

OTOMATISASI PEMBERIAN PAKAN, PEMANTAUAN SUHU, DAN PERGANTIAN AIR IKAN CHANNA DENGAN SISTEM BERBASIS MIKROKONTROLER DAN SENSOR

Nezar Febri Alfani ¹, Gunawan Wibisono ^{*2}, Yulian Zetta Maulana ³

^{1,2,3}Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Telkom, Kampus Purwokerto

*e-mail: gwibisono@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Ikan Channa merupakan ikan hias eksotis yang banyak diminati karena keindahannya. Pemeliharaan ikan ini cukup mudah, namun tetap memerlukan perhatian seperti pergantian air, pemantauan suhu, dan pemberian pakan. Jika suhu air, kekeruhan air, dan kondisi pemberian pakan tidak diperhatikan, maka pertumbuhan ikan channa dapat terhambat. Penelitian ini bertujuan mengotomatiskan proses pemberian pakan, pemantauan suhu, dan pergantian air pada ikan Channa menggunakan sistem berbasis IoT. Sistem yang dirancang menggunakan sensor suhu, sensor ultrasonik, dan sensor *turbidity*. Sedangkan aktuator yang digunakan adalah dua buah pompa dan satu motor servo. Kondisi dari sistem dipantau menggunakan platform IOT Blynk. Dari hasil pengujian sensor suhu DS18B20 didapatkan rata-rata *error* sebesar 0,35%, sedangkan pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 menghasilkan akurasi 97,74%. Sensor *turbidity* diuji dengan 3 (tiga) tingkat kekeruhan. Pada air aquades sebagai pembanding didapatkan nilai 1,31 NTU. Pada uji air berpasir didapatkan nilai 1,49 NTU, dan air susu bubuk 2,94 NTU. Selain itu aktuator juga bisa bekerja menggerakkan alat pemberi pakan, dengan posisi 0° dan 90°. Dari segi IoT, sistem ini dapat dikontrol dan dipantau jarak jauh melalui platform Blynk.. Dengan hasil uji sensor tersebut parameter akuarium dapat dipantau dengan akurat, sehingga alat dapat bekerja dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh sensor dan aktuator berfungsi sesuai dengan yang direncanakan sehingga pemilik ikan channa dapat lebih mudah memantau kondisi akuariumnya.

Kata kunci: channa, IoT, monitoring, *turbidity*, suhu,

Abstract

Channa fish are exotic ornamental fish that are highly sought after for their beauty. Although relatively easy to care for, attention to water quality, temperature, and feeding is essential to ensure optimal growth. This study aims to automate the maintenance process of Channa fish, including feeding, temperature monitoring, and water replacement using an Internet of Things (IoT)-based system. The designed system uses a DS18B20 temperature sensor, an HC-SR04 ultrasonic sensor, and a turbidity sensor. For actuation, two water pumps and a servo motor are used to control feeding. The entire system is monitored and controlled remotely in real-time via the Blynk IoT platform. Testing results show that the temperature sensor has an average error of 0.35%, while the ultrasonic sensor achieved an accuracy of 97.74%. The turbidity sensor was tested with three levels of water turbidity: distilled water (1.31 NTU), sandy water (1.49 NTU), and water mixed with powdered milk (2.94 NTU). The servo motor successfully operated the feeding mechanism at 0° and 90° positions as intended. Based on the tests, all sensors and actuators functioned properly and as designed. Therefore, this system effectively simplifies the monitoring and maintenance of Channa fish aquariums through automated and efficient control.

Keywords: channa, IoT, monitoring, temperature, turbidity

1. PENDAHULUAN

Ikan channa merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang memiliki keunikan dan daya tahan yang tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan. Pemilihan ikan channa didasari dengan keunikan bentuk dan corak warnanya sehingga sangat cocok untuk dipelihara dalam akuarium [1]. Untuk memaksimalkan potensi pertumbuhan dan kesehatan ikan channa, aspek-aspek lingkungan seperti pemberian pakan yang tepat, pemantauan suhu air, serta pergantian air dalam akuarium menjadi krusial. Pemberian pakan yang tepat waktu dan jumlah yang sesuai akan berkontribusi pada pertumbuhan optimal ikan channa. Di sisi lain, pemantauan suhu air yang stabil juga menjadi faktor krusial karena fluktuasi suhu yang ekstrem dapat mengganggu kesehatan dan pertumbuhan ikan, pemantauan suhu air sangat penting bagi ikan channa karena ikan channa memiliki suhu nyaman disuhu 20-28°C. Selain itu, pergantian air yang terjadwal secara teratur yang disebabkan oleh kekeruhan air untuk menjaga kualitas air agar tetap bersih dan mendukung kehidupan ikan channa [1].

Terdapat beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai pemantauan suhu akuarium, di antaranya oleh I Komang Adi Widiyantara, yang menggunakan sensor suhu DS18B20 [2]. Selain itu Muhammad Bagus Roudlotul Huda dan Wahyu Dwi Kurniawan juga menggunakan sensor suhu DS18B20. Sensor ini dipilih karena sifatnya yang tahan air. [3]. Sedangkan Andrijani Sumarahinsih dkk, memadukan sensor kekeruhan dengan sistem berbasis Internet of Things (IoT) [4]. Sistem pemantauan berbasis IoT juga dikembangkan oleh Ferdy Rakhman Ibrahim dkk, dengan menggunakan sensor pH dan kekeruhan untuk memantau kondisi air di akuarium [5]. IoT sendiri adalah sebuah konsep yang menghubungkan berbagai perangkat fisik melalui jaringan internet sehingga dapat saling bertukar data dan berinteraksi. IoT memungkinkan pemantauan, pengendalian, dan otomatisasi sistem secara real-time, meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam berbagai bidang [6].

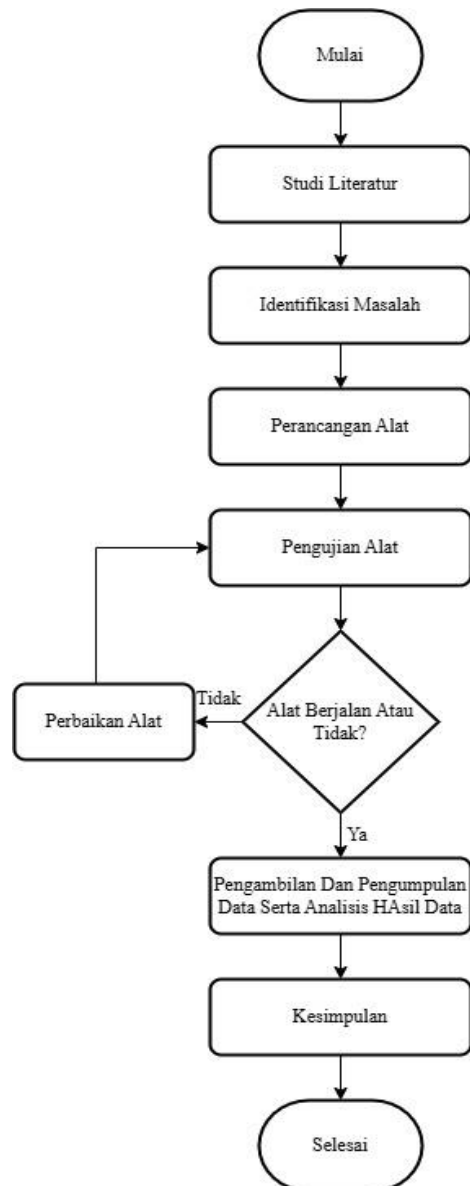
Pada penelitian ini teknologi IoT juga diimplementasikan, menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali, serta aplikasi Blynk sebagai platform IoT. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, parameter yang dipantau adalah tiga variabel fisik, yaitu suhu, kekeruhan dan ketinggian air pada akuarium. Dengan tiga variabel tersebut, penggantian air pada akuarium ikan channa dapat dilakukan secara otomatis. Pemberian pakan serta pemantauan kondisi akuarium dapat dilakukan jarak jauh melalui platform IoT. Alat yang dikembangkan, berfokus pada otomatisasi pemberian pakan, pemantauan suhu, serta penggantian air pada ikan channa berbasis IoT. Sebagai pusat kendali digunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sedangkan platform IoT menggunakan Blynk. Untuk memastikan alat bekerja dengan baik, maka pada penelitian ini akan diukur kinerja sensor, kinerja aktuator, serta pengiriman data ke platform IoT. Sensor suhu akan diukur nilai *error* relatifnya, sensor jarak diukur akurasi, serta sensor kekeruhan diuji dalam berbagai kondisi. Aktuator diuji apakah dapat bekerja sesuai kendali dari mikrokontroler dengan baik dan sesuai parameter yang diharapkan.

2. METODE

A. *Flowchart* Penelitian

Flowchart penelitian yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 1. Tahapan penelitian ini diawali dengan studi literatur, terutama mengenai dasar teori tentang ikan channa dan habitatnya. Selain itu juga dilakukan studi literatur mengenai sistem maupun penelitian sejenis yang sudah dilakukan. Tahap berikutnya adalah identifikasi masalah, di antaranya adalah parameter-parameter fisik yang sesuai dengan kebutuhan ikan channa, sehingga spesifikasi sistem yang akan dikembangkan benar-benar sesuai kebutuhan. Berdasarkan hasil identifikasi, dilakukan perancangan alat yang mencakup pemilihan sensor-sensor, mikrokontroler, dan aktuator. Selanjutnya adalah desain rangkaian (blok diagram dan pengkabelan rangkaian), dan perancangan perangkat lunak.

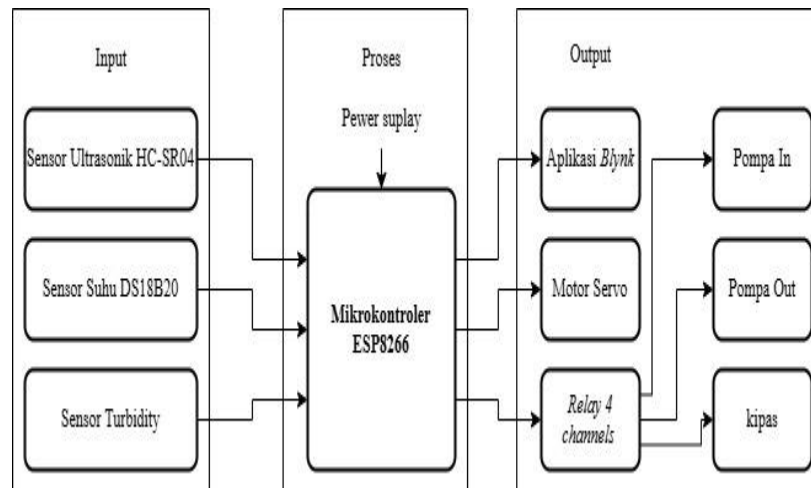
Tahap berikutnya adalah pengujian alat untuk memastikan fungsi sistem sesuai rancangan. Pada tahap ini, koneksi sensor-sensor serta aktuator ke mikrokontroler dipastikan agar terhubung dengan baik, sehingga mikrokontroler dapat membaca output sensor, serta dapat menjalankan aktuator sebagaimana mestinya. Jika pada tahap ini alat tidak berfungsi dengan baik, dilakukan perbaikan hingga memenuhi kriteria yang diinginkan. Apabila alat sudah berjalan dengan baik, dilanjutkan dengan pengambilan dan pengumpulan data serta analisis hasil data untuk mengevaluasi kinerja sistem. Data yang diambil antara lain adalah output sensor dibandingkan dengan alat ukur pembanding, serta posisi aktuator sesuai dengan perintah dari mikrokontroler. Analisis data dilakukan untuk memastikan error dan akurasi dari sensor. Tahap paling akhir adalah penyusunan kesimpulan berdasarkan hasil analisis.



Gambar 1. Flowchart penelitian.

B. Blok Diagram Sistem

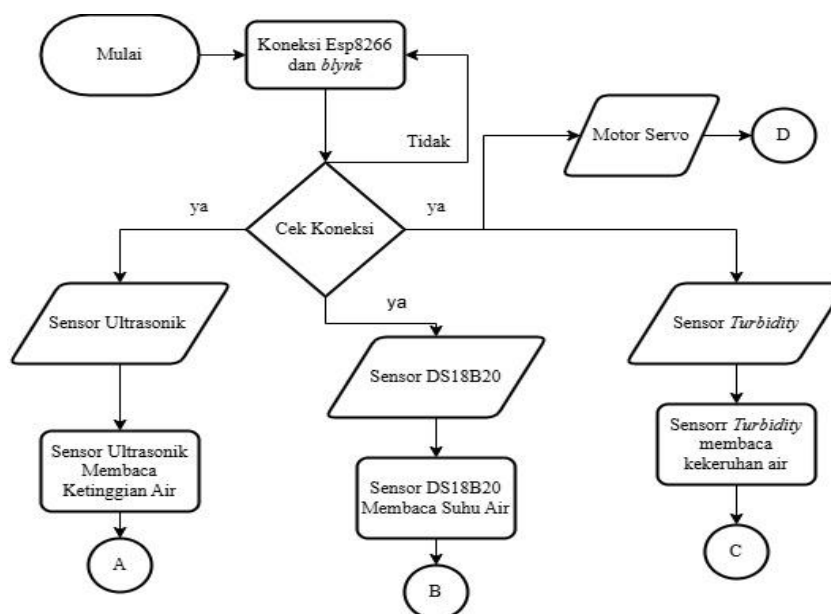
Blok diagram sistem yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 2. Secara umum sistem dibagi menjadi tiga bagian, yaitu *input*, proses, dan *output*. Pada bagian *input* terdapat tiga sensor. Sensor ultrasonik HC-SR04 mengukur ketinggian air akuarium, sensor suhu DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu air dalam akuarium, dan sensor *turbidity* digunakan untuk mengukur kekeruhan air dalam akuarium. Data dari ketiga sensor ini dikirim ke mikrokontroler NodeMCU Esp8266 yang berperan sebagai pemroses data. Hasil pemrosesan ini dikirim ke bagian *output*. *Output* dari sistem ini berupa motor servo SG90 dan relay. Motor servo SG90 berperan sebagai pengendali pemberian pakan ikan sedangkan relay untuk menjalankan pompa isi dan pompa kuras yang dikirim dari sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor *turbidity*, sedangkan relay yang berfungsi menjalankan kipas berasal dari sensor suhu DS18B20. Selain itu, data dari sensor dikirimkan ke platform Blynk sehingga memungkinkan pemantauan dan akses dari jarak jauh.



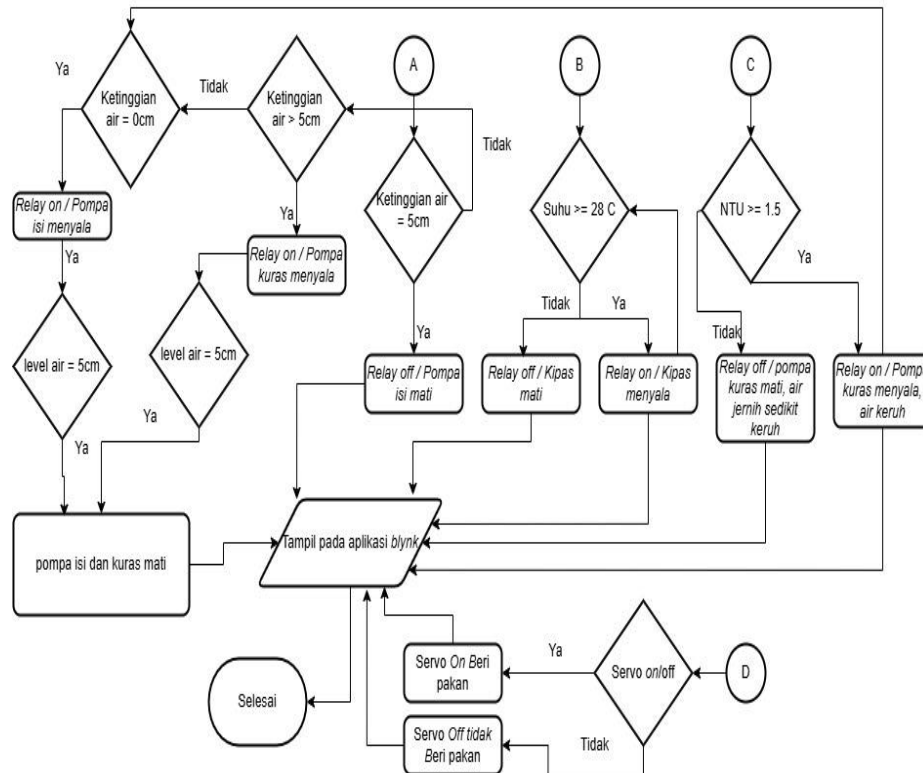
Gambar 2. Blok diagram sistem.

C. Flowchart sistem

Flowchart sistem ditunjukkan pada Gambar 3, dan dilanjutkan pada Gambar 4. Proses diawali dengan pengecekan koneksi NodeMCU ESP8266 ke platform Blynk melalui jaringan internet. Jika koneksi tidak berhasil maka proses akan kembali keproses awal. Jika berhasil akan lanjut kepembacaan 3 sensor. Sensor urtasonik akan mendeteksi jarak air, dan dengan demikian bisa mendapatkan data ketinggian air pada akuarium. Selanjutnya, jika jarak air sebesar kurang dari 5 cm, relay akan mematikan ‘pompa in’. Jika jarak sensor ultrasonik HC-SR04 berjarak 20 cm, maka relay akan menyalakan ‘pompa in’,. Berikutnya, data dari sensor *turbidity* digunakan untuk mengoperasikan ‘pompa out’. Jika tingkat kekeruhan air dalam akuarium dibawah batas (air cukup jernih), maka ‘pompa out’ tidak bekerja. Proses selanjutnya adalah membaca sensor suhu DS18B20 untuk mengendalikan kipas pendingin. Jika sensor suhu DS18B20 membaca suhu $>28^{\circ}\text{C}$ maka akan relay akan menyalakan kipas yang berfungsi untuk mendinginkan air. Berikutnya, data dari ketiga sensor dikirimkan ke platform Blynk.



Gambar 3. Flowchart sistem bagian pertama



Gambar 4. Flowchart sistem bagian kedua

Komponen sensor dan aktuator dihubungkan ke mikrokontroler melalui pin I/O sebagaimana tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengkabelan Mikrokontroler ESP8266

Pin Esp8266	Sensor/ Aktuator
A0	<i>Turbidity</i>
D0	<i>Trigger</i> (ultrasonik HC-SR04)
D1	SCL (LCD)
D2	SDA (LCD)
D3	Servo Sg90 (PWM)
D4	<i>Relay IN3</i> kipas
D5	DS18B20 1 <i>wire</i>
D6	<i>Echo</i> (ultrasonik HC-SR04)
D7	<i>Relay IN1</i> Pompa <i>Out</i>
D8	<i>Relay IN2</i> Pompa <i>in</i>

Pin V_{CC} dan *ground* semua dihubungkan menjadi satu dari semua sensor dan aktuator ke tegangan 5V, sedangkan kipas dan pompa dihubungkan ke tegangan 12V melalui relay.

D. Metode analisis data

Metode analisis data yang digunakan adalah pengujian error dan akurasi dari sensor. Masing-masing sensor diuji beberapa kali pada rentang tertentu yang sesuai dengan kebutuhan desain alat. Kemudian nilai

hasil pengujian tersebut dibandingkan dengan alat ukur pembanding. Persamaan yang digunakan untuk perhitungan error dan akurasi adalah Persamaan 1 dan Persamaan 2 berikut.

$$e(\%) = \left| \frac{X_u - X_s}{X_u} \right| \times 100\% \quad (1)$$

$$a(\%) = 100\% - e(\%) \quad (2)$$

dengan:

- e = *error* (%)
- a = akurasi (%)
- X_u = nilai alat ukur pembanding
- X_s = nilai *output* sensor

3. HASIL PENELITIAN

Berikut adalah hasil pengujian pada sistem otomatisasi pemberian pakan ikan serta monitoring suhu dan pergantian air pada ikan channa berbasis internet of things (IoT). Pengujian dilakukan dengan mengukur kinerja masing-masing komponen serta pengujian keseluruhan alat yang telah dirangkai. Subsistem yang diuji antara lain adalah ketiga sensor, kemudian uji keseluruhan alat.

A. Pengujian sensor suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu DS18B20 dilakukan dengan cara membandingkan nilainya dengan nilai yang diperoleh dari termometer kemudian dihitung berapa nilai *error* dari sensor suhu (DS18B20). Pengambilan nilai dilakukan dengan cara sensor suhu (DS18B20) dan termometer dimasukkan ke dalam wadah dan jenis air yang sama. Pengambilan data dilakukan sebanyak lima kali percobaan. setiap percobaan dilakukan sebanyak tiga belas kali pengambilan data nilai temperatur, setiap nilai temperatur akan dibandingkan dengan nilai pada keluaran sensor suhu DS18B20 kemudian akan dicari selisih antara nilai temperatur dan nilai keluaran dari sensor untuk mengetahui *error* pada setiap pembandingnya, sehingga nilai *error* dari semua perbandingan akan dijadikan sebagai rumus untuk mencari nilai *error* keseluruhan pada setiap percobaannya. Hasil pengujian sesnor suhu DS18B20 ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil error rata-rata yang yang didapatkan ini tidak bebeda jauh dengan yang didapatkan oleh M. B. R. Huda, dan W. D. Kurniawan [3], yang mendapatkan nilai error sebesar 1% untuk suhu di bawah 40 °C.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Temperatur (°C)	Sensor suhu DS18B20	Selisih suhu	% <i>error</i>
16	16,13	0,13	0,81%
18	17,94	-0,06	0,33%
20	19,94	-0,06	0,30%
22	22,00	0,00	0,00%
24	24,00	0,00	0,00%
26	26,00	0,00	0,00%
28	28,06	0,06	0,21%
30	30,13	0,13	0,43%
32	32,21	0,21	0,66%
34	34,25	0,25	0,74%
36	36,19	0,19	0,53%
38	38,13	0,13	0,34%
40	40,06	0,06	0,15%
Rata-Rata <i>Error</i>			0,35%

B. Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04

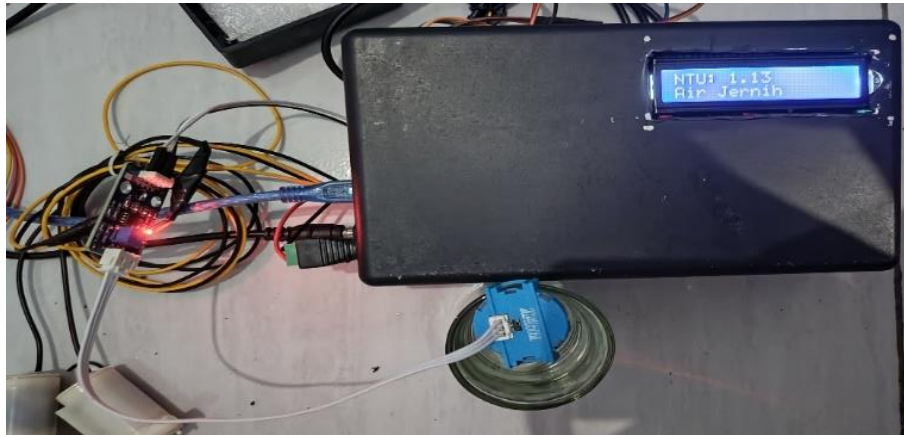
Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 dilakukan dengan cara mengukur jarak suatu objek dengan mistar kemudian dibandingkan dengan nilai keluaran dari pembacaan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengetahui keakuratan suatu sensor. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali percobaan untuk menentukan seberapa akurat sensor ultrasonik HC-SR04. Hasil data pengukuran sensor ultrasonik HC-SR04 dan mistar untuk mengetahui keakuratan sensor ultrasonik HC-SR04 ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR045

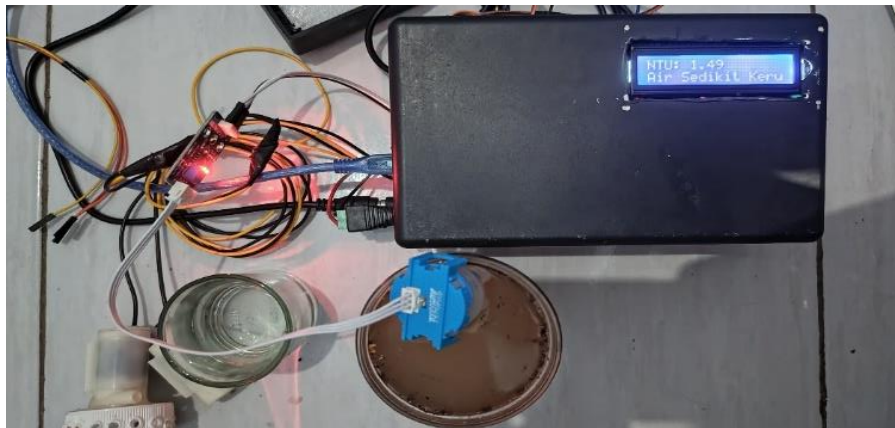
Mistar (cm)	Sensor ultrasonik HC-SR045 (cm)	Akurasi sensor (%)
2	2,56	72,00%
3	3,09	97,00%
4	4,00	100,00%
5	5,01	99,80%
6	6,05	99,17%
7	7,29	95,86%
8	8,23	97,13%
9	9,09	99,00%
10	10,17	98,30%
11	10,96	99,64%
12	11,92	99,33%
13	13,22	98,31%
14	14,17	98,79%
15	15,14	99,07%
16	16,38	97,63%
17	17,00	100,00%
18	17,92	99,56%
19	18,93	99,63%
20	20,17	99,15%
21	20,91	99,57%
22	22,21	99,05%
23	23,12	99,48%
24	23,84	99,33%
25	24,75	99,00%
Rata-Rata Akurasi Sensor		97,74%

C. Pengujian sensor *turbidity*

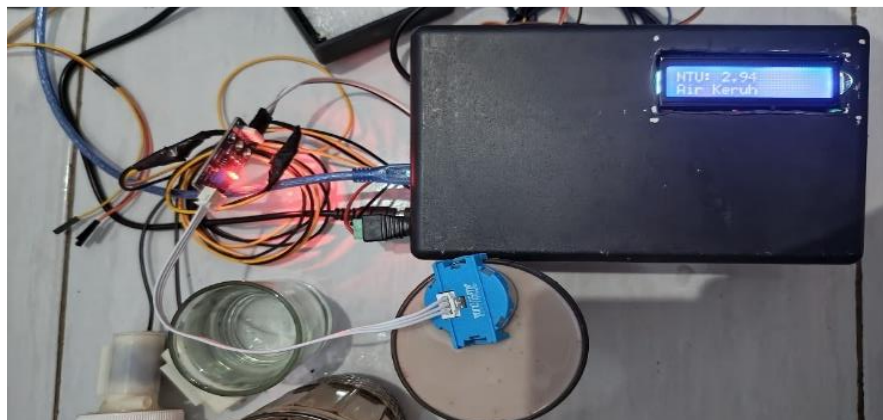
Pengambilan data sensor *turbidity* dilakukan untuk membedakan tingkat kekeruhan suatu larutan/campuran air. Sebagai pembanding menggunakan jenis air aquades seperti pada Gambar 5, air jenis ini memiliki tingkat NTU yang rendah dengan tingkat NTU mendekati 0. Selanjutnya air yang di uji menggunakan dua jenis pengotor yaitu air berpasir dan air susu bubuk. Hasil pengukuran air berpasir dan air susu bubuk ditampilkan pada LCD, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 5. Pengukuran NTU air aquades.



Gambar 6. Pengukuran NTU air berpasir.



Gambar 7. Pengukuran NTU air susu bubuk.

D. Pengujian kendali jarak jauh servo SG90

Servo SG90 digunakan untuk mekanisme pemberian pakan secara remote, melalui aplikasi blynk. Pengujian motor servo sebagai pemberian pakan ikan dilakukan dengan cara memantau arah gerak servo dengan dua posisi, yaitu 0° dan 90° . Jika tombol servo (pemberi makan pada aplikasi) ditekan, servo akan bergerak ke posisi 90° , berhenti selama 2 detik kemudian kembali ke posisi awal 0° . Gambar 8 menunjukkan posisi 0° , sedangkan Gambar 9 menunjukkan posisi servo 90° . Kekurangan dari mekanisme ini adalah tidak mengatur secara pasti jumlah/berat pakan yang dituangkan ke akuarium. Sistem hanya mengatur seberapa lama pakan dituangkan ke akuarium.



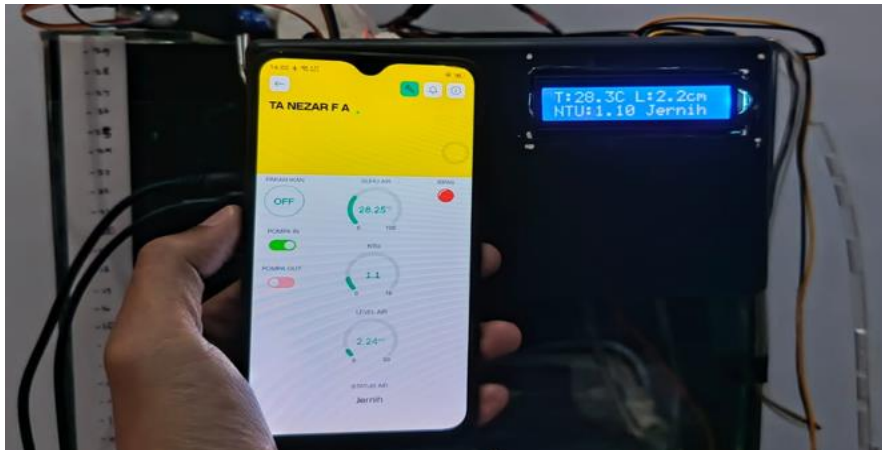
Gambar 8. Posisi servo 0°.



Gambar 9. Posisi servo 90°.

4. DISKUSI

Dari data pengujian sensor suhu seperti tercantum pada Tabel 2, diperoleh nilai error berkisar antara 0,00% - 0,74%. Nilai error tertinggi terjadi pada suhu 34°C. Nilai error terendah terjadi pada suhu 20°C 22°C dan 24°C. Nilai error rata-rata untuk semua data adalah 0,35%. Nilai error rata-rata ini rendah, sehingga bisa dikatakan sensor suhu bekerja dengan baik. Untuk uji sensor ultrasonik HC-SR04 sebagaimana data pada Tabel 3, diperoleh nilai akurasi sensor berkisar antara 72% - 100%. Nilai akurasi terendah terjadi pada data uji terkecil yaitu pada jarak 2 cm. Untuk data yang lain, seluruhnya memiliki nilai akurasi di atas 95%. Rata-rata akurasi untuk seluruh data adalah 97,74%. Dengan demikian sensor jarak juga telah bekerja dengan baik. Sensor *turbidity* diuji di tiga titik uji. Dengan air jernih akuades diperoleh nilai kekeruhan 1,13 NTU. Untuk air berpasir (agak keruh) diperoleh nilai 1,37 NTU. Kemudian untuk air susu bubuk (sangat keruh) diperoleh nilai 2,94 NTU. Dengan demikian sistem sudah dapat membedakan tingkat kekeruhan air, yang menjadi dasar pengurutan akuarium. Secara keseluruhan sistem telah berjalan sesuai dan rancangan. Sensor dan aktuator telah bekerja dengan baik. Koneksi dengan platform Blynk juga sudah berhasil. Platform telah berhasil menampilkan hasil pemantauan berbagai sensor, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan hasil pemantauan dengan platform Blynk.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian alat, dapat disimpulkan bahwa alat pemberian pakan dan monitoring suhu air dan pergantian air telah bekerja sesuai desain. Pada uji sensor suhu DS18B20 didapatkan nilai error rata-rata sebesar 0,35%. Sedangkan untuk sensor ultrasonik HC-SR04 didapatkan nilai rata-rata 97,74%. Sementara itu sensor *turbidity* sudah bisa membedakan kekeruhan tiga tingkat, dengan nilai 1.31 NTU (air jernih), nilai 1.49 NTU (air berpasir, sedikit keruh), serta nilai 2.94 NTU (air susu bubuk, keruh). Motor servo Sg90 sebagai mekanisme pemberi pakan ikan dapat berjalan secara normal pada saat diperintahkan melalui platform Blynk. Semua hasil pemantauan sensor juga dapat dipantau melalui Blynk. Dengan keberhasilan sistem ini, maka pemilik/pemelihara ikan channa dapat dengan mudah memantau kondisi akuarium, serta dapat memberi pakan dari mana saja, selama terhubung ke internet. Sistem yang dikembangkan juga dapat dengan mudah diadopsi ke akuarium ikan jenis lain, tentunya dengan menyesuaikan parameter fisik serta kebutuhan pakan ikan yang dimaksud. Sistem ini juga masih bisa dikembangkan lebih lanjut, misalnya dengan menggunakan aktuator suhu lebih baik, misalnya dengan pemanas air dan modul pendingin peltier. Skema pengendalian suhu airnya bisa bermacam-macam, mulai dari kendali *on-off*, PID, maupun kendali *fuzzy*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Khairanti *et al.*, "Pengamatan Keanekaragaman Jenis Ikan Genus Canna Daerah Kecamatan Medan Tembung Kabupaten Deli Sersdang," *Journal on Education*, vol. 05, no. 03, pp. 6768–6779, 2023.
- [2] I. Komang, A. Widiantara, K. Amerta Yasa, I. Gusti, P. Mastawan, and E. Putra, "Sistem Monitoring dan Kontrol Suhu Air pada Akuarium." [Online]. Available: <https://repository.pnb.ac.id>
- [3] M. B. R. Huda, and W. D. Kurniawan, "Analisa sistem pengendalian temperatur menggunakan sensor ds18b20 berbasis mikrokontroler arduino." *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 7 no. 02, 2022.
- [4] A. Sumarahinsih, A. E. Mahendra, M. Zidan, and D. Nafsi, "Deteksi Kekeruhan untuk Memantau Kualitas Air Berbasis IoT Turbidity Detection for Water Quality Monitoring Based on IoT," *TELKA*, vol. 9, no. 1, pp. 74–83, 2023.
- [5] F. R. Ibrahim, F. T. Syifa, and H. Pujiharsono, "Penerapan Sensor Suhu DS18B20 dan Sensor pH sebagai Otomatisasi Pakan Ikan Berbasis IoT," *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, vol. 5, no. 2, pp. 63–73, Jul. 2023, doi: 10.20895/jtece.v5i2.844.
- [6] A. S. Abdulloh and A. B. Yunanda, "Internet of Things."
- [7] A. Ranga Saputra, A. Panji Sasmito, and D. Rudhistiar, "Rancang bangun pakan dan filterisasi pada budidaya ikan channa menggunakan metode fuzzy berbasis arduino," 2021.
- [8] T. N. Arifin, G. Febriyani Pratiwi, and A. Janrafsasih, "Sensor ultrasonik sebagai sensor jarak", *Jurnal Teknik Undira*,

- [9] F. Rahman, F. Faridah, A. I. Nur, and A. N. Makkaraka, “Rancang bangun prototipe manipulator lengan robot menggunakan motor servo berbasis mikrokontroler,” *ILTEK: Jurnal Teknologi*, vol. 15, no. 01, pp. 42–46, Apr. 2020, doi: 10.47398/iltek.v15i01.11.
- [10] H. Muhammad, A. Ahfas, and S. D. Ayuni, “Sistem monitoring kualitas air dan pakan ikan otomatis berbasis IoT dengan sistem kendali aplikasi Blynk,” *Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*.
- [11] I. G. S. Whidarma, “Sensor suhu dalam telemetri berbasis iot.” [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/346631086>
- [12] S. P. Anggraini and Dzulkiflih, “Otomatisasi pemberian pakan ikan nila dan monitoring suhu secara terjadwal menggunakan arduino uno R3”, *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, vol 11, no. 03, pp. 1-7, 2022.
- [13] D. Monica and J. Fisika Teknik, “Pengukuran nilai kekeruhan air PDAM Tirta Keumuening Kota Langsa,” *Jurnal Hadron*, vol. 3, no. 1, pp. 19-22, 2021.
- [14] E. Mardianto, “Panduan belajar mikrokontroller Arduino (teori dan aplikasi).”
- [15] D. Saputra, W. Budi Prayoga, , “Alat Monitoring Suhu Aquarium Dan Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Mikrokontroler,” *Digital Transformation Technology (Digitech)*, vol. 3, no. 1, 2023.