

**SISTEM KONTROL PERGANTIAN AIR PADA KOLAM
BUDIDAYA IKAN LELE BERBASIS INTERNET OF THINGS**

DISUSUN OLEH

REZA ABDILLAH SIREGAR

2009020136



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER & TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : SISTEM KONTROL PERGANTIAN AIR PADA
KOLAM BUDIDAYA IKAN LELE BERBASIS
INTERNET OF THINGS
Nama Mahasiswa : REZA ABDILLAH SIREGAR
NPM : 2009020136
Program Studi : TEKNOLOGI INFORMASI

Menyetujui
Komisi Pembimbing



(Ferdy Riza, S.T, M.Kom)
NIDN. 0103068901

Ketua Program Studi



(Fatma Sari Hutagalung, M.Kom)
NIDN. 0117088902



(Dr. Al-Khowatizmi, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0127099201

PERNYATAAN ORISINALITAS

SISTEM KONTROL PERGANTIAN AIR PADA KOLAM BUDIDAYA IKAN LELE BERBASIS INTERNET OF THINGS

SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, 28 Oktober 2025

Yang membuat pernyataan



Reza Abdillah Siregar

NPM. 2009020136

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya
bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Reza Abdillah Siregar
NPM : 2009020136
Program Studi : Teknologi Informasi
Karya Ilmiah : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif
(*Non-Exclusive Royalty free Right*) atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

**SISTEM KONTROL PERGANTIAN AIR PADA KOLAM BUDIDAYA
IKAN LELE BERBASIS INTERNET OF THINGS**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-
Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan,
mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan
mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap
mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau
sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, 28 Oktober 2025

Yang membuat pernyataan



Reza Abdillah Siregar

NPM. 2009020136

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap	: Reza Abdillah Siregar
Tempat dan Tanggal Lahir	: Perdagangan, 22 April 2000
Alamat Rumah	: Jalan Huta V, Desa Marihat Bandar
Telepon/Faks/HP	: 082268985935
E-mail	: rezasiregar98@gmail.com
Instansi Tempat Kerja	: Tidak Bekerja
Alamat Kantor	: Tidak Ada

DATA PENDIDIKAN

SD	: SD MUHAMMADIYAH 02 PRDG	TAMAT: 2012
SMP	: SMP MUHAMMDIYAH 02 PRDG	TAMAT: 2015
SMA	: SMK TELKOM MEDAN	TAMAT: 2018

KATA PENGANTAR



Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmad dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “Sistem Kontrol Pergantian Air Pada Kolam Budidaya Ikan Lele Berbasis Internet Of Things”.

Penulis tentunya berterima kasih kepada berbagai pihak dalam dukungan serta doa dalam penyelesaian skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP., Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom. Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
3. Ibu Fatma Sari Hutagalung, M.Kom Ketua Program Studi Teknologi Informasi.
4. Bapak Mhd. Basri, S.Si, M.Kom Sekretaris Program Studi Teknologi Informasi.
5. Pembimbing Bapak Ferdy Riza, S.T, M.Kom yang telah membimbing saya dalam penulisan skripsi ini.
6. Kedua Orangtua penulis yang telah banyak membantu melalui support dan do’a yang selalu diberikan kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.

7. Abang dan Adik penulis yang selalu mensupport penulis dalam penulisan skripsi ini.
8. Sidiq, Syahrul, Dimas, Rio, Bayu, Firas, dan teman-teman yang lain yang selalu membantu penulis dalam penulisan skripsi.

Semua pihak yang terlibat langsung ataupun tidak langsung yang tidak dapat penulis ucapkan satu-persatu yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

SISTEM KONTROL PERGANTIAN AIR PADA KOLAM BUDIDAYA IKAN LELE BERBASIS INTERNET of THINGS

ABSTRAK

Skripsi ini berjudul “*Sistem Kontrol Pergantian Air pada Kolam Budidaya Ikan Lele Berbasis Internet of Things (IoT)*”. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya menjaga kualitas air pada kolam budidaya ikan lele, mengingat faktor seperti pH, suhu, dan tingkat kekeruhan air sangat memengaruhi pertumbuhan serta kesehatan ikan. Sistem ini dirancang untuk mengotomatisasi proses pergantian air dengan memanfaatkan sensor pH, sensor suhu, sensor ultrasonik, dan sensor kekeruhan yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32. Data yang diperoleh dari sensor kemudian dikirimkan ke aplikasi Blynk melalui koneksi internet sehingga dapat dipantau secara real-time. Apabila kondisi air tidak sesuai dengan parameter yang ditentukan, sistem secara otomatis mengaktifkan relay untuk mengendalikan solenoid valve, sehingga proses pembuangan dan pengisian air dapat berjalan tanpa intervensi manual. Penelitian ini tidak hanya fokus pada implementasi perangkat keras, tetapi juga pada integrasi perangkat lunak yang memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol sistem melalui aplikasi berbasis IoT. Implementasi IoT pada sistem ini memberikan manfaat berupa kemudahan monitoring, peningkatan efisiensi kerja, serta kontribusi terhadap keberlangsungan budidaya ikan lele yang lebih sehat dan produktif.

Kata kunci: Internet of Things, ESP32, Sensor pH, Sensor Suhu, Sensor Ultrasonik, Sensor Kekeruhan, Solenoid Valve, Budidaya Ikan Lele, Kontrol Pergantian Air.

SISTEM KONTROL PERGANTIAN AIR PADA KOLAM BUDIDAYA IKAN LELE BERBASIS INTERNET of THINGS

ABSTRACT

This thesis is entitled “Water Replacement Control System in Catfish Farming Ponds Based on the Internet of Things (IoT)”. The research is motivated by the importance of maintaining water quality in catfish farming ponds, since factors such as pH, temperature, and turbidity significantly affect the growth and health of the fish. The system is designed to automate the water replacement process by utilizing pH sensors, temperature sensors, ultrasonic sensors, and turbidity sensors integrated with an ESP32 microcontroller. The data collected from the sensors is transmitted to the Blynk application via an internet connection, allowing real-time monitoring. When the water condition does not meet the predefined parameters, the system automatically activates a relay to control the solenoid valve, enabling the water draining and refilling process to run without manual intervention. This research focuses not only on the implementation of hardware, but also on the software integration that allows users to monitor and control the system through an IoT-based application. The implementation of IoT in this system provides benefits in terms of easy monitoring, increased efficiency, and contribution to more sustainable and productive catfish farming practices.

Keywords: Internet of Things, ESP32, pH Sensor, Temperature Sensor, Ultrasonic Sensor, Turbidity Sensor, Solenoid Valve, Catfish Farming, Water Replacement Control.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN	iv
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Peneltian.....	4
BAB II.....	5
LANDASAN TEORI	5

2.1	Sistem.....	5
2.2	Sistem Kontrol	5
2.3	Kualitas Air	6
2.4	Kekeruhan Air	6
2.5	Internet Of Things	7
2.6	Flowchart	7
2.7	Notifikasi.....	9
2.8	Application Programming Interface.....	10
2.9	Arduino IDE.....	10
2.10	Blynk.....	11
2.11	Mikrokontroler ESP32	12
2.12	Sensor pH Air.....	13
2.13	Sensor Suhu Air (DS18B20)	14
2.14	Sensor Kekeruhan Air (SEN0189).....	15
2.15	Sensor Ultrasonic (HC-SR04).....	16
2.16	Solenoid Valve	17
2.17	Relay	17
2.18	Unified Modeling Language	18
2.19	Penelitian Terdahulu.....	19
BAB III		23
METODOLOGI PENELITIAN.....		23

3.1	Jenis Penelitian.....	23
3.2	Studi Literatur	23
3.3	Alat dan Bahan Penelitian.....	25
3.4	Prosedur Penelitian	27
3.5	Tahap Perancangan.....	28
3.6	Pengambilan Data	31
3.7	Mockup Sistem Kontrol Pergantian Air	32
3.8	Tahapan Pengujian	33
BAB IV		34
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN.....		34
4.1.	Spesifikasi Sistem	34
4.2.	Langkah-Langkah Pembuatan Sistem.....	35
4.3.	Pengujian.....	48
BAB V.....		49
KESIMPULAN DAN SARAN.....		49
5.1.	Kesimpulan	49
5.2.	Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....		51
LAMPIRAN.....		54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Simbol Flowchart.....	8
Tabel 2.2.	Penelitian Terdahulu.....	19
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Sistem	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Tampilan Arduino IDE.....	11
Gambar 2.2.	Blynk App.....	12
Gambar 2.3.	NodeMCU ESP32.....	13
Gambar 2.4.	Sensor pH Air.....	14
Gambar 2.5.	Sensor Suhu Air DS18B20.....	15
Gambar 2.6.	Sensor Kekerusuhan Air SEN0189.....	16
Gambar 2.7.	Sensor Ultrasonic.....	16
Gambar 2.8.	Solenoid Valve.....	17
Gambar 2.9.	Relay 12V.....	18
Gambar 3.1.	Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	25
Gambar 3.2.	Diagram Alir Perancangan Sistem Monitoring.....	28
Gambar 3.3.	Sistem Kontrol Air Pada Kolam Ikan Lele.....	30
Gambar 4.1.	Hubungan Pin Antar Sensor pH air dan ESP32.....	34
Gambar 4.2.	Hubungan Pin Antar Sensor Turbidity air dan ESP32.....	34
Gambar 4.3.	Hubungan Pin Antar Sensor Ultrasonic dan	35

	ESP32.....	
Gambar 4.4.	Hubungan Pin Antar Relay dan ESP32.....	35
Gambar 4.5.	Rangkaian Perangkat Keras Sistem Kontrol Air Kolam.....	36
Gambar 4.6.	Token Blynk.....	36
Gambar 4.7.	Widget Utama.....	38
Gambar 4.8.	Code Pustaka dan Deklarasi.....	39
Gambar 4.9.	Code Konfigurasi Wifi dan Pin Sensor.....	39
Gambar 4.10.	Code Kalibrasi Sensor.....	40
Gambar 4.11.	Code Ambang Batas Kualitas Air.....	40
Gambar 4.12.	Code Deklarasi Variabel dan Status Sensor.....	40
Gambar 4.13.	Code Virtual Pin.....	41
Gambar 4.14.	Code Pembacaan Sensor.....	42
Gambar 4.15.	Code Pergantian Air.....	43
Gambar 4.16.	Code Mengirimkan Nilai Sensor.....	44
Gambar 4.17.	Code Setup.....	44
Gambar 4.18.	Code Loop.....	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Indonesia, sebagai salah satu negara kepulauan terbesar di dunia, memiliki potensi luar biasa dalam sektor perikanan, khususnya budidaya ikan. Ikan lele telah menjadi salah satu komoditas unggulan yang berperan penting dalam mendukung ketahanan pangan dan ekonomi masyarakat. Produksi ikan lele di Indonesia menempati posisi kedua setelah ikan nila.

Berdasarkan data Statistik Kementerian Kelautan dan Perikanan produksi pertanian ikan lele tahun 2021 mencapai 1,04 juta ton atau naik 4,5% dibandingkan tahun sebelumnya.(Ananda & Sa'diyah, 2024). Meskipun prospeknya sangat menjanjikan, keberhasilan budidaya ikan lele tidak lepas dari berbagai tantangan, terutama terkait dengan manajemen kualitas air di kolam budidaya.

Kesehatan dan pertumbuhan ikan lele sangat bergantung pada kualitas air yang baik. Suhu, tingkat keasaman (pH), kadar oksigen terlarut, dan konsentrasi amonia harus dipantau secara teratur untuk memastikan lingkungan air yang sehat. Dalam budidaya ikan, pemantauan kualitas air yang konsisten dan akurat sangat penting karena ketidakseimbangan parameter tersebut dapat menyebabkan stres, gangguan pertumbuhan, dan bahkan kematian massal pada ikan lele.

Saat ini, pengendalian kualitas air masih sering dilakukan secara manual oleh petani ikan. Namun, metode ini memerlukan banyak waktu dan tenaga, serta kurang efisien dalam mendeteksi perubahan kondisi air secara cepat. Keterlambatan dalam

mendeteksi perubahan kualitas air dapat mengakibatkan penurunan kualitas produksi dan potensi kerugian finansial yang signifikan bagi pembudidaya (Hemal et al., 2024). Untuk mengatasi tantangan tersebut, teknologi Internet of Things (IoT) hadir sebagai solusi yang inovatif.

Internet of Things (IoT) memungkinkan integrasi dengan platform aplikasi berbasis cloud, salah satunya adalah Blynk, yang dapat digunakan untuk menampilkan data dari sensor secara langsung ke perangkat seluler. Dengan demikian, pembudidaya tidak hanya dapat melihat data kondisi air, tetapi juga dapat mengatur sistem pergantian air secara otomatis. Ketika sistem mendeteksi bahwa nilai pH di luar ambang 6.5–8, suhu di luar 24–29°C, atau kekeruhan lebih dari 50 NTU, maka sistem akan mengaktifkan solenoid valve untuk membuang air lama dan mengisi air baru dari tandon secara otomatis.

Dengan memanfaatkan teknologi IoT, sistem dapat mengirimkan data secara real-time dan memberikan notifikasi kepada pembudidaya jika parameter air berada di luar batas optimal, tidak hanya menjawab tantangan pemantauan kualitas air yang lambat dan tidak akurat, tetapi juga menghadirkan efisiensi operasional dan meminimalisasi risiko kerugian akibat keterlambatan tindakan. sistem ini dapat diterapkan dalam infrastruktur budidaya ikan yang sudah ada tanpa memerlukan perubahan besar.

Platform IoT seperti Blynk telah menjadi salah satu pilihan yang populer untuk mengimplementasikan sistem ini. Blynk adalah aplikasi berbasis cloud yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian perangkat IoT dari jarak jauh melalui perangkat mobile (Blynk, 2024). Dengan Blynk, petani ikan dapat dengan mudah memantau data kualitas air secara real-time, menerima notifikasi secara

langsung ketika terjadi perubahan signifikan pada kondisi air, serta mengontrol sistem pergantian air secara otomatis guna menjaga lingkungan kolam tetap optimal.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan hal-hal di atas, masalah yang dapat dihadapi dengan sistem yang mengontrol pergantian air kolam adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang dan mengembangkan alat untuk mengawasi dan mengontrol kualitas air untuk budidaya ikan lele dengan menggunakan sensor pH, suhu air (DS18B20), sensor kekeruhan air (Sensor kekeruhan), dan sensor ultrasonik (ketinggian air)?
2. Bagaimana menggunakan Internet of Things (IoT) untuk membangun sistem yang dapat mengontrol pergantian air secara otomatis di kolam ikan lele?
3. Bagaimana mengintegrasikan sistem kontrol pergantian air berbasis Internet of Things (IoT) ke dalam infrastruktur budidaya ikan lele yang efektif

1.3. Batasan Masalah

1. Untuk mengembangkan sistem yang mengawasi dan mengontrol kualitas air, indikator utama akan berupa sensor pH, suhu air (DS18B20), kekeruhan air (Turbidity Sensor), dan ketinggian air (ultrasonic sensor).
2. Metode pergantian air akan difokuskan pada otomatisasi yang terintegrasi dengan sistem monitoring kualitas air.
3. Fokus pada efisiensi pengendalian kualitas air secara efisien untuk menjaga kesehatan dan pertumbuhan optimal ikan lele.
4. Sistem kontrol pergantian air akan dirancang dengan memanfaatkan teknologi IoT, menggunakan sensor dan aktuator yang tersedia.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut berdasarkan rumusan masalah:

1. Mengembangkan metode untuk mengontrol dan memantau kualitas air di kolam budidaya ikan lele dengan menggunakan sensor yang relevan.
2. Merancang sistem pergantian air otomatis berbasis IoT pada kolam budidaya ikan lele.
3. Mengintegrasikan sistem kontrol berbasis IoT ke dalam infrastruktur budidaya ikan lele untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan kolam.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Meningkatkan efisiensi dalam menjaga kualitas air selama budidaya ikan lele, sehingga petani ikan dapat menghemat lebih banyak waktu dan tenaga untuk menjaga kualitas air tetap baik.
2. mengembangkan sistem kontrol otomatis pergantian air untuk budidaya ikan lele yang dilengkapi dengan notifikasi dalam waktu nyata melalui aplikasi Blynk, yang memudahkan pemantauan kondisi air secara cepat dan tepat.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem

Sistem adalah kumpulan elemen atau komponen yang dihubungkan untuk memudahkan aliran informasi, materi, atau energi untuk mencapai suatu tujuan (Effendy et al., n.d.). Kata "sistem" berasal dari kata "systema" dalam bahasa Latin dan "sustema" dalam bahasa Yunani. Sistem adalah kumpulan komponen yang saling terkait atau terintegrasi yang digunakan untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Sebagai ilustrasi, dapat dipastikan bahwa elemen yang tidak memberikan manfaat tidak termasuk dalam sebuah sistem (Pakpahan & Halawa, 2020).

2.2 Sistem Kontrol

Sistem kontrol adalah Pengaturan atau pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel, parameter) sehingga berada pada suatu harga atau dalam suatu rangkuman harga (range) tertentu (Prabowo R et al., 2020). Faktor-faktor berikut harus dipertimbangkan ketika berbicara tentang sistem kontrol proses:

1. Cara sistem berfungsi.
2. Keterbatasan pengetahuan operator tentang pengontrolan proses.
3. Fungsi instrumentasi dalam membantu operator dengan pengontrolan proses.

Sistem kontrol pergantian air kolam budidaya ikan lele berbasis IoT menggunakan Mikrokontroler ESP32 untuk menghitung suhu, kekeruhan, keasaman, dan ketinggian air. Sistem kontrol otomatis adalah pengendalian yang dilakukan oleh peralatan yang bekerja secara otomatis tetapi diawasi oleh manusia. (Candra, 2020).

2.3 Kualitas Air

Kualitas air adalah faktor kunci dalam budidaya ikan lele, mempengaruhi kesehatan dan pertumbuhan ikan. Beberapa parameter kualitas air yang penting untuk dipantau meliputi pH, suhu, dan kekeruhan.

1. pH Air Kolam

Nilai pH (power of Hydrogen) merupakan ukuran konsentrasi ion H^+ di dalam air. pH ideal untuk ikan lele, menurut SNI Nomor 01-6484.5-2002, adalah antara 6,5 dan 8. Jika pH turun di bawah 5, itu dapat berbahaya karena menyebabkan lendir menggumpal di dalam insang. Sebaliknya, pH di atas 8 dapat menyebabkan nafsu makan ikan berkurang (Annisa & Affandi, 2024).

2. Suhu Air Kolam

Respirasi, pemasukan pakan, pencernaan, pertumbuhan, dan metabolisme ikan sangat dipengaruhi oleh suhu. Berdasarkan SNI Nomor 01-6484.5-2002, suhu air kolam ikan lele harus diperiksa secara teratur. Ini karena perubahan drastis suhu antara 25 dan 30 derajat Celcius dapat menyebabkan lele stres dan akhirnya mati. Oleh karena itu, untuk menjaga kelangsungan hidup ikan lele dan meningkatkan perawatan mereka, suhu air kolam harus diperiksa secara teratur (Annisa & Affandi, 2024).

2.4 Kekeruhan Air

Kekeruhan yang disebabkan oleh jasad renik atau plankton disebut kekeruhan yang baik. Tingkat kekeruhan yang rendah menunjukkan ekosistem yang sehat dan berfungsi dengan baik, dengan jumlah plankton yang moderat sesuai dengan rantai makanan. Sistem arus kekeruhan yang tinggi 11 dapat mencegah cahaya yang diperlukan oleh vegetasi air terendam dan meningkatkan permukaan air dan

suhu di atas normal karena partikel tersuspensi dekat permukaan memudahkan penyerapan panas dari matahari. Tingkat kekeruhan ideal untuk kehidupan ikan adalah 0–50 NTU (Amelia, 2019).

2.5 Internet Of Things

Internet of Things (IoT) adalah kemajuan teknologi terbaru yang memungkinkan untuk menggabungkan berbagai perangkat cerdas yang terhubung ke internet, seperti smartphone (Efendi, n.d.). IoT telah mulai diterapkan pada banyak aspek kehidupan manusia, seperti budidaya ikan lele.

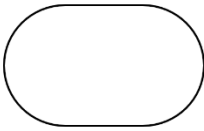
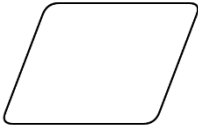
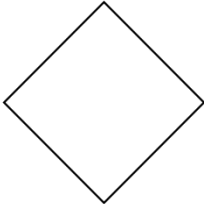
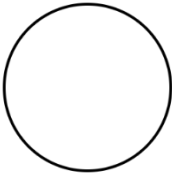
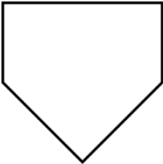
IoT dapat digunakan untuk memantau dan mengontrol kualitas air dalam kolam ikan lele secara real-time. Sensor yang terhubung ke mikrokontroler dapat mengukur suhu, pH, dan kekeruhan air (Wibisono & Jayadi, 2024). Hal ini mengurangi risiko penyakit pada ikan lele dan membantu menjaga kualitas air stabil.

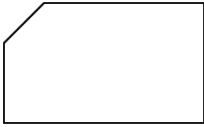
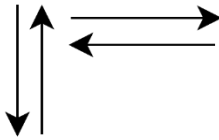
2.6 Flowchart

Flowchart adalah grafik yang menggambarkan langkah-langkah dan prosedur dalam suatu program. Flowchart sistem menunjukkan urutan proses dalam sistem dengan menunjukkan alat dari media input dan output serta jenis media yang digunakan untuk penyimpanan dalam proses pengolahan data, sedangkan flowchart program adalah bagan dengan simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara menyeluruh dan berhubungan antara proses (Zalukhu et al., 2023).

Simbol-simbol yang sering digunakan untuk menggambarkan algoritma dalam diagram alir adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Simbol Flowchart

Simbol	Nama	Fungsi
	Terminator	Menyatakan awal atau akhir suatu program.
	Output/Input	Menyatakan proses input dan output data, parameter, dan informasi.
	Process	Menunjukkan pengolahan/proses pengolahan data.
	Decision	Pemilihan proses berdasarkan kondisi yang ada atau perbandingan pernyataan.
	On-Page Connector	Penghubung bagian-bagian flowchart yang berada pada satu halaman.
	Off-Page Connector	Penghubung bagian-bagian flowchart yang berada pada halaman berbeda.

	Predefined Process	Subprogram dimulai dan dijalankan oleh proses.
	Punch Card	Menunjukkan bahwa input diambil dari kartu atau bahwa output ditulis ke kartu.
	Document	Menunjukkan bahwa input berasal dari output atau dokumen fisik yang harus dicetak.
	Flow	Digunakan untuk menghubungkan simbol satu sama lain

2.7 Notifikasi

Notifikasi adalah fitur yang memberikan informasi real-time mengenai status sistem. Dalam sistem kontrol pergantian air kolam ikan lele, notifikasi berfungsi untuk menginformasikan pengguna mengenai perubahan yang membutuhkan tindakan, seperti pergantian air atau penyesuaian parameter. Hal ini memungkinkan intervensi cepat dan efisien.

Dalam sistem IoT, notifikasi berfungsi sebagai mekanisme pemberitahuan yang memungkinkan pengguna untuk menerima informasi terkini tanpa harus secara aktif memantau sistem. Notifikasi dapat dikirim dalam berbagai bentuk, seperti pesan teks, push notification di aplikasi mobile, atau email, yang memungkinkan pengguna untuk tetap terhubung dengan sistem di mana pun mereka berada.

2.8 Application Programming Interface

Application Programming Interface (API) antarmuka yang dibuat oleh pengembang sistem untuk memberikan akses terprogram ke beberapa atau semua fungsi sistem (Tanthio, 2023). API memungkinkan komunikasi antara perangkat lunak dan perangkat keras. API digunakan untuk mengakses data dari sensor, mengirimkan perintah kontrol, dan berkomunikasi dengan aplikasi seperti Blynk. Integrasi API memungkinkan sistem untuk berfungsi secara efisien dan interaktif (Pratama & Waluyo, n.d.).

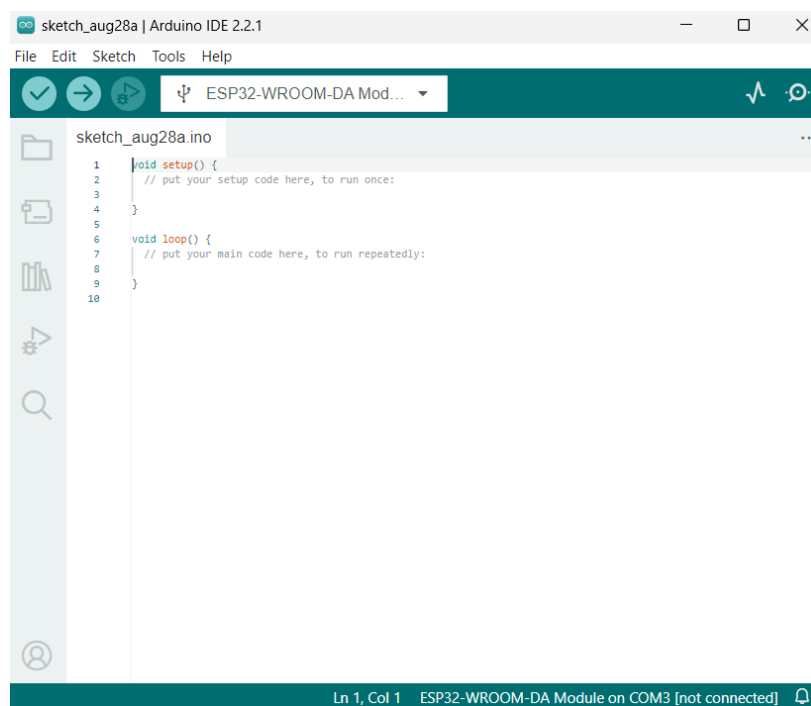
API didefinisikan sebagai kumpulan metode yang jelas yang memungkinkan komunikasi antara komponen perangkat lunak yang berbeda. Fungsi API adalah untuk membantu pengembang menggunakan teknologi tertentu saat membangun perangkat lunak atau aplikasi.

2.9 Arduino IDE

Software Arduino IDE digunakan untuk membuat sketch pemrograman, atau dengan kata lain, arduino IDE sebagai media untuk memprogram board yang ingin diprogram. Anda juga dapat mengedit upload dan coding program tertentu dengan Arduino IDE. Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman JAVA dan dilengkapi dengan library C/C++ untuk mempermudah input dan output.

Arduino memiliki bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (Sketch) telah dimodifikasi untuk membuatnya lebih mudah bagi pemula untuk mulai menggunakannya dari awal. Sebelum dirilis, mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama Bootlader. Ini berfungsi sebagai penghubung antara mikrokontroler dan compiler Arduino (Kusuma et al., n.d.).

Arduino IDE menyertakan kompiler, editor kode, dan monitor serial, yang memungkinkan Anda berkomunikasi dengan papan Arduino dan melihat output program Anda. Selain itu, ini memiliki banyak pustaka dan contoh yang dapat digunakan untuk dengan mudah melaksanakan berbagai fungsi dalam proyek. Arduino IDE adalah perangkat lunak gratis dan sumber terbuka yang dapat diunduh dari situs web Arduino. Bisa diinstal pada sistem operasi yang berbeda, seperti Linux, Windows, Mac OS, dan Mac OS.



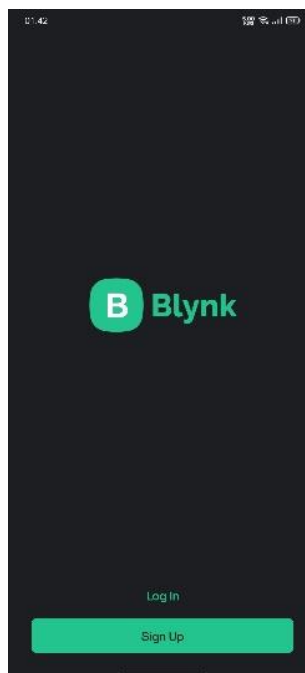
Gambar 2.1 Tampilan Arduino IDE

2.10 Blynk

Blynk adalah platform Internet of Things yang menawarkan antarmuka pengguna grafis berbasis smartphone yang memungkinkan pengguna memantau dan mengontrol perangkat IoT dari jarak jauh melalui aplikasi smartphone. Ini meningkatkan aksesibilitas dan kemudahan penggunaan platform untuk pengguna (Blynk Documentation). Terdapat 3 komponen utama di platform Blynk yaitu

Blynk App yang digunakan untuk membuat interface dengan widget yang disediakan, Blynk Server yang bertanggung jawab tentang semua komunikasi antara smartphone dan hardware, dan Blynk Libraries yang digunakan untuk komunikasi antara server dengan proses INPUT dan OUTPUT.

Blynk mendukung berbagai macam hardware yang dapat digunakan dalam proyek Internet of Things (IoT). Blynk dapat diunduh untuk pengguna Android di Google Play dan untuk pengguna IOS di App Store. Blynk menawarkan kemudahan penggunaan bagi para pengguna baru dalam IoT karena tidak memerlukan banyak konfigurasi teknis. Hal ini menjadikan Blynk pilihan populer bagi petani ikan dan praktisi IoT lainnya yang ingin memantau sistem mereka secara efisien.



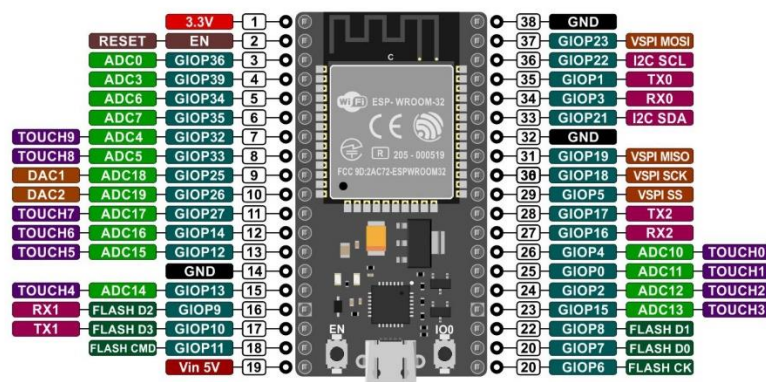
Gambar 2.2 Blynk App

2.11 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 adalah mikrokontroler terpadu berbasis chip (SoC) yang memiliki WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai peripheral.

ESP32 adalah chip yang cukup lengkap dengan prosesor, penyimpanan, dan akses ke GPIO (Input Output Standar). Memiliki kemampuan untuk mendukung koneksi WI-FI langsung, ESP32 dapat digunakan untuk rangkaian pengganti Arduino (Rizdania, n.d.).

Sangat cocok untuk aplikasi IoT seperti sistem kontrol pergantian air di kolam ikan lele karena dapat berkomunikasi nirkabel. Mikrokontroler ini memiliki kemampuan untuk menghubungkan sensor dengan platform seperti Blynk dan mengirimkan data dalam waktu nyata. Tegangan operasi ESP32 adalah 3,3V dan 5,0V. Jika tegangan operasi melebihi 3,3V pada pinout 3,3V, itu dapat merusak ESP32.



Gambar 2.3 NodeMCU ESP32

2.12 Sensor pH Air

Power of hydrogen (pH) adalah ukuran berapa banyak ion hidrogen yang ada dalam tubuh. pH total berkisar antara 1 dan 14 dan 7 dianggap netral.

pH larutan yang melebihi 7 disebut asam, dan pH larutan yang lebih tinggi disebut alkali (Karangan et al., 2019). Sensor pH digunakan dalam berbagai jenis penelitian dan biasanya digunakan untuk mengukur tingkat pH air. Ini biasanya

menggunakan probe yang harus dicelupkan ke dalam air untuk mengukur pH, dan juga digunakan untuk mengetahui derajat keasaman (Irawan et al., 2024).

Prinsip kerja alat ini adalah bahwa jumlah elektron yang ada pada larutan menunjukkan nilai asamnya, dan jumlah elektron yang lebih sedikit menunjukkan nilai basanya. Ini karena pada batang pH meter sendiri terdapat larutan elektrolit yang lemah. pH meter harus di kalibrasi terlebih dahulu sebelum dan sesudah digunakan untuk mengukur agar lebih tepat dan presisi. Ini disebabkan oleh fakta bahwa probe kaca elektroda tidak dibuat dalam jangka waktu yang lama. Kalibrasi harus dilakukan dengan dua jenis cairan buffer standar. Cairan buffer pertama digunakan sebagai pengontrol untuk menyesuaikan nilai meter dengan nilai buffer kedua, dan pengontrol ketiga digunakan untuk mengatur suhu. pH meter memiliki alat digital dan analog. (Kharisma & Thaha, 2020).



Gambar 2.4 Sensor pH air

2.13 Sensor Suhu Air (DS18B20)

Sensor suhu adalah komponen yang biasanya digunakan untuk menghasilkan listrik dari panas. Sensor suhu DS18B20 menggunakan interface satu kabel, yang berarti hanya perlu sedikit kabel untuk dipasang. Uniknya, sensor ini dapat digunakan secara paralel dengan satu input. Ini berarti Anda dapat menggunakan

lebih dari satu sensor DS18B20, tetapi outputnya hanya akan terhubung ke satu PIN Arduino.

Sensor DS18B20 mendeteksi suhu tubuh dan tahan air (waterproof). Sensor DS18B20 menghasilkan data digital. Selain itu, sensor DS18B20 memiliki fitur berikut: digunakan pada tegangan 3-5V, memiliki kabel merah untuk VCC, kabel hitam untuk GND, dan kabel kuning untuk data. Tingkat akurasi kesalahannya adalah $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, dan kisaran suhunya adalah -10°C hingga 85°C . Kabelnya berdiameter 4mm, dan panjangnya 90 cm. (Huda, 2022).

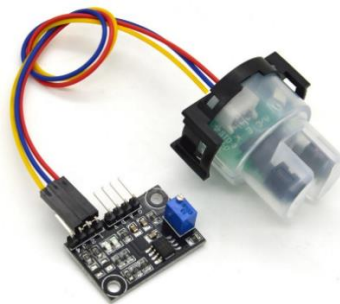


Gambar 2.5 Sensor Suhu Air DS18B20

2.14 Sensor Kekeruhan Air (SEN0189)

Sensor kekeruhan air dapat mendeteksi kekeruhan air dengan membaca sifat optik air oleh sinar dan menggunakan cahaya untuk memantulkannya. Nephelometer Turbidity Unit (NTU) adalah satuan nilai yang digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air (Delwizar et al., 2021). Sensor kekeruhan mendeteksi dan membantu mengukur tingkat kekeruhan air dengan melihat sifat optik air pada sinar. Sebagian besar, kekeruhan air sendiri disebabkan oleh jumlah partikel di dalamnya yang tidak dapat dilihat oleh mata telanjang. Semakin banyak partikel di dalam air, semakin gelap airnya.

Sensor ini beroperasi pada tegangan 5VDC dan mengeluarkan tegangan antara 0 dan 4,5VDC. Perubahan tingkat kekeruhan zat cair akan memengaruhi jumlah cahaya yang diterima penerima. Perubahan jumlah intensitas cahaya kemudian diproses menjadi sinyal listrik, yang dapat dihitung dengan mengubah nilai kekeruhan dengan satuan Nephelometric Turbidity Unit (NTU) (Delwizar et al., 2021).

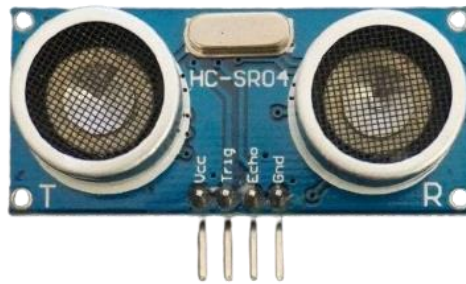


Gambar 2.6 Sensor Kekeruhan Air SEN0189

2.15 Sensor Ultrasonic (HC-SR04)

Sensor ultrasonik HC-SR04 mendeteksi adanya objek dengan menggunakan gelombang ultrasonik dengan frekuensi sangat tinggi di atas 20 kHz (Delwizar et al., 2021). Prinsipnya adalah gelombang suara ditransmisikan dan dipantulkan kembali jika mengenai suatu objek (Perdana & Wellem, 2023).

Sensor ini dapat mendeteksi jarak dari 2 cm hingga 400 cm, atau 1 inci hingga 4 meter, dengan kemampuan deteksi yang sangat baik, akurasi tinggi, dan pembacaan stabil dalam modul yang mudah digunakan. Ini bekerja tanpa terpengaruh oleh sinar matahari atau bahan hitam, tidak seperti pengukur inframerah Sharp GP (Winatan et al., 2023).



Gambar 2.7 Sensor Ultrasonic

2.16 Solenoid Valve

Solenoid valve adalah jenis katup yang digerakkan oleh energi listrik yang memiliki coil yang akan menggerakkan piston untuk membuka katup secara otomatis jika diberi energi listrik (Delwizar et al., 2021). Solenoid valve adalah elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida, seperti sistem kontrol mesin, sistem pneumatik, atau sistem hidrolik yang membutuhkan elemen kontrol otomatis.

Valve selenoid memiliki dua saluran: outlet (saluran keluar) dan inlet (saluran masuk). Saluran masuk berfungsi sebagai lubang untuk air atau cairan, dan saluran keluar berfungsi sebagai tempat atau terminal keluarnya cairan. Dalam kedua situasi ini, solenoid valve bertugas memutuskan atau mengalirkan aliran air pada saluran air.



Gambar 2.8 Selenoid Valve

2.17 Relay

Peralatan elektronik yang disebut relay dapat memutuskan atau menghubungkan rangkaian elektronik. Pada dasarnya, relay adalah saklar elektromagnetik. Ketika arus mengalir melalui kumparan, inti besi menjadi magnet, menarik kontak relay. Jika gaya magnet dapat mengalahkan gaya pegas yang berlawanan dengannya, kontak relay dapat ditarik. Jumlah gaya magnet yang ditetapkan oleh medan pada celah udara pada inti dan jangkar magnet, banyak lilitan kumparan (juga dikenal sebagai inperal lilitan) dan pelawan magnet yang ada pada sirkuit pemagnetan (Cakra et al., 2023).

Relay dapat digunakan untuk mengontrol motor AC dengan rangkaian kendali DC atau untuk mengontrol beban lain yang menggunakan sumber tegangan yang berbeda, antara tegangan beban dan rangkaian kendali. Salah satu penggunaan relay adalah sebagai kontrol on/off pada berbagai sumber tegangan, sebagai pengatur, sebagai pelaksana rangkaian tunda (delay), atau sebagai perlindungan dengan memutus hubungan atau jalur dari sumber tenaga ke beban dalam artian pemutus arus pada kondisi tertentu.



Gambar 2.9 Relay 12V

2.18 Unified Modeling Language

Bahasa pemodelan perangkat lunak Unified Modeling Language (UML) adalah sebuah bahasa yang telah distandardisasi sebagai media penulisan cetak biru perangkat lunak (Pressman). UML digunakan untuk visualisasi, spesifikasi, konstruksi, dan dokumentasi beberapa komponen sistem perangkat lunak (Abdillah, 2021). UML digunakan untuk menggambarkan sistem kontrol pergantian air otomatis berbasis IoT, yang terdiri dari beberapa diagram: flowchart, use case, activity diagram, Entity-Relationship Diagram (ERD), dan class diagram.

Dalam penelitian ini, saya menggunakan flowchart sebagai satu-satunya bentuk representasi UML untuk memodelkan alur kerja sistem. Flowchart dipilih karena mampu secara jelas dan sederhana menggambarkan langkah-langkah proses dalam sistem kontrol pergantian air otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Setiap tahapan dalam sistem, mulai dari inisialisasi sensor, pemantauan kualitas air, hingga eksekusi pergantian air, dapat divisualisasikan secara sistematis melalui flowchart.

Flowchart ini membantu memperlihatkan logika keputusan dan alur proses yang terjadi dalam sistem, seperti saat sensor mendeteksi parameter kualitas air yang tidak sesuai, dan tindakan otomatis diambil untuk mengaktifkan solenoid valve guna mengganti air di kolam.

2.19 Penelitain Terdahulu

Penelitian mengenai pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam budidaya perikanan telah berkembang dalam beberapa tahun terakhir. Beberapa studi sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT dalam sistem pemantauan kualitas air mampu meningkatkan efisiensi, ketepatan, dan

kenyamanan bagi pembudidaya ikan. Berikut ini adalah beberapa penelitian yang menjadi acuan dan pembanding dalam pengembangan sistem ini:

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Tahun	Judul
1	Kharisma & Thaha	2020	Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Penanganan Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis Internet Of Things (IOT)
2	Amelia	2019	Sistem Monitoring Budidaya Ikan Lele Teknik Bioflok Berdasarkan Suhu Dan PH Air
3	Hemal et al.	2024	An Integrated Smart Pond Water Quality Monitoring and Fish Farming Recommendation Aquabot System.

1. Kharisma & Thaha (2020) dalam penelitiannya yang berjudul “Monitoring Kualitas Air Akuarium Menggunakan IoT Berbasis NodeMCU” mengembangkan sistem pemantauan kualitas air dengan sensor pH dan suhu yang terhubung ke aplikasi Blynk. Sistem ini hanya bersifat monitoring dan tidak memiliki fitur kontrol otomatis terhadap kondisi air. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun sistem mampu memberikan informasi secara real-time, pembudidaya masih harus bertindak secara manual.

2. Amelia (2019) melakukan penelitian berjudul “Sistem Pemantauan Kualitas Air pada Budidaya Ikan Lele Menggunakan Arduino UNO” yang memanfaatkan sensor pH dan suhu untuk menampilkan data pada LCD. Penelitian ini bersifat

lokal (offline) dan belum menggunakan konektivitas IoT, sehingga tidak dapat diakses dari jarak jauh dan tidak mendukung pengambilan keputusan secara otomatis.

3. Hemal et al. (2024) dalam studi internasionalnya memperkenalkan sistem Aquabot, yaitu sistem pintar berbasis IoT yang mampu memantau kualitas air serta memberikan rekomendasi pergantian air kepada pengguna melalui aplikasi seluler. Namun, sistem ini tidak dilengkapi dengan aktuator otomatis seperti solenoid valve, sehingga belum mampu menggantikan air secara mandiri tanpa campur tangan pengguna.

Berdasarkan studi yang telah dilakukan, sebagian besar sistem yang dikembangkan pada penelitian sebelumnya menitikberatkan pada aspek pemantauan kondisi air dan belum mencakup pengendalian otomatis secara penuh. Fitur utama seperti aktivasi solenoid valve berdasarkan parameter air yang tidak sesuai belum menjadi fokus utama dalam sistem yang telah ada.

Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini menawarkan pendekatan yang lebih menyeluruh, yakni dengan menggabungkan pemantauan real-time dan pengendalian otomatis. Selain itu, penggunaan empat parameter utama (pH, suhu, kekeruhan, dan tinggi air) membuat sistem ini lebih akurat dalam menentukan kondisi aktual kolam. Integrasi sensor dengan ESP32 dan pemanfaatan platform Blynk memungkinkan pengguna untuk tidak hanya memantau tetapi juga mengatur sistem dari jarak jauh melalui smartphone.

Dengan pendekatan tersebut, sistem ini mampu memberikan solusi yang praktis dan aplikatif bagi pembudidaya ikan dalam meningkatkan efisiensi

operasional serta menekan risiko kegagalan panen akibat kualitas air yang menurun secara tiba-tiba.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini berfokus pada perancangan dan pengujian prototipe sistem kontrol pergantian air pada kolam ikan lele berbasis Internet of Things (IoT). Alat yang dirancang bertujuan untuk membantu pengguna dalam memantau dan mengontrol kualitas air secara otomatis, sehingga kondisi air tetap optimal untuk budidaya ikan lele. Dengan menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler yang terhubung dengan sensor-sensor terkait, seperti sensor pH, sensor suhu, dan sensor kekeruhan air, alat ini mampu mengumpulkan data real-time tentang kondisi air. Data ini kemudian dikirimkan ke aplikasi Blynk melalui jaringan internet untuk pemantauan jarak jauh.

Selain memberikan kemudahan bagi pengguna, sistem ini juga dirancang untuk melakukan pergantian air secara otomatis ketika kondisi air sudah tidak layak, seperti ketika tingkat kekeruhan terlalu tinggi atau suhu air terlalu panas. Pengguna dapat menerima notifikasi langsung dari aplikasi Blynk ketika perubahan kualitas air terjadi. Penelitian ini juga menguji keandalan dan akurasi dari sistem dalam merespons perubahan kondisi air, sehingga mampu meningkatkan efisiensi dalam budidaya ikan lele.

3.2 Studi Literatur

Dalam mendasari perancangan sistem ini, studi literatur yang dilakukan mengacu pada beberapa teori terkait Internet of Things, pemrosesan data sensor, dan pengendalian otomatis menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32.

Studi literatur ini menyoroti pentingnya pemantauan kualitas air secara berkelanjutan

dalam budidaya ikan, di mana parameter-parameter seperti pH, suhu, dan kekeruhan air memengaruhi kesehatan dan pertumbuhan ikan lele. Selain itu, penggunaan IoT dalam otomatisasi sistem kontrol air terbukti efektif dalam menjaga keseimbangan lingkungan air.

Penelitian terkait juga mencakup pengembangan sistem kontrol yang mampu mengintegrasikan sensor dan aktuator, seperti selenoid valve dan relay, yang bertanggung jawab dalam mengatur aliran dan pergantian air secara otomatis. Studi ini juga mengamati berbagai pendekatan dalam desain antarmuka pengguna menggunakan aplikasi Blynk, yang memudahkan pengguna untuk memantau dan mengontrol sistem dari jarak jauh dengan mudah melalui perangkat mobile.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

1. Perangkat Keras (Hardware)

Untuk merealisasikan sistem ini, sejumlah perangkat keras diperlukan. Pertama, NodeMCU ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler utama yang mengelola pengumpulan data dari sensor-sensor dan mengendalikan aktuator. Sensor pH air, sensor suhu air, dan sensor kekeruhan air bertugas untuk mengukur kualitas air secara real-time. Selain itu, baseboard NodeMCU ESP32 digunakan untuk memudahkan koneksi antara sensor dan mikrokontroler. Kabel jumper berfungsi untuk menghubungkan sensor dengan mikrokontroler, sedangkan casebox digunakan untuk melindungi perangkat dari lingkungan luar.

Solenoid valve dipasang pada saluran air untuk mengatur aliran masuk dan keluar air dari kolam. Relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang mengontrol pergerakan katup air, sementara sensor ultrasonik dipasang untuk mendeteksi level air dalam kolam. Keseluruhan sistem dihubungkan melalui jaringan listrik

menggunakan adaptor yang menyediakan daya untuk NodeMCU dan sensor-sensor lainnya.

2. Perangkat Lunak (Software)

Pada sisi perangkat lunak, sistem ini menggunakan beberapa aplikasi untuk perancangan dan pengembangan. Blynk App adalah platform IoT yang memudahkan pengguna untuk memantau kondisi air dan mengontrol sistem dari jarak jauh melalui antarmuka mobile. Arduino IDE digunakan untuk memprogram NodeMCU ESP32, yang memungkinkan pengolahan data sensor serta pengendalian aktuator secara otomatis. Selain itu, Draw.io digunakan untuk merancang diagram sistem, termasuk hubungan antar komponen dan alur kerja sistem secara keseluruhan.

3.4 Prosedur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian

Pada diagram alir yang ditampilkan, proses dimulai dengan penulis melakukan studi literatur untuk mempelajari teori-teori yang relevan sebagai dasar dalam perencanaan dan perancangan sistem. Fokus utama penelitian ini adalah memahami cara kerja, desain, dan pembuatan alat monitoring kualitas air pada kolam ikan lele, termasuk komponen serta fiturnya. Setelah studi literatur, penulis melanjutkan ke tahap perancangan sistem monitoring kualitas air pada kolam ikan

lele, diikuti dengan proses pembuatan yang mencakup baik aplikasi maupun perangkat keras.

Tahap berikutnya setelah pembuatan adalah pengujian sistem, yang mencakup uji coba pada aplikasi dan perangkat alat monitoring. Data yang dihasilkan dari proses pengujian ini kemudian akan dianalisis dan dibahas untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai kinerja sistem. Setelah analisis dan pembahasan selesai, penulis akan menyusun kesimpulan yang merangkum hasil penelitian, menandai selesainya prosedur penelitian.

3.5 Tahap Perancangan

Perancangan sistem kontrol pergantian air berbasis IoT terdiri dari dua komponen utama: perancangan perangkat keras (hardware) dan perancangan perangkat lunak (software).

1. Perancangan Sistem

Pada Gambar 3.2 akan digunakan untuk menjelaskan proses alur kerja yang dibuat pada alat sistem kontrol pergantian air pada kolam budidaya ikan lele berbasis internet of things. Proses sistem yang dibangun dimulai dengan menginisialisasi nodeMCU ESP32 dan perangkat hardware lainnya.

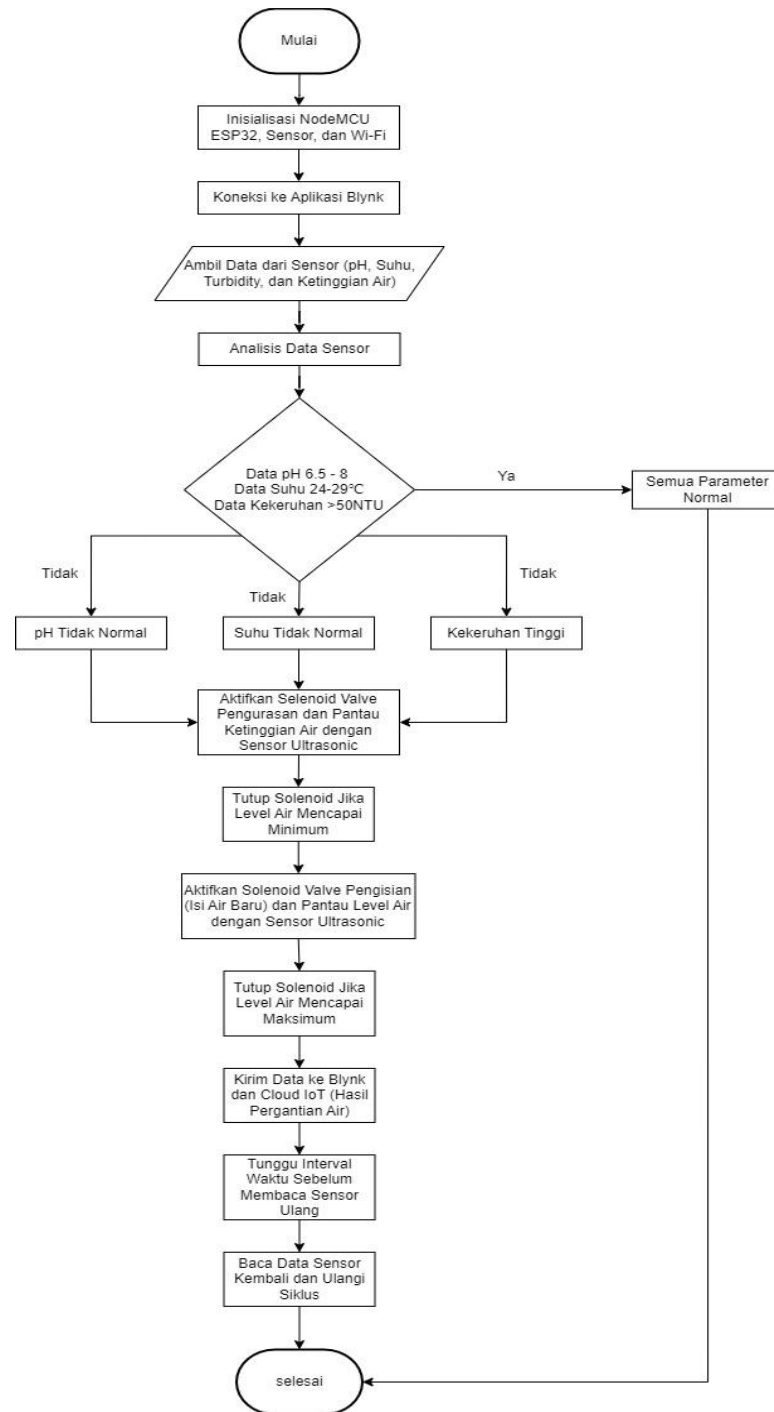
Sistem dimulai dengan memeriksa koneksi internet untuk memastikan bahwa NodeMCU ESP32 terhubung dengan jaringan. Setelah koneksi internet dipastikan, NodeMCU ESP32 memberikan sinyal kepada berbagai sensor, termasuk sensor DS18B20 untuk suhu, sensor pH, sensor SEN0189 untuk kekeruhan, sensor ultrasonic untuk ketinggian air, serta relay dan solenoid valve.

Data dari sensor-sensor ini kemudian diambil dan dianalisis. Sistem memeriksa apakah nilai pH berada dalam rentang 6.5 hingga 8, suhu air antara 24

hingga 29°C, dan kekeruhan air tidak melebihi 50 NTU. Jika semua parameter berada dalam batas yang ditentukan, sistem akan melanjutkan ke mode monitoring, menunggu interval waktu tertentu sebelum memulai siklus pembacaan data sensor berikutnya.

Namun, jika salah satu dari parameter tersebut tidak memenuhi kriteria, sistem akan memutuskan untuk melakukan proses pergantian air. Proses ini melibatkan pengaktifan relay untuk memberikan daya kepada solenoid valve. Solenoid valve berfungsi untuk mengeluarkan air dari kolam ikan lele dan mengalirkan air dari tandon ke dalam kolam untuk menggantikan air yang telah dikeluarkan.

Setelah proses pergantian air selesai, sistem kembali ke mode monitoring dan menunggu interval waktu tertentu sebelum memulai siklus pembacaan data sensor berikutnya. Jika parameter air Kembali berada dalam batas normal, sistem akan terus memantau tanpa melakukan tindakan. Jika ditemukan masalah pada pembacaan berikutnya, siklus pergantian air akan diulang secara otomatis.



Gambar 3.2 Diagram Alir Perancangan Sistem Monitoring

2. Perancangan Code

Proses perancangan kode program dimulai dengan inisialisasi NodeMCU ESP32 dan perangkat keras lainnya. Kode dirancang menggunakan Arduino IDE versi 2.0 dengan bahasa C++. Langkah pertama adalah memastikan bahwa

NodeMCU dapat terhubung dengan internet melalui Wi-Fi agar data dari sensor dapat dikirimkan ke aplikasi Blynk untuk pemantauan jarak jauh. Selanjutnya, kode diatur untuk membaca data dari sensor pH, sensor suhu, sensor turbidity, dan sensor ultrasonic. Data ini kemudian dikirimkan ke aplikasi Blynk untuk ditampilkan kepada pengguna.

Dalam sistem ini, kode juga dirancang untuk mengambil tindakan otomatis berdasarkan data yang diterima. Misalnya, jika data sensor menunjukkan bahwa pH air di luar rentang 6,5-8 atau tingkat kekeruhan lebih dari 50 NTU, maka sistem akan mengirimkan notifikasi ke aplikasi Blynk dan secara otomatis melakukan pergantian air menggunakan relay dan solenoid valve. Dengan demikian, sistem tidak hanya bersifat monitoring, tetapi juga dapat berfungsi sebagai kontrol otomatis yang menjaga kualitas air tetap ideal.

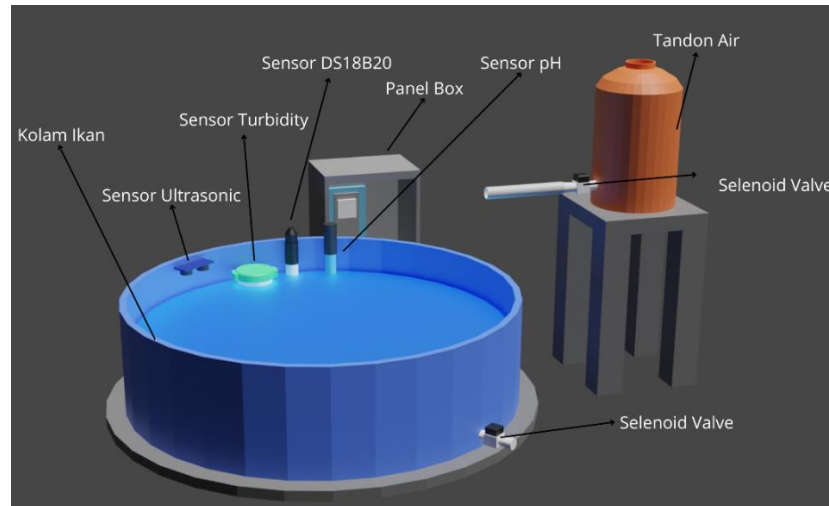
3.6 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan menggunakan beberapa sensor yang berfungsi untuk memantau kondisi air secara real-time. Sensor pH digunakan untuk mengukur keasaman atau kebasaan air di kolam ikan lele, sementara sensor suhu mendeteksi suhu air yang penting untuk menjaga kenyamanan dan kesehatan ikan. Selain itu, sensor turbidity digunakan untuk mengukur kekeruhan air, yang merupakan indikasi dari tingkat kebersihan air. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketinggian air, memastikan bahwa volume air di kolam tetap stabil.

Data yang dihasilkan oleh setiap sensor dikirimkan ke NodeMCU ESP32, yang kemudian mengolah dan mengirimkannya ke aplikasi Blynk. Melalui aplikasi ini, pengguna dapat memantau kondisi air secara real-time dan menerima notifikasi ketika kualitas air di luar batas aman. Proses pengambilan data ini

dilakukan secara kontinu sehingga memungkinkan pemantauan yang akurat dan tepat waktu.

3.7 Mockup Sistem Kontrol Pergantian Air



Gambar 3.3 Sistem Kontrol Air Pada Kolam Ikan Lele

Pada Gambar 3.3 dijelaskan arsitektur sistem kontrol pergantian air pada kolam budidaya ikan lele. Sistem ini melibatkan beberapa komponen, termasuk sensor pH, sensor suhu, sensor kekeruhan, dan sensor ultrasonik, yang bekerja sama untuk memantau kondisi air di dalam kolam. Data dari sensor dikirimkan ke NodeMCU ESP32, yang kemudian mengirimkan informasi ini ke aplikasi Blynk. Pengguna dapat melihat data ini melalui smartphone mereka dan menerima notifikasi ketika kualitas air memerlukan perhatian khusus.

Selain fungsi monitoring, sistem ini juga dilengkapi dengan kontrol otomatis yang dapat mengeksekusi pergantian air secara mandiri. Ketika parameter air berada di luar rentang yang telah ditentukan, relay akan diaktifkan untuk membuka solenoid valve, mengeluarkan air kotor dari kolam, dan mengisi ulang kolam dengan air bersih dari tandon.

3.8 Tahapan Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi performa sistem secara keseluruhan, baik dari segi akurasi sensor dalam mengukur parameter kualitas air maupun kecepatan respon sistem dalam mengeksekusi pergantian air. Pengujian dimulai dengan memastikan bahwa seluruh sensor dapat memberikan data yang akurat dalam berbagai kondisi lingkungan air, termasuk suhu tinggi, pH yang rendah, dan air yang keruh. Hasil dari pengukuran sensor dibandingkan dengan alat ukur manual untuk memverifikasi akurasi sistem.

Selain pengujian sensor, sistem kontrol otomatis juga diuji untuk memastikan bahwa proses pergantian air berjalan lancar. Tahap pengujian ini mencakup pengaktifan relay dan solenoid valve untuk mengganti air ketika parameter air berada di luar batas normal. Evaluasi dilakukan untuk mengukur keandalan sistem dan memastikan bahwa pengguna dapat menerima notifikasi dengan tepat waktu.

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1. Spesifikasi Sistem

Pada bagian ini dijelaskan hardware dan perangkat lunak yang digunakan untuk membuat sistem kontrol pergantian air otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor pH, sensor suhu DS18B20, sensor turbidity, sensor ultrasonik JSN-SR04T, relay, dan solenoid valve.

Perangkat keras yang digunakan dalam sistem ini meliputi:

1. ESP32 WROOM32. Mikrokontroler utama yang memiliki konektivitas WiFi dan Bluetooth. ESP32 digunakan untuk membaca data sensor, memproses logika kontrol, serta mengendalikan relay untuk membuka atau menutup solenoid valve.
2. Sensor pH PH-4502C. Sensor ini digunakan untuk mengukur tingkat keasaman air kolam. Ini melakukannya dengan mengirimkan data analog kepada ESP32, yang kemudian diolah untuk menentukan kondisi kualitas air.
3. Sensor Suhu DS18B20. Suhu air kolam diukur oleh sensor ini, yang menggunakan komunikasi OneWire dan hanya membutuhkan satu pin data.
4. Sensor Turbidity. Sensor ini mengukur tingkat kekeruhan air dan menghasilkan nilai analog yang diolah untuk menentukan apakah air perlu diganti atau tidak.
5. Sensor Ultrasonik. Sensor ini mengukur ketinggian air kolam untuk memastikan volume air tetap pada tingkat yang diinginkan.

6. Relay 2 Channel Digunakan untuk mengendalikan solenoid valve pembuangan dan pengisian air.
7. Solenoid Valve. Komponen yang mengontrol aliran air berdasarkan perintah dari mikrokontroler.

Berikut ini adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menerapkan sistem ini:

1. Arduino IDE

Digunakan untuk menulis dan mengunggah program ke dalam mikrokontroler ESP32.

2. Blynk IoT Platform

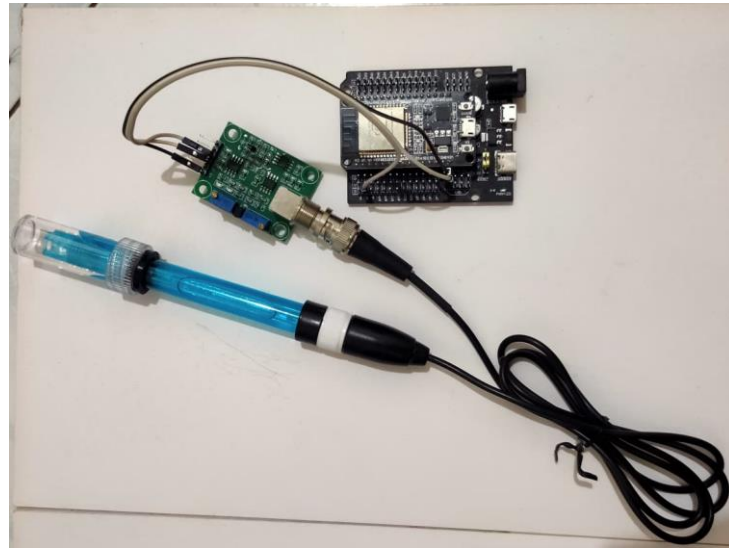
Aplikasi berbasis Android/iOS yang digunakan untuk monitoring dan notifikasi kualitas air secara real-time.

4.2. Langkah-Langkah Pembuatan Sistem

Proses implementasi sistem kontrol pergantian air kolam lele berbasis Internet of Things (IoT) ini dilakukan melalui beberapa tahapan utama yang saling berkaitan, mulai dari tahap perancangan perangkat keras, konfigurasi aplikasi Blynk, hingga pemrograman perangkat lunak pada mikrokontroler ESP32. Tujuan dari sistem ini adalah agar kualitas air kolam dapat terpantau secara real-time dan dilakukan pergantian air secara otomatis berdasarkan parameter tertentu, yaitu pH, suhu, kekeruhan (turbidity), serta ketinggian air. Berikut ini dijelaskan secara lengkap setiap langkah pembuatan sistem.

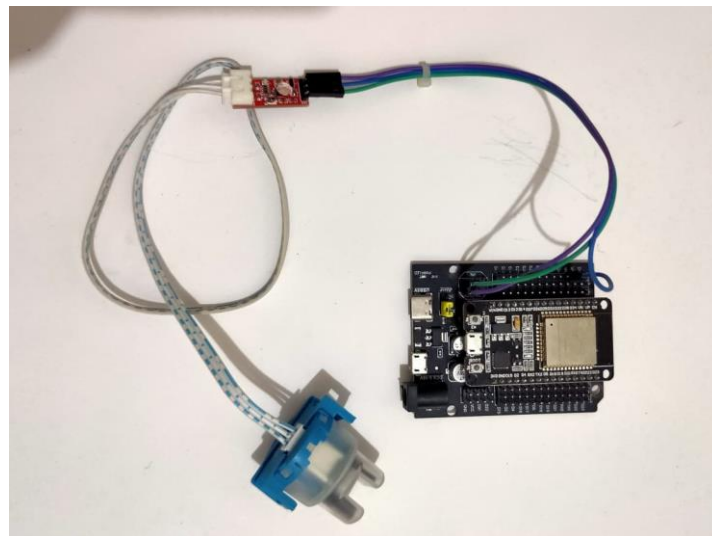
Langkah pertama adalah merancang rangkaian perangkat keras yang terdiri dari sensor pH, sensor kekeruhan (turbidity), sensor suhu DS18B20, sensor ultrasonik JSN-SR04T, 1 buah relay 2 kanal, serta mikrokontroler ESP32. Sensor pH berfungsi untuk membaca kadar keasaman air. Sensor ini dihubungkan ke pin

digital VP (GPIO36) pada ESP32 sesuai dengan rancangan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1.



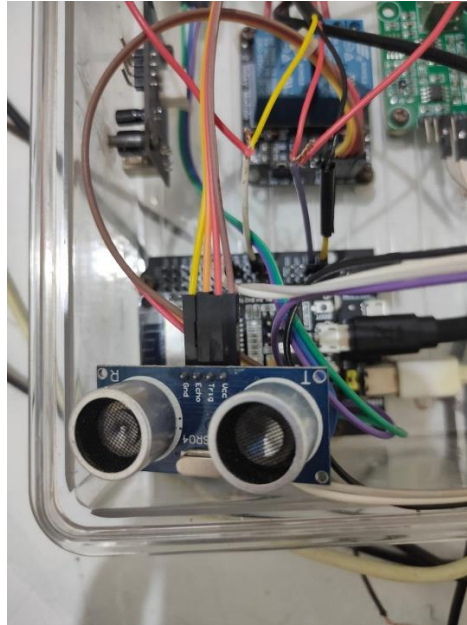
Gambar 4.1. Hubungan Pin Antar Sensor pH air dan ESP32

Selanjutnya, untuk mengukur kekeruhan kualitas air sensor turbidity dihubungkan ke pin digital VN (GPIO39) pada ESP32 sesuai dengan rancangan seperti yang ditunjukkan gambar 4.2.



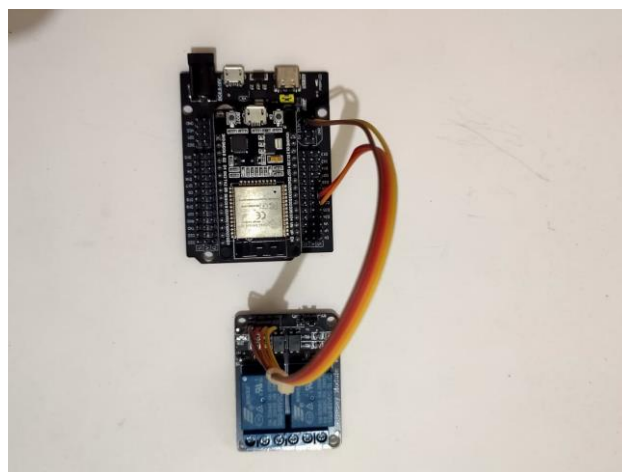
Gambar 4.2. Hubungan Pin Antar Sensor Turbidity air dan ESP32

Kemudian, untuk mengukur ketinggian air sensor ultrasonic dihubungkan ke pin digital GPIO5 dan echo pada pin digital GPIO18 pada ESP32 sesuai dengan rancangan seperti yang ditunjukkan gambar 4.3.



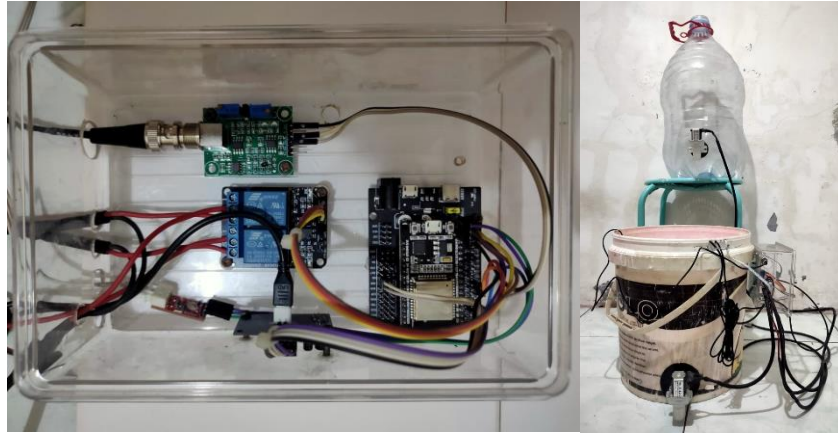
Gambar 4.3. Hubungan Pin Antar Sensor Ultrasonic dan ESP32

Selanjutnya, untuk mengatur nyala dan matinya solenoid valve digunakan modul relay 2 channel yang dihubungkan ke pin GPIO33 untuk mengisi air dan ke pin GPIO32 untuk buang air pada ESP32 sesuai dengan rancangan seperti yang ditunjukkan gambar 4.4.



Gambar 4.4. Hubungan Pin Antar Relay dan ESP32

Setelah itu, seluruh perangkat keras dihubungkan menjadi satu rangkaian lengkap yang terdiri dari sensor-sensor, ESP32, relay, dan aktuator (pompa/valve) seperti terlihat pada gambar 4.5.



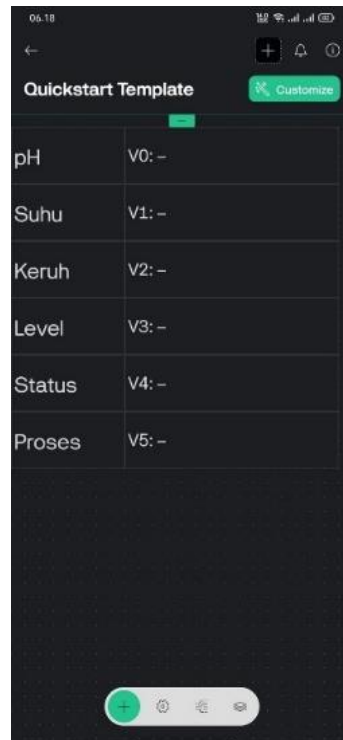
Gambar 4.5. Rangkaian Perangkat Keras Sistem Kontrol Air Kolam

Setelah penyusunan rangkaian selesai, langkah berikutnya adalah melakukan konfigurasi sistem pada aplikasi Blynk. Aplikasi ini berfungsi sebagai antarmuka pengguna untuk mengontrol dan memonitor status kolam secara real-time melalui koneksi internet. Pengguna terlebih dahulu membuat sebuah template baru di aplikasi Blynk dengan nama template “Quickstart Template”. Selanjutnya, sistem akan secara otomatis memberikan token autentikasi (BLYNK_AUTH_TOKEN) yang digunakan dalam kode program untuk menghubungkan ESP32 dengan server Blynk. Token ini menjadi elemen penting dalam proses integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak karena menjadi pengenalan unik dari setiap proyek yang dibuat seperti yang ada pada gambar 4.6.

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID
"TMPL6PxtIY5sF"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME
"Quickstart Template"
```

Gambar 4.6. Token Blynk

Dalam pengaturan antarmuka Blynk, pengguna menambahkan 10 buah widget utama, yaitu Text dan Tampilan nilai (Labeled Value). Widget Labeled Value pH ditempatkan pada pin virtual V0 dan berfungsi sebagai tampilan nilai yang digunakan untuk menampilkan status pH air, yaitu nilai ketika nilai pH air terdeteksi. Widget Labeled Value Suhu ditempatkan pada pin virtual V1 dan berfungsi sebagai tampilan nilai yang digunakan untuk menampilkan status suhu air, yaitu nilai ketika nilai suhu air terdeteksi. Widget Labeled Value Turbidity(Kekeruhan) ditempatkan pada pin virtual V2 dan berfungsi sebagai tampilan nilai yang digunakan untuk menampilkan status kekeruhan air, yaitu ketika nilai kekeruhan air terdeteksi. Widget Labeled Value Ultrasonic (ketinggian air) ditempatkan pada pin virtual V3 dan berfungsi sebagai tampilan nilai yang digunakan untuk menampilkan status ketinggian air, yaitu nilai ketika nilai ketinggian air terdeteksi. Widget Labeled Value Status ditempatkan pada pin virtual V4 dan berfungsi sebagai tampilan status sistem. Widget Labeled Value Indikator ditempatkan pada pin virtual V5 dan berfungsi sebagai tampilan indikator proses pergantian air sedang berlangsung atau tidak dengan menampilkan indikator biner 1/0. seperti yang ada pada gambar 4.7.



Gambar 4.7. Widget Utama

Langkah selanjutnya adalah penulisan kode program menggunakan Arduino IDE. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah C/C++ dan memanfaatkan beberapa pustaka penting, seperti `WiFi.h` untuk terhubung ke internet, `BlynkSimpleEsp32.h` untuk berinteraksi dengan server Blynk, dan `OneWire.h` dan `DallasTemperature.h` untuk membaca sensor suhu DS18B20.

Program diawali dengan mendefinisikan parameter autentikasi yang diperlukan oleh aplikasi Blynk, yaitu `BLYNK_TEMPLATE_ID`, `BLYNK_TEMPLATE_NAME`, dan `BLYNK_AUTH_TOKEN`. Nilai ini berfungsi sebagai identitas unik agar perangkat ESP32 dapat terhubung dan mengirim data ke server Blynk.

Selanjutnya, beberapa pustaka di-*import* yaitu `WiFi.h` untuk koneksi internet, `BlynkSimpleEsp32.h` untuk komunikasi dengan platform Blynk, serta `OneWire.h` dan `DallasTemperature.h` untuk komunikasi dengan sensor suhu DS18B20.


```

1  #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6PxtIY5sF"
2  #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Quickstart Template"
3  #define BLYNK_AUTH_TOKEN "GEMITxIReiyvcNFHK-OJQDID6zKQ7uz8"
4
5  #include <WiFi.h>
6  #include <BlynkSimpleEsp32.h>
7  #include <OneWire.h>
8  #include <DallasTemperature.h>

```

Gambar 4.8. Code Pustaka dan Deklarasi

Selanjutnya program mendefinisikan SSID dan password jaringan WiFi melalui variabel char ssid[] dan char pass[]. Informasi ini diperlukan agar ESP32 dapat terhubung dengan jaringan nirkabel. Pada bagian berikutnya, dilakukan pemetaan pin sensor dan aktuator. Sebagai contoh, pin GPIO34 digunakan untuk sensor pH, GPIO35 untuk sensor turbidity, GPIO5 dan GPIO18 untuk sensor ultrasonik JSN-SR04T, sedangkan GPIO25 dan GPIO26 digunakan untuk relay yang mengendalikan solenoid valve pembuangan dan pengisian air. Agar pengendalian relay lebih mudah, dibuat makro RELAY_ON() dan RELAY_OFF() dengan logika aktif HIGH.

```

13 #define PH_SENSOR_PIN 34
14 #define TURBIDITY_SENSOR_PIN 35
15 #define ULTRASONIC_TRIG_PIN 5
16 #define ULTRASONIC_ECHO_PIN 18
17 #define ONE_WIRE_BUS 4
18 #define RELAY_VALVE_OUT 25 // IN1 → valve kolam (pembuangan)
19 #define RELAY_VALVE_IN 26 // IN2 → valve tandon (pengisian)
20
21 const bool RELAY_ACTIVE_HIGH = true;
22 #define RELAY_ON(pin) digitalWrite(pin, RELAY_ACTIVE_HIGH ? HIGH : LOW)
23 #define RELAY_OFF(pin) digitalWrite(pin, RELAY_ACTIVE_HIGH ? LOW : HIGH)

```

Gambar 4.9. Code Konfigurasi Wifi dan Pin Sensor

Selanjutnya pada bagian ini, dilakukan kalibrasi sensor-sensor utama. Sensor pH dikalibrasi dengan persamaan linear menggunakan parameter m_raw dan b_raw, sedangkan sensor turbidity menggunakan pendekatan kalibrasi berbasis tegangan dengan dua titik referensi (air mineral sebagai acuan jernih, dan kopi sebagai acuan keruh). Persamaan kalibrasi turbidity disusun dalam bentuk linear yang menghasilkan slope (TURB_SLOPE) dan intercept (TURB_INTERCEPT).

```

26 float m_raw = -0.0042869;
27 float b_raw = 20.5403;
28
29 const float V_AQUA = 1.544;
30 const float NTU_AQUA = 0.5;
31 const float V_KOPI = 0.127;
32 const float NTU_KOPI = 150.0;
33 const float TURB_SLOPE = (NTU_KOPI - NTU_AQUA) / (V_KOPI - V_AQUA);
34 const float TURB_INTERCEPT = NTU_AQUA - (TURB_SLOPE * V_AQUA);

```

Gambar 4.10. Code Kalibrasi Sensor

Kemudian program menetapkan nilai ambang batas yang digunakan untuk menentukan kualitas air, misalnya pH normal pada kisaran 6.5–8, suhu optimal 24–29°C, turbidity maksimum 50 NTU, serta ketinggian air pada 35–40 cm. Nilai ambang batas ini menjadi dasar keputusan apakah pergantian air perlu dilakukan atau tidak. Bagian ini ditunjukkan pada Gambar 4.11.

```

36 const float pH_LOW_THRESHOLD = 6.5;
37 const float pH_HIGH_THRESHOLD = 8.0;
38 const float TEMP_LOW_THRESHOLD = 24.0;
39 const float TEMP_HIGH_THRESHOLD = 29.0;
40 const float TURBIDITY_THRESHOLD = 50.0;
41
42 const int WATER_LEVEL_LOW_CM = 22;
43 const int WATER_LEVEL_HIGH_CM = 25;
44 const int TINGGI_EMBER = 30; // tinggi ember 30 cm

```

Gambar 4.11. Code Ambang Batas Kualitas Air

Berikutnya, dideklarasikan sejumlah variabel global untuk menyimpan hasil pembacaan sensor seperti pHValue, temperature, turbidityNTU, dan waterLevelCM. Selain itu terdapat variabel logika seperti waterChangeInProgress, fillingInProgress, dan drainingInProgress yang berfungsi sebagai penanda status proses pergantian air.

```

45 float pHValue = 0.0;
46 float temperature = 0.0;
47 float turbidityNTU = 0.0;
48 int waterLevelCM = -1;
49
50 bool waterChangeInProgress = false;
51 bool fillingInProgress = false;
52 bool drainingInProgress = false;

```

4.12. Code Deklarasi Variabel dan Status Sensor

Kemudian, program mendefinisikan sejumlah Virtual Pin pada aplikasi Blynk. Misalnya, V0 digunakan untuk menampilkan nilai pH, V1 untuk suhu, V2 untuk kekeruhan, V3 untuk level air, V4 untuk status kualitas air (baik atau buruk), dan V5 untuk status proses (idle, menambah, membuang, atau pergantian air)..

```

69  #define VPIN_PH      V0
70  #define VPIN_TEMP    V1
71  #define VPIN_TURBIDITY V2
72  #define VPIN_WATER_LEVEL V3
73  #define VPIN_QUALITY  V4 // status baik/buruk
74  #define VPIN_PROCESS  V5 // status proses

```

Gambar 4.13. Code Virtual Pin

Program memiliki fungsi khusus untuk membaca setiap sensor:

- readpH() membaca tegangan dari sensor pH, lalu mengubahnya menjadi nilai pH melalui persamaan kalibrasi.
- readTemperature() meminta data dari sensor DS18B20 menggunakan protokol OneWire, kemudian mengembalikan nilai suhu dalam Celsius.
- readTurbidity() membaca nilai ADC sensor turbidity, mengubahnya menjadi tegangan, lalu menghitung nilai NTU menggunakan persamaan kalibrasi linear. Jika hasil perhitungan negatif, maka diset menjadi nol.
- readWaterLevel() mengukur ketinggian air dengan sensor ultrasonik berdasarkan durasi pantulan gelombang suara. Nilai jarak kemudian dikonversi ke dalam bentuk tinggi permukaan air.

```

85 float readTemperature() {
86     tempSensors.requestTemperatures();
87     float temp = tempSensors.getTempCByIndex(0);
88     return (temp == DEVICE_DISCONNECTED_C) ? -127 : temp;
89 }
90
91 float readTurbidity() {
92     int analogValue = analogRead(TURBIDITY_SENSOR_PIN);
93     float voltage = analogValue * (3.3 / 4095.0);
94     float ntu = TURB_SLOPE * voltage + TURB_INTERCEPT;
95     return (ntu < 0) ? 0 : ntu;
96 }
97
98 int readWaterLevel() {
99     digitalWrite(ULTRASONIC_TRIG_PIN, LOW);
100    delayMicroseconds(2);
101    digitalWrite(ULTRASONIC_TRIG_PIN, HIGH);
102    delayMicroseconds(10);
103    digitalWrite(ULTRASONIC_TRIG_PIN, LOW);
104
105    long duration = pulseIn(ULTRASONIC_ECHO_PIN, HIGH, 30000); // timeout 30ms
106    if (duration == 0) return -1; // gagal baca
107
108    int distance = (duration * 0.034) / 2; // jarak sensor ke permukaan air
109    int level = TINGGI_EMBER - distance;
110
111    if (level < 0) level = 0;
112    if (level > TINGGI_EMBER) level = TINGGI_EMBER;
113
114    return level;
115 }

```

Gambar 4.14. Code Pembacaan Sensor

Terdapat pula fungsi-fungsi khusus untuk mengatur status sistem dan kontrol proses air. Fungsi `needWaterChange()` digunakan untuk mengevaluasi apakah kualitas air buruk dengan memeriksa apakah parameter pH, suhu, atau kekeruhan berada di luar batas yang telah ditentukan. Jika hasilnya buruk, maka fungsi `performWaterChange()` akan dijalankan untuk memulai proses pergantian air. Proses ini terdiri dari dua tahap, yaitu membuang air terlebih dahulu (draining) kemudian mengisi air kembali (filling). Sebaliknya, fungsi `stopWaterChange()` akan menutup seluruh valve dan menghentikan proses ketika kualitas air sudah kembali normal atau waktu maksimum telah tercapai.

```

117 bool needWaterChange() {
118     bool pHBad = (pHValue < pH_LOW_THRESHOLD) || (pHValue > pH_HIGH_THRESHOLD);
119     bool tempBad = (temperature < TEMP_LOW_THRESHOLD) || (temperature > TEMP_HIGH_THRESHOLD);
120     bool turbidityBad = (turbidityNTU > TURBIDITY_THRESHOLD);
121     return pHBad || tempBad || turbidityBad;
122 }
123
124 String getQualityStatus() {
125     return needWaterChange() ? "Air Buruk" : "Air Baik";
126 }
127
128 void updateQualityStatus() {
129     String qualityStatus = getQualityStatus();
130     if (qualityStatus != lastQualityStatus) {
131         Blynk.virtualWrite(VPIN_QUALITY, qualityStatus);
132         lastQualityStatus = qualityStatus;
133     }
134 }
135
136 void updateProcessStatus(const String &process) {
137     if (process != lastProcessStatus) {
138         Blynk.virtualWrite(VPIN_PROCESS, process);
139         Serial.println(">>> Perubahan Proses: " + process);
140         lastProcessStatus = process;
141     }
142 }
143
144 void controlWaterLevelNormal() {
145     if (waterLevelCM < 0) {
146         updateProcessStatus("Error Sensor");
147         return;
148     }
149
150     if (waterLevelCM > WATER_LEVEL_HIGH_CM) {
151         RELAY_ON(RELAY_VALVE_OUT);
152         RELAY_OFF(RELAY_VALVE_IN);
153         updateProcessStatus("Memuang Air");
154     }
155     else if (waterLevelCM < WATER_LEVEL_LOW_CM) {
156         RELAY_ON(RELAY_VALVE_IN);
157         RELAY_OFF(RELAY_VALVE_OUT);
158         updateProcessStatus("Menambah Air");
159     }
160     else {
161         RELAY_OFF(RELAY_VALVE_IN);
162         RELAY_OFF(RELAY_VALVE_OUT);
163         updateProcessStatus("Idle");
164     }
165 }

```

```

167 void performWaterChange() {
168     if (waterChangeInProgress) return;
169     Serial.println(">>> Pergantian air DIMULAI (kualitas buruk)");
170     waterChangeInProgress = true;
171     drainingInProgress = true;
172     fillingInProgress = false;
173     waterChangeStartTime = millis();
174
175     RELAY_ON(RELAY_VALVE_OUT);
176     RELAY_OFF(RELAY_VALVE_IN);
177     updateProcessStatus("Pergantian Air (Memuang)");
178 }
179
180 void stopWaterChange() {
181     Serial.println(">>> Pergantian air SELESAI (kualitas baik)");
182     waterChangeInProgress = false;
183     drainingInProgress = false;
184     fillingInProgress = false;
185
186     RELAY_OFF(RELAY_VALVE_OUT);
187     RELAY_OFF(RELAY_VALVE_IN);
188     updateProcessStatus("Idle");
189 }

```

Gambar 4.15. Code Pergantian Air

Fungsi penting lainnya adalah `sendSensorData()`, yang bertugas mengirimkan data sensor ke aplikasi Blynk melalui virtual pin. Data yang dikirim meliputi nilai pH, suhu, turbidity, dan level air. Selain itu, fungsi ini juga memanggil `printStatusIndicator()` untuk mencetak ringkasan kondisi air dan status proses ke

Serial Monitor. Dengan demikian, pengguna dapat memantau data baik melalui aplikasi Blynk maupun langsung melalui serial.

```

191 void printStatusIndicator() {
192   Serial.println("=====");
193   Serial.println("          SISTEM MONITORING KOLAM");
194   Serial.println("=====");
195
196   String qualityStatus = getQualityStatus();
197   Serial.print("Kualitas Air: ");
198   Serial.print(qualityStatus == "Air Baik" ? "✓ BAIK" : "X BURUK");
199   Serial.print(" | Proses: ");
200   Serial.println(lastProcessStatus);
201   Serial.println("-----");
202 }
203
204 void sendSensorData() {
205   Blynk.virtualWrite(VPIN_PH, pHValue);
206   Blynk.virtualWrite(VPIN_TEMP, temperature);
207   Blynk.virtualWrite(VPIN_TURBIDITY, turbidityNTU);
208   Blynk.virtualWrite(VPIN_WATER_LEVEL, (waterLevelCM >= 0) ? waterLevelCM : 0);
209   updateQualityStatus();
210
211   if (millis() - lastSerialPrintTime >= SERIAL_PRINT_INTERVAL) {
212     String currentSensorData = String(pHValue, 2) + String(temperature, 1) + String(turbidityNTU, 1) + String(waterLevelCM);
213     if (currentSensorData != lastSensorData) {
214       printStatusIndicator();
215       lastSensorData = currentSensorData;
216     }
217     lastSerialPrintTime = millis();
218   }
219 }

```

Gambar 4.16. Code Mengirimkan Nilai Sensor

Pada bagian `setup()`, program melakukan inisialisasi komunikasi serial, konfigurasi pin I/O, inisialisasi sensor suhu DS18B20, serta menghubungkan perangkat dengan aplikasi Blynk menggunakan token autentikasi. Program juga mendefinisikan timer agar fungsi `sendSensorData()` dipanggil secara periodik setiap 10 detik

```

222 void setup() {
223   Serial.begin(115200);
224   pinMode(ULTRASONIC_TRIG_PIN, OUTPUT);
225   pinMode(ULTRASONIC_ECHO_PIN, INPUT);
226   pinMode(RELAY_VALVE_IN, OUTPUT);
227   pinMode(RELAY_VALVE_OUT, OUTPUT);
228
229   RELAY_OFF(RELAY_VALVE_IN);
230   RELAY_OFF(RELAY_VALVE_OUT);
231
232   tempSensors.begin();
233   Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
234
235   timer.setInterval(SENSOR_READ_INTERVAL, sendSensorData);
236   updateProcessStatus("Idle");
237
238   Serial.println("Sistem Monitoring Kolam Ikan SIAP");
239   Serial.println();
240 }

```

Gambar 4.17. Code Setup

Terakhir, pada bagian `loop()`, program menjalankan `Blynk.run()` agar komunikasi IoT tetap aktif, serta `timer.run()` agar fungsi yang dijadwalkan tetap

berjalan. Pada bagian ini, nilai sensor diperbarui, kemudian logika kontrol dievaluasi. Jika kualitas air baik, maka dijalankan fungsi `controlWaterLevelNormal()` untuk menjaga level air tetap stabil. Namun jika kualitas air buruk, maka fungsi `performWaterChange()` dipanggil untuk memulai proses pergantian air. Ketika kondisi telah kembali normal atau batas waktu maksimum tercapai, fungsi `stopWaterChange()` dijalankan untuk mengakhiri proses.

```

242 void loop() {
243     Blynk.run();
244     timer.run();
245
246     if (millis() - lastSensorReadTime >= SENSOR_READ_INTERVAL) {
247         lastSensorReadTime = millis();
248         pHValue = readpH();
249         temperature = readTemperature();
250         turbidityNTU = readTurbidity();
251         waterLevelCM = readWaterLevel(); // langsung pakai hasil tanpa smoothing
252     }
253
254     if (millis() - lastBlynkUpdateTime >= BLYNK_UPDATE_INTERVAL) {
255         lastBlynkUpdateTime = millis();
256         sendSensorData();
257     }
258
259     if (waterChangeInProgress) {
260         if (drainingInProgress) {
261             if ((waterLevelCM >= 0 && waterLevelCM <= WATER_LEVEL_LOW_CM) ||
262                 (millis() - waterChangeStartTime >= DRAIN_DURATION_MS)) {
263                 drainingInProgress = false;
264                 fillingInProgress = true;
265                 RELAY_OFF(RELAY_VALVE_OUT);
266                 RELAY_ON(RELAY_VALVE_IN);
267                 updateProcessStatus("Pergantian Air (Mengisi)");
268             }
269         }
270         else if (fillingInProgress) {
271             if ((waterLevelCM >= 0 && waterLevelCM >= WATER_LEVEL_HIGH_CM) ||
272                 (millis() - waterChangeStartTime >= MAX_WATER_CHANGE_DURATION)) {
273                 stopWaterChange();
274             }
275         }
276         if (millis() - waterChangeStartTime >= MAX_WATER_CHANGE_DURATION && waterChangeInProgress) {
277             stopWaterChange();
278         }
279     }
280     else {
281         controlWaterLevelNormal();
282         if (needWaterChange()) {
283             performWaterChange();
284         }
285     }
286 }

```

Gambar 4.18. Code Loop

4.3. Pengujian

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan semua fungsi bekerja dengan baik. Pengujian meliputi koneksi internet, pembacaan sensor, pengiriman data ke Blynk, pengendalian solenoid valve, serta pengujian notifikasi.

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Sistem

No	Fitur Yang Diuji	Hasil Pengujian	Status
1	Koneksi Internet	Terhubung	Berhasil
2	Pembacaan Sensor	Berfungsi normal	Berhasil
3	Pengiriman Data ke Blynk	Terkirim real-time	Berhasil
4	Kontrol Solenoid Valve	Berfungsi	Berhasil
5	Pergantian Air Otomatis	Berfungsi	Berhasil

Pengujian awal dimulai dengan memastikan koneksi internet berjalan dengan baik. ESP32 berhasil terhubung ke WiFi dan aplikasi Blynk secara stabil. Selanjutnya, sensor pH, suhu, turbidity, dan ultrasonik diuji, dan semua sensor memberikan pembacaan yang sesuai.

Setelah itu, pengiriman data sensor ke Blynk diperiksa. Semua nilai yang dikirim ke aplikasi Blynk diperbarui secara real-time setiap 10 detik. Pengujian kontrol solenoid valve dilakukan dengan mensimulasikan parameter air yang buruk, sehingga relay aktif, solenoid valve terbuka, dan air berganti secara otomatis. Sistem berfungsi sesuai perancangan, dan semua komponen bekerja secara sinkron.

Dengan demikian, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem kontrol pergantian air berbasis Internet of Things (IoT) ini bekerja dengan baik sesuai dengan tujuan penelitian.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Hasil dari perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem kontrol pergantian air di kolam budidaya ikan lele berbasis Internet of Things (IoT) telah dibangun dengan sukses dengan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor pH, sensor suhu, sensor kekeruhan, sensor ultrasonik, relay, dan solenoid valve yang terintegrasi.
2. Sistem mampu memantau kondisi air kolam secara real-time melalui aplikasi Blynk, di mana data sensor dapat ditampilkan dengan stabil dan diperbarui secara berkala.
3. Apabila parameter kualitas air seperti pH, suhu, maupun kekeruhan berada di luar batas normal yang ditentukan, sistem dapat secara otomatis mengaktifkan relay untuk mengendalikan solenoid valve sehingga proses pergantian air berjalan mandiri tanpa intervensi manual.
4. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen bekerja dengan baik. Sensor mampu memberikan data yang akurat, proses pengiriman data ke aplikasi Blynk berjalan lancar, dan aktuator merespons perintah sesuai dengan kondisi air yang terdeteksi.
5. Implementasi IoT dalam penelitian ini terbukti meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses budidaya ikan lele, khususnya dalam menjaga kualitas air, sehingga mendukung pertumbuhan ikan yang lebih sehat serta mengurangi risiko kerugian akibat kualitas air yang buruk.

5.2. Saran

Beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan tambahan adalah:

1. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan sensor oksigen terlarut (DO) atau sensor amonia untuk memperoleh informasi kualitas air yang lebih komprehensif.
2. Sistem dapat dikombinasikan dengan database berbasis cloud agar data hasil monitoring dapat disimpan, dianalisis secara historis, dan digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan jangka panjang.
3. Aplikasi Blynk atau platform IoT lainnya dapat dikembangkan lebih lanjut agar tampilan monitoring lebih interaktif serta mendukung analisis grafis dari data sensor.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, S. A., & Sa'diyah, K. (2024). ANALISIS EKONOMI PRARANCANGAN PABRIK KIMIA PEMBUATAN PAKAN IKAN LELE DARI MAGGOT DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 10(1), 188–196. <https://doi.org/10.33795/distilat.v10i1.4206>
- Annisa, K., & Affandi, R. (2024). PEMELIHARAAN IKAN LELE DUMBO (*CLARIAS GARIEPINUS*) PADA KOLAM BETON. 18(3).
- Cakra, Said, M. S., & Henny. (2023). SISTEM KONTROL LAMPU MENGGUNAKAN SENSOR SUARA. *Simtek : jurnal sistem informasi dan teknik komputer*, 8(1), 77–82. <https://doi.org/10.51876/simtek.v8i1.218>
- Candra, A. (2020). Prototype Sistem Kontrol Air Sawah Otomatis Berdasarkan Level Air Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Pada Desa Bontoraja Kabupaten Bulukumba. *JEECOM: Journal of Electrical Engineering and Computer*, 2(1), 22–33. <https://doi.org/10.33650/jeecom.v2i1.1087>
- Delwizar, M. A., Arsenly, A., Irawan, H., Jodiansyah, M., & Utomo, R. M. (2021). Perancangan Prototipe Sistem Monitoring Kejernihan Air Dengan Sensor Turbidity Pada Tandon Berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Elektro*, 12(3), 106. <https://doi.org/10.22441/jte.2021.v12i3.002>
- Efendi, H. (n.d.). PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ALAT MONITORING KELAYAKAN AIR PADA KOLOM IKAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER.

- Effendy, E., Siregar, E. A., Fitri, P. C., & Damanik, I. A. S. (n.d.). *Mengenal Sistem Informasi Manajemen Dakwah (Pengertian Sistem, Karakteristik Sistem)*.
- Hemal, Md. M., Rahman, A., Nurjahan, Islam, F., Ahmed, S., Kaiser, M. S., & Ahmed, M. R. (2024). An Integrated Smart Pond Water Quality Monitoring and Fish Farming Recommendation Aquabot System. *Sensors*, 24(11), 3682. <https://doi.org/10.3390/s24113682>
- Huda, M. B. R. (2022). *ANALISA SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATUR MENGGUNAKAN SENSOR DS18B20 BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO. 07*.
- Irawan, E. H., Nurchim, & Wijianto. (2024). Prototype of Household Water Quality Monitoring System by Utilizing Internet of Things. *Jurnal Inotera*, 9(2), 281–291. <https://doi.org/10.31572/inotera.Vol9.Iss2.2024.ID373>
- Karangan, J., Sugeng, B., & Sulardi, S. (2019). UJI KEASAMAN AIR DENGAN ALAT SENSOR pH DI STT MIGAS BALIKPAPAN. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 2(1), 65. <https://doi.org/10.31602/jk.v2i1.2065>
- Kharisma, R., & Thaha, S. (2020). *Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Penanganan Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis Internet Of Things (IOT). 7(2)*.
- Kusuma, A. Y., Pratikno, H., & Puspasari, I. (n.d.). *RANCANG BANGUN ALAT PELIPAT BAJU OTOMATIS MENGGUNAKAN ARDUINO UNO*.
- Pakpahan, S., & Halawa, A. F. (2020). *Sistem Informasi Pengelolaan Dana Desa Pada Desa Hilizoliga Berbasis Web. 05*.

Pratama, R. A., & Waluyo, A. F. (n.d.). IMPLEMENTASI SISTEM E-COMMERCE BERBASIS MOBILE ANDROID MENGGUNAKAN REST API DAN WEB SERVICE PADA PERUSAHAAN PERCETAKAN. . . *Journal of Information Technology and Computer Science*.

Purwanto, H., Riyadi, M., & Astuti, D. W. W. (2019). *KOMPARASI SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 DAN JSN-SR04T UNTUK APLIKASI SISTEM DETEKSI KETINGGIAN AIR*. 10(2).

Rizdania, P. U. R. (n.d.). *PERBANDINGAN ANALISIS DAN IMPLEMENTASI ESP32 DAN ESP8266*.

Tanthio, J. D. (2023). *ANALISA KEAMANAN JARINGAN PADA WANNYX RETAIL SYSTEM MENGGUNAKAN ACUNETIX BERBASIS WEB SERVICE*. 5(1).

Wibisono, A. B., & Jayadi, R. (2024). Experimental IoT System to Maintain Water Quality in Catfish Pond. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 15(3).
<https://doi.org/10.14569/IJACSA.2024.0150340>

Zalukhu, A., Purba, S., & Darma, D. (2023). *PERANGKAT LUNAK APLIKASI PEMBELAJARAN FLOWCHART*. 4(1).

LAMPIRAN



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
 UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/IIU/2019
 Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
<https://fiki.umsu.ac.id> fiki@umsu.ac.id [umsu.medan](https://www.facebook.com/umsu.medan) [umsu.medan](https://www.instagram.com/umsu.medan) [umsu.medan](https://www.youtube.com/channel/UC...) [umsu.medan](https://www.tiktok.com/@umsu.medan)

PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING
PROPOSAL/SKRIPSI MAHASISWA
NOMOR : 497/IL3-AU/UMSU-09/F/2024

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan Persetujuan permohonan judul penelitian Proposal / Skripsi dari Ketua / Sekretaris.

Program Studi : Teknologi Informasi
Pada tanggal : 07 Juni 2024

Dengan ini menetapkan Dosen Pembimbing Proposal / Skripsi Mahasiswa.

Nama : Reza Abdillah Siregar
NPM : 2009020136
Semester : VIII (Delapan)
Program studi : Teknologi Informasi
Judul Proposal / Skripsi : Sistem Kontrol Pergantian Air Pada Kolam Budidaya Ikan Lele Berbasis Internet Of Things

Dosen Pembimbing : Ferdy Riza, S.T, M.Kom

Dengan demikian di izinkan menulis Proposal / Skripsi dengan ketentuan

1. Penulisan berpedoman pada buku panduan penulisan Proposal / Skripsi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi UMSU
2. Pelaksanaan Sidang Skripsi harus berjarak 3 bulan setelah dikeluarkannya Surat Penetapan Dosen Pembimbing Skripsi.
3. **Proyek Proposal / Skripsi dinyatakan " BATAL " bila tidak selesai sebelum Masa Kadalua tanggal : 07 Juni 2025**
4. Revisi judul.....

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Ditetapkan di : Medan
 Pada Tanggal : 30 Dzulqa'dah 1445 H
 07 Juni 2024 M




 Dekan
Dr. H. Khawarizmi, M.Kom
 NIDN : 0127099201

Cc. File



Turnitin no Repository

Skripsi_Reza Abdillah Siregar(2009020136).docx

-  No Repository 31
-  ekonomi
-  Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Document Details

Submission ID

tm:old::1:3390967205

Submission Date

Oct 29, 2025, 6:32 PM GMT+7

Download Date

Oct 29, 2025, 6:34 PM GMT+7

File Name

Skripsi_Reza_Abdillah_Siregar_2009020136.docx

File Size

2.2 MB

50 Pages

7,406 Words

47,397 Characters

29% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Top Sources

- 23%  Internet sources
- 16%  Publications
- 12%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.