

Sistem Kontrol dan *Monitoring* Cerdas Pada Budidaya Ikan Air Tawar

¹Evanda Mulya Anggara, ²Muhammad Yudha Pratama, ^{3*)}Afritha Amelia

^{1,2}Teknik Listrik, Politeknik Negeri Medan, Medan

^{3*)}Teknik Rekayasa Jaringan Telekomunikasi, Politeknik Negeri Medan, Medan

¹evandamulyaanggara@students.polmed.ac.id, ²muhammadyudhapratama@students.polmed.ac.id,

^{3*)}afrithaamelia@polmed.ac.id

Article Info

Keyword:

Kontrol otomatis

IoT

Budidaya ikan

Copyright © 2025 -SNTE

All rights reserved

ABSTRACT

Budidaya ikan air tawar memiliki peran penting dalam menjaga ketahanan pangan dan meningkatkan perekonomian, namun metode konvensional sering kali kurang tepat dalam pemberian pakan dan pengelolaan kualitas air. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dirancang sistem kontrol dan *monitoring* cerdas berbasis mikrokontroler ESP32 yang memantau suhu, pH, TDS, dan ketinggian air menggunakan sensor DS18B20, pH-4502C, TDS Meter, dan HC-SR04. Hasil pengujian menunjukkan tingkat kesalahan terkecil pada sensor TDS (1,18 %), diikuti oleh pH-4502C (2,46 %), HC-SR04 (2,48 %), dan DS18B20 (3,28 %). Sistem ini mengaktifkan pompa aerator dan filter secara otomatis melalui *timer* DH48S-S, di mana sensor TDS akan menyalakan pompa filter ketika nilai TDS ≥ 500 ppm. *Solenoid input* beroperasi ketika ketinggian air ≤ 40 cm dan berhenti pada ketinggian ≥ 90 cm, sedangkan *solenoid output* diatur melalui penjadwalan timer THC15A. *Heater* aktif pada suhu ≤ 20 °C dan nonaktif pada suhu ≥ 28 °C. *Auto feeder* bekerja berdasarkan timer THC15A, dengan jumlah pakan diatur menggunakan timer H3Y-2. Pemantauan jarak jauh serta notifikasi otomatis dilakukan melalui Telegram. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan terbukti efisien, adaptif, dan aplikatif untuk mendukung budidaya ikan air tawar secara berkelanjutan.

Corresponding Author:

Afritha Amelia

Teknik Rekayasa Jaringan Telekomunikasi, Politeknik Negeri Medan, Medan,
Jl. Almamater No.1, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara 20155.
Email: afrithaamelia@polmed.ac.id

I. PENDAHULUAN

Budidaya ikan air tawar sangat penting untuk pangan dan ekonomi pedesaan. Namun, metode konvensional yang masih menggunakan tenaga manual untuk pemberian pakan, aerasi, dan pengelolaan kualitas air sering kurang efisien dan rentan kesalahan, yang akhirnya menurunkan produktivitas [1]. Parameter seperti pH, suhu, kekeruhan, dan oksigen terlarut sangat menentukan pertumbuhan dan kesehatan ikan peringkat parameter ini sangat memengaruhi sintasan dan laju pertumbuhan [2], serta fluktuasi kualitas air bisa menjadi penyebab stres dan kematian jika tidak terjaga optimal [3].

Monitoring kualitas air berbasis digital meningkatkan efisiensi air dan energi serta menekan biaya operasional [4]. Otomatisasi seperti *auto feeder*, aerator, pompa filter, dan pemanas dapat merespons kondisi lingkungan secara *real-time*. Penelitian menunjukkan bahwa sistem IoT dapat memantau suhu, pH,

kekeruhan, dan parameter lain secara langsung [5]. Namun demikian, beberapa sistem masih terbatas pada pengumpulan data tanpa respons otomatis, kurang fit untuk *mobile control*, dan belum optimal dalam efisiensi energi serta akurasi sensor contohnya pada sistem budidaya ikan koi berbasis IoT [6].

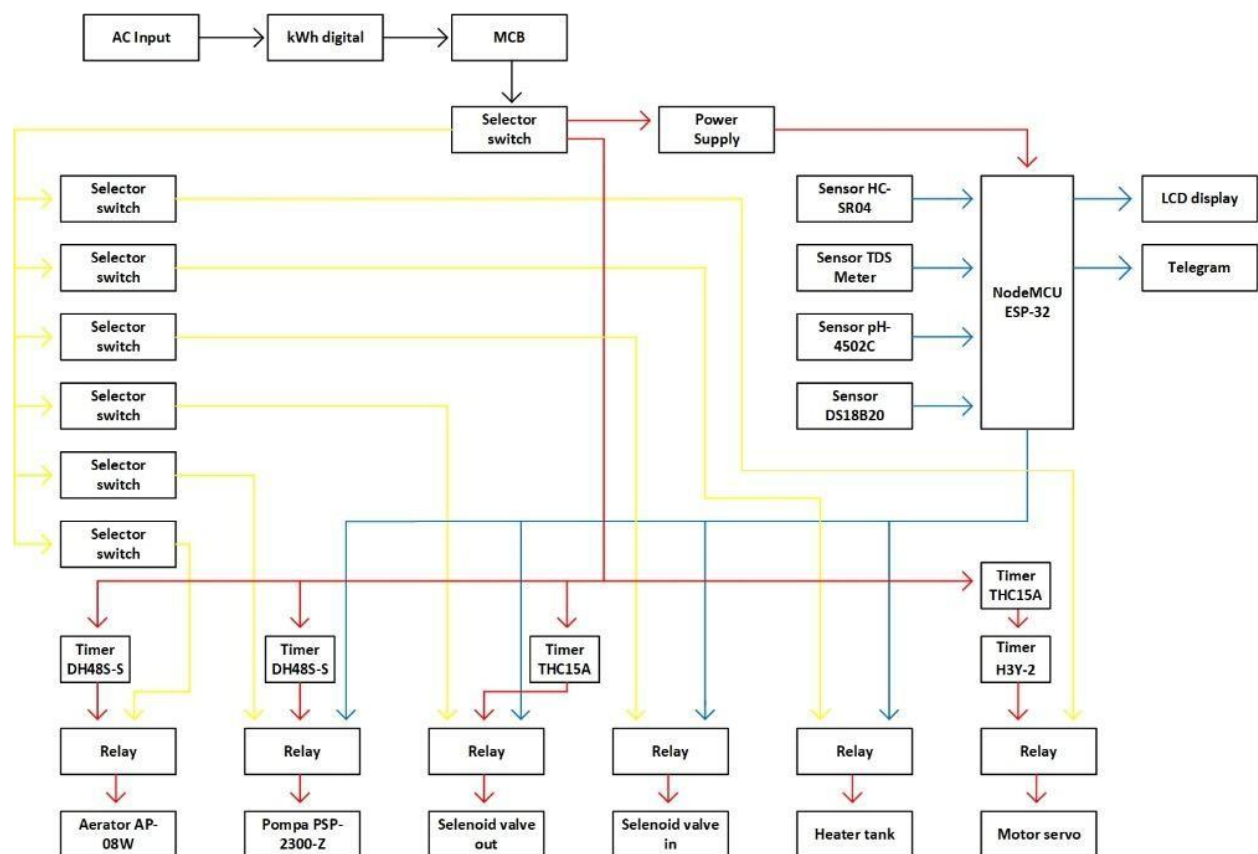
Penerapan IoT dalam budidaya ikan memungkinkan peningkatan produktivitas secara signifikan, inovasi seperti alat pemberi pakan otomatis berbasis IoT bahkan menunjukkan efisiensi lebih dari metode manual [7]. Integrasi IoT dengan bot Telegram juga memperlancar *monitoring real-time* dan kendali perangkat dari jarak jauh, sehingga mempercepat pengambilan keputusan [8].

Penelitian ini merancang sistem kontrol dan *monitoring* cerdas untuk budidaya ikan air tawar berbasis NodeMCU ESP32 dengan integrasi berbagai sensor dan aktuator. Sistem ini mengatur kerja aerator menggunakan *timer* DH48S-S, pompa filter berdasarkan jadwal serta tingkat kekeruhan yang dideteksi sensor TDS, dan *heater* yang dikendalikan oleh sensor suhu DS18B20. Selain itu, *solenoid* untuk pengurasan dan pengisian air dikontrol melalui kombinasi *timer* THC15A dan sensor ultrasonik HC-SR04, sementara pemberian pakan diatur dengan *timer* THC15A serta *timer delay* H3Y-2. Seluruh komponen dapat dioperasikan dalam dua mode, yakni manual dan otomatis, serta dipantau secara *real-time* melalui bot Telegram. Dengan rancangan ini, sistem diharapkan mampu meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan dalam budidaya ikan air tawar.

II. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Perangkat Keras

Struktur hubungan antar komponen ditampilkan pada blok diagram di Gambar 1.

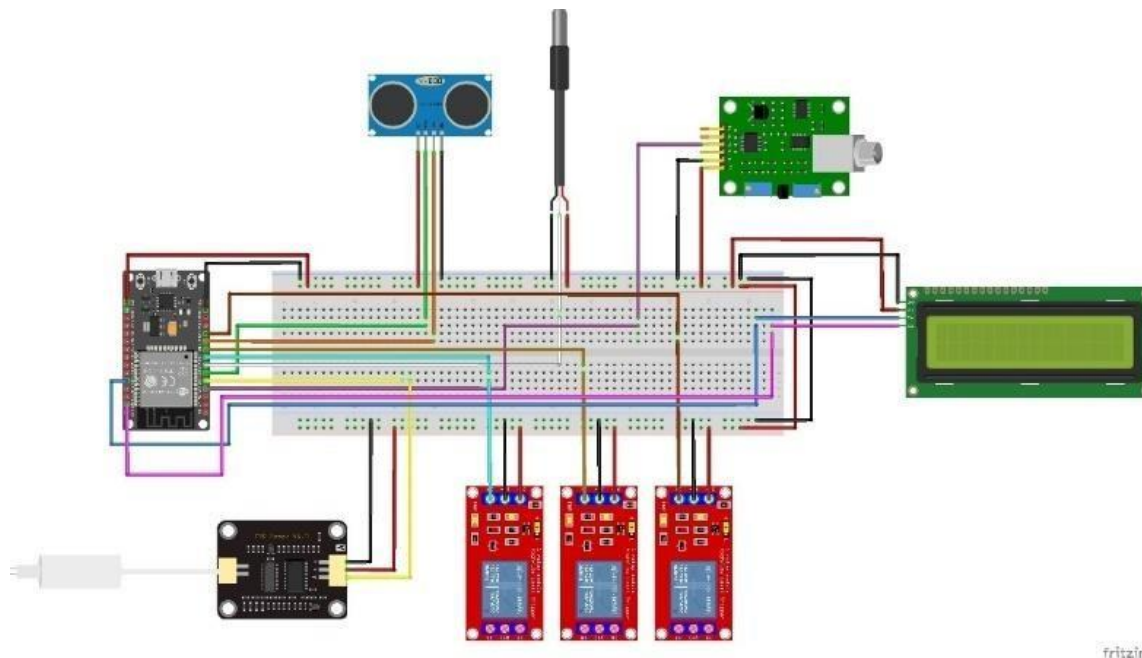


Gbr. 1 Blok diagram

Sistem ini dirancang untuk beroperasi dalam dua mode, yaitu otomatis dan manual. Pada mode otomatis, mikrokontroler ESP32 mengolah data dari sensor untuk mengendalikan aktuator seperti pompa, aerator, *solenoid* dan *heater tank* berdasarkan logika kontrol dan waktu yang ditentukan. Data sensor dikirim secara

real-time melalui internet dan dapat dipantau melalui aplikasi Telegram. Mode manual memungkinkan kontrol langsung oleh pengguna menggunakan *selector switch*, tanpa keterlibatan sensor.

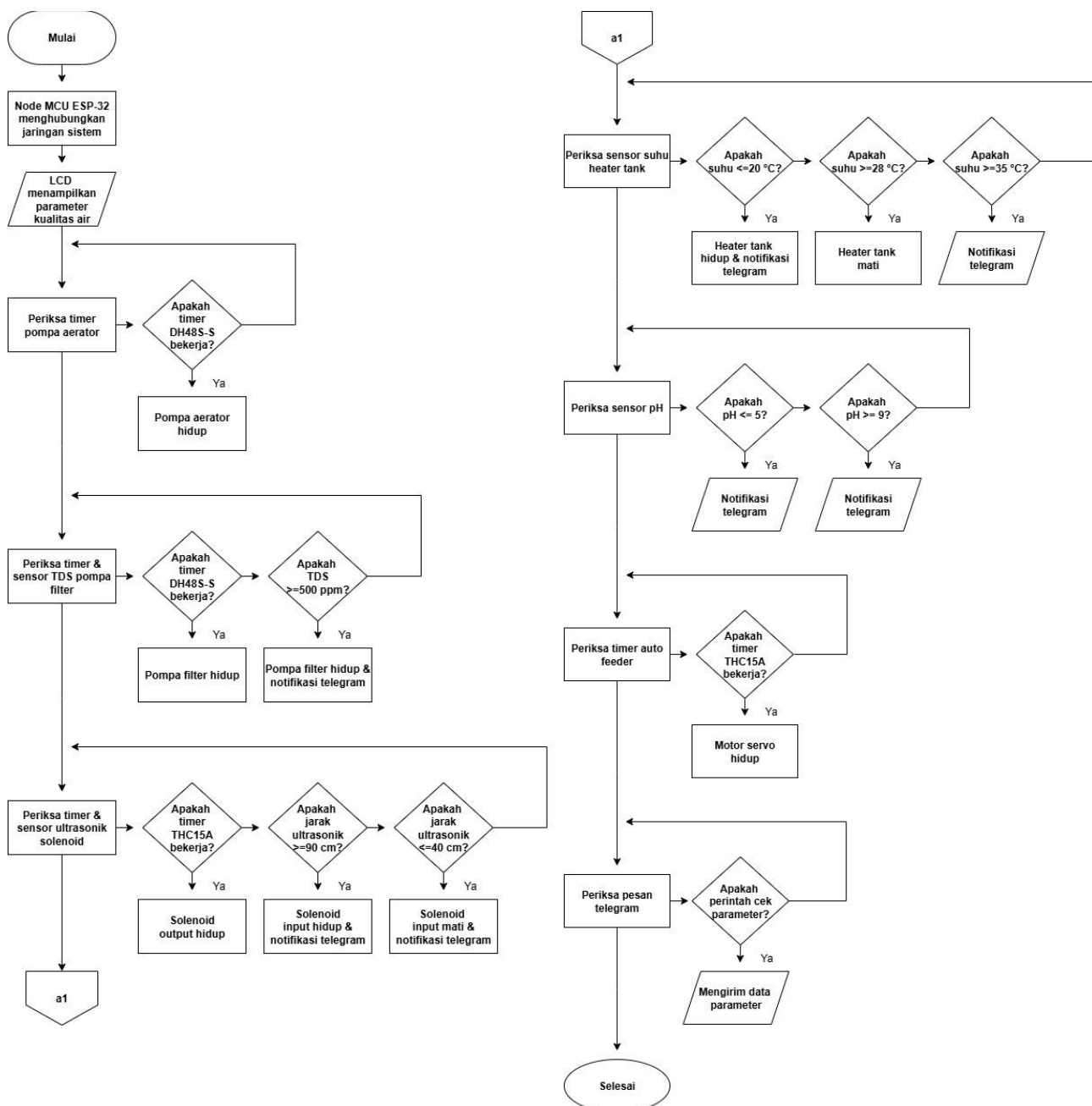
Diagram rangkaian koneksi perangkat keras, yang menunjukkan hubungan antara sensor dan mikrokontroler dapat dilihat pada Gambar 2.



Gbr. 2 Rangkaian koneksi mikrokontroler dan sensor

B. Perancangan Perangkat Lunak

Pada tahap perancangan perangkat lunak, sistem dirancang bekerja berdasarkan alur logika pada *flowchart* yang ditunjukkan pada Gambar 3. Perangkat lunak ini mengintegrasikan fungsi kontrol dan *monitoring* dengan memanfaatkan mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang secara otomatis terhubung ke jaringan IoT, sehingga memungkinkan pemantauan dan pengendalian dilakukan secara *real-time*. Logika kontrol dirancang agar setiap aktuator dapat bekerja secara adaptif sesuai kondisi parameter lingkungan maupun jadwal yang telah ditentukan. Pompa aerator dan pompa filter dikendalikan menggunakan *timer* DH48S-S, dengan tambahan logika berbasis sensor TDS yang secara otomatis mengaktifkan pompa filter ketika nilai TDS mencapai ≥ 500 ppm dan menonaktifkannya kembali saat berada di bawah ambang batas tersebut. Proses pembuangan air diatur menggunakan *timer* THC15A, sedangkan pengisian ulang air dikendalikan oleh sensor ultrasonik HC-SR04 yang mengaktifkan *solenoid input* pada ketinggian air ≥ 90 cm (kondisi kosong) dan menonaktifkannya saat mencapai ≤ 40 cm (kondisi penuh). Pengaturan suhu air dilakukan dengan sensor DS18B20 yang menyalakan *heater* ketika suhu turun hingga ≤ 20 °C dan menghentikan pemanasan saat suhu mencapai ≥ 28 °C. Sementara itu, pemberian pakan diatur secara otomatis melalui *timer* THC15A dengan durasi keluaran yang dapat disesuaikan menggunakan *timer* H3Y-2, sehingga jumlah pakan yang diberikan lebih terkontrol. Sistem juga dilengkapi sensor pH yang akan memberikan notifikasi apabila nilai pH berada di luar rentang normal, yaitu ≤ 5 atau ≥ 9 . Seluruh parameter penting meliputi suhu, pH, TDS, dan ketinggian air dikirimkan secara *real-time* melalui aplikasi Telegram, baik berupa pesan saat pengguna melakukan perintah maupun notifikasi otomatis ketika nilai parameter melewati ambang batas. Dengan demikian, perangkat lunak ini tidak hanya mampu menjalankan fungsi kontrol secara otomatis maupun manual, tetapi juga mendukung *monitoring* jarak jauh yang efisien untuk menjaga kestabilan lingkungan budidaya ikan air tawar.

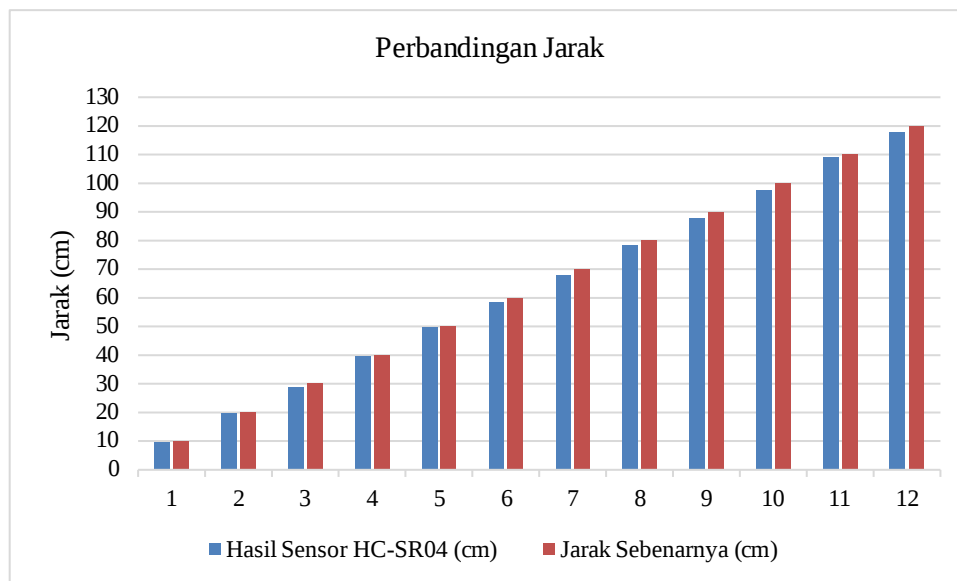


Gbr. 3 Flowchart

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Hasil pada Gambar 4 menunjukkan selisih rata-rata pembacaan dengan jarak aktual sebesar 1,38 cm dan rata-rata persentase kesalahan 2,48 %. Sensor mampu mengklasifikasikan level air ke dalam empat kategori secara tepat: penuh (0–40 cm), cukup (41–60 cm), kurang (61–89 cm), dan habis (> 90 cm). Deviasi pengukuran disebabkan oleh faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan tekanan udara yang memengaruhi kecepatan rambat gelombang ultrasonik. Sensor mengasumsikan kecepatan suara 343 m/s pada suhu 20 °C, sehingga perubahan suhu lingkungan berdampak langsung pada akurasi pengukuran.



Gbr. 4 Diagram perbandingan jarak

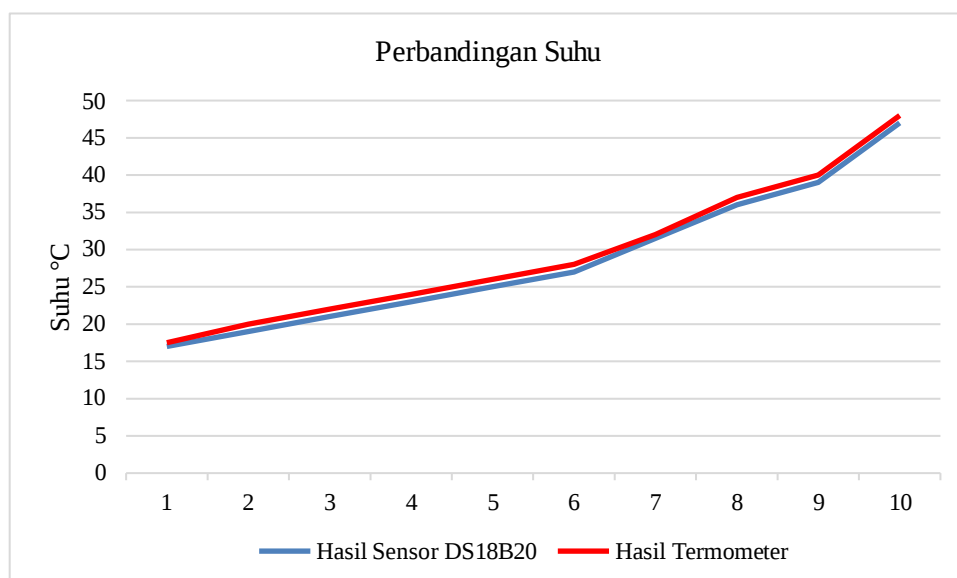
B. Hasil Pengujian Sensor pH-4502C

TABEL I
PENGUJIAN SENSOR pH-4502C

Uji	Hasil Sensor pH-4502C	Tegangan (volt)	Hasil Ph Meter
1	4,01	3,3	3,9
2	6,01	2,77	5,8
4	7,15	2,52	7,01
5	9,36	1,98	9,23

Hasil pada Tabel I menunjukkan selisih rata-rata pembacaan pH antara sensor dan pH meter sebesar 0,15 dengan rata-rata kesalahan 2,46%. Faktor gradien konversi sebesar $-4,071$ menyebabkan perubahan $0,1$ V memengaruhi hasil pH $\pm 0,407$, sehingga kestabilan tegangan *output* mempengaruhi akurasi pengukuran.

C. Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20



Gbr. 5 Grafik perbandingan suhu

Hasil pada Gambar 5 sensor DS18B20 menunjukkan selisih rata-rata 0,9 °C dengan persentase kesalahan 3,28 %, sehingga dinilai memiliki akurasi baik untuk *monitoring* suhu.

D. Hasil Pengujian Sensor TDS Meter V1.0

TABEL II
PENGUJIAN SENSOR TDS METER V1.0

Uji	Hasil Sensor TDS V1.0	Tegangan (volt)	Hasil TDS Meter
1	624 ppm	1,00	620 ppm
2	207 ppm	0,33	205 ppm
3	102 ppm	0,16	104 ppm

Hasil pada Tabel II menunjukkan selisih rata-rata pembacaan TDS sensor dan TDS meter sebesar 2,67 ppm, dengan persentase kesalahan 1,18%. Perubahan 0,1 volt berpengaruh terhadap kenaikan TDS sekitar 61,92 ppm, dipengaruhi tidak hanya oleh konsentrasi zat terlarut, tetapi juga suhu. Peningkatan suhu meningkatkan konduktivitas, sehingga nilai TDS terukur dapat lebih tinggi dari nilai sebenarnya.

E. Hasil Pengujian Kontrol Pompa Aerator

TABEL III
PENGUJIAN KONTROL AKTUATOR

No	Aktuator	Metode Kontrol	Parameter	Respon Aktuator
1	Pompa Aerator	Timer DH48S-S	On: 1 jam	Pompa aerator aktif
			Off: 15 menit	Pompa aerator nonaktif
2	Pompa Filter	Timer DH48S-S	On: 1 jam	Pompa filter aktif
			Off: 15 menit	Pompa filter nonaktif
		Sensor TDS Meter V1.0	Larutan $\geq$ 500 ppm	Pompa filter aktif
			Larutan $<$ 500 ppm	Pompa filter nonaktif
3	Solenoid Output	Timer THC15A	On di hari minggu pukul 08.00 WIB	Solenoid output aktif
		Sensor Ultrasonik HC-SR04	Jarak $\geq$ 90 cm	Solenoid output nonaktif
4	Solenoid Input	Sensor Ultrasonik HC-SR04	Jarak $\geq$ 90 cm	Solenoid input aktif
			Jarak $\leq$ 40 cm	Solenoid input nonaktif
5	Heater Tank	Sensor Suhu DS18B20	Suhu $\leq$ 20 °C	Heater tank aktif
			Jarak $\geq$ 28 °C	Heater tank nonaktif
6	Auto Feeder	Timer THC15A	On setiap hari pukul 08.00 dan 17.00 WIB	Auto feeder aktif
		Timer H3Y-2	Waktu delay off	Auto feeder nonaktif

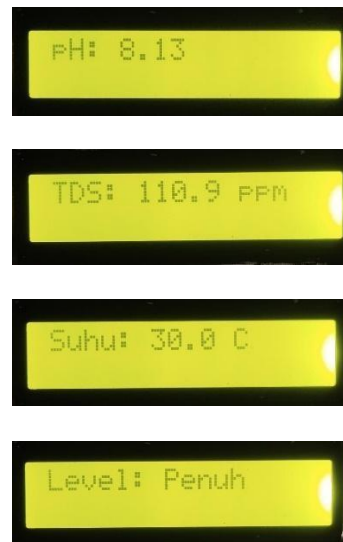
Hasil pada Tabel III menunjukkan bahwa seluruh aktuator berfungsi dengan baik, baik pada mode otomatis maupun manual. Pompa aerator dan pompa filter dapat dikendalikan melalui *timer* DH48S-S dengan pola kerja satu jam aktif dan lima belas menit nonaktif. Selain itu, pompa filter juga mampu merespons pembacaan sensor TDS dengan ambang batas $\geq$ 500 ppm. *Solenoid output* bekerja sesuai pengaturan jadwal pada *timer* THC15A dan berhenti secara otomatis ketika ketinggian air mencapai $\geq$ 90 cm, sedangkan *solenoid input* aktif pada kondisi ketinggian air $\geq$ 90 cm dan nonaktif apabila ketinggian air $\leq$ 40 cm. *Heater tank* beroperasi secara otomatis, yakni menyala pada suhu $\leq$ 20 °C dan berhenti bekerja pada suhu $\geq$ 28 °C. *Auto feeder* berfungsi sesuai jadwal yang ditentukan, yaitu pada pukul 08.00 dan 17.00 WIB, dengan durasi pemberian pakan dikendalikan oleh *timer* H3Y-2. Pemberian pakan diatur berdasarkan durasi *delay off* pada *timer* H3Y-2, yang menentukan lamanya aktuator bekerja. Rata-rata pakan yang dikeluarkan yaitu 42 gram pada *delay* 5 detik, 73,5 gram pada 10 detik, 103 gram pada 15 detik, 133,5 gram pada 20

detik, 169 gram pada 25 detik, dan 205 gram pada 30 detik. Pada mode manual, seluruh aktuator aktif ketika saklar berada pada posisi *on* dan nonaktif pada posisi *off*.

F. Hasil Pengujian Notifikasi dan Monitoring pada Aplikasi Telegram



Gbr. 6 Tampilan Telegram



Gbr. 7 Tampilan LCD

Gambar 6 menampilkan hasil *monitoring* dan notifikasi pada aplikasi Telegram, sedangkan Gambar 7 menampilkan indikator parameter pada LCD panel.

G. Hasil Instalasi Alat



Gbr. 8 Instalasi alat



Gbr. 9 Tampilan panel

Gambar 8 memperlihatkan hasil instalasi perangkat keras yang telah dirancang, di mana seluruh komponen terpasang sesuai dengan fungsi dan kebutuhan sistem. Gambar 9 menunjukkan tampilan panel yang berisi komponen-komponen utama sistem, yang terintegrasi untuk mendukung pengoperasian alat.

IV. KESIMPULAN

Sistem yang dikembangkan mampu memantau suhu, pH, TDS, dan ketinggian air dengan rata-rata kesalahan pengukuran di bawah 3 %, di mana sensor TDS memiliki akurasi terbaik dengan kesalahan 1,18 %. Seluruh sensor menunjukkan kinerja stabil, sedangkan aktuatur seperti pompa aerator, pompa filter, *solenoid input*, *solenoid output*, *heater*, dan *auto feeder* berfungsi optimal dalam mode manual maupun otomatis tanpa konflik logika. Pompa aerator dan filter bekerja otomatis menggunakan *timer* DH48S-S delay on 1 jam, off 15 menit, dengan pompa filter juga aktif saat $TDS \geq 500$ ppm. *Solenoid input* menyala ketika ketinggian air ≥ 90 cm dan berhenti pada ≤ 40 cm, sementara *solenoid output* mengikuti jadwal *timer* THC15A serta dinonaktifkan jika air ≥ 90 cm. *Heater* beroperasi otomatis pada suhu ≤ 20 °C dan berhenti pada ≥ 28 °C. *Auto feeder* aktif pukul 08.00 dan 17.00 WIB menggunakan *timer* THC15A dengan durasi keluaran diatur oleh *timer* H3Y-2. Selain itu, fitur *monitoring* melalui aplikasi Telegram berjalan baik untuk notifikasi otomatis maupun perintah “cek parameter”, sehingga sistem ini efektif mendukung pemantauan jarak jauh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktur POLMED serta jajaran Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) POLMED atas kerja sama, dukungan sumber daya, dan fasilitas yang diberikan dalam penyusunan karya ini.

REFERENSI

- [1] M. A. Pratama, I. W. Arthana, and G. R. A. Kartika, “Fluktuasi Kualitas Air Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Beberapa Variasi Sistem Resirkulasi,” *Curr. Trends Aquat. Sci. IV*, vol. IV, no. 1, pp. 102–107, 2021.
- [2] F. Sa’adah, R. D. Lisminingsih, and H. Latuconsina, “Hubungan Parameter Kualitas Air dengan Sintasan dan Pertumbuhan Ikan Nilem (*Osteochilus vittatus*),” *J. Ris. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 5, no. 1, pp. 22–32, 2023, doi: 10.33506/jrpk.v5i1.2136.
- [3] T. Widodo, A. B. Santoso, S. I. Ishak, and R. Rumeon, “Sistem Kendali Proporsional Kualitas Air berupa Ph dan Suhu pada Budidaya Ikan Lele Berbasis IoT,” *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 9, no. 1, p. 59, 2023, doi: 10.26418/jp.v9i1.59607.
- [4] R. Sukarno, M. F. Ramadhan, F. Andriansyah, Y. Adigutama, Syamsuir, and H. Sampurno, “Sistem Resirkulasi Air Otomatis Untuk Penghematan Air Bersih Dan Energi Pada Budidaya Ikan Nila,” *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 9, pp. 43–52, 2023, doi: 10.21009/jkem.9.1.5.
- [5] J. M. Kuriawan and Sulaiman, “Sistem Monitoring Kualitas Air Dan Otomatisasi Budidaya Ikan Gurame Berbasis Iot (Internet Of Things),” *J. TEKNO*, vol. 20, no. 2, pp. 17–30, 2023.
- [6] H. Haryanto, C. A. Kurniawan, D. N. Purnamasari, A. F. Ibadillah, H. Sukri, and M. F. Fahmi, “Rancang Bangun Sistem Monitoring & Kontrol Otomatis Untuk Budidaya Ikan Koi Berbasis IoT,” *Cyclotron*, vol. 6, no. 2, 2023, doi: 10.30651/cl.v6i2.19028.
- [7] H. Sudibyo, F. T. Yuniko, A. Fadel, L. S. Lesmana, and R. Efendi, “Sistem Monitoring Budidaya Perikanan Berbasis Iot Fish Feeder Sebagai Implementasi Smart Farming,” *JOISIE (Journal Inf. Syst. Informatics Eng.)*, vol. 8, no. 2, p. 236, 2024, doi: 10.35145/joisie.v8i2.4544.
- [8] E. M. Indrawati, B. Suprianto, and U. T. Kartika, “Pemberi Pakan Ikan Otomatis berbasis IoT dengan FLC Berdasarkan Kualitas Air (Suhu, PH, Kekeruhan),” *JST (Jurnal Sains dan Teknol.)*, vol. 13, no. 3, pp. 383–394, 2024, doi: 10.23887/jstundiksha.v13i3.85982.
- [9] R. R. Prabowo, K. Kusnadi, and R. T. Subagio, “SISTEM MONITORING DAN PEMBERIAN PAKAN OTOMATIS PADA BUDIDAYA IKAN MENGGUNAKAN WEMOS DENGAN KONSEP INTERNET OF THINGS (IoT),” *J. Digit.*, vol. 10, no. 2, p. 185, 2020, doi: 10.51920/jd.v10i2.169.
- [10] V. Cintia, A. F. Syarif, and R. Robin, “PENGARUH SUHU TERHADAP KELANGSUNGAN HIDUP, PERTUMBUHAN DAN TINGKAT KONSUMSI OKSIGEN IKAN SELUANG (*Brevibora dorsiocellata*) DI WADAH BUDIDAYA PADA TAHAP AWAL DOMESTIKASI,” *J. Aquatropica Asia*, vol. 8, no. 1, pp. 24–32, 2023, doi: 10.33019/joaa.v8i1.4200.