

Rancangan Sistem Pergantian Air Aquarium Berbasis Waterflow Sensor di Aquarium Air Laut PIAMARI

Design of an Aquarium Water Change System Based on Waterflow Sensor in PIAMARI Seawater Aquarium

Arif Baswantara*
Teknologi Kelautan
Politeknik KP Pangandaran
Pagandaran, Indonesia
baswantara@pkpp.ac.id

Yuni Ari Wibowo
Teknologi Kelautan
Politeknik KP Pangandaran
Pangandaran, Indonesia
yuni@pkpp.ac.id

Agus Setiawan
Pusat Riset Laut Dalam
Badan Riset dan Inovasi
Nasional
setiawan.agus@gmail.com

Muhammad Mujib
Teknologi Kelautan
Politeknik KP Pangandaran
Pangandaran, Indonesia
muhammadmujib2000@gmail.com

Diterima : Juni 2024
Disetujui : Juli 2025
Dipublikasi : Juli 2025

Abstrak— Proses pergantian air merupakan salah satu upaya dalam menjaga kualitas air dalam suatu akuarium. Selain perlakuan fisik, kimia dan biologi, proses pergantian air yang rutin merupakan suatu mekanisme yang wajib untuk dilakukan, terutama pada aquarium air laut besar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu sistem pergantian air secara otomatis, dengan studi dilakukan pada akuarium air laut Pangandaran Integrated Aquarium and Marine Research Institute (PIAMARI). Sistem pergantian air otomatis ini dibangun menggunakan instrumen yang berbasis waterflow sensor dan ultrasonic sensor. Waterflow sensor pada instrumen berfungsi sebagai pembaca debit air yang selanjutnya akan mengontrol pompa, baik pada pompa kuras ataupun pompa isi. Ultrasonic sensor pada instrumen selanjutnya berfungsi sebagai pembaca muka air pada tangki suplay. Pengujian dilakukan dengan metode simulasi, dimana sistem pergantian air akuarium ini dijalankan pada wadah kaca menyerupai akuarium air laut yang ada. Hasil uji yang dilakukan menunjukkan bahwa sistem berhasil berjalan dengan baik. Perhitungan RMSE menunjukkan nilai 0,148 dan 0,176 pada pompa kuras serta nilai 0,1 dan 0,083 pada pompa isi. Hasil tersebut menunjukkan performa yang baik pada sensor dan pompa yang ada pada instrumen, meskipun terdapat kekurangan pada tingkat ketelitian sensor. Evaluasi yang ditemukan akan menjadi perkembangan selanjutnya dari sistem ini untuk pemanfaatan diskala yang lebih besar.

Kata Kunci—*Akuarium; Pergantian Air; Ultrasonic sensor; Waterflow sensor.*

Abstract—*Water exchange process is the one of the measures to maintain water quality in an aquarium. In addition to physical, chemical and biological treatment, regular water changes are a mechanism that must be carried out. The purpose of this research is to develop an automatic water exchange system, with the studies being carried out at Pangandaran Integrated Aquarium and Marine Research Institute (PIAMARI) seawater aquarium. This automatic water change system was constructed using an instrument based on water flow sensor and an ultrasonic sensor. The water flow sensor in the instrument functions as a water*

discharge reader which will controls the pump, either the drain pump or the filling pump. The ultrasonic sensor in the instrument then functions as a water level reader in the supply tank. Tests were carried out using the simulation method, where the aquarium water change system was run on a glass container resembling an existing seawater aquarium. The test results showed that the system worked well. The RMSE calculation gives values of 0.148 and 0.176 for the drain pump and values of 0.1 and 0.083 for the filling pump. These results show good performance of the sensors and pumps in the instrument, although there are shortcomings in the accuracy of the sensors. The evaluation found will be the next development of this system for larger scale utilization.

Keywords—*Aquarium; Ultrasonic sensor; Water exchange; Waterflow sensor.*

I. PENDAHULUAN

Pemeliharaan lingkungan ataupun biota yang hidup di aquarium meliputi banyak faktor, salah satunya yaitu menjaga kualitas air aquarium dengan cara mengganti air aquarium secara berkala. Pergantian air aquarium itu penting dilakukan karena dalam sebuah aquarium terdapat siklus nitrogen yang menghasilkan ammonia dan nitrat yang bersifat racun dan membahayakan bila dibiarkan. Hal itu juga dapat menurunkan pH air [1]. Pergantian air yang dilakukan secara tepat dan berkala juga dapat meningkat persentase ratio kehidupan bagi biota-biota yang ada didalamnya [2].

Kondisi kualitas air berpengaruh pada tingkat stress biota yang ada di aquarium. Air dengan kualitas yang buruk akan memiliki kadar oksigen yang sedikit. Oleh karena itu, pengendalian kadar ammonia dan nitrat yang terkandung di dalam air aquarium agar berada di bawah ambang batas yang disarankan dan menjaga kualitas air aquarium agar tetap baik harus dilakukan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan pergantian sebagian air aquarium secara berkala [3].

Aquarium air laut yang dimiliki seperti halnya Sea World Indonesia atau Jakarta Aquarium, memerlukan perlakuan pemeliharaan kualitas air secara terus menerus dan berkala. Sama halnya dengan aquarium air laut yang dimiliki oleh *Pangandaran Integrated Aquarium and Marine Research Institute* (PIAMARI), dimana permasalahan yang dihadapi tidak jauh berbeda dengan permasalahan yang ada di aquarium air laut besar lain. Menurut [4], aquarium air laut dalam pengelolaannya harus banyak memperhatikan berbagai faktor yang akan mempengaruhi kualitas air yang ada di dalam aquarium. Peningkatan suhu, variasi oksigen terlarut, kandungan karbon dioksida, mikroorganisme, bakteri, sendimen tersuspensi, dan proses nitrifikasi sebagai penghilang amonia biologi menjadi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas air, dan tentunya dapat mempengaruhi kehidupan biota yang ada di aquarium. Sistem pengontrol terhadap faktor-faktor tersebut adalah sistem filtrasi, dan sistem manajemen pergantian air.

Perkembangan teknologi telah semakin berkembang dari berbagai aspek kehidupan, salah satu teknologi yang berkembang saat ini adalah peralatan yang memanfaatkan sensor untuk memudahkan pembacaan sebuah data atau mengotomatisasi pekerjaan [5]. Penambahan komponen mekanis pada aquarium dapat dilakukan untuk menciptakan lingkungan bawah air buatan, seperti lingkungan air tawar, laut maupun payau, serta pemeliharaan bentuk kehidupan yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan [6].

Perkembangan teknologi seperti yang telah disebutkan sebelumnya, diharapkan dapat membantu dalam proses otomatisasi pemeliharaan biota di aquarium air laut *Pangandaran Integrated Aquarium and Marine Research Institute* (PIAMARI). Berdasarkan uraian di atas, dengan memanfaatkan perkembangan teknologi saat ini, maka penelitian ini memiliki tujuan untuk merancang instrumen sistem pergantian air (water exchange) aquarium berbasis waterflow sensor Yf-s201 yang berfungsi untuk menjaga kualitas air di aquarium air laut. Sensor ini dipilih karena cocok untuk digunakan dalam suatu rancang bangun instrumen skala prototipe. Sensor ini memiliki kelebihan efisien dalam pemantauan aliran air, mampu mengurangi pemborosan air dan tahan terhadap kondisi ekstrem [7]. Teknologi Smart Aquarium sesungguhnya telah mulai dikembangkan [8], akan tetapi banyak diantaranya ditujukan untuk aquarium air tawar dengan skala kecil. Instrumen ini masih bersifat prototipe dan studi dilakukan di *Pangandaran Integrated Aquarium and Marine Research Institute* (PIAMARI).

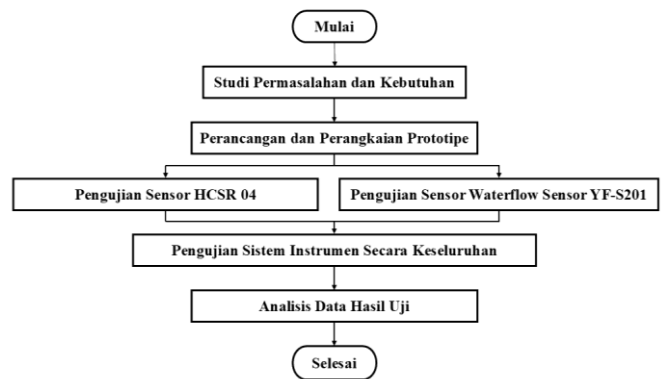
II. METODE

A. Tahapan Penelitian

Penelitian dimulai dengan studi permasalahan dan kebutuhan yang nantinya dapat dipecahkan oleh penelitian ini. Studi dilaksanakan di Aquarium Air Laut *Pangandaran Integrated Aquarium and Marine Research Institute* (PIAMARI). Hasil dari studi kebutuhan tersebut selanjutnya akan ditindaklanjuti dengan perancangan prototipe yang dilanjutkan dengan pembuatan prototipe tersebut.

Prototipe yang telah berhasil dibuat, selanjutnya dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan terhadap masing-masing sensor yang digunakan pada prototipe ini dan juga pengujian terhadap sistem kerja keseluruhan dari prototipe

ini. Terdapat tiga jenis pengujian dalam penelitian ini, yaitu pengujian sensor HCSR 04, pengujian sensor YF-S201, dan pengujian instrumen keseluruhan. Secara detail, tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



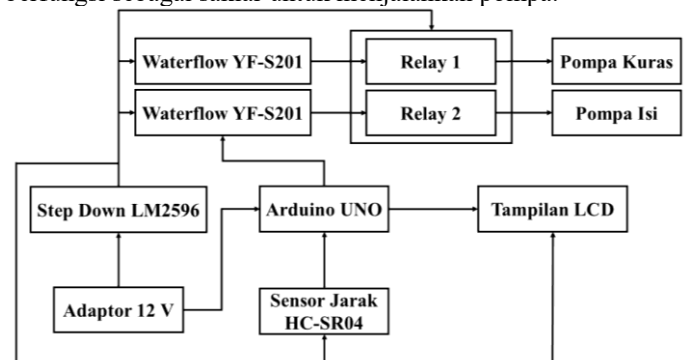
Gambar 1. Tahapan Penelitian

B. Perancangan Prototipe

Prototipe yang dibangun terdiri dari beberapa komponen, yaitu antara lain Arduino Uno R3, Waterflow sensor Yf-s201, HC-SR04 sensor, Pompa Aquarium 1000 L/m, LCD display, 2 channel relay, stepdown modul, adaptor 12V dan PVC 0,5 inch. Setiap komponen dihubungkan dan dirangkai sesuai dengan digram blok pada Gambar 2.

Water flow sensor Yf-s201 adalah sensor aliran yang terbuat dari plastik dan terdapat rotor dan sensor *hall effect* di dalamnya. Saat aliran air melewati rotor, rotor akan berputar sesuai dengan kecepatan aliran air yang melewati rotor tersebut [9]. Prinsip kerja dari water flow ini yaitu dengan memanfaatkan sensor *hall effect* yang di dasari oleh prinsip efek medan magnet terhadap partikel bermuatan yang bergerak. *Hall effect* ini bertugas untuk menghitung seberapa banyak rotor berputar sehingga menghasilkan sinyal data. Sinyal data tersebut adalah berupa debit aliran air yang terbaca oleh sensor [10].

Pompa kuras adalah pompa yang akan membuang air dari akuarium, sedangkan pompa isi merupakan pompa yang akan mengisi kembali air ke dalam akuarium. Waterflow sensor digunakan untuk mengetahui volume air yang dikuras dan air yang diisi kembali ke dalam akuarium. Arduino uno sebagai mikrokontroler diprogram untuk mengontrol volume dari air yang dikuras dan mengontrol volume air yang diisi kembali ke dalam akuarium. Sensor HC-SR04 digunakan untuk mengetahui kapasitas dari tandon suplay sebelum dilakukannya proses pergantian air akuarium dan relay berfungsi sebagai saklar untuk menjalankan pompa.



Gambar 2. Diagram Blok Komponen Elektronik

C. Pengujian Sistem Instrumen

Pengujian sistem instrumen yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian relay pada pompa dengan kendali sensor HCSR 04, pengujian sensor waterflow Yf-s201 dan pengujian instrumen secara menyeluruh.

1. Pengujian Relay pada Pompa dengan Kendali Sensor HCSR 04

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dari sensor HCSR 04. Selain itu untuk mengetahui kemampuan relay dalam menyalakan dan mematikan pompa dengan kendali sensor HCSR 04 sesuai dengan jarak yang ditentukan. Pengujian dilakukan dengan dua perlakuan, pada jarak lebih dari 10 cm hingga 25 cm maka relay akan menyalakan pompa dan jarak kurang dari 10 cm maka relay akan mematikan pompa.

2. Pengujian Sensor Waterflow YF-S201

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sensor waterflow Yf-s201 dalam membaca debit air yang melewati sensor tersebut. Pengujian dilakukan menggunakan tiga wadah dengan ukuran volume 5 L, 8 L dan 27 L. Selanjutnya ukuran debit yang terbaca disensor akan dibandingkan dengan perhitungan debit secara manual. Perhitungan debit menggunakan persamaan (1).

$$Debit = \frac{Volume}{Waktu} \quad (1)$$

3. Pengujian Instrumen Keseluruhan

Pengujian instrumen keseluruhan dilakukan dengan mensimulasikan proses pergantian air yang ada di aquarium. Pengujian dilakukan dengan menggunakan wadah tandon sebagai penampung air, wadah isi yang disimulasikan sebagai aquarium dan wadah kurus yang disimulasikan sebagai penampung air yang telah dibuang dari aquarium.

Pengujian instrumen keseluruhan dilakukan dengan menjalankan instrumen berdasarkan perintah yang diberikan, seberapa besar volume air yang dikuras dan diisi kembali ke dalam akuarium. Pengujian dilakukan dalam dua perlakuan, yaitu pada volume air sebanyak 1 liter dan volume air sebanyak 2 liter, dengan 10 kali ulangan untuk masing-masing perlakuan. Output yang dihasilkan dari pembacaan sensor waterflow selanjutnya dibandingkan dengan volume air yang diukur menggunakan gelas ukur.

Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif. Data yang dihasilkan dianalisis menggunakan perhitungan Root Mean Square Error (RMSE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Root Mean Square Error (RMSE) digunakan sebagai metrik statistik standar untuk mengukur kinerja model, dalam hal ini prototipe [11]. Persamaan yang digunakan adalah persamaan (2).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (2)$$

Dimana y_i merupakan volume yang terukur oleh waterflow sensor, \hat{y}_i merupakan volume yang patokan sebenarnya, dan n merupakan jumlah percobaan. Semakin kecil nilai RMSE, semakin kecil pula perbedaan antara volume air yang terukur oleh sensor flow meter dan volume yang menjadi patokan.

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan persentase perbandingan antara pembacaan sensor dengan hasil sebenarnya. Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dihitung dari selisih absolut nilai sensor dan nilai tetap, dibagi dengan nilai tetap. Setelah itu dihitung persentase dari rata-ratanya [12]. Persamaan dari Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dapat dilihat pada persamaan (3).

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|y_1 - y_t|}{y_t}}{n} \times 100\% \quad (3)$$

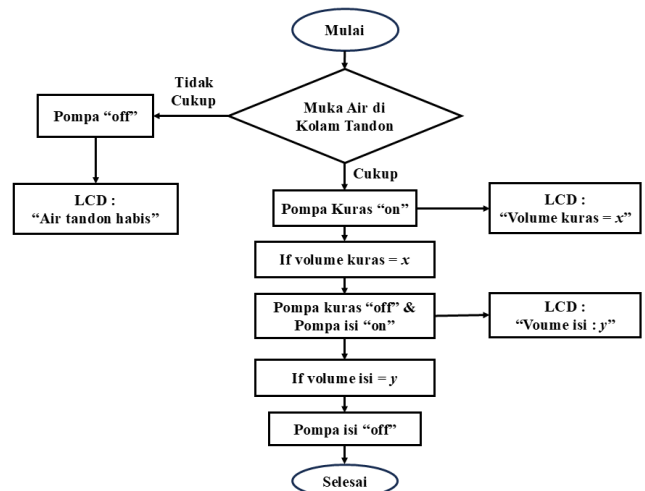
Dimana y_1 merupakan nilai sensor, y_t merupakan nilai tetap dan n merupakan jumlah data. Semakin kecil nilai persentase dari MAPE, maka nilai suatu sensor semakin mendekati kondisi sebenarnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Mekanisme Sistem Pergantian Air Aquarium

Sistem pergantian air aquarium dirancang menggunakan waterflow sensor sebagai kontrol on/off pompa kurus dan pompa isi berdasarkan hasil pembacaan volume air. Mikrokontroler akan memerintahkan relay untuk menghidupkan pompa kurus jika air pada tandon suplay tersedia dan akan mematikan relay pompa kurus jika volume air sudah mencapai volume yang telah ditentukan. Penentuan volume dilakukan diawal sebelum instrumen dihidupkan. Relay pompa isi akan hidup secara otomatis seketika setelah pompa kurus berhenti. Pompa isi akan mati jika volume air yang diisi sama dengan volume air yang dikuras. Semua sistem pergantian air tidak akan berfungsi jika sensor membaca tinggi muka air pada tandon suplay kurang.

Mekanisme sistem pergantian air aquarium seperti yang dijelaskan sbelumnya, dapat dilihat dalam bentuk diagram pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Sistem Pergantian Aquarium

B. Uji Relay Pompa dengan Kendali Sensor HCSR 04

Sensor HCSR 04 mampu membaca jarak permukaan air dengan baik. Berdasarkan hasil ujicoba, sensor juga mampu mengendalikan relay untuk menghidupkan dan mematikan pompa. Tepat pada ukuran jarak lebih dari 10 cm hingga 25 cm, sensor tepat mengendalikan relay untuk menghidupkan pompa. Tepat pada ukuran jarak kurang dari 10 cm, sensor tepat mengendalikan relay untuk mematikan pompa. Hasil

ujicoba relay dan sensor HCSR 04 secara detil dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Ujicoba Relay dan Sensor HCSR 04

No	HCSR 04	Manual	Relay	Pompa
1	25 cm	25,2 cm	High	On
2	10 cm	10,1 cm	Low	Off
3	20 cm	20,3 cm	High	On
4	7 cm	7,1 cm	Low	Off
5	11 cm	11,1 cm	High	On
6	5 cm	5,2 cm	Low	Off

Berdasarkan hasil ujicoba, dapat dilihat bahwa selain berhasil mengontrol relay dengan baik, sensor HCSR 04 juga berhasil untuk membaca jarak permukaan air dengan baik. Perbandingan antara ukuran yang dibaca oleh sensor dan ukuran yang diukur secara manual, hanya memiliki perbedaan nilai 1 hingga 2 mm.

C. Uji Sensor Waterflow YF-S201

Pengujian waterflow Yf-s201 dilakukan dengan menampilkan hasil pembacaan sensor pada LCD dengan satuan L/Jam. Pengujian dilakukan pada 3 media bak plastik dengan ukuran volume masing-masing 5 L, 8 L dan 27 L. Hasil pengujian sensor dibandingkan dengan perhitungan manual dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Ujicoba Sensor Waterflow YF-S201

No	Volume wadah (Liter)	Pengukuran sensor (L/Jam)	Perhitungan manual (L/Jam)	Waktu (menit)
1	5	190	176,47	1,7
2	8	200	177,78	2,7
3	27	205	202,5	8

Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa sensor waterflow YF-S201 mampu membaca debit air yang melewatinya dengan baik. Perbandingan antara debit yang dibaca oleh sensor dan perhitungan manual dari debit air berdasarkan volume dan waktu pengisian air menunjukkan adanya perbedaan kurang lebih 300 ml. Perbedaan ini menjadi dasar dalam proses kalibrasi sensor waterflow Yf-s201. Perbandingan ini dapat dibuat dalam suatu regresi linear, akan tetapi untuk kondisi percobaan yang lebih banyak [13].

D. Uji Instrumen Keseluruhan

Pengujian dilakukan dengan mensimulasi proses pergantian air pada akuarium. Proses pergantian air dimulai dengan mengatur volume air yang akan dikuras dan yang akan diisi kembali ke dalam akuarium terlebih dahulu. Simulasi ini, diberikan dua perlakuan terkait volume air, yang pertama adalah 1 liter, dan yang kedua adalah 2 liter.

Setelah volume air diatur, maka proses pergantian air akan berlangsung setelah tombol start ditekan. Proses akan berjalan dengan baik jika pompa kuras mampu mengeluarkan air dari akuarium sesuai dengan volume yang telah diatur, dan jika pompa isi mampu mengisi air kembali kedalam akuarium sesuai dengan jumlah air yang dikeluarkan oleh pompa kuras. Hasil pengujian pada pompa kuras dan pompa isi pada masing-masing perlakuan volume, dapat dilihat pada Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 3. Hasil Pengujian Pompa Kuras pada Volume 1 Liter

No	Volume air (1 Liter) Pompa Kuras			
	Pembacaan Sensor (X)	Hasil sebenarnya (Y)	(X-Y) ²	X-Y /Y
1	1.0	1.0	0.0	0
2	1.2	1.0	0.04	0.2
3	1.0	1.0	0.0	0
4	1.1	1.0	0.01	0.1
5	1.2	1.0	0.04	0.2
6	1.0	1.0	0.0	0
7	1.3	1.0	0.09	0.3
8	1.0	1.0	0.0	0
9	1.2	1.0	0.04	0.2
10	1.0	1.0	0.0	0
$\sum(X-Y)^2$			0.22	
$\sum(X-Y /Y)$				1
n			10	10
RMSE			0.148	
MAPE				10 %

Tabel 4. Hasil Pengujian Pompa Kuras pada Volume 2 Liter

No	Volume air (2 Liter) Pompa Kuras			
	Pembacaan Sensor (X)	Hasil sebenarnya (Y)	(X-Y) ²	X-Y /Y
1	2.1	2.0	0.01	0.05
2	2.0	2.0	0.0	0
3	2.0	2.0	0.0	0
4	2.3	2.0	0.09	0.15
5	2.1	2.0	0.01	0.05
6	2.0	2.0	0.0	0
7	2.2	2.0	0.04	0.1
8	2.4	2.0	0.16	0.2
9	2.0	2.0	0.0	0
10	2.0	2.0	0.0	0
$\sum(X-Y)^2$			0.31	
$\sum(X-Y /Y)$				0.55
n			10	10
RMSE			0.176	
MAPE				5.5 %

Tabel 5. Hasil Pengujian Pompa Isi pada Volume 1 Liter

No	Volume air (1 Liter) Pompa Isi			
	Pembacaan Sensor (X)	Hasil sebenarnya (Y)	(X-Y) ²	X-Y /Y
1	1.0	1.0	0.0	0
2	1.1	1.0	0.01	0.1
3	1.0	1.0	0.0	0
4	1.0	1.0	0.0	0
5	1.1	1.0	0.01	0.1
6	1.2	1.0	0.04	0.2
7	1.0	1.0	0.0	0
8	1.0	1.0	0.0	0
9	1.2	1.0	0.04	0.2
10	1.0	1.0	0.0	0
$\sum(X-Y)^2$			0.1	
$\sum(X-Y /Y)$				0.6
n			10	10
RMSE			0.1	
Rata-rata				6 %

Tabel 6. Hasil Pengujian Pompa Isi pada Volume 2 Liter

No	Volume air (2 Liter) Pompa Isi			
	Pembacaan Sensor (X)	Hasil sebenarnya (Y)	(X-Y) ²	X-Y /Y
1	2.0	2.0	0.0	0
2	2.0	2.0	0.0	0
3	2.0	2.0	0.0	0
4	2.1	2.0	0.01	0.05
5	2.1	2.0	0.01	0.05
6	2.0	2.0	0.0	0
7	2.0	2.0	0.0	0
8	2.2	2.0	0.04	0.1
9	2.1	2.0	0.01	0.05
10	2.0	2.0	0.0	0
$\sum(X-Y)^2$			0.07	
$\sum(X-Y /Y)$				0.25
N			10	10
RMSE			0.083	
Rata-rata				2.5 %

Berdasarkan data hasil pengujian, pada volume 1 L, pompa kuras dan pompa isi mampu melaksanakan pergantian air sesuai dengan perintah yang diberikan. Pompa kuras memiliki nilai MAPE 10% dengan nilai RMSE 0,148. Pompa isi memiliki nilai MAPE pengisian 6% dengan RMSE 0,1. Hal ini serupa dengan pengujian pada volume 2 L, dimana pompa kuras dan pompa isi juga mampu melaksanakan pergantian air sesuai dengan perintah yang diberikan. Pompa kuras memiliki nilai MAPE 5,5% dengan nilai RMSE 0,176 dan pompa isi memiliki nilai MAPE pengisian 2,5% dengan RMSE 0,083. Terdapat fluktuasi antara nilai RMSE dan nilai

MAPE pada setiap uji yang dilakukan pada pompa kuras dan pompa isi. Tingkat ketelitian dari suatu instrumen dan jumlah volume air yang diujikan dapat menjadi salah satu penyebab dari hal ini.

Sensor pada pompa isi menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan sensor yang ada pada pompa kuras. Hal ini ditunjukkan dengan nilai MAPE yang lebih kecil pada pompa isi. Akan tetapi secara keseluruhan, performa sensor dan pompa dapat dikatakan baik dengan nilai RMSE yang tidak melebihi nilai 0,2 dimana semakin nilai RMSE mendekati angka 0, maka performa instrumen tersebut semakin baik [14]. Nilai persentase *error* juga dapat diperkecil jika ketelitian angka pada pembacaan sensor dioptimalkan. Penelitian [15], mampu menghasilkan persentase error 0,39% pada sensor yang sama dengan ketelitian pembacaan hingga tiga angka desimal.

Sistem pergantian air akuarium bekerja sesuai dengan perencanaan. Instrumen mampu beroperasi dimana ketika tombol *push button start* ditekan, instrumen langsung membaca kondisi persediaan air suplay di kolam tandon dan memerintahkan relay untuk menghidupkan pompa kuras. Setelah volume yang dikuras sesuai dengan pengaturan, sensor waterflow memerintahkan kembali relay untuk mematikan pompa sekaligus menghidupkan relay pompa isi. Sensor HCSR 04 juga berjalan sesuai dengan semestinya, jika jarak muka air jauh di bawah sensor maka air suplay dikatakan habis dan mengirim informasi output yang ditampilkan pada LCD. Apabila sensor ini membaca persediaan air suplay habis, maka sistem tidak akan berjalan hingga persediaan air suplay Kembali terpenuhi.

Instrumen serupa pernah dihasilkan dengan nama AWES atau *Automatic Water Exchange System*. Instrumen ini menggunakan *waterflow* sensor yang sama yaitu Yf-s201, akan tetapi untuk memonitor tangki tandon, dia menggunakan float sensor [16]. Penggunaan sensor HCSR 04 menghasilkan respon yang sama, akan tetapi dari segi perawatan, HCSR 04 lebih baik karena pada sensitifitas dari float sensor dapat terpengaruh oleh kondisi kekeruhan atau sendimen tersuspensi yang ada di air.

Hasil pengujian ini baru dilakukan dalam tingkat simulasi, dimana sistem dan produk yang dihasilkan masih dalam bentuk protipe. Pengembangan instrumen dan pengujian lebih lanjut masih perlu dilakukan untuk dapat menggunakan sistem ini secara langsung pada aquarium air laut besar. Pengembangan instrumen ini secara langsung telah menjawab kebutuhan awal dari PIAMARI yaitu menemukan inovasi dalam sistem pergantian air aquarium.

IV. KESIMPULAN

Simulasi sistem pergantian air akuarium menggunakan instrumen yang dibangun berhasil berjalan dengan baik. Sensor waterflow Yf-s201 mampu bekerja dengan baik dalam mengontrol pompa kuras dan pompa isi sehingga volume air yang dikuras dan diisi sesuai dengan volume yang diatur pada instrumen. Terdapat persentase error sebesar 10% dan 5,5% pada pompa kuras dengan RMSE 0,148 dan 0,176. Pada pompa isi terdapat persentase error 6% dan 2,5% dengan RMSE 0,1 dan 0,083. Secara umum, mekanisme kerja instrumen berjalan sesuai dengan perencanaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim penelitian ini yang telah bekerja sama hingga penelitian berjalan dengan baik dan lancar. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada *Pangandaran Integrated Aquarium and Marine Research Institute* (PIAMARI) selaku mitra dalam menuntaskan penelitian yang telah berjalan.

REFERENSI

- [1] N. R. Prasetiawan, R. A. Kurniasi, U. Mulyadi, A. Setiawan, Mamuri, R. Bramawanto, S. W. Widyanto, S. Kuncoro, S. Wisnugroho, T. Yusharto, and R. Sudrajat. "Sistem Penyangga Kehidupan dan Pemeliharaan Ikan pada Kolam Sentuh Aquarium Publik". *Jurnal Aquatik*. vol. 5 (2), pp. 82-90, 2022. doi: 10.1007/aquatik.v5i2
- [2] Diatin, M. A. Suprayudi, T. Budiardi, E. H. Surawidjaja, and Widanarni. "Intensive Culture of Corydoras Ornamental Fish (*Corydoras aeneus*) : Evaluation of Stocking Density and Water Exchange". *AACL Bioflux*. vol 8 (6). pp. 975-987, 2015
- [3] N. Adlin, M. Hatamoto, S. Yamazaki, T. Watari, and T. Yamaguchi. "A Potential Zero Water Exchange System for Recirculating Aquarium Using a DHS-USB System Coupled With Ozone". *Environmental Technology*. vol. 43 (2), pp. 275-285, 2020. doi: 10.1080/09593330.2020.1784295
- [4] M.Z.A. Rashid and S.K.S. Nordin. "Design and Control of Aquarium Water Management Sistem using Programmable Logic Controller (PLC)". *International Journal of Science and Research (IJSR)*. vol. 3 (9). pp. 1049-1055, 2014.
- [5] K. Yusuf, Salahuddin, Asran. "Perancangan Alat Pengukur Debit Air Berbasis Arduino Uno Sebagai Antisipasi Pemborosan Air di Sektor Pertanian". *Jurnal Energi Elektrik*. vol. 6 (1). pp. 48-52, 2019. doi: 10.29103/jee.v8i1.2411
- [6] A. S. Ramadona, E. V. Haryanto, and M. R. Tanjung. "Perancangan Alat Pengganti Air Aquarium Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8". *CSRID Journal*. vol. 6 (1). pp. 1-10, 2014. doi: 10.22303/csrid.6.1.2014.1-10
- [7] S. Ardhi, T. P. Gunawan, S. Tjandra, and G. L. Dewi. "Penerapan Metode Regresi Linear dalam Pengembangan Pengukuran Aliran Air pada Sensor YF-S201". *Jurnal Teknik Industri*. Vol 26 (1). Pp. 10-21, 2023.
- [8] B. P. Sembodo, and N. G. Pratama. "Smart Aquarium Based Microcontroller". *Journal of Applied Electrical & Science Technology*. vol 3 (2). pp. 12-19, 2021.
- [9] R. D. Riupassa, H. Rafliis, and Hendro. "Optimasi Nilai Konstanta Kalibrasi pada Waterflow Sensor Yf-s201". *Jurnal Teknik Informatika*. vol 6 (1). pp. 1-5, 2018.
- [10] N. Yuniarti, D. Hariyanto, S. Yatmono, and M. Abdillah. "Design and Development of IoT Based Water Flow Monitoring for Pico Hydro Power Plant". *International Journal of Interactive Mobile Technologies*. vol 15 (7). pp. 69-80, 2021. <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i07.18425>
- [11] T. O. Hodson. "Root Mean Square Error (RMSE) or Mean Absolute Error (MAE): When to Use Them Or Not". in *Geoscientific Model Development Discussions*. 2022 : 10p. doi: 10.5194/gmd-2022-64
- [12] U. Khair, H. Fahmi, S. Al Hakim, and R. Rahim, "Forecasting Error Calculation with Mean Absolute Deviation and Mean Absolute Percentage Error," in *International Conference on Information and Communication Technology*. 2017 : 7p, doi: 10.1088/1742-6596/930/1/012002
- [13] H. A. Robhani and A. Rouf. "Perancangan Flowmeter Ultrasonik untuk Mengukur Debit Air Pada Pipa". *Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems (IJEIS)*. vol. 8(1). pp. 83-94, 2014. doi: 10.22146/ijeis.31774
- [14] P. Zhao, Y. Zhou, F. Li, X. Ling, N. Deng, S. Peng, and J. Man. "The Adaptability of APSIM-Wheat Model in The Middle and Lower Reaches of The Yangtze River Plain of China: A Case Study of Winter Wheat in Hubei Province". *MDPI agronomy journal*. vol 10(981), 15p. 2020. doi: 10.3390/agronomy10070981
- [15] I. M. N. Suardiana, I. G. A. P. R. Agung, and P. Rahardjo. Rancang Bangun Sistem Pembacaan Jumlah Konsumsi Air Pelanggan PDAM Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328 dilengkapi SMS. *Jurnal Teknologi Elektro*. vol. 16(1), pp. 31-40, 2017. doi: 10.24843/MITE.1601
- [16] D. Stachowiak and P. Hemmerling. Development of an Automatic Water Exchange System for Smart Freshwater Aquarium. *MDPI electronics journal*. vol. 11(2705), 16p. 2022. doi: 10.3390/electronics11172705