

IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS DALAM KOLAM IKAN KOI

Richard Christian Sukamto, Joseph Deddy Irawan, Fransiscus Xaverius Ariwibisono

Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang

Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia

2018083@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Untuk menjaga kesehatan dan pertumbuhan ikan koi, kolam harus memantau kualitas air. Penelitian ini menemukan bahwa teknologi Internet of Things (IoT) adalah solusi yang dapat membantu meningkatkan efisiensi dalam pemantauan dan pengelolaan kolam ikan koi dengan lebih efisien. Dengan menggunakan paket Wi-Fi ESP8266 dan Arduino Uno, Anda dapat memantau kondisi kolam secara real-time. Paket ini menghubungkan sensor suhu air DS18B20, sensor pH air PH4502C, dan sensor kekeruhan air (turbidity). Selain itu, kontrol otomatis disertakan untuk mengubah suhu, pH, dan parameter lainnya untuk memenuhi kebutuhan darj ikan koi. Diharapkan bahwa metode yang digunakan akan meningkatkan nilai keefisien pengelolaan kolam sambil mengurangi kemungkinan masalah pada lingkungan yang akan muncul. Uji coba lapangan dan analisis data digunakan untuk melakukan evaluasi sistem. Data pengujian menunjukkan akurasi tinggi pada sistem pemantauan kualitas air menggunakan Arduino. Pengujian sensor pH dengan tingkat akurasi 95,42%, sensor suhu 97,05%, dan sensor kekeruhan 91% berhasil memberikan hasil yang baik. Pengujian servo menunjukkan bahwa servo 1 akan bergerak jika $pH < 7$, sedangkan servo 2 akan bergerak jika $pH > 7$. Pengujian relay membuktikan bahwa pemanas aktif pada suhu $< 25^{\circ}C$ dan pendingin aktif pada suhu $> 30^{\circ}C$, serta pengujian blackbox menunjukkan hasil yang sesuai harapan. Sistem ini membantu deteksi lingkungan yang cepat dan memungkinkan tindakan perbaikan untuk menjaga kesehatan ikan koi dan kualitas air kolam.

Kata kunci : Website, monitoring, Sensor pH, Arduino Uno, Sensor suhu, Sensor turbidity,

1. PENDAHULUAN

Perikanan di Indonesia mencakup tiga jenis utama: darat, laut dan payau. Perikanan air payau terjadi di tambak atau muara sungai dekat laut, sementara perikanan air laut dikembangkan di perairan laut lepas. Perikanan air darat mencakup perikanan kolam ikan air tawar, rawa, sungai, danau, dan waduk. Perikanan dibagi menjadi dua kategori: konsumsi dan hias. Ikan koi atau Nishikigoi, dari Niigata, Jepang, awalnya digunakan sebagai sumber makanan tetapi kini dipelihara untuk keindahannya. Kualitas air yang baik, dengan suhu dan pH yang stabil (antara 7-8).

Penting dalam budidaya ikan koi untuk menjaga kesehatan serta pertumbuhan mereka. Meskipun banyak pemelihara ikan koi melakukan pemantauan manual, penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) menjadi solusi potensial untuk meningkatkan pemantauan dan pengelolaan lingkungan kolam ikan. Alat "Penerapan IoT untuk Monitoring dan Kontrol pada Kolam Koi Berbasis Website" dirancang untuk memperbaiki pemantauan dan pengelolaan lingkungan kolam ikan koi secara otomatis

Pada kondisi eksisting, banyak yang masih melakukan pemantauan secara manual untuk mengukur parameter kualitas air seperti suhu, pH, dan kekeruhan secara berkala. Metode ini membutuhkan perhatian yang konstan dan cukup memakan waktu. Tidak jarang pula terjadi kesalahan dalam pemantauan atau keterlambatan dalam tindakan perbaikan ketika parameter air sudah berada di luar batas optimal.

Selain itu, ketergantungan pada cuaca dan kondisi lingkungan sekitar juga memperburuk situasi. Misalnya, perubahan suhu air akibat cuaca ekstrem

dapat menyebabkan stres pada ikan, sementara fluktuasi pH dan kekeruhan akibat curah hujan atau faktor lain bisa berdampak negatif pada kesehatan koi. Alat-alat manual atau semi-otomatis yang ada tidak cukup responsif untuk mendeteksi perubahan secara cepat, sehingga diperlukan intervensi teknologi yang lebih canggih.

Kendala-kendala ini menjadi dasar pengembangan sistem IoT untuk kolam koi.

Dari permasalahan yang diuraikan diatas, maka penulis membuat sebuah sistem otomatis dalam pemantauan kualitas air habitat ikan Koi. Sistem ini dibuat dengan menggunakan konsep IOT (Internet Of Things). Dengan memanfaatkan konsep IOT, dapat melakukan kontrol pada alat dengan menggunakan website dengan bantuan akses internet. Sehingga pemilik dapat memonitoring kualitas air serta pemberian ph up dan ph down otomatis pada kolam. Pada alat tersebut juga terdapat pemanas air serta TEC Peltier untuk mendinginkan air

2. TINJAUAN PUSTAKA

Untuk menghubungkan objek-objek aktual, yang biasa disebut sebagai "things" (perangkat fisik), IoT adalah teknologi baru yang memanfaatkan Internet. Peralatan untuk rumah dan mesin untuk tempat kerja adalah beberapa contoh gadget fisik. Gadget-gadget ini dapat menyampaikan informasi dengan memanfaatkan sensor dan jaringan koneksi yang sesuai. Informasi penting dan memungkinkan menyediakan berbagai layanan kepada konsumen. Misalnya, mengurangi biaya energi dapat dicapai dengan mengelola penggunaan energi bangunan

secara efektif. Industri manufaktur, logistik, dan konstruksi hanyalah beberapa contoh dari sekian banyak industri di mana IoT digunakan. Selain itu, IoT sering digunakan dalam layanan berbasis drone, sistem dan layanan kesehatan, dan manajemen energi yang efektif dalam bangunan. serta layanan dan struktur berbasis drone [2]

Dengan menggunakan teknologi yang berkembang pesat sehingga kita tidak perlu lagi mengontrol sumber mata air secara manual. Dengan menggunakan Internet of Things (IoT), kualitas air dapat dimonitoring secara jarak jauh dengan mudah. [1]

2.1. Penelitian Terdahulu

monitoring kualitas air kolam renang menggunakan Arduino Uno. Tiga parameter yang dipantau adalah kekeruhan, pH, dan suhu. Sensor yang digunakan meliputi sensor turbidity untuk mengukur kekeruhan dengan rentang 0-987 NTU, sensor pH untuk mengukur tingkat pH dalam rentang 0-14, dan sensor DS18B20 untuk mengukur suhu dengan rentang -55°C sampai 125°C, dengan nilai akurasi $\pm 0.5^\circ\text{C}$ pada suhu 10°C - 85°C . Data dikirim ke website melalui modul WiFi untuk pemantauan jarak jauh.

pemantauan kualitas air dalam akuarium untuk habitat ikan hias menggunakan metode logika fuzzy, dengan Arduino Uno sebagai kontrol utama. Alat ini dilengkapi dengan sensor suhu DS18B20 untuk memantau suhu air dengan detail pada berbagai kondisi seperti air mineral, hangat, panas, PAM, dan es. Selain itu, terdapat sensor turbidity untuk mengukur kekeruhan air yang memberikan nilai berbeda untuk air putih, kopi, dan teh. Sensor infrared juga digunakan untuk mendeteksi kondisi pakan dengan mengidentifikasi status penuh, setengah, atau kosong berdasarkan posisi relatif terhadap sensor

2.2. Sensor Turbidity

Modul sensor kekeruhan digunakan untuk mendeteksi kekeruhan air dengan mempelajari sifat optik air yang dipengaruhi oleh sinar yang dipantulkan dan membandingkannya dengan cahaya yang datang. Disebabkan oleh partikel terlarut yang biasanya tidak terlihat oleh mata telanjang, seperti asap di udara, kekeruhan menunjukkan bahwa tingkat kekeruhan air lebih tinggi, dan perubahan tegangan yang dihasilkan oleh sensor kekeruhan menunjukkan tingkat kekeruhan air yang lebih tinggi. [3]

2.3. Sensor pH4502C

pH (power of hydrogen) adalah satuan yang digunakan untuk mengukur ion hydrogen yang ada dalam tubuh. Skala pH 1-14 dengan dengan ketentuan 7 sebagai netral dibawah 7 sebagai basa dan diatas 7 sebagai asam. Sensor PH- 4052C digunakan untuk mengukur tingkat pH pada suatu cairan dan memiliki

elektroda khusus untuk mengukur nilai pH pada bahan semi- pada [8].

2.4. Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS18B20 adalah sensor suhu air digital dengan resolusi ADC internal adalah 12-bit. Sensor ini memiliki rentang suhu operasional dari -12 hingga +87 derajat Celcius, dengan akurasi sekitar ± 0.5 derajat Celcius. DS18B20 menggunakan protokol komunikasi 1-wire untuk berinteraksi dengan perangkat pengontrol atau mikrokontroler lainnya [9]

2.5. ESP8266

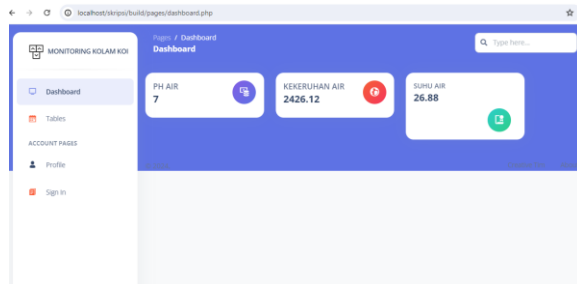
Microcontroller NodemcuESP8266 sudah dilengkapi dengan modul WIFI ESP8266 di dalamnya. Itu mirip dengan Arduino, tetapi memiliki wifi di dalamnya. Namun, Nodemcu memiliki lebih sedikit port daripada Arduino. Aplikasi Arduino dapat digunakan untuk memasukkan program ke dalam Nodemcu. Bahasa pemrograman pada Nodemcu adalah C++, dan versi 3.0 menggunakan ESP8266, yang merupakan tipe ESP-12E, yang lebih stabil daripada ESP-12. Selain itu, ada pin yang dikhususkan untuk komunikasi SPI (Serial Peripheral Interface) dan PWM (Pulse Width Modulation), yang tidak tersedia di versi 0.9. ESP8266 menggunakan WiFi 2,4 GHz dan mendukung WPA/WPA2. [10]

2.6. Arduino UNO

Menurut datasheet, Arduino uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki empat belas pin input digital, dengan enam pin yang dapat digunakan sebagai output PWM. Selain itu, memiliki osilator kristal 16 MHz, jack daya, header ICSP, tombol reset, dan koneksi USB. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik; kemudian, mikrokontroler dapat dijalankan dengan baterai atau adaptor-DC AC. Arduino Uno memiliki 14 pin digital yang dapat digunakan sebagai input dan output dengan menggunakan fungsi pinMode, digitalWrite, dan digitalRead. Fungsi ini berfungsi di tegangan 5 volt, dan setiap pin dapat memberikan atau menerima arus hingga 40 mA. Selain itu, pin tersebut memiliki resistor pull-up 20 hingga 50 kOhm, yang diputuskan secara default [9]

2.7. Website

Sebuah website dapat diakses melalui browser melalui link yang benar. Halaman website ditulis dalam format HTML dan diakses melalui protokol HTTP, yang mengirimkan beberapa informasi yang didapat dari sebuah server website untuk ditampilkan pada user melalui browser. Semua konten yang dipublikasikan di website bisa digunakan untuk membentuk jaringan informasi yang luas. [5]



Gambar 1. Website
Sumber : Dokumen Pribadi

2.8. Database

Basis data adalah sekumpulan dari data atau basis dari data yang disimpan secara sistematis. Basis data ini terdiri dari sebuah tabel yang berisi kolom dan juga baris dengan atribut dan nilai tertentu. Data ini disimpan pada media penyimpanan data yang bersifat digital serta dapat diakses dan dikelola menggunakan sebuah program tertentu. Tujuannya adalah untuk mengorganisasikan informasi agar kegiatan pencarian data dapat dengan mudah mengambil informasi yang diperlukannya. [6]

2.9. Relay

Prinsip elektro magnetik menggerakkan kontak saklar relay, yang dapat menghantarkan listrik bertegangan lebih tinggi dengan arus listrik yang rendah (Sadi, 2018). Relay didefinisikan sebagai tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi di dekatnya. Karena gaya magnet yang terjadi pada solenoid saat dialiri arus listrik, tuas akan tertarik dan kontak saklar akan menutup. Saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi awalnya, dan kontak saklar akan kembali terbuka (Arijaya, 2019). Meskipun relay berfungsi sebagai saklar elektrik, mereka memiliki beberapa fungsi yang sangat berbeda ketika digunakan dalam rangkaian elektronika. Saat digunakan dalam rangkaian elektronik, ini memiliki beberapa fungsi: [5]

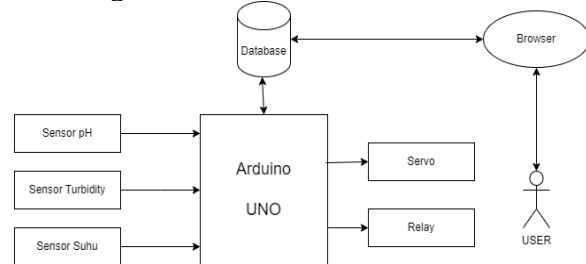
2.10. Servo

Motor servo adalah aktuator atau perangkat putar yang digunakan dalam sistem kontrol umpan balik loop tertutup untuk menentukan dan memastikan posisi sudut poros output motor. Modul 4 Relay Relay adalah saklar (switch) listrik yang dioperasikan melalui listrik. Ini terdiri dari motor DC, beberapa gigi, rangkaian kontrol, dan potensiometer. Beberapa gigi yang dipasang pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor Servo. Gambar 3 menunjukkan motor servo. Pada relay biasanya ada. [4]

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini membahas tentang penelitian sistem monitoring kualitas air pada kolam ikan koi.

3.1. Diagram Blok Sistem



Gambar 2. Diagram blok sistem

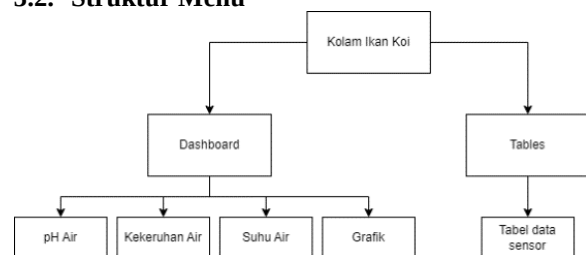
Pada gambar tersebut terdapat 3 sensor yang saya gunakan, yaitu sensor pH, sensor Kekeruhan air dan sensor suhu dimana sensor sensor tersebut mengirim data ke Arduino, setelah itu data yang diterima Arduino akan disimpan kedalam database setelah itu data ditampilkan pada browser dan dapat diakses oleh user.

Kemudian user bisa melakukan monitoring pada browser, lalu browser mengirim perintah ke database lalu diteruskan pada Arduino setelah itu Arduino akan menggerakkan servo dan relay

Tabel 1. Tabel komponen diagram

No	Komponen	Fungsi
1	Sensor pH450cc	Sebagai alat pengukur pH atau keasaman air
2	Sensor SEN0185	Sebagai alat pengukur kekeruhan air
3	Sensor Suhu DS18B20	Sebagai alat pengukur suhu air
4	Servo	Sebagai alat penggerak pemberian garam pada kolam
5	Arduino Uno	Sebagai mikrokontroler
6	Website	Sebagai sarana monitoring bagi user
7	ESP01	Sebagai modul wifi tambahan
8	Database	Sebagai tempat penyimpanan nilai sensor yang dikirim dari Arduino ke website

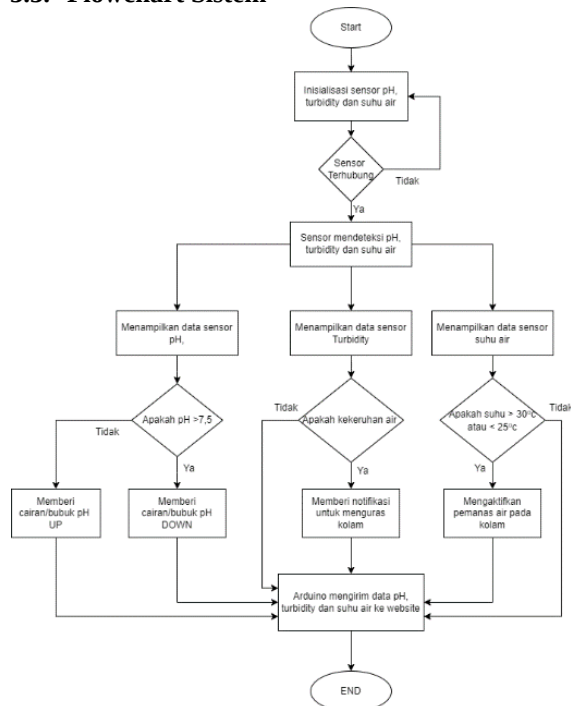
3.2. Struktur Menu



Gambar 3. Struktur menu

Pada program yang saya buat terdapat 2 menu, yaitu *dashboard* dan *tables*. Pada menu *dashboard* terdapat data sensor pH, sensor kekeruhan, sensor suhu secara *real-time* dan grafik, lalu pada menu *tables* terdapat data semua sensor

3.3. Flowchart Sistem

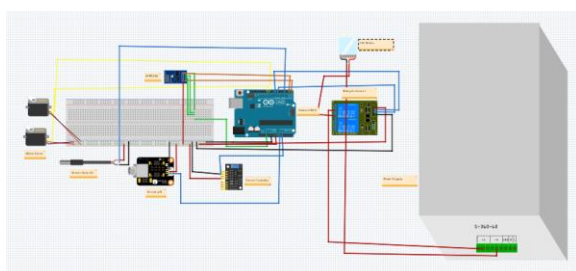


Gambar 4. Flowchart sistem

Pada flowchart gambar 4 program melakukan inisialisasi sensor pH, kekeruhan dan suhu, kemudian melakukan percabangan if else, jika sensor terhubung maka sensor melakukan deteksi pH, kekeruhan dan suhu air, jika sensor tidak terhubung maka melakukan inisialisasi ulang. Kemudian program menampilkan data pH, jika pH > 8 maka memberi penurun pH, jika pH < 6 maka program memberi penaik pH. Lalu program menampilkan data kekeruhan air, jika air keruh maka menampilkan notifikasi “Waktunya mengurus kolam!”, jika tidak maka mengirim data ke Arduino. Selanjutnya program menampilkan data suhu, jika suhu > 30°C atau kurang dari 25°C maka program menghidupkan pemanas air, jika tidak maka mengirim data ke Arduino. Setelah semua data diterima oleh Arduino maka akan dikirimkan ke website.

3.4. Desain Prototype

Prototype desain sistem” Implementasi Teknologi Berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam Monitoring Kualitas Air Pada Kolam Ikan Koi Untuk Menjaga Kesehatan Ikan”. Berikut dijelaskan proses prototype desain sistem yaitu pada Gambar 5



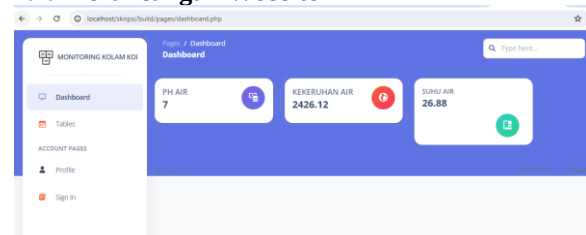
Gambar 5. Desain prototype alat

Pada gambar 5 adalah prototype desain alat monitoring kolam koi dimana terdapat 3 sensor yaitu sensor pH, kekeruhan dan suhu yang mengirimkan data yang didapatkan oleh sensor tersebut ke Arduino, lalu Arduino akan memberikan perintah pada aktuator sesuai source code yang sudah ada Terdapat juga *power supply* untuk mengubah arus dari TEC Peltier.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada titik ini, kami akan memberikan penjelasan menyeluruh tentang sistem yang telah kami buat. Penelitian ini menggunakan arduino dan sensor pH, suhu, dan turbidity DS18B20.

4.1. Perancangan Website



Gambar 6. Tampilan dashboard

Pada gambar 6 terdapat tampilan beranda untuk menampilkan data yang terbaca oleh sensor. Data tersebut ditampilkan secara real-time sehingga tidak perlu me refresh halaman untuk mendapatkan nilai sensor terbaru

ID	pH	Kekeruhan (NTU)	Suhu (°C)
750	5	2319.39 NTU	26.94°C
760	7	2327.92 NTU	26.94°C
761	7	2416.27 NTU	26.94°C
764	7	2327.92 NTU	26.94°C
765	7	2416.27 NTU	26.94°C
767	7	2327.92 NTU	27°C
769	7	2416.23 NTU	27°C
770	7	2319.39 NTU	26.94°C

Gambar 7. Tampilan table sensor

Pada gambar 7 adalah halaman tabel dimana data dihasilkan oleh alat kemudian dikirimkan pada database ditampilkan pada halaman ini, terdapat tiga nilai sensor yaitu sensor kekeruhan air (*Turbidity*), sensor power of hydrogen (pH4502c) dan sensor suhu air

4.2. Rangkaian Alat

Pada rangkaian monitoring akuarium ikan koi saya menggunakan tiga sensor yaitu sensor kekeruhan (*turbidity*), sensor pH4502c dan sensor suhu ds18b20, lalu menggunakan dua aktuator yaitu servo dan relay yang ditujukan pada gambar 8



Gambar 8. Tampilan alat

Pada gambar 8 adalah rangkaian arduino, beberapa sensor dan aktuator yang disusun pada akuarium. Terdapat sensor suhu DS18B20, sensor pH450cc dan sensor kekeruhan.

4.3. Pengujian Sensor pH

Dilakukan 5 kali pengujian pada sensor pH dengan menguji sensor pH4502c dengan pH meter pada air kran ditunjukkan pada gambar 9



Gambar 9. Pengujian sensor pH

Pada gambar 9 menunjukkan pengujian sensor pH4502c dengan pH meter pada air kran dan diperoleh data sebagai berikut

Tabel 2. Tabel pengujian pH4502c

No	pH4502c	pH (Meter)	Perbedaan	Error	Akurasi
1.	6,72	6,78	0,06	0.88%	99.12%
2.	6,77	6,78	0,06	0.15%	99.85%
3.	7	6,78	0,22	3.24%	96.76%
4	6.2	6.81	0.61	8.96	91.04%
5	6.15	6.81	0.66	9.69	90.31%
Rata-rata			0.322	4.59	95.42%

Pada tabel 2 pengujian sensor pH4502c adalah data yang diperoleh oleh arduino dan sensor yang dilakukan 5 kali, dan tingkat akurasi yang didapatkan adalah 95,42%.

4.4. Pengujian Sensor suhu

Dilakukan pengujian sensor suhu Menggunakan thermometer batang dilakukan 5 kali yang ditunjukkan pada gambar 10



Gambar 10. Pengujian sensor suhu

Pada tahap ini dilakukan pengujian sensor suhu dengan thermometer batang pada air akuarium dan diperoleh data sebagai berikut

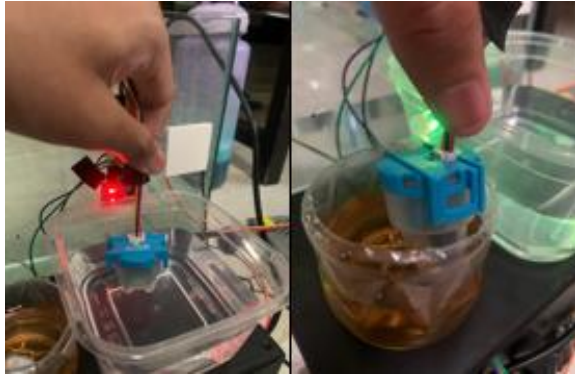
Tabel 3. Table hasil uji sensor ds18b20 (suhu)

No	Sensor suhu DS18B20	Thermo meter	Perbedaan	Error	Akurasi
1.	26,38	27	0,62	2.30%	97.70%
2.	26,44	28	1,56	5.57%	94.43%
3.	26,38	27	0,62	2.30%	97.70%
4.	26,38	27	0,62	2.30%	97.70%
5	26,38	27	0,62	2.30%	97.70%
Rata-rata			0.808	2.95	97.05%

Pada tabel 3 pengujian alat adalah data yang diperoleh oleh arduino dan sensor yang dilakukan 5 kali, dan hasil yang didapatkan yaitu 97,05%

4.5. Pengujian Sensor Kekeruhan

Dilakukan pengujian sensor kekeruhan pada air the, air kran dan air kopi dilakukan 3 kali yang ditunjukkan pada gambar 11



Gambar 11. Pengujian sensor kekeruhan

Pada gambar 11 dilakukan pengujian sensor kekeruhan dan data sheet dan diperoleh data sebagai berikut [10]

Tabel 4. Tabel pengujian sensor kekeruhan

Percobaan	Sensor Turbidity	Jurnal	Selisih	Error	Akurasi
Air Kran	2,3	2,5	0,2	8.00%	92%
Teh	3,3	3,4	0,1	2.94%	97.06%
Kopi	4,2	5	0,8	16%	84%
Rata-rata			0.37	8.98	91%

Pada tabel 4 pengujian alat adalah data yang diperoleh oleh arduino dan sensor yang dilakukan, dan hasil yang didapatkan sudah cukup baik dan memperoleh tingkat akurasi yaitu 91%. [10]

4.6. Pengujian Servo

Tabel 5. Tabel pengujian servo

No	Nama Pengujian	Deskripsi Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Status Pengujian
1.	Pemberian ph UP	Memastikan servo bergerak ketika ph < 6	Bergerak 20 derajat selama satu detik	Berhasil
2	Pemberian ph UP	Memastikan servo bergerak ketika ph < 6	Bergerak 20 derajat selama satu detik	Berhasil

Pada tabel 5 pengujian servo dilakukan pada 2 kondisi yaitu jika ph kurang dari 7 maka servo 1 bergerak, jika ph lebih dari 7 maka servo 2 bergerak. Sesuai tabel 4 pengujian dapat disimpulkan bahwa servo dapat berjalan dengan baik.

4.7. Pengujian Relay

Dilakukan pengujian relay dalam dua kondisi yaitu suhu dibawah 25 derajat celcius dan diatas 30 derajat celcius

Tabel 5. Tabel pengujian servo

No	Nama Pengujian	Deskripsi Pengujian	Hasil Diharap	Status Pengujian
1.	Menghidupkan Pemanas air	Menyalakan pemanas air jika suhu < 25 derajat celsius	Pemanas aktif	Berhasil
2	Menghidupkan pendingin	Menyalakan pendingin air jika suhu > 30 c	Pendingin aktif	Berhasil

Pada tabel 5 pengujian relay dilakukan pada 2 kondisi yaitu jika suhu kurang dari 25 derajat celsius maka pemanas akan hidup, jika suhu lebih dari 30 derajat celsius maka pendingin aktif. Sesuai tabel 5 pengujian dapat disimpulkan bahwa relay dapat berjalan dengan baik.

4.8. Pengujian Blackbox

Dilakukan pengujian blackbox untuk memastikan bahwa alat yang digunakan dapat berjalan sesuai yang diharapkan

Tabel 6. Tabel pengujian blackbox

No	Nama Pengujian	Deskripsi Pengujian	Hasil Diharapkan	Status Pengujian
1	Koneksi ke Database	Memastikan bahwa sistem telah terhubung	Koneksi Berhasil	Sukses
2	Koneksi sensor ph4502c	Memastikan bahwa sensor terhubung ke mikrokontroller dan dapat mengirim ke database	Koneksi Berhasil	Sukses
3	Sensor turbidity	Memastikan bahwa sensor telah terhubung mikrokontroller dan dapat mengirim data ke databse MySql	Koneksi Berhasil	Sukses
3	Sensor Suhu DS18B20	Memastikan bahwa sensor telah terhubung ke mikrokontroller dan dapat mengirim data ke databse MySql	Koneksi Berhasil	Sukses

5. KESIMPULAN

Hasil pengujian implementasi Internet of Things (IoT) pada kolam koi menunjukkan bahwa sensor suhu, pH, turbidity serta aktuator yang terhubung secara real-time yang dapat memantau lingkungan kolam dengan baik. Data yang dihasilkan memberikan gambaran yang akurat tentang kondisi air, pengujian

sensor pH yang diperoleh tingkat akurasi 95,42%. Lalu pengujian sensor suhu dengan tingkat akurasinya yaitu 97,05%. Setelah itu melakukan pengujian kekeruhan air dan memperoleh tingkat akurasi 91%. Pengujian servo dilakukan pada 2 kondisi yaitu jika pH kurang dari 7 maka servo 1 bergerak, jika pH lebih dari 7 maka servo 2 bergerak. Sesuai tabel 4 pengujian dapat disimpulkan bahwa servo dapat berjalan dengan baik. Kemudian pengujian relay dilakukan pada 2 kondisi yaitu jika suhu kurang dari 25 derajat celsius maka pemanas hidup, jika suhu lebih dari 30 derajat celsius maka pendingin aktif. Sesuai tabel 5 dapat disimpulkan bahwa relay dapat berjalan dengan baik. Pada pengujian blackbox juga mendapatkan hasil yang sesuai dan diharapkan. Namun, untuk meningkatkan efektivitas, pengembangan sensor yang lebih canggih dan akurat serta pengoptimalan sistem kontrol otomatis perlu diperhatikan. Integrasi dengan teknologi maju seperti kecerdasan buatan dan penelitian lebih lanjut tentang dampak lingkungan juga menjadi langkah penting untuk memastikan manfaat jangka panjang yang berkelanjutan dari implementasi IoT pada budidaya ikan koi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Mambang *et al.*, “Rancang Bangun Alat Musik Tradisional Berbasis Android,” *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 2, pp. 149–154, 2022, doi: 10.32672/jnkti.v5i2.4036.
- [2] Prawiyogi, A. G., & Anwar, A. S. (2023). Perkembangan Internet of Things (IoT) pada Sektor Energi: Sistematis Literatur Review. *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi*, 1(2), 187–197.
- [3] Udin, H. Hamrul, and M. F. Mansyur, “Prototype Sistem Monitoring Kekeruhan Sumber Mata Air Berbasis Internet of Things,” *J. Appl. Comput. Sci. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 66–72, 2021, doi: 10.52158/jacost.v2i2.219.
- [4] Budiyanto, A., Pramudita, G. B., & Adinandra, S. (2020). Kontrol relay dan kecepatan kipas angin direct current (DC) dengan sensor suhu LM35 berbasis internet of things (IoT). *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 19(1), 43–54.
- [5] Sinaga, G. E. L., & Gunawan, I. (2022). RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN SEPEDA MOTOR BERBASIS ARDUINO UNO MENGGUNAKAN GPS DAN RELAY MELALUI SMARTPHONE. *STORAGE: Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, 1(1), 1–7.
- [6] A. Surahmat, “Rancang Bangun Aplikasi Sistem Penjualan Pada Percetakan Cubic Art,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 7, no. 1, pp. 81–86, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i1.6064.
- [8] I. Vipriyandhito, A. Pandu Kusuma, and D. Fanny Hebrasianto Permadi, “Rancang Bangun Alat Monitoring Kualitas Air Pada Kolam Ikan Koi Berbasis Arduino,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 2, pp. 875–879, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5768.
- [9] Samsugi, S., Gunawan, R. D., Priandika, A. T., & Prastowo, A. T. (2022). Penerapan Penjadwalan Pakan Ikan Hias Molly Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO dan Sensor RTC DS3231. *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, 3(2).
- [10] Ramdani, D. (2020). Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Suhu Dan Monitoring pH Air Aquascape Berbasis IoT (Internet Of Thing) Menggunakan Nodemcu Esp8266