

# PROTOTYPE PENGATUR KADAR PH DAN PEMBERIAN PAKAN IKAN KOI SECARA OTOMATIS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER

*Hilda Nur Rama Dhana, 21401053033<sup>1</sup>, Sugiono<sup>2</sup>, Bambang Minto Basuki<sup>3</sup>*  
*Mahasiswa Teknik Elektro<sup>1</sup>, Dosen Teknik Elektro<sup>2,3</sup>, Universitas Islam Malang*  
[dhanar899@gmail.com](mailto:dhanar899@gmail.com)

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah purwarupa pengatur kadar pH dan pemberian pakan ikan koi secara otomatis. Perangkat tersebut dilengkapi dengan pengaturan batas bawah pH air akuarium dan penjadwalan pemberian pakan pada ikan koi. Dengan demikian, perangkat akan menjalankan operasi pemberian pakan ikan secara otomatis menurut jadwal yang telah diberikan. Untuk penggantian air akuarium, perangkat ini dilengkapi dua stop kontak yang bisa dihubungkan ke pompa air, satu untuk menguras dan satu untuk mengisi air di akuarium. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat berhasil memberi pakan ikan secara otomatis dengan akurasi massa pakan sebesar 3 gram. Selain itu perangkat juga berhasil mempertahankan ketinggian air akuarium di tingkat 95% hingga 105%, serta mempertahankan pH air sesuai dengan pengaturan yang diberikan.

**Kata kunci:** sistem pengendali, pengatur kadar pH air, pompa air, pemberi pakan ikan otomatis

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Koi adalah varietas berwarna dari ikan mas Amur (*Cyprinus rubrofuscus*) yang dipelihara untuk keperluan hiasan atau dekoratif di dalam akuarium, kolam koi luar ruangan, atau taman air. Kategori koi yang paling populer adalah *Gosanke*, yang terdiri dari varietas *Kohaku*, *Taisho Sanshoku*, dan *Showa Sanshoku* [1].

Warna ikan koi yang indah dan beraneka ragam, mendorong orang Jepang untuk menghasilkan berpuluh-puluh jenis ikan koi yang akhirnya digemari oleh orang di berbagai negara termasuk Indonesia [2]. Untuk hasil yang optimal, ikan koi harus diberi makan pada jam tertentu dengan takaran yang cukup tepat.

Dalam kimia, pH adalah skala yang digunakan untuk menentukan seberapa asam atau basa larutan berbasis air. Larutan asam memiliki pH lebih rendah, sedangkan larutan basa memiliki pH lebih tinggi. Pada suhu 25°C, air murni tidak bersifat asam atau basa dan memiliki pH 7 [3] [4] [5]. Nilai pH bisa kurang dari 0 untuk asam yang sangat kuat, atau lebih besar dari 14 untuk basa yang sangat kuat [5] [4].

Kisaran skala pH maksimum untuk koi dan semua kelangsungan hidup ikan air tawar adalah antara 5,5 dan 8,5 [1]. Jika nilai pH dalam kolam atau akuarium turun dari 8 ke 5,5 dalam waktu kurang dari sehari, ikan akan sangat menderita, dan hanya sedikit kemungkinan untuk bertahan hidup [6].

Oleh karena itu diusulkan sebuah sistem otomatisasi untuk melakukan pemberian makanan pada ikan koi dan menjaga tingkat keasaman air akuarium tempatnya dipelihara, yang merupakan sistem kendali lingkaran tertutup (*closed loop*) [7]. Sistem ini bisa dikembangkan menggunakan mikrokontroler [8] yang didukung oleh beberapa sensor dan aktuator. Sistem otomatisasi yang akan

dikembangkan ini berupa perangkat pemberi makan ikan koi dan pengendali tingkat keasaman air akuarium. Pemberian makanan pada ikan koi yang tepat takaran dan tepat waktu akan mendayagunakan beberapa komponen servo [9], timbangan piezoelektrik (*load cell*) [10], dan jam kuart (modul *RTC – real-time clock*) [9]. Untuk melakukan pengendalian tingkat keasaman air akuarium dapat dilakukan dengan mendayagunakan komponen sensor tingkat keasaman zat cair [9], sensor ketinggian air (sensor jarak ultrasonik [9]), dan pompa air elektrik [11], yang didukung oleh tempat penyimpanan air cadangan.

Bearly Ananta Firdaus pada tahun 2016 dalam jurnalnya yang berjudul “Pembuatan Alat Pemberi Pakan Ikan dan Pengontrol PH Otomatis” memaparkan bahwa alat pemberi pakan ikan dan pengontrol pH otomatis dapat mengukur dan mendeteksi tingkat keasaman pada air dan sistem dapat mengeluarkan pakan ikan dengan dua cara menggunakan waktu mundur dan pemberian pakan seketika serta dapat mengubah masukan waktu untuk makanan ikan dan batas pH [12].

Pada tahun 2016, Jamal Abdun Nasir dalam penelitiannya yang berjudul “Model Pengontrol Tingkat Keasaman Air untuk Budi Daya Ikan Koi” mengungkapkan hasil penelitian model pengontrol tingkat keasaman air untuk budi daya ikan koi menggunakan sensor SEN0161 dan mikrokontroler ATmega328. Secara keseluruhan sistem ini dapat langsung diterapkan pada akuarium secara langsung tanpa mengubah modul-modul dan komponen di dalam sistem [2].

Al Qalit pada tahun 2017 dalam jurnalnya yang berjudul “Rancang Bangun Prototipe Pemantauan Kadar pH dan Kontrol Suhu Serta Pemberian Pakan Otomatis pada Budi Daya Ikan Lele Sangkuriang Berbasis IoT” memaparkan bahwa sistem pemantauan dengan menggunakan Arduino Uno R3 dan modul *ethernet shield* sebagai pengirim data menuju IoT *cloud* telah berhasil

dilakukan. Hasil parameter yang dipantau meliputi kadar pH air menggunakan sensor pH meter dan proses otomatisasi pemberian pakan menggunakan motor servo. Hasil pemantauan sistem telah berhasil ditampilkan pada *website IoT Cloud* dalam derajat Celsius untuk suhu dan dalam pH untuk tingkat keasaman air [13].

Penelitian ini akan mengembangkan perangkat pemberi makanan ikan koi hias otomatis dan sekaligus menjaga tingkat keasaman air akuarium dengan beberapa kelebihan dibandingkan dengan penelitian yang terdahulu, antara lain:

1. Pemberian makanan ikan dilakukan lebih akurat dengan menimbang pakan sampai presisi 3 gram dan jadwal yang dapat diprogram berdasarkan waktu sebanyak delapan slot per hari;
2. Cadangan makanan ikan disediakan pada volume sebesar 1 liter; dan
3. Terdapat sistem pengendali tingkat keasaman air akuarium dengan pompa penguras dan pompa pengganti yang berbeda serta menggunakan sensor tingkat keasaman dan sensor ketinggian air sehingga proses penggantian air akuarium dengan air baru bisa lebih efektif namun tetap aman untuk ikan di dalamnya.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas yang telah ditulis sebelumnya maka pada penelitian ini memiliki beberapa permasalahan yang akan diteliti:

1. Bagaimana membangun sistem otomatisasi untuk memberi makanan pada ikan koi hias dan menjaga tingkat keasaman air akuarium lingkungannya.
2. Bagaimana menguji perangkat hasil rancangan.

## 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan perancangan sistem otomatisasi untuk memberi makanan ikan koi hias dan menjaga tingkat keasaman air akuarium.
2. Melakukan perancangan perangkat otomatis pemberi makanan ikan koi hias dan penjaga tingkat keasaman air akuarium.
3. Melakukan pengujian efektivitas perangkat otomatis pemberi makanan ikan koi hias dan penjaga tingkat keasaman air akuarium yang telah dikembangkan.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Langkah Penelitian

Langkah penelitian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi:

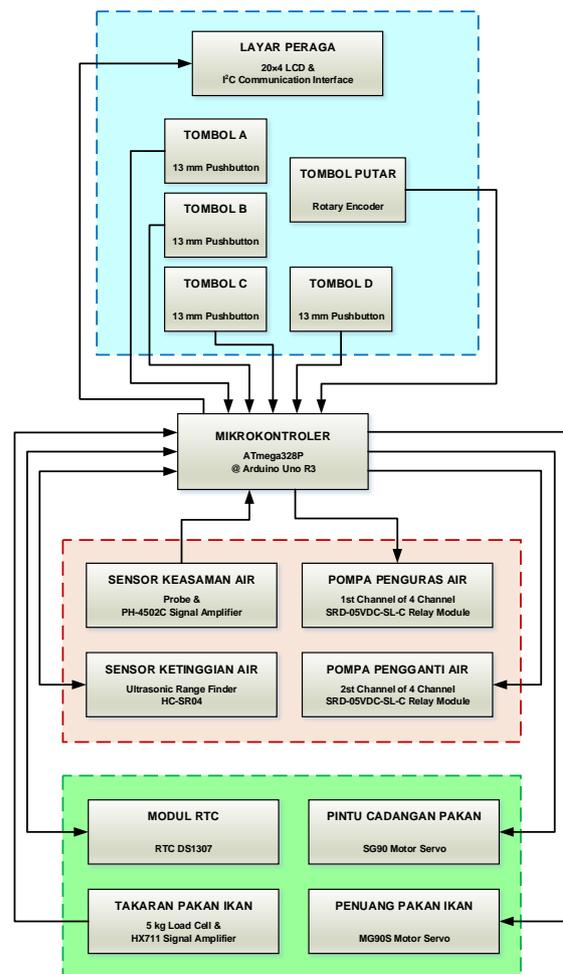
1. Studi Literatur
2. Perancangan Sistem Kendali
3. Perancangan dan Pembuatan Perangkat
4. Pengujian Perangkat

5. Analisis Hasil Pengujian, dan
6. Kesimpulan

### 2.2. Rancangan Umum

Rancangan umum perangkat pemberi pakan ikan dan penjaga tingkat keasaman air akuarium pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.

Perangkat otomatis pemberi makanan ikan koi hias dan penjaga tingkat keasaman air akuarium yang dibangun akan bekerja dengan kaidah-kaidah utama sistem pengendali. Terdapat dua kaidah utama yang ditangani oleh perangkat ini, yaitu kaidah pemberian pakan ikan dan kaidah penggantian air akuarium.

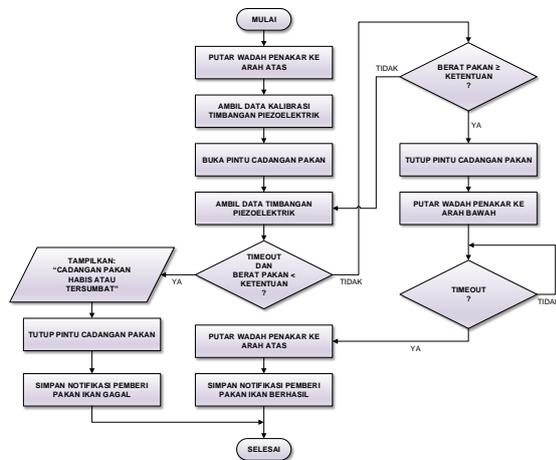


**Gambar 1.** Rancangan umum perangkat pemberi pakan ikan dan penjaga tingkat keasaman air akuarium.

Kaidah pemberian pakan ikan dilakukan berdasarkan jadwal dan takaran pakan yang ditentukan oleh operator. Proses untuk memulai melakukan pemberian pakan dipicu oleh kesesuaian data waktu (jam dalam satu hari) yang dikirimkan oleh modul RTC dengan jadwal yang ditentukan operator. Proses ini akan berulang dengan jadwal yang sama setiap harinya. Disediakan empat slot jadwal setiap hari yang bisa diatur oleh operator. Masing-masing slot jadwal berisi data jam (dengan komponen jam dan menit)

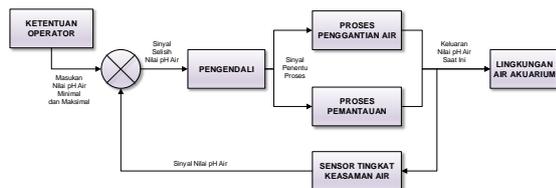
pemberian pakan dan takaran pakan yang akan diberikan (dalam satuan 1 g).

Pada Gambar 2 ditunjukkan diagram alir urutan (*sequence*) proses pemberian pakan ikan koi.



**Gambar 2.** Diagram alir urutan proses pemberian pakan ikan koi.

Sedangkan pada Gambar 3 ditunjukkan cara kerja sistem kendali penjaga tingkat keasaman air akuarium.



**Gambar 3.** Cara kerja sistem kendali penjaga nilai tingkat keasaman air akuarium.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil Fisik Perangkat Otomatis Pemberi Makanan Ikan Koi Hias dan Penjaga Tingkat Keasaman Air Akuarium

Perangkat otomatis pemberi makanan ikan koi hias dan penjaga tingkat keasaman air akuarium yang telah dihasilkan terdiri dari dua bagian. Bagian utama adalah kotak perangkat yang berisi wadah makanan beserta mekanisme penakar yang diintegrasikan dengan sensor timbangan, sensor ketinggian air, dan sensor keasaman air. Bagian pendukung berupa kotak penyangga yang mengunci posisi atas akuarium dengan posisi bawah perangkat utama. Tampak depan perangkat ditunjukkan pada Gambar 4.

Perangkat utama memiliki ukuran tinggi 40 cm dengan dimensi panjang dan lebar berupa bujur sangkar bersisi 20 cm. Bagian pendukung merupakan papan kayu dengan ukuran bujur sangkar bersisi 30 cm yang memiliki papan pengunci bagian bawah (untuk mulut akuarium) dan bagian atas (untuk dudukan perangkat utama). Lebar akuarium yang dapat digunakan adalah 25 cm, sedangkan panjang akuarium minimal adalah

35 cm. Sistem deteksi ketinggian air diprogram sedemikian rupa sehingga tinggi minimal akuarium yang bisa dideteksi adalah 25 cm, dan tinggi (kedalaman) maksimal akuarium adalah 100 cm.

Perangkat utama memiliki bagian atas yang berfungsi sebagai corong cadangan makanan ikan. Bagian depan (yang berhadapan langsung dengan operator) perangkat utama berupa panel kendali yang dilengkapi layar peraga LCD, saklar tenaga, lampu LED indikator, empat tombol tekan, dan satu tombol putar. Pada bagian sebelah kiri (dilihat dari operator) perangkat utama terdapat terminal tenaga (AC 220 V) dan terminal untuk memasang *probe* sensor keasaman air.



**Gambar 4.** Tampak bagian depan perangkat.

#### 3.2. Pengujian Operasional Perangkat Otomatis Pemberi Makanan Ikan Koi Hias dan Penjaga Tingkat Keasaman Air Akuarium

Seperti pada Tabel I, setelah dilakukan kalibrasi menggunakan beban 500 g, maka didapatkan nilai kalibrasi sebesar -341, dan nilai ini disimpan dalam EEPROM. Setelah itu ketika dilakukan uji beban menggunakan 5 beban yang berbeda, didapatkan bahwa nilai tidak terfilter menghasilkan simpangan yang cukup tinggi, yaitu maksimal 69 g. Segera dilakukan modifikasi pada program agar pengambilan data dari HX711 dilakukan 2 kali sebelum dilaporkan hasilnya pada mikrokontroler utama.

**Tabel I.** Hasil Pengujian Kalibrasi dan Beban Pertama pada Sensor Timbangan Piezoelektrik

No	Pengujian	Hasil	Kesesuaian
1	Penentuan titik nol	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengukuran rata-rata menunjukkan nilai nol.</li> <li>Nilai kalibrasi pertama adalah -250.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sesuai.</li> </ul>
2	Kalibrasi menggunakan beban 500 g	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengukuran rata-rata menunjukkan nilai 384 g.</li> <li>Nilai kalibrasi diatur sedemikian rupa sehingga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sesuai/berhasil.</li> </ul>

No	Pengujian	Hasil	Kesesuaian
		pengukuran rata-rata menunjukkan nilai 500 g. • Nilai kalibrasi yang didapatkan adalah -341.	
3	Pengujian beban 500 g	• Nilai terendah adalah 467 g. • Nilai tertinggi adalah 534 g.	• Simpangan sebesar 67 g. • Presisi ideal 100 g.
4	Pengujian tanpa beban	• Nilai terendah adalah -33 g. • Nilai tertinggi adalah 35 g.	• Simpangan sebesar 68 g. • Presisi ideal 100 g.
5	Pengujian beban 20 g	• Nilai terendah adalah -13 g. • Nilai tertinggi adalah 56 g.	• Simpangan sebesar 69 g. • Presisi ideal 100 g.
6	Pengujian beban 50 g	• Nilai terendah adalah 20 g. • Nilai tertinggi adalah 78 g.	• Simpangan sebesar 58 g. • Presisi ideal 100 g.
7	Pengujian beban 100 g	• Nilai terendah adalah 71 g. • Nilai tertinggi adalah 133 g.	• Simpangan sebesar 62 g. • Presisi ideal 100 g.

Pengambilan satu nilai pada HX711 diketahui membutuhkan waktu sekitar 1.200  $\mu$ s. Oleh karena itu untuk menjaga siklus proses, maka dilakukan hanya 2 kali pengambilan dari HX711 agar waktu satu kali pengambilan tidak melampaui 3.000  $\mu$ s. Hasil akhir Nilai tersebut sudah difilter oleh HX711, namun hanya sebanyak 2 data. Ketika nilai yang diambil setiap kali pengambilan adalah 2 kali (dengan filter dari HX711), maka didapatkan hasil pengujian seperti pada **Error! Reference source not found.** Nilai tersebut tetap diambil dari HX711 setiap 20 ms sekali. Hasil akhir pengujiannya ditunjukkan pada Tabel II.

**Tabel II.** Hasil Pengujian Beban Keempat pada Sensor Timbangan Piezoelektrik dengan Filter 2 kali Pembacaan pada HX711 dan SMA 16 kali Pembacaan

No	Pengujian	Hasil	Kesesuaian
1	Pengujian beban 500 g	• Nilai terendah adalah 499 g. • Nilai tertinggi adalah 501 g.	• Simpangan sebesar 2 g. • Presisi ideal 3 g.
2	Pengujian tanpa beban	• Nilai terendah adalah 0 g. • Nilai tertinggi adalah 1 g.	• Simpangan sebesar 1 g. • Presisi ideal 2 g.
3	Pengujian beban 20 g	• Nilai terendah adalah 19 g. • Nilai tertinggi adalah 21 g.	• Simpangan sebesar 2 g. • Presisi ideal 3 g.
4	Pengujian beban 50 g	• Nilai terendah adalah 48 g. • Nilai tertinggi adalah 51 g.	• Simpangan sebesar 3 g. • Presisi ideal 5 g.
5	Pengujian beban 100 g	• Nilai terendah adalah 99 g. • Nilai tertinggi adalah 101 g.	• Simpangan sebesar 2 g. • Presisi ideal 3 g.

Jadi dengan demikian satuan pemberian pakan ikan diputuskan untuk menggunakan presisi 3 g. Untuk mengantisipasi jatuhnya pakan ikan yang terlalu banyak, maka dalam penimbangan untuk menutup katup dibuat menggunakan data tertinggi, bukannya data rata-rata.

Hasil akhir pengujian dan kalibrasi sensor keasaman air ditunjukkan pada Tabel III..

**Tabel III.** Hasil Kalibrasi dan Pengujian Pertama Sensor Keasaman Air dengan Filter 24 kali Pembacaan pada HX711 dan SMA 24 kali Pembacaan

No	Pengujian	Hasil	Kesesuaian
1	Kalibrasi fisik dengan kawat penghantar	• Pemutaran sekitar 8 kali ke arah kanan menghasilkan nilai pH 7,0. • Nilai kalibrasi awal adalah 20,7.	• Sesuai.
2	Kalibrasi logis pH 7,0 dengan pH probe dan air murni	• Rata-rata pH 7,0. • Nilai kalibrasi 22,2.	• Sesuai.
3	Pengujian pH 7,00 menggunakan 250 ml air murni.	• Min pH 6,9. • Max pH 7,0. • Min pembanding pH 6,9. • Max pembanding pH 7,2.	• Simpangan sebesar pH 0,1. • Sesuai.
4	Pengujian pH 4,00 menggunakan serbuk pH 4,00 dilarutkan pada 250 ml air murni.	• Min pH 4,0. • Max pH 4,1. • Min pembanding pH 4,1. • Max pembanding pH 4,1.	• Simpangan sebesar pH 0,1. • Sesuai.
5	Pengujian pH 6,86 menggunakan serbuk pH 6,86 dilarutkan pada 250 ml air murni.	• Min pH 6,8. • Max pH 6,9. • Min pembanding pH 6,8. • Max pembanding pH 6,9.	• Simpangan sebesar pH 0,1. • Sesuai.

Sesuai dengan hasil kalibrasi pada Tabel III, didapatkan nilai kalibrasi sebesar 22,2, dan nilai ini disimpan dalam EEPROM.

Pengujian sensor ketinggian air ditunjukkan hasilnya pada Tabel IV.

**Tabel IV.** Hasil Pengujian pada Sensor Ketinggian Air dengan SMA 16 kali Pembacaan

No	Pengujian	Hasil	Kesesuaian
1	Pengujian ketinggian air 110%	• Nilai terendah adalah 107%. • Nilai tertinggi adalah 111%.	• Simpangan sebesar 4%. • Sesuai.
2	Pengujian ketinggian air 100%	• Nilai terendah adalah 98%. • Nilai tertinggi adalah 103%.	• Simpangan sebesar 5%. • Sesuai.
3	Pengujian ketinggian air 75%	• Nilai terendah adalah 73%. • Nilai tertinggi	• Simpangan sebesar 3%. • Sesuai.

No	Pengujian	Hasil	Kesesuaian
		adalah 76%.	
4	Pengujian ketinggian air 50%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nilai terendah adalah 49%.</li> <li>• Nilai tertinggi adalah 52%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simpangan sebesar 3%.</li> <li>• Sesuai.</li> </ul>
5	Pengujian ketinggian air 25%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nilai terendah adalah 24%.</li> <li>• Nilai tertinggi adalah 25%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simpangan sebesar 1%.</li> <li>• Sesuai.</li> </ul>
6	Pengujian akuarium kosong	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nilai terendah adalah 0%.</li> <li>• Nilai tertinggi adalah 0%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simpangan sebesar 0%.</li> <li>• Sesuai.</li> </ul>

Semua simpangan pada hasil uji sensor ketinggian air tidak lebih dari 5%, yang merupakan toleransi gelombang yang disyaratkan, seperti ditunjukkan pada Tabel IV.

Pengujian pemberian pakan ikan (*feeding*), dan pengujian proses pompa (*pumping*) ditunjukkan hasilnya pada Tabel V dan Tabel VI.

**Tabel V.** Hasil Pengujian Pemberian Pakan Ikan Manual dan Otomatis

No	Pengujian	Hasil	Kesesuaian
1	Pemberian pakan ikan secara manual sebanyak 15 gram.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pakan ikan berhasil dituang sebanyak 15 gram.</li> <li>• Perangkat melaporkan "Feeding OK".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sesuai.</li> </ul>
2	Pemberian pakan ikan secara manual sebanyak 10 gram.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pakan ikan berhasil dituang sebanyak 12 gram.</li> <li>• Perangkat melaporkan "Feeding done with overfeed".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sesuai, karena masih dalam batas presisi 3 gram.</li> </ul>
3	Pemberian pakan ikan secara terjadwal sebanyak 25 gram pada pukul 10:31.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sekuens pemberian pakan ikan aktif pada pukul 10:31.</li> <li>• Pakan ikan berhasil dituang sebanyak 25 gram.</li> <li>• Perangkat melaporkan "Feeding OK".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sesuai.</li> </ul>

Sesuai dengan hasil pengujian seperti ditunjukkan pada Tabel V, pemberian pakan ikan yang manual dan otomatis telah berhasil

**Tabel VI.** Hasil Pengujian Proses Pemompaan Manual dan Otomatis

No	Pengujian	Hasil	Kesesuaian
1	Pemompaan pengisian air ( <i>filling</i> ) secara manual.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sekuens pengisian air berjalan sesuai perintah.</li> <li>• Pengisian air percobaan pertama berhenti secara otomatis karena kapasitas pompa di bawah 50%.</li> <li>• Perangkat melaporkan "Filling pump undercap at 40%" pada percobaan pertama.</li> <li>• Pengisian air percobaan kedua berhenti secara otomatis pada ketinggian air 100%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sesuai.</li> </ul>

No	Pengujian	Hasil	Kesesuaian
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perangkat melaporkan "Filling complete" pada percobaan kedua.</li> </ul>	
2	Pemompaan pengurasan air ( <i>draining</i> ) secara manual.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sekuens pengurasan air berjalan sesuai perintah.</li> <li>• Pengisian air percobaan pertama berhenti secara otomatis pada ketinggian air 30%.</li> <li>• Perangkat melaporkan "Draining only complete" pada percobaan pertama.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sesuai.</li> </ul>
3	Pemompaan pengisian air ( <i>filling</i> ) secara otomatis berdasarkan ketinggian air ( <i>by water level</i> ).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sekuens pengisian air berjalan secara otomatis karena ketinggian air di bawah 100%.</li> <li>• Pengisian air percobaan pertama berhenti secara otomatis pada ketinggian air 100%.</li> <li>• Perangkat melaporkan "Filling complete" pada percobaan pertama.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sesuai.</li> </ul>
4	Pemompaan pengurasan air ke 100% ( <i>adjustment draining</i> ) secara otomatis berdasarkan ketinggian air ( <i>by water level</i> ).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sekuens pengurasan air ke 100% berjalan secara otomatis karena ketinggian air di atas 105%.</li> <li>• Pengurasan air percobaan pertama berhenti secara otomatis pada ketinggian air 100%.</li> <li>• Perangkat melaporkan "Adjustment draining complete" pada percobaan pertama.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sesuai.</li> </ul>
5	Pemompaan penggantian air ( <i>filling</i> ) secara otomatis berdasarkan keasaman air ( <i>by water pH</i> ).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor pH dalam kondisi tidak normal.</li> <li>• Simulasi deteksi keasaman air menggunakan asam cuka pada gelas kecil pada sensor pH.</li> <li>• Sekuens penggantian air berjalan secara otomatis ketika pH air di bawah 6,5.</li> <li>• Pengurasan air berjalan hingga ketinggian air 30%, kemudian berhenti.</li> <li>• Pengisian air berjalan setelah proses pengurasan, dan berjalan hingga ketinggian air 100%.</li> <li>• Perangkat melaporkan "Replacing complete".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sesuai.</li> <li>• Sensor pH mengalami kondisi tidak normal.</li> </ul>

Sesuai dengan hasil pengujian pada Tabel VI, maka pemompaan manual dan otomatis berhasil dilakukan.

Berdasarkan semua hasil pengujian tersebut, maka semua spesifikasi dinyatakan telah berhasil dicapai oleh perangkat ini.

### 3.3. Analisis Hasil Pengujian

Dari proses pengujian yang telah dilakukan, maka hasil yang didapatkan dianalisis sesuai dengan poin-poin pengujiannya.

1. Pemrograman pada mikrokontroler tunggal dengan komponen yang beragam memerlukan pendekatan *time division pooling* yang membagi tugas tiap proses

tanpa mengunci proses lainnya, sehingga sistem tetap bisa melakukan respons ketika terdapat masukan maupun sedang mengerjakan proses yang memerlukan urutan tertentu.

2. Dengan menggunakan perangkat utama ini, pemberian pakan ikan dapat dilakukan dengan presisi hingga 3 g dan sesuai dengan jadwal harian yang telah ditentukan.
3. Dengan menggunakan perangkat utama ini, proses pengisian air, pengurusan air, dan penggantian air akuarium bisa dilakukan secara manual.
4. Dengan menggunakan perangkat utama ini, proses pengisian air dan pengurusan air menuju 100% bisa dilakukan secara otomatis berdasarkan ketinggian air.
5. Dengan menggunakan perangkat utama ini, proses penggantian air akuarium bisa dilakukan secara otomatis ketika pH air mencapai tingkat berbahaya sesuai dengan pengaturan.

#### IV. PENUTUP

##### 4.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis pada penelitian ini, maka dapat ditarik tiga kesimpulan, antara lain:

1. Sistem otomatisasi untuk memberi makanan pada ikan koi hias dan menjaga tingkat keasaman air akuarium lingkungannya telah berhasil dibangun.
2. Perangkat hasil rancangan berhasil diuji dengan hasil akurasi pemberian pakan ikan sebesar 3 g dan mampu melakukan pemberian pakan ikan maupun penggantian air akuarium secara otomatis sesuai dengan jadwal serta kondisi ketinggian dan keasaman air.

##### 4.2. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini adalah:

1. Pada penelitian berikutnya diharapkan ada pengembangan perangkat yang memiliki kemampuan lebih besar untuk air dalam kolam.
2. Pada penelitian berikutnya diharapkan ada pengembangan sistem pemberian pakan dengan cara menyebarkan ke area yang cukup luas.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. D. Kocher, *Genome Mapping and Genomics in Fishes and Aquatic Animals*, Berlin: Springer, 2008.
- [2] J. A. Nasir, S. Hardienata dan M. I. Suriansyah, "Model Pengontrol Tingkat Keasaman Air untuk Budidaya Ikan Koi," pp. 1-9, 2016.
- [3] R. G. Bates, *Determination of pH: Theory and Practice*,

New Jersey: Wiley, 1973.

- [4] A. K. Covington, R. G. Bates and R. A. Durst, "Definitions of pH Scales, Standard Reference Values, Measurement of pH, and Related Terminology," *Pure Appl. Chem.*, vol. 57, no. 3, pp. 531-542, 1985.
- [5] N. Abidin, Sugiono dan B. M. B., "Desain Perangkat Pengaduk Cairan Menggunakan Fuzzy Logic Control System," *SCIENCE ELECTRO*, vol. 10, no. 1, pp. 13-18, 2019.
- [6] K. F. Lim, "Negative pH does Exist," *Journal of Chemical Education*, vol. 83, no. 10, p. 1465, 2006.
- [7] P. Xu, "Genome sequence and genetic diversity of the common carp, *Cyprinus carpio*," *Nature Genetics*, vol. 46, no. 11, pp. 1212-1219, 2014.
- [8] W. J. Terrell, *Some Fundamental Control Theory I: Controllability, Observability, and Duality*, *The American Mathematical Monthly*, 2004, pp. 705-719.
- [9] S. Heath, *Embedded Systems Design*, Massachusetts: Newnes, 2003.
- [10] AllAboutCircuits.com, "How to Use Simple Converter Circuits," 15 11 2018. [Online]. Available: <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/utilization-of-simple-converters-circuits/>.
- [11] S. Herman, *Industrial Motor Control*, Delmar: Delmar Cengage Learning, 2010.
- [12] Tutorials Point, "Control Systems - Introduction," 15 11 2018. [Online]. Available: [https://www.tutorialspoint.com/control\\_systems/control\\_systems\\_introduction.htm](https://www.tutorialspoint.com/control_systems/control_systems_introduction.htm).
- [13] B. A. Firdaus, R. Kridalukmana dan E. D. Widianto, "Pembuatan Alat Pemberi Pakan Ikan dan Pengontrol PH Otomatis," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 4, no. 1, pp. 133-138, 2016.
- [14] Al Qalit, Fardian dan A. Rahman, "Rancang Bangun Prototipe Pemantauan Kadar pH dan Kontrol Suhu Serta Pemberian Pakan Otomatis pada Budi Daya Ikan Lele Sangkuriang Berbasis IoT," *Jurnal Online Teknik Elektro*, vol. 2, no. 3, pp. 8-15, 2017.
- [15] "Arduino - Introduction," 15 7 2018. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction>.
- [16] M. Banzl, *Getting Started with Arduino*, Sebastopol: O'Reilly Media, 2011.
- [17] S. A. Dyer, *Wiley Survey of Instrumentation and Measurement*, John Wiley & Sons, 2004.
- [18] Z. Vukić, L. Kuljača, D. Đonlagić and S. Tešnjak, *Nonlinear Control Systems*, New York: Marcel Dekker, 2003.