

Sistem Pengendalian Pakan Dan Monitoring Kualitas Air Akuarium Otomatis

Automatic Aquarium Feed Control And Water Quality Monitoring System

1st Muhammad Afif Askar
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
mafifaskar@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Erwin Susanto
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
erwinelektro@telkomuniversity.ac.id

3rd Agung Surya Wibowo
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
agungsw@telkomuniversity.ac

Abstrak

pemeliharaan ikan di dalam Akuarium, sepanjang ini dalam pemberian pakan ikan masih dilakukan secara langsung serta memonitoring kondisi Akuarium masih dilakukan secara manual. Dalam perkembangan penyediaan pengaplikasian pemberian pakan pada Akuarium, dan memonitor mutu air Akuarium serta ketersediaan pakan dalam akuarium dengan pengolahan informasi memakai implementasi internet-of -things.

Sistem yang di rancang berfungsi untuk memonitoring dan mengatur pakan secara otomatis. Arduino IDE dan Node MCU berfungsi dalam pengontrol dan pemberi informasi dalam hasil monitoring kondisi air.

Kata Kunci: Smart Akuarium, Arduino IDE, pH, Turbidity, Monitoring, IOT.

I. PENDAHULUAN

akuarium ialah suatu wadah untuk meletakkan ikan hias ataupun tanaman air. Dalam pengerjaannya terdapat sebagian hambatan yang dialami oleh pecinta ikan hias Akuarium ini ialah kualitas air dalam Akuarium. Kualitas dalam air mempunyai akibat negatif yang cukup besar terhadap ikan hias. Dengan adanya sistem akuarium otomatis, dalam pengaturan pakan bisa dari jarak jauh, monitoring kondisi air bisa lebih terpantau dan efektif.

Dalam memantau kualitas air dan pakan Akuarium, dibuat sebuah sistem otomatis pada Akuarium dengan Arduino sebagai mikrokontroler, pH sensor, ds18b20, turbidity

Abstract

in feeding fish is still done directly and monitoring the condition of the Aquarium is still done manually. In the development of providing the application of feeding in the Aquarium, and monitoring the quality of Aquarium water and the availability of feed in the Aquarium with information processing using the implementation of internet-of-things. The system designed serves to monitor and regulate feed automatically. Arduino IDE and Node MCU function in controllers and informers in the results of monitoring water conditions. In this design there are supporting sensors such as turbidity sensors, pH sensors, temperature sensors.

Keywords: Smart Aquarium, Arduino IDE, pH, Turbidity, Monitoring, IoT.

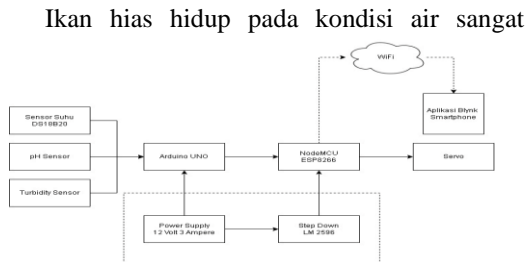
sensor dan sensor suhu. Untuk pengiriman database hasil laporan, dibutuhkan ESP8266 NODEMCU V3 yang menjadi akses laporan dari sistem ke aplikasi monitoring.

II. KAJIAN TEORI

a. Prinsip Konsep Kerja

Gambar 2.1 Diagram Fungsi

Arduino IDE yang dimana digunakan untuk mengontrol beberapa komponen seperti, sensor pH, suhu, sensor kualitas. Node MCU berfungsi untuk mengirim data hasil dari Arduino IDE. Yang dimana data yang dibaca suhu, kekeruhan dan Ph, kemudian data yang di dapat dikirim. Arduino IDE mengakses alamat melalui Node MCU, kemudian memberi informasi pada smartphone dan aplikasi. aplikasi akan menampilkan informasi secara realtime dari pembacaan sensor suhu, kekeruhan, dan pH. Dan sistem yang digunakan adalah open loop.



hangat, dan air yang tergenang. Suhu air Akuarium harus pada 24,5°C dan 27,5°C. Apabila suhunya rendah, ikan hias bisa merespons dengan menjadi tidak aktif dan kehilangan nafsu makan.

Status	Suhu (Celsius)
Suhu Layak	24,5-27,5 C
Suhu Tidak Layak	<24,5 dan >27,5 C

b. Parameter air layak untuk ikan hias

Menentukan air cocok untuk ikan hias tidak hanya dari parameter fisik saja. Tingkat kekeruhan, dan kadar pH merupakan hal penting yang diperhatikan. Agar Kesehatan ikan hias lebih terjamin.

c. Derajat kadar pH

Nilai pH memiliki kadar nilai air dari 0 sampai 14 dengan angka yang lebih rendah menandakan kalua air lebih asam, dan angka yang lebih tinggi menandakan air lebih basa. pH netral adalah nilai 7, pH ideal ikan hias sedikit asam yaitu 6,5 walaupun kadar nilai 7 juga bisa.

Jenis Air	Skala pH
Asam	<6,5
Netral	6,5-7,5
Basa	8,5-9

d. Kekeruhan

(NTU) adalah nilai tingkat kekeruhan air, Ikan hias lebih suka air yang lebih lembut, dan di kadar NTU kurang dari 25. Ketika kadar kekeruhan air di akuarium baik-baik saja, ikan akan berkembang biak, menjadi sangat aktif.

Status	Kekeruhan (NTU)
Air Layak	<25
Air Tidak Layak	>25

e. Suhu

f. Sensor pH meter

pH meter adalah alat yg digunakan untuk membaca kadar Nilai ion hidrogen. Jika nilai pH 7, kadar pH pada air adalah netral. Sensor pH mengukur derajat keasaman (pH) suatu larutan, apakah larutan tersebut tergolong asam, bsa, atau netral. Prinsip kerja utama pH meter adalah terletak pada sensor probe berupa electrode kaca (glass electrode) dengan jalan mengukur jumlah ion H3O+ di dalam larutan. Ujung elektroda kaca adalah lapisan kaca setebal 0,1 mm yang berbentuk bulat. Penggunaan alat ini sangat mudah, dengan mencelupkan elektroda pada sampel larutan. Pada PH meter sensor ini skala yang digunakan berkisar 1-14. Sensor pH bekerja pada akuarium untuk membaca kadar kualitas air dan memantau kondisi air.

g. Sensor Turbidity

Untuk membaca tingkat kekeruhan pada air, dibutuhkan sensor kekeruhan yaitu sensor Turbidity. Kekeruhan air biasa disebabkan oleh zat yang tersuspensi baik yang zat anorganik maupun organic. Zat anorganik biasanya merupakan lapukan batuan dan logam, sedangkan organic berasal dari buangan industry yang dapat menjadi makanan bakteri dan perkembangbiakkan bakteri dapat menambah kekeruhan air. Prinsip kerja turbidimeter yaitu mengukur hamburan cahaya yang mengenai partikel yang terkandung dalam air dengan cara menyinarakan sumber cahaya yang berasal dari lampu ke kuvet. Kemudian partikel tersebut akan menyerap energi cahaya dan akan memantulkan cahaya ke segala arah.

Yang dimana mengukur tingkat kekeruhan dalam air dengan cara memasukan Sebagian sensor kedalam wadah yang berisi air. Pada sensor ini, berfungsi untuk membaca kekeruhan pada akuarium yang ditempelkan pada pinggir akuarium.

h. Arduino IDE

Arduino IDE adalah papan mikrokontroler dengan Processor ATmega328P. Arduino IDE memiliki 14 pin, Dilengkapi dengan koneksi USB tipe B, header ICSP dan tombol reset. Cukup dengan menghubungkan Kabel USB dengan Komputer atau Adaptor catu daya 12v si Arduino ini sudah bisa bekerja, untuk pemrograman Arduino IDE dapat di Program menggunakan Arduino IDE.

i. Motor Servo

Motor servo adalah sebuah sistem umpan balik tertutup dimana posisi dari motor akan di informasikan balik ke rangkaian. Motor servo dikendalikan dengan sinyal PWM. Lebar sinyal yang diberikan inilah yang akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo., gerakan rotasi dari gear motor servo. Motor servo bisa berotasi dari 0 hingga 180°, yang dimana memiliki putaran poros outputnya terbatas hanya 90° kearah kanan dan 90° kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya 180°.Fungsi motor servo ini sebagai pengatur buka tutup pakan pada Akuarium.

j. NodeMCU ESP-8266

Node MCU berfungsi sebagai penangkap jaringan Wifi dan berfungsi juga mengirim databes dari Arduino menuju aplikasi yang di programkan. Penggunaan Node MCU memiliki kekurangan pada jarak pengiriman databes.

k. Sensor Suhu DS18B2B

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor suhu digital yang menggunakan satu kabel. Sensor suhu DS18B20 berfungsi untuk merubah besaran panas yang ditangkap menjadi besaran tegangan dan termaksud dalam sensor kimia yang dimana mendeteksi jumlah suatu zat kimia dengan cara mengubah besaran kimia menjadi besaran listrik, dapat membaca suhu dengan ketelitian 9 sampai dengan 12 bit. Sensor DS18B20 memiliki kemampuan untuk mengukur suhu pada kisaran -55°C sampai

125°C dan bekerja secara akurat dengan kesalahan $\pm 0,5^\circ\text{C}$ pada kisaran -10°C sampai 85°C . Sensor DS18B20 diletakan kedalam air akuarium, membaca kondisi air dan memantau suhu pada akuarium.

l. Blynk

Blynk merupakan salah satu platform yang ada pada IOS dan Android, yang berfungsi untuk pengendali pada Arduino IDE, Raspberry Pi, ESP8266 dan perangkat sejenis lainnya melalui internet. Aplikasi Blynk sebagai antar muka monitoring data sensor.

III. METODE

a. Perancangan Umum Sistem

Perancangan sistem pengendali pakan dan monitoring Akuarium otomatis, memiliki sistem kerja menggunakan Arduino IDE dan Node MCU sebagai koneksi untuk menyambungkan sistem dengan smartphone. Perancangan sistem dimulai dengan membuat perangkat keras dan perangkat lunak. Dalam melakukan monitoring dan pakan otomatis, digunakanlah aplikasi Blynk sebagai pusat monitoring dan control pakan. Yang bisa di pantau dan dikontrol melalui smartphone, dengan memanfaatkan jaringan WiFi atau router yang berfungsi untuk menghubungkan antara sistem dengan smartphone.

Proses ini menggunakan pemograman bahasa C menggunakan mikrokontroler Arduino IDE. Mikrokontroler menerima data dari sensor turbidity, sensor Suhu, sensor pH dan motor Servo. Kemudian datanya akan dikirimkan ke Blynk menggunakan NodeMCU.

b. Perancangan Rangkaian Sensor

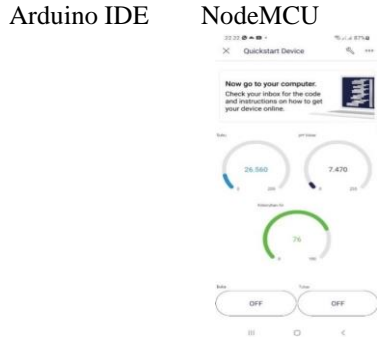
Pada perancangan rangkaian sensor merupakan gabungan keseluruhan sensor yang digunakan seperti, sensor Turbidity, sensor pH meter, sensor suhu ds18b20 yang terdapat pada sistem monitoring dan pakan otomatis.

Perancangan Rangkaian Sensor

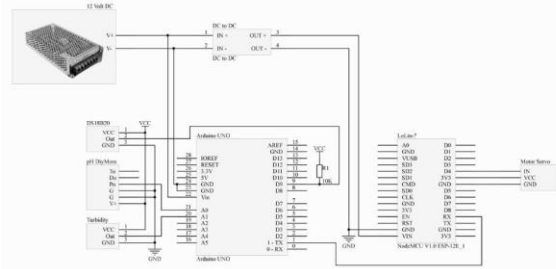
c. FlowChart

Pada FlowChart ini, monitoring kualitas air berbasis IoT menggunakan 2 board yaitu Arduino IDE sebagai pengolah data sensor, dan NodeMCU sebagai pengirim data dari Arduino ke Blynk. Pada gambar

d. menjelaskan bagaimana sistematis kerja pada Arduino dan Node MCU.



Gambar 3.3 FlowChart sistem kerja Program



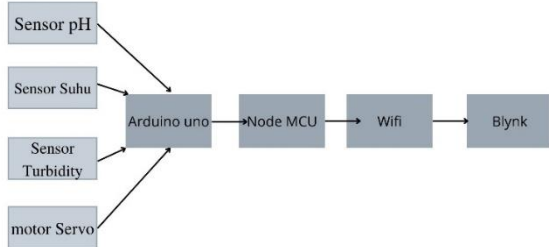
Gambar 3.2 Perancangan Rangkaian Sensor

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Perancangan Umum Sistem

Perancangan sistem pengendali pakan dan monitoring Akuarium otomatis, memiliki sistem kerja menggunakan Arduino IDE dan Node MCU sebagai koneksi untuk menyambungkan sistem dengan smartphone. Perancangan sistem dimulai dengan membuat perangkat keras dan perangkat lunak. Dalam melakukan monitoring dan pakan otomatis, digunakanlah aplikasi Blynk sebagai pusat monitoring dan control pakan. Yang bisa di pantau dan dikontrol melalui smartphone, dengan memanfaatkan jaringan WiFi atau router yang berfungsi untuk menghubungkan antara sistem dengan smartphone.

Gambar 3.1 Perancangan Umum



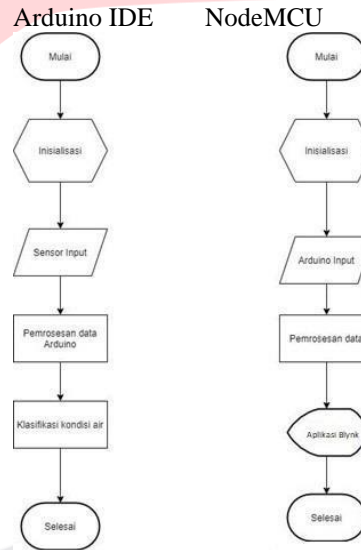
Proses ini menggunakan pemrograman bahasa C menggunakan mikrokontroler Arduino IDE. Mikrokontroler menerima data dari sensor turbidity, sensor Suhu, sensor pH dan motor Servo. Kemudian datanya akan dikirimkan ke Blynk menggunakan NodeMCU.

b. Perancangan Rangkaian Sensor

Pada perancangan rangkaian sensor merupakan gabungan keseluruhan sensor yang digunakan seperti, sensor Turbidity, sensor pH meter, sensor suhu ds18b20 yang terdapat pada sistem monitoring dan pakan otomatis. Rangkaian dari perancangan sensor pada monitoring dan pakan otomatis dapat dilihat seperti pada gambar 3.2 berikut.

c. FlowChart

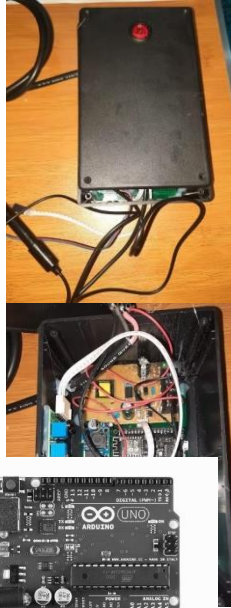
Pada FlowChart ini, monitoring kualitas air berbasis IoT menggunakan 2 board yaitu Arduino IDE sebagai pengolah data sensor, dan NodeMCU sebagai pengirim data dari Arduino ke Blynk. Pada gambar 3.3, menjelaskan bagaimana sistematis kerja pada Arduino dan Node MCU.



Gambar 3.3 FlowChart sistem kerja Program

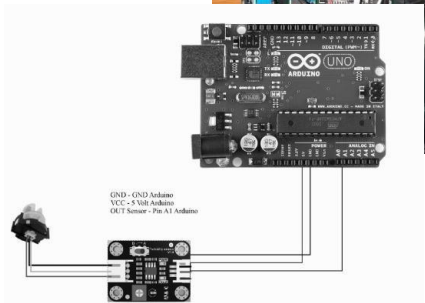
d. Desain Alat

Sebuah alat yang dirancang untuk memonitoring keadaan air secara otomatis dengan memanfaatkan sensor pH, sensor Turbidity, dan sensor suhu. Dapat di monitor melalui aplikasi Blynk. Berikut design dari perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 3.4.1 dan Gambar 3.4.2



GND Sensor Suhu	GND Arduino
VCC	5Volt Arduino
OUT Sensor	Pin 9 Arduino

Gambar 3.5.3 Sensor Turbidity



2 Desain Alat

e. Skematik Rangkaian Sensor

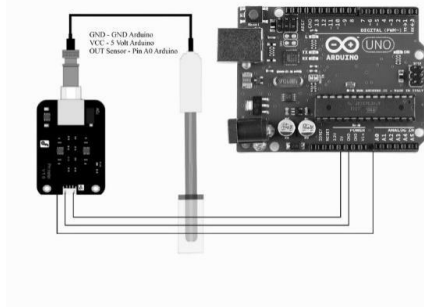
Sensor yang digunakan terdiri dari 3 sensor, sensor pH, sensor Turbidity, Sensor suhu. Dimana setiap sensor terhubung langsung menuju Arduino, sehingga Arduino menjadi pusat pertama pengiriman perintah menuju sensor. Berikut desain dan pot-pot setiap sensor

GND	GND Arduino
VCC	5Volt Arduino
OUT Sensor	Pin A1 Arduino

f. Arduino IDE

Arduino Integrated Development Enviroenmet (IDE) merupakan software yang digunakan untuk mengolah data sensor. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE dilengkapi dengan library C/C++ yang membuat operasi input dan output menjadi mudah. Sebelum memulai proses pemrograman harus mengunduh beberapa library yang sesuai dengan kebutuhan untuk menunjang keberhasilan pemrograman.

Gambar 3.5 Arduino IDE



Gambar 3.5.1 Sensor pH

GND pH	GND Arduino
VCC pH	5volt Arduino
OUT Sensor	Pin Ao Ardiono

Gambar 3.5.2 Sensor Suhu



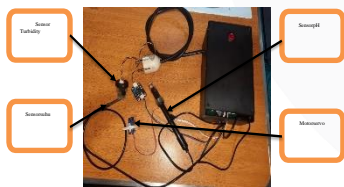
Gambar 3.5 merupakan tampilan Arduino IDE. Terdapat beberapa menu yang menjadi fitur pada software ini. Software Arduino IDE ini terdapat message box yang dapat menampilkan status selama melakukan pemrograman, seperti pesan error, compile, dan upload program. Pada ujung kanan atas terdapat simbol cermin pencarian. Simbol tersebut merupakan serial monitor yang berfungsi untuk menampilkan data yang telah di proses.

IV. HASIL DAN PENGUJIAN

a. Perancangan Mekanik

Pada perancangan mekanik, rangkaian kontrol pakan dan monitoring kualitas air Akuarium pada pengaplikasian IOT yang dimana bertujuan mendapatkan hasil input dalam sistem pengontrolan pakan dan kualitas air.

Gambar 4.1.1 Bentuk Alat



Akuarium yang digunakan memiliki dimensi 20cm x 15cm x 15cm dan ketebalan 5mm, material yang digunakan kaca dan, Posisi hardware akan ditempatkan di Akuarium.

b. Pengujian Sensor pH

Pada sensor pH melakukan 3 air berbeda yaitu, Sprite, Fanta, Air mineral. Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali percobaan. Berikut ini merupakan Konversi dari Sensor pH:

$$\text{Tegangan} = \text{nilai ADC terbaca} / 51024 * 6$$

$$\text{Nilai pH} = 21.14 + (-5.70 * \text{Tegangan})$$

Tabel 4.2 Pengujian sensor pH Jenis air Sensor pH

	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5
Sprite	3,74	3,80	3,75	3,74	3,72
Fanta	2,70	2,74	2,72	2,71	2,76
Air mineral	7,19	7,29	6,89	7,12	7,37

Hasil pengujian Sensor pH, menggunakan air sprite, fanta, dan air mineral, dimana kadar pH pada soda berbeda-beda. Sehingga dalam pengujian sensor pH, mendapatkan nilai pH seperti table 4.2. Hasil pengujian sensor pH mendapatkan tingkat error 11,148% dan akurasi 88,852%. Nilai pH yang cocok untuk air Akuarium ikan hias di pH netral yaitu 7.

c. Pengujian Sensor Turbidity

Pengujian sensor turbidity dilakukan dengan dua sampel yaitu air keruh (Air Tanah) dan air bersih (air mineral). Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali percobaan. Berikut ini merupakan konversi dari SensorTurbidity:

$$\text{Tegangan} = \text{nilai ADC terbaca} / 51024$$

Untuk mencari nilai persentasi maka diperlukan rumus interpolasi yang dimana rumus nya sebagai berikut

$$y = y1 + (x - x1) * ((y2 - y1) / ((x2 - x1)))$$

Dan didapat persentasi nilai sebagai berikut 0% – 100%

$$\text{Persentase Nilai} = \text{Tegangan} / 100 * 5 \%$$

Table 4.3 pengujian sensor Turbidity

Jenis Cairan	Sensor Turbidity NTU				
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5
Air tanah	60.88	63.62	65.44	64.88	62.30
Air mineral	2.95	3.40	3.65	3.55	3.39

Pada table 4.3 merupakan hasil percobaan Sensor Turbidity sebanyak 5 kali dan dapat hasil yang didapat nilai NTU (Nephelometric Turbidity Unit) semakin bersih air jika nilai NTU yang didapat rendah. Sedangkan jika nilai 25 NTU bisa dikategorikan air keruh. Pada pengujian sensor Turbidity, tingkat error 3,388% dan akurasi 96,612% dan NTU yang cocok untuk Akuarium 0-25.

d. Pengujian Sensor Suhu

Pengujian alat yang dilakukan penulis pada sensor suhu adalah untuk mendeteksi suhu pendingin dan pemanas pada Akuarium. Jika terdeteksi atau terbaca oleh sensor suhu maka barang bisa di program. Berikut konversi pada sensor suhu:

$$\text{Suhu} = \text{nilai ADC terbaca} * 5.00 / 1024$$

Table 4.4 Pengujian Sensor Suhu

	Suhu Sensor Thermometer Selisih		
1	20,20°C	21°C	0,8°C
2	21,30°C	22°C	0,7°C
3	22,18°C	23°C	0,82°C
4	23,19°C	24°C	0,81°C
5	24,31°C	25°C	0,69°C
6	25,32°C	26°C	0,68°C
7	26,20°C	27°C	0,8°C
8	27,32°C	28°C	0,68°C
9	28,17°C	28°C	0,83°C
10	29,19°C	30°C	0,81°C

Pada pengujian ini, terdapat tingkat akurasi di 91,186%, dengan selisih tidak terlalu jauh. Pada tingkat error yang di dapat di 0,762%. Untuk hasil simulasi yang didapat, suhu yang ideal untuk Akuarium ikan di suhu netral yaitu 24,5°C-29,5°C.

e. Motor servo

Pengujian Motor Servo dilakukan untuk mengetahui kinerja motor servo dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan atau tidak. Pengujian terhadap motor servo dilakukan dengan cara memberikan program pada mikrokontroler terlebih dahulu, program tersebut merupakan program sederhana untuk memberikan perintah kepada driver motor servo agar memutar ke posisi 90° selama beberapa detik. Pada pengujian ini, didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.1.3 berikut.

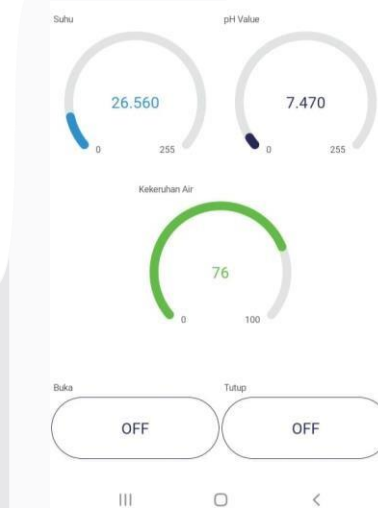
Tabel 4.5 Pengujian Poros Motor Servo

No.	Input (°)	Output (°)	Selisih (input° – output°)
1.	0	0	0
2.	45	55	10
3.	90	105	15
Total Selisih (output° – input°)			25
Rata-Rata Selisih			5

Dari uji coba yang telah dilakukan terhadap motor servo, hasil yang didapatkan adalah keakuratan dari tiap derajat ± sekitar 5°. Hal ini masih masuk dalam batas toleransi dan tingkat error yang di dapat 8,33%, dikarenakan derajat yang tidak terjauh perbedaannya sehingga tidak mempengaruhi sistem secara keseluruhan.

f. Pengujian monitoring dan pakan otomatis di Blynk

Pada pengujian Pengujian ini, MCU 8266 mengirim hasil dari data Arduino IDE dan Blynk berperan sebagai penampilan hasil monitoring yang dimana bertujuan menampilkan hasil monitoring dan pengontrol pakan. Pada aplikasi Blynk, terdapat 3 nilai yang menunjukkan hasil dari sensor. Aplikasi Blynk menampilkan dalam bentuk 3 lingkaran skala nilai. 3 lingkaran tersebut menunjukkan nilai hasil Sensor Turbidity, Sensor pH, Sensor Suhu, dan terdapat 2 tombol off yang berperan untuk mengontrol pakan otomatis pada Motor Servo.



Gambar 4.6 Hasil Simulasi Blynk

Hasil simulasi pada kualitas air Akuarium masih layak digunakan untuk ikan hias, Gambar 4.6 ditampilkan pada Blynk adalah nilai kadar pH, nilai tingkat kekeruhan, nilai suhu pada kualitas air Akuarium, dan kontrol pakan.

V. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis didapat kesimpulan dari Tugas Akhir ini sebagai berikut.

5.1 Kesimpulan

1. Telah dirancang sebuah alat untuk memonitoring kualitas air dan pakan otomatis Akuarium dengan mengukur kekeruhan, kadar pH, suhu air, dan pakan otomatis. Didapatkan persentase error Sensor Turbidity 3,388%, Sensor pH 11,148%, Sensor suhu 0,762%, motor Servo 8,33%

2. Sistem monitoring Kualitas air menggunakan Blynk, dapat memvisualisasikan nilai data dalam bentuk skala nilai yang telah diolah oleh Arduino IDE dan dikirim ke NodeMCU dengan komunikasi serial. Setelah itu data akan ditampilkan pada Devices Blynk dengan delay 2 detik.

3. Sistem monitoring dan pakan otomatis, berhasil mendapatkan nilai kualitas air yang baik untuk Akuarium ikan hias.

- pH: 6,5-7,5
- Kekeruhan: <25 NTU
- Suhu: 24,5 – 29,5 C

5.2 Saran

Pada penelitian tugas akhir ini masih terdapat banyak hal yang perlu diperbaiki dan dikembangkan guna meningkatkan kualitas, efektivitas, dan tingkat akurasi, yaitu sebagai berikut

- Untuk meningkatkan kualitas dari sistem alat ini, bentuk dan dimensi dapat dibuat dengan ukuran yang lebih besar dan tahan banting agar tidak mudah rusak.
- Untuk meningkatkan tingkat akurasi pengukuran, dapat dilakukan dengan menambah jumlah sampel yang nilainya tidak terlalu jauh dengan sampel yang lainnya.

REFERENSI

- [1] Baringbing, R. M., (2020). Sistem Monitoring Kualitas Air Menggunakan Sensor Ph Dan Sensor Tds Berbasis Android. Tugas Akhir. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [2] Fonna, M. Z., Husaini, Indrawati. (2020). Penerapan IoT (Internet of Things) Untuk Pemberian Pakan Ikan Pada Akuarium. Jurnal Teknologi Rekayasa Informasi dan Komputer, Vol.3 No.2 Maret 2020, ISSN: 2581-2882.
- [3] Hibatullah, A. (2019). Smart Akuarium Berbasis IoT. Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [4] Maulana, A.H. (2021). Ketahui Kualitas Air Akuarium untuk Kesehatan Ikan hias, Kompas.com, 9 Februari, diakses pada 14 Januari 2022, <https://www.kompas.com/homey/read/2021/02/09/100617676/ketahui-kualitas-air-akuarium-untuk-kesehatan-ikan-cupang?page=all>
- [5] Prafitri, D. & Saputra, A. B. (2020). Prototipe Sistem Pendeteksi Tingkat Kekeruhan dan PH Air Berbasis Mikrokontroler Arduino. Teknomatika, Vol.12, No.2, Januari 2020, pp. 57~62, ISSN:1979-7656.
- [6] Prasetyo, I.B., Riyadi, A. A., Chamid, A. A. (2021). Perancangan Smart Akuarium Menggunakan Sensor Turbidity dan Sensor Ultrasonik Pada Akuarium Ikan Air Tawar Berbasis Arduino IDE. Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta, 13(2), 193-200. ISSN : 2085 – 1669.
- [7] Pratama, D. A. (2018). Pengairan dan Pemberian Pakan Otomatis Pada Akuarium Berbasis Arduino. Skripsi. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang.
- [8] RXONE Electronics (2020). IoT Project - Smart Akuarium With BLYNK | Memberi Makan Ikan Otomatis, YouTube, 15 Maret, diakses pada 14 Januari 2022, <https://www.youtube.com/watch?v=MsdQMeix3mY>.
- [9] Tubliyansah, F. & Sari, I. P. (2021). Memantau dan Mengontrol Suhu Akuarium Ikan Arwana Berbasis IoT (Internet of Things). Proyek Akhir. Sungailiat: Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
- [10] Widyaman, T. (2017). Komunikasi Arduino IDE Menggunakan Modul WiFi ESP8266, Warriornux, 26 November, diakses pada 14 Januari 2022, <https://www.warriornux.com/komunikasi-arduino-wifi-esp8266/>.