

SKRIPSI

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DALAM PENENTUAN
KELAYAKAN AIR BUDIDAYA IKAN LELE BERBASIS INTERNET OF
THINGS (IOT)**

DISUSUN OLEH

MHD HAFIZH AZMAN MATONDANG

2109020144



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

MEDAN

2025

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DALAM PENENTUAN
KELAYAKAN AIR BUDIDAYA LELE BERBASIS INTERNET
OF THINGS**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
(S.Kom) dalam Program Studi Teknologi Informasi pada Fakultas Ilmu Komputer
dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

MHD HAFIZH AZMAN MATONDANG

NPM. 2109020144

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

MEDAN

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DALAM
PENENTUAN KELAYAKAN AIR BUDIDAYA IKAN LELE
BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Nama Mahasiswa : Mhd Hafizh Azman Matondang

NPM : 2109020144

Program Studi : Teknologi Informasi

Menyetujui

Komisi Pembimbing



(Mahardika Prawira Tanjung, S.Kom, M.Kom)

NIDN. 0117088902

Ketua Program Studi



(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom.)

NIDN. 0117019301

Dekan



(Dr. Al-Khowaizmi, S.Kom., M.Kom.)

NIDN. 0127099201

PERNYATAAN ORISINALITAS

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DALAM PENENTUAN
KELAYAKAN AIR BUDIDAYA IKAN LELE BERBASIS INTERNET OF
THINGS (IoT)**

SKRIPSI

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

Medan, April 2025

Yang Membuat Pernyataan



Mhd Hafizh Azman Matondang
NPM. 2109020144

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Mhd Hafizh Azman Matondang
Tempat dan Tanggal Lahir : Tebing Tinggi, 14 Juni 2003
Alamat Rumah : Jln. Pulau Belitung Gang. Pulau Madura
Telepon/HP : 0877 5061 9606
Instansi Tempat Kerja : -
Alamat Kantor : -

DATA PENDIDIKAN

SD : SDN 164518 TAMAT:2015
SMP : SMPN 1 Kota Tebing Tinggi TAMAT:2018
SMA : SMKN 4 Kota Tebing Tinggi TAMAT:2021

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DALAM PENENTUAN KELAYAKAN AIR BUDIDAYA IKAN LELE BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)” ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer & Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya 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, S.Kom., M.Kom. Ketua Program Studi Teknologi Informasi .
4. Bapak Mhd. Basri, S.Si, M.Kom Sekretaris Program Studi Teknologi Informasi.
5. Bapak Mahardika Prawira Tanjung, S.Kom., M.Kom selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan arahan, saran, dan bimbingan dengan penuh kesabaran dan ketulusan.
6. Ayahanda Anwar Matondang dan Ibunda Sri Windari yang telah memberikan dukungan dari segi moral maupun materiil serta menjadi motivasi penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini
7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen di Jurusan Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer & Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas ilmu dan didikannya selama perkuliahan.
8. Terima kasih yang tulus kepada kakakku tercinta, Andrina Amalia Matondang, S.E., yang selalu ada di setiap langkah perjuangan ini.

Dukunganmu adalah pelukan hangat di tengah lelahku. Tanpa dirimu, perjalanan ini tak akan sekuat ini.

9. Untuk Anggie Syahzillah, Terima kasih telah menjadi teman seperjuangan yang tak pernah lelah memberi semangat, tawa, dan bahu untuk berbagi lelah. Kehadiranmu membuat setiap langkah terasa lebih ringan dan penuh arti.
10. Sahabat dan teman-teman seperjuangan jurusan teknologi informasi UMSU
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa yang akan datang. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan, khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan di bidang Nama Bidang Ilmu.

Medan, 02 Mei 2025

Mhd Hafizh Azman Matondang

NPM. 2009020152

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DALAM PENENTUAN KELAYAKAN AIR BUDIDAYA IKAN LELE BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)

ABSTRAK

Budidaya ikan lele memerlukan perhatian khusus terhadap kualitas air, terutama parameter kekeruhan dan pH, karena keduanya sangat memengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Penelitian ini merancang sistem pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) yang dilengkapi dengan fitur Sistem Pendukung Keputusan (SPK) menggunakan metode Simple Additive Weighting (SAW). Sistem ini terdiri dari sensor kekeruhan, sensor pH, dan mikrokontroler ESP32 yang terhubung ke platform website untuk menampilkan data secara real-time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengukur dan menampilkan data kekeruhan serta pH air secara akurat, serta memberikan rekomendasi keputusan bagi peternak ikan lele. Sistem ini diharapkan dapat membantu pembudidaya dalam menjaga kualitas air secara efisien, mengurangi risiko kematian ikan, dan meningkatkan produktivitas budidaya.

Kata Kunci : IoT, Sistem Pendukung Keputusan, SAW, Kualitas Air, Budidaya Ikan Lele

ABSTRACT

Catfish farming requires close attention to water quality, especially the turbidity and pH parameters, as they significantly impact fish growth and survival. This study designed a water quality monitoring system based on the Internet of Things (IoT) equipped with a Decision Support System (DSS) using the Simple Additive Weighting (SAW) method. The system consists of turbidity and pH sensors connected to an ESP32 microcontroller, which sends real-time data to a website platform. The results show that the system can accurately measure and display water turbidity and pH levels, while also providing decision-making recommendations for catfish farmers. This system is expected to help farmers maintain optimal water conditions efficiently, reduce fish mortality risks, and improve overall farming productivity.

Keywords : IoT, Decision Support System, SAW, Water Quality, Catfish Farming

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
RIWAYAT HIDUP	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Budidaya Ikan Lele	8
2.2 Ukuran Pada Bibit Ikan Lele.....	8
2.3 Kualitas Air Pada Ikan Lele	9
2.4 Kekeruhan Air.....	10
2.5 pH (Power Of Hydrogen).....	10
2.6 Sistem Pendukung Keputusan (SPK).....	11
2.6.1 Karakteristik Sistem Pendukung Keputusan.....	12
2.7 Simple Additive Weighting (SAW)	12
2.7.1 Tahapan Proses Metode (SAW).....	14
2.7.2 Kelebihan dan Kekurangan Metode (SAW).....	16
2.8 Arduino IDE.....	17
2.9 Graphql.....	18
2.10 Virtual Private Server (VPS).....	19
2.11 API (Application Programming Interface).....	19
2.12 Visual Studio Code	20

2.13 Web Server.....	21
2.14 Sensor Kekeruhan (Turbidity Sensor).....	22
2.15 Spesifikasi Turbidity Sensor	22
2.16 Sensor Ph.....	24
2.17 ESP32 Board	25
2.18 Internet Of Things	26
2.19 Flowchart	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Alur Prosedur Penelitian	33
3.2 Rancangan Kerja Alat	35
3.3 Alur Tahapan Metode SAW	37
3.4 Desain Sistem.....	39
3.5 Design Alat Kekeruhan Air Dan pH	43
3.6 Rangkaian Alat.....	45
3.7 Metode Pengumpulan Data	47
3.7.1 Observasi.....	47
3.7.2 Studi Literatur	47
3.8 Tools.....	47
3.9 Waktu Dan Tempat Penelitian	48
3.9.1 Waktu	48
3.9.2 Tempat Pelaksanaan.....	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Hasil Penelitian	50
4.1.1 Implementasi Perangkat Keras.....	51
4.1.2 Observasi Tempat Penelitian.....	53
4.1.3 Implementasi Code IOT	54
4.1.4 Implementasi Server (API)	56
4.1.5 Implementasi Client (Website)	59
4.1.6 Implementasi Pengujian	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran.....	67

DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kualitas Air Pada Ikan Lele (Zuhdan Muhammad, 2021).....	10
Tabel 2.2 Indeks kekeruhan dan pH pada budidaya ikan lele (Zuhdan Muhammad, 2021)	11
Tabel 2.3 Matriks Keputusan	14
Tabel 2.4 Matriks Normalisasi	15
Tabel 2.5 Spesifikasi Sensor pH (Merinda,2022)	24
Tabel 2.6 Flowchart (Muhammad Zuhdan,2021)	28
Tabel 3.1 Alur rangkaian sistem pada kabel	45
Tabel 3.2 Waktu kegiatan penelitian.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ikan Lele (Merinda Tasya Aulia, 2022)	8
Gambar 2.2 Ukuran pada bibit ikan lele	8
Gambar 2.3 Arduino IDE (Muhammad Zuhdan,2021).....	18
Gambar 2.4 Graphql.....	19
Gambar 2.5 Logo Application Programming Interface	20
Gambar 2.6 Visual Studio Code.....	21
Gambar 2.7 Sensor Kekeruhan (turbidity sensor).....	23
Gambar 2.8 Sensor pH	24
Gambar 2.9 ESP32 Board (Zuhdan Muhammad,2021).....	26
Gambar 3.1 Alur prosedur penelitian.....	33
Gambar 3.2 Rancangan Kerja Alat	35
Gambar 3.3 Alur tahapan metode SAW	37
Gambar 3.4 Use Case Diagram	39
Gambar 3.5 Class Diagram	40
Gambar 3.6 Sequence Diagram	41
Gambar 3.7 Tampilan Website	42
Gambar 3.8 Diagram blok menentukan kekeruhan air dan pH.....	43
Gambar 3.9 Desain alat menentukan kekeruhan air dan pH.....	44
Gambar 4. 1 Scematic Sistem Internet of Things	51
Gambar 4. 2 Gambar Product.....	52
Gambar 4.3 Observasi Tempat Penelitian.....	54

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Budidaya ikan lele menjadi salah satu bidang perikanan yang mengalami perkembangan pesat di Indonesia. Meski demikian, keberhasilannya sangat ditentukan oleh kualitas air pada kolam pembibitan (Zuhdan Muhammad, 2021). Parameter penting seperti suhu, kekeruhan, serta tingkat keasaman air berperan besar dalam mendukung pertumbuhan bibit lele agar sehat dan optimal. Sebaliknya, kualitas air yang tidak terjaga dapat menghambat pertumbuhan bahkan menyebabkan kematian pada bibit lele (Cholilulloh & Syauqy, 2018).

Pemantauan kualitas air kolam perlu dilakukan setiap hari untuk menjaga kondisi yang ideal bagi pertumbuhan bibit lele. Suhu optimal untuk perkembangan bibit lele berada pada kisaran 23°C hingga 30°C (Cholilulloh & Syauqy, 2018). Karena kualitas air sangat berpengaruh dalam proses budidaya, maka pengawasan kondisi air secara realtime menjadi hal penting untuk dilakukan (Merinda Tasya Aulia, 2022). Selain itu, tingkat kekeruhan dan pH air juga berperan besar terhadap angka kematian ikan. Nilai pH (Power of Hydrogen) yang sesuai untuk bibit lele adalah antara 6,5 hingga 9 (Efisherian, 2023), sedangkan tingkat kekeruhan yang ideal berada pada rentang 0–50 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) (Zuhdan Muhammad, 2021).

Selain kualitas air, ukuran bibit lele juga merupakan faktor penting yang memengaruhi keberhasilan budidaya. Bibit dengan ukuran kurang dari 2 cm cenderung lebih mudah mengalami stres dan memiliki tingkat kelangsungan hidup

yang rendah. Sebaliknya, bibit yang berukuran lebih dari 7 cm berpotensi menimbulkan kanibalisme apabila dicampurkan dengan bibit yang lebih kecil. Oleh sebab itu, ukuran ideal bibit untuk dibudidayakan adalah 5–7 cm, karena pada rentang ini bibit lebih tahan terhadap kondisi lingkungan serta mampu tumbuh secara optimal (Niko Ramadhani, 2021).

Dengan demikian, selain memperhatikan ukuran bibit yang tepat, pembudidaya juga harus menjaga kualitas air agar pertumbuhan ikan tetap maksimal. Akan tetapi, dalam praktiknya, pengelolaan kualitas air secara manual sering menjadi kendala, terutama dalam hal pemantauan parameter penting seperti pH dan tingkat kekeruhan (Merinda Tasya Aulia, 2022). Proses pergantian air secara konvensional juga membutuhkan waktu dan tenaga yang besar, serta kerap dilakukan tanpa didukung data akurat mengenai kondisi aktual kolam (Zuhdan Muhammad, 2021).

Untuk menghadapi tantangan tersebut, pemanfaatan teknologi modern seperti sistem pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) mulai dikembangkan. Melalui sistem ini, pembudidaya dapat mengawasi parameter air secara real-time dengan bantuan sensor yang terhubung ke platform berbasis web, sehingga pengambilan keputusan terkait kondisi air dapat dilakukan lebih cepat dan tepat (Mahardika et al., 2024). Kehadiran sistem ini diharapkan mampu meningkatkan produktivitas budidaya ikan lele sekaligus menekan risiko kematian akibat kualitas air yang tidak terjaga (Merinda Tasya Aulia, 2022).

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemantauan kualitas air secara real-time sangat penting dalam memastikan lingkungan budidaya tetap

optimal. Penelitian oleh Zuhdan Muhammad (2021) dalam karya berjudul “*Sistem Monitoring Data Kekeruhan Air Pada Budidaya Ikan Lele Berbasis IoT*” mengungkapkan bahwa keterlambatan dalam memantau kekeruhan maupun pH air dapat meningkatkan angka kematian ikan. Karena itu, diperlukan sistem yang tidak hanya mampu melakukan pemantauan secara real-time, tetapi juga memberikan rekomendasi yang akurat berdasarkan parameter yang relevan untuk mendukung pengambilan keputusan.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk meningkatkan ketepatan dalam pengambilan keputusan adalah penerapan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dengan metode *Simple Additive Weighting* (SAW). Metode SAW memungkinkan penilaian yang lebih objektif melalui pembobotan terhadap setiap kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam konteks budidaya ikan lele, parameter utama yang menjadi perhatian adalah tingkat kekeruhan dan pH air, karena keduanya sangat berpengaruh terhadap kesehatan serta pertumbuhan ikan. Oleh sebab itu, pengambilan keputusan yang cepat dan akurat menjadi sangat krusial (Zakaria et al., 2025).

Metode *Simple Additive Weighting* (SAW) bekerja dengan cara menormalkan nilai dari setiap parameter agar dapat dibandingkan secara proporsional. Setelah proses normalisasi, nilai tersebut dikalikan dengan bobot sesuai tingkat kepentingannya, lalu dijumlahkan untuk menghasilkan nilai akhir. Nilai akhir inilah yang menjadi dasar penentuan kualitas air, apakah masih berada dalam kondisi optimal atau memerlukan penanganan tertentu. Dengan proses

tersebut, metode SAW berfungsi sebagai alat yang sistematis dan terstruktur dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis data.

Kelebihan metode SAW terletak pada perhitungannya yang sederhana, transparansi dalam penentuan bobot, serta efisiensi dalam menghasilkan output yang mudah dipahami. Hal ini membuat SAW sangat cocok diintegrasikan dengan sistem pemantauan berbasis Internet of Things (IoT), karena data dari sensor dapat diproses otomatis sehingga menghasilkan rekomendasi secara real-time. Dengan demikian, pembudidaya tidak hanya menerima data mentah, tetapi juga informasi yang telah diolah untuk mempercepat serta meningkatkan ketepatan dalam pengambilan keputusan (Parlaungan S. & Sudrajat, 2020).

Meski menawarkan berbagai keunggulan, metode SAW juga memiliki keterbatasan, salah satunya adalah ketergantungan pada bobot yang ditetapkan sejak awal. Dalam kondisi lingkungan yang dinamis, nilai parameter dapat berubah dengan cepat, sehingga pembaruan sistem secara berkala diperlukan agar tetap relevan. Namun, dengan pengelolaan yang tepat, SAW tetap menjadi metode yang efektif dan efisien dalam menjaga kualitas air kolam lele. Integrasi SAW dengan sistem pemantauan berbasis IoT diharapkan mampu memberikan informasi yang akurat, relevan, serta tepat waktu bagi pembudidaya. Hal ini akan membantu mereka mengambil keputusan dengan cepat dan tepat, mengurangi risiko kematian ikan, serta meningkatkan produktivitas dan keberhasilan budidaya lele secara keseluruhan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah, penelitian ini berfokus pada perancangan sistem pemantauan kualitas air kolam lele berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mengukur parameter kekeruhan dan pH secara real-time. Sistem ini dirancang untuk menjawab permasalahan pembudidaya yang masih mengandalkan pemantauan manual, yang sering kali kurang efisien dan tidak akurat. Untuk meningkatkan ketepatan dalam pengambilan keputusan, digunakan metode Simple Additive Weighting (SAW) sebagai bagian dari Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dengan mempertimbangkan bobot pada setiap parameter kualitas air. Integrasi teknologi IoT dengan metode SAW diharapkan dapat menyajikan informasi yang lebih objektif dan tepat waktu, sehingga pembudidaya mampu membuat keputusan secara cepat dan akurat guna meningkatkan produktivitas serta keberhasilan dalam budidaya ikan lele.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada aspek-aspek tertentu yang relevan dengan topik agar tetap terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Adapun batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Sistem hanya difokuskan pada pemantauan dua parameter utama kualitas air, yaitu kekeruhan dan pH.
2. Implementasi sistem menggunakan sensor kekeruhan dan sensor pH yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32, dengan dukungan konektivitas terbatas pada jaringan Wi-Fi.

3. Pemantauan kondisi air dilakukan secara real-time melalui website, namun tindakan perbaikan seperti pergantian air masih dilakukan secara manual oleh pembudidaya.
4. Sistem ini hanya menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) sebagai teknik pengambilan keputusan, tanpa membandingkan dengan metode lain dalam Sistem Pendukung Keputusan (SPK).
5. Fungsi sistem terbatas pada pemantauan dan pendukung pengambilan keputusan, tanpa adanya otomatisasi perbaikan kualitas air, seperti penyesuaian pH maupun sistem filtrasi otomatis.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari perancangan penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Merancang serta mengembangkan sistem pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mengukur parameter kekeruhan dan pH secara real-time guna membantu pembudidaya lele menjaga kondisi air tetap optimal.
2. Mengintegrasikan sistem pemantauan kualitas air dengan metode Simple Additive Weighting (SAW) dalam Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk menghasilkan rekomendasi yang lebih akurat bagi pembudidaya.
3. Memberikan kemudahan bagi pembudidaya dalam memantau kualitas air dan mengambil keputusan yang tepat berdasarkan data kekeruhan serta pH secara real-time, sehingga produktivitas dapat ditingkatkan dan risiko kematian ikan lele dapat diminimalkan.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi Universitas

- a. Menjadi tambahan referensi akademik dalam bidang pengembangan sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT.
- b. Mendukung terciptanya inovasi dalam pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan efektivitas pemantauan kualitas air di sektor perikanan.
- c. Memberikan landasan bagi penelitian selanjutnya terkait pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis teknologi pada budidaya ikan lele.

2. Bagi Penulis

- a. Memperdalam pemahaman mengenai penerapan teknologi Internet of Things (IoT) pada sistem pemantauan kualitas air.
- b. Mengasah keterampilan dalam merancang serta mengintegrasikan sistem teknologi yang relevan dengan industri perikanan.
- c. Memberikan pengalaman praktis dalam membangun solusi berbasis IoT dan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang aplikatif di dunia nyata.

3. Bagi Peternak Lele

- a. Mempermudah pemantauan kualitas air secara real-time sehingga dapat meminimalisasi kesalahan dalam pengelolaan kolam.
- b. Menurunkan risiko kematian ikan akibat perubahan kualitas air yang tidak terpantau dengan adanya sistem berbasis IoT.
- c. Meningkatkan efisiensi dan produktivitas budidaya lele melalui sistem pemantauan yang lebih terstruktur serta berbasis data.

BAB II

LANDASAN TEORI

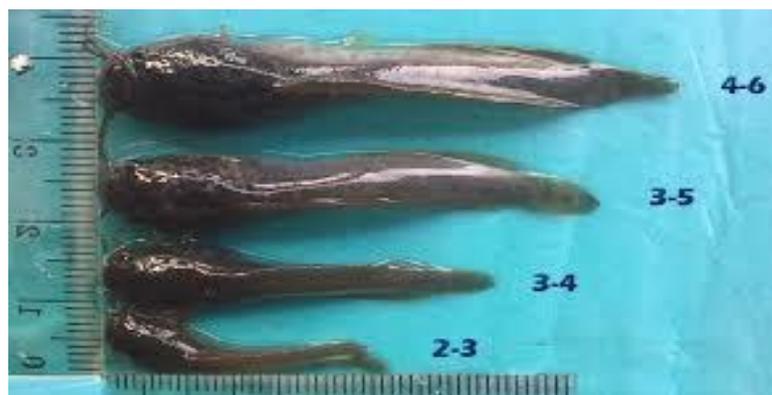
2.1 Budidaya Ikan Lele

Ikan lele merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang digemari baik oleh masyarakat Indonesia maupun mancanegara, karena rasanya yang lezat, teksturnya yang empuk, memiliki susunan duri yang rapi, serta dapat diolah dalam berbagai jenis hidangan. Ciri khas ikan lele adalah tubuhnya yang licin dan memiliki kumis panjang. Secara umum, budidaya lele terbagi menjadi dua jenis, yaitu pembenihan dan pembesaran, di mana keduanya memerlukan perhatian khusus serta pengelolaan yang tidak sederhana (Zuhdan Muhammad, 2021).



Gambar 2.1 Ikan Lele (Merinda Tasya Aulia, 2022)

2.2 Ukuran Pada Bibit Ikan Lele



Gambar 2.2 Ukuran pada bibit ikan lele

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/Baxd7FjHqh4VHXTv9>)

Berdasarkan Dinas Ketahanan Pangan dan Perikanan Kabupaten Buleleng (2024), ukuran bibit lele yang ideal untuk proses pembesaran umumnya berada pada kisaran 3–4 cm hingga 5–6 cm. Pada ukuran tersebut, bibit memiliki daya tahan tubuh yang lebih kuat, kemampuan adaptasi yang baik terhadap lingkungan baru, serta tingkat kelangsungan hidup yang lebih tinggi dibandingkan bibit berukuran kecil. Bibit dengan ukuran ini juga cenderung tumbuh lebih cepat dan seragam, sehingga lebih efisien dari segi waktu maupun biaya pakan dalam proses budidaya. Sebaliknya, bibit lele dengan ukuran di bawah 2–3 cm tidak direkomendasikan karena lebih rentan terhadap stres lingkungan serta berisiko dimangsa predator. Untuk memastikan keseragaman, pembudidaya perlu memperhatikan ukuran bibit yang dibeli. Idealnya, bibit lele untuk budidaya berada pada kisaran 2 cm, 4 cm, atau 7 cm. Bibit yang terlalu kecil sering kali menghambat optimalisasi budidaya karena pertumbuhannya lambat dan tingkat kematian lebih tinggi, sehingga berpotensi menimbulkan kerugian bagi pembudidaya (Efishery, 2023).

2.3 Kualitas Air Pada Ikan Lele

Menurut Merinda Tasya Aulia (2022), salah satu permasalahan utama dalam pemeliharaan ikan lele adalah kualitas air. Apabila air yang digunakan tidak memenuhi standar, maka hal tersebut dapat memengaruhi hasil panen dan bahkan berisiko menyebabkan kegagalan budidaya. Kualitas air menjadi parameter penting dalam keberhasilan budidaya lele, sehingga pemantauan kondisi air kolam harus dilakukan secara berkelanjutan. Selain kekeruhan, faktor lain seperti suhu dan pH air juga berperan besar terhadap tingkat kematian ikan. Rentang pH yang ideal untuk pemeliharaan lele adalah 6,5–8.

Lingkungan perairan sangat memengaruhi proses pemeliharaan, pertumbuhan, dan reproduksi ikan budidaya. Apabila kualitas air berada di luar batas toleransi, hal ini dapat memicu munculnya penyakit pada ikan. Standar kualitas air untuk budidaya lele telah diatur dalam SNI Nomor 01-6484.5-2002, sebagaimana dijelaskan dalam penelitian Zuhdan Muhammad (2021).

Tabel 2.1 Kualitas Air Pada Ikan Lele (Zuhdan Muhammad, 2021)

Parameter	Satuan	Nilai
pH		6,5 - 8,5
Kekeruhan	NTU	0-50

2.4 Kekeruhan Air

Menurut Nani Anisah (2022), kekeruhan yang ideal adalah kekeruhan yang berasal dari sisa jasad renik atau plankton. Tingkat kekeruhan yang rendah menunjukkan kondisi perairan yang baik, karena keseimbangan jumlah plankton mencerminkan kestabilan rantai makanan. Namun, kekeruhan yang terlalu tinggi dapat menghambat masuknya cahaya yang dibutuhkan oleh vegetasi air serta memengaruhi kestabilan suhu perairan. Adapun tingkat kekeruhan yang sesuai untuk pertumbuhan ikan lele berada pada kisaran 0–50 NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

2.5 pH (*Power Of Hydrogen*)

Menurut Zuhdan Muhammad (2021), pH (*Power of Hydrogen*) merupakan indikator konsentrasi ion H⁺ dalam air. Berdasarkan standar SNI Nomor 01-

6484.5-2002, kisaran pH yang ideal bagi ikan lele adalah 6,5–8,5. Jika pH berada di bawah 5, kondisi tersebut sangat berbahaya karena dapat menyebabkan penggumpalan lendir pada insang. Sementara itu, pH di atas 8 dapat menurunkan nafsu makan ikan lele.

Tabel 2.2 Indeks kekeruhan dan pH pada budidaya ikan lele (Zuhdan Muhammad, 2021)

Parameter	Kategori	Rentang Nilai	Dampak Pada Ikan Lele	Rekomendasi Tindakan
Kekeruhan (NTU)	Optimal (Baik)	0 -50	Kondisi ideal untuk ikan lele, mendukung pertumbuhan, kesehatan, dan pernapasan	Tidak perlu tindakan, pantau secara berkala
	Buruk	> 100	Sangat buruk, dapat menyebabkan stres, infeksi, ataupun kematian pada ikan tersebut	Segera ganti sebagian besar air, pastikan sirkulasi dan filtrasi memadai

2.6 Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Sistem pendukung keputusan berfungsi sebagai alat bantu bagi pengambil keputusan dalam kondisi ketika tidak ada kepastian mengenai cara terbaik untuk menentukan keputusan. Sistem ini merupakan sistem informasi berbasis komputer

yang memanfaatkan model dan data guna membantu manajemen dalam menangani permasalahan terstruktur serta menyajikan berbagai alternatif keputusan. Secara umum, sistem pendukung keputusan terdiri atas tiga komponen utama yang saling berkaitan, yaitu sistem pengetahuan, sistem bahasa, serta mekanisme komunikasi baik dengan pengguna maupun dengan sistem pendukung keputusan lainnya (Sumarno & Harahap, 2020).

2.6.1 Karakteristik Sistem Pendukung Keputusan

- a. Sistem pendukung keputusan dirancang untuk membantu dalam penyelesaian masalah yang bersifat semi-terstruktur maupun tidak terstruktur guna mendukung proses pengambilan keputusan.
- b. Dalam proses pengolahan, sistem ini mengombinasikan penggunaan model atau teknik analisis dengan metode input data konvensional, serta memanfaatkan fungsi pencarian atau interogasi data.
- c. Sistem dibuat dengan desain yang sederhana agar tetap mudah digunakan, bahkan oleh pengguna yang tidak memiliki banyak pengalaman dengan komputer.
- d. Perancangannya ditujukan untuk meningkatkan fleksibilitas dan kemampuan adaptasi, sehingga dapat dengan mudah disesuaikan sesuai kebutuhan pengguna (Saliman, 2017).

2.7 Simple Additive Weighting (SAW)

Penilaian kualitas air berdasarkan setiap parameter yang digunakan dalam pemantauan merupakan dasar dari metode Simple Additive Weighting (SAW). Variabel utama seperti tingkat kekeruhan dan pH air akan berpengaruh dalam

menentukan kelayakan air bagi budidaya ikan lele. Setiap kolam memiliki kondisi lingkungan yang berbeda, dan bahkan perubahan kecil dalam parameter air dapat berdampak pada kesehatan serta pertumbuhan ikan lele. Oleh karena itu, untuk memastikan kualitas air tetap optimal dan mendukung keberlangsungan budidaya, sistem pemantauan berbasis IoT yang dikombinasikan dengan metode SAW diterapkan guna membantu pembudidaya dalam mengambil keputusan yang lebih akurat dan efisien.

Mekanisme Simple Additive Weighting (SAW) dalam pengambilan keputusan dilakukan dengan menentukan himpunan penilaian, evaluasi, dan agregasi, kemudian memberikan bobot pada setiap kriteria serta menilai tingkat kesesuaian alternatif terhadap kriteria tersebut. Konsep utama dari metode SAW adalah menghitung jumlah terbobot dari rating kinerja setiap alternatif pada seluruh atribut. Oleh karena itu, teknik ini juga dikenal sebagai metode penjumlahan terbobot. Proses SAW memerlukan normalisasi matriks keputusan (X) ke dalam suatu skala agar semua rating alternatif dapat diperbandingkan (Armadi et al., 2020).

Prinsip dasar metode SAW berangkat dari konsep penjumlahan terbobot yang digunakan untuk menggabungkan berbagai kriteria dalam proses pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan bobot masing-masing. Adapun landasan metode SAW adalah:

- a. Nilai tinggi pada satu kriteria dapat menutupi kelemahan nilai rendah pada kriteria lainnya. Sebagai contoh, meskipun suatu produk memiliki harga tinggi, apabila kualitasnya juga tinggi maka kualitas tersebut dapat

menyeimbangkan kelemahan dari sisi harga, sehingga produk tetap layak dipertimbangkan.

- b. Kriteria yang digunakan harus dapat diukur secara kuantitatif agar hasil penilaian lebih objektif dan dapat diperbandingkan antar alternatif.

2.7.1 Tahapan Proses Metode (SAW)

Berikut adalah Tahapan proses metode SAW :

a. Identifikasi Kriteria

Pada tahap ini, persyaratan yang berlaku untuk evaluasi alternatif ditetapkan. Langkah ini sangat penting karena standar yang akan dipilih akan digunakan untuk menilai alternatif. Selama proses mengidentifikasi kriteria, diperlukan pemahaman yang mendalam tentang kebutuhan pengambilan keputusan dan tujuan. Beri nilai pada setiap kriteria berdasarkan seberapa pentingnya mereka. Biasanya, bobot ini ditampilkan sebagai persentase atau nilai yang berkisar antara 0 dan 1, dengan jumlah total bobot harus sama dengan 1.

b. Membangun Matriks Keputusan

Matriks keputusan yang menggabungkan semua opsi dan nilai kinerja mereka terhadap setiap kriteria. Dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Matriks Keputusan

ALERNATIF	KRITERIA 1	KRITERIA 2	KRITERIA 3
A1	x_{11}	x_{21}	x_{1n}
A2	x_{21}	x_{21}	x_{2n}
....

A_m	x_{m1}	x_{m2}	x_{mn}
-------	----------	----------	----------

Di mana x_{ij} adalah nilai kinerja alternatif ke- i pada kriteria ke- j .

c. Menormalisasi Matriks Keputusan

Agar data dapat dibandingkan, setelah tahap penetapan bobot, data dikonversi ke dalam skala yang seragam. Untuk memastikan bahwa setiap kriteria memiliki pengaruh yang seimbang pada perhitungan akhir, proses normalisasi data sangat penting. Untuk kriteria benefit (nilai semakin besar semakin baik).

$$(r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{jmax}})$$

Di mana x_{jmax} adalah nilai maksimum pada kriteria ke- j .

1) Untuk kriteria cost (nilai semakin kecil semakin baik).

$$(r_{ij} = \frac{x_{jmin}}{x_{ij}})$$

Di mana x_{jmin} adalah nilai minimum pada kriteria ke- j .

2) Matriks Normalisasi

Tabel 2.4 Matriks Normalisasi

ALERNATIF	KRITERIA 1	KRITERIA 2	KRITERIA 3
A1	r_{11}	r_{21}	r_{1n}

A2	r_{21}	r_{21}	r_{2n}
....
Am	r_{m1}	r_{m2}	r_{mn}

Dimana r_{ij} adalah nilai normalisasi dari alternatif ke-i pada kriteria ke j

d. Menghitung nilai preferensi

Pada langkah ini, proses perhitungan nilai preferensi pada setiap alternatif, serta untuk semua kriteria yang ada.

$$V_i = (W_1 \times r_{i1}) + (W_2 \times r_{i2})$$

V_i adalah nilai akhir dari suatu alternatif setelah diperhitungkan berdasarkan semua kriteria. W_1 , W_2 , adalah bobot dari setiap kriteria, yang menunjukkan seberapa penting kriteria tersebut dalam pengambilan keputusan. r_{i1} , r_{i2} , adalah nilai normalisasi dari suatu alternatif terhadap setiap kriteria. Jadi, perhitungan ini dilakukan dengan mengalikan nilai normalisasi dari setiap kriteria dengan bobotnya masing-masing, lalu menjumlahkan hasilnya. Alternatif dengan nilai V_i tertinggi dianggap sebagai pilihan terbaik.

e. Perangkingan

Terakhir, hasil disusun berdasarkan skor terbobot; hasil dengan skor tertinggi diberi peringkat tertinggi. Proses perangkingan ini menghasilkan daftar peringkat yang berdasarkan nilai yang diperoleh dari proses SAW memungkinkan untuk memilih pilihan terbaik. Perangkingan adalah tahap paling akhir berdasarkan evaluasi kriteria dan bobot yang telah ditentukan sebelumnya, menentukan pilihan terbaik.

2.7.2 Kelebihan dan Kekurangan Metode (SAW)

a. Kelebihan metode SAW

- 1) Setelah bobot pada setiap atribut ditentukan, metode ini dapat mengikuti prosedur dalam memilih opsi terbaik dari sejumlah alternatif yang tersedia.
- 2) Dengan adanya nilai kriteria dan bobot preferensi yang sudah ditetapkan, proses penilaian menjadi lebih akurat.

b. Kekurangan metode SAW

- 1) Metode ini hanya berfungsi pada sistem pembobotan lokal.
- 2) Proses perhitungannya melibatkan bilangan Crisp maupun bilangan Fuzzy, sehingga membutuhkan ketelitian lebih dalam pengolahannya.

2.8 Arduino IDE

Arduino merupakan mikrokontroler single-board open-source yang dikembangkan dari platform Wiring, dengan tujuan memudahkan pengguna dalam bidang elektronika. Platform ini merupakan gabungan dari perangkat keras, bahasa pemrograman, serta Integrated Development Environment (IDE) yang berorientasi pada konsep physical computing, yaitu pemahaman interaksi antara perangkat lunak dan perangkat keras secara interaktif. Arduino mampu menerima rangsangan dari lingkungan baik dalam bentuk analog maupun digital, kemudian memberikan respon kembali.

Selain itu, Arduino telah dilengkapi dengan program bootloader yang berfungsi sebagai penghubung antara compiler Arduino dengan mikrokontroler. IDE Arduino sendiri dibuat menggunakan bahasa pemrograman Java, serta

dilengkapi pustaka (library) C/C++ yang dikenal dengan istilah wiring, sehingga memudahkan proses pengoperasian input dan output (Zuhdan Muhammad, 2021).



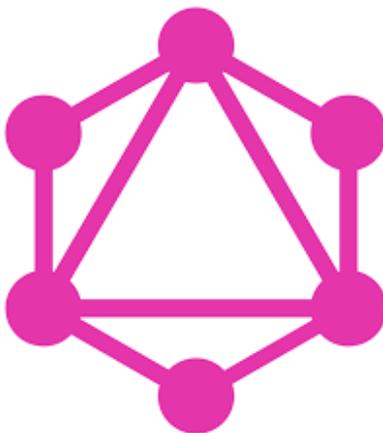
Gambar 2.3 Arduino IDE (Muhammad Zuhdan,2021)

2.9 GraphQL

GraphQL adalah bahasa kueri untuk API yang dikembangkan oleh Facebook dan digunakan dalam komunikasi antara klien dan server, di mana permintaan hanya berisi data yang benar-benar dibutuhkan klien. Dengan demikian, seluruh informasi yang diperlukan dapat diperoleh dalam satu kali request. GraphQL menyediakan runtime di sisi server untuk mengeksekusi tipe kueri yang telah didefinisikan dalam GraphQL Schema.

Teknologi ini memberikan deskripsi data yang lengkap serta mudah dipahami oleh API, sehingga klien dapat mengambil data sesuai kebutuhan tanpa mengalami overfetching maupun underfetching. Selain menghasilkan respons dalam format JSON, GraphQL hanya membutuhkan satu endpoint, menjadikannya lebih efisien dibandingkan REST. GraphQL juga memiliki pustaka server yang mendukung berbagai bahasa pemrograman, seperti C#, Clojure, Elixir, Erlang, Go,

Groovy, Java, JavaScript, .NET, PHP, Python, Scala, hingga Ruby (Radhiyan, 2020).



Gambar 2.4 Graphql

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/PeLwUu6K4wdZGgua6>)

2.10 Virtual Private Server (VPS)

Virtual Private Server (VPS) merupakan server pribadi yang seluruh sumber dayanya hanya digunakan oleh satu pengguna tanpa dipengaruhi oleh pengguna lain. VPS memanfaatkan teknologi virtualisasi pada perangkat keras server fisik yang kemudian dibagi menjadi beberapa bagian sumber daya berbeda. Disebut virtual karena pembagian ini dilakukan melalui perangkat lunak, sehingga dalam satu server fisik dapat dijalankan beberapa VPS sekaligus. Untuk mendapatkan kendali yang lebih luas terhadap server, peneliti memanfaatkan IP Public dan IP Dedicated sebagai media akses VPS dari jaringan lokal ke publik (Gea et al., 2023).

2.11 API (*Application Programming Interface*)

Application Programming Interface (API) merupakan antarmuka yang dirancang oleh pengembang agar beberapa atau seluruh fungsi dalam suatu sistem

dapat diakses secara terprogram. API juga dipahami sebagai kumpulan teknik yang terstruktur untuk membangun komunikasi antara berbagai komponen perangkat lunak. Peran utama API adalah mempermudah pengembang dalam memanfaatkan teknologi tertentu saat membuat aplikasi atau perangkat lunak.

API memiliki beragam arsitektur, seperti REST (Representational State Transfer), GraphQL, dan lainnya. Pada penelitian ini digunakan arsitektur GraphQL, yang merupakan bahasa kueri untuk API sekaligus runtime yang digunakan untuk mengeksekusi kueri berdasarkan data yang tersedia (Akmal & Dasaprawira, 2022).



Gambar 2.5 Logo Application Programming Interface

(Sumber:<https://www.kompasiana.com/hadiratimanputrandruru0410/651d1f10ee794a13fd23cf42/memahami-api-application-programming-interface-jembatan-digital-antar-aplikasi>)

2.12 Visual Studio Code

Visual Studio Code atau yang lebih dikenal dengan VSCode merupakan salah satu IDE yang ramah bagi pemula, karena memiliki fitur yang lengkap serta memudahkan pengembang dalam proses pembuatan aplikasi (Gunawan, 2024).

VSCode merupakan teks editor gratis dengan menggunakan sistem operasi dekstop berbasis Windows, Linux, dan Macintosh. Kode editor ini dibuat oleh Microsoft yang merupakan penyedia layanan teknologi terdepan di dunia. Kode visual adalah editor perangkat lunak yang tangguh, namun terkadang mengalami kegagalan fungsi saat digunakan. Visual Studio Code ini memiliki dukungan untuk JavaScript, TypeScript, Node.js, HTML, dan CSS (Abidah et al., 2025).



Gambar 2.6 Visual Studio Code

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/H6LR7niQvLAQBoHL6>)

2.13 Web Server

Web Server adalah perangkat lunak yang berfungsi untuk menerima permintaan HTTP atau HTTPS dari klien melalui browser web, lalu mengirimkan kembali respon berupa halaman web, biasanya dalam format dokumen HTML. Beberapa server web yang populer antara lain Apache dan Microsoft Internet Information Service (IIS), di mana Apache dapat digunakan lintas platform, sedangkan IIS hanya berjalan pada sistem operasi Windows. Selain itu, istilah web server juga dapat merujuk pada komputer yang menjalankan fungsi tersebut. Secara umum, cara kerjanya adalah klien mengirimkan request melalui browser ke web

server, kemudian server memberikan reply berupa halaman web dengan menggunakan protokol HTTP (Pratama, 2021).

2.14 Sensor Kekeruhan (*Turbidity Sensor*)

Sensor kekeruhan (*turbidity sensor*) adalah perangkat yang digunakan untuk memantau kualitas air melalui pemanfaatan cahaya. Sensor ini bekerja dengan mendeteksi partikel yang terdapat di dalam air melalui pengukuran transmitansi cahaya dan tingkat hamburan cahaya, yang berubah sesuai dengan jumlah total suspended solids (TSS). Semakin tinggi kadar TSS, maka tingkat kekeruhan air juga semakin besar (Siti Helmiyah, 2018).

A. Deskripsi Antarmuka

Adapun *turbidity sensor* ini memiliki dua jenis sinyal output, yaitu sinyal analog yang menggambarkan tingkat kekeruhan air secara kontinu dan sinyal digital yang memberikan informasi status berdasarkan ambang batas kekeruhan yang telah ditentukan. Berikut penjelasannya :

a. Sinyal output “A / analog”

Pada sinyal output analog, nilai output yang dihasilkan sensor akan menurun seiring dengan kualitas air dalam keadaan kekeruhan yang tinggi.

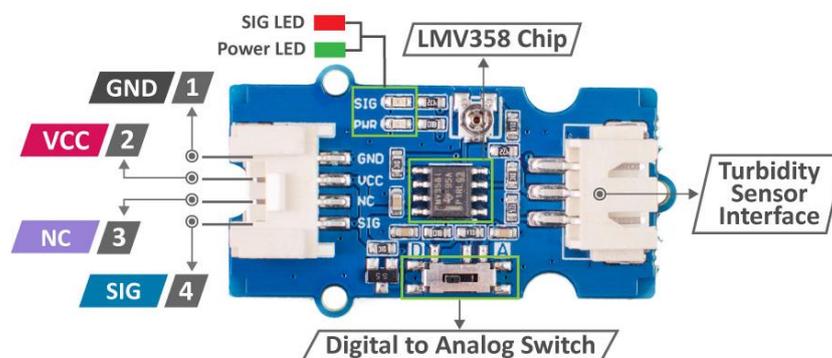
b. Sinyal output “D / digital”

Pada sinyal output digital, nilai output yang dihasilkan memiliki tingkat tinggi dan rendah yang di sesuaikan oleh ambang batas potensiometer yang dapat dikondisikan dalam mode sinyal digital.

2.15 Spesifikasi Turbidity Sensor

Turbidity sensor yang digunakan dalam sistem ini memiliki spesifikasi teknis yang dirancang untuk memberikan kinerja yang optimal. Sensor ini beroperasi pada tegangan 5V DC dengan kebutuhan arus maksimal sebesar 40 mA, sehingga cocok untuk digunakan dalam berbagai aplikasi dengan sumber daya rendah. Waktu tanggapan sensor sangat cepat, yaitu kurang dari 500 ms, sehingga memungkinkan pengukuran tingkat kekeruhan air secara real-time. Sensor ini juga dilengkapi dengan dua jenis keluaran, yaitu output analog dengan rentang 0 hingga 4,5 V yang memberikan nilai tingkat kekeruhan secara detail, serta output digital yang menghasilkan sinyal tinggi atau rendah.

Nilai ambang batas untuk output digital ini dapat disesuaikan dengan memutar potensiometer yang terdapat pada modul. Selain itu, sensor ini dirancang untuk beroperasi pada suhu lingkungan antara 5°C hingga 90°C, menjadikannya andal untuk berbagai kondisi operasional. Untuk penyimpanan, sensor dapat bertahan pada suhu antara -10°C hingga 90°C tanpa mengalami kerusakan. Spesifikasi ini memastikan bahwa turbidity sensor dapat digunakan dengan efisien dan stabil dalam sistem monitoring air yang Anda rancang.

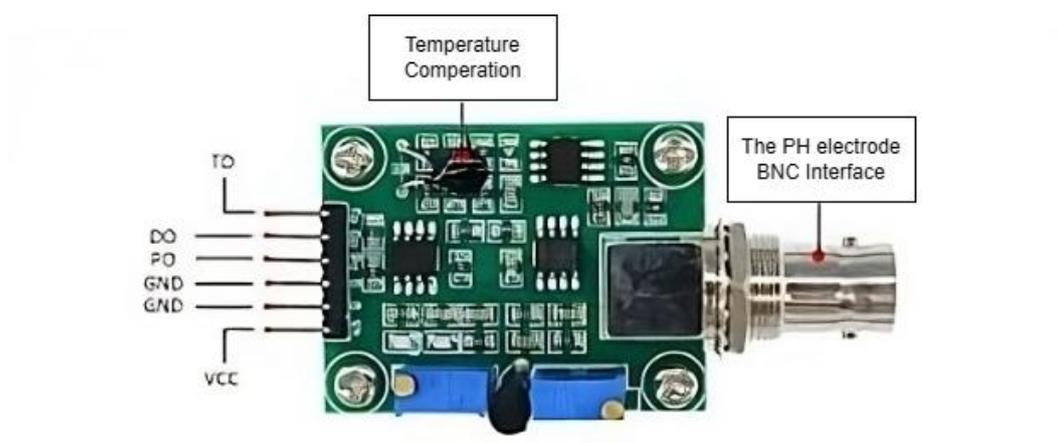


Gambar 2.7 Sensor Kekeruhan (*turbidity sensor*)

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/Yt5ngAF37GEMx7it7>)

2.16 Sensor pH

Alat ukur pH digunakan untuk menampilkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu cairan. Karena aktivitas ion air tidak dapat diukur secara langsung melalui percobaan, nilainya ditentukan berdasarkan perhitungan teoritis. Skala pH bukanlah skala mutlak, melainkan berada dalam rentang 0 hingga 14. Prinsip kerja sensor pH didasarkan pada aktivitas elektromagnetik yang terjadi antara cairan dalam elektroda gelas dengan nilai tertentu dan cairan di luar elektroda yang akan diukur. Hal ini dimungkinkan karena lapisan tipis pada permukaan kaca elektroda berinteraksi dengan ion-ion dalam air (Merinda Tasya Aulia, 2022).



Gambar 2.8 Sensor pH

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/JS2utg1Btg7eZFGa9>)

Adapun spesifikasi sensor pH adalah sebagai berikut :

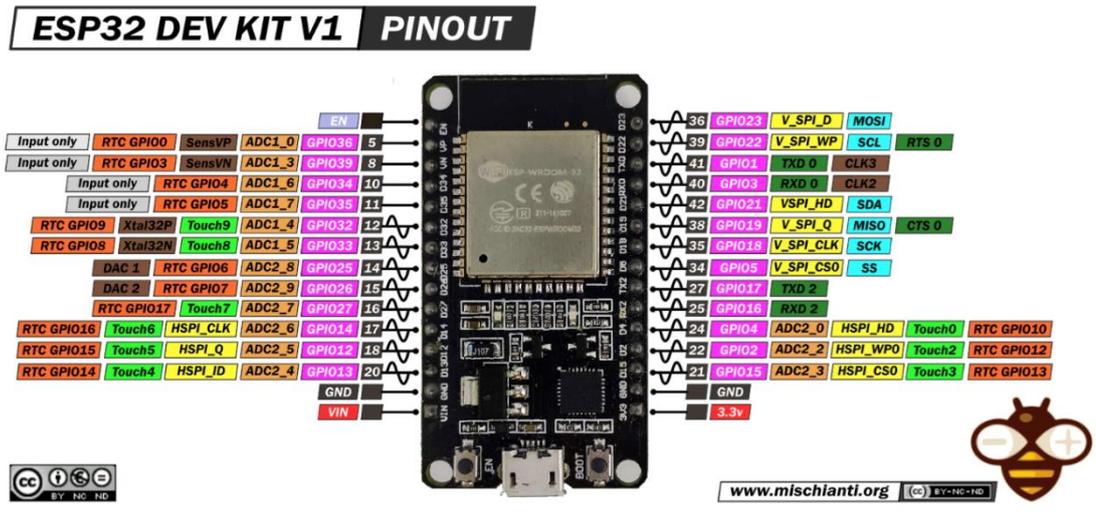
Tabel 2.5 Spesifikasi Sensor pH (Merinda,2022)

No	Spesifikasi	Nilai
1	Tegangan kerja	5VDC

2	Ukuran	43 mm x 32 mm
3	Range pengukuran Ph	0-14 pH
4	Range pengukuran suhu	0°C-60°C
5	Akurasi	±0.1 pH
6	Waktu respon	< 1 min

2.17 ESP32 Board

ESP32 merupakan chip mikrokontroler yang dilengkapi dengan Wi-Fi 2.4 GHz dan Bluetooth, dibangun dengan teknologi 40nm untuk menghadirkan performa radio yang efisien, tangguh, serta andal dalam berbagai aplikasi maupun kebutuhan daya. Modul ini mendukung konektivitas ganda, yaitu Wi-Fi dan Bluetooth, sehingga memudahkan pengguna dalam mengembangkan sistem serta proyek berbasis Internet of Things (IoT). ESP32 diperkenalkan oleh Espressif Systems sebagai penerus dari ESP8266 dengan berbagai peningkatan signifikan. Dibandingkan generasi sebelumnya, ESP32 memiliki prosesor inti (CPU) yang lebih cepat, jumlah GPIO lebih banyak, koneksi Wi-Fi lebih stabil, dukungan Bluetooth 4.2, serta konsumsi daya rendah. Keunggulan-keunggulan tersebut menjadikan ESP32 sangat ideal untuk digunakan pada berbagai proyek elektronika dan aplikasi IoT (Teknik et al., 2024).



Gambar 2.9 ESP32 Board (Zuhdan Muhammad,2021)

2.18 Internet Of Things

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep yang bertujuan memperluas manfaat konektivitas internet agar dapat digunakan untuk menghubungkan mesin, perangkat, dan benda fisik lainnya melalui sensor, jaringan, dan aktuator. Dengan adanya IoT, perangkat dapat mengumpulkan data, mengelola kinerjanya secara mandiri, berkolaborasi, bahkan mengambil keputusan berdasarkan informasi yang diperoleh tanpa campur tangan manusia.

Secara sederhana, IoT merupakan gagasan bahwa berbagai objek di dunia nyata mampu saling berkomunikasi dan terhubung dalam satu sistem terpadu melalui jaringan internet. Contoh penerapannya adalah penggunaan CCTV yang terintegrasi dengan pusat kendali meskipun jaraknya puluhan kilometer, atau konsep smart home yang memungkinkan pemilik rumah mengontrol perangkat elektronik melalui smartphone. Pada dasarnya, IoT tersusun dari tiga komponen utama, yaitu sensor untuk mengumpulkan data, jaringan internet sebagai media komunikasi, dan server sebagai pusat penyimpanan sekaligus analisis informasi.

Gagasan awal IoT pertama kali diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 dalam salah satu presentasinya. Seiring perkembangannya, banyak perusahaan besar seperti Intel, Microsoft, dan Oracle ikut mengembangkan teknologi ini. IoT kini dipandang sebagai “the next big thing” dalam dunia teknologi informasi karena memiliki potensi besar dalam berbagai aspek kehidupan. Salah satu contoh nyata penerapannya adalah kulkas pintar yang dapat menginformasikan kepada pemilik melalui SMS atau email mengenai persediaan makanan dan minuman yang habis dan perlu diisi ulang (Nelly Indriani Widiastuti, 2014).

2.19 Flowchart

Flowchart merupakan metode penulisan algoritma yang menggunakan simbol grafis untuk menggambarkan alur suatu program. Diagram ini menampilkan urutan langkah-langkah proses serta hubungan antarpernyataan dengan simbol-simbol tertentu, di mana setiap simbol mewakili proses tertentu, sementara hubungan antarproses ditunjukkan melalui garis penghubung.

Penyusunan flowchart biasanya dilakukan dengan tahapan:

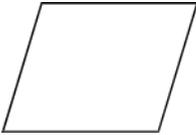
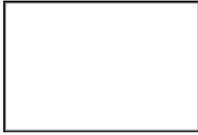
1. Mengidentifikasi model keluaran beserta variabel-variabel yang terlibat.
2. Memperkirakan kebutuhan masukan serta menentukan variabel inputnya.
3. Menyusun proses transformasi dari input menuju output.

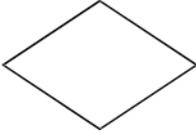
Dalam tahap transformasi, diperlukan penentuan ekspresi matematis dan ketepatan dalam menyusun urutan langkah agar proses berjalan sistematis.

Penggunaan flowchart sangat membantu dalam memverifikasi dan memastikan tidak ada bagian yang terlewat pada analisis masalah (Muhammad Zuhdan, 2021).

Tabel 2.6 Flowchart (Muhammad Zuhdan,2021)

Simbol	Keterangan
	<p>Terminator / Terminal</p> <p>adalah simbol yang dipakai dalam flowchart untuk menunjukkan titik awal maupun titik akhir dari suatu alur program.</p>
	<p>Preparation / Persiapan</p> <p>Simbol ini berfungsi untuk mendefinisikan variabel-variabel yang akan digunakan dalam program, termasuk pemberian nilai awal. Contohnya: tanda (‘) untuk tipe string, angka (0) untuk tipe numerik, (.T./F.) untuk tipe Boolean, serta ({//}) untuk tipe tanggal.</p>

	<p>Input Output / Masukan Keluaran</p> <p>Simbol ini dipakai untuk memasukkan nilai ke dalam variabel atau menampilkan hasil dari variabel tersebut. Karakteristiknya adalah tidak melibatkan operator, baik aritmatika maupun perbandingan.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Untuk input, variabel belum mengalami operasi atau modifikasi nilai. • Untuk output, variabel sudah diberi nilai atau telah melalui operasi tertentu.
	<p>Process / Proses</p> <p>Simbol ini menunjukkan suatu tindakan atau perhitungan, misalnya pemberian nilai, penggunaan rumus, perhitungan counter, atau modifikasi variabel lainnya.</p>
	<p>Predefined Process / Proses Terdefinisi</p> <p>Digunakan untuk menggambarkan proses khusus yang memiliki flowchart tersendiri. Simbol ini berfungsi layaknya menu atau</p>

	link, dimulai dan diakhiri dengan terminator pada flowchart terpisah.
	<p>Decision / Simbol Keputusan</p> <p>Simbol ini dipakai untuk menggambarkan kondisi bercabang dengan minimal dua kemungkinan keluaran. Pilihan biasanya berupa Ya (true) dan Tidak (false). Jika jumlah cabang lebih dari dua, dapat ditambahkan sesuai kebutuhan.</p>
	<p>Connector / Konektor</p> <p>Simbol ini dipakai sebagai penghubung antarbagian flowchart agar alur tidak perlu digambar dengan garis panjang.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konektor dalam halaman berbentuk lingkaran. • Konektor antarhalaman berbentuk segi lima dengan identitas berupa huruf (A–Z / a–z) atau angka (1–9).
	<p>Arrow / Arus</p> <p>Simbol panah yang digunakan untuk menunjukkan arah atau aliran proses dalam flowchart.</p>

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Prosedur Penelitian



Gambar 3.1 Alur prosedur penelitian

Pada penjelasan dari gambar 3.1 menjelaskan tahapan ini merupakan langkah pertama yang menandai dimulainya keseluruhan proses pengembangan sistem. Pada tahap ini, proyek secara resmi dimulai dengan menetapkan tujuan utama, yaitu menciptakan sistem yang mampu memonitor kekeruhan air dan pH

secara efektif untuk mendukung keberhasilan budidaya lele. Setelah proses dimulai, dilakukan pengumpulan informasi yang mendalam melalui studi literatur. Langkah ini melibatkan pencarian, pembacaan, dan analisis berbagai sumber ilmiah, seperti buku, jurnal, artikel, serta penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik kekeruhan air dan pH. Studi literatur ini bertujuan untuk memperoleh dasar teori yang kuat, memahami metode yang sudah ada, serta menemukan celah atau peluang untuk inovasi yang dapat diterapkan pada budidaya lele.

Setelah mendapatkan pemahaman yang cukup melalui studi literatur, proses berlanjut ke tahap perancangan, di mana konsep dan metode ini mulai dirancang secara rinci. Tahapan ini mencakup penentuan teknologi yang akan digunakan, seperti sensor kekeruhan dan pH, serta perencanaan bagaimana komponen-komponen tersebut akan terintegrasi. Tahap ini merupakan implementasi nyata dari rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Dalam proses ini, alat dan sistem mulai dibuat secara fisik, termasuk pemasangan sensor, perakitan perangkat keras, dan pengembangan perangkat lunak yang mendukung monitoring secara real-time. Semua elemen yang telah dirancang sebelumnya mulai diwujudkan agar dapat diuji dan digunakan sesuai fungsinya.

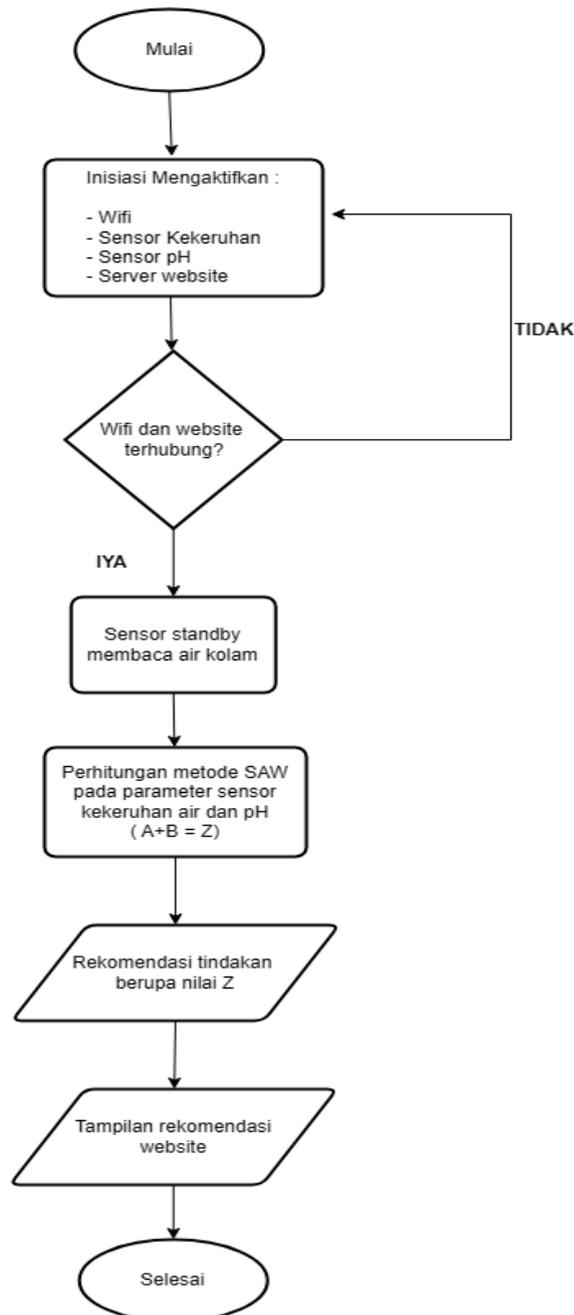
Setelah alat dan sistem selesai dibuatlah langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian untuk memastikan bahwa sistem tersebut dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan rancangan. Proses pengujian ini mencakup pengumpulan data dari sampel air di kolam budidaya lele untuk melihat apakah sensor dapat mendeteksi kekeruhan dan pH dengan akurat. Pengujian ini juga mencakup pengamatan terhadap stabilitas sistem dalam kondisi nyata. Hasil dari pengujian alat yang dilakukan sebelumnya kemudian dikumpulkan dalam bentuk

data. Data ini akan mencakup hasil pembacaan sensor kekeruhan air dan pH, serta berbagai parameter lain yang dianggap penting. Data ini nantinya akan menjadi dasar untuk mengevaluasi kinerja sistem secara keseluruhan, termasuk mengetahui seberapa akurat alat tersebut bekerja di lapangan.

Data yang telah dikumpulkan pada tahap sebelumnya kemudian dianalisis secara menyeluruh untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang kinerja sistem. Hasil analisis ini dibahas dalam konteks apakah alat sudah memenuhi tujuan awalnya, yaitu membantu mempermudah pengelolaan budidaya lele dengan memberikan informasi yang akurat tentang kualitas air. Jika ditemukan kekurangan atau kelemahan dalam sistem, pembahasan ini juga menjadi dasar untuk menentukan perbaikan atau penyempurnaan yang perlu dilakukan.

Setelah semua data dianalisis dan dibahas. Setelah itu menyusun kesimpulan yang merangkum hasil dari keseluruhan proses. Kesimpulan ini biasanya mencakup evaluasi keberhasilan sistem yang telah dibuat, manfaat yang dihasilkan bagi budidaya lele, serta saran untuk pengembangan lebih lanjut jika diperlukan. Tahap terakhir ini menandai berakhirnya seluruh proses pengembangan sistem. Pada titik ini, semua tahapan telah selesai dilaksanakan, dan hasil akhirnya dapat digunakan sebagai alat bantu yang bermanfaat untuk meningkatkan efisiensi dan keberhasilan dalam budidaya lele, terutama dalam hal pemantauan kualitas air secara real-time. Dengan mengikuti tahap setiap langkah yang telah dirancang secara sistematis dalam flowchart ini, dalam penentuan kekeruhan air dan pH pada budidaya lele dapat dilakukan dengan terstruktur sehingga menghasilkan alat yang efektif dan efisien.

3.2 Rancangan Kerja Alat



Gambar 3.2 Rancangan Kerja Alat

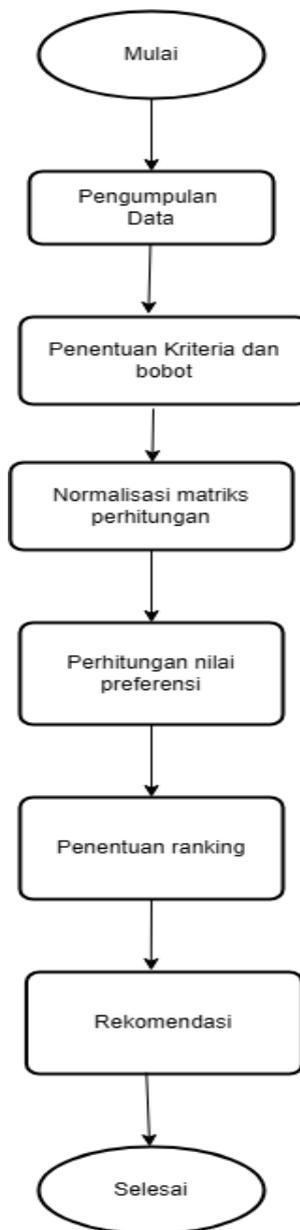
Pada gambar 3.2 menjelaskan flowchart alur kerja sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT yang digunakan untuk mengukur parameter kekeruhan dan pH air secara real-time. Proses dimulai dengan mengaktifkan seluruh komponen

utama, termasuk koneksi WiFi, sensor kekeruhan, sensor pH, dan server website. WiFi digunakan untuk memastikan perangkat dapat terhubung ke internet, sedangkan sensor kekeruhan dan pH berfungsi untuk membaca kondisi air kolam. Server website memiliki peran penting dalam menerima, menyimpan, dan menampilkan data yang diperoleh dari sensor melalui antarmuka website.

Setelah proses inisialisasi selesai, sistem akan memeriksa apakah koneksi antara perangkat dengan WiFi dan server website telah berhasil. Pemeriksaan ini tidak hanya mencakup koneksi internet, tetapi juga memastikan bahwa seluruh komponen sensor berfungsi dengan baik. Jika koneksi belum berhasil, sistem akan terus mencoba menyambungkan hingga koneksi dapat terjalin dengan sempurna. Namun, jika semua komponen telah terhubung, sensor mulai bekerja dengan membaca parameter kualitas air kolam secara berkala.

Data hasil pembacaan sensor kemudian diproses menggunakan metode Simple Additive Weighting (SAW), di mana nilai dari sensor kekeruhan (A) dan sensor pH (B) dikombinasikan untuk menghasilkan nilai akhir (Z) menggunakan rumus $A + B = Z$. Nilai Z ini kemudian dianalisis untuk menentukan kualitas air kolam serta memberikan rekomendasi tindakan yang perlu dilakukan oleh pembudidaya ikan lele. Rekomendasi tindakan tersebut kemudian ditampilkan melalui website dalam bentuk informasi yang mudah dipahami, sehingga pembudidaya dapat dengan cepat mengambil langkah yang diperlukan untuk menjaga kualitas air kolam tetap optimal. Sistem ini berjalan secara kontinu, memungkinkan pemantauan kualitas air secara real-time guna meminimalkan risiko kematian ikan akibat kondisi air yang tidak sesuai.

3.3 Alur Tahapan Metode SAW



Gambar 3.3 Alur tahapan metode SAW

Pada gambar 3.3 menjelaskan flowchart alur tahapan metode SAW. Proses dimulai dengan tahap pengumpulan data, di mana sensor kekeruhan dan sensor pH mengukur kualitas air secara real-time. Sensor ini akan mendeteksi nilai kekeruhan dalam satuan NTU dan tingkat keasaman air (pH), lalu mengirimkan data ke sistem. Setelah data diperoleh, sistem masuk ke tahap penentuan kriteria dan bobot. Dalam penelitian ini, kriteria utama yang digunakan adalah nilai kekeruhan dan pH, dengan bobot yang telah ditentukan berdasarkan tingkat kepentingannya dalam menjaga kualitas air untuk budidaya ikan lele.

Selanjutnya, dilakukan normalisasi matriks perhitungan untuk menyesuaikan nilai dari setiap parameter ke dalam skala yang seragam. Normalisasi ini bertujuan untuk membandingkan setiap nilai dengan standar yang telah ditetapkan, sehingga dapat dihitung nilai preferensinya secara objektif. Setelah normalisasi, sistem akan masuk ke tahap perhitungan nilai preferensi, di mana setiap nilai yang telah dinormalisasi dikalikan dengan bobot yang telah ditentukan. Hasil dari perhitungan ini digunakan untuk menentukan kualitas air berdasarkan metode SAW.

Dari hasil perhitungan tersebut, dilakukan penentuan ranking, di mana nilai akhir dari masing-masing alternatif (kondisi air) akan diurutkan berdasarkan tingkat kualitasnya. Nilai tertinggi menunjukkan kualitas air yang paling optimal untuk budidaya ikan lele, sedangkan nilai terendah menunjukkan kondisi air yang perlu segera ditangani. Berdasarkan hasil perhitungan dan ranking, sistem akan memberikan rekomendasi kepada pembudidaya ikan lele melalui halaman website. Rekomendasi ini dapat berupa tindakan yang perlu dilakukan, seperti penggantian air atau penambahan perlakuan tertentu agar kualitas air tetap optimal. Terakhir,

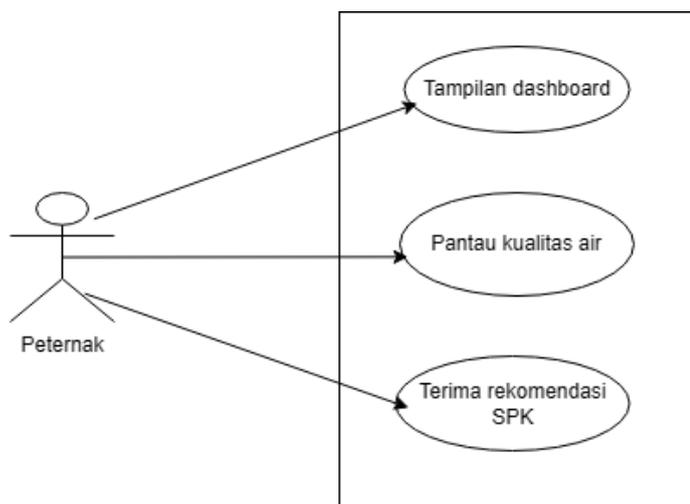
sistem menampilkan rekomendasi tersebut secara real-time di halaman website, sehingga pengguna dapat dengan mudah memantau dan mengambil tindakan yang diperlukan.

3.4 Desain Sistem

Perancangan ini akan memberikan penjelasan mengenai rancangan aplikasi pendeteksi kekeruhan dan ph air untuk hasil panen petani sawi.

1. Use Case Diagram

Use Case diagram adalah penggambaran dari interaksi antara sistem dan actor. Adapun proses sistem yang akan dirancang dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah ini :



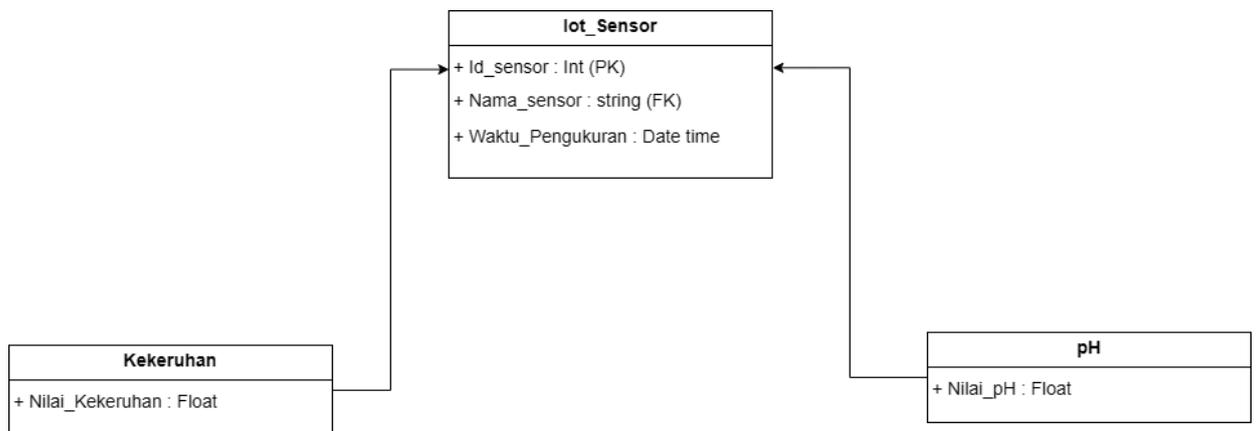
Gambar 3.4 Use Case Diagram

Use case diagram tersebut menunjukkan bahwa peternak dapat menggunakan sistem untuk menampilkan dashboard, memantau kualitas air secara real-time (khususnya kekeruhan dan pH), serta menerima rekomendasi dari Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang menggunakan metode SAW. Diagram ini

menggambarkan fitur utama sistem yang membantu peternak dalam menjaga kualitas air kolam secara efisien dan berbasis data.

2. Class Diagram

Class Diagram sistem pendukung keputusan dalam penentuan kelayakan air dapat dilihat pada Gambar berikut :

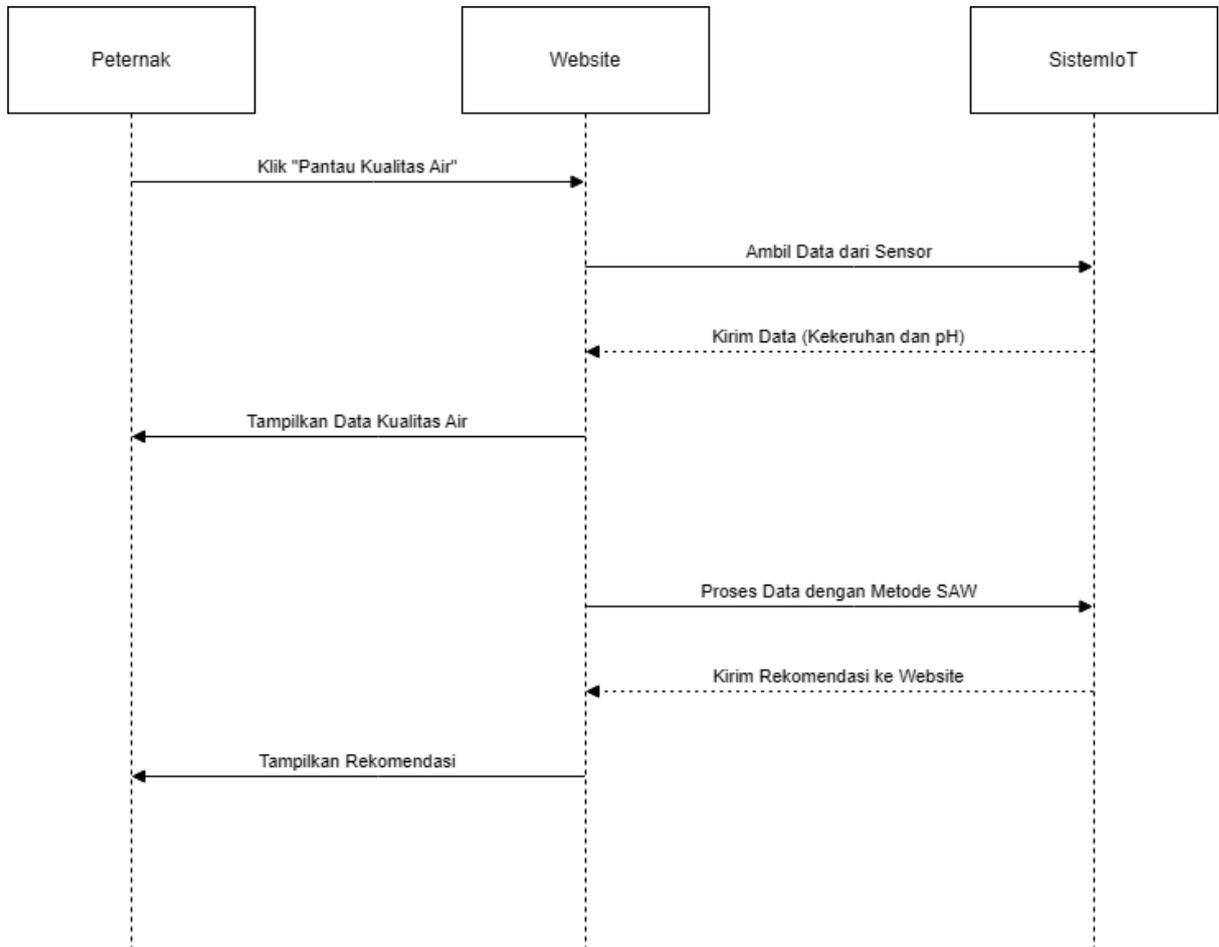


Gambar 3.5 Class Diagram

Pada class diagram yang menggambarkan struktur data sistem monitoring kualitas air. Kelas Iot_Sensor menyimpan informasi sensor, seperti ID, nama sensor, dan waktu pengukuran. Kelas Kekeruhan dan pH masing-masing menyimpan nilai hasil pembacaan sensor kekeruhan dan pH, yang terkait dengan data di Iot_Sensor untuk memantau kondisi air secara real-time.

3. Sequence Diagram

Sequence Diagram sistem pendukung keputusan dalam penentuan kelayakan air dapat dilihat pada Gambar berikut :

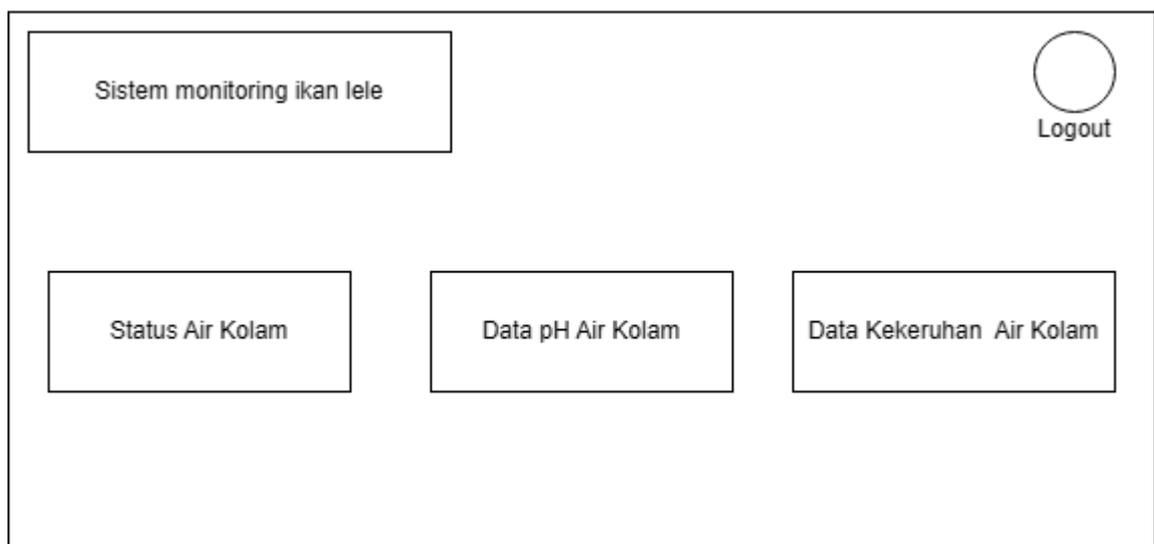


Gambar 3.6 Sequence Diagram

Pada gambar 3.6 ini adalah sequence diagram yang menunjukkan alur interaksi antara peternak, website, dan sistem IoT. Peternak memulai dengan klik "Pantau Kualitas Air", lalu sistem mengambil data kekeruhan dan pH dari sensor, memprosesnya menggunakan metode SAW, dan mengirimkan hasil rekomendasi ke website untuk ditampilkan secara real-time kepada peternak.

4. Rancangan Website

Adapun tampilan yang direncanakan pada sistem sistem pendukung keputusan dalam penentuan kelayakan air budidaya ikan lele berbasis website ini ialah yang pertama design perangkat lunak. Ketika alat sudah terdesign maka dapat dilanjutkan proses lanjutan pada website, Dimulai daripada halaman dashboard.

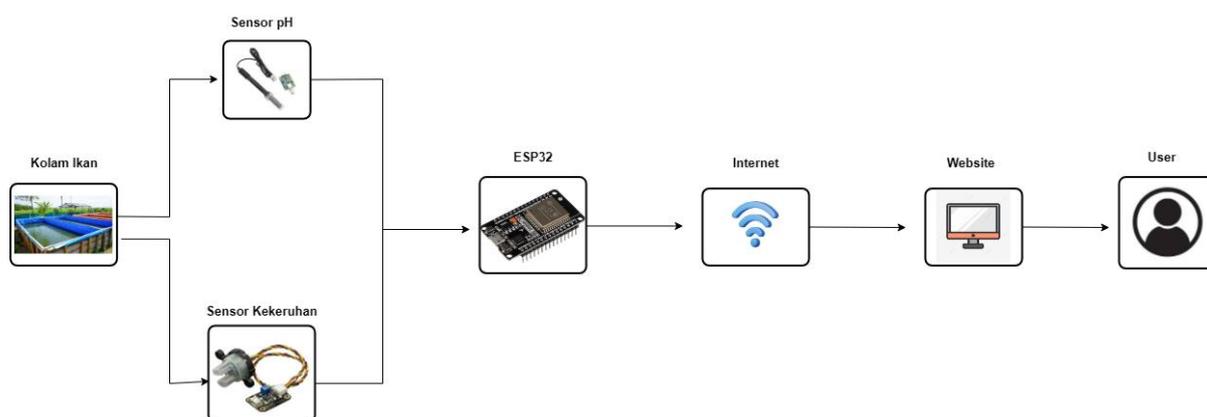


Gambar 3.7 Tampilan Website

Gambar 3.7 menunjukkan rancangan antarmuka utama dari website sistem monitoring ikan lele, yang dirancang untuk memudahkan peternak dalam memantau kualitas air kolam secara real-time. Tampilan ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu informasi status air kolam, data pH air, dan data kekeruhan air, yang semuanya ditampilkan secara terstruktur. Selain itu, tersedia juga tombol logout di bagian kanan atas sebagai fitur keamanan untuk keluar dari sistem. Desain

antarmuka ini dibuat sederhana dan intuitif agar mudah digunakan oleh peternak dalam mengambil keputusan berdasarkan data yang ditampilkan.

3.5 Design Alat Kekeruhan Air Dan pH

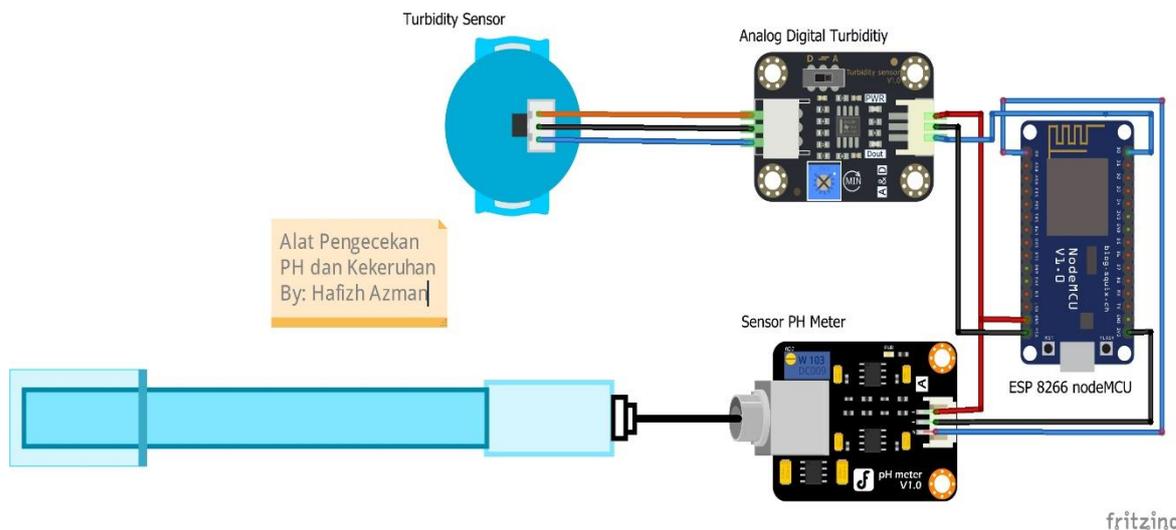


Gambar 3.8 Diagram blok menentukan kekeruhan air dan pH

Pada diagram blok gambar 3.8 ini menggambarkan kualitas air kolam ikan yang dirancang untuk memastikan kondisi air tetap optimal bagi ikan. Sistem ini menggunakan dua jenis sensor utama, yaitu sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman air dan sensor kekeruhan untuk mendeteksi tingkat kejernihan atau partikel tersuspensi dalam air. Data yang diperoleh dari kedua sensor ini diproses oleh ESP32, sebuah mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali utama sekaligus penghubung ke jaringan internet. ESP32 mengumpulkan, mengolah, dan mengirimkan data dari sensor melalui protokol komunikasi nirkabel ke server website. Website ini dirancang agar dapat diakses oleh pengguna melalui perangkat apa pun yang memiliki koneksi internet, seperti smartphone, tablet, atau komputer.

Pada website, data kondisi air kolam ditampilkan secara real-time dalam bentuk grafik, tabel, atau indikator visual lainnya yang mudah dipahami. Dengan

demikian, pengguna dapat memantau perubahan parameter air secara terus-menerus dan segera mengambil tindakan jika terjadi penyimpangan dari batas normal, seperti mengganti air kolam atau menambahkan bahan kimia tertentu untuk



Gambar 3.9 Desain alat menentukan kekeruhan air dan pH

Pembuatan skema design alat sangat diperlukan untuk dijadikan acuan pada saat merakit alat agar tidak salah dalam pemasangannya. Pada gambar 3.9 menjelaskan alat ini dirancang untuk mengukur parameter kualitas air, yaitu pH dan tingkat kekeruhan air, menggunakan dua sensor utama: Sensor pH dan Sensor Turbidity. Data dari kedua sensor diproses oleh microcontroller ESP32, yang berfungsi sebagai pusat kendali sistem. Alat ini juga memiliki fitur pengiriman data secara real-time melalui jaringan WiFi, sehingga pengguna dapat memantau hasil pengukuran melalui aplikasi atau halaman website.

3.6 Rangkaian Alat

Pada gambar 3.9 memperlihatkan rangkaian alat menentukan kekeruhan dan pH budidaya ikan lele dan untuk keterangan rangkaian sistem pada kabel tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 3.1 Alur rangkaian sistem pada kabel

Komponen	Kabel	Terhubung ke ESP32	Fungsi
Sensor Turbidty	Merah	VIN (5V)	Memberikan suplai daya 5V ke modul sensor turbidity
	Hitam	GND	Menyediakan jalur ground untuk modul sensor
	Biru	GPIO 15	Membaca sinyal digital dari sensor turbidity
Sensor pH	Merah	VIN (5V)	Memberikan suplai daya 5V ke sensor pH
	Hitam	GND	Menyediakan jalur ground untuk sensor pH
	Biru	GPIO 34 (Analog pin)	Membaca sinyal analog dari sensor pH
ESP32	-	USB	Sumber daya dan port untuk mengunggah program ke ESP 32

Pada tabel 3.1 Alur rangkaian sistem pada kabel menjelaskan mengenai pada perancangan alat ini, sensor turbidity dan sensor pH dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32 untuk melakukan pengukuran tingkat kekeruhan dan pH air. Dibawah ini adalah penjelasan detail mengenai koneksi dan fungsi masing-masing komponen.

Pada sensor turbidity kabel merah (VIN) pada sensor turbidity terhubung ke pin VIN (5V) pada ESP32. Koneksi ini memberikan suplai daya sebesar 5V yang diperlukan untuk mengoperasikan sensor. Kabel hitam (GND) terhubung ke pin GND pada ESP32. Ground ini digunakan sebagai referensi tegangan listrik untuk memastikan sirkuit bekerja dengan benar. Kabel biru pada sensor turbidity terhubung ke pin GPIO 15 pada ESP32. Pin ini digunakan untuk membaca sinyal digital yang dihasilkan oleh sensor turbidity, yang mengindikasikan tingkat kekeruhan air.

Pada bagian sensor pH kabel merah (VIN) pada sensor pH terhubung ke pin VIN (5V) pada ESP32 untuk memberikan suplai daya sebesar 5V yang dibutuhkan oleh sensor. Kabel hitam (GND) pada sensor pH terhubung ke pin GND pada ESP32 untuk melengkapi jalur ground dalam rangkaian dan Kabel biru pada sensor pH terhubung ke pin GPIO 34, yang merupakan salah satu pin analog pada ESP32. Pin ini digunakan untuk membaca sinyal analog dari sensor pH, yang selanjutnya diolah untuk menentukan nilai pH air.

Dan pada bagian ESP32 berfungsi sebagai pusat kontrol utama dari alat ini. Mikrokontroler ini menerima data dari sensor turbidity dalam bentuk sinyal digital melalui pin GPIO 15 dan data dari sensor pH dalam bentuk sinyal analog melalui pin GPIO 34. ESP32 juga memiliki koneksi USB, yang digunakan sebagai sumber daya utama alat ini serta untuk proses pengunggahan program ke perangkat. Melalui program yang telah ditanamkan, ESP32 memproses data dari kedua sensor dan dapat mengirimkan informasi hasil pengukuran ke perangkat lain (seperti komputer atau server) melalui koneksi Wi-Fi yang dimiliki oleh ESP32.

3.7 Metode Pengumpulan Data

3.7.1 Observasi

Pengamatan dilakukan secara langsung pada objek penelitian untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam perancangan sistem. Observasi ini dilaksanakan di Peternakan Persiakan, Kecamatan Padang Hulu, Kota Tebing Tinggi, dengan tujuan meninjau kondisi nyata lingkungan budidaya ikan lele serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kekeruhan dan pH air. Temuan dari kegiatan observasi ini akan dijadikan acuan dalam upaya menjaga kualitas air agar tetap berada pada kondisi optimal.

3.7.2 Studi Literatur

Metode ini diterapkan untuk memperoleh landasan teori dalam menyelesaikan permasalahan dengan cara menghimpun teori-teori pendukung serta mempelajari berbagai sumber, seperti buku, skripsi, jurnal, maupun tulisan lain yang relevan.

3.8 Tools

1. Hardware

- a. Mikrokontroler ESP32
- b. Sensor pH
- c. Turbidity Sensor (Sensor Kekeruhan)
- d. Kabel Jumper
- e. Bread Board
- f. Case Box

2. Software

- a. Arduino apk
- b. Visual Studio Code
- c. Draw.io
- d. Fritzing

3.9 Waktu Dan Tempat Penelitian

3.9.1 Waktu

Pelaksanaan penelitian ini berlangsung selama enam bulan, mulai dari Desember 2024 hingga Mei 2025, mencakup tahap pengolahan data, penyusunan dalam bentuk tugas akhir, serta proses bimbingan.

3.9.2 Tempat Pelaksanaan

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di Peternakan Persiakan yang terletak di Kelurahan Persiakan, Kecamatan Padang Hulu, Kota Tebing Tinggi.

Tabel 3.2 Waktu kegiatan penelitian

Kegiatan	Waktu Kegiatan																							
	Des 2024				Jan 2025				Feb 2025				Mar 2025				April 2025				Mei 2025			
	Minggu ke				Minggu ke				Minggu ke				Minggu ke				Minggu ke				Minggu ke			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengajuan Judul			■	■	■																			
Penyusunan Proposal Bab I – Bab III					■	■	■	■																
Perakitan Alat											■	■	■	■										
Pengujian Sistem													■	■	■									
Menentukan Hasil															■	■								
Penulisan Bab IV – Bab V																	■	■						
Pengumpulan Skripsi																			■	■	■	■		

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang serta mengimplementasikan sistem deteksi kekeruhan dan pH air berbasis Internet of Things (IoT) guna meningkatkan hasil panen ikan lele. Dengan adanya sistem ini, kebutuhan observasi manual dapat diminimalisir karena peternak memperoleh data yang lebih akurat terkait kondisi air, seperti tingkat kekeruhan, pH, maupun parameter lain yang memengaruhi pertumbuhan lele.

Sistem yang dikembangkan terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

1. Sensor Kekeruhan dan Sensor pH

Berfungsi untuk memantau tingkat kejernihan serta derajat keasaman atau kebasaaan (pH) air secara berkala. Informasi ini sangat penting untuk menjaga kualitas air tetap sesuai dengan standar optimal bagi pertumbuhan ikan lele.

2. Mikrokontroler ESP32

Bertugas sebagai pusat pengendali yang menerima data dari sensor, kemudian mengolah dan mengirimkannya ke server berbasis cloud melalui koneksi WiFi. ESP32 dipilih karena memiliki dukungan konektivitas internet dan efisiensi penggunaan daya.

3. Platform Monitoring Berbasis Website

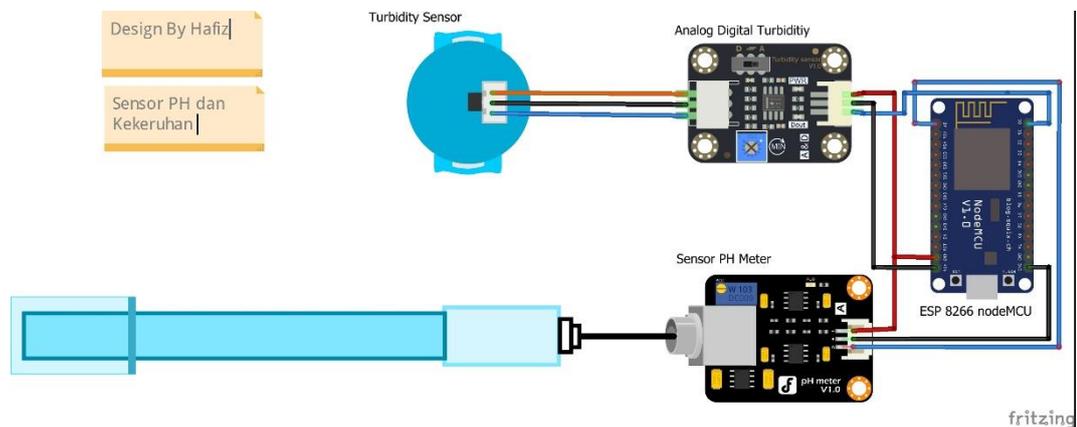
Hasil pengukuran ditransmisikan dan ditampilkan melalui antarmuka web atau aplikasi mobile, sehingga peternak dapat memantau kondisi kolam secara real-time dari jarak jauh, kapan pun dan di mana pun.

4. Pemberitahuan (Notifikasi)

Sistem juga dilengkapi fitur notifikasi otomatis jika nilai pH atau kekeruhan berada di luar ambang batas normal, sehingga peternak bisa segera melakukan tindakan korektif.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem berhasil membaca dan mengirimkan data sensor secara berkala ke server, serta menampilkan informasi tersebut dalam bentuk grafik dan data numerik. Sistem juga mampu mengirimkan peringatan jika terjadi penyimpangan nilai parameter, yang membantu peternak dalam pengambilan keputusan cepat. Dengan demikian, sistem ini berkontribusi dalam efisiensi waktu, peningkatan akurasi pemantauan kualitas air, serta berpotensi meningkatkan produktivitas dan hasil panen ikan lele.

4.1.1 Implementasi Perangkat Keras



Gambar 4.1 Scematic Sistem Internet of Things

Rangkaian pada gambar 4.1 agar dapat dipahami dengan baik, berikut adalah penjelasan tentang skema rangkaian dan fungsi dari bagian-bagian yang terdapat pada skema sistem pendeteksi kekeruhan dan pH air IoT yang telah dibuat:



Gambar 4.2 Gambar Product

Dengan memahami fungsi dari setiap komponen dan bagaimana mereka terhubung satu sama lain, kita dapat memperoleh gambaran yang jelas tentang cara kerja sistem pendeteksi kekeruhan dan pH air IoT ini. Modul ESP32 bertindak sebagai pusat pengendali yang mengkoordinasikan semua perangkat input dan output, memastikan sistem dapat beroperasi secara otomatis dan terhubung ke jaringan.

4.1.2 Observasi Tempat Penelitian

Observasi dilaksanakan di area budidaya ikan lele yang berlokasi di Peternakan Persiakan, Kelurahan Persiakan, Kecamatan Padang Hulu, Kota Tebing Tinggi. Lokasi ini dipilih karena aktif digunakan untuk budidaya ikan lele dengan metode kolam terpal semi tertutup, sehingga cocok untuk pengujian sensor dalam beragam kondisi pencahayaan maupun kualitas air.

Pada saat observasi, dilakukan pengambilan sampel air kolam secara langsung menggunakan perangkat sensor kekeruhan dan pH yang telah dirakit. Air kolam tampak cukup keruh dengan adanya sisa pakan dan dedaunan yang mengambang, menunjukkan pentingnya pemantauan kualitas air secara berkala. Aktivitas ini mendukung proses pengambilan data aktual sebagai dasar pengujian sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) yang telah dikembangkan.



Gambar 4.3 Observasi Tempat Penelitian

4.1.3 Pembacaan Sensor

Sebelum sistem diterapkan secara penuh, dilakukan pengujian pembacaan data dari sensor kekeruhan dan sensor pH untuk memastikan perangkat berfungsi dengan baik serta mampu menyajikan informasi kualitas air secara real-time. Proses pembacaan ini dilaksanakan di lokasi penelitian dengan kondisi kolam yang beragam agar data yang diperoleh dapat mencerminkan situasi nyata di lapangan. Hasil nilai yang ditampilkan kemudian dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan menggunakan metode Simple Additive Weighting (SAW).

Tabel 4.1 Pembacaan Sensor

NO	Tanggal/Waktu	Nilai Kekeruhan (NTU)	Nilai pH	Keterangan
1	02-05-2025 / 16:50	26.67	18.11	Baik
2	09-05-2025 / 17:41	96.38	18.14	Sedang
3	09-05-2025 / 19:36	41.49	17.13	Buruk
4	03-06-2025 / 00:40	26,67	16,85	Baik
5	03-06-2025 / 00:45	42.05	17.33	Sedang

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat dilihat bahwa sistem berhasil membaca data kekeruhan dan pH air kolam pada berbagai waktu pengambilan. Pada tanggal 02 Mei 2025 pukul 16:50, nilai kekeruhan sebesar 26.67 NTU dan nilai pH 18.11 menunjukkan kondisi air dalam kategori baik. Sementara itu, pada tanggal 09 Mei

2025 pukul 17:41, kekeruhan meningkat menjadi 96.38 NTU dengan pH 18.14 yang dikategorikan sedang. Kondisi terburuk terjadi pada tanggal 09 Mei 2025 pukul 19:36 dengan nilai kekeruhan 41.49 NTU dan pH 17.13, sehingga masuk dalam kategori buruk karena nilai pH yang terlalu tinggi. Pengujian selanjutnya pada tanggal 03 Juni 2025 menunjukkan kondisi air kembali ke kategori baik dan sedang. Hasil ini membuktikan bahwa sistem mampu mendeteksi perubahan kualitas air secara akurat dan real-time.

4.1.4 Pengujian Alat Monitoring

Pengujian alat monitoring dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen sistem, seperti sensor pH, sensor kekeruhan (turbidity), dan modul komunikasi ESP32, dapat berfungsi secara optimal. Proses pengujian dilakukan menggunakan media uji standar, baik berupa larutan pH maupun sampel air dengan tingkat kejernihan yang berbeda, guna mengetahui tingkat akurasi pembacaan serta keandalan pengiriman data ke halaman website.





Gambar 4.4 Pengujian Alat

Pengujian alat monitoring dilakukan dengan menggunakan tiga jenis sampel air, yaitu air baik, air sedang, dan air buruk, untuk memastikan kemampuan sensor dalam membaca tingkat kekeruhan dan nilai pH secara akurat. Air baik digunakan sebagai sampel dengan kondisi jernih dan bersih, menunjukkan bahwa alat mampu mendeteksi nilai kekeruhan rendah dan pH stabil. Air sedang merupakan air yang terlihat agak keruh namun masih dalam ambang batas yang dapat ditoleransi untuk budidaya ikan lele, dan sistem mampu memberikan penilaian kualitas air yang sesuai. Sementara itu, air buruk disimulasikan dengan mencampurkan lumpur ke dalam air hingga tingkat kekeruhan sangat tinggi, guna menguji kepekaan sensor

turbidity dan akurasi pembacaan saat kondisi ekstrem. Ketiga hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa sistem dapat membedakan kualitas air secara tepat dan real-time.

Adapun pada tabel 4.2 pengujian alat berikut ini disusun untuk menunjukkan hasil pengujian dari masing-masing komponen sistem, yang meliputi sensor pH, sensor kekeruhan (turbidity), serta modul komunikasi ESP32. Pengujian dilakukan guna memastikan bahwa alat dapat berfungsi dengan baik, memberikan data yang akurat, dan mampu mengirimkan informasi secara real-time ke halaman website pemantauan.

Tabel 4.2 Pengujian Alat

No	Parameter	Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Sensor pH	Pengukuran larutan pH 7	7.01	Akurat
2	Sensor pH	Pengukuran larutan pH 4	3.98	Akurat

3	Sensor Turbidity	Air Jernih	3.2 NTU	Normal
4	Sensor Turbidity	Air Keruh	87.95	Deteksi bekerja dengan baik
5	Komunikasi ESP32	Kirim data ke website	Berhasil	Terhubung

4.1.5 Tampilan Hasil Website

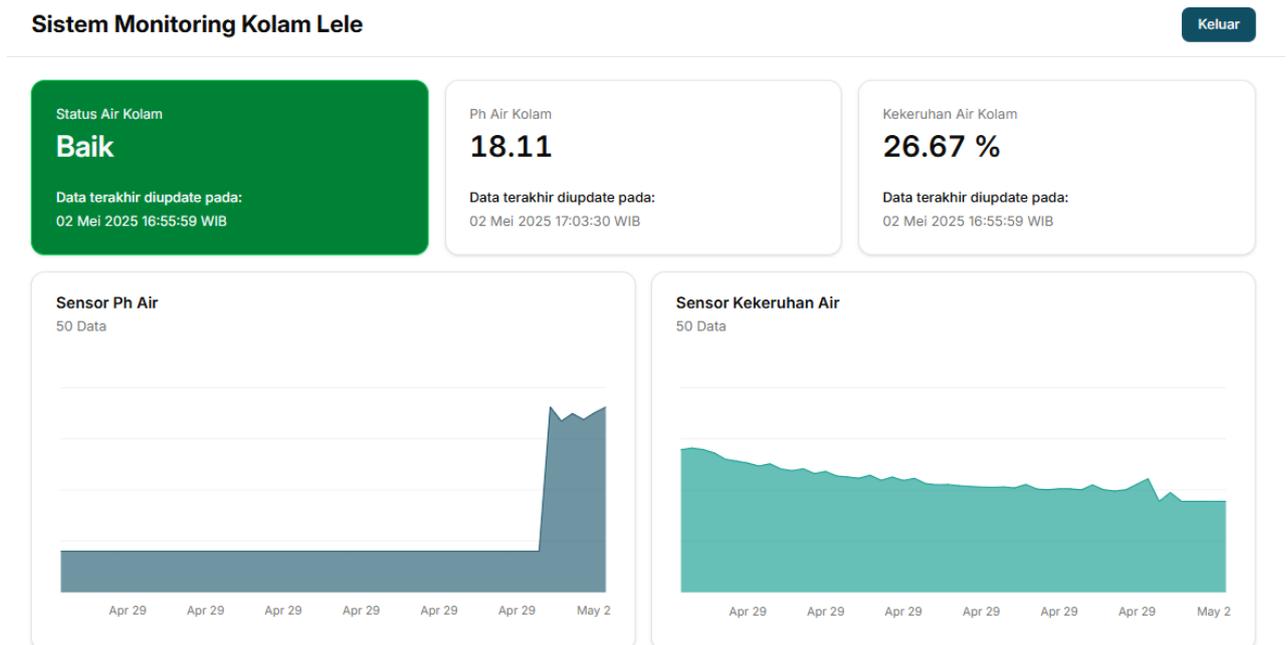
Bagian ini menjelaskan hasil tampilan dari sistem monitoring kualitas air yang telah dikembangkan dan diintegrasikan dengan website. Website ini berfungsi sebagai media utama untuk menampilkan data pembacaan sensor pH dan kekeruhan secara real-time, serta memberikan informasi mengenai status kualitas air berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Tampilan antarmuka dirancang agar mudah diakses dan dipahami oleh pengguna, baik melalui perangkat komputer maupun smartphone.

Tabel 4.3 Tampilan Website

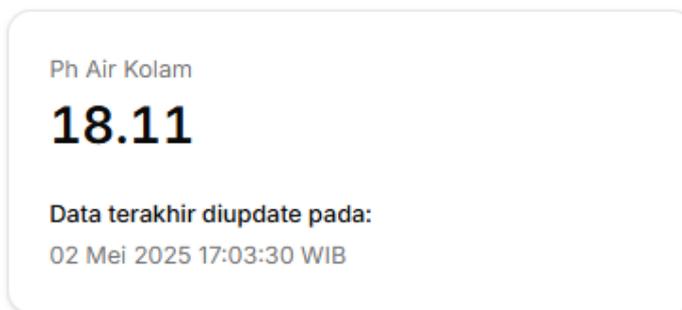
No	Parameter	Hasil yang ditampilkan	Keterangan
1	Status Kualitas Air	Baik / Sedang / Buruk	Berdasarkan nilai gabungan pH dan kekeruhan melalui metode SAW
2	pH Air	Nilai pH aktual (misalnya: 7.01, 3.98)	Diambil dari sensor pH, ditampilkan dalam bentuk angka dan grafik
3	Kekeruhan Air	Nilai NTU aktual (misalnya: 3.1, 122.5)	Diambil dari sensor turbidity, ditampilkan dalam bentuk angka dan grafik
4	Grafik Sensor pH	Line chart real-time	Memvisualisasikan fluktuasi nilai pH dari waktu ke waktu

5	Grafik Kekeruhan	Line chart real-time	Memvisualisasikan fluktuasi kekeruhan dari waktu ke waktu
6	Akses Website	Bisa diakses via HP/laptop	Platform responsif untuk kemudahan pengguna memantau dari mana saja

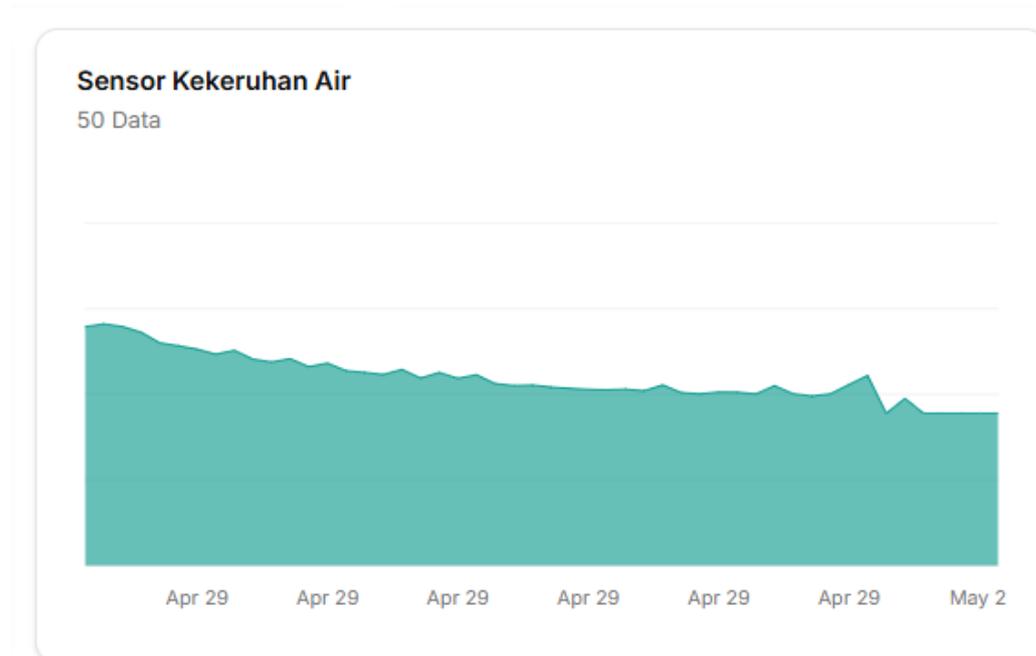
Hasil website:



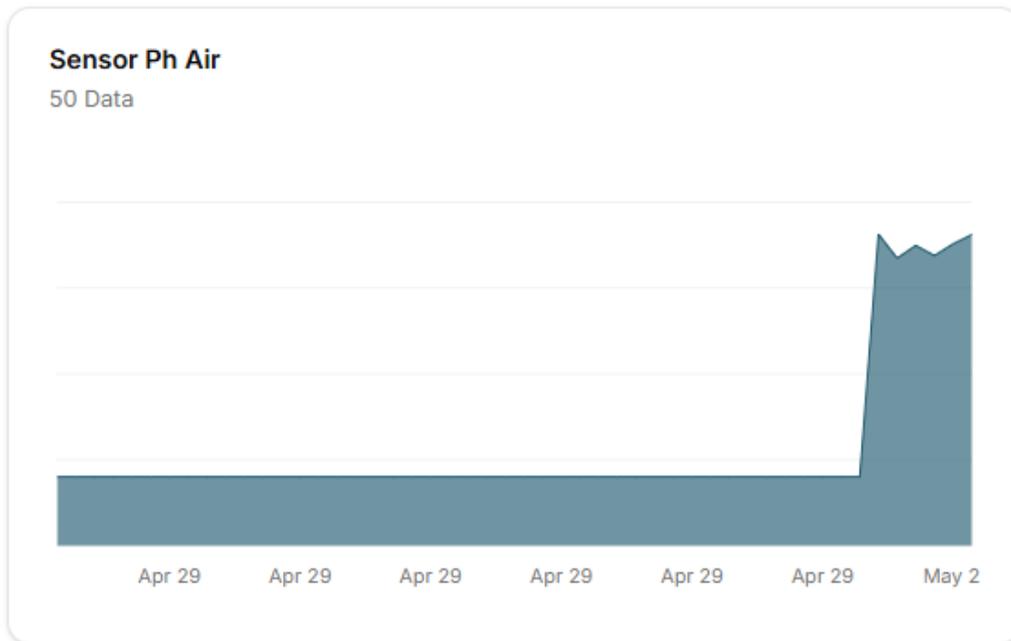
Indikator sensor kekeruhan air dan pH air :



Grafik perubahan sensor kekeruhan air dari waktu ke waktu:



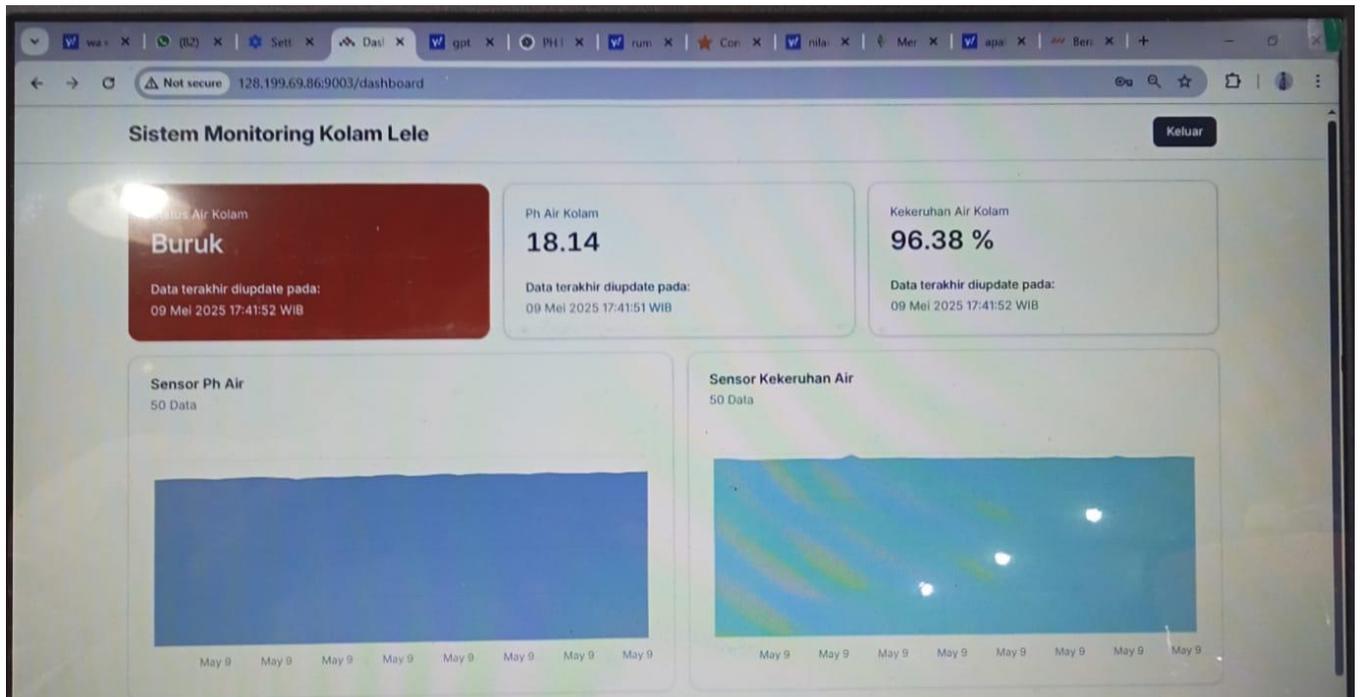
Grafik perubahan sensor pH air dari waktu ke waktu:



The dashboard, titled "Sistem Monitoring Kolum Lele", displays the following information:

- Status Air Kolum:** Sedang. Data terakhir diupdate pada: 09 Mei 2025 19:36:21 WIB.
- Ph Air Kolum:** 17.13. Data terakhir diupdate pada: 09 Mei 2025 19:36:20 WIB.
- Kekeruhan Air Kolum:** 41.49 %. Data terakhir diupdate pada: 09 Mei 2025 19:36:21 WIB.
- Sensor Ph Air 50 Data:** A line chart showing pH levels fluctuating between approximately 7 and 8.
- Sensor Kekeruhan Air 50 Data:** A line chart showing turbidity levels with a significant spike on May 9.

The Windows taskbar at the bottom shows the date as 09/05/2025 and the time as 19:36.



4.1.6 Implementasi Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem pendeteksi kekeruhan dan pH air berbasis IoT berfungsi sesuai dengan perencanaan. Tahapan ini penting untuk mengevaluasi kesesuaian antara rancangan awal dan hasil implementasi, sehingga dapat meminimalkan kemungkinan kesalahan atau penyimpangan yang tidak diinginkan.

Pengujian dilaksanakan dalam beberapa tahap, meliputi pengujian perangkat keras, perangkat lunak, dan integrasi sistem. Masing-masing tahap memiliki fokus tertentu guna memastikan bahwa seluruh komponen dan fungsi sistem bekerja secara optimal.

1. Pengujian Perangkat Keras

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan seluruh komponen perangkat keras, seperti mikrokontroler, sensor kekeruhan, dan sensor pH air, bekerja dengan baik serta sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa sensor kekeruhan mampu mencatat data tingkat kejernihan air dengan tingkat keberhasilan 100%, demikian juga sensor pH yang berhasil merekam nilai pH dengan tingkat keberhasilan 100%.

2. Pengujian Perangkat Lunak

Fokus pengujian perangkat lunak adalah pada koneksi WiFi dan integrasi sistem dengan server. Sistem berhasil mengirimkan data ke server dengan kecepatan tinggi, yakni kurang dari 1 detik, yang menunjukkan performa sistem yang responsif.

3. Pengujian Integrasi Sistem

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan seluruh komponen dapat berfungsi secara terintegrasi. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem mampu merekam serta mengolah data dengan tingkat akurasi yang tinggi dan dapat beradaptasi terhadap berbagai skenario penggunaan.

Secara keseluruhan, hasil uji membuktikan bahwa sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Melalui proses pengujian yang sistematis dan menyeluruh, sistem pendeteksi kekeruhan dan pH air berbasis IoT ini diyakini dapat beroperasi secara stabil serta mencapai tujuan yang telah dirancang. Dengan demikian, pengujian ini menjadi tahap penting untuk memastikan

bahwa sistem tidak hanya efektif dan efisien, tetapi juga andal ketika diterapkan di kondisi nyata.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai "Sistem Pendukung Keputusan Dalam Penentuan Kelayakan Air Budidaya Ikan Lele Berbasis Internet Of Things (IOT)" dapat disimpulkan beberapa poin penting sebagai berikut:

1. Sistem pendeteksi berhasil mengambil/merekam data dari sensor-sensor yang tersedia dengan tingkat akurasi tinggi. Penggunaan sensor-sensor memberikan tingkat keberhasilan otentikasi sebesar 100%.
2. Sistem mampu mengirimkan data ke server dalam waktu 1 detik dan Website sebagai client mendapatkan data baru dari server secara realtime. Ini menunjukkan bahwa sistem memberikan informasi secara cepat dan efisien kepada pengguna.
3. Komponen perangkat keras seperti microcontroller, sensor kekeruhan air, dan sensor pH air berfungsi dengan baik sesuai spesifikasi. Sensor-sensor yang dapat mengambil/merekam data dengan akurasi tinggi.
4. Sistem pengambilan keputusan menggunakan metode SAW dapat menentukan kualitas air dengan baik berdasarkan data kekeruhan dan pH air yang dimiliki oleh server.

5.2. Saran

1. Integrasi dengan alat-alat budidaya lainnya, seperti sistem pemberi pakan otomatis berbasis Internet of Things (IoT), dapat menjadi pengembangan yang bermanfaat. Sistem ini dapat membantu pengguna dalam memberikan pakan ikan secara otomatis sesuai jadwal atau berdasarkan parameter kualitas air tertentu, sehingga dapat mengurangi waktu dan tenaga yang dibutuhkan oleh pembudidaya serta meningkatkan efisiensi proses budidaya.
2. Pengembangan sistem prediksi kualitas air menggunakan machine learning dapat menjadi langkah lanjutan yang bermanfaat. Dengan memanfaatkan data historis dari sensor kekeruhan dan pH, sistem dapat memprediksi kemungkinan penurunan kualitas air secara dini. Hal ini memungkinkan pembudidaya mengambil tindakan preventif sebelum kondisi kolam memburuk, sehingga dapat menjaga kesehatan ikan dan meningkatkan hasil panen.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidah, D. Y., Wijoyo, S. H., & Rahman, K. (2025). *Pengaruh Platform Visual Studio Code Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Mata pelajaran Pemrograman Dasar Kelas X Jurusan Teknik Komputer dan Jaringan SMKN 3 Malang*. 9(3).
- Akmal, N. K., & Dasaprawira, M. N. (2022). Rancang bangun Application Programming Interface (API) menggunakan gaya arsitektur GraphQL untuk pembuatan sistem informasi pendataan anggota Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) studi kasus UKM Starlabs. *Jurnal SITECH: Sistem Informasi Dan Teknologi*, 5(1), 37–40. <https://doi.org/10.24176/sitech.v5i1.7937>
- Armadi, B., Kunci, K., Asahan, U., Keputusan, S. P., Internal, H., & Saw, M. (2020). *Kepada Masyarakat Dosen Una*. 4(1), 139–145.
- Cholilulloh, M., & Syauqy, D. (2018). Implementasi Metode Fuzzy Pada Kualitas Air Kolam Bibit Lele Berdasarkan Suhu dan Kekeruhan. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(5), 1813–1822. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Gea, C., Lase, K. J. D., & Syamsudin, M. (2023). Implementasi Virtual Private Server untuk Mini Hosting. *Jurnal Sains Dan Komputer*, 7(01), 5–9. <https://doi.org/10.61179/jurnalinfact.v7i01.402>
- Merinda Tasya Aulia. (2022). Sistem Kontrol Dan Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Lele Dengan Media Kolam Berbasis Iot. *γ787, 8.5.2017*, 2003–2005.
- Oleh, D., Jannah, A., Studi, P., Informasi, T., Ilmu, F., Dan, K., Informasi, T., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2024). *IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING KOS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR PIR MOTION HUMAN DETECTION IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING KOS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) DENGAN MENGGUNAKAN*.
- Parlaungan S., T. F., & Sudrajat, A. (2020). Sistem Penentuan Gudang Beras Berbasis Iot Menggunakan Metode Saw Pada Platform Thingsboard. *Jurnal*

Teknologi Dan Komunikasi STMIK Subang, 13(2), 12–26.
<https://doi.org/10.47561/a.v13i2.186>

Pratama, E. B. (2021). Perbandingan Kinerja Jaringan dengan Server Virtual dan Server Non Virtual Ditinjau dari Kualitas Layanan. *Jurnal Tera*, 1(2), 202–212. <http://jurnal.undira.ac.id/index.php/tera>

Radhiyan, M. F. (2020). Analisis dan Desain Arsitektur Microservices dengan GraphQL Sebagai API Gateway untuk Sistem Informasi Akademik AIS UIN Jakarta (Studi Kasus : AIS untuk Mahasiswa). *Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, 107.
<https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/56187>

Sumarno, S. M., & Harahap, J. M. (2020). Sistem Pendukung Keputusan Dalam Menentukan Pemilihan Posisi Kepala Unit (Kanit) Ppa Dengan Metode Weight Product. *JUST IT : Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi Dan Komputer*, 11(1), 37. <https://doi.org/10.24853/justit.11.1.37-44>

Teknik, J., Fakultas, E., & Semarang, U. (2024). *PENERAPAN PROTEKSI PADA KAMAR KOS MENGGUNAKAN ESP 32 BERBASIS INTERNET OF THINGS*.

Zakaria, I., Marthasari, G. I., & Nuryasin, I. (2025). *PENERAPAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW) PADA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN BIDANG MINAT OLEH MAHASISWA (STUDI KASUS : PRODI INFORMATIKA UMM)*. 9(3), 5267–5274.

Zuhdan Muhammad. (2021). Monitoring Kekeuhan Kolam Air Ikan Lele. *Sistem Monitoring Data Kekeuhan Air Pada Budidaya Ikan Lele Berbasis IoT*, 1–73.

LAMPIRAN

Lampiran Kode Program Arduino

```

E_Monitoring_Kolam_Lele | Arduino IDE 2.3.6
File Edit Sketch Tools Help
[Icons] Select Board

E_Monitoring_Kolam_Lele.ino
1  #include <WiFi.h>
2  #include <HTTPClient.h>
3  #define sensor_pin 34
4  const int ph_pin = A0;
5  float Po =0;
6  float PH_step;
7  int nilai_analog_PH;
8  double TeganganPh;
9
10 //untuk Klibrasi
11 float PH4 = 3.3;
12 float PH7 = 2.6;
13
14 int read_ADC;
15 int ntu;
16
17 const char* ssid = "BINA";
18 const char* password = "sinarbanten87";
19 const char* serverName = "http://144.126.241.11:9001/sensor";
20
21 void setup(){
22   WiFi.begin(ssid, password);
23   Serial.begin(115200);
24   pinMode(ph_pin,INPUT);
25   pinMode(sensor_pin, INPUT);
26
27   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
28     delay(1000);
29     Serial.println("Connecting to WiFi...");
30   }

```

```

E_Monitoring_Kolam_Lele | Arduino IDE 2.3.6
File Edit Sketch Tools Help
[Icons] Select Board

E_Monitoring_Kolam_Lele.ino
32   Serial.println("Connected to WiFi");
33 }
34
35 void loop(){
36   nilai_analog_PH = analogRead(ph_pin);
37   // Serial.print("Nilai ADC pH : ");
38   // Serial.println(nilai_analog_PH);
39   TeganganPh = 3.3 / 4095.0 * nilai_analog_PH;
40   Serial.print("Tegangan ph : ");
41   Serial.println(TeganganPh, 3);
42
43   PH_step = (PH4 - PH7) / 3;
44   Po = 7.00 + ((PH7 - TeganganPh) / PH_step);
45   Serial.print("Ph Air Kolam : ");
46   Serial.println(Po, 2);
47
48   read_ADC = analogRead(sensor_pin);
49   float volt = read_ADC * (3.3/4095.0);
50
51   Serial.print("Kekeruhan Air Kolam: ");
52   Serial.println(volt);
53   float voltPersen = 100-((volt/4.5)*100);
54   Serial.print("Kekeruhan Air Kolam (Persen): ");
55   Serial.println(voltPersen);
56
57   if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
58     WiFiClient client;
59     HTTPClient http;
60     http.begin(client, serverName);
61     http.addHeader("Content-Type", "application/json");

```

```

E_Monitoring_Kolam_Lele.ino
62
63 String postData = "{\"type\": \"PH_AIR\", \"value\": " + String(Po) + "}";
64 int httpResponseCode = http.POST(postData);
65
66 if (httpResponseCode == 201) {
67   String response = http.getString();
68   Serial.println(httpResponseCode);
69   Serial.println(response);
70
71 } else {
72   Serial.print("Error on sending POST: ");
73   Serial.println(httpResponseCode);
74
75 }
76
77 http.end();
78 http.begin(client, serverName);
79 http.addHeader("Content-Type", "application/json");
80
81 String postData2 = "{\"type\": \"KEKERUHAN\", \"value\": " + String(voltPercen) + "}";
82 int httpResponseCode2 = http.POST(postData2);
83
84 if (httpResponseCode2 == 201) {
85   String response2 = http.getString();
86   Serial.println(httpResponseCode2);
87   Serial.println(response2);
88
89 } else {
90   Serial.print("Error on sending POST: ");
91   Serial.println(httpResponseCode2);

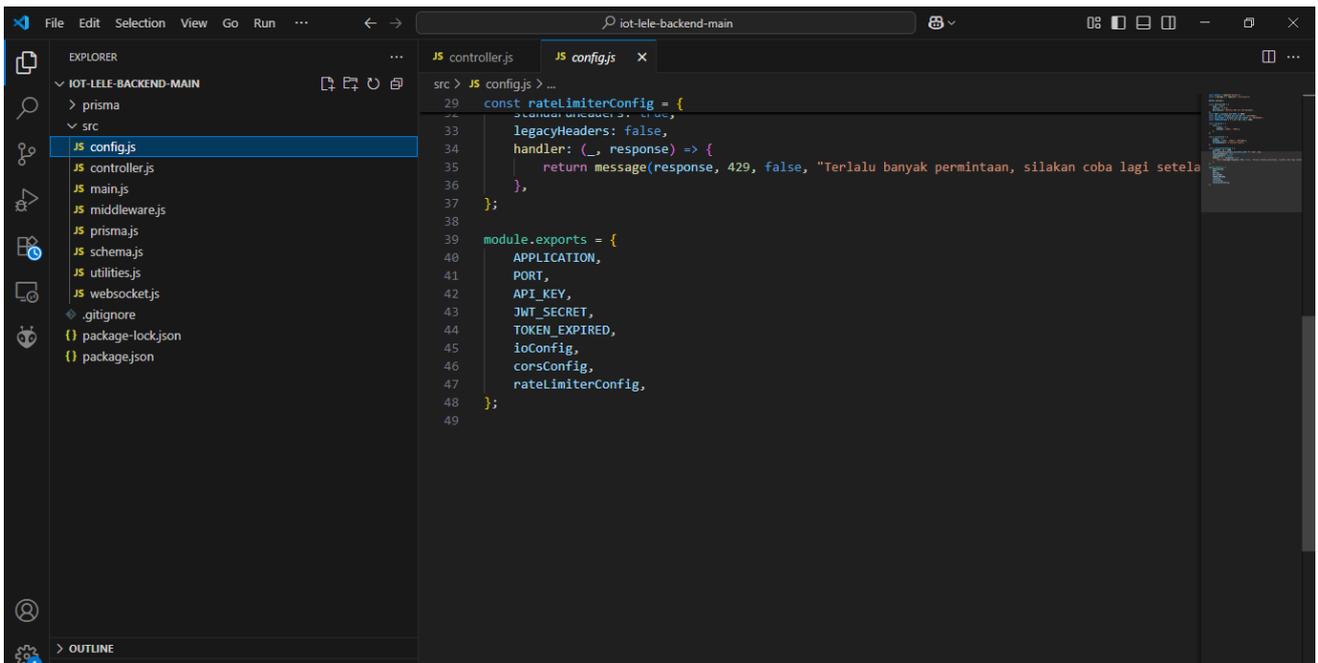
```

Lampiran Kode Program Visual Studio Code

```

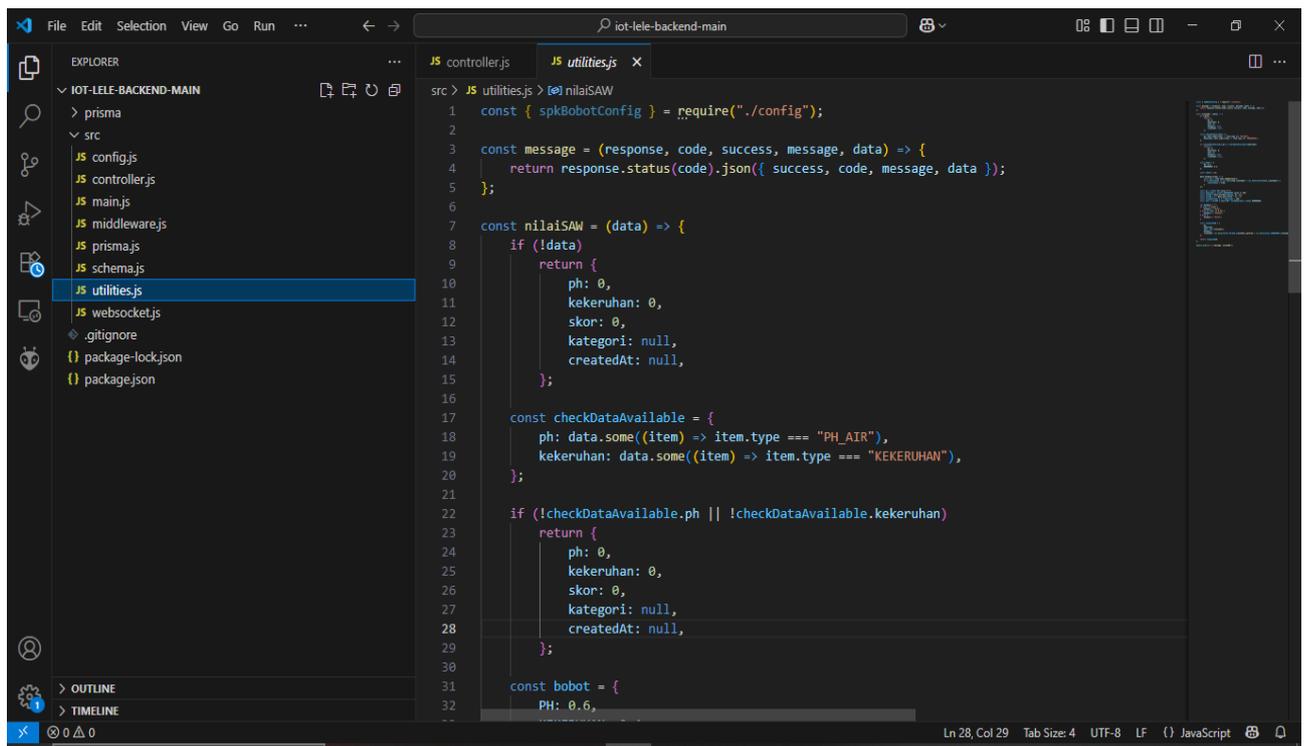
src > JS config.js > ...
1 const dotenv = require("dotenv");
2 const { message } = require("../utilities");
3
4 dotenv.config();
5
6 const APPLICATION = {
7   name: "LELE",
8   version: "1.0.0",
9   description: "Restful API for IOT Backend",
10 };
11 const PORT = process.env.PORT || 9000;
12 const API_KEY = process.env.API_KEY || "IOTTOKEN";
13 const JWT_SECRET = process.env.JWT_SECRET || "JWTSECRET";
14 const TOKEN_EXPIRED = 7 * 24 * 60 * 60 * 1000;
15
16 const ioConfig = {
17   cors: {
18     origin: "*",
19     methods: ["GET", "POST"],
20   },
21 };
22
23 const corsConfig = {
24   origin: "*",
25   methods: ["GET", "POST", "OPTIONS"],
26   allowedHeaders: ["Content-Type"],
27 };
28
29 const rateLimiterConfig = {
30   windowMs: 10 * 1000,
31   max: parseInt(process.env.RATE_LIMIT ?? "100", 10),
32   standardHeaders: true,

```



The screenshot shows the Visual Studio Code editor interface. The Explorer sidebar on the left displays the project structure for 'IOT-LELE-BACKEND-MAIN', with 'src' containing several JavaScript files including 'config.js'. The main editor area shows the content of 'config.js' with the following code:

```
src > JS config.js > ...
29 const rateLimiterConfig = {
30   legacyHeaders: false,
31   handler: (_, response) => {
32     return message(response, 429, false, "Terlalu banyak permintaan, silakan coba lagi setelah");
33   },
34 };
35
36
37
38
39 module.exports = {
40   APPLICATION,
41   PORT,
42   API_KEY,
43   JWT_SECRET,
44   TOKEN_EXPIRED,
45   ioConfig,
46   consConfig,
47   rateLimiterConfig,
48 };
49
```



The screenshot shows the Visual Studio Code editor interface. The Explorer sidebar on the left displays the project structure for 'IOT-LELE-BACKEND-MAIN', with 'src' containing several JavaScript files including 'utilities.js'. The main editor area shows the content of 'utilities.js' with the following code:

```
src > JS utilities.js > nilaiSAW
1 const { spkRobotConfig } = require("../config");
2
3 const message = (response, code, success, message, data) => {
4   return response.status(code).json({ success, code, message, data });
5 };
6
7 const nilaiSAW = (data) => {
8   if (!data)
9     return {
10      ph: 0,
11      kekeruhan: 0,
12      skor: 0,
13      kategori: null,
14      createdAt: null,
15    };
16
17   const checkDataAvailable = {
18     ph: data.some((item) => item.type === "PH_AIR"),
19     kekeruhan: data.some((item) => item.type === "KEKERUHAN"),
20   };
21
22   if (!checkDataAvailable.ph || !checkDataAvailable.kekeruhan)
23     return {
24       ph: 0,
25       kekeruhan: 0,
26       skor: 0,
27       kategori: null,
28       createdAt: null,
29     };
30
31   const bobot = {
32     PH: 0.6,
```

```
File Edit Selection View Go Run ...
iot-lele-backend-main

EXPLORER
  IOT-LELE-BACKEND-MAIN
    > prisma
    > src
      JS config.js
      JS controller.js
      JS main.js
      JS middleware.js
      JS prisma.js
      JS schema.js
      JS utilities.js
      JS websocket.js
    .gitignore
    package-lock.json
    package.json

src > JS utilities.js > nilaiSAW
7 const nilaiSAW = (data) => {
29   };
30
31   const bobot = {
32     PH: 0.6,
33     KEKERUHAN: 0.4,
34   };
35
36   const latest = {};
37
38   data.forEach((item) => {
39     const key = item.type.toUpperCase();
40     if (!latest[key] || new Date(item.createdAt) > new Date(latest[key].createdAt)) {
41       latest[key] = item;
42     }
43   });
44
45   const ph = latest.PH?.value ?? 7;
46   const kekeruhan = latest.KEKERUHAN?.value ?? 100;
47   const safePH = Math.min(Math.max(ph, 0), 14);
48   const normPH = 1 - Math.abs(safePH - 7) / 7;
49   const normKekeruhan = 1 - kekeruhan / 100;
50   const skor = normPH * bobot.PH + normKekeruhan * bobot.KEKERUHAN;
51
52   let kategori = "";
53   if (skor >= 0.85) {
54     kategori = "Baik";
55   } else if (skor >= 0.75) {
56     kategori = "Sedang";
57   } else {
58     kategori = "Buruk";
59   }
}
```

Ln 28, Col 29 Tab Size: 4 UTF-8 LF JavaScript

ORIGINALITY REPORT

24%

SIMILARITY INDEX

21%

INTERNET SOURCES

12%

PUBLICATIONS

11%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	eprints.poltektegal.ac.id Internet Source	2%
2	repository.polman-babel.ac.id Internet Source	1%
3	Submitted to Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Student Paper	1%
4	repository.umsu.ac.id Internet Source	1%
5	repository.ub.ac.id Internet Source	1%
6	eprints.utdi.ac.id Internet Source	1%
7	Submitted to Universitas Putera Batam Student Paper	1%
8	Submitted to UM Surabaya Student Paper	1%
9	repositori.unsil.ac.id Internet Source	<1%
10	jurnal.undira.ac.id Internet Source	<1%
11	digilib.uin-suka.ac.id Internet Source	<1%
12	docplayer.info Internet Source	<1%
13	repository.unsri.ac.id Internet Source	<1%

14	lib.unnes.ac.id Internet Source	<1 %
15	politeknikaup.ac.id Internet Source	<1 %
16	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	<1 %
17	123dok.com Internet Source	<1 %
18	sipora.polije.ac.id Internet Source	<1 %
19	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %
20	etheses.uin-malang.ac.id Internet Source	<1 %
21	Submitted to itera Student Paper	<1 %
22	repository.uinsu.ac.id Internet Source	<1 %
23	Benedika Ferdian Hutabarat, Mardian Peslinof, M. Ficky Afrianto, Yoza Fendriani. "SISTEM BASIS DATA PEMANTAUAN PARAMETER AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) DENGAN PLATFORM THINGSPEAK", JOURNAL ONLINE OF PHYSICS, 2023 Publication	<1 %
24	Davin Andika Dhananjaya. "Smart Budikdamber Sistem Budidaya Ikan Terintegrasi Berbasis IoT Blynk Dengan Pemantauan dan Pengendalian Real-Time", The Indonesian Journal of Computer Science, 2024 Publication	<1 %

25	Submitted to Telkom University Student Paper	<1 %
26	nevacloud.com Internet Source	<1 %
27	kc.umn.ac.id Internet Source	<1 %
28	adoc.pub Internet Source	<1 %
29	naratif.sttbandung.ac.id Internet Source	<1 %
30	www.ejurnal.dipanegara.ac.id Internet Source	<1 %
31	Sudirman Melangi, Muhammad Asri, Stephan Adriansyah Hulukati. "Sistem Monitoring Informasi Kualitas dan Kekeuhan Air Tambak Berbasis Internet of Things", Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering, 2022 Publication	<1 %
32	doku.pub Internet Source	<1 %
33	repository.unej.ac.id Internet Source	<1 %
34	www.scribd.com Internet Source	<1 %
35	Submitted to SDM Universitas Gadjah Mada Student Paper	<1 %
36	Submitted to Universitas Muria Kudus Student Paper	<1 %
37	Submitted to University of Wollongong Student Paper	<1 %
38	garuda.ristekdikti.go.id Internet Source	<1 %

39	repository.dinamika.ac.id Internet Source	<1 %
40	repository.teknokrat.ac.id Internet Source	<1 %
41	fikti.umsu.ac.id Internet Source	<1 %
42	journal.usn.ac.id Internet Source	<1 %
43	semnasristek.sakaintek.com Internet Source	<1 %
44	Submitted to Universitas Negeri Jakarta Student Paper	<1 %
45	ejurnal.methodist.ac.id Internet Source	<1 %
46	repositori.usu.ac.id Internet Source	<1 %
47	www.akreditasi.org Internet Source	<1 %
48	www.new-gen.org Internet Source	<1 %
49	Mauludi Manfaluthy, Brainvendra Widi Dinova, Muhammad Ridwan. "Rancang Bangun Alat Deteksi Kebisingan Pada Mesin Press Berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP8266", TELKA - Telekomunikasi Elektronika Komputasi dan Kontrol, 2024 Publication	<1 %
50	Baskaran Baskaran, Mukramin Mukramin, Budiawan Sulaeman. "RANCANG BANGUN SISTEM PENDING SEPATU OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBABAN SUHU BERBASIS ARDUINO", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2024 Publication	<1 %

51	id.123dok.com Internet Source	<1 %
52	intankirana19.blogspot.com Internet Source	<1 %
53	katalog.ukdw.ac.id Internet Source	<1 %
54	eprints.umk.ac.id Internet Source	<1 %
55	Sanriomi Sintaro, Franky Jessy Paat, Luther Alexander Latumakulita. "Pemilihan Ukuran Kail Optimal Berbasis Karakteristik Ikan Laut Menggunakan Metode AHP-SAW: Studi Kasus di Perairan Sekitar Kota Manado", Jurnal Komputasi, 2025 Publication	<1 %
56	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1 %
57	eprints.undip.ac.id Internet Source	<1 %
58	repository.unp.ac.id Internet Source	<1 %
59	Saefudin, Anharudin, Hotmaidah. "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN PESERTA KOMPETISI SAINS NASIONAL MENGGUNAKAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW)", PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer, 2023 Publication	<1 %
60	Submitted to Universitas Pancasila Student Paper	<1 %
61	digilib.uinsgd.ac.id Internet Source	<1 %

62	Internet Source	<1 %
63	tunasbangsa.ac.id Internet Source	<1 %
64	Submitted to President University Student Paper	<1 %
65	Riswandi Ishak, Rachmat Suryaditya, Siti Nur Khasanah, Popon Handayani. "Penentuan Mahasiswa Terbaik Dengan Menggunakan Metode Topsis (Teknik Urutan Preferensi Berdasarkan Kesamaan dengan Solusi Ideal)", Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi, 2025 Publication	<1 %
66	Submitted to Universitas 17 Agustus 1945 Semarang Student Paper	<1 %
67	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	<1 %
68	Submitted to Universitas Merdeka Malang Student Paper	<1 %
69	Winky Kurniawan, Muhammad Anwar. "Smart Water Quality Measurement System Berbasis IoT untuk Peningkatan Efektivitas Pemantauan Kualitas Sumber Air", MASALIQ, 2025 Publication	<1 %
70	digilib.uinkhas.ac.id Internet Source	<1 %
71	ejurnal.umri.ac.id Internet Source	<1 %
72	finkom.repository.unbin.ac.id Internet Source	<1 %
73	journal.literasisains.id Internet Source	<1 %

<1 %

74 repository.poltekbangplg.ac.id

Internet Source

<1 %

75 eprints.pancabudi.ac.id

Internet Source

<1 %

76 eprints.walisongo.ac.id

Internet Source

<1 %

77 www.307bwassoc.org

Internet Source

<1 %

78 Handoko, Brama Sakti. "Double Sensor Kadar Oksigen Untuk Identifikasi Penderita Stroke Dengan Metode Non-Invasive", Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia), 2023

Publication

<1 %

79 Submitted to Universitas Islam Lamongan

Student Paper

<1 %

80 Submitted to Universitas Jember

Student Paper

<1 %

81 journal.ukrim.ac.id

Internet Source

<1 %

82 www.how2-remove.com

Internet Source

<1 %

83 Faizal, Akhmad Bagus. "Peran Notaris Dalam Perlindungan Hukum Bagi Pembeli Properti Secara Kredit Ketika Terjadi Gugatan Oleh Pihak Ketiga di Kota Tegal", Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia), 2024

Publication

<1 %

84 ejournal.unuja.ac.id

Internet Source

<1 %

85 repo.darmajaya.ac.id

Internet Source

<1 %

86 repository.maranatha.edu <1 %
Internet Source

87 repository.uncp.ac.id <1 %
Internet Source

88 Basilus Rinaldi, Kiki Novia Arenty Kamisa, Servasius Hartoyo, Hamzah, Zulkarnain, M. Isnaini. "Rancangan Alat Monitoring AQHT (Air Quality, Humidity and Temperature) Berbasis Arduino NodeMCU dengan IoT", Kappa Journal, 2025 <1 %
Publication

89 Cepi Rahmat Hidayat, Agus Supriatman, Adyt Febriyana. "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN SUPLIER AYAM POTONG TERBAIK CV. TUNGGAL SADULUR MENGGUNAKAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW)", Informatics and Digital Expert (INDEX), 2024 <1 %
Publication

90 Submitted to Fakultas Teknik <1 %
Student Paper

91 Hasmirayanti, Aswad Eka Putra, Irawati Mei Widiastuti. "Use of Fermented Hyacinth (Eichhornia crassipes) as Feed Material on the Growth of Tilapia (Oreochromis niloticus) Seed", Jurnal Ilmiah AgriSains, 2022 <1 %
Publication

92 Mochamad Alfian Rosid, Alfinas Ardiansyah. "Sistem Informasi Penjualan Dan Stock Bahan Baku Berbasis Web (Studi Kasus Pabrik Krupuk Berkah Jaya)", Journal of Technology and System Information, 2024 <1 %
Publication

93 Raihan Maulana Zulfikar, Mulyadi Mulyadi. "Maintenance Main Cooling Water System", <1 %

Procedia of Engineering and Life Science,
2024

Publication

94	api-repo.unisan.ac.id Internet Source	<1 %
95	eprints.politeknikpu.ac.id Internet Source	<1 %
96	issuu.com Internet Source	<1 %
97	jkomtekinfo.org Internet Source	<1 %
98	jurnal.kdi.or.id Internet Source	<1 %
99	jurnal.univpgri-palembang.ac.id Internet Source	<1 %
100	mafiadoc.com Internet Source	<1 %
101	moam.info Internet Source	<1 %
102	nusl.cz Internet Source	<1 %
103	seminar.ilkom.unsri.ac.id Internet Source	<1 %
104	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
105	www.coursehero.com Internet Source	<1 %
106	Muhammad Asep Subandri, Danuri Danuri. "Implementasi Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Ikan di Kelompok Budidaya Ikan Milenial", Tanjak: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 2024 Publication	<1 %

107 Santi Cristina. "Prototype Sistem Monitoring Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas", RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business, 2025
Publication

108 Ahmad Setiadi, Yunita Yunita, Anisa Ratna Ningsih. "Penerapan Metode Simple Additive Weighting(SAW) Untuk Pemilihan Siswa Terbaik", Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer), 2018
Publication

109 Ahmad Yusri, Firman Santoso, Adi Susanto. "SISTEM PENDUKUNG PEPUTUSAN PEMILIHAN KELAS BAGI MAHASISWA BARU MADRASAH TA'HILYAH IBRAHIMY MENGGUNAKAN METODE SAW", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2024
Publication

110 Amirul Akbar Sasongko, Agus Suwardono, Elsanda Merita Indrawati, M. Dewi Manikta Puspitasari. "Rancang Bangun Alat Monitoring dan Pengatur Suhu Air berbasis IoT", Nusantara of Engineering (NOE), 2025
Publication

111 Devi Udariansyah, Novri Hadinata. "Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Karyawan Untuk Promosi Jabatan Dengan Metode Gauging Absence of Prerequisites (GAP)", Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer), 2018
Publication

112 Fahmi Ruziq Fahmi, M. Rhifky Wayahdi. "Implementation of SAW Method in Website-Based Application (Case Study: New Employee Recruitment at PT. Technology Laboratories Indonesia)", Jurnal Minfo Polgan, 2024
Publication

113

Indriani Indriani, Nur Fatimah, Rahmania
Rahmania, Adriani Adriani. "RANCANG
BANGUN PROTOTYPE SISTEM MONITORING
KUALITAS AIR PADA PLTG MENGGUNAKAN
IOT", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro
Terapan, 2025

Publication

<1%

114

Retchi Puspita, Alifia Restu Selvanda. "Sistem
Pendukung Keputusan dalam Menentukan
Penerima Program Indonesia Pintar (PIP)
Menggunakan Metode SAW pada SMA Negeri
6 Padang", Jurnal Minfo Polgan, 2024

Publication

<1%

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

SKRIPSI_HAFIZ-1756961719072

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

PAGE 67

PAGE 68

PAGE 69

PAGE 70

PAGE 71

PAGE 72

PAGE 73

PAGE 74

PAGE 75

PAGE 76

PAGE 77

PAGE 78

PAGE 79

PAGE 80

PAGE 81

PAGE 82

PAGE 83

PAGE 84

PAGE 85
