

Aplikasi Kontrol Kualitas Air dan Pakan Untuk Peningkatan Produktivitas Budidaya *Betta Fish*

Elza Agustina¹, Djoko Adi Widodo²

Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang, Semarang

Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229

¹elzapte8230@students.unnes.ac.id

²djokoadiwidodo@mail.unnes.ac.id

Intisari — *Betta Fish* merupakan jenis ikan air tawar yang banyak digemari masyarakat untuk dibudidayakan. Kegagalan dalam pembibitan sering terjadi akibat kualitas air untuk kebutuhan ikan tidak terjaga. Studi ini bertujuan membuat sistem pengontrolan kualitas air dan pakan. Parameter yang menjadi perhatian adalah zat padat terlarut (TDS), pH, dan level air. Metode pengontrolan kualitas air dan pakan (PKAP) dengan melakukan pengujian sampel air berupa 1200 ml dari air PDAM (PI), 1200 ml air methylene blue (PII), 1200 ml air ekstrak ketapang atau TCL (*Terminalia Catappa L*) (PIII). Dari pengujian ketiga jenis air didapatkan error partikel padat terlarut pada PI sebesar 19,89%, PII sebesar 5,58%, dan PIII sebesar 4,44%. Rata-rata pH pada PI : 6.91, PII : 7.2, PIII : 7.03. Level air pada ke tiga perlakuan rata-rata sebesar 14 cm. Selanjutnya rata-rata pakan yang dikeluarkan sebanyak 7-8 butir pelet dengan buka servo pakan sebesar 45°. Dari data hasil pengujian sistem PKAP yang dikembangkan dapat dimanfaatkan untuk membantu peningkatan produktivitas *betta fish*.

Kata Kunci — Kualitas air, Blynk, TDS, PH, Ultrasonik

Abstract — *Betta Fish* is a type of ornamental fish that is very popular with the community for cultivation. Failure in breeding often occurs because the quality of water for fish needs is not maintained. This study aims to create a water and feed quality control system. Parameters of concern are dissolved solids (TDS), pH, and water level. Water and feed quality control method (PKAP) by testing water samples in the form of 1200 ml of PDAM (PI) water, 1200 ml of methylene blue (PII) water, 1200 ml of ketapang extract water or TCL (*Terminalia Catappa L*) (PIII). From the test of the three types of water, the error of dissolved solid particles at PI is 19.89%, PII is 5.58%, and PIII is 4.44%. Average pH at PI : 6.91, PII : 7.2, PIII : 7.03. The average water level in the three treatments was 14 cm. Furthermore, the average feed released is 7-8 pellets with an open servo feed of 450. From the test data the developed PKAP system can be used to help increase the productivity of *betta fish*.

Keywords — Water Quality, Blynk, TDS, PH, Ultrasonik

I. PENDAHULUAN

Budidaya ikan hias saat ini mulai berkembang pesat dalam membantu meningkatkan nilai ekonomi dan rekreasi pertanian (1). Budidaya perikanan atau akuakulture adalah budidaya organisme akuatik termasuk ikan, moluska, krustasea, dan tanaman air [2]. Dalam budidaya ikan hias air tawar saat ini, yang banyak diminati masyarakat adalah Arwana (*Scleropages formosus*), Guppy (*Poecilia reticulata*), Koi (*Cyprinus carpio*), *Betta* (cupang), dan Rainbow (*Melanotaenia sp.*), karena memiliki nilai ekonomis tinggi dan nilai penjualan terbaik di pasar [3]. Ikan *betta* (Cupang) dikenal sebagai ikan petarung

dengan memiliki keindahan warna tubuh serta sirip ketika bersilangan dapat menghasilkan strain baru sehingga memiliki nilai jual tinggi dan secara khusus dapat disajikan dalam kontes secara nasional dan internasional [4]. Oleh karena itu perlu adanya penjaminan mutu untuk meningkatkan kualitas air dan produksi ikan dengan cara memanfaatkan kemajuan teknologi dalam pemantauan dan teknologi otomasi [5]. Parameter fisik yang perlu diperhatikan adalah suhu, kedalaman kolam, tingkat kekeruhan, TDS atau padatan terlarut [6]. Parameter kimia yang perlu dikendalikan adalah karbondioksida, pH, nitrat, fisfat dan amonia [7].

TDS adalah total padatan terlarut dalam air setiap per juta [8]. Dimana dalam air alami terkandung zat CO₂ yang dapat menyebabkan korosi, ion magnesium dan kalsium, sulfat, nitrat, nitrit dan klorin yang tidak dapat dihilangkan dengan cara pemanasan [9]. Jika kandungan TDS air ini tinggi maka akan memiliki efek yang merugikan termasuk sedimentasi dan korosi [10]. Kandungan terlarut yang tinggi juga akan menyebabkan ikan mati dan menurunkan PH air, yang menyebabkan kondisi hiperkapnia yang membuat stres bagi ikan [11]. pH merupakan indeks konsentrasi ion hidrogen ([H⁺]) di dalam air [12]. Oleh karena itu pH yang dibutuhkan dalam budidaya ikan *betta* sebesar 6,5 – 7, dan TDS atau kesadahan air 8,5 – 10 dH [13].

Untuk meningkatkan hasil budidaya serta mempermudah kegiatan budidaya maka perlu adanya pengembangan teknologi di dalamnya [14]. Dengan adanya penerapan teknologi IoT yang digabung dengan sistem monitoring dan pemberian pakan ikan *betta* akan lebih optimal. Peneliti mengadopsi beberapa penelitian untuk meningkatkan pemantauan kualitas air dan otomatisasi sistem pakan pada kolam ikan hias. Kajian mengenai sistem ini telah diterapkan pada beberapa penelitian yang berkaitan dengan monitoring dan kontrol kualitas air. Abinaya et al [15] peneliti menggunakan sensor LM35 untuk mengukur suhu pada akuaponik dengan kisaran suhu pengoperasian -550 sampai 1500 C, dan water level untuk mengukur ketinggian air tangkit dengan jarak 40mm x 60mm. Jadhav et al [16] mengusulkan sistem pakan otomatis yang terkoneksi dengan Blynk menggunakan jaringan WiFi sensor ultrasonic HCSR04 digunakan untuk menghitung jarak pakan dan LM35 untuk mengukur suhu dalam tangki. Aishwarya et al [17], menerapkan sistem kontrol yang berbasis IoT untuk memberikan pakan ikan otomatis yang terintegrasi dengan GSM dan mengontrol siklus pergantian air di aquarium dan memanfaatkan limbah air tersebut untuk mengairi tanaman aquaponik. Daigavane. V. V., dan Dr. M. A Gaikwad [18], mengusulkan sistem monitoring kualitas air pada air konsumsi dengan parameter yang dikaji yaitu konsentrasi pH untuk mendapatkan banyak ion hidrogen.

Sivaiah. N, K. P. Sai Sowmya, K. Susmitha, N. Anila S., N. Suma [19] menerapkan sistem monitoring air secara real time dengan mengintegrasikan Raspberry Pi serta sensor HC-SR04 sebagai kontrol ketinggian air dengan Thingspeak. Pembacaan data ini diambil secara real time setiap dua puluh detik. Data tersebut dapat diakses melalui web dengan protocol HTTP melalui jaringan LAN. Caesar. N. R., U. Yanuar, Raharjo, dan N. S. Junirahma [20], mengusulkan sistem monitoring suhu, pH, DO, kandungan nitrat, kandungan phosphate dan total ammonia nitrogen (TAN) pada tambak ikan lele di kota Tuban. Suhu yang dihasilkan diantara 28.50C – 30.20C. pH 6.90-7.59, DO 2.8 mg L⁻¹ – 13.4 mg L⁻¹, Nitrat 10 mg L⁻¹ – 25 mg L⁻¹, TAN 0.05 mg L⁻¹ – 16,62 mg L⁻¹, PO₄ 1.5 mg L⁻¹ – 4 mg L⁻¹. Jalil Salih N. A., I. J. Hasan, dan N. I. Abdulkhaleq [21], membuat desain dan implementasi dari sebuah sistem monitoring suhu pada kolam ikan untuk mengontrol kualitas air yang digunakan. Sistem yang digunakan diintegrasikan dengan MIT App Inventor menggunakan bluetooth. Yang dilakukan oleh Md. M. Rahman, C. Bapery, M. J. Hossain, Z. Hassan, J. Hossain, dan Md. M. Islam [23] mengkaji tentang teknologi sistem kontrol kualitas air minum di kota Bangladesh dengan parameter yang diteliti antara lain: pH, kekeruhan air, suhu, DO serta salinity yang terintegrasi dengan firebase dan aplikasi web JavaScript. ikan mas sedangkan kesadahan yang dihasilkan diantara 4- 6. KH. Daud A. K.P.M., N. Arbain, Y. W. Mohamad Yusof, dan M. Kassim [24] mengusulkan sistem cerdas untuk mengontrol pH dan pemberian pakan ikan yang terintegrasi dengan Blynk menggunakan jaringan Wi-Fi.

Studi ini bertujuan melakukan pengontrolan KKAP (Kontrol Kualitas Air dan Pakan). Parameter yang menjadi perhatian adalah total zat partikel terlarut (TDS), pH, ketinggian level air pada akuarium. Manfaatnya guna meningkatkan produktivitas dan mutu ikan *betta*. Sistem ini menggunakan beberapa sensor diantaranya pH 4520 C, TDS gravity sensor, water level sensor. Dengan sensor ini, kontaminan pada air kolam terdeteksi. Nilai sensor kemudian akan diproses oleh Arduino UNO dan

dikirim ke cloud. Pengguna dapat melihat data pada Blynk app secara jarak jauh.

Secara garis besar, artikel ini disusun menjadi beberapa bagian. Bagian 1 menjelaskan tentang pendahuluan, bagian 2 menjelaskan tentang material dan metode, bagian 3 tentang akuisisi data dan proses data, bagian 4 tentang hasil eksperimen, dan bagian 5 merupakan hasil kesimpulan eksperimen yang telah dilakukan oleh peneliti..

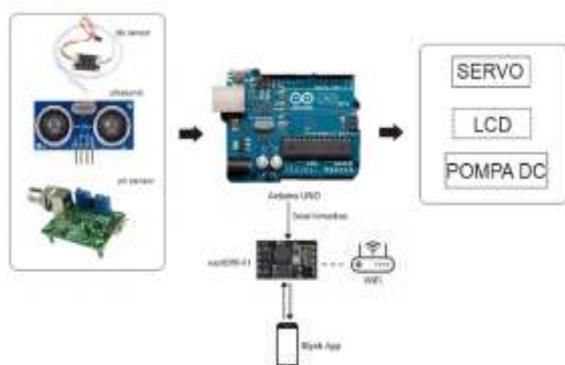
II. METODE

Bagian ini membahas tentang desain KKAP. Sistem ini menggunakan beberapa sensor seperti pH 4520 C untuk mengukur parameter keasaman air kolam, sensor total dissolved solid untuk mengukur kesadahan air kolam, dan ultrasonic HCSR04 sebagai sensor yang mendeteksi ketinggian air kolam. Ketiga sensor ini dipilih karena mereka dapat beroperasi pada rentang pembacaan nilai yang luas. Arduino UNO digunakan sebagai pengendali utama pada sistem ini, karena ia memiliki I/O yang lebih banyak dibandingkan dengan Arduino Nano..

Desain alat ini terdiri dari beberapa perancangan dan penentuan komponen yang akan digunakan. Perancangan desain alat terdiri dari :

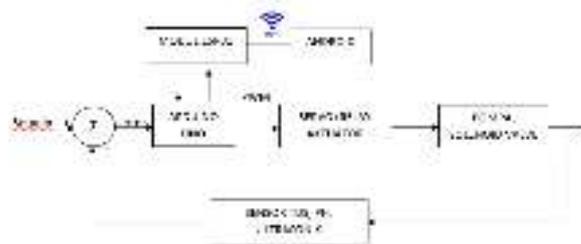
A. Pembuatan Kerangka Kerja

Kerangka kerja digunakan untuk mempermudah peneliti untuk mengetahui konsep dalam pembuatan sistem monitoring kualitas air dan pakan pada budidaya *betta fish* berbasis *internet of things* yang dapat dilihat pada Gbr 1.



Gbr. 1 Koneksi Sistem Untuk Monitoring Kualitas Air dan Pakan

B. Perancangan Diagram Blok Sistem



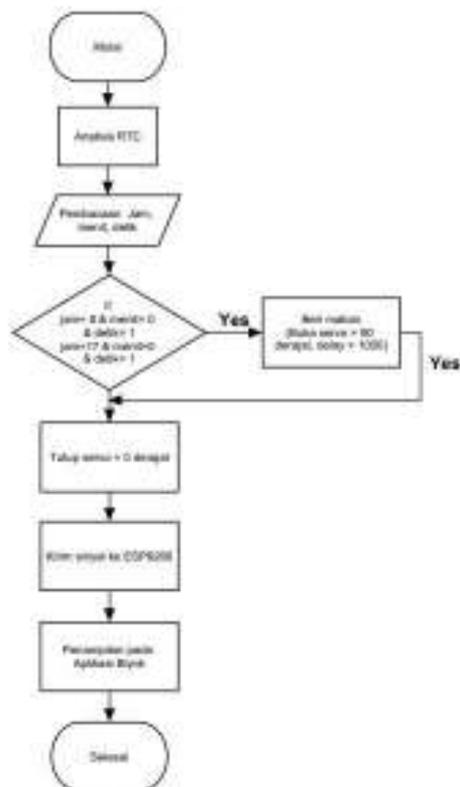
Gbr. 2 Blok Diagram Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air serta Pakan

Sistem diatas menunjukkan 3 buah sensor sebagai inputan yang dihubungkan ke papan arduino. Sensor tersebut terdiri dari sensor pH, TDS, dan ultrasonic yang akan dipasang pada kolam ikan. Sistem juga dihubungkan dengan modul ESP8266 sebagai serial komunikasi. Jika dilengkapi modul ini, data sensor dapat dengan mudah dikirim segera ke cloud melalui jaringan wireless sehingga pengguna dapat dengan mudah memantau pembacaan sensor. Selain mengendalikan sensor, arduino UNO juga mengontrol beberapa sistem. Sistem yang dikontrol berupa sistem pengurusan air dan sistem pemberian pakan.

Dalam sistem pengurusan air arduino akan mengontrol relay sebagai switch dalam pengisian maupun pembuangan air. Pada prosesnya sistem akan dimulai dengan menganalisis sensor. Sensor yang dianalisis berupa sensor TDS dan sensor pH. Sensor TDS akan mendeteksi apakah kandungan partikel terlarut pada air kolam tinggi atau tidak. Apabila nilai yang terukur melebihi < 210 ppm maka air tidak akan dikuras. Sensor TDS akan mendeteksi dan membaca pengukuran setiap 5 detik. Selanjutnya pada kondisi sensor pH, sensor ini digunakan untuk mendeteksi tingkat keasaman air kolam. Apabila pH berada pada rentang 6 – 7.5 maka air tidak akan dikuras. Air akan dikuras apabila pembacaan dalam dua kondisi yaitu > 210 ppm dan pH > 7. Sebagai pengatur ketinggian air digunakan sensor ultrasonic yang dilakukan pada akuarium berukuran 15x16x16 cm. Batas pengisian air setinggi 14 cm dan batas bawah dengan tinggi 5 cm. Nilai hasil ppm, pH dan level air dapat disimpan dalam database cloud blynk dalam bentuk file CSV. Diagram alir sistem monitoring kualitas air dan pengurusan air dapat dilihat pada Gbr 3.



Gbr. 3 Diagram Alir Sistem Monitoring Kualitas Air dan Pengurasan Air



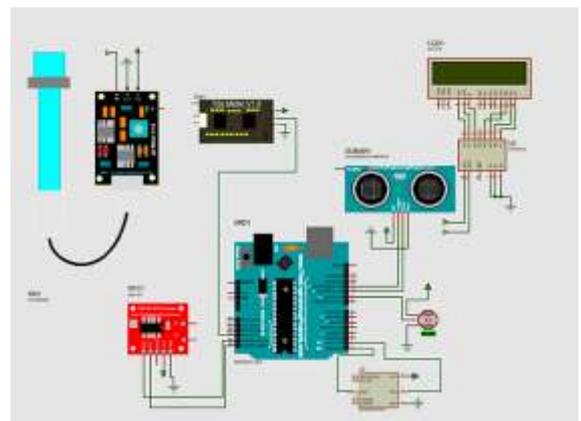
Gbr. 4 Diagram Alir Sistem Pemberian Pakan Otomatis

Pada sistem pemberian pakan arduino dihubungkan dengan servo untuk membuka dan menutup pakan pada waktu dan rotasi servo yang telah ditentukan. Servo sebelumnya telah terhubung dengan Arduino

dimana kedua waktu pemberian pakan telah diatur lebih awal dalam program dengan bantuan RTC (real time clock) untuk mencatat, menyimpan serta menghitung waktu. Pemberian pakan ini dilakukan setiap pukul 08.00 WIB dan 17.00 WIB. Prinsip kerjanya ketika RTC membaca bahwa waktu sudah menunjukkan jam 08.00 detik 01 dan jam 17.00 detik 01 maka RTC akan mengirimkan sinyal ke servo untuk membuka lubang pakan secara otomatis. Lama pakan akan terbuka selama 1 detik dengan rotasi sebesar 90 derajat.

C. Perancangan Rangkaian Elektronika

Sistem ini juga dilengkapi dengan skema penempatan terminal untuk mendukung fungsionalitas yang diinginkan. Skema rangkaian ini berfungsi untuk membantu didalam merangkai komponen elektronika secara keseluruhan yang akan dimasukkan ke pin I/O Arduino UNO.



Gbr. 5 Skema Perangkat Keras

III. AKUISISI DATA DAN DATA PROSES

Pada bagian ini peneliti menggunakan pengembangan dengan metode eksperimen yaitu *One Shot Case Study* dan pendekatan penelitian berupa saintifik. Eksperimen yang dikembangkan pada sistem ini seperti akuisisi data untuk data pengukuran, pemrograman Arduino, pengambilan sampel data, digitalisasi dan proses, interkoneksi sistem jaringan data, desain antarmuka pengguna dan kontrol logika, database, serta hasil analisis.

Sistem akan dilakukan pada budidaya *betta fish* berbasis *Internet of Things* menggunakan akuarium berbahan kaca dengan tebal 5 mm, ukuran panjang 15 cm x lebar 16 cm x 16 cm. ikan yang digunakan yaitu ikan *betta* dewasa dengan umur 16 minggu- 20 minggu dengan panjang rata-rata 1,5 inch. Sistem diuji menggunakan 3 sampel air atau larutan dengan masing-masing sebanyak 1200 ml. Pengujian dilakukan selama 1 minggu dengan uji pada setiap sampel yaitu 3 hari. Pengujian ini menghasilkan sistem kerja yang sesuai dengan rancangan peneliti Pompa akan aktif jika parameter TDS dan pH telah melebihi set point yang telah ditentukan. Sehingga air pada akuarium ikan selalu terjaga dengan baik.

IV. HASIL EKSPERIMEN

A. Hasil Pengembangan

Hasil dari pengembangan alat sistem monitoring kualitas air dan pakan pada budidaya *betta fish* berbasis *Internet of Things* (IoT). Komponen input yaitu sensor gravity TDS, sensor pH, sensor ultrasonik. Komponen output yaitu motor servo, pompa DC 5V dan LCD. Gambar 6 merupakan perakitan rangkaian elektronika sistem monitoring yang dikembangkan.



Gbr. 6 Perakitan Rangkaian Elektronika Sistem Monitoring Kualitas Air dan Pakan

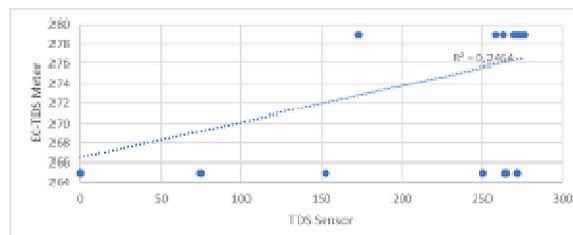
B. Hasil Pengujian Hardware

Pada pengujian ini dilakukan menjadi 2 tahap yaitu tahap 1 dan tahap 2. Tahap 1 menunjukkan pengujian fungsionalitas kalibrasi sensor. Tahap 2 menunjukkan hasil penggabungan seluruh komponen yang dapat terhubung dengan jaringan wireless serta pengumpulan data dari sistem yang di akses melalui aplikasi.

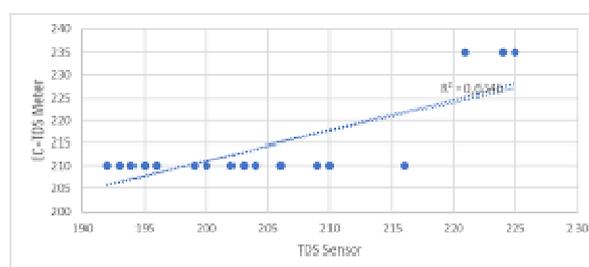
1) Tahap 1: kalibrasi dan konservasi sensor

a. Pengujian sensor gravity TDS (Total Dissolvid Solid)

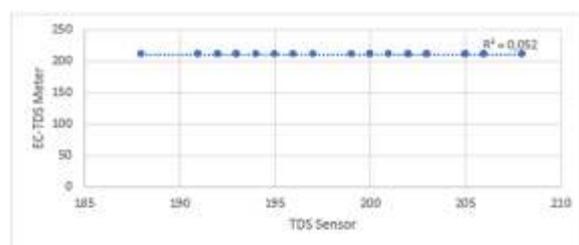
Proses pengkalibrasian dilakukan dengan cara mencelupkan probe TDS pada sampel air yang digunakan pada sampel larutan.



Gbr. 7 Grafik Hasil Pengujian Sensor TDS dan EC-TDS Meter Pada Air PDAM (PI).



Gbr. 8 Grafik Hasil Pengujian Sensor TDS dan EC-TDS Meter Pada Air Methylene Blue (PII)



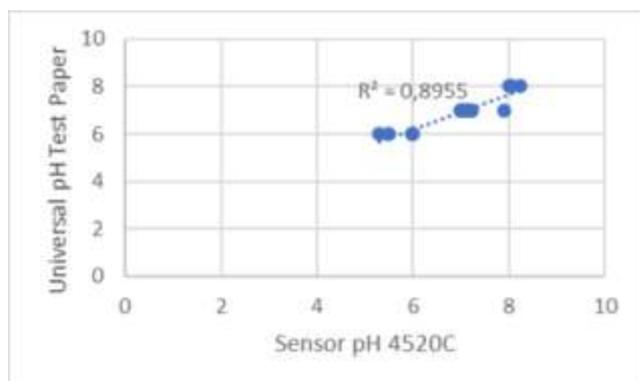
Gbr. 9 Grafik Hasil Pengujian Sensor TDS dan EC-TDS Meter Pada Air Ekstrak Ketapang (PIII)

Pada pengujian ini, PI memiliki *error* sebesar 22,22% dengan R^2 sebesar 0,2464, PII memiliki *error* sebesar 2,38% dengan R^2 sebesar 0,6346, sedangkan PIII memiliki *error* 5,19%. Sehingga besarnya *error* keseluruhan sebesar 10,76% dengan tingkat akurasi 89,24% pada suhu air 350 – 390 C.

b. Pengujian sensor pH 4520C

Pada proses kalibrasi pH 4520C dilakukan pengaturan *pot offset* untuk mempermudah Arduino dalam membaca pH. Tegangan yang diberikan sebesar 2,5 V. Selama pengujian berlangsung, didapatkan bahwa sensor pH sangat sensitif dibandingkan sensor lainnya. Terjadi perubahan pH yang tiba-tiba dibandingkan dengan pembacaan aktual

dengan mengacu pada nilai *universal test paper*.

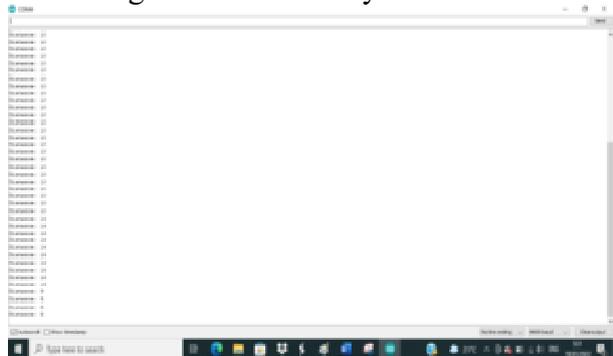


Gbr. 10 Grafik Hasil Pengujian Rata-rata Sensor pH

Nilai R^2 yang didapatkan sebesar 0,8955 dengan *error* yang didapatkan sebesar 4,43%. Berdasarkan *error* tersebut, diketahui akurasi sensor sebesar 95,57% dengan selisih $\pm 0,305$.

c. Pengujian ultrasonik sensor

Pengujian ini dilakukan pada sebuah benda yang telah diberi mistar dengan ukuran 0-30 cm untuk mengukur nilai ketinggian sebenarnya. Selama pengujian, sensor menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dalam membaca tinggi benda yang berada di depannya sehingga nilai yang didapatkan sama dengan nilai sebenarnya.



Gbr. 11 Hasil Kalibrasi Sensor Ultrasonik pada Sebuah Mistar

d. Pengujian Modul WiFi ESP8266-01

Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode flashing dengan tegangan yang digunakan 3,3V. Hasil menunjukkan bahwa ESP8266-01 memiliki tingkat interkoneksi yang baik, dengan lama pembacaan data sebesar 25 ms-28 ms.

e. Pengujian Pakan Ikan

Pengujian servo dilakukan untuk mengetahui nilai posisi servo yang ideal untuk menumpahkan pakan ikan yang sesuai dengan kebutuhan ikan *betta*. Selama pengujian servo dapat bekerja dengan baik untuk menumpahkan pakan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Pakan Berdasarkan Putaran Servo

No	Derajat Servo	Lama Tumpah	Tumpahan Pakan
1	30°	1 detik	Sedikit
2	45°	1 detik	Cukup
3	90°	1 detik	Sangat Banyak

f. Pengujian LCD

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah LCD dapat menampilkan hasil monitoring sesuai data yang didapatkan oleh sensor.



Gbr. 12 Tampilan Utama LCD



Gbr. 13 Tampilan Pengukur TDS serta pH

2) Tahap 2: hasil analisis sitem

Sistem diuji menggunakan 3 sampel air atau larutan dengan masing-masing sebanyak 1200 ml. Pengujian dilakukan selama 1 minggu dengan uji pada setiap sampel yaitu 3 hari. Pengujian ini menghasilkan sistem kerja yang sesuai dengan rancangan peneliti Pompa akan aktif jika parameter TDS dan pH telah melebihi set point yang telah ditentukan.

Sehingga air pada akuraium ikan selalu terjaga dengan baik.



Gbr. 14 Tampilan Pengukur Level Air



Gbr. 15 Eksperimen Sistem Secara Keseluruhan

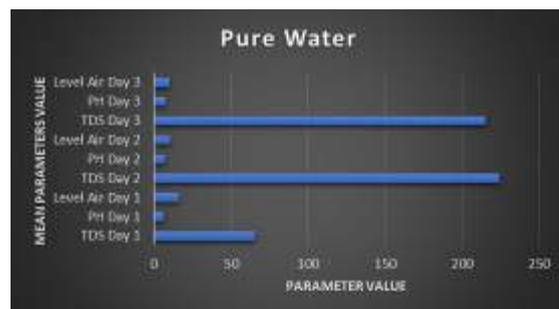
Berikut adalah tabel komposisi penggunaan larutan air sampel: Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Komposisi Penggunaan Larutan Air Sampel

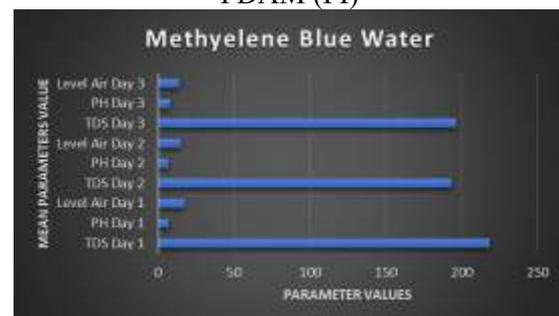
Sampel ke-	Jenis Sampel	Jumlah	Keterangan
1	Air PDAM	1200 ml	Tidak ditambahkan larutan apapun
2	Air Methylene Blue	1200 ml	Air bersih: 2 liter Methylene Blue: 2 tetes
3	Air Ekstrak Ketapang (TCL)	1200 ml	Air bersih: 2 liter Ketapang: 10 gram

Berikut adalah pengambilan data dengan waktu yang diambil pada dini hari pukul 00.00 – 01.00 WIB, pagi hari pukul 07.00-08.00 WIB, siang hari pukul 13.00-14.00 WIB, dan sore hari pukul 16.00-17.00 WIB. Hasil rata-rata eksperimen dapat dilihat pada gambar 14 untuk hasil eksperimen pada air PDAM, gambar 15 untuk hasil eksperimen

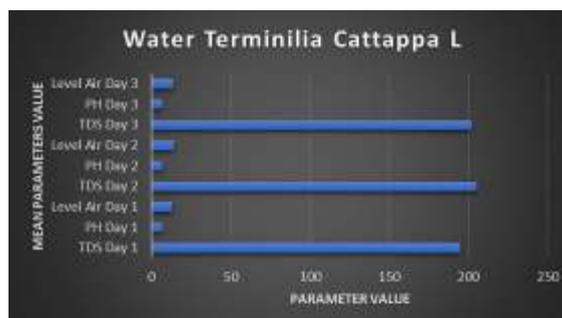
pada air methylene blue, dan gambar 16 hasil eksperimen pada air ekstrak ketapang (TCL).



Gbr. 16 Hasil Eksperimen pada Air murni PDAM (PI)



Gbr. 17 Hasil Eksperimen pada Air Methylene Blue (PII)



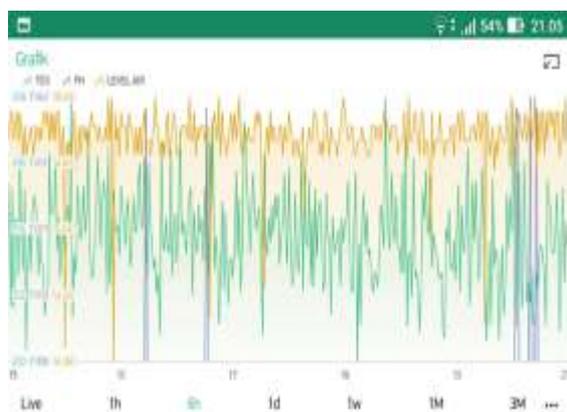
Gbr. 18 Hasil Eksperimen pada Ekstrak Ketapang (PIII)

Berdasarkan hasil pengujian sensor secara keseluruhan selama 1 minggu dengan menggunakan air yang berbeda yaitu PI memiliki tingkat *error* sebesar 19, 89%, PII memiliki kesalahan *error* sebesar 5,58%, dan PIII sebesar 4,44%. Sehingga rata-rata *error* seluruhnya 9,97% dengan tingkat akurasi sebesar 90,03%. Kemudian pH rata rata yang didapatkan pada PI sebesar 6,91, PII 7,2, dan PIII 7,03. Berdasarkan data yang telah diperoleh didapatkan kesalahan sebesar 4,43%. Sehingga akurasi yang didapatkan sebesar 95,57%. Selanjutnya untuk pengukuran ketinggian air yang diukur berada pada batas 0-14 cm. Dari eksperimen tersebut sistem CPS alat monitoring kualitas air dan pakan ikan dapat bekerja dengan baik

sesuai dengan perencanaan, dan pembacaan data dilakukan secara real time. Data pengukuran dapat dilihat melalui LCD dan Blynk. Berikut adalah tampilan antarmuka data pengukuran pada aplikasi Blynk dapat dilihat pada Gbr 19.



Gbr. 19 Antarmuka Data Pengukuran Blynk



Gbr. 20 Grafik Pengukuran Parameter TDS, PH, dan Ketinggian Level Air pada Blynk App

Selanjutnya berdasarkan hasil observasi pada pengujian pakan yang dikeluarkan menghasilkan sistem yang stabil. Servo tepat waktu dalam memberikan pakan dalam kurun waktu 1 minggu.

Tabel 3. Hasil Observasi Kinerja Servo dan Tumpahan Pakan

No	Percobaan ke-	Pakan Yang di Keluarkan	Servo (45 ⁰)
1	1	Sedang (7-8 butir)	OK
2	2	Sedang (7-8 butir)	OK
3	3	Sedang (7-8 butir)	OK
4	4	Sedang (7-8 butir)	OK
5	5	Sedang (7-8 butir)	OK
6	6	Sedang (7-8 butir)	OK
7	7	Sedang (7-8 butir)	OK

V. PENUTUP

Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan didapatkan beberapa kesimpulan yaitu sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang telah direncanakan peneliti sehingga alat ini dapat digunakan secara layak oleh para pembudidaya ikan hias *beta* untuk mempermudah dalam mengelola kualitas air serta pemberian pakan. Kemudian berdasarkan hasil yang didapatkan pada pengujian pada ketiga perlakuan yaitu TDS pada PI memiliki tingkat *error* sebesar 19, 89%, PII memiliki kesalahan *error* sebesar 5,58%, dan PIII sebesar 4,44%. Sehingga rata-rata *error* seluruhnya 9,97% dengan tingkat akurasi sebesar 90,03%.

pH rata rata yang didapatkan pada PI sebesar 6,91, PII 7,2, dan PIII 7,03. Berdasarkan data yang telah diperoleh didapatkan kesalahan sebesar 4,43%. Sehingga akurasi yang didapatkan sebesar 95,57%. Sedangkan rata-rata level air berada pada batas atas air sebesar 14 cm.

Selanjutnya berdasarkan hasil pengujian servo untuk sistem otomasi pakan, buka servo sebesar 45⁰ mampu memberikan pakan yang cukup bagi ikan *beta* yaitu dapat mengeluarkan 7-8 butir pelet.

REFERENSI

- [1] Saeed R, Zhang X, Muhammad A. Multisensor monitoring and water quality prediction for live ornamental fish transportation based on artificial neural network. *Aquaculture Research* 2022; 53: 1-8.
- [2] Tumwesigye Z, W. Tumwesigye, F. Opio, C. Kemigabo, B. Mujuni. The effect of water quality on aquaculture productivity in ibanda district, Uganda. *Aquaculture Journal*; 2: 23-36.
- [3] Hyuha, T.S. Bukenya, J.O Twinamasiko, J. Molnar. Profitability analysis of small scale aquaculture enterprises in central Uganda. *Int. J. Fish Aquac*: 3: 271-278.
- [4] Maharani NA, Sari PN. Penerapan aquaponic sebagai teknologi tepat guna pengolahan limbah cair kolam di dusun Kergan, Tirtomulyo, Kretek, Bantul, Yogyakarta. *Indonesian Journal of Community Engagement*; 1: 172-183.
- [5] Ipur. Most ornamental fish sold in the market. www.singkong.web.id/download at 21 August 2022.
- [6] Kusri E, Siti M, Ruby VK, Ajang BP. Growth and colour performance of the crossbreed marble strain betta splendens and betta imbellis. *Indonesian Aquaculture Journal*; 10: 101-112.
- [7] Raj AA, Selvan, Swasthik VK, Rakesh A, Saravanaraj DM. Arduino based fish monitoring system. *International Journal of Scientific & Engineering Research*; 11: 1622-1627.
- [8] Indhuja G, Suganya V, Surendiran S, Vinisha M. Design and implementation of water TDS monitoring and control system using IoT. *International Journal of Research in Engineering and Science (IJRES)*; 10: 1133-1136.
- [9] C.E. Boyd, C. S Tucker, R Viriyatum. Interpretation of pH, acidity, and alkalinity in aquaculture and fisheries. *North American Journal of Aquaculture*; 73: 403-408.
- [10] C Duppont, P. Cousin, S. Dupont. IoT for aquaculture 4.0. *Journal Global Internet of Things Summit (GIoTS)*; 180-185.
- [11] R. Ismail, K. Shafinah, K. Latif. A proposed model of fishpond water quality measurement and monitoring system based on Internet of Things (IoT). *IOP Conferences Series: Earth and Environmental Science*; 1-11.
- [12] S. Madakam, R. Ramaswamy, and S. Tripathi. Internet of Things (IoT): a literature review. *Journal of Computer and Communications*; 3: 164-173.
- [13] RH. Hardyanto, A. Asmara, PW. Ciptadi. Smart Aquarium based on Internet of Things. *Journal of Business and Information System*; 1: 48-53.
- [14] A. Suryadi, M. Eriyadi, D. Jaelani. Rancang Bangun Mesin Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis *Internet of Things* dan Sel Surya.
- [15] Kuntal Mukherjee, Ranjan Kumar Mandal. A theme of smart cities based on IoT, fuzzy logic, and quantum deep learning technique. *International Journal of Intelligent System And Applications In Engineering* 8: 21-27.
- [16] M. Abinaya, Ms. P. Shalini, Sharmila AP/EEE, Dr. J. Baskaran. Design and implementation of aquaculture monitoring and controlling system. *International Conferences on Computation of Power, Energy, Information and Communication (ICCPEIC)*; 232-235
- [17] K. Jadhaf, G. Vidya, A. Mali, V. Bankar, M. Mhetre, and J. Gaikwad. IOT based Automated Fish Feeder India: Vishwakarma Institute of Technology. 90-93.
- [18] K. Aishwarya, M. Harish, S. Prathibhasree, K. Panimozhi. Survey on IoT Based Automated Aquaponics Gardening Approaches Proceedings of the International Conference on Inventive Computational Technologies (ICICCT 2018); 1: 1495-1500.
- [19] Daigavane. V. V dan Dr. M. A. Gaikwad. Water Quality Monitoring System Based on IOT ICDCS 2020 – 2020. *5th International Conference on Devices, Circuits and Systems*; 10: 279-282.
- [20] Sivaiah. N., K. P. S. Sowjanya, K. Susmitha, N. A. Sai, N. Suma. Internet of Things (IoT) Enabled Water Monitoring System. *IRE Journals*; 1: 2456-8880.
- [21] Caesar. N. R., U. Yanuhar, D. K. W. P. Raharjo, N. S. Junirahma. Monitoring of Water Quality in the Catfish (*Clarias* sp.) farming in Tuban Regency. *Journal IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*; 718: 1-6.
- [22] Salih, N. A. J., I. J. Hasan, N. I. Abdulkhaleq. Design and Implementation of a Smart Monitoring System for Water Quality of Fish Farms Indonesian. *Journal of Electrical Engineering and Computer Science*; 14: 44-50.
- [23] Md. M. Rahman, C. Bapery, M. J. Hossain, Z. Hassan, G. M. Hossain, Md. M. Islam. Internet of Things (IoT) Based Water Quality Monitoring System. *International Journal of Multidisciplinary and Current*

Educational Research (IJMCER); 2: 168-180.

- [24] Daud, A. K. P. M., N. Arbain, Y. W. M. Yusof, M. Kassim. An IoT-Based Smart Aquarium Monitoring System. ISCAIE 2020 – IEEE 10th Symposium on Computer Applications and Industrial Electronics: 277-282.