 2024). Minat masyarakat dalam pemeliharaan ikan koi semakin meningkat terutama dalam konteks pemeliharaan dalam akuarium. Namun, pemeliharaan ikan koi dalam akuarium memerlukan perhatian khusus terutama terhadap parameter kualitas air yang sangat mempengaruhi kesehatan dan pertumbuhan ikan koi. Salah satunya adalah kondisi tingkat *Power of Hydrogen* air. Kondisi optimal bagi ikan koi adalah memiliki tingkat

Power of Hydrogen air rentang pH 6,5 hingga 8,0. Meskipun demikian, ikan koi dapat tetap bertahan dalam rentang pH 7,0 hingga 8,5 (Admin dkpp, 2020). Alat yang digunakan untuk mengukur tingkat *Power of Hydrogen* tersebut dapat menggunakan pH meter atau pH lakmus universal.

Dalam konteks ini, kemajuan teknologi yang berkembang pesat dalam pembuatan alat-alat canggih yang bekerja secara otomatis dan memiliki tingkat ketelitian yang tinggi telah membawa banyak dampak positif terhadap berbagai aspek kehidupan mencakup pemeliharaan ikan koi. Hal ini membuat pekerjaan menjadi lebih praktis, ekonomis dan efisien bagi pemelihara atau pembedidaya ikan koi. Maka dari itu, alat elektronik menjadi sangat diperlukan untuk menunjang kebutuhan pemelihara ikan koi.

Berdasarkan permasalahan yang ada, peneliti mengembangkan prototipe untuk memudahkan kontrol dan pemantauan jarak jauh tingkat *Power of Hydrogen* air pada akuarium ikan koi dengan rentang pH optimal 7,0 hingga 8,0. Prototipe ini menggunakan mikrokontroler ESP32-WROOM-3D sebagai pengendali sistem dan pengirim data, yang memungkinkan pemantauan *Power of Hydrogen* air melalui *smartphone Android*. Sensor pH menggunakan modul SEN0161 yang terhubung langsung ke air akuarium, serta memberikan informasi mengenai tingkat *Power of Hydrogen* air pada aplikasi. Sistem ini dilengkapi aktuator berupa relai dua saluran yang mengaktifkan pompa air DC 1 dan DC 2 untuk menambahkan larutan Super pH Up atau Super pH Down. Pengontrolan pH secara otomatis ini dapat meningkatkan kesehatan ikan koi dengan menjaga pH air tetap stabil, sehingga mengurangi stres dan risiko penyakit akibat fluktuasi pH yang drastis.

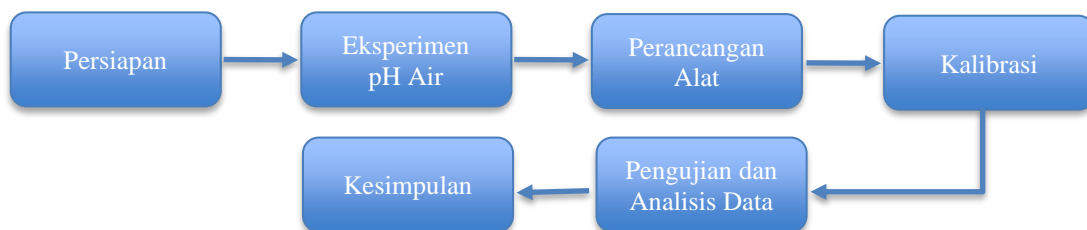
Penelitian terdahulu yang relevan meliputi karya (Wahyu Christanto et al., 2020) yang berhasil mengembangkan sistem kontrol pH menggunakan NodeMCU dan sensor pH untuk menjaga kejernihan air akuarium. Selain itu, (Muis Muslimin & Winarsih, 2022) merancang alat ukur pH digital berbasis ATmega32u4 dengan tingkat akurasi yang tinggi, dan (Hidayat & Mardiyantoro, 2019) mengembangkan sistem pemantauan pH berbasis IoT menggunakan Arduino dan platform Telegram yang efektif dalam pengendalian pH otomatis. Penelitian ini akan berkontribusi lebih lanjut dengan menggunakan mikrokontroler ESP32-WROOM-3D dan aplikasi berbasis Android untuk pemantauan jarak jauh pH akuarium ikan koi secara *real-time*.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif untuk mengukur perubahan tingkat pH dalam sistem akuarium ikan koi. Sistem pengontrolan pH dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor pH analog SEN0161 dan dua pompa air DC sebagai aktuator. Objek penelitian dalam studi ini adalah sistem kontrol pH air pada akuarium dengan volume air 25 liter yang diimplementasikan dengan menggunakan mikrokontroler dan aplikasi pemantauan jarak jauh berbasis Android.

2.1. Tahapan Penelitian

Secara keseluruhan, tahapan penelitian terdiri atas persiapan, studi literatur, perancangan alat, pengujian, analisis data, serta penarikan kesimpulan. Adapun tahapan dalam perancangan sistem meliputi:



Gambar 1. Tahap Penelitian

2.2. Alat dan Bahan

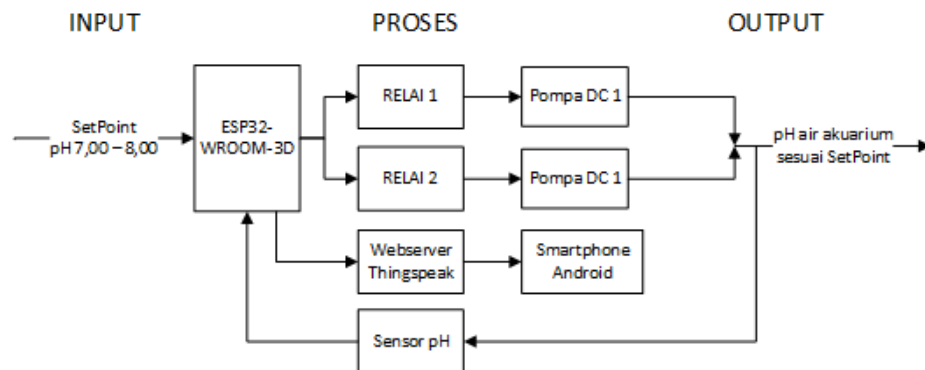
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi berbagai komponen elektronik dan pendukung yang berperan dalam sistem kontrol pH akuarium ikan koi.

Tabel 1. Alat dan Bahan

No.	Alat / Bahan	Fungsi
1	Laptop	Kalkulasi dan pemrograman
2	Smartphone android	Pemantauan data dengan MIT App Inventor
3	Kertas Lakmus	Eksperimen pH air
4	ESP32-WROOM-3D	Kontrol dan pengirim data
5	Sensor pH(SEN0161)	Mengukur pH air
6	Relai	Mengaktifkan pompa air DC

No.	Alat / Bahan	Fungsi
7	Pompa air DC	Mengatur larutan pH Up / Down
8	MIT App Inventor	Aplikasi pemantauan jarak jauh
9	Breadboard	Menghubungkan pin / kabel
10	<i>Fish-All Super pH Up dan Down</i>	Larutan untuk menaikkan / menurunkan pH air
11	<i>Power plug / step-down</i>	Catu daya pompa air DC

2.3. Diagram Blok Sistem

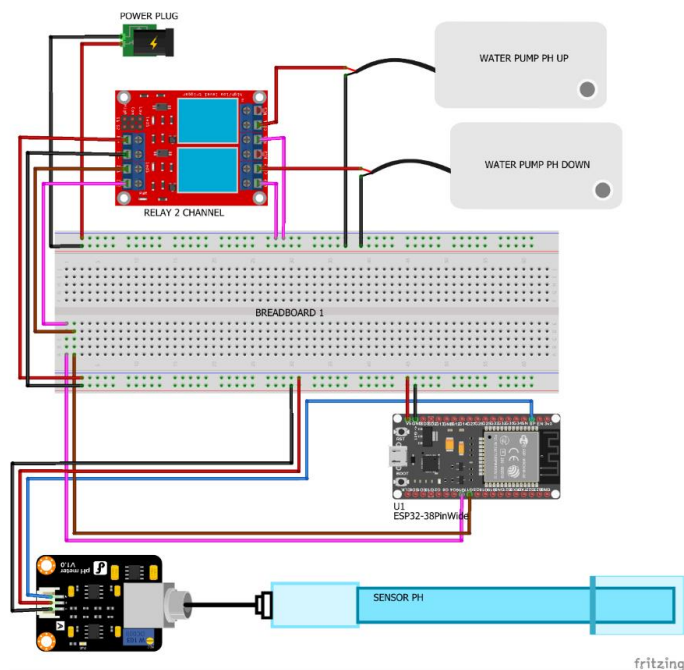


Gambar 2. Diagram Blok

Pada sistem Gambar 2. bekerja dengan menerima input *setpoint* pH yang diinginkan (pH 7,00 – 8,00) dari pengguna. ESP32-WROOM-3D memproses input tersebut dan membandingkannya dengan data pH aktual yang diukur oleh sensor pH. Jika pH air tidak sesuai dengan *setpoint*, ESP32 akan mengaktifkan relai yang mengendalikan pompa untuk menambahkan larutan *Fish-All Super pH Up* atau *Down*. Selain itu, data pH dikirim ke *webserver* Thingspeak agar bisa dipantau melalui *smartphone android*. Akhirnya, sistem mengatur pH air di akuarium sesuai dengan nilai *setpoint* yang telah ditetapkan

2.4. Perancangan Alat

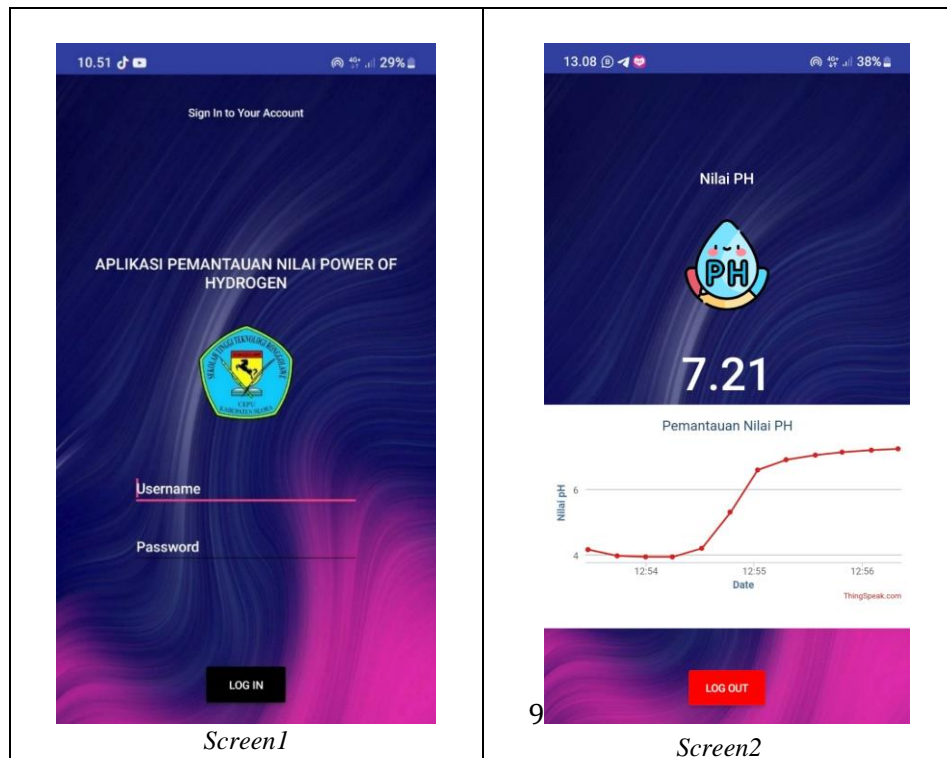
Gambar 3 menunjukkan koneksi pin keseluruhan sensor pH (SEN0161), ESP32-WROOM-3D, *Power plug / step-down*, relai dan pompa air DC.



Gambar 3. Skema Rangkaian

Tampilan aplikasi pada Gambar 4 terdiri dari dua layar display. Pada *Screen1*, terdapat satu tombol "Login" yang berfungsi untuk membuka *Screen2*, serta dua kotak teks yang digunakan untuk memasukkan *Username* dan

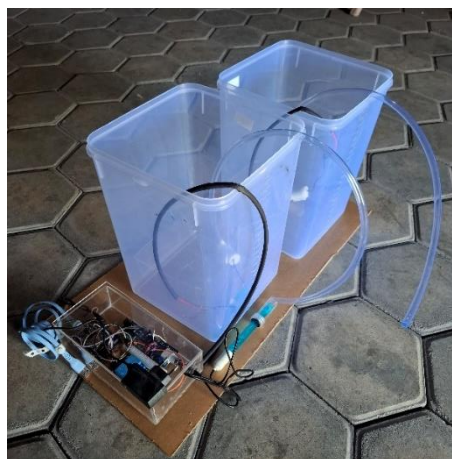
Password. Sementara itu, *Screen2* memiliki satu tombol berlabel "Logout" yang berfungsi untuk keluar dari aplikasi. Pada layar ini juga terdapat dua label display yang masing-masing menampilkan hasil pembacaan sensor pH dan grafiknya.



Gambar 4. Tampilan Aplikasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini mencakup berbagai aspek kalibrasi sensor, pengujian sistem kontrol pH, serta pemantauan melalui aplikasi. Bentuk fisik alat yang telah dirancang dapat dilihat pada Gambar 5, memperlihatkan seluruh komponen yang telah dirakit untuk pengujian sistem kontrol pH.



Gambar 5. Hasil Alat

3.1. Perhitungan Kalibrasi Sensor pH(SEN0161)

Kalibrasi sensor pH dilakukan dengan menguji nilai ADC (*Analog-to-Digital Converter*) yang diterima oleh mikrokontroler ESP32-WROOM-3D. Mikrokontroler memiliki pin ADC 12-bit, memungkinkan pembacaan nilai dari 0 hingga 4095 melalui pengujian dengan larutan buffer (Widyatmika et al., 2021). Nilai ADC kemudian dikonversi ke parameter pH menggunakan rumus regresi linier:

$$y = mx + b \dots\dots\dots (1)$$

keterangan:

- x : variable faktor (nilai ADC)
- y : variable respon (kadar larutan buffer pH)
- m : Slope
- b : Intercept

Tabel 1 berikut adalah sampel hasil penghitungan regresi linier yang menunjukkan hubungan antara nilai ADC dan kadar buffer pH dalam proses kalibrasi.

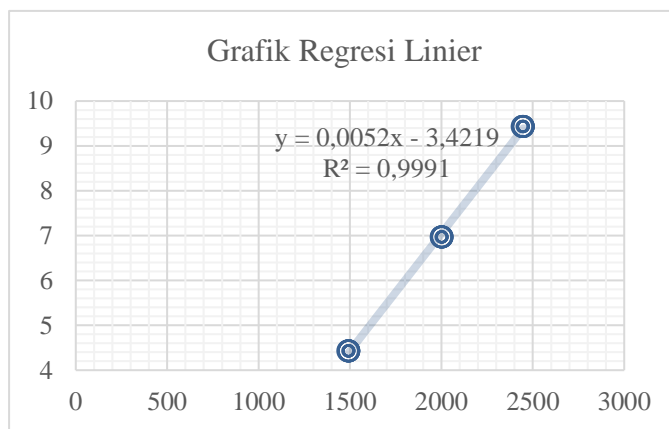
Tabel 2. Perhitungan Regresi Linier

No.	x (ADC)	y (Kadar Buffer)	x^2	y^2	xy
1	1494	4,43	2232036	19,6249	6618,42
5	1493	4,43	2229049	19,6249	6613,99
10	1494	4,43	2232036	19,6249	6618,42
15	2002	6,97	4008004	48,5809	13953,9
20	2005	6,97	4020025	48,5809	13974,9
25	2442	9,43	5963364	88,9249	23028,1
30	2448	9,43	5992704	88,9249	23084,6
Σ	59408	208,3	122202342	1571,31	436351

Penghitungan Slope (m) dan Intercept (b) menggunakan persamaan (2) dan (3)

$$m = \frac{n(\Sigma xy) - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$b = \frac{(\Sigma y) - m(\Sigma x)}{n} \dots\dots\dots (3)$$



Gambar 6. Grafik Regresi Linier

Hasil regresi linier divisualisasikan pada Gambar 6, menampilkan persamaan garis $y = 0,0052x - 3,4219$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,9991$. Nilai R^2 menunjukkan hubungan yang sangat baik antara nilai ADC dan kadar pH. Kalibrasi ini memastikan agar dapat nilai pH yang akurat dan sesuai standar (Yudha et al., 2024)(Wahyu Christanto et al., 2020). Namun, akurasi pengukuran dapat dipengaruhi oleh suhu, kekeruhan, dan zat terlarut dalam air, yang dapat mempengaruhi sensitivitas sensor pH.

3.2. Pengujian Sensor pH

Error *Steady state* (Ess) mengukur selisih antara nilai *setpoint* dengan pembacaan sensor pada kondisi stabil. Perhitungan Ess menggunakan Persamaan (4)

$$Ess = \left| \frac{SetPoint - X}{SetPoint} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Rata-rata keseluruhan Ess dihitung dengan Persamaan (5):

$$\bar{x}_{Ess} = \frac{\sum Ess}{n} \dots\dots\dots (5)$$

Data diambil melalui enam pengujian, terdiri dari tiga pengujian pH air dari asam ke netral dan tiga dari basa ke netral, dengan nilai awal pH air berbeda.

3.2.1. Pengujian Sensor pH pada Kondisi Air Asam

Tabel 3. Data Sampel Pengujian Kondisi Asam-Netral 1

PENGUJIAN KONDISI ASAM-NETRAL 1			
Kondisi Awal Air = 4,61			
Waktu Pengiriman	Nilai pH	Status Air	Waktu (menit)
13.51.51	4,61	Asam	± 12
13.54.30	5,07	Asam	
13.57.42	6,00	Asam	
14.01.26	7,00	Netral	
14.03.01	7,09	Netral	

Tabel 3 menunjukkan perubahan pH dari 4,61 (asam) menjadi 7,09 (netral) dalam waktu ± 12 menit. Larutan *Fish-All Super pH Up* digunakan untuk menetralkan air selama pengujian. Perhitungan Error *Steady state* (Ess) dengan nilai akhir pH 7,11 dengan *setpoint* 7,00 adalah:

$$Ess = \left| \frac{(7,00 - 7,09)}{7,00} \right| \times 100 \% = 1,28\%$$

Tabel 4. Data Sampel Pengujian Kondisi Asam-Netral 2

PENGUJIAN KONDISI ASAM-NETRAL 2			
Kondisi Awal Air = 5,42			
Waktu Pengiriman	Nilai pH	Status Air	Waktu (menit)
14.29.08	5,42	Asam	± 10
14.32.53	6,05	Asam	
14.36.40	6,88	Asam	
14.38.10	7,00	Netral	
14.39.33	7,11	Netral	

Tabel 4 menunjukkan perubahan pH dari 5,42 ke 7,11 dalam waktu ±10 menit. Proses penambahan larutan *Fish-All Super pH Up* oleh pompa menetralkan air selama pengujian. Perhitungan Error *Steady state* (Ess) dengan nilai akhir pH 7,11 dengan *setpoint* 7,00 adalah:

$$Ess = \left| \frac{(7,00 - 7,11)}{7,00} \right| \times 100 \% = 1,57\%$$

Tabel 5. Data Sampel Pengujian Kondisi Asam-Netral 3

PENGUJIAN KONDISI ASAM-NETRAL 3			
Kondisi Awal Air = 6,03			
Waktu Pengiriman	Nilai pH	Status Air	Waktu (menit)
15.07.23	6,03	Asam	± 7
15.08.50	6,34	Asam	
15.11.09	6,88	Asam	
15.12.31	7,02	Netral	
15.14.03	7,09	Netral	

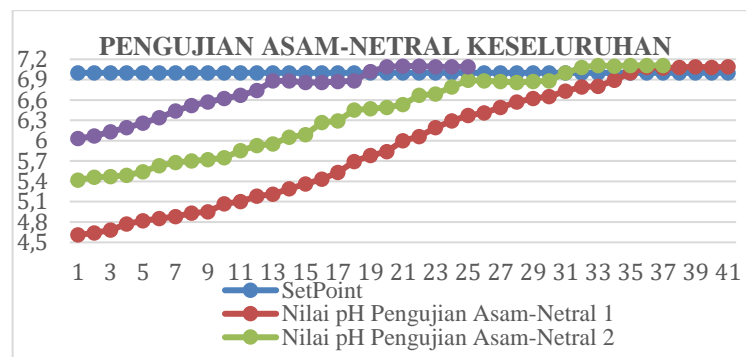
Tabel 5 menunjukkan perubahan pH dari 6,03 ke 7,09 dalam waktu ±7 menit. Penambahan larutan *Fish-All Super pH Up* oleh pompa menetralkan air selama pengujian. Perhitungan Error *Steady state* (Ess) dengan nilai akhir pH 7,09 dengan *setpoint* 7,00 adalah:

$$Ess = \left| \frac{(7,00 - 7,09)}{7,00} \right| \times 100 \% = 1,28\%$$

Tabel 6. Rata-rata Error *Steady state* Pengujian Asam-Netral

Pengujian Asam-Netral Ke-	Nilai <i>Error Steady state</i> Pengujian Asam-Netral (%)
1	1,28
2	1,57
3	1,28
\bar{x} <i>Error Steady state</i>	1,37

Tabel 6 menunjukkan rata-rata nilai Ess adalah 1,37%, masih dalam batas toleransi <5%. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pengadukan saat penambahan larutan *Fish-All Super pH Up*, yang menyebabkan sedikit kelebihan penambahan larutan dan perbedaan nilai akhir. Meskipun ada sedikit perbedaan nilai akhir, pengaruhnya terhadap keseimbangan biologis dan kesehatan ikan relatif kecil selama pH tetap terkendali. Gambar 7 memperlihatkan grafik pengujian dari kondisi basa ke netral secara keseluruhan.



Gambar 7. Grafik Pengujian Asam-Netral Keseluruhan

3.2.2. Pengujian Sensor pH pada Kondisi Air Basa

Tabel 7. Data Sampel Pengujian Kondisi Basa-Netral 1

PENGUJIAN KONDISI BASA-NETRAL 1			
Kondisi Awal Air = 9,75			
Waktu Pengiriman	Nilai pH	Status Air	Waktu (menit)
13.00.39	9,75	Basa	± 11
13.03.57	9,38	Basa	
13.06.14	8,93	Basa	
13.10.14	7,98	Netral	
13.11.36	7,98	Netral	

Tabel 7 menunjukkan perubahan pH dari 9,75 ke 7,98 dalam waktu ±11 menit. Penambahan larutan *Fish-All Super pH Down* oleh pompa menetralkan air selama pengujian. Perhitungan *Error Steady state* (Ess) dengan nilai akhir pH 7,98 dengan *setpoint* 8,00 adalah:

$$Ess = \left| \frac{(8,00 - 7,98)}{8,00} \right| \times 100 \% = 0,25\%$$

Tabel 8. Data Sampel Pengujian Kondisi Basa-Netral 2

PENGUJIAN KONDISI BASA-NETRAL 2			
Kondisi Awal Air = 9,05			
Waktu Pengiriman	Nilai pH	Status Air	Waktu (menit)
14.21.39	9,05	Basa	± 7
14.22.56	8,79	Basa	
14.25.13	8,58	Basa	
14.26.48	7,98	Netral	
14.28.13	7,98	Netral	

Tabel 8 menunjukkan perubahan pH dari 9,05 ke 7,98 dalam waktu ±7 menit. Penambahan larutan *Fish-All Super pH Down* oleh pompa menetralkan air selama pengujian. Perhitungan Error *Steady state* (Ess) dengan nilai akhir pH 7,98 dengan *setpoint* 8,00 adalah:

$$Ess = \left| \frac{(8,00 - 7,98)}{8,00} \right| \times 100 \% = 0,25\%$$

Tabel 9. Data Sampel Pengujian Kondisi Basa-Netral 3

PENGUJIAN KONDISI BASA-NETRAL 3			
Kondisi Awal Air = 8,59			
Waktu Pengiriman	Nilai pH	Status Air	Waktu (menit)
15.40.06	8,59	Basa	± 4
15.41.22	8,37	Basa	
15.42.15	8,1	Basa	
15.43.09	7,96	Netral	
15.44.40	7,98	Netral	

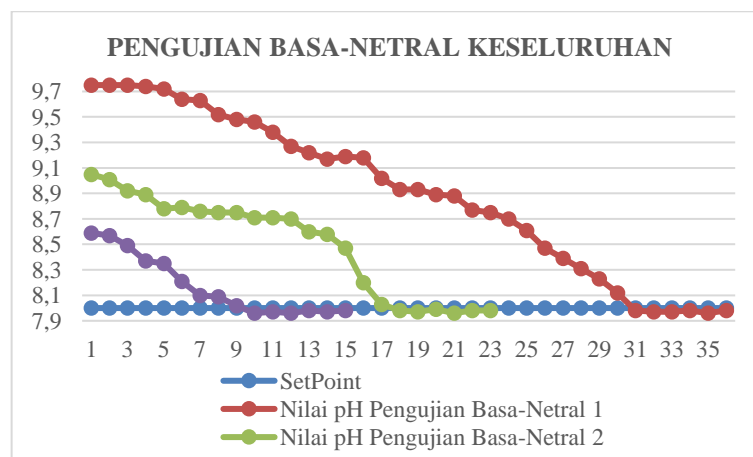
Tabel 9 menunjukkan perubahan pH dari 8,59 ke 7,98 dalam waktu ±4 menit. Penambahan larutan *Fish-All Super pH Down* oleh pompa menetralkan air selama pengujian. Perhitungan Error *Steady state* (Ess) dengan nilai akhir pH 7,98 dengan *setpoint* 8,00 adalah:

$$Ess = \left| \frac{(8,00 - 7,98)}{8,00} \right| \times 100 \% = 0,25\%$$

Tabel 10. Rata-rata Error *Steady State* Pengujian Basa-Netral

Pengujian Basa-Netral Ke-	Nilai Error <i>Steady state</i> Pengujian Basa-Netral (%)
1	0,25
2	0,25
3	0,25
\bar{x} Error <i>Steady state</i>	0,25

Tabel 10 menunjukkan rata-rata nilai Ess adalah 0,25%, masih dalam batas toleransi <5%. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pengadukan saat penambahan larutan *Fish-All Super pH Down*, yang menyebabkan sedikit kelebihan penambahan larutan dan perbedaan nilai akhir. Namun, jika terjadi penurunan pH yang terlalu cepat atau berlebihan, ikan koi bisa mengalami stres karena perubahan drastis dalam kadar pH, meskipun masih berada dalam kisaran pH yang aman. Gambar 8 memperlihatkan grafik pengujian dari kondisi basa ke netral secara keseluruhan.



Gambar 8. Grafik Pengujian Asam-Netral Keseluruhan

3.3. Pengujian Aplikasi

Proses pembuatan aplikasi dilakukan di MIT App inventor dengan mengirim dan menerima data dari *webserver* Thingspeak yang nantinya data tersebut akan ditampilkan pada aplikasi (Ramadhani et al., 2024). Tampilan aplikasi dan fungsi didesain menggunakan model blok pada MIT App Inventor (Wibowo & Putro, 2023). Hasil pengujian aplikasi pada *Screen1* dan *Screen2* ditunjukkan pada Tabel 11 dan Tabel 12, yang memverifikasi keandalan dan fungsionalitas aplikasi sesuai harapan.

Tabel 11. Pengujian *Screen1*

No	Skenario	Data Input	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
1.	Username dan Password benar	ardiansyah / 12345678	Login berhasil, masuk ke <i>Screen2</i>	Login berhasil	Berhasil
2.	Username benar, Password salah	ardiansyah / salah	Gagal login, pesan error	Gagal Login	Berhasil
3.	Username salah, Password benar	salah / 12345678	Gagal login, pesan error	Gagal Login	Berhasil
4.	Username dan Password salah	salah / salah	Gagal login, pesan error	Gagal Login	Berhasil
5.	kosong, Password diisi	kosong / diisi	Gagal login, pesan error	Gagal Login	Berhasil
6.	Username diisi, Password kosong	diisi / kosong	Gagal login, pesan error	Gagal Login	Berhasil
7.	Username dan Password kosong	kosong / kosong	Gagal login, pesan error	Gagal Login	Berhasil

Tabel 12. Pengujian *Screen2*

No	Skenario <i>Screen2</i>	Input	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
1.	Tampilan pH pada <i>Label Display1</i> Grafik	Aplikasi dibuka, sensor pH	<i>Label Display1</i> menampilkan nilai pH sensor	Nilai pH tampil	Berhasil
2.	pemantauan pH pada <i>Label Display2</i>	Aplikasi dibuka, data pH bervariasi	Grafik <i>Label Display2</i> , menunjukkan perubahan	Grafik tampil sesuai data	Berhasil
3.	Respon grafik saat pH berubah	Perubahan nilai pH <i>real-time</i>	Grafik diperbarui otomatis	Grafik diperbarui <i>real-time</i>	Berhasil
4.	Fungsi Tombol "Logout"	Tombol "Logout" ditekan	Pengguna diarahkan ke halaman awal	Pengguna diarahkan ke halaman awal	Berhasil
5.	Uji tampilan UI di berbagai ukuran layar	Aplikasi dibuka di ukuran layar yang berbeda	Semua elemen tampil baik tanpa terpotong	Elemen UI tampil dengan baik	Berhasil

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komunikasi antara aplikasi Android dan platform Thingspeak berjalan lancar dengan koneksi internet yang stabil. Sistem kontrol pH yang dikembangkan berhasil menjaga kestabilan pH air akuarium dengan error *steady-state* sebesar 1,37% pada kondisi asam dan 0,25% pada kondisi basa. Meskipun sistem bekerja secara otomatis dan akurat, ada kebutuhan untuk meningkatkan akurasi sensor pH yang masih dipengaruhi oleh variabilitas kondisi lingkungan. Perbaikan dapat dilakukan dengan kalibrasi ulang atau penggunaan sensor pH yang lebih sensitif dan stabil terhadap perubahan lingkungan, untuk meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe dan petugas Laboratorium Teknik Elektro yang telah menyediakan dukungan dan sarana dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Admin dkpp. (2020, February 17). *Cara Memeriksa Kualitas Air Kolam Ikan Koi*. Pemerintah Kabupaten Buleleng Dinas Ketahanan Pangan Dan Perikanan. Diakses 22 Juli 2024
<https://dkpp.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/cara-memeriksa-kualitas-air-kolam-ikan-koi-98>
- Dwitri Waluyo. (2023, November 17). *Buah Manis Kebijakan Ekonomi Biru*. INDONESIA.GO.ID Portal Informasi Indonesia. Diakses 23 Juli 2024
<https://www.indonesia.go.id/kategori/editorial/7752/buah-manis-kebijakan-ekonomi-biru?lang=1?lang=1>
- Hidayat, M., & Mardiyantoro, N. (2019). SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN PH AIR BERBASIS IoT MENGGUNAKAN PLATFORM ARDUINO INFO ARTIKEL ABSTRAK. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 7(1), 65–70.
- Mas'ud, N. I., & Affandi, R. I. (2024). Pemeliharaan Ikan Koi (Cyprinus Carpio) Pada Kolam Beton. *Ganec Swara*, 18(3), 1288. <https://doi.org/10.35327/gara.v18i3.934>
- Mayang, R., Sutiah, E., Nurfaika, N., & Melo, R. H. (2024). Kearifan Lokal Masyarakat Desa Torosiaje Terhadap Budidaya Perikanan. *Geosfera: Jurnal Penelitian Geografi*, 3(1), 17–25.
<https://doi.org/10.37905/geojpg.v3i1.25757>
- Muis Muslimin, A., & Winarsih, T. (2022). PERANCANGAN ALAT UKUR pH DIGITAL BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega32u4 MENGGUNAKAN SENSOR pH METER V1.1. In *Jurnal Natural, Mei* (Vol. 18).
- Ramadhani, Q. N., Elektro, F. T., Telkom, U., Hamzah, I. W., Elektro, F. T., Telkom, U., Elektro, F. T., & Telkom, U. (2024). *Aplikasi Pemantauan Data Sensor Berbasis Android untuk Pemantauan Aktivitas Otak dan Detak Jantung dengan MIT App Inventor*. 11(2), 1237–1240.
- Wahyu Christanto, F., Ardi Pramono, B., Ardiyanto, I., & Ryan Hidayatulloh, R. (2020). NODEMCU DAN KONTROL PENGUKURAN PH AIR BERBASIS ANDROID UNTUK MENENTUKAN TINGKAT KEJERNIHAN PADA AIR TAWAR. *Pengembangan Rekayasa Dan Teknologi*, 16(1).
<http://journals.usm.ac.id/index.php/jprt/index>
- Wibowo, L., & Putro, D. P. (2023). Rancang Bangun Pengontrol Beban Listrik Menggunakan Perintah Suara Melalui Smartphone Android Berbasis Arduino Nano. *Simetris*, 17(1), 23–27.
- Widyatmika, I. P. A. W., Indrawati, N. P. A. W., Prastya, I. W. W. A., Darminta, I. K., Sangka, I. G. N., & Sapteka, A. A. N. G. (2021). Perbandingan Kinerja Arduino Uno dan ESP32 Terhadap Pengukuran Arus dan Tegangan. *Jurnal Otomasi Kontrol Dan Instrumentasi*, 13(1), 35–47.
<https://doi.org/10.5614/joki.2021.13.1.4>
- Yudha, A. A., Haryanto, I., Jurusan, M., Mesin, T., Teknik, F., Diponegoro, U., Jurusan, D., Mesin, T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2024). *PERANCANGAN SISTEM SMART PLANT MONITORING (SPM) UNTUK GREENHOUSE MELON HIDROPONIK DUTCH BUCKET SYSTEM BERBASIS HUMAN*. 12(3), 45–50.