

Perancangan dan Pengimplementasian Sensor *Turbidity* dan Pompa Pada Sistem Monitoring dan Pemeliharaan Akuarium Otomatis Berbasis *IoT*

1st De Alfredo Natanael Zefanya
Horastus Purba

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ealfredonzhp@student.telkomuniversity
.ac.id

2th Astri Novianty
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

astrinov@telkomuniversity.ac.id

3th Randy Erfa Saputra
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

resaputra@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Akuarium modern semakin mengadopsi teknologi *Internet of Things (IoT)* untuk meningkatkan pengawasan dan pemeliharaan lingkungan akuatik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sensor *turbidity* (kekeruhan air), serta tiga jenis pompa berbeda, yaitu pompa isi, pompa kuras, dan pompa sirkulasi, dalam sebuah sistem akuarium otomatis berbasis *IoT*. Tujuannya adalah menciptakan sistem yang mampu mengontrol dan memantau parameter penting dalam akuarium secara akurat dan efisien. Sensor *turbidity* yang dikembangkan berdasarkan prinsip optik memungkinkan pengukuran *real-time* tingkat kekeruhan air dalam akuarium. Data dari sensor ini dikirim ke server melalui jaringan *WiFi* dan dapat diakses oleh pengguna melalui bot *Whatsapp*. Selanjutnya, tiga jenis pompa yang terintegrasi dalam sistem ini memiliki fungsi khusus. Pompa isi bertugas mengisi air baru ke dalam akuarium secara otomatis ketika tingkat air menurun. Pompa kuras mengosongkan sebagian air dalam akuarium untuk perawatan rutin. Sedangkan pompa sirkulasi bertanggung jawab atas sirkulasi air yang merata untuk memastikan distribusi nutrisi dan oksigen yang optimal ke seluruh bagian akuarium. Sistem ini memberikan pengguna kemampuan untuk memonitor dan mengatur parameter air serta fungsi pompa melalui platform *IoT*. Bot *Whatsapp* memberikan kontrol penuh kepada pengguna.

Kata kunci — *IoT*, Akuarium, Sensor *Turbidity*, Pompa Isi, Pompa Kuras, Pompa Sirkulasi

I. PENDAHULUAN

[1]Bagi sebagian kalangan banyak orang terutama bagi orang yang mempunyai atau memiliki hobi memelihara ikan sering kali kebingungan jika dalam rumah dalam keadaan kosong dan dalam keadaan bepergian jauh. Kebanyakan dari pecinta ikan khususnya ikan hias air tawar mereka khawatir dengan pergantian air yang berkala dikarenakan semakin lama air dalam akuarium maka kejernihan air dalam akuarium akan berubah warna dan kejernihan air berkurang. Faktor utama dalam pemeliharaan ikan di dalam akuarium adalah pemberian pakan ikan tepat waktu, kejernihan air dan mengatur sirkulasi udara didalam akuarium. Apabila air akuarium dibiarkan dalam kondisi kotor dapat menghambat

pertumbuhan fisik ikan dan kemungkinan terbesar ikan dapat mati. Kualitas air mempunyai peranan yang sangat penting dalam proses pembenihan ikan dan perawatan ikan. Air yang digunakan dalam proses pembenihan atau pemeliharaan ikan tidak sekedar air (H_2O), tetapi juga air memiliki banyak kandungan zat-zat lainnya. Kandungan zat-zat tersebut seperti oksigen terlarut (Dissolved Oxygen), tingkat keasaman (pH), kadar garam (salinitas), kejernihan air, kandungan amonia, kandungan zat besi, kandungan bahan organik dan kandungan zat-zat lainnya. Semua kandungan zat-zat tersebut akan menentukan kecocokan lingkungan air yang digunakan terhadap proses pembenihan/pemeliharaan ikan (Aditijaya et al, 2009). Kekeruhan air dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya disebabkan oleh zat padat yang terlarut, baik yang bersifat anorganik maupun yang bersifat organik. Zat anorganik biasanya berasal dari logam dan lapukan batu variari yang terdapat pada akuarium, sedangkan yang organik berasal dari sisa makanan ikan, lumut dan kotoran hewan. Pada perancangan smart aquarium menggunakan sensor *turbidity* untuk mendeteksi kekeruhan air dalam akuarium, pompa isi untuk mengisi air kedalam akuarium, pompa kuras untuk menguras air dari dalam akuarium, dan pompa sirkulasi untuk menjaga kestabilan air dalam akuarium lebih lama.

II. KAJIAN TEORI

A. *Internet of Things (IoT)*

Tidak ada definisi unik yang tersedia untuk *Internet of Things* yang dapat diterima oleh komunitas pengguna dunia. Faktanya, ada banyak kelompok berbeda termasuk akademisi, peneliti, praktisi, inovator, pengembang, dan orang-orang korporat yang telah mendefinisikan istilah tersebut, meskipun penggunaan awalnya dikaitkan dengan Kevin Ashton, seorang pakar inovasi digital. Kesamaan dari semua definisi tersebut adalah gagasan bahwa versi pertama internet adalah tentang data yang dibuat oleh orang-orang, sedangkan versi berikutnya adalah tentang data yang dibuat oleh berbagai hal. Definisi terbaik untuk *Internet of Things* adalah: “jaringan objek cerdas yang terbuka dan komprehensif yang memiliki kapasitas untuk mengatur secara otomatis, berbagi informasi, data, dan sumber daya, bereaksi dan bertindak dalam menghadapi situasi dan perubahan lingkungan”. *Internet of Things* semakin matang dan terus menjadi konsep terbaru dan paling populer di dunia TI. Selama dekade terakhir istilah *Internet of Things (IoT)* telah menarik perhatian dengan memproyeksikan visi infrastruktur global objek fisik jaringan,

memungkinkan konektivitas kapan saja, di mana saja untuk apa saja dan tidak hanya untuk siapa saja.

B. Akuarium otomatis

Akuarium otomatis adalah suatu sistem yang dirancang untuk mengelola dan mengontrol berbagai aspek lingkungan di dalam sebuah akuarium secara otomatis, biasanya dengan menggunakan teknologi dan sensor-sensor terkini. Tujuannya adalah untuk menciptakan lingkungan yang lebih stabil, optimal, dan terawat untuk ikan, tanaman, dan organisme air lainnya yang ada di dalam akuarium. Sistem akuarium otomatis umumnya mencakup penggunaan berbagai sensor, mikrokontroler, dan perangkat keras lainnya untuk memantau dan mengontrol faktor-faktor penting seperti suhu air, level air. Dengan memanfaatkan teknologi otomatisasi dan konektivitas, sistem ini dapat mengambil tindakan secara otomatis atau memberikan peringatan kepada pengguna jika terjadi ketidaksesuaian atau fluktuasi yang dapat berdampak pada kesehatan dan kesejahteraan makhluk hidup di dalam akuarium.

C. Sensor Turbidity

Kualitas air dalam akuarium adalah salah satu faktor terpenting yang memengaruhi kesehatan dan vitalitas makhluk hidup di dalamnya. Sensor turbidity hadir sebagai alat yang memungkinkan kita untuk memantau sejauh mana partikel-partikel padatan tersuspensi dalam air. Dengan informasi ini, kita dapat mengukur tingkat kejernihan air dan mengambil langkah-langkah untuk mengatasi masalah turbiditas yang dapat mempengaruhi fotosintesis tanaman air serta kesehatan ikan.

D. Pompa Isi

Pompa isi memainkan peran penting dalam mempertahankan kualitas air yang sesuai di dalam akuarium. Dengan menggunakan pompa isi, pemilik akuarium dapat secara teratur mengganti sebagian air dalam lingkungan tersebut. Pergantian air yang terencana membantu menjaga suhu dan komposisi kimia air tetap seimbang. Selain itu, pompa isi membantu mengurangi konsentrasi zat-zat beracun yang dapat terakumulasi dari sisa makanan dan limbah organik.

E. Pompa Kuras

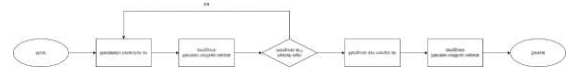
Kebersihan adalah kunci untuk mempertahankan ekosistem akuarium yang sehat. Pompa kuras membantu menghilangkan sisa makanan, kotoran ikan, dan partikel lainnya yang dapat mengendap di dasar akuarium. Dengan rutin mengoperasikan pompa kuras, pemilik akuarium dapat mencegah pembentukan lapisan lumpur dan pengumpulan bahan organik yang dapat mengganggu kualitas air.

F. Pompa Sirkulasi

Pompa sirkulasi bertanggung jawab untuk menciptakan aliran air yang efisien dan merata di dalam akuarium. Aliran yang baik membantu mendistribusikan nutrisi dan oksigen ke seluruh bagian akuarium, serta menghindari zona-zona stagnan tempat kotoran dan polutan lainnya dapat mengumpul. Dengan demikian, pompa sirkulasi memainkan peran penting dalam menciptakan lingkungan yang lebih dinamis dan stabil.

G. Arsitektur Sistem

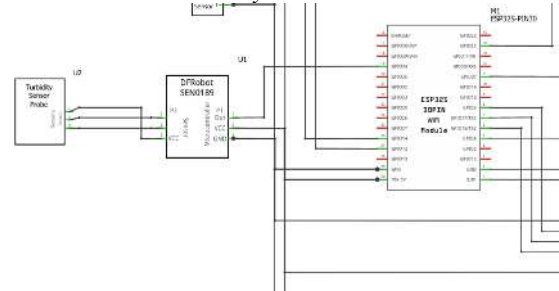
1. Sensor turbidity



GAMBAR 2.1
Alur kerja sensor turbidity

Pada alur kerja diatas menjelaskan sensor *turbidity* bekerja dengan mengukur jumlah partikel padatan terlarut atau tersuspensi dalam air pada akuarium dengan skala nilai 0 sampai 250 NTU. Ketika nilai NTU sudah mencapai 250.00, pengguna akan diberitahu bahwa air sudah harus dikuras melalui bot *Whatsapp*. Pada dasarnya, sensor ini mengirimkan cahaya ke dalam air akuarium dan kemudian mendeteksi beberapa banyak cahaya yang tersebar atau diserap oleh partikel didalam air. Semakin tinggi tingkat kekeruhan air, maka semakin banyak partikel yang ada didalam air dan cahaya yang tersebar atau diserap.

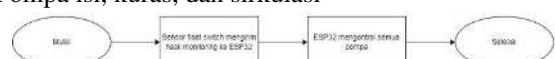
2. Skematik sensor turbidity



GAMBAR 2.2
Skematik sensor turbidity

- Dengan menghubungkan pin GPIO34 ESP32 ke Pin Out 1 DFRobot SEN0189, berfungsi sebagai input untuk membaca data sensor 40 turbidity.
- Lalu pin VIN 5V ESP32 dihubungkan melalui pin VCC DFRobot SEN0189, berfungsi sebagai input daya yang menghubungkan sumber daya eksternal 5V ke modul ESP32.
- Kemudian pin GND ESP32 dihubungkan dengan pin GND pada DFRobot SEN0189, berfungsi sebagai menciptakan jalur koneksi yang lengkap dan membuat potensial listrik antara kedua perangkat menjadi seragam.
- DFRobot SEN0189, berfungsi sebagai mikrokontroler sensor yang akan mengeluarkan sinyal berupa digital dan analog. Dan DFRobot SEN0189 akan dihubungkan dengan probe sensor turbidity melalui pin yang terdapat pada DFRobot SEN0189 dan turbidity sensor probe.
- Menghubungkan kedua komponen tersebut melalui pin yang terdapat pada DFRobot SEN0189 yaitu pin P2 dan VCC yang akan dihubungkan dengan probe sensor turbidity dengan pin yang terdapat pada sensor board.
- Pin VCC dan P2 yang terdapat pada DFRobot SEN0189 yang terhubung dengan pin sensor board pada probe sensor turbidity, berfungsi sebagai pengiriman data kekeruhan dan menyediakan daya yang diperlukan untuk probe sensor turbidity. Dan DFRobot SEN0189 dapat memungkinkan untuk membaca tingkat nilai kekeruhan pada probe sensor turbidity.

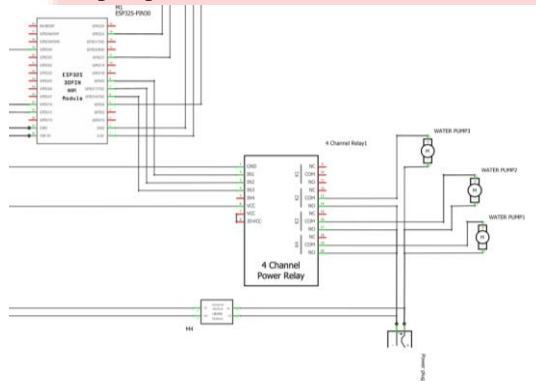
3. Pompa isi, kuras, dan sirkulasi



GAMBAR 2.3
Alur kerja pompa isi, kuras, dan sirkulasi

Cara kerja pompa yaitu meliputi dengan sistem pompa pengurasan yaitu dengan menguras air sampai batas yang ditentukan. dan pada saat pengurasan sudah selesai maka pompa pengisian air akan terisi sampai batas maksimal yang telah ditentukan. Setelah kedua siklus pompa pengurasan dan pengisian sudah berjalan, maka selanjutnya pompa sirkulasi akan berjalan dengan otomatis untuk menstabilkan kejernihan air pada akuarium.

4. Skematik pompa isi, kuras, dan sirkulasi



GAMBAR 2.4
Skematik pompa isi, kuras, dan sirkulasi

- Dengan menghubungkan antara ketiga pin daya positif (+) pada pompa DC dengan ketiga kontak pin COM dan kontak pin NO pada relay, berfungsi untuk mengaktifkan atau mematikan pompa sesuai dengan kebutuhan melalui kontrol sinyal yang diberikan pada relay dan mampu mengendalikan pompa DC secara efisien dan aman terhadap rangkaian listrik.
- Lalu menghubungkan ketiga pin negatif (-) pada pompa DC dengan pin (-) pada power plug, berfungsi untuk memastikan bahwa jalur kembali terbentuk dan melakukan grounding dengan sesuai, melindungi peralatan dari gangguan, dan memastikan rangkaian listrik tetap stabil.
- Setelah menghubungkan ketiga pompa DC dan ketiga saklar relay, tahap selanjutnya menghubungkan modul ESP32 dengan saklar relay, dengan menghubungkan pin GPIO5 ESP32 dengan pin IN1 relay, berfungsi untuk mengendalikan perangkat secara otomatis dari jarak jauh melalui ESP32.
- Lalu menghubungkan pin GPIO17/TX2 ESP32 dengan pin IN2 relay, berfungsi untuk memudahkan pengguna mengintegrasikan relay dengan sistem yang dikendalikan oleh ESP32.
- Menghubungkan pin GPIO16/TX2 ESP32 dengan pin IN3 relay, berfungsi untuk memudahkan pengguna mengintegrasikan relay dengan sistem yang dikendalikan oleh ESP32.
- Kemudian menghubungkan pin GND ESP32 dengan pin GND relay, berfungsi untuk menciptakan referensi ground yang umum, menjaga keseimbangan potensial, dan memastikan pengamanan grounding yang sesuai antara ESP32 dan relay.
- Menghubungkan pin VIN 5V dengan pin VCC pada relay, berfungsi untuk memastikan relay menerima daya yang dibutuhkan untuk beroperasi dengan baik dan memungkinkan untuk pengendalian yang baik dan stabil

terhadap relay melalui ESP32 atau sumber arus komponen lainnya.

H. Tampilan komponen



GAMBAR 2.5
Tampilan sensor turbidity



GAMBAR 2.6
Tampilan pompa isi



GAMBAR 2.7
Tampilan pompa kuras



GAMBAR 2.8
Tampilan pompa sirkulasi

III. PEMBAHASAN

A. Pengujian dan analisis

1. Sensor *turbidity*

TABEL 3.1
Tabel pengujian sensor *turbidity*

Jenis air	Nilai NTU
Air bening	0.00 NTU
Air teh kotak	27.69 NTU
Air beras	69.41 NTU
Air dicampur pecahan batu bata	152.92 NTU
Air sabun	208.84 NTU
Air semen	227.94 NTU
Air susu kotak	250.00 NTU
Air tanah	250.00 NTU

Berdasarkan data pengujian yang telah didapatkan, sensor *turbidity* dapat bekerja dengan baik. Namun dalam proses pengujian, tingkat kecerahan di sekitar sensor sangat mempengaruhi dalam cara kerja sensor. Tingkat kecerahan di sekitar sensor meliputi tingkat kecerahan ruangan pada saat melakukan pengujian dan cahaya kamera pada saat mengambil gambar untuk laporan dokumen. Dengan air dan wadah yang sama, jika proses dilakukan di tempat yang berbeda, maka hasil monitoring dari sensor *turbidity* akan berbeda-beda. Makin tinggi tingkat kecerahan di sekitar sensor, maka angka hasil monitoring dari sensor akan semakin kecil.

Hal tersebut dapat terjadi karena cara kerja pada sensor *turbidity*. [3] Sensor ini mendeteksi partikel tersuspensi dalam air dengan cara mengukur transmitansi dan hamburan cahaya yang berbanding lurus dengan kadar *TTS* (*Total Suspended Solid*). Semakin tinggi kadar *TTS*, maka semakin tinggi pula tingkat kekeruhan air tersebut.

Oleh sebab itu, pada saat pengujian sensor menggunakan air teh kotak, hasil monitoring sensor *turbidity* menghasilkan angka 0.00 NTU. Hal itu disebabkan air teh terlihat keruh hanya karena warnanya bukan karena tingkat kekeruhannya. Lalu pada saat pengujian sensor menggunakan air semen dan air yang dicampur batu bata, sensor *turbidity* akan menghasilkan angka lebih besar pada saat air baru diaduk. Ketika didiamkan sebentar (semen dan batu bata larut), sensor *turbidity* akan menghasilkan angka lebih kecil.

2. Pompa isi dan kuras

TABEL 3.2
Tabel pengujian pompa isi dan kuras

Jenis air	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Berhasil / Gagal
Air bening	Pompa kuras dan isi mati	Pompa kuras dan isi mati	Berhasil
Air teh kotak	Pompa kuras menyala. Setelah pompa kuras mati, pompa isi akan menyala.	Pompa kuras dan isi mati	Gagal
Air beras	Pompa kuras dan isi mati	Pompa kuras dan isi mati	Berhasil
Air dicampur pecahan batu bata	Pompa kuras menyala. Setelah pompa kuras mati, pompa isi akan menyala.	Pompa kuras dan isi mati	Gagal
Air sabun	Pompa kuras dan isi mati	Pompa kuras dan isi mati	Berhasil
Air semen	Pompa kuras menyala. Setelah pompa kuras mati, pompa isi akan menyala.	Pompa kuras dan isi mati	Gagal
Air susu kotak	Pompa kuras menyala. Setelah pompa kuras mati, pompa isi akan menyala.	Pompa kuras menyala. Setelah pompa kuras mati, pompa isi akan menyala.	Berhasil
Air tanah	Pompa kuras menyala. Setelah pompa kuras mati, pompa isi akan menyala.	Pompa kuras menyala. Setelah pompa kuras mati, pompa isi akan menyala.	Berhasil

Pengujian dilakukan dengan menggunakan sensor *turbidity* pada jenis air yang telah disiapkan di setiap wadah. Pompa kuras dan isi selalu mati sebelum sensor *turbidity* menghasilkan angka 250.00 NTU. Ketika sensor *turbidity* sudah menghasilkan angka 250.00 NTU, maka pompa kuras akan otomatis menyala. Setelah air sudah mencapai batas minimum yang telah ditentukan, maka pompa kuras akan otomatis berhenti dan pompa isi secara langsung otomatis berjalan sampai air mencapai batas maksimum yang telah ditentukan.

Dilihat dari tabel hasil pengujian sensor *turbidity*, pompa kuras tidak berjalan pada saat sensor dimasukkan ke air teh kotak, air yang dicampur pecahan batu bata, dan air semen. Karena cara kerja sensor *turbidity* yang semakin tinggi kadar *TTS* maka semakin tinggi pula tingkat kekeruhan air tersebut,

maka air yang terlihat keruh karena warnanya bukan karena tingkat kekeruhannya akan dianggap cukup bersih oleh sensor *turbidity*.

pemeliharaan akuarium secara global.

REFERENSI

3. Pompa Sirkulasi

TABEL 3.3
Tabel pengujian pompa sirkulasi

Rentang jam	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	Berhasil / Gagal
Jam 00.00	Pompa sirkulasi berjalan	Pompa sirkulasi berjalan	Berhasil
Jam 04.00	Pompa sirkulasi berjalan	Pompa sirkulasi berjalan	Berhasil
Jam 08.00	Pompa sirkulasi berjalan	Pompa sirkulasi berjalan	Berhasil
Jam 12.00	Pompa sirkulasi berjalan	Pompa sirkulasi berjalan	Berhasil
Jam 16.00	Pompa sirkulasi berjalan	Pompa sirkulasi berjalan	Berhasil
Jam 20.00	Pompa sirkulasi berjalan	Pompa sirkulasi berjalan	Berhasil

Pengujian dilakukan dengan menyalakan pompa sirkulasi selama 1 hari. Selama 1 hari, pompa sirkulasi dilihat setiap 4 jam sekali dimulai dari jam 00.00. Pada saat pengujian, kondisi air selama 1 hari tidak mengeruh. Oleh karena itu, pompa sirkulasi terus berjalan sampai proses pengurasan dan pengisian air secara otomatis dilakukan. Implementasi teknologi berbasis *IoT* yang terintegrasi dengan sensor *turbidity*, pompa kuras, pompa isi, dan pompa sirkulasi telah mengubah cara memahami dan memelihara akuarium. Dengan kemampuan pemantauan real-time, otomasi, dan manajemen data yang lebih baik, pemilik akuarium dapat menciptakan lingkungan akuatik yang optimal, memberikan dampak positif pada keseimbangan ekosistem serta kesejahteraan organisme akuatik. Namun, tantangan yang muncul dari adopsi teknologi *IoT* perlu diatasi, termasuk keamanan data dan pengelolaan sistem yang kompleks. Dengan pemahaman yang lebih dalam dan kerja sama lintas disiplin, dapat melanjutkan evolusi teknologi ini untuk meningkatkan pemeliharaan akuarium secara global.

IV. KESIMPULAN

Implementasi teknologi berbasis *IoT* yang terintegrasi dengan sensor *turbidity*, pompa kuras, pompa isi, dan pompa sirkulasi telah mengubah cara memahami dan memelihara akuarium. Dengan kemampuan pemantauan *real-time*, otomasi, dan manajemen data yang lebih baik, pemilik akuarium dapat menciptakan lingkungan akuatik yang optimal, memberikan dampak positif pada keseimbangan ekosistem serta kesejahteraan organisme akuatik. Namun, tantangan yang muncul dari adopsi teknologi *IoT* perlu diatasi, termasuk keamanan data dan pengelolaan sistem yang kompleks. Dengan pemahaman yang lebih dalam dan kerja sama lintas disiplin, dapat melanjutkan evolusi teknologi ini untuk meningkatkan

[1] I. B. Prasetyo, A. A. Riadi, and A. A. Chamid, "Perancangan Smart Aquarium Menggunakan Sensor Turbidity Dan Sensor Ultrasonik Pada Akuarium Ikan Air Tawar Berbasis Arduino Uno," J. Teknol., vol. 13, no. 2, pp. 193–200, 2021.

[2] S. Indriyanto, P. Yuliantoro, and D. Kusumawati, "Sistem Monitoring Suhu Air Pada Aquascape Berbasis Internet of Things (IoT)," J. Telecommun. Electron. Control Eng., vol. 4, no. 1, pp. 56–65, 2022, doi: 10.20895/jtece.v4i1.608.

[3] M. T. Sulistyono, "Sistem Pengukuran Kadar Ph , Suhu , Dan Sensor Turbidity Pada Limbah Rumah Sakit Berbasis Arduino UNO Waterproof Temperature Sensor DS18B20," J. Elektro SI ITN Malang, pp. 1–10, 2019.

