

**PENGUKURAN SUHU AIR DAN EFEKTIVITAS PENGAWASAN
PENCEMARAN DALAM SISTEM *MONITORING* KUALITAS
AIR LIMBAH DENGAN SENSOR SUHU BERBASIS
*INTERNET OF THINGS***

(Skripsi)

Oleh

MUHAMMAD FAIZ

2017051007



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PENGUKURAN SUHU AIR DAN EFEKTIVITAS PENGAWASAN PENCEMARAN DALAM SISTEM *MONITORING* KUALITAS AIR LIMBAH DENGAN SENSOR SUHU BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Oleh

Muhammad Faiz

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengukuran suhu air limbah yang terhubung ke dalam sistem *monitoring* berbasis website menggunakan sensor suhu, pH, dan TDS. Sistem ini dirancang untuk memantau kualitas air limbah secara efektif dengan memberikan akses real-time ke data suhu, pH, dan TDS. Dengan pemanfaatan teknologi *Internet of Things*, penelitian ini menerapkan konsep pemantauan otomatis yang dapat membantu perusahaan daerah air minum dalam mengatasi keterbatasan pemantauan manual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat meningkatkan efisiensi pemantauan, mengurangi risiko kesalahan input data, dan memberikan informasi yang cepat dan akurat mengenai perubahan kualitas air limbah.

Kata Kunci: IoT, Sensor Air Limbah, Pemantauan Real-time, Kualitas Air, Suhu, pH, TDS, *Monitoring* Otomatis

ABSTRACT

Wastewater Temperature Measurement and Pollution Supervision Effectiveness in a *Monitoring* System with IoT-Based Temperature Sensor

By

Muhammad Faiz

This research aims to develop a wastewater temperature measurement system connected to a website-based *monitoring* system using temperature, pH, and TDS sensors. The system is designed to effectively monitor wastewater quality by providing real-time access to temperature, pH, and TDS data. Leveraging Internet of Things (IoT) technology, this study implements an automatic *monitoring* concept to assist regional water supply companies in overcoming the limitations of manual *monitoring*. The results indicate that this system enhances *monitoring* efficiency, reduces the risk of data input errors, and delivers prompt and accurate information about changes in wastewater quality.

Keywords: IoT, Wastewater Sensor, Real-time *Monitoring*, Water Quality, Temperature, pH, TDS, Automatic Supervision

**PENGUKURAN SUHU AIR DAN EFEKTIVITAS PENGAWASAN
PENCEMARAN DALAM SISTEM *MONITORING* KUALITAS AIR
LIMBAH DENGAN SENSOR SUHU BERBASIS
*INTERNET OF THINGS***

Oleh

MUHAMMAD FAIZ

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
Sarjana Komputer**

Pada

**Program Studi S1 Ilmu Komputer
Jurusan Ilmu Komputer**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **PENGUKURAN SUHU AIR DAN
EFEKTIVITAS PENGAWASAN
PENCEMARAN DALAM SISTEM
MONITORING KUALITAS AIR LIMBAH
DENGAN SENSOR SUHU BERBASIS
INTERNET OF THINGS**

Nama Mahasiswa : **Muhammad Faiz**

NPM : 2017051007

Program Studi : S1 Ilmu Komputer

Jurusan : Ilmu Komputer

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan



1. Komisi Pembimbing

Aristoteles, S.Si., M.Si
NIP. 19810521 200604 1 002

Rahman Taufik, S.Pd, M. Kom
NIP. 19930627 202203 1 007

2. Ketua Jurusan Ilmu Komputer

Didik Kurniawan, M.T.
NIP. 19800419 200501 1 004

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua Penguji : Aristoteles, S.Si., M.Si

Sekretaris Penguji : Rahman Taufik, S.Pd, M. Kom

Penguji Utama : Bambang Hermanto, S.Kom., M.Cs



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 Februari 2024

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Faiz

NPM : 2017051007

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "**Pengukuran Suhu Air Dan Efektivitas Pengawasan Pencemaran Dalam Sistem *Monitoring* Kualitas Air Limbah Dengan Sensor Suhu Berbasis *Internet Of Things***" merupakan karya saya sendiri, bukan karya orang lain. Semua tulisan yang tertulis dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Jika dikemudian hari terbukti bahwa karya tulis ilmiah saya terbukti hasil menjiplak karya orang lain, maka saya siap menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang saya peroleh.

Bandar Lampung, 16 Februari 2024



Muhammad Faiz
NPM. 2017051007

RIWAYAT HIDUP



Lahir pada hari Selasa, 28 Mei 2002. Anak kedua dari bapak Tri Suyono dan ibu Siti Erna Haryuniningsyih. Menyelesaikan pendidikan pada tahun 2014 di SD Ar – Raudah. Kemudian menyelesaikan pendidikan sekolah menengah pertama di SMPIT Da'arul Ilmi pada tahun 2017 dan lulus dari sekolah menengah atas di SMAN 2 Bandar Lampung pada tahun 2020.

Pada tahun 2020, terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN. Kegiatan – kegiatan yang dilakukan selama menjadi mahasiswa yaitu sebagai berikut.

1. Menjadi anggota Volleyball Universitas Lampung pada periode 2020/2021.
2. Menjadi peserta LKMMIK – TD HIMAKOM Universitas Lampung pada bulan November 2020.
3. Menjadi peserta SMART BUILDING, INDIHOME BUSINESS CASE COMPETITION pada bulan November 2020.
4. Menjadi peserta CYBER WARFARE, INDIHOME BUSINESS CASE COMPETITION pada bulan November 2020.
5. Menjadi peserta VIRTUAL CAMPUS, INDIHOME BUSINESS CASE COMPETITION pada bulan November 2020.
6. Menjadi peserta INTELLIGENCE SOCIETY, INDIHOME BUSINESS CASE COMPETITION pada bulan November 2020.
7. Menjadi peserta ROBOTICS AND AI, INDIHOME BUSINESS CASE COMPETITION pada bulan November 2020.

8. Menjadi peserta SPORTS SCIENCE, INDIHOME BUSINESS CASE COMPETITION pada bulan November 2020.
9. Menjadi peserta COMPUTER AND MUSIC, INDIHOME BUSINESS CASE COMPETITION pada bulan November 2020.
10. Menjadi peserta Gemastik dan LIDM Universitas Lampung pada tahun 2022.
11. Melaksanakan Kerja Praktik pada bulan Desember 2022 di Perusahaan Daerah Air Minum Way Rilau.
12. Menjadi pemateri Pengabdian kepada Masyarakat dengan tema pendampingan murid SDN 1 Kupang Teba tentang mitigasi bencana kota Bandar Lampung pada bulan oktober 2023.
13. Melaksanakan Magang Kampus Merdeka pada bulan Februari 2023 di UPT TIK Universitas Lampung.

MOTTO

“Ketahuilah, sesungguhnya kehidupan dunia itu tidak lain hanyalah permainan dan sendagurauan”

(QS. Al – Hadid : 20)

“Kalau orang lain bisa kenapa kamu tidak bisa”

(Tri Suyono)

“Jangan salahkan kopi yang sudah dingin, dia pernah hangat namun kamu abaikan”

(Vels)

PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur dan puji kepada Allah SWT, saya bersyukur atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Saya juga mengucapkan shalawat dan salam yang agung kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah menjadi pembawa petunjuk bagi umat manusia dan membimbing mereka menuju zaman yang terang benderang. Saya berharap atas syafaatnya di yaumul akhir nanti.

Kupersembahkan karya ini kepada:

Kepada Kedua Orang Tuaku Tersayang

Terima kasih tak terhingga atas dukungan tak henti dan doa yang senantiasa menyertai setiap langkah saya. Saya sangat berterima kasih atas segala kasih sayang, didikan, dan perjuangan yang telah kalian berikan hingga saat ini. Semua itu telah membimbing langkah saya dan membawa saya ke tempat yang saya raih sekarang.

Seluruh Keluarga Besar Ilmu Komputer 2020

**Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Lampung**

SANWACANA

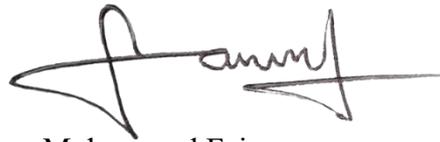
Dengan penuh rasa syukur, saya mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT atas berkat, rahmat, hidayah, dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini berjudul " **Pengukuran Suhu Air Dan Efektivitas Pengawasan Pencemaran Dalam Sistem *Monitoring* Kualitas Air Limbah Dengan Sensor Suhu Berbasis *Internet Of Things*.**"

Selama proses pelaksanaannya, termasuk pengembangan program dan penulisan skripsi, saya merasakan dukungan dan bimbingan yang berharga dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yaitu Ayah Tri Suyono dan Ibu Siti Erna Haryuningsyih serta kakakku tersayang Muhammad Ihsan Hufadz yang selalu memberi dukungan, semangat, motivasi, kasih sayang dan doa tiada henti.
2. Bapak Aristoteles, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan ide dan masukan, serta dukungan kepada penulis selama pembuatan skripsi ini.
3. Bapak Rahman Taufik, S.Pd., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing Pembantu dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan serta masukan dalam proses pembuatan skripsi ini.
4. Bapak Bambang Hermanto, S.Kom., M.Cs., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan arahan serta masukan dalam proses pembuatan skripsi ini.

5. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
6. Bapak Didik Kurniawan, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung yang membantu saya dalam perkuliahan.
8. Teman-teman S1 Ilmu Komputer angkatan 2020 yang telah memberikan pengalaman yang sangat menyenangkan bersama-sama.

Bandar Lampung, 16 Februari 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Muhammad Faiz', with a stylized, sweeping flourish extending to the right.

Muhammad Faiz
NPM. 2017051007

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
I. PENDAHULUAN	2
1.1 Latar belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Uraian Landasan Teori.....	6
2.2.1 <i>Monitoring</i>	6
2.2.2 Air Limbah.....	7
2.2.3 <i>Internet of Things (IoT)</i>	7
2.2.4 Arduino Software IDE	8
2.2.5 Fritzing	8
2.2.6 MYSQL.....	9
2.2.7 XAMPP	9
2.2.8 Sensor Suhu DS18B20.....	9
2.2.9 Sensor pH E-201C	10
2.2.10 Total Dissolved Solids atau Sensor TDS.....	11
2.2.11 ESP32.....	11
2.2.12 Lcd i2c 20x4.....	12
2.2.13 Sistem <i>Monitoring</i>	12
2.2.14 HTML	12

2.2.15	CSS.....	13
2.2.16	Bootstrap	13
2.2.17	Black Box Testing	13
III.	METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2	Metode Pengumpulan Data	14
3.2.1	Data Primer	14
3.2.2	Data Sekunder	14
3.2.1	Testing.....	15
3.3	Analisa Kebutuhan	16
3.3.1	Kebutuhan Fungsional	16
3.3.2	Kebutuhan Non Fungsional.....	17
3.4	Alat Penelitian	17
3.4.1	Perangkat Lunak.....	18
3.4.2	Perangkat Keras	18
3.5	Tahapan Perancangan Sistem	19
3.5.1	Metode Experimental	19
3.5.2	Use Case Diagram.....	20
3.5.3	Desain User Interface Sistem <i>Monitoring</i>	21
3.5.4	Diagram Blok Sistem	22
3.5.5	Rancangan <i>Wiring Diagram</i>	23
3.5.6	Activity Diagram ESP32.....	25
3.5.7	Activity Diagram Sensor Suhu DS18B20.....	26
3.5.8	Activity Diagram Sensor pH E-201C	27
3.5.9	Activity Diagram Sensor TDS	28
3.5.10	Skema Rangkaian.....	29
3.5.11	PCB	30
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1	Perancangan Alat dan Sistem	31
4.1.1	Sensor Suhu DS18B20 Pada Alat	32
4.1.2	Sensor pH E-201C Pada Alat	33
4.1.3	Sensor TDS Pada Alat	34
4.1.4	Langkah-Langkah Penggunaan Alat Kualitas Air.....	36
4.1.5	Tampilan Sistem <i>Monitoring</i>	36

4.1.6	Tampilan Database Sistem <i>Monitoring</i>	40
4.2	Pengujian Fungsional	41
4.2.1	Penjelasan dari pengujian fungsional black-box testing	55
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran.....	57
	DAFTAR PUSTAKA.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 2. Satuan Suhu Perusahaan Daerah Air Minum Way Rilau	9
Tabel 3. Satuan pH Perusahaan Daerah Air Minum Way Rilau.....	10
Tabel 4. Satuan TDS Perusahaan Daerah Air Minum Way Rilau.....	11
Tabel 5. Skenario Black Box Testing	15
Tabel 6. Pengujian Fungsional Menggunakan Black Box Testing.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Metode Experimental	19
Gambar 2. Use Case Diagram.....	20
Gambar 3. Rancangan <i>User Interface</i> Hasil Uji	21
Gambar 4. Diagram Blok Sistem	22
Gambar 5. Rancangan <i>Wiring Diagram</i>	23
Gambar 6. <i>Activity Diagram</i> ESP32	25
Gambar 7. <i>Activity Diagram</i> Sensor Suhu DS18B20	26
Gambar 8. <i>Activity Diagram</i> Sensor pH	27
Gambar 9. <i>Activity Diagram</i> Sensor TDS.....	28
Gambar 10. Skema Rangkaian.....	29
Gambar 11. PCB	30
Gambar 12. Sensor Suhu DS18B20	32
Gambar 13. Sensor pH E-201C	33
Gambar 14. Sensor TDS	34
Gambar 15. Tampilan Sistem <i>Monitoring</i>	36
Gambar 16. Tampilan <i>Print</i> Sistem <i>Monitoring</i>	37
Gambar 17. Tampilan Panduan Sistem <i>Monitoring</i>	38
Gambar 18. Tampilan <i>Video</i> Panduan Sistem <i>Monitoring</i>	38
Gambar 19. Tampilan <i>History</i> Sistem <i>Monitoring</i>	39
Gambar 20. Tampilan Database tb_sensor Sistem <i>Monitoring</i>	40
Gambar 21. Tampilan Database tb_riwayat Sistem <i>Monitoring</i>	40

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Internet of Things atau yang disingkat sebagai IoT adalah suatu kemajuan teknologi yang mengandalkan konektivitas internet yang selalu aktif. IoT memiliki dampak yang sangat signifikan di berbagai bidang, karena hampir semua aspek ilmu pengetahuan dapat diaplikasikan dengan bantuan teknologi IoT. Oleh karena itu, IoT sering disebut sebagai "*The Next Big Thing*" dalam dunia teknologi informasi. Sebagai contoh sederhana, pengguna dapat mengontrol lampu, baik menyalakannya maupun mematikannya. (Putrawan dkk., 2019)

Dalam pengguna IoT dapat memantau suhu air limbah dari jarak jauh dan mendapatkan informasi yang akurat dan cepat mengenai perubahan suhu yang dapat mengindikasikan pencemaran. Hal ini meningkatkan efektivitas pengawasan pencemaran dengan memberikan akses langsung ke data suhu air yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi masalah kualitas air limbah dan mengambil tindakan yang diperlukan secara tepat waktu. Dengan demikian, IoT memainkan peran penting dalam pengukuran suhu air dan pemantauan pencemaran yang efektif. (Silaen dkk., 2020)

Air Limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan produksi sebuah pabrik industri seringkali dibuang tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu, terutama yang berada di sungai-sungai dekat pemukiman warga sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Jika dibiarkan terus-menerus, limbah cair ini akan mengubah warna air menjadi gelap kecoklatan dan mengeluarkan bau yang tidak sedap. Jika limbah ini dibuang ke sungai, hal tersebut dapat mencemari sungai, dan jika tetap digunakan, dapat menyebabkan munculnya penyakit seperti gatal-gatal, diare, dan penyakit lainnya. Pencemaran sungai, terutama oleh limbah cair, dapat

mengakibatkan penurunan kualitas air, sehingga diperlukan pengujian untuk menentukan apakah air yang tercemar oleh limbah cair masih dapat digunakan sebagai sumber air bersih yang aman. Oleh sebab itu dibutuhkan sistem pemantauan menggunakan sensor suhu untuk mengukur suhu air. Dalam regulasi pembuangan limbah cair, ada beberapa parameter yang perlu diawasi, termasuk suhu, pH, dan Total Dissolved Solids (TDS). (Pandiangan dkk., 2023)

Maka, berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan di atas, dibutuhkan rancangan alat untuk *memonitoring* tingkat suhu air limbah menggunakan sensor suhu yang bertujuan untuk memantau suhu air limbah. Untuk memastikan pemantauan berjalan secara real-time, data yang digunakan mengenai suhu limbah serta kondisi pH dan TDS. Data tersebut akan ditampilkan di dalam sebuah aplikasi berbasis *website*. Data pH dan TDS yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi sebagai penunjang agar pengukuran yang dilakukan mendapatkan hasil yang lebih valid. (Novenpa & Dzulkiflih, 2020)

Ada berbagai penelitian yang akan dirancang dalam konteks pemantauan, di mana pemantauan manual seringkali sulit dilakukan karena kendala seperti keterbatasan petugas. Oleh karena itu, untuk memantau suhu air, menggambarkan penggunaan sensor suhu, pH dan TDS yang terhubung ke sebuah situs *website* yang telah dibuat. Pendekatan ini bertujuan untuk mempermudah tugas petugas pemantauan, mengurangi potensi risiko, dan meningkatkan efisiensi. Melakukan pemantauan suhu air, pH, dan TDS secara manual berpotensi sangat berbahaya dan memakan waktu, serta memerlukan kehadiran fisik di lokasi yang akan dipantau. Dengan pendekatan berbasis *website*, dapat mengurangi keterbatasan ini, mempersingkat waktu yang dibutuhkan untuk pemantauan, dan juga mengurangi biaya operasional yang terkait.

Sejumlah penelitian saat ini diarahkan ke dalam isu pemantauan, yang seringkali menjadi sulit untuk dilakukan secara manual karena adanya keterbatasan petugas di perusahaan daerah air minum Way Rilau. Oleh karena itu, dalam upaya pemantauan suhu air, dibutuhkan penggunaan sensor suhu, pH dan TDS yang terkoneksi ke sebuah platform *website* yang telah dibuat. Pendekatan ini bertujuan untuk mempermudah tugas perusahaan daerah air minum Way Rilau untuk melakukan

pemantauan, mengurangi potensi risiko seperti kesalahan dalam input data, keterlambatan dalam pemantauan data, dan pemantauan dilakukan di sebuah lokasi yang berbahaya, serta meningkatkan efisiensi. Melakukan pemantauan suhu, pH dan TDS secara manual dapat sangat berbahaya dan memakan waktu yang kurang efisien, sementara itu juga memerlukan kehadiran fisik di lokasi yang akan dipantau. Dengan pendekatan berbasis *website* dan penggunaan sensor suhu, pH dan TDS kita dapat mengatasi kendala-kendala tersebut dengan menghemat waktu yang diperlukan untuk pemantauan dan juga mengurangi biaya operasional di lapangan.

Berdasarkan permasalahan di atas dibutuhkan dengan membangun sistem pengukuran parameter yang terhubung oleh sistem *monitoring* dengan berbasis *website*. Dengan judul **“Pengukuran Suhu Air Dan Efektivitas Pengawasan Pencemaran Dalam Sistem *Monitoring* Kualitas Air Limbah Dengan Sensor Suhu Berbasis Internet Of Things”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas, perumusan masalah yang akan dibahas dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana mendeteksi air limbah untuk perusahaan daerah air minum Way Rilau dengan merancang *Internet of Things* dalam sistem *monitoring* berdasarkan sensor suhu, pH, dan TDS?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Aplikasi sistem *monitoring* yang dibuat berbasis *website*.
2. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini berupa suhu, pH, dan TDS.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Merancang alat *Internet of Things* berbasis *website* untuk melakukan pengecekan air limbah dengan menggunakan sensor suhu, pH, dan TDS.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Pegawai perusahaan daerah air minum Way Rilau mudah melakukan pengecekan air limbah dengan menggunakan alat yang dibuat.
2. Pegawai perusahaan daerah air minum Way Rilau mudah melakukan pengerjaan dengan melakukan pemantauan data kualitas air limbah menggunakan sistem *monitoring* berbasis *website*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Adapun beberapa penelitian yang digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti & Tahun	Judul	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
Faizal Fatturahman & Irawan (2019)	<i>Monitoring Filter Pada Tangki Air Menggunakan Sensor Turbidity Berbasis Arduino Mega 2560 Via Sms Gateway</i>	Membuat alat filter air dengan sensor HC-SR04 dan turbidity untuk pemantauan ketinggian dan kekeruhan air. SMS gateway digunakan untuk memberi notifikasi otomatis ketika tangki air bersih penuh, menghilangkan kebutuhan perintah manual.	<ul style="list-style-type: none">• <i>Memonitoring</i> dalam pemantauan air• Pemantauan kekeruhan air• Memberikan notifikasi otomatis ketika data diuji	<ul style="list-style-type: none">• Penggunaan sensor HC-SR04 dan turbidity sedangkan penulis suhu, pH, dan TDS.• Pemantauan yang dipakai menggunakan SMS gateway sedangkan penulis menggunakan <i>website</i>
I Putu Yoga Pramesia Pratama, Kadek Suar Wibawa, dan I Made Agus Dwi	Perancangan PH Meter Dengan Sensor PH Air Berbasis Arduino	Membuat alat pH meter berbasis Arduino dengan sensor pH air untuk pengukuran tingkat kebersihan air.	<ul style="list-style-type: none">• Menggunakan sensor pH dalam melakukan uji coba penelitian• Melakukan perbandingan nilai pH air yang didapatkan	<ul style="list-style-type: none">• Menggunakan satu sensor pH saja dalam pengujian sedangkan penulis menggunakan sensor suhu, pH, dan TDS

Nama Peneliti & Tahun	Judul	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
Suarjaya (2022)			setelah pengujian	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan chart data perbandingan sensor sedangkan penulis hanya menggunakan angka <i>real</i>
Haryanto, Kristono, dan Muhammad Fadhil (2021)	Rancang Bangun Sistem <i>Monitoring</i> Kualitas Air (pH dan Kekeruhan) pada Akuarium Berbasis Internet of Things	Membuat alat <i>monitoring</i> kualitas air untuk akuarium dengan sensor pH dan kekeruhan menggunakan metode RAD. Sistem ini menggunakan <i>microcontroller</i> ATmega328P dengan sensor pH Module V.1.1 dan RED Turbidity.	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan sensor pH dalam melakukan uji coba penelitian Melakukan uji coba pada kekeruhan air Melakukan uji coba pada pH air 	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan metode RAD dalam pengembangan sedangkan penulis menggunakan metode <i>experimental</i> Menggunakan sensor pH Module V.1.1 dan RED Turbidity sedangkan penulis sensor suhu, pH, dan TDS Menggunakan <i>microcontroller</i> ATmega328P sedangkan penulis menggunakan ESP32

2.2 Uraian Landasan Teori

2.2.1 *Monitoring*

Monitoring atau pemantauan adalah langkah kunci dalam mengawasi kinerja agar sesuai dengan rencana yang telah dibuat. Tujuannya adalah untuk membandingkan kinerja aktual dengan standar yang telah ditetapkan sebelumnya, yang memungkinkan identifikasi ketidaksesuaian atau penyimpangan selama pelaksanaan. Seiring dengan itu, *monitoring*, di sisi lain, bergantung pada data yang telah dikumpulkan sebelumnya dan sering digunakan untuk menganalisis hasil serta

dampak dari implementasi suatu kebijakan atau program tertentu. *Monitoring* membantu dalam menilai apakah tujuan telah tercapai, mengidentifikasi perbaikan yang mungkin diperlukan, dan memberikan wawasan tentang efektivitas dari langkah-langkah yang telah diambil. (Ria & Harvianto, 2023)

2.2.2 Air Limbah

Air limbah merujuk kepada residu cair yang dihasilkan selama proses produksi industri. Jumlah limbah ini pada skala industri umumnya jauh lebih besar daripada limbah rumah tangga dan memiliki dampak yang lebih signifikan pada lingkungan. Untuk mengatur pengelolaan air limbah yang dihasilkan oleh berbagai pihak, standar mutu telah ditetapkan. Standar kualitas ini mencakup berbagai parameter air yang diukur untuk memantau kualitas limbah. Parameter-parameter ini dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori utama, yaitu organik, karakteristik fisik, dan kontaminan spesifik.

Pengecekan kualitas air limbah dengan hanya mengukur suhu, pH, dan TDS merupakan hal yang sederhana namun sangat baik dalam memberikan gambaran umum tentang karakteristik air limbah. Suhu air limbah memberikan informasi tentang suhu saat pengukuran, yang dapat mempengaruhi kelarutan zat-zat dan aktivitas biologis dalam air limbah. Pengukuran pH mengindikasikan tingkat keasaman atau kebasaan air limbah, yang dapat memengaruhi kelarutan senyawa-senyawa kimia tertentu dan aktivitas mikroorganisme dalam air limbah. Pengukuran TDS mencerminkan jumlah total padatan yang terlarut dalam air limbah, termasuk garam, mineral, dan senyawa lainnya. (Novenpa & Dzulkifli, 2020)

2.2.3 Internet of Things (IoT)

IoT singkatan dari "Internet of Things" (Internet dari Segala Hal). Ini merujuk pada konsep di mana objek fisik, perangkat, kendaraan, dan bahkan bangunan dilengkapi dengan sensor, perangkat keras, perangkat lunak, dan koneksi internet yang memungkinkan mereka untuk saling berkomunikasi dan berbagi data. Tujuan dari IoT adalah untuk menghubungkan dan mengintegrasikan objek-objek ini ke dalam

jaringan digital, sehingga mereka dapat mengumpulkan, mentransfer, dan menganalisis data secara otomatis dasar untuk pengambilan keputusan. Fokus utama alat ini adalah pada pemantauan, tanpa dilengkapi mekanisme pengendalian, untuk menghindari potensi ketidakakuratan dan untuk menghindari masalah baru yang mungkin muncul. Hal ini disesuaikan dengan keragaman pendekatan yang diperlukan dalam mengatasi berbagai masalah terkait kualitas air. (Hidayat dkk., 2022)

2.2.4 Arduino Software IDE

Arduino Software (IDE) adalah lingkungan pengembangan sumber terbuka yang digunakan untuk memprogram dan mengunggah kode ke *Microcontroller* Arduino. Ini menyediakan antarmuka yang mudah digunakan untuk mengembangkan proyek dengan bahasa pemrograman Arduino, yang mirip dengan C/C++. Dengan IDE ini, Anda dapat mengontrol perangkat elektronik dan sensor yang terhubung ke papan Arduino, serta mengunggah kode ke papan melalui USB atau koneksi lainnya untuk menjalankan program yang telah Anda buat. Selain itu, IDE ini menyediakan pustaka dan contoh kode untuk mempercepat pengembangan proyek. Itu adalah alat yang sangat populer dalam dunia pengembangan perangkat keras dan proyek elektronik. (Santoso & Wijayanto, 2022)

2.2.5 Fritzing

Fritzing adalah perangkat lunak open-source yang digunakan untuk merancang sirkuit elektronik, papan sirkuit cetak (PCB), dan skematik. Ini memiliki antarmuka yang mudah digunakan dan menyediakan perpustakaan komponen elektronik yang kaya. Pengguna dapat dengan cepat merancang sirkuit, menghubungkan komponen, dan menghasilkan tampilan visual yang memudahkan pemahaman. Fritzing juga mendukung perancangan PCB dengan fitur layout fisik dan pembuatan file-produksi. Di dalam fritzing sudah terdapat skema siap pakai dari berbagai *microcontroller* arduino serta shieldnya. (Ahlyar & Zuli, 2021)

2.2.6 MYSQL

MySQL adalah sebuah sistem manajemen basis data relasional (RDBMS) open-source yang banyak digunakan di seluruh dunia. MySQL digunakan untuk menyimpan dan mengelola data dalam basis data, yang dapat diakses dan dimanipulasi oleh berbagai aplikasi perangkat lunak. MySQL mendukung bahasa pemrograman seperti PHP, Python, Java, dan banyak lagi, sehingga memungkinkan pengembang perangkat lunak untuk berinteraksi dengan basis data MySQL. (Saputra dkk., 2019)

2.2.7 XAMPP

XAMPP adalah perangkat sumber terbuka open-source yang dapat dijalankan pada berbagai sistem operasi. XAMPP berfungsi sebagai *website* server yang mudah digunakan dan mampu menyajikan halaman *website* dinamis secara mandiri di lingkungan lokal localhost. (Nurmalasari dkk., 2019)

2.2.8 Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS18B20 berfungsi untuk mengukur suhu dalam rentang tertentu. Sensor ini dapat melakukan pengukuran dengan parameter 9-bit atau 12-bit dalam skala Celsius. Selain itu, sensor ini dilengkapi dengan fitur peringatan yang memungkinkan pengguna untuk mengatur notifikasi ketika suhu mencapai nilai tertentu. Sensor DS18B20 berkomunikasi melalui jalur 1-Wire, yang hanya memerlukan satu jalur data dan ground untuk berinteraksi dengan *Microcontroller*. Keunggulan lain dari sensor ini adalah adanya kode serial unik 64-bit yang mempermudah pengguna dalam mengendalikan sejumlah sensor DS18B20 yang berbeda yang tersebar di berbagai *Microcontroller*. Dengan demikian, sensor DS18B20 merupakan solusi yang efektif untuk pengukuran suhu dalam berbagai aplikasi. (Ifansyah dkk., 2021)

Tabel 2. Satuan Suhu Perusahaan Daerah Air Minum Way Rilau

Angka	Kualitas
< 5°C	Kurang Baik

Angka	Kualitas
5°C - 30°C	Baik
> 30°C	Buruk

Suhu air minum yang berkisar antara 5°C hingga 30°C dianggap baik untuk kebutuhan rumah tangga. Namun, Suhu air di bawah 5°C mungkin terlalu dingin untuk beberapa orang, sementara suhu di atas 30°C mungkin dirasakan sebagai hangat atau bahkan terlalu panas. Oleh karena itu, dalam perusahaan daerah air minum Way Rilau suhu air yang berkisar antara 5°C hingga 30°C sebagai kualitas yang baik.

2.2.9 Sensor pH E-201C

Sensor pH adalah perangkat penting dalam upaya pemantauan dan pengendalian kualitas air. Sensor ini dirancang khusus untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan (pH) dalam air. Pengukuran pH air adalah faktor kunci dalam menilai tingkat kualitas air. (Barus dkk., 2018)

Tabel 3. Satuan pH Perusahaan Daerah Air Minum Way Rilau

Angka	Kualitas
< 6.5	Asam / Buruk
> 8.5	Basa / Buruk
6.5 – 8.5	Baik

Jika pH air kurang dari 6,5, air tersebut dianggap asam, dan ini mungkin menandakan adanya masalah kualitas air yang perlu diatasi. Air terlalu asam dapat memiliki rasa yang tidak enak dan dapat merusak peralatan rumah tangga serta pipa air. Di sisi lain, jika pH air melebihi 8,5, itu bisa mengindikasikan suasana basa atau alkali yang berlebihan. Air yang terlalu basa juga dapat memiliki rasa yang tidak enak dan dapat menyebabkan penumpukan kerak pada peralatan. Oleh karena itu, dalam perusahaan daerah air minum Way Rilau suhu air yang berkisar antara 6.5 hingga 8.5 sebagai kualitas yang baik.

2.2.10 Total Dissolved Solids atau Sensor TDS

TDS (Total Dissolved Solids) adalah ukuran yang menghitung jumlah total padatan yang terlarut dalam air, termasuk mineral, garam, logam, dan senyawa lainnya. Ini umumnya diukur dalam satuan berat padatan terlarut per volume air, seperti parts per million (ppm). Pengukuran TDS penting dalam pengujian kualitas air, memberikan indikasi tentang tingkat kemurnian dan mineralisasi air. Tingkat TDS yang tinggi mungkin menunjukkan air yang kurang cocok untuk konsumsi atau penggunaan, sementara tingkat TDS yang rendah menandakan air yang lebih murni. (Aneta dkk., 2021)

Tabel 4. Satuan TDS Perusahaan Daerah Air Minum Way Rilau

Angka	Kualitas
> 600 ppm	Buruk
300 ppm – 600 ppm	Kurang Baik
< 300 ppm	Baik

Kurang dari 300 ppm Air dengan kualitas baik. 300 hingga 600 ppm Air dengan kualitas kurang baik. Lebih dari 600 ppm air dengan kualitas buruk dan tidak bisa digunakan.

2.2.11 ESP32

NodeMCU ESP32 unggul dalam hal integrasi Wi-Fi yang dimilikinya, menjadikannya pilihan ideal untuk pengembangan aplikasi *Internet of Things* (IoT). Seri chip ini memiliki daya rendah, kemampuan Wi-Fi, dan dukungan Bluetooth, semuanya dengan harga yang terjangkau. Bentuk fisiknya berfungsi sebagai *Microcontroller* yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pengaturan otomatis pencahayaan. Selain fungsi yang mirip dengan pendahulunya, NodeMCU ESP8266, ESP32 juga menambahkan fitur Bluetooth yang memperluas fungsionalitasnya. (Hadyanto & Amrullah, 2022)

2.2.12 Lcd i2c 20x4

LCD I2C 20x4 adalah modul layar LCD karakter yang digunakan untuk menampilkan teks atau karakter dalam format 20 baris dan 4 kolom. Ini adalah jenis layar yang terhubung melalui antarmuka I2C (Inter-Integrated Circuit), yang membuatnya lebih mudah digunakan dengan *microcontroller* atau perangkat lain. Layar ini umumnya digunakan dalam berbagai proyek elektronik dan *microcontroller* untuk menampilkan informasi seperti teks, angka, pesan, atau tampilan kustom lainnya dengan mudah. Keuntungan utama dari penggunaan modul LCD I2C adalah kemudahan penggunaan dan penghematan pin pada *microcontroller*, karena antarmuka I2C menggunakan hanya dua pin (data dan clock) untuk mengendalikan layar. (Taher dkk., 2018)

2.2.13 Sistem Monitoring

Sistem *monitoring* adalah suatu sistem yang digunakan untuk mengamati, mengukur, dan melacak data atau aktivitas dalam suatu lingkungan atau proses secara berkesinambungan. Ini digunakan untuk memantau kinerja, keandalan, keamanan, atau kualitas dari suatu sistem atau proses, baik dalam teknologi informasi, lingkungan, industri, atau bidang lainnya. Sistem *monitoring* membantu dalam pengambilan keputusan yang cepat dan tepat, mendeteksi masalah dengan cepat, dan memastikan bahwa suatu sistem atau proses berjalan sesuai dengan standar yang ditetapkan. Ini sering digunakan untuk mengawasi jaringan komputer, kualitas lingkungan, atau proses industri. (Prasetyo dkk., 2020)

2.2.14 HTML

HTML, singkatan dari Hypertext Markup Language, adalah bahasa markup yang digunakan untuk membuat dan merancang halaman *website*. Ini adalah kerangka dasar dalam pembuatan situs *website*, yang menggunakan tag atau elemen-elemen untuk mengorganisasi dan mempresentasikan konten di halaman *website*. HTML memungkinkan penambahan teks, gambar, tautan, tabel, dan elemen lainnya dalam halaman *website*, dan browser *website* mengurai dan menampilkan halaman sesuai dengan instruksi yang terdapat dalam kode HTML tersebut. Terus berkembang

seiring waktu, HTML telah mencapai versi terbaru seperti HTML5, yang memberikan kemampuan lebih luas untuk menciptakan konten *website* yang interaktif dan menarik. (Rahmatika dkk., 2020)

2.2.15 CSS

CSS, singkatan dari Cascading Style Sheets, adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk mengatur tampilan dan format suatu dokumen *website* yang ditulis dalam HTML atau XML. CSS memungkinkan pemisahan antara struktur konten (yang diatur dengan HTML) dan tampilan atau gaya dari konten tersebut. Dengan CSS, Anda dapat mengontrol berbagai aspek desain *website*, termasuk warna, jenis font, ukuran teks, tata letak, jarak, dan banyak lagi. Ini memungkinkan desainer *website* dan pengembang untuk menciptakan tampilan yang konsisten dan menarik untuk situs *website* mereka, serta memberikan fleksibilitas dalam mengubah tampilan halaman tanpa harus mengubah struktur HTML yang mendasarinya. Dengan menggunakan CSS. (Rahmatika dkk., 2020)

2.2.16 Bootstrap

Bootstrap ialah suatu kerangka kerja yang digunakan untuk konstruksi desain web secara responsif. Ini berarti bahwa desain web yang dibuat menggunakan Bootstrap akan menyesuaikan dengan ukuran layar dari peramban yang digunakan, baik itu di desktop, tablet, maupun perangkat mobile. Dengan adanya Bootstrap, pengembang web dapat menghemat waktu dalam proses desain tampilan aplikasi. (Riasinir & Widyasari, 2019)

2.2.17 Black Box Testing

Black-box testing adalah salah satu metode pengujian perangkat lunak di mana pengujian dilakukan tanpa memperhatikan detail internal kode sumber atau struktur perangkat lunak yang diuji. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui program yang dibuat itu berjalan lancar atau tidak. Pendekatan ini lebih berfokus pada fungsi atau perilaku perangkat lunak daripada pada bagaimana perangkat lunak tersebut diimplementasikan. (Achmad & Yulfitri, 2020)

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama semester ganjil tahun akademik 2023/2024 dimulai dari bulan 20 November 2023 – 25 Desember 2023. Lokasi pelaksanaan penelitian yaitu di perusahaan daerah air minum Way Rilau Jl. P. Emir Moh. Noer No.11a, Sumur Putri, Kec. Tlk. Betung Utara, Kota Bandar Lampung, Lampung 35211.

3.2 Metode Pengumpulan Data

3.2.1 Data Primer

Data primer diperoleh melalui observasi, dalam penelitian ini, data dikumpulkan melalui pengamatan langsung dengan petugas yang terkait. Teknik observasi digunakan untuk memantau perubahan dalam fenomena sosial yang sedang berkembang. Selama observasi, penulis harus memusatkan perhatian pada objek yang relevan dan mampu memisahkan informasi yang baik dan tidaknya.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh melalui studi literatur, termasuk buku, jurnal, artikel, dan situs *website* resmi. Situs *website* resmi memberikan informasi serta sumber dari platform GitHub dan studi sebelumnya yang relevan dan juga penulis melakukan penelitian mendapatkan data tersebut dari perusahaan daerah air minum Way Rilau, dan mendapatkan data secara sekunder. Data yang di ambil dalam penelitian ini tidak hanya berupa suhu air limbah pada perusahaan daerah air minum Way Rilau, akan tetapi mengambil juga data berupa pH air dan TDS yang

berfungsi untuk menunjang hasil penelitian dalam menentukan kualitas sampel air yang akan digunakan menjadi lebih valid. Oleh karena itu data yang disajikan pada hasil penelitian bisa bersifat spesifik sesuai dengan kebutuhan penelitian.

3.2.1 Testing

Pada bagian ini merupakan rencana tahapan untuk melakukan pengujian terhadap alat pada sistem pengerjaan di perusahaan daerah air minum Way Rilau apakah sensor dapat berjalan dan terintegrasi dengan baik. Berikut dibawah ini tabel tahapan rencana pengujian dengan Blackbox testing.

Tabel 5. Skenario Black Box Testing

No	Tempat/ Lokasi	Aksi	Hasil yang diharapkan	Hasil yang didapat	Status
1	Air Limbah (Sungai)	Sensor dimasukan kedalaman air	Sensor membaca nilai suhu, pH dan TDS sesuai dengan nilai kondisi air tersebut dan mengirim pada server database sesuai dengan nilai satuan parameter kemudian tampil pada antarmuka <i>website</i>	Sensor berhasil membaca nilai suhu, pH, dan TDS lalu mengirim pada server database sesuai dengan nilai satuan parameter kemudian pada antarmuka <i>website</i> dan menampilkan nilai dan juga kondisi baik atau buruk.	Masi ditahap perencanaan

Untuk mengambil data penelitian yang terstruktur diatas, berikut penjelasannya:

1. Identifikasi Tempat/Lokasi

Catat nama tempat atau lokasi yang menjadi objek penelitian. Pastikan bahwa setiap entri memiliki identifikasi yang jelas dan unik.

2. Aksi yang Dilakukan

Tuliskan tindakan atau kegiatan yang dijalankan di tempat atau lokasi tersebut. Deskripsikan secara singkat apa yang dilakukan selama penelitian di lokasi tertentu.

3. Hasil yang Diharapkan

Tentukan hasil yang diharapkan dari setiap aksi yang dilakukan. Apa yang diinginkan atau diantisipasi sebagai hasil dari kegiatan tersebut.

4. Hasil yang Didapat

Saat melakukan penelitian, catat hasil aktual yang diperoleh dari setiap aksi. Apakah hasilnya sesuai dengan yang diharapkan atau apakah ada perbedaan atau temuan menarik.

5. Status

Tentukan status atau kondisi saat ini berdasarkan hasil yang didapat. Apakah tujuan atau target tertentu tercapai, Apakah ada kendala atau hambatan yang dihadapi

Setelah data ini dicatat dapat menganalisis dan menyusun informasi tersebut sesuai dengan kebutuhan. Pengumpulan data ini dapat melibatkan observasi langsung atau pengukuran. Untuk mencatat data dengan akurat dan sistematis untuk memastikan kehandalan analisis dan kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian

3.3 Analisa Kebutuhan

3.3.1 Kebutuhan Fungsional

Berikut ini beberapa kebutuhan fungsional yang dapat menjalankan proses *monitoring* pengukuran suhu air:

1. Pengukuran suhu sistem mampu mengukur suhu, pH, dan TDS secara otomatis.
2. Sistem mampu menampilkan data suhu, pH, dan TDS lalu menampilkan baik atau buruk agar mudah di mengerti.

3. Sistem pemantauan jarak jauh untuk memantau kondisi suhu, pH, dan TDS dari jarak jauh.
4. Sistem mampu mengambil data suhu, pH, dan TDS dari melalui sistem *monitoring* yang dibuat.

3.3.2 Kebutuhan Non Fungsional

Analisis kebutuhan non-fungsional yang relevan dalam merancang dan mengembangkan sistem *monitoring* kualitas air limbah dengan sensor suhu, pH, dan TDS melibatkan sejumlah aspek penting yang harus dipertimbangkan:

1. Akurasi pengukuran suhu, pH, dan TDS
Sensor suhu, pH, dan TDS harus memiliki akurasi yang tinggi dalam mengukur suhu air limbah. Nilai akurasi yang diharapkan harus ditentukan dan dipastikan agar hasil pengukuran representatif dan dapat diandalkan.
2. Respons waktu menyalanya
Sistem harus memberikan respons dalam waktu nyata terhadap perubahan suhu dalam air limbah. Keterlambatan dalam memberikan informasi dapat mengurangi efektivitas pemantauan dan pengawasan.
3. Pengamanan data
Data suhu yang dihasilkan oleh sensor suhu, pH, dan TDS harus diamankan dan dilindungi agar tidak dapat diakses atau dimanipulasi oleh pihak yang tidak berwenang. Pengamanan data melibatkan enkripsi dan tindakan pengamanan lainnya.
4. Kemudahan instalasi penggunaan
Sistem harus dirancang agar mudah diinstal dan digunakan oleh pengguna akhir tanpa memerlukan pengetahuan teknis yang mendalam.

3.4 Alat Penelitian

Penelitian ini menggunakan alat dengan masing-masing spesifikasinya adalah sebagai berikut

3.4.1 Perangkat Lunak

Dalam penelitian ini perangkat lunak yang digunakan adalah:

1. Sistem Operasi Windows 11
2. Visual Studio Code
3. Microsoft Edge
4. MYSQL
5. XAMPP
6. Bootstrap
7. Android Software IDE
8. Fritzing

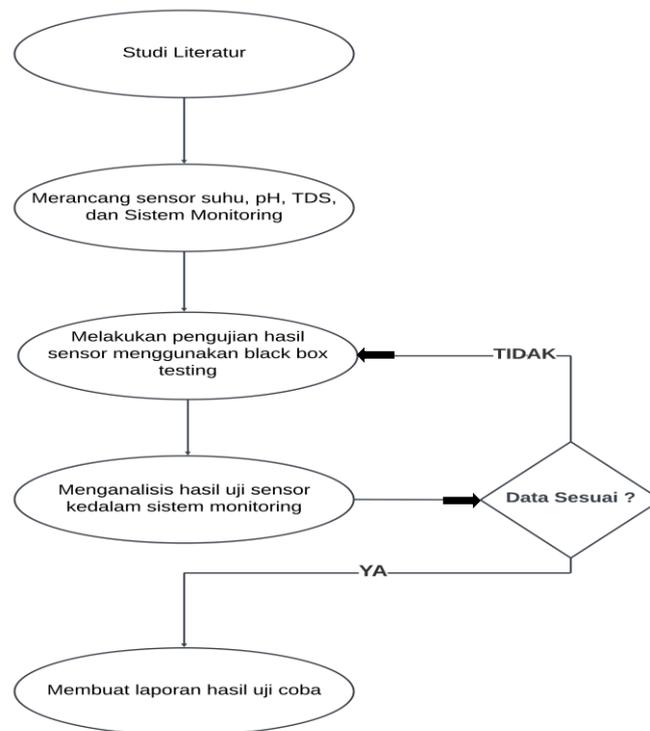
3.4.2 Perangkat Keras

Dalam penelitian ini perangkat keras yang digunakan adalah:

1. Processor i5-11400H @ 2.70GHz (12 CPUs), ~2.7GHz
2. Memori 16 GB RAM
3. Penyimpanan SSD 500 GB
4. Sensor Suhu DS18B20
5. Sensor pH E-201C
6. Sensor TDS
7. ESP32
8. Kabel Jumper
9. Kabel Data Micro USB
10. LCD i2c 20x4

3.5 Tahapan Perancangan Sistem

3.5.1 Metode Experimental



Gambar 1. Metode Experimental

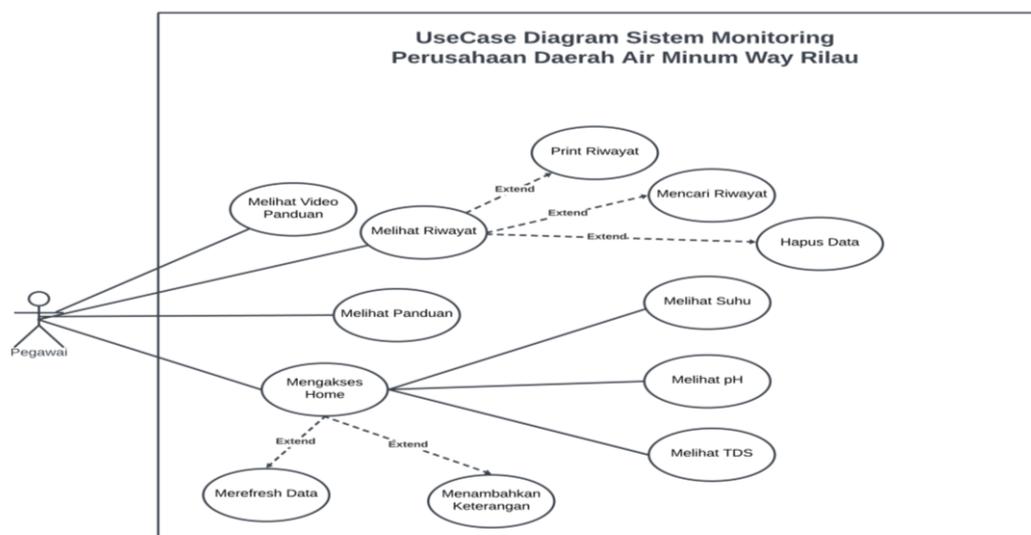
Metode penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode penelitian experimental. Metode experimental digunakan untuk menguji hipotesis dan menarik kesimpulan tentang hubungan sebab-akibat antara variabel yang diuji. Metode penelitian experimental adalah suatu pendekatan yang sistematis untuk menguji hipotesis dan menyelidiki hubungan sebab-akibat antara variabel tertentu dalam kondisi yang dikendalikan dengan cermat. Tujuan utama dari metode experimental adalah mampu mengukur suhu, pH, dan TDS dengan akurat di lingkungan yang bervariasi, dan penggunaan metode penelitian ini untuk memeriksa apakah alat tersebut memenuhi standar kinerja yang diinginkan. Metode eksperimental dapat mengoptimalkan desain alat IoT tersebut. Mampu melakukan penyesuaian parameter perangkat keras atau perangkat lunak, menentukan metode kalibrasi yang optimal, atau mengidentifikasi masalah yang terjadi selama

penggunaan alat. Dengan melakukan serangkaian eksperimen, penelitian dapat mencapai desain yang lebih baik dan meningkatkan keandalan alat.

Berikut tahapan yang dilakukan penelitian ini, yaitu mulai dari:

1. Studi literatur
2. Merancang alat sensor suhu, pH, TDS, dan Sistem *Monitoring* berbasis IOT.
3. Melakukan pengujian hasil sensor suhu, pH, dan TDS menggunakan black box testing.
4. Menganalisis hasil dari alat sensor suhu, pH, dan TDS ke *website* sistem *monitoring*.
5. Jadi, jika alat dan sistem tidak bekerja sesuai yang diharapkan maka akan dilakukan sebuah perbaikan, setelah dilakukan perbaikan akan dilakukan uji coba alat dan sistem kembali. Jika alat dan sistem sudah bekerja dengan baik dan benar maka dilakukan proses selanjutnya.
6. Membuat laporan hasil uji coba dan hasil analisis.

3.5.2 Use Case Diagram



Gambar 2. Use Case Diagram

Use Case Diagram ini menggambarkan interaksi antara Pegawai dan sistem. Ada empat use case yang dapat dilakukan oleh pegawai, yaitu melihat suhu, pH, dan TDS. Ini mengindikasikan bahwa pegawai dapat meminta dan melihat informasi mengenai parameter-parameter ini dari sistem. Ada juga elemen extend yang

menunjukkan bahwa setiap use case dapat diperluas dengan use case print. Ini mengindikasikan bahwa pegawai memiliki opsi untuk mencetak hasil dari setiap pengamatan suhu, pH, dan TDS jika diperlukan.

3.5.3 Desain User Interface Sistem *Monitoring*



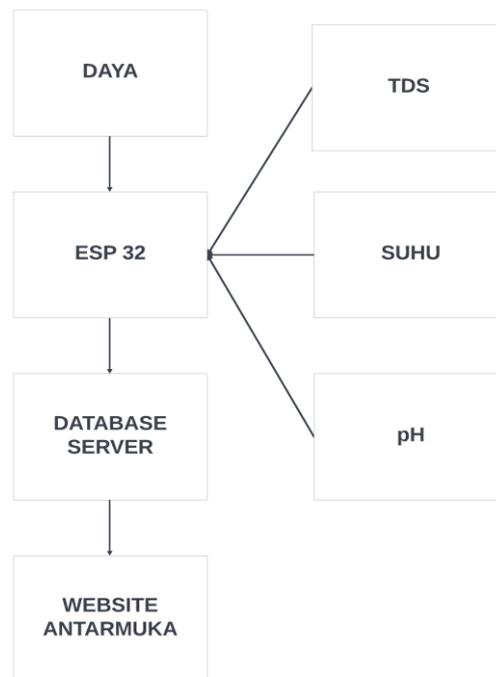
Gambar 3. Rancangan *User Interface* Sistem *Monitoring*

Sistem pemantauan kualitas air menggunakan tiga parameter utama suhu, pH, dan TDS. Untuk suhu, jika data yang masuk menunjukkan suhu kurang dari 5°C, maka kualitas air dianggap kurang baik. Data dengan suhu antara 5°C hingga 30°C dikategorikan sebagai air yang baik. Namun, jika suhu melebihi 30°C, itu menandakan kualitas air yang buruk.

Ketika kita mempertimbangkan pH, jika data menunjukkan pH kurang dari 6.5, maka air dianggap asam dan berada dalam kondisi buruk. Sebaliknya, jika pH lebih dari 8.5, itu menandakan air yang bersifat basa dan juga dianggap buruk. Kualitas air dianggap baik ketika pH berada dalam kisaran 6.5 hingga 8.5.

Sementara itu, untuk parameter TDS, jika data yang masuk menunjukkan angka lebih dari 900 ppm, air dianggap dalam kondisi buruk. Di antara rentang 600 ppm hingga 900 ppm, kualitas air masih dianggap buruk. Rentang 300 ppm hingga 600 ppm mengindikasikan kualitas air yang kurang baik. Namun, jika TDS kurang dari 300 ppm, itu menandakan air yang baik.

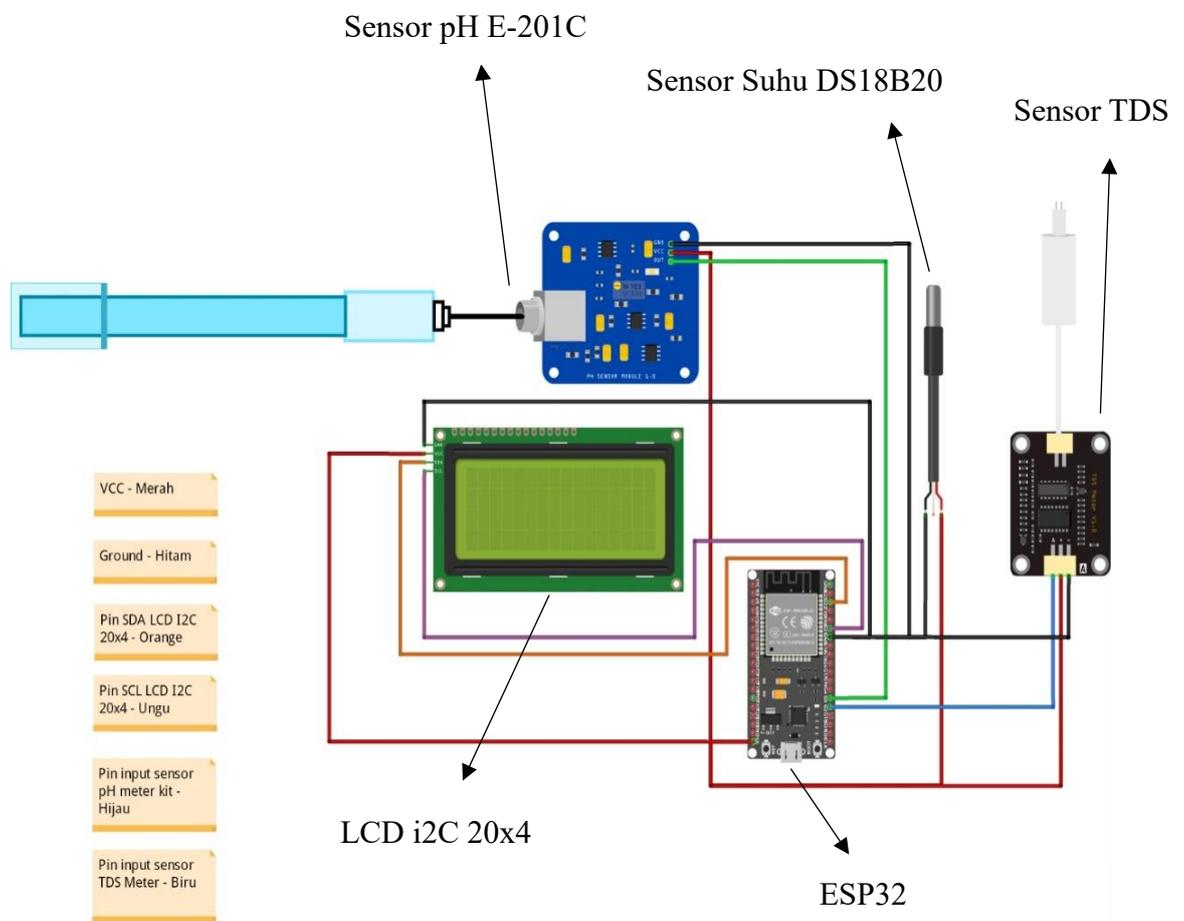
3.5.4 Diagram Blok Sistem



Gambar 4. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem yang terlihat di atas menggambarkan alur kerja sistem secara keseluruhan. Sensor suhu, pH, dan TDS berfungsi untuk melakukan pemantauan kualitas air limbah. Data yang diperoleh dari sensor ini selanjutnya dikirim ke *microcontroller*, yang bertindak sebagai inti dari program yang telah dikembangkan. Data kemudian diteruskan ke server yang bertanggung jawab untuk menyimpan informasi ini. Terakhir, data ini diakses oleh *website* yang akan menampilkan hasil pemantauan dari sensor tersebut. Dengan kata lain, sensor mengumpulkan data, *microcontroller* mengelolanya, data disimpan dalam database, dan *website* menampilkannya.

3.5.5 Rancangan *Wiring Diagram*



Gambar 5. Rancangan *Wiring Diagram*

Wiring diagram di atas memiliki fungsi utama untuk menggambarkan dan menjelaskan cara koneksi dan interaksi antara berbagai komponen dalam sistem *monitoring* suhu air limbah. Gambar yang dikirimkan oleh pengguna sebelumnya adalah diagram dari rangkaian elektronik.

1. VCC (Voltage Common Collector) - Merah

Voltage Common Collector mengacu pada tegangan pasokan tegangan positif yang diberikan kepada komponen atau perangkat dalam rangkaian.

2. Pin SDA LCD I2C 20x4 - Orange & Ungu

Pin SDA pada LCD I2C 20x4 dalam wiring diagram Arduino adalah salah satu

dari dua pin yang digunakan untuk menghubungkan LCD ke papan Arduino.

3. Pin input sensor pH meter kit - Hijau

Pin input sensor pH meter kit merujuk pada pin yang digunakan untuk menghubungkan sensor pH meter kit ke papan Arduino. Sensor pH meter digunakan untuk mengukur tingkat pH dalam suatu larutan atau media.

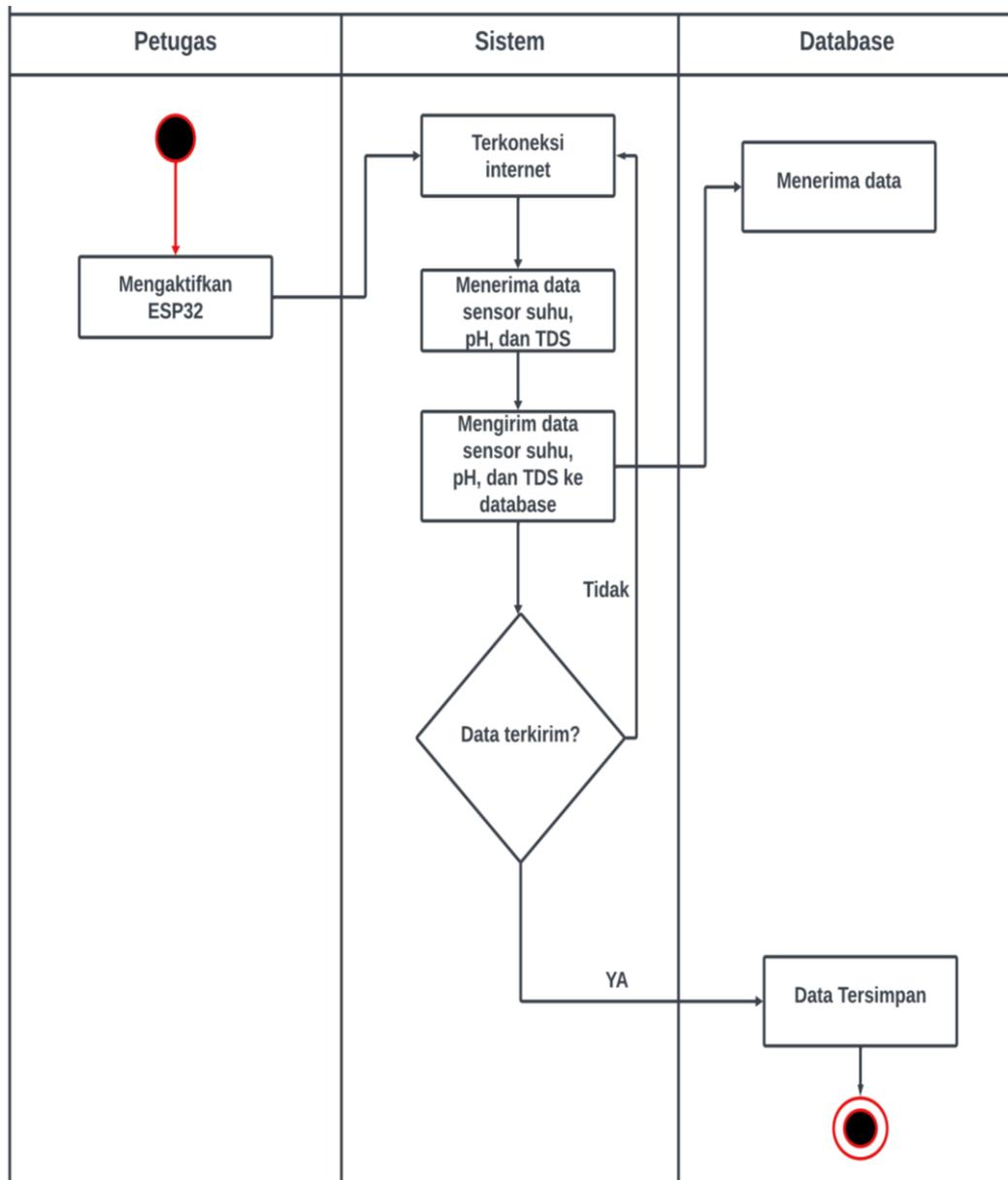
4. Pin input sensor TDS Meter - Biru

Pin input sensor TDS Meter mengacu pada pin input pada papan Arduino yang digunakan untuk menerima data atau informasi dari sensor TDS. Sensor TDS adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur tingkat total padatan terlarut dalam larutan.

Dalam rangkaian elektronik, VCC (Voltage Common Collector) yang ditandai dengan warna merah adalah tegangan pasokan positif yang diberikan kepada komponen atau perangkat dalam suatu rangkaian. Sebagai komponen vital dalam wiring diagram Arduino, Pin SDA pada LCD I2C 20x4, ditandai dengan warna orange dan ungu, berperan sebagai salah satu dari dua pin yang menghubungkan LCD ke papan Arduino.

Seiring dengan itu, pin input sensor pH meter kit yang berwarna hijau memiliki fungsi sebagai koneksi antara sensor pH meter kit dan papan Arduino, yang digunakan untuk mengukur tingkat pH dalam suatu larutan atau media. Selanjutnya, pin input sensor TDS Meter dengan warna biru merujuk pada pin input di papan Arduino yang berfungsi menerima data dari sensor TDS, perangkat yang dirancang untuk mengukur tingkat total padatan terlarut dalam larutan. Keseluruhan komponen ini membentuk bagian integral dalam struktur dan fungsi suatu rangkaian elektronik.

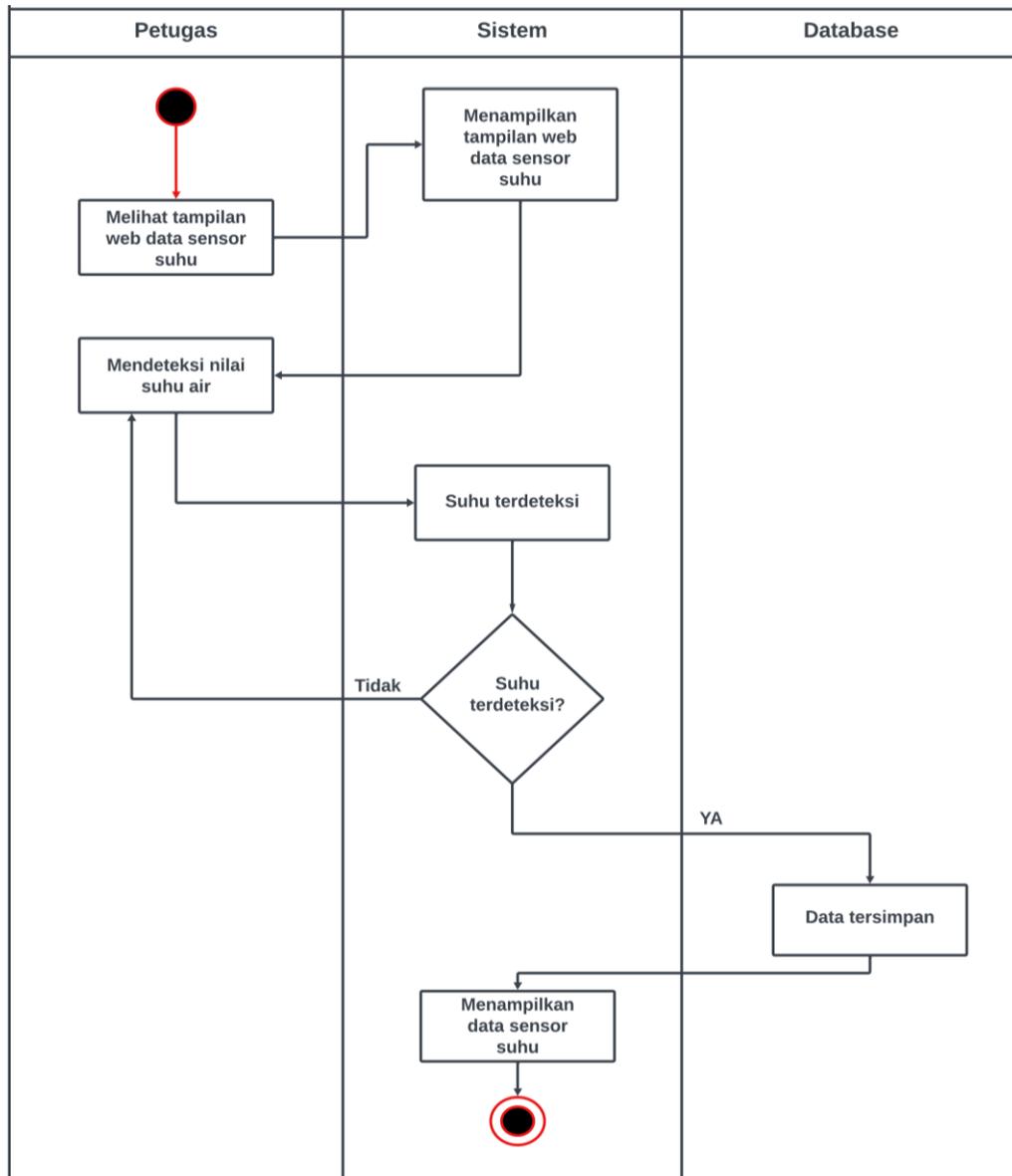
3.5.6 Activity Diagram ESP32



Gambar 6. Activity Diagram ESP32

Dalam activity diagram ini ketika petugas mengaktifkan *microcontroller*, alat tersebut secara otomatis terhubung ke internet dan menerima data dari sensor suhu, pH, dan TDS. Setelah menerima data, *microcontroller* akan mengirimkannya ke database server. Selanjutnya jika data tidak terkirim maka akan kembali mengulangi langkah yang sama dan jika data yang dikirim akan disimpan di dalam database untuk diproses dan diakses nanti.

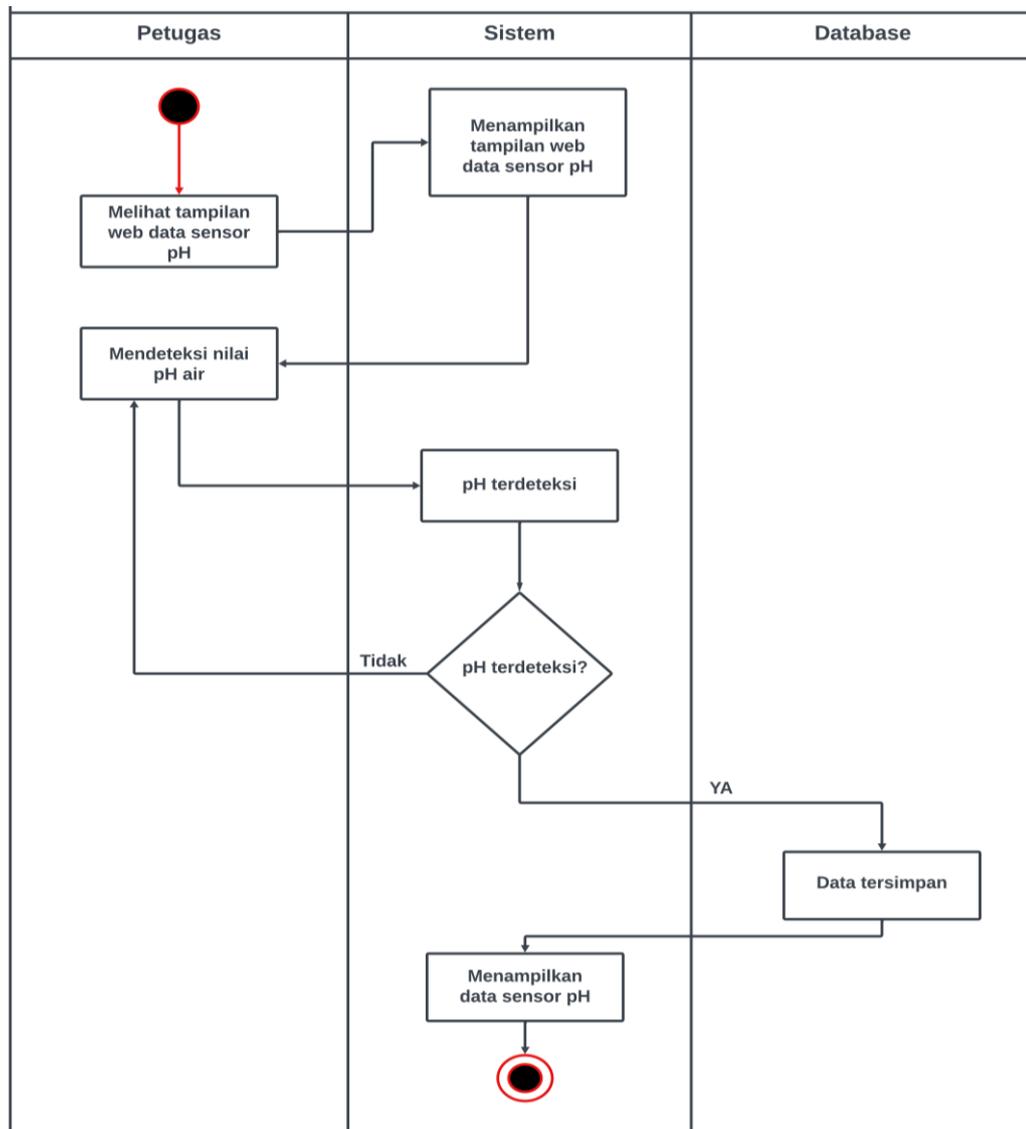
3.5.7 Activity Diagram Sensor Suhu DS18B20



Gambar 7. Activity Diagram Sensor Suhu DS18B20

Dalam activity diagram ini, petugas memantau data sensor melalui sebuah *website* yang dirancang khusus. Sistem akan menampilkan data sensor secara real-time. Petugas, selama pemantauan, dapat mendeteksi perubahan suhu dalam air limbah. Selanjutnya jika suhu tidak terdeteksi maka akan kembali mengulangi langkah yang sama dan jika terjadi perubahan suhu yang signifikan, data akan secara otomatis disimpan dalam database dan segera ditampilkan dalam *website* untuk informasi dan pengawasan lebih lanjut.

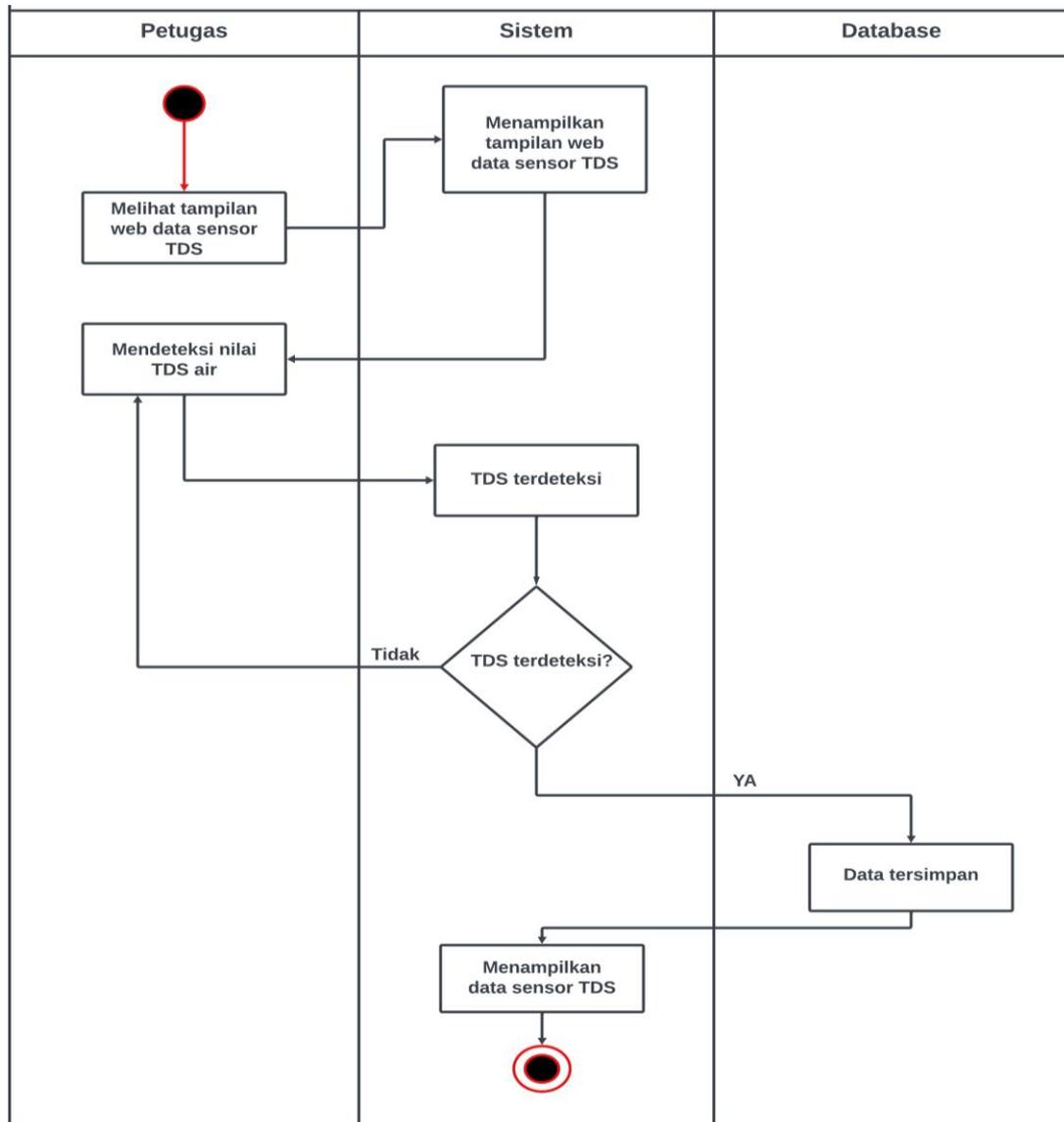
3.5.8 Activity Diagram Sensor pH E-201C



Gambar 8. Activity Diagram Sensor pH

Dalam activity diagram ini, petugas memantau data sensor melalui sebuah *website* yang dirancang khusus. Sistem akan menampilkan data sensor secara real-time. Petugas, selama pemantauan, dapat mendeteksi perubahan pH dalam air limbah. Selanjutnya jika pH tidak terdeteksi maka akan kembali mengulangi langkah yang sama dan jika terjadi perubahan pH yang signifikan, data akan secara otomatis disimpan dalam database dan segera ditampilkan dalam *website* untuk informasi dan pengawasan lebih lanjut.

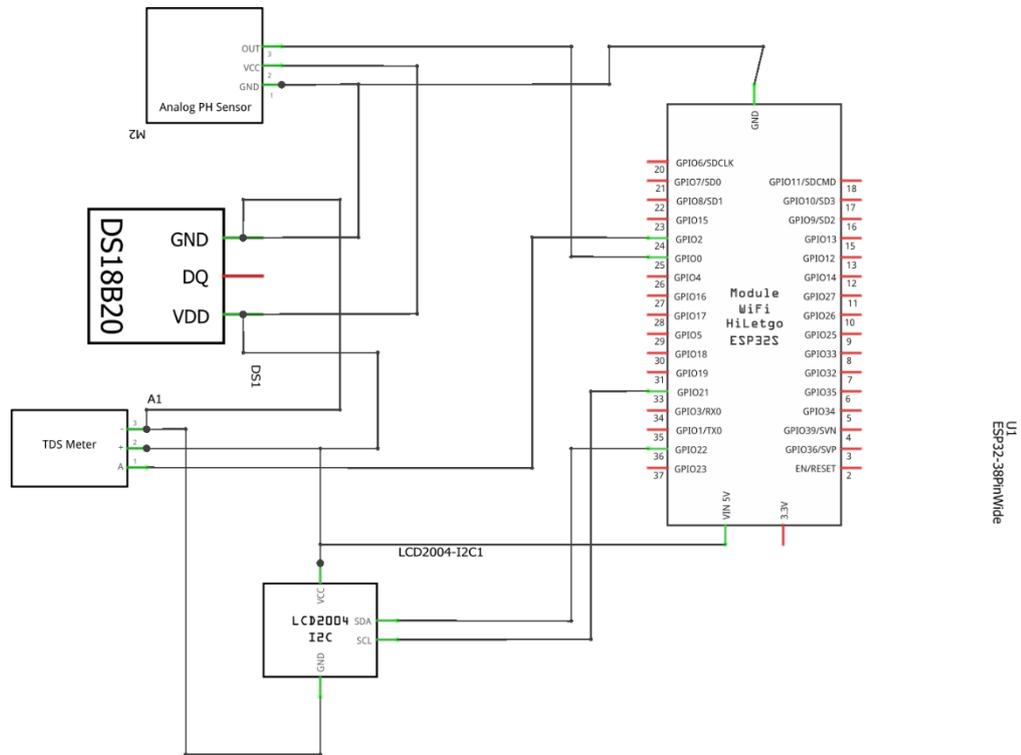
3.5.9 Activity Diagram Sensor TDS



Gambar 9. Activity Diagram Sensor TDS

Dalam activity diagram ini, petugas memantau data sensor melalui sebuah *website* yang dirancang khusus. Sistem akan menampilkan data sensor secara real-time. Petugas, selama pemantauan, dapat mendeteksi perubahan TDS dalam air limbah. Selanjutnya jika TDS tidak terdeteksi maka akan kembali mengulangi langkah yang sama dan jika terjadi perubahan TDS yang signifikan, data akan secara otomatis disimpan dalam database dan segera ditampilkan dalam *website* untuk informasi dan pengawasan lebih lanjut.

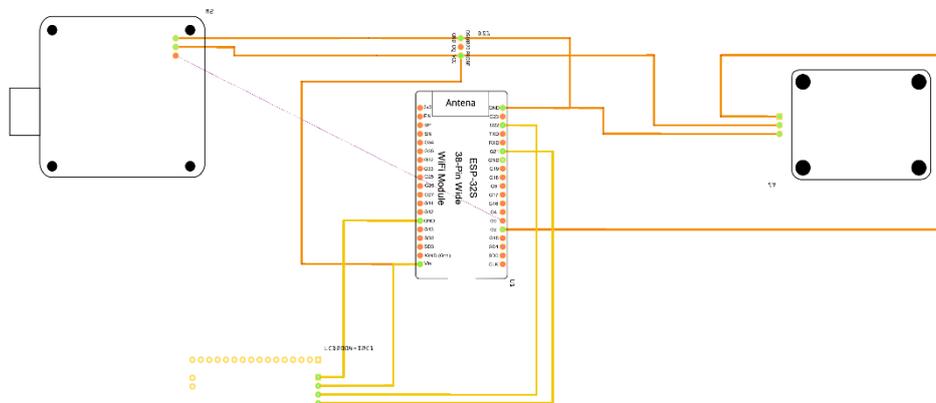
3.5.10 Skema Rangkaian



Gambar 10. Skema Rangkaian

Gambar tersebut adalah diagram dari rangkaian elektronik yang terdiri dari tiga komponen utama sensor suhu, pH, dan TDS meter. Diagram skematik dari rangkaian breadboard Arduino adalah representasi grafis yang menunjukkan bagaimana komponen-komponen dalam rangkaian terhubung satu sama lain. Ini membantu dalam memahami hubungan antara berbagai elemen dalam rangkaian, termasuk koneksi, tegangan, dan arus listrik. Pada skematik diagram breadboard Arduino. Garis-garis yang menghubungkan simbol-simbol ini menunjukkan bagaimana koneksi fisik dilakukan di breadboard atau papan sirkuit.

3.5.11 PCB



Gambar 11. PCB

PCB (Printed Circuit Board) diagram dari rangkaian breadboard Arduino adalah representasi visual dari desain sirkuit elektronik yang tercetak pada papan sirkuit. Pada dasarnya, PCB adalah papan yang memiliki jalur-jalur tembaga yang menghubungkan komponen elektronik dalam suatu rangkaian. Diagram PCB ini mencakup tata letak komponen, jalur-jalur tembaga, serta koneksi dan hubungan antar komponen. PCB diagram dari rangkaian breadboard Arduino digunakan untuk mentransfer desain dari konsep awal ke realitas fisik yang akan dihasilkan. Ini adalah langkah penting dalam proses fabrikasi sirkuit elektronik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penggunaan *Internet of Things* di perusahaan daerah air minum Way Rilau membawa dampak positif pada proses pemantauan kualitas air limbah. Sensor suhu, pH, dan TDS yang terhubung ke platform *website* meningkatkan efektivitas pengawasan pencemaran, dan memberikan akses langsung ke data. Dengan pendekatan berbasis *website* dan penggunaan sensor suhu, kendala-kendala seperti risiko, kesalahan input data, dan keterlambatan pemantauan dapat diatasi. Teknologi ini tidak hanya mengoptimalkan tugas pegawai, tetapi juga menghasilkan pemantauan yang lebih efisien, meningkatkan akurasi data, dan mengurangi biaya operasional di lapangan.

5.2 Saran

Berdasarkan proses pengembangan hingga pengujian yang telah dilakukan. Diperoleh beberapa saran untuk penelitian masa mendatang. Berikut berupa saran yang didapatkan.

1. Membuat jadwal pemeliharaan rutin sensor agar memastikan akurasi data yang akurat sepanjang waktu.
2. Menambahkan sebuah *button* untuk menghidupkan atau mematikan alat tersebut ketika digunakan agar tidak menggunakan daya secara langsung dan digunakan untuk melakukan penambahan fitur *history*.
3. Menambahkan keamanan data tidak hanya memakai enkripsi data di PHPMyAdmin saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Y. F., & Yulfitri, A. (2020). Pengujian Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Black Box Testing Studi Kasus E-Wisudawan di Institut Sains dan Teknologi Al-Kamal. *JIK J. Ilmu Komput*, 5(1), 42-51.
- Ahyar, T., & Zuli, F. (2021). IMPLEMENTASI SISTEM VOICE RECOGNITION SEBAGAI PENGENDALI LAMPU JARAK JAUH BERBASIS ANDROID. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S Vol*, 17(1).
- Aneta, R., Umboh, J. M., & Sondakh, R. C. (2021). Analisis Tingkat Kekeruhan, Total Dissolved Solids (TDS) dan Kandungan Escherichia Coli Pada Air Sumur di Desa Arakan Kecamatan Tatapaan. *KESMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi*, 10(4).
- Barus, E. E., Pingak, R. K., & Louk, A. C. (2018). Otomatisasi Sistem Kontrol Ph Dan Informasi Suhu Pada Akuarium Menggunakan Arduino Uno Dan Raspberry Pi 3. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, 3(2), 117-125.
- Fatturahman, F., & Irawan, I. (2019). *Monitoring filter pada tangki air menggunakan sensor turbidity berbasis arduino mega 2560 via SMS gateway. Jurnal Komputasi*, 7(2).
- Hadyanto, T., & Amrullah, M. F. (2022). Sistem *Monitoring* Suhu dan Kelembaban pada Kandang Anak Ayam Broiler Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, 3(2).
- Haryanto, H., Kristono, K., & Fadhil, M. (2021). Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Kualitas Air (pH dan Kekeruhan) pada Akuarium Berbasis Internet of Things. *Go Infotech: Jurnal Ilmiah STMIK AUB*, 27(2), 185-195.
- Hidayat, F., Harijanto, A., & Supriadi, B. (2022). Rancang Bangun Alat Ukur Sistem *Monitoring* Ph dan Suhu Kolam Ikan Lele berbasis IoT Dengan Esp8266. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5(2), 77-84.

- Ifansyah, R. N., Hidayat, N., & Soebroto, A. A. (2021). Implementasi Wireless Sensor Network untuk *Monitoring* Limbah Cair Gondorukem Menggunakan Modul Wifi Esp8266. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(6), 2098-2107.
- Novenpa, N. N., & Dzulkiflih, D. (2020). Alat Pendeteksi Kualitas Air Portable dengan Parameter pH, TDS dan Suhu Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, 9(2), 85-92.
- Nurmalasari, N., Anna, A., Arissusandi, R. (2019). Rancang Bangun Sistem Informasi Akuntansi Laporan Laba Rugi Berbasis Web Pada PT. United Tractors Pontianak. *EVOLUSI: Jurnal Sains dan Manajemen*, 7(2).
- PANDIANGAN, Y. S., ZULAIKHA, S., WARTO, W., & YUDO, S. (2023). Status Kualitas Air Sungai Ciliwung Berbasis Pemantauan Online di Wilayah DKI Jakarta Ditinjau dari Parameter Suhu, pH, TDS, DO, DHL, dan Kekeruhan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24(2), 176-182.
- Pratama, I.P.Y., Wibawa, K.S., Suarjaya, I.M.A.D. (2022). Perancangan PH Meter Dengan Sensor PH Air Berbasis Arduino. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Komputer*, 3(2), 1034-1042.
- Prasetyo, B. E., Putra, W. H. N., Syauqy, D., Bhawiyuga, A., Wibowo, S. S., Ronilaya, F., Siradjuddin, I., & Adhisuwignjo, S. (2020). Sistem *Monitoring* Trafo Distribusi PT. PLN (Persero) berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(1), 205-210.
- Putrawan, I. G. H., Rahardjo, P., & Agung, I. G. A. P. R. (2019). Sistem *Monitoring* Tingkat Kekeruhan Air dan Pemberi Pakan Otomatis pada Kolam Budidaya Ikan Koi Berbasis NodeMCU. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 19(1), 1.
- Rahmatika, A. K., Pradana, F., & Bachtiar, F. A. (2020). Pengembangan Sistem Pembelajaran HTML dan CSS dengan Konsep Gamification berbasis Web. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 4(8), 2655-2663.
- Ria, M. D., & Harvianto, F. (2023). The role of electronic-based *monitoring* and evaluation systems (e-pelaporan) in organizational performance reporting at LIPI in 2018-2020. *Monas: Jurnal Inovasi Aparatur*, 5(1), 30-43.
- Riasinir, T. J., & Widyasari. (2019). Pemanfaatan Framework Bootstrap Dalam Merancang Website Responsif Untuk Toko D2 Adventure. Jurusan Teknik

Informatika, STMIK Pontianak. Jl. Merdeka No. 372 Pontianak, 0561-735555

- Santoso, S. P., & Wijayanto, F. (2022). RANCANG BANGUN AKSES PINTU DENGAN SENSOR SUHU DAN HANDSANITIZER OTOMATIS BERBASIS ARDUINO. *JURNAL ELEKTRO*, 10(1), 20-31.
- Saputra, Z. R., Windradiaksa, R., & Faishal, M. (2019). Perancangan Aplikasi Pengolahan Data Obat Berbasis Mysql Dengan Client Server. *Jurnal Digital Teknologi Informasi*, 2(1), 43-50.
- Silaen, A. R., Setiawan, D., & Pane, U. (2020). Implementasi IOT Untuk *Monitoring* Air Limbah Pabrik Getah Karet Dengan Metode Simplex Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Cyber Tech*, 3(10), 1640-1647.
- Taher, B. H., Kadum, M. M., & Fadhel, M. A. (2018). Arduino utilized for dynamic Automatic Security Locker System. *ARNPJ. Eng. Appl. Sci.*, 13(24), 9584-9590.