

Artikel Penelitian (Teknik Industri)

Pengembangan Sistem Alat Pemberi Pakan Ikan Berbasis IoT dengan Sensor pH dan Suhu untuk Pengelolaan Lingkungan Aquarium

Muhammad Sultan Hafidhi *, Toni Isbandi, Amallia Puspitasari, Ernastin Maria

Dosen Teknologi Industri, Teknik Industri, Institut Teknologi Yogyakarta, Kota Yogyakarta, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 11 September 2024
Revisi Akhir: 25 April 2025
Diterbitkan Online: 26 April 2025

KATA KUNCI

IoT
R&D
Sensor

KORESPONDENSI (*)

Phone: +62 813-7010-0592
E-mail: sultanhafidhi@gmail.com

A B S T R A K

Pemilik akuarium menghadapi permasalahan berupa keterbatasan waktu dan tenaga kerja dalam pengelolaan akuarium, sehingga untuk mengatasi keterbatasan dalam pemeliharaan ikan ini, alat pemberi pakan ikan yang dikendalikan dari jarak jauh menggunakan teknologi IoT yang dapat mengetahui pH dan suhu air sangat penting untuk dikembangkan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kinerja secara teknis kondisi pH dan suhu air pada alat pemberi pakan ikan berbasis IoT dengan menggunakan metode pengembangan pada sensor pH dan sensor suhu, sehingga dapat memastikan alat pemberi pakan ikan yang dapat dikendalikan dari jarak jauh berfungsi dengan baik. Metode yang digunakan research and development, alat ini dirancang untuk memantau kondisi lingkungan akuarium secara real-time dan dapat mengatur pemberian pakan dari jarak jauh melalui aplikasi Telegram. Hasil dari pengujian Sensor DS18B20 menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi, dengan rata-rata error hanya sebesar 0,0036%. Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa sensor PH-4520C memiliki tingkat error yang sangat kecil, yaitu 0,002% pada kalibrasi menggunakan buffer pH 4,01 dan 0,02% pada kalibrasi menggunakan buffer pH 6,86. Sehingga dapat disimpulkan bahwa implementasi alat pemberi pakan ikan berbasis IoT yang menggunakan sensor suhu dan sensor pH dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 berfungsi dengan baik dan pengguna dapat memantau kondisi air dan mengontrol pemberian pakan melalui aplikasi Telegram secara real-time.

PENDAHULUAN

Memelihara ikan dengan baik membutuhkan perhatian khusus pada pakan yang tepat waktu dan kualitas air. Pemberian pakan secara tepat waktu dan jumlah yang sesuai sangat penting untuk pertumbuhan dan kesehatan ikan [1]. Kualitas air juga harus selalu terjaga, termasuk parameter fisik dan kimianya seperti pH dan suhu. Namun, pemberian pakan manual sering menghadapi masalah, seperti ketidakkonsistenan dalam pemberian pakan, kesulitan mengontrol kualitas air, dan kebutuhan akan tenaga kerja [2]. Hal ini dapat mempengaruhi produktivitas dan efisiensi budidaya ikan.

Sistem otomasi yang berbasis pada teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan pemantauan dan pengendalian akuarium secara jarak jauh [3]. Dengan adanya sistem ini, pemilik akuarium tidak hanya dapat mengawasi kondisi akuarium, seperti kualitas air dan kondisi ikan, tetapi juga dapat mengatur pemberian pakan kepada ikan melalui perangkat mobile, seperti smartphone, atau komputer [4]. Hal ini memberikan kemudahan bagi pemilik akuarium dalam menjalankan tugas-tugas pengelolaan tanpa harus hadir secara fisik di lokasi. Selain itu, penggunaan sistem otomasi ini secara signifikan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manusia, karena banyak aspek pengelolaan yang dapat dilakukan secara otomatis atau dengan intervensi minimal [5]. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya memberikan kemudahan dan fleksibilitas dalam pengelolaan budidaya ikan, tetapi juga secara substansial meningkatkan efisiensi operasional serta mengoptimalkan penggunaan sumber daya.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan mengimplementasikan sebuah sistem otomasi pemberi pakan ikan yang berbasis pada teknologi Internet of Things (IoT), yang dirancang sedemikian rupa untuk memastikan bahwa sistem tersebut bekerja secara efektif dan efisien dalam berbagai kondisi. Pengembangan sistem ini diharapkan tidak hanya dapat mengotomatiskan proses pemberian pakan, tetapi juga dapat menyesuaikan jumlah dan waktu pemberian pakan berdasarkan kebutuhan spesifik ikan yang dipelihara. Selain fokus pada aspek pengembangan, penelitian ini juga akan melakukan evaluasi mendalam terhadap kinerja sistem yang telah dikembangkan, dengan menerapkannya dalam kondisi nyata di lingkungan akuarium atau kolam budidaya ikan. Evaluasi ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana sistem mampu beroperasi dengan baik dalam situasi yang sesungguhnya, serta untuk mengidentifikasi potensi perbaikan yang dapat dilakukan guna meningkatkan kehandalan dan efisiensinya dalam jangka panjang.

Secara keseluruhan, pengembangan sistem otomasi pemberi pakan ikan berbasis IoT merupakan langkah penting dalam modernisasi industri perikanan. Teknologi ini tidak hanya memberikan solusi untuk berbagai permasalahan yang dihadapi dalam budidaya ikan, tetapi juga membuka peluang untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi secara signifikan. Dengan demikian, penelitian ini memiliki relevansi yang tinggi dan diharapkan dapat memberikan manfaat yang besar bagi industri perikanan dan masyarakat luas.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Kontrol (Telegram)

Sistem kontrol IoT berbasis Telegram merupakan integrasi antara perangkat IoT dan aplikasi pesan Telegram yang memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengendalikan perangkat secara jarak jauh melalui perintah teks [6]. Dalam sistem ini, perangkat IoT dihubungkan ke internet dan dikendalikan melalui bot Telegram, yang bertindak sebagai perantara antara pengguna dan perangkat.

ESP32 Devkit

ESP32 DevKit adalah modul pengembangan berbasis mikrokontroler ESP32, dirancang untuk memudahkan pengembangan aplikasi IoT dan sistem tertanam [7]. Modul ini memiliki konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth, prosesor dual-core, serta berbagai pin I/O dan antarmuka komunikasi seperti SPI, I2C, dan UART. Dengan dukungan perangkat lunak yang luas, seperti Arduino IDE.

Arduino Software IDE

Arduino Software IDE (Integrated Development Environment) adalah lingkungan pengembangan perangkat lunak yang memfasilitasi penulisan, pengujian, dan pengunggahan kode ke mikrokontroler Arduino [8]. Dengan antarmuka yang intuitif, IDE ini mendukung bahasa pemrograman C dan C++, serta menyediakan pustaka yang kaya untuk mempercepat pengembangan proyek.

Sensor pH pH Meter PH-4502C

Sensor pH PH-4502C adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan secara akurat [9]. Sensor ini terdiri dari probe pH yang menghasilkan tegangan sesuai dengan nilai pH yang diukur, serta modul antarmuka yang memudahkan integrasi dengan mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32 [10]. Dilengkapi dengan fitur kalibrasi manual, sensor ini memastikan pengukuran yang akurat dalam berbagai kondisi. PH-4502C sering digunakan dalam aplikasi seperti akuarium, hidroponik, dan pemantauan kualitas air, di mana kontrol pH yang tepat sangat penting.

Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah perangkat digital yang mengukur suhu dengan akurat melalui antarmuka 1-Wire, memungkinkan komunikasi data melalui satu jalur [11]. Sensor ini mengonversi suhu menjadi sinyal digital dengan rentang pengukuran dari -55°C hingga +125°C dan akurasi $\pm 0.5^\circ\text{C}$ pada -10°C hingga +85°C. Dengan resolusi yang dapat disesuaikan dari 9-bit hingga 12-bit, DS18B20 menawarkan fleksibilitas dan kestabilan yang tinggi, menjadikannya ideal untuk berbagai aplikasi pengukuran suhu dalam sistem elektronik dan otomasi.

Motor Servo

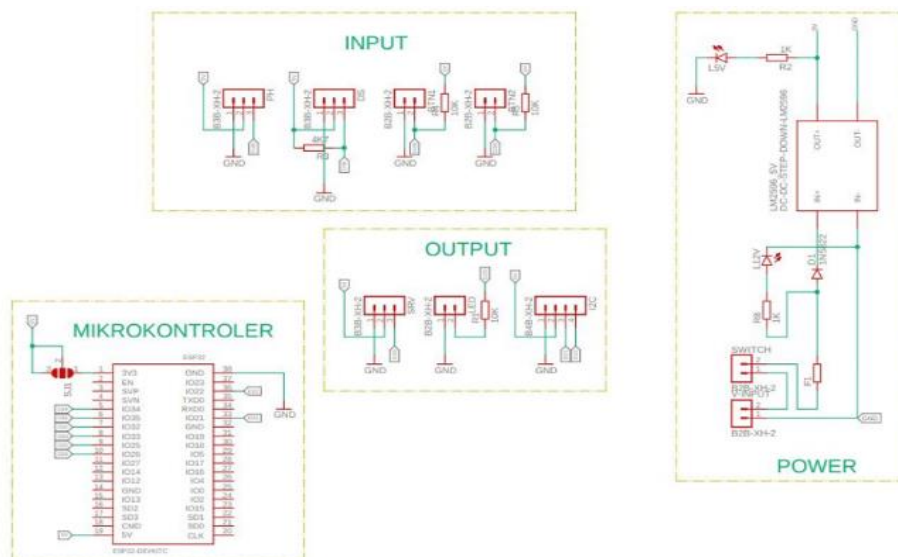
Motor servo adalah komponen elektromekanik yang digunakan untuk mengontrol posisi sudut dengan presisi tinggi. Dalam aplikasi alat pakan ikan, motor servo berfungsi untuk menggerakkan mekanisme yang mengatur pembukaan dan penutupan wadah pakan dengan akurasi yang tepat [12]. Motor ini dilengkapi dengan sistem umpan balik yang memungkinkan pengaturan sudut rotasi yang stabil dan responsif, sehingga memastikan pakan ikan dikeluarkan dalam jumlah dan waktu yang diinginkan. Dengan kemampuannya untuk melakukan penyesuaian sudut yang presisi, motor servo sangat efektif dalam meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem pakan otomatis.

METODOLOGI

Bagian ini akan membahas strategi eksplorasi untuk interaksi rencana dan evaluasi informasi akhir guna menilai kelayakan kerangka kerja berdasarkan rencana yang telah disusun. Pengujian akan dilakukan pada setiap tahap dari setiap komponen perangkat sesuai dengan perkembangan perangkat yang terintegrasi dalam kerangka kerja, dengan koordinasi setiap perangkat yang digunakan.

Schematic Diagram

Diagram skematik adalah representasi grafis dari sistem atau rangkaian yang menunjukkan komponen-komponen utama dan hubungan di antara mereka. Dalam diagram ini, setiap elemen sistem diwakili oleh simbol standar, sementara koneksi antar elemen digambarkan dengan garis yang menunjukkan aliran sinyal atau arus. Diagram skematik berfungsi sebagai panduan untuk merancang, menganalisis, dan memelihara sistem, memberikan gambaran jelas tentang struktur dan fungsi sistem secara keseluruhan.



Gambar 1. Schematic Diagram

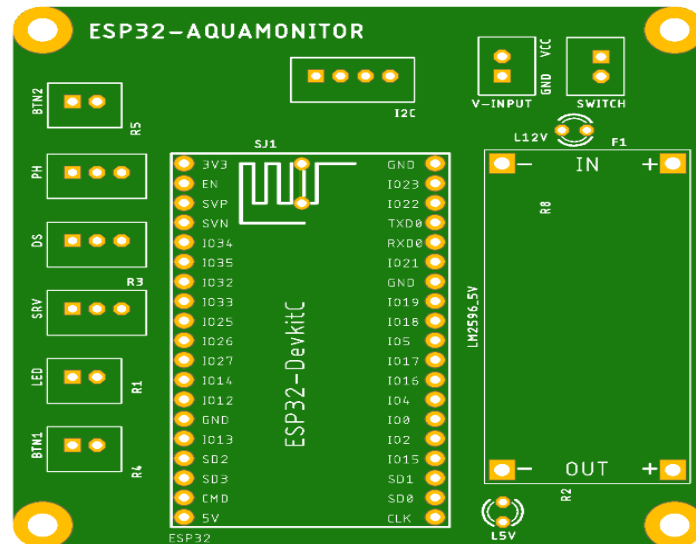
Penjelasan masing masing diagram skematik diatas:

1. Blok input : Terdapat beberapa komponen input berupa saklar atau tombol yang terhubung ke mikrokontroler. Setiap saklar dihubungkan ke ground (GND) dan pin input pada mikrokontroler melalui resistor pull-up 4.7k Ω . Resistor ini berfungsi untuk menjaga agar pin input pada mikrokontroler memiliki tegangan tinggi (HIGH) saat saklar tidak ditekan, dan tegangan rendah (LOW) saat saklar ditekan.
2. Blok Output : Pada bagian ini terdapat beberapa konektor output yang menghubungkan mikrokontroler dengan perangkat lain. Output ini kemungkinan besar digunakan untuk mengendalikan komponen eksternal seperti relay, LED, atau motor. Setiap output terhubung ke ground melalui konektor dan ke mikrokontroler melalui pin output.
3. Blok Mikrokontroler : Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32, yang merupakan mikrokontroler dengan konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth. Pada gambar, pin-pin penting dari mikrokontroler ditampilkan, termasuk pin untuk sumber daya (3V3, GND), pin input/output digital (IO), serta pin untuk antarmuka komunikasi seperti RXD, TXD, SCL, SDA (untuk I2C), dan pin lainnya.
4. Blok Power : Bagian ini menunjukkan rangkaian catu daya untuk sistem. Terdapat modul DC-DC step-down converter (LM2596) yang mengubah tegangan input menjadi tegangan yang dibutuhkan oleh mikrokontroler.

(misalnya 5V). Ada juga LED indikator yang menunjukkan status catu daya dan saklar untuk mengontrol daya sistem. Resistor 1k Ω digunakan untuk membatasi arus yang mengalir ke LED.

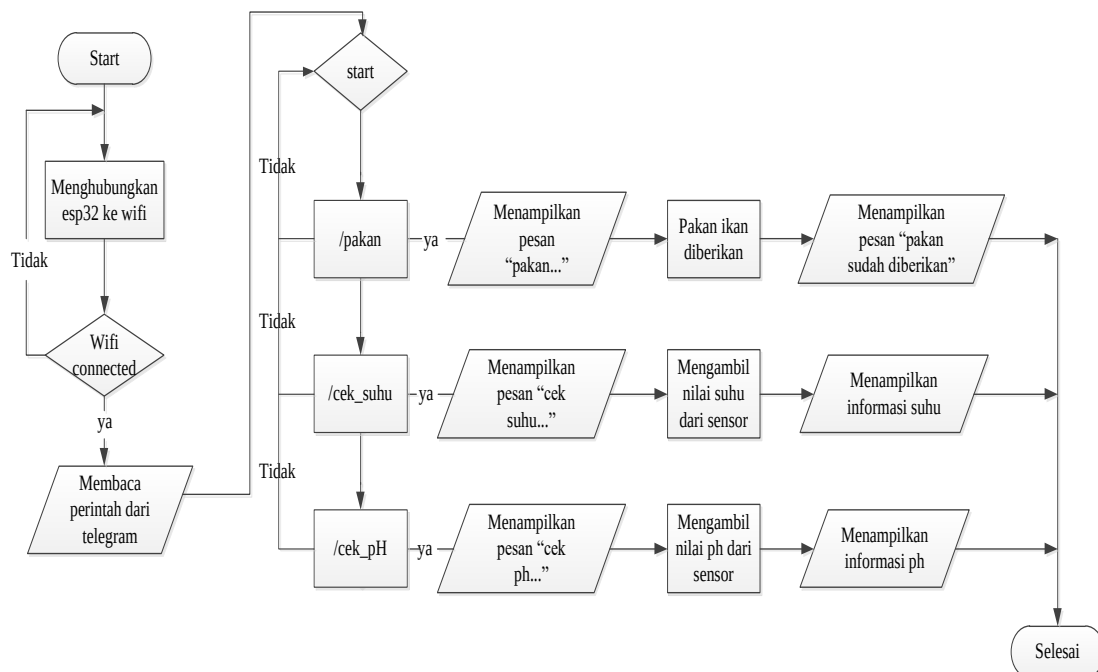
Printed Circuit Board

PCB ini didesain untuk menjadi platform monitoring yang bisa digunakan untuk mengontrol kualitas air (pH dan suhu) dalam akuarium atau sistem lainnya. PCB juga mengotomatisasi pemberian pakan ikan melalui kontrol servo, setiap pin header, komponen, dan jalur pada PCB sudah disiapkan untuk memudahkan pemasangan komponen dan sensor yang relevan dengan minimal wiring manual [13]. Jalur-jalur ini akan memastikan semua komponen bekerja bersama dalam satu sistem yang terintegrasi dengan baik.



Gambar 2. Desain Printed Circuit Board

Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 3. Diagram monitoring dan controlling pakan ikan beserta sensor suhu dan sensor pH

Secara keseluruhan, diagram ini menggambarkan alur monitoring dan kontrol yang dilakukan oleh sistem untuk memastikan pemberian pakan ikan, serta pemantauan suhu dan pH air. Sistem ini dirancang untuk memudahkan pengguna dalam memelihara ikan dengan cara yang efisien dan terkontrol.

Evaluasi

Pada tahap evaluasi, tujuannya adalah untuk mengetahui seberapa akurat alat pemberi pakan ikan berbasis IoT dengan sensor suhu dan sensor pH. Hal ini dilakukan dengan membandingkannya dengan alat konvensional, yaitu thermometer untuk pengukuran suhu dan pH Buffer untuk pengukuran pH. Persentase kesalahan/error dapat dihitung dengan menggunakan rumus [14].

$$\text{Persentase Kesalahan} = \frac{\text{Nilai sensor alat yang dikembangkan} - \text{Nilai alat konvensional}}{\text{Nilai alat konvensional}} \times 100\%$$

Rumus ini digunakan untuk menghitung perbedaan antara nilai yang diperoleh dari alat pemberi pakan ikan IoT dan nilai yang diperoleh dari alat konvensional, kemudian mengekspresikannya dalam bentuk persentase. Hal ini berguna untuk mengevaluasi akurasi dan keandalan alat pemberi pakan ikan IoT dalam membaca nilai terkait dibandingkan dengan alat konvensional yang biasanya digunakan sebagai referensi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data hasil pengujian alat pemberi pakan ikan berbasis IoT dengan sensor pH dan suhu yang dilakukan guna mengetahui kinerja dari masing-masing rangkaian sistem dan hasil secara keseluruhan, Hasil data diharapkan dapat berupa data yang valid dan alat dapat bekerja sesuai fungsi dan tujuannya.

Pengujian Rangkaian

Bentuk PCB yang telah di desain adalah seperti pada gambar berikut:



Gambar 4. PCB yang Sudah di Rakit

sebuah PCB (Printed Circuit Board) bernama "ESP32-AQUAMONITOR." PCB ini didesain untuk mendukung modul ESP32-DevKitC, yang merupakan mikrokontroler berbasis Wi-Fi. Pada PCB ini, terlihat beberapa komponen utama seperti konektor untuk input dan output, header untuk menghubungkan sensor, serta bagian untuk menghubungkan catu daya 12V. PCB ini kemungkinan digunakan untuk aplikasi pemantauan lingkungan akuarium, seperti memonitor pH, suhu air, dan kontrol otomatis melalui modul ESP32. Bagian-bagian yang terlihat juga mencakup area yang disediakan untuk sakelar, yang berfungsi untuk mengaktifkan atau menonaktifkan modul.



Gambar 5. Rangkaian Alat Pemberi Pakan Ikan

Gambar tersebut menunjukkan perakitan perangkat elektronik yang terpasang di dalam sebuah kotak atau casing. Pada bagian kanan terlihat sebuah PCB dengan modul ESP32 yang berfungsi sebagai pusat pengendali sistem. Beberapa kabel terhubung ke berbagai komponen, termasuk sakelar, dan konektor daya. PCB ini juga dilengkapi dengan komponen lain seperti terminal blok untuk koneksi input dan output, serta kemungkinan sensor atau aktuator yang terhubung ke sistem. Perakitan ini dirancang untuk aplikasi telegram yang melibatkan pengendalian dan pemantauan jarak jauh, alat ini dibuat terkait dengan sistem otomasi atau pemantauan lingkungan, seperti yang berkaitan dengan proyek pengembangan alat pemantau akuarium. Semua komponen tersusun rapi di dalam casing untuk melindungi perangkat dari kerusakan fisik dan gangguan lingkungan.

Tampilan kontrol lewat telegram

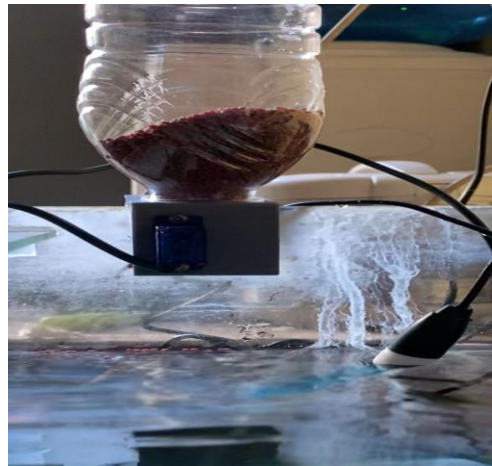
Pengendalian sistem melalui Telegram memungkinkan pengguna untuk mengakses dan mengontrol perangkat secara jarak jauh menggunakan fitur antarmuka yang tersedia pada aplikasi tersebut. Dengan menggunakan Telegram sebagai media komunikasi, pengguna dapat mengirimkan perintah dan menerima respons langsung dari perangkat, sehingga mempermudah proses pengoperasian dan pemantauan tanpa perlu berada di dekat alat. Hal ini meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi dalam pengelolaan perangkat yang terhubung dengan sistem, terutama dalam konteks *aplikasi Internet of Things (IoT)*.



Gambar 6. Kontrol Alat Pemberi Pakan Ikan

Pengujian Alat Pakan Ikan

Pada Pengujian alat pemberi pakan ikan dilakukan tes guna mengetahui alat pakan ikan dapat menurunkan pelet ke dalam akuarium.



Gambar 7. Pengujian Alat Pemberi Pakan Ikan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bahwa system motor servo pada alat pemberi pakan ikan dapat berfungsi dengan baik. Pada pengujian ini hanya dengan memberi perintah dari aplikasi telegram.

Tabel 1. Perintah Pakan Ikan

Perintah Pakan	Aktif/ Tidak aktif
Pelet keluar dari alat	Aktif

Pengujian sensor suhu

Hasil Pengujian untuk sensor suhu DS18B20 dengan thermometer manual dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Pengujian Sensor Suhu

No	DS18B20 (°C)	Thermometer (°C)	Error(%)
1	7,62	7	0,09
2	8,00	8	0
3	8,63	8	0,08
4	29,87	30	0,004
5	29,87	30	0,004
6	29,87	30	0,004
7	45,12	45	0,002
8	44,38	44	0,008
9	43,75	43	0,174
Jumlah Error			0,032

Pada pengujian sensor suhu DS18B20 yang ditunjukkan pada tabel menunjukan bahwa sensor masih memiliki error jika dibandingkan dengan alat ukur termometer.

Berikut adalah rumus untuk menghitung error pada sensor suhu jika dibandingkan dengan termometer manual.

$$\text{Error (\%)} = \frac{(\text{Nilai DS18B20}) - (\text{Nilai Termometer})}{\text{Nilai Termometer}} \times 100\%$$

$$\text{Error (\%)} = \frac{(7,62) - (7)}{7} \times 100\%$$

$$\text{Error (\%)} = \frac{0,62}{7} \times 100\%$$

$$\text{Error (\%)} = 0,09$$

Perhitungan rata-rata error pada saat melakukan uji coba sensor suhu DS18B20.

$$\text{Rata-rata Error (\%)} = \frac{\sum \text{error}}{\sum \text{uji coba}}$$

$$\text{Rata-rata Error (\%)} = \frac{0,032}{9}$$

$$\text{Rata-rata Error (\%)} = 0,0036 \%$$

Sensor suhu air DS18B20 dapat bekerja dengan optimal, terbukti dari uji coba yang telah dilakukan. Ketika sensor ini dicelupkan ke dalam air, nilai keluarannya hampir sama dengan nilai yang diperoleh dari alat ukur termometer yang digunakan sebagai pembanding. Sensor DS18B20 menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi, dengan rata-rata error hanya sebesar 0,0036%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor DS18B20 memiliki kinerja yang dapat diandalkan dalam memantau suhu air secara real-time. Akurasi yang tinggi ini sangat penting dalam berbagai aplikasi, termasuk pengelolaan lingkungan akuarium dan budidaya ikan, di mana kondisi suhu yang stabil dan tepat sangat diperlukan untuk menjaga kesehatan dan pertumbuhan ikan. Dengan kemampuan untuk memberikan data yang akurat dan konsisten, sensor DS18B20 menjadi komponen penting dalam sistem pemantauan berbasis IoT, memastikan bahwa kondisi lingkungan dapat dikontrol dengan baik dan responsif terhadap perubahan yang terjadi.

Pengujian sensor pH

Pengkalibrasian sensor pH air dan sensor pH meter dengan pH Buffer. Hasil kalibrasi sensor dapat dilihat pada tabel berikut. Untuk gambar pengujian sensor pH.

Tabel 3. Kalibrasi Sensor pH dengan Buffer 4,01

Ph Buffer	Voltage	PH-4520C	Error %
4,01	3,30	4,00	0,002

$$\text{Error (\%)} = \frac{(\text{Nilai PH-4520C}) - (\text{Nilai pH Buffer})}{\text{Nilai pH Buffer}} \times 100\%$$

$$\text{Error (\%)} = \frac{(4,0) - (4,01)}{(4,01)} \times 100\%$$

$$\text{Error (\%)} = \frac{(4,0) - (4,01)}{(4,01)} \times 100\%$$

$$\text{Error (\%)} = \frac{0,01}{4,01} \times 100\%$$

$$\text{Error (\%)} = 0,002$$

Maka, didapatkan error pada pengkalibrasian sensor pH dengan pH buffer sebesar 0.002 %.

Tabel 4. Kalibrasi Sensor pH dengan Buffer 6,86

Ph Buffer	Voltage	PH-4520C	Error %
6,86	2,75	6,86	0,02

$$\text{Error (\%)} = \frac{(\text{Nilai PH-4520C}) - (\text{Nilai pH Buffer})}{\text{Nilai pH Buffer}} \times 100\%$$

$$\text{Error (\%)} = \frac{(7,0) - (6,86)}{6,86} \times 100\%$$

$$\text{Error (\%)} = \frac{0,14}{6,86} \times 100\%$$

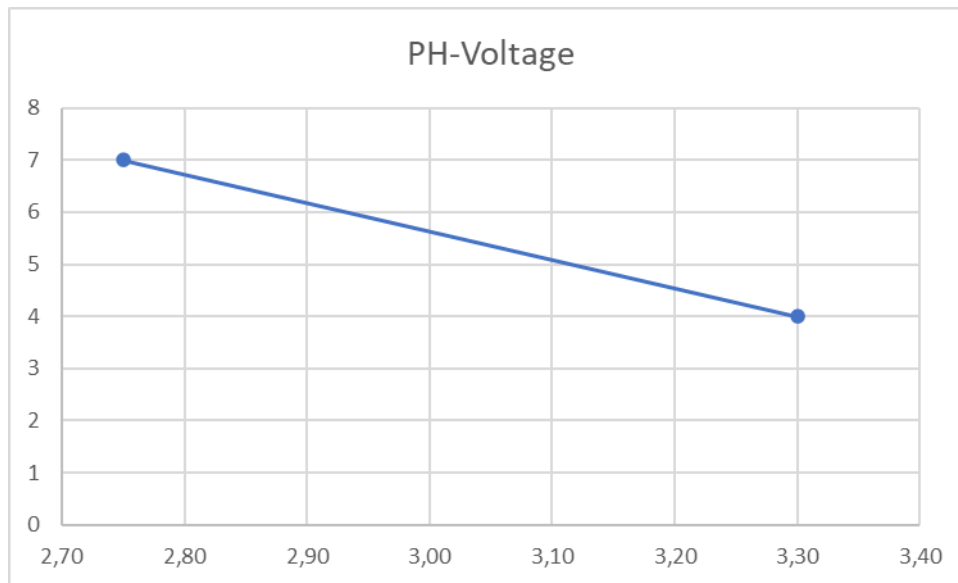
$$\text{Error (\%)} = 0,020 \times 100\%$$

$$\text{Error (\%)} = 0,02\%$$

Maka, didapatkan error pada pengkalibrasian sensor pH dengan pH buffer sebesar 0.02 %.

Pengujian kalibrasi sensor PH-4520C dilakukan dengan membandingkan nilai tegangan yang dihasilkan oleh sensor dengan nilai pH yang terukur menggunakan pH meter sebagai pembanding. Dari hasil pengujian tersebut, terlihat bahwa

sensor PH-4520C menunjukkan hasil yang sangat mendekati nilai yang diukur oleh pH meter. Untuk memastikan akurasi sensor, kalibrasi dilakukan menggunakan pH buffer standar. Hasil kalibrasi menggunakan sensor pH (PH-4520C) dengan buffer pH 4,01 diperoleh nilai error 0,002% dan pada buffer pH 6,86 diperoleh nilai error 0,02%. Tingkat error yang sangat rendah ini menunjukkan bahwa sensor PH-4520C memiliki kinerja yang sangat baik dalam mengukur pH air secara akurat dan konsisten. Akurasi yang tinggi dari sensor ini sangat penting untuk aplikasi-aplikasi yang memerlukan pemantauan pH air, seperti dalam pengelolaan akuarium dan budidaya ikan, di mana pH air yang stabil dan tepat sangat penting untuk kesehatan dan pertumbuhan ikan. Dengan kemampuan untuk memberikan data yang akurat dan dapat diandalkan, sensor PH-4520C menjadi komponen vital dalam sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT, memastikan bahwa kondisi lingkungan dapat dikendalikan dengan baik dan responsif terhadap perubahan yang terjadi.



Gambar 8. Kalibrasi Sensor pH

Implementasi alat pada akuarium

Untuk pengimplementasian alat pemberi pakan ikan yang dilakukan yaitu pada akuarium 50x30x30 dengan kapasitas air 35 liter, sehingga untuk hasil yang didapati berdasarkan pengimplementasian alat pemberi pakan ikan di akuarium.



Gambar 9. Implementasi Kontrol Alat Pemberi Pakan Ikan



Gambar 10. Implementasi Alat Pemberi Pakan Ikan pada Akuarium

Berdasarkan gambar diatas hasil yang didapatkan untuk kadar pH sebesar 6,98, suhu 26,87°C serta alat pemberi pakan yang berfungsi sesuai dengan perintah yang di berikan lewat aplikasi telegram. Alat pemberi pakan ikan berbasis IoT yang telah dilakukan uji coba dan berfungsi sebagaimana mestinya melibatkan beberapa aspek kunci. Alat ini dirancang untuk memantau kondisi lingkungan akuarium secara real-time dan dapat mengatur pemberian pakan dari jarak jauh melalui aplikasi telegram. Selama uji coba, alat ini berhasil menunjukkan akurasi yang tinggi dalam memantau kondisi akuarium dan memberikan pakan sesuai kebutuhan. Sistem ini menunjukkan kinerja yang stabil dan responsif dalam berbagai kondisi lingkungan, menjaga operasi yang konsisten dan andal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Aplikasi Telegram yang beroperasi secara real-time mendukung pengembangan dan implementasi alat pemberi pakan ikan berbasis IoT dengan mikrokontroler ESP32, memungkinkan pengguna untuk memantau suhu air dan pH serta mengontrol pemberian pakan ikan dari jarak jauh. Pengujian sensor suhu DS18B20 pada tiga media air dengan suhu berbeda menunjukkan rata-rata error sebesar 0,0036%, menandakan tingkat akurasi yang tinggi. Kalibrasi sensor pH (PH-4520C) dengan buffer pH 4,01 menghasilkan nilai error 0,002%, dan pada buffer pH 6,86 sebesar 0,02%, sehingga kalibrasi berkala diperlukan untuk meningkatkan keakuratan sensor pH.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rusindiyanto, Y. Candro Winursito, I. Nugraha, F. Sholeha, B. Putra Dicya, and M. Ilham Romadoni, "Strategi dalam Meningkatkan Hasil Panen Ikan Lele Melalui Inovasi Teknologi," *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 15, no. 2, pp. 403–411, 2014, [Online]. Available: <https://journal.upgris.ac.id/index.php/e-dimas>
- [2] H. Nugroho and Ferdiansyah, "Prototipe Penerapan Iot Pada Pemberian Pakan Ikan Otomatis Menggunakan Media ESP8266 Berbasis Android Mobile," *SKANIKA*, vol. 3, no. 4, pp. 21–28, 2020, retrived from <https://jom.fti.budiluhur.ac.id/index.php/SKANIKA/article/view/2737>
- [3] D. Y. Tadeus, K. Azazi, and D. Ariwibowo, "Model Sistem Monitoring pH dan Kekeruhan pada Akuarium Air Tawar berbasis Internet of Things," *Metana*, vol. 15, no. 2, pp. 49–56, 2019, doi: 10.14710/metana.v15i2.26046.
- [4] S. F. Kadir, "Mobile IoT (Internet of Things) Untuk Pemantauan Kualitas Air Habitat Ikan Hias Pada Akuarium Menggunakan Metode Logika," *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 298–305, 2019, doi: 10.36040/jati.v3i1.1394.
- [5] S. Supriadi and S. A. Putra, "Perancangan Sistem Penjadwalan Dan Monitoring Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Internet of Thing," *J. Apl. Dan Inov. Ipteks "Soliditas,"* vol. 2, no. 1, p. 35, 2019, doi: 10.31328/js.v2i1.1286.
- [6] I. P. Dewi and R. Fikri, "Optimalisasi Keamanan Rumah dengan Implementasi Sistem Notifikasi Gerbang Cerdas Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Comput. Syst. Informatics*, vol. 4, no. 4, pp. 816–829, 2023, doi: 10.47065/josyc.v4i4.4004.
- [7] B. Maharmi, C. Bijaksono, Machdalena, and Yolnasdi, "Desain Kontrol Smart Home Berbasis IoT dan

- Bluetooth,” *SAINSTEK*, vol. 12, no. 1, 2024, doi: 10.35583/js.v12i1.249.
- [8] Y. G. V. Y. Malau and N. Nopriadi, “Perancangan Alat Sistem Kontrol Ketinggian Air Dengan Menggunakan Metode Prototype Berbasis Arduino,” *Comput. Sci. Ind. Eng.*, vol. 9, no. 1, 2023, doi: 10.33884/comasiejournal.v9i1.7532.
- [9] G. A. Hapsari, S. M. Herlambang, and Arleiny, “Prototype Monitoring Dan Kontrol Kualitas Nilai Ph Air Pada Kapal (Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal) ¹Galuh Ayu Hapsari, ²Sri Mulyanto Herlambang, ³Arleiny Politeknik Pelayaran Surabaya,” *J. Penelit. Rumpun Ilmu Tek.*, vol. 3, no. 2, pp. 12–32, 2024.
- [10] N. Khalis, A. Ghofur, and F. Lazim, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air di Pabrik Air Mineral P2s2 CV. Hafas Situbondo Berbasis Internet of Things (IoT),” *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 8, no. 1, pp. 186–195, 2024, doi: 10.33379/gtech.v8i3.4624.
- [11] Y. A. Kurnia Utama, “Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan Menggunakan Arduino Pro Mini,” *e-NARODROID*, vol. 2, no. 2, 2016, doi: 10.31090/narodroid.v2i2.210.
- [12] Risman, R. Rachman, and T. Arifin, “Sistem Monitoring Dan Kontrol Pemberian Pakan Ikan Berbasis Iot Menggunakan Blynk,” *RESPONSIF*, vol. 17, no. 1, pp. 44–50, 2024, doi: 10.51977/jti.v6i2.1627.
- [13] N. A. Istiqomah and R. N. Rohmah, “Sistem Pengurusan Akuarium Otomatis Berdasarkan Suhu dan Kekeruhan Dilengkapi Monitoring Jarak Jauh,” *J. UNITEK*, vol. 17, no. 1, p. 2024, 2024, doi: 10.52072/unitek.v17i2.866.
- [14] R. Novita, I. Yani, and G. Ali, “Sistem prediksi untuk penentuan jumlah pemesanan obat menggunakan regresi linier,” *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 62–70, 2022, doi: 10.57152/malcom.v2i1.198.