

**SISTEM MONITORING KUALITAS AIR DAN PEMBERSIH OTOMATIS
PADA TANDON AIR RUMAH TANGGA
BERBASIS IOT**

SKRIPSI

DISUSUN OLEH

Egha Anggara Arihta Sitepu

2109020190



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

**SKRIPS SISTEM MONITORING KUALITAS AIR DAN PEMBERSIH
OTOMATIS PADA TANDON AIR RUMAH TANGGA
BERBASIS IOT**

SKRIPSI

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

Egha Anggara Arihta Sitepu

2109020190

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : SISTEM . MONITORING KUALITAS AIR DAN
PEMBERSIH OTOMATIS PADA TANDON AIR
RUMAH TANGGA BERBASIS IOT
Nama Mahasiswa : Egga anggara arihta Sitepu
NPM : 2109020190
Program Studi : Teknologi Informasi

Menyetujui Komisi Pembimbing



(Mhd. Basri, S.Si, M.Kom)
NIDN. 0111078802

Ketua Program Studi



(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom, M.Kom)
NIDN. 0117019301

Dekan



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

PERNYATAAN ORISINALITAS

SISTEM MONITORING KUALITAS AIR DAN PEMBERSIH OTOMATIS PADA TANDON AIR RUMAH TANGGA BERBASIS IOT

SKRIPSI

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

Medan, 19 Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Egha anggara arihta Sitepu

NPM. 2109020190

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

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

Nama : Egha anggara arihta Sitepu
NPM : 2109020190
Program Studi : Teknologi Informasi
Karya Ilmiah : Skripsi

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

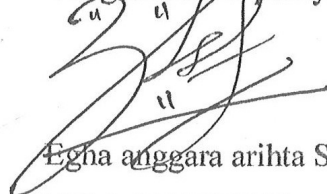
**SKRIPS SISTEM MONITORING KUALITAS AIR DAN PEMBERSIH
OTOMATIS PADA TANDON AIR RUMAH TANGGA BERBASIS IOT**

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

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, 19 Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Egha anggara arihta Sitepu

NPM. 2109020190

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap	: Eggha anggara arihta Sitepu
Tempat dan Tanggal Lahir	: Tanjung Morawa, 01 November 2001
Alamat Rumah	: Jalan Balai Desa, Marindal II
Telepon/Faks/HP	: 083185427525
E-mail	: egghaanggara02@gmail.com
Instansi Tempat Kerja	: -
Alamat Kantor	: -

DATA PENDIDIKAN

SD	: Negeri 106166	TAMAT: 2014
SMP	: IT Nurul Hadina	TAMAT: 2017
SMA	: Taruna Tekno Nusantara	TAMAT: 2020

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah rabbil ‘aalamiin, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul :

“ SISTEM MONITORING KUALITAS AIR DAN PEMBERSIH OTOMATIS PADA TANDON AIR RUMAH TANGGA BERBASIS IOT ”

Sebagai syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

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

1. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
3. Bapak Halim Maulana, S.T., M.Kom., selaku Wakil Dekan I Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
4. Bapak Lutfi Basit, S.Sos., M.I.Kom., selaku Wakil Dekan III Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
5. Ibu Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknologi Informasi.
6. Bapak Mhd. Basri, S.Si., M.Kom., selaku Sekretaris Program Studi Teknologi Informasi sekaligus dosen pembimbing yang bukan hanya membimbing secara akademik, tetapi juga menjadi pengarah, penyemangat, dan motivator yang luar

biasa. Terimakasih yang sebesar-besarnya atas waktu, kesabaran, dan perhatian yang bapak berikan selama proses

ii

penulisan skripsi ini. Tanpa bimbingan dan dukungan yang tulus dari bapak, mungkin skripsi ini belum selesai. Setiap motivasi dan nasihat dari bapak selalu menjadi penyemangat saat penulis merasa lelah. Terimakasih Telah mempermudah setiap proses, selalu membuka pintu konsultasi dengan lapang, dan memahami setiap kesulitan bagi penulis hadapi. Bapak bukan hanya membimbing dengan ilmu, tetapi juga dengan hati. Semoga ALLAH SWT senantiasa melimpahkan kesehatan, keberkahan, serta balasan terbaik untuk setiap kebaikan yang bapak berikan.

7.

Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan bekal ilmu Teknologi Informasi kepada penulis.

JUDUL SKRIPSI DALAM BAHASA INDONESIA

ABSTRAK

Isi Abstrak dalam Bahasa Indonesia.

Kata Kunci:;.....;.....;

JUDUL SKRIPSI DALAM BAHASA INGGRIS

ABSTRACT

Isi abstrak dalam Bahasa Inggris.

Keywords:;.....;.....

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Internet of Things.....	5
2.2. Monitoring	5
2.3. Kualitas Air.....	6
2.4. Parameter Air	6
2.5. Sensor Ph Air (PH-4502C)	7
2.6. Sensor Turbidity.....	8
2.7. Sensor Ultrasonik.....	9
2.8. Mikrokontroler ESP32	10
2.9. Motor DC 12 Volt.....	11
2.10. Thingier.io	12
2.11. Flowchart	13
2.12. Penelitian Terlebih Dahulu	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1. Metode Penelitian	17
3.2. Prosedur Penelitian	17
3.3. Lokasi dan jadwal penelitian.....	19
3.4. Alat Dan Bahan Penelitian.....	21
3.4.1 Perangkat keras (Hardware) :.....	21
3.4.2 Perangkat lunak (Software):.....	22
3.5. Perancangan Alat	22
3.5.1 Diagram Blok.....	22
3.5.2 Rangkaian Alat.....	24
3.6. Flowchart	29
BAB IV	32
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32

4.1	Hasil Rancangan Alat.....	32
4.2	Hasil Pengujian dan Analisis Perangkat Keras	33
4.2.1	Pengujian Kalibrasi Sensor pH	33
4.2.2	Pengujian Sensor Turbidity.....	33
4.2.3	Pengujian Sensor Ultrasonik.....	34
4.2.4	Pengujian LCD.....	34
4.2.5	Pengujian Notifikasi Telegram	35
4.2.6	Pengujian Protokol Pembersihan	36
4.2.7	Tampilan Dashboard Thinger.io	37
BAB V		40
KESIMPULAN DAN SARAN.....		40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran	41
DAFTAR PUSTAKA		42
LAMPIRAN.....		Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Mikrokontroller ESP32.....	10
Tabel 2. 2 Flowchart	14
Tabel 2. 3 Penelitian Terlebih Dahlu	15
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian	20
Tabel 3. 2 Alat Penelitian.....	21
Tabel 3. 3 Perangkat Lunak	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sensor PH-4502C.....	8
Gambar 2. 2 Sensor Turbidity.....	9
Gambar 2. 3 Mikrokontroler ESP32	11
Gambar 2. 4 Motor DC 12 Volt	12
Gambar 2. 5 Thinger.io.....	13
Gambar 3. 1 Alur Penelitian	18
Gambar 3. 2 Diagram Blok.....	23
Gambar 3. 3 Rangkaian Alat.....	25
Gambar 3. 4 Alur Flowchart	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Ketersediaan air bersih yang aman dan berkualitas merupakan aspek penting dalam kehidupan manusia, terutama dalam skala rumah tangga. Tandon air digunakan sebagai sarana penyimpanan air untuk memenuhi kebutuhan domestik seperti mencuci, mandi, dan konsumsi. Sayangnya, banyak tandon air di rumah tangga tidak dilengkapi dengan sistem pemantauan kualitas air yang memadai. Kondisi ini berpotensi menyebabkan penggunaan air yang tidak layak, yang dapat membahayakan kesehatan dan merusak instalasi rumah tangga (Ananda Putra & Rosano, 2024)

Kemajuan teknologi masa kini berkembang dengan sangat pesat dan akan terus berkembang sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan setiap inovasi baru di ciptakan untuk memberi manfaat dan mempermudah kehidupan manusia. Khususnya pada teknologi IoT (internet of thing) yang memungkinkan kita untuk mengontrol dan memantau keadaan suatu wilayah atau objek tertentu dari jarak jauh dengan area tanpa batasan jarak selama terkoneksi dengan internet (Megawati, 2021).

Dalam menghadapi tantangan tersebut, teknologi Internet of Things (IoT) hadir sebagai solusi inovatif yang mampu meningkatkan efisiensi pemantauan kualitas air. Dengan memanfaatkan sensor pH dan sensor turbidity, sistem monitoring dapat membaca nilai pH dan tingkat kekeruhan air secara otomatis, kemudian mengirimkan data tersebut secara real-time ke platform pemantauan berbasis web atau aplikasi. Menurut (Ananda Putra & Rosano, 2024), sensor turbidity dan sensor pH yang terhubung dengan mikrokontroler dan jaringan internet dapat menghasilkan sistem pengolahan data air yang akurat dan efisien.

Salah satu indikator penting dalam menilai kualitas air adalah nilai pH dan kekeruhan. Nilai pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menyebabkan air menjadi korosif atau membentuk kerak yang mengganggu pipa serta tidak layak digunakan, sedangkan tingkat kekeruhan yang tinggi menunjukkan adanya partikel tersuspensi atau mikroorganisme berbahaya dalam air. Menurut Kementerian

Kesehatan Republik Indonesia, air bersih harus memiliki pH dalam kisaran 6,5–8,5 dan tingkat kekeruhan maksimal 25 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) agar memenuhi standar kesehatan (Chuzaini & Dzulkiflih, 2022)

Namun, dalam praktiknya, pemeriksaan kualitas air di tandon masih dilakukan secara manual, yang tidak hanya menyita waktu tetapi juga rawan kelalaian. Selain itu, pembersihan tandon air sering kali tidak dilakukan secara rutin, sehingga residu dan kotoran dapat mengendap dan menurunkan kualitas air (Lestari & Zafia, 2022). Sistem monitoring manual juga tidak memberikan peringatan saat kualitas air menurun, yang dapat menyebabkan pengguna tidak menyadari kondisi air yang telah tercemar.

Lebih lanjut peneliti ini mengembangkan fitur automasi, seperti pemberitahuan otomatis saat air berada dalam kondisi tidak layak serta kontrol jarak jauh terhadap proses pembersihan tandon. Dengan begitu, pengguna tidak hanya bisa memantau kualitas air dari jarak jauh, tetapi juga dapat mengambil tindakan segera untuk menjaga kesehatan dan efisiensi penggunaan air (Ananda Putra & Rosano, 2024)

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem monitoring automasi pintar tandon air otomatis berbasis IoT yang mampu memantau pH dan kekeruhan air secara real-time dengan menggunakan sensor yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32 serta platform pemantauan seperti Thinger.io. Dengan adanya sistem ini, diharapkan pengguna dapat memperoleh informasi yang cepat dan akurat terkait kualitas air dalam tandon, sekaligus meningkatkan kesadaran terhadap pentingnya air bersih dalam kehidupan sehari-hari.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di buat, Rumusan masalah yang menjadi penelitian ini adalah bagaimana merancang sistem monitoring kekeruhan air dan pembersihan otomatis berbasis Iot pada tandon air rumah tangga ?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini ditetapkan untuk memperjelas ruang lingkup penelitian agar pelaksanaannya lebih terarah dan fokus. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan alat dalam bentuk skema Prototipe.
2. Monitoring kualitas air dibatasi hanya pada dua parameter utama, yaitu pH dan kekeruhan air.
3. Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor pH-4502C dan sensor kekeruhan SKU-SEN0189 yang dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32, serta memanfaatkan aplikasi berbasis website yakni Thinger.io untuk pemantauan data secara real-time.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Merancang dan mengembangkan sistem monitoring kualitas air tandon berbasis IoT yang mampu membaca nilai pH dan tingkat kekeruhan secara real-time.
2. Menerapkan sistem monitoring berbasis IoT yang dapat memberikan notifikasi.
3. Mengurangi ketergantungan pengguna pada pengecekan manual tandon air, dengan menghadirkan pemantauan berbasis data aktual dan kendali jarak jauh melalui internet.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan efisiensi pemantauan kualitas air pada tandon melalui otomatisasi sistem berbasis secara realtime.
2. Membantu mencegah penggunaan air yang tidak layak pakai, serta mendukung perilaku hidup bersih dan sehat di lingkungan rumah tangga.
3. Memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi monitoring air berbasis Internet of Things, terutama pada penerapan sensor lingkungan dalam sistem rumah pintar (smart home).

4. Mengurangi beban pengecekan manual oleh pengguna, serta menyediakan sistem notifikasi sebagai peringatan dini terhadap potensi penurunan kualitas air.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang memungkinkan benda-benda fisik terhubung ke internet dan saling berkomunikasi tanpa campur tangan manusia. Teknologi ini memanfaatkan sensor, jaringan, dan sistem kontrol otomatis untuk memudahkan berbagai aktivitas.

(Susanto et al., 2022) menyebutkan bahwa IoT menghubungkan benda-benda di sekitar kita dengan internet agar aktivitas harian menjadi lebih mudah dan efisien. IoT juga diterapkan di berbagai bidang, seperti pertanian, kesehatan, rumah tangga, hingga layanan teknis. IoT juga erat kaitannya dengan konsep smart device, yaitu perangkat yang mampu mengumpulkan dan mengirim data secara otomatis. Dalam penelitian (Sari et al., 2024) disebutkan bahwa IoT bertujuan untuk mempermudah pekerjaan manusia melalui teknologi yang dapat saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet. Teknologi ini mendukung pengembangan layanan cerdas yang saling terkoneksi dan mampu merespons kondisi lingkungan secara adaptif.

Dengan kemampuan monitoring dan kontrol jarak jauh, IoT mendukung otomatisasi dan efisiensi kerja, namun tetap menghadapi tantangan seperti keamanan data dan infrastruktur yang kompleks.

2.2. Monitoring

Monitoring merupakan sistem pemantauan otomatis yang memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk mengawasi suatu objek secara real-time dan jarak jauh. Dalam konteks pemantauan kualitas air pada tandon rumah, pendekatan Monitoring berbasis Internet of Things (IoT) memungkinkan pengguna untuk mengetahui kondisi air seperti nilai pH, tingkat kekeruhan, dan volume air secara instan melalui perangkat digital yang terhubung ke jaringan internet.

Menurut (Iswanti et al., 2024) e-monitoring berbasis sistem pakar mampu meningkatkan kemampuan pengguna dalam mengambil keputusan dan melakukan tindakan pencegahan secara mandiri, karena informasi dapat diakses kapan saja dan di mana saja melalui sistem digital. Prinsip ini juga dapat diadopsi dalam

pengawasan kualitas air rumah tangga, yang selama ini kerap dilakukan secara manual atau tidak terpantau sama sekali, sehingga berisiko menyebabkan penurunan kualitas air dan membahayakan kesehatan.

Sementara itu, (Rodhi et al., 2021) menyebutkan bahwa e-monitoring merupakan alternatif efektif di tengah keterbatasan pengawasan manual, karena sistem ini memungkinkan proses kerja dan pemantauan dilakukan dengan memanfaatkan teknologi visual seperti dasbor digital berbasis web atau aplikasi, yang mampu menampilkan status pekerjaan atau kondisi secara real-time.

Sebagaimana yang diterapkan dalam sistem monitoring progres proyek oleh PT Peruri Properti, sistem e-monitoring berbasis website memberikan kemudahan akses lintas perangkat (PC, tablet, maupun smartphone), serta meningkatkan efisiensi waktu dalam pengambilan keputusan manajerial. Hal ini sejalan dengan kebutuhan sistem monitoring kualitas air di tandon rumah, yang idealnya dapat diakses secara fleksibel dan memberikan peringatan dini apabila parameter kualitas air tidak sesuai ambang batas.

2.3. Kualitas Air

Kualitas air merupakan ukuran dari tingkat kesesuaian air untuk berbagai keperluan, seperti konsumsi, kebersihan, pertanian, maupun industri. Parameter kualitas air umumnya terdiri atas parameter fisika, kimia, dan biologi. Dalam konteks penggunaan air rumah tangga, parameter yang paling umum digunakan untuk menilai kualitas air adalah pH, kekeruhan (turbidity) dan volume air.

Menurut (Chuzaini & Dzulkiflih, 2022) “air dapat dikatakan berkualitas untuk keperluan higiene sanitasi jika memenuhi beberapa syarat, termasuk di antaranya adalah suhu (± 3 °C dari suhu udara), pH (6,5–9,5), dan TDS (<1000 ppm)”. Dengan kata lain, parameter kimia seperti pH dan parameter fisika seperti turbidity memiliki peran vital dalam menentukan kelayakan air untuk dipakai oleh manusia sehari-hari.

2.4. Parameter Air

Parameter kualitas air adalah ukuran-ukuran tertentu yang digunakan untuk menilai apakah air layak untuk digunakan atau dikonsumsi. Parameter ini mencerminkan kondisi fisik, kimia, dan biologi dari air. Dalam konteks penelitian

ini, dua parameter utama yang diamati adalah pH dan kekeruhan (turbidity).

2.4.1 Parameter pH Air

pH adalah ukuran keasaman atau kebasaan air, dan sangat mempengaruhi kegunaan air. Air dengan pH antara 6,5–8,5 dianggap aman untuk keperluan rumah tangga. Gandla & Pasika (2020) menyatakan bahwa “sensor pH yang digunakan mampu mendeteksi nilai pH dengan akurasi baik, dan digabungkan dengan ESP32 untuk monitoring IoT”. (Sugiharto et al., 2023) juga melaporkan bahwa sistem mereka mencatat akurasi pH hingga 96,85% dalam pengukuran real-time.

2.4.2 Parameter Kekeruhan (Turbidity)

Turbidity mengukur sejauh mana air keruh karena partikel tersuspensi, seperti lumpur atau mikroba. Sistem (Pasika & Gandla, 2020) menggunakan sensor turbidity yang terintegrasi di IoT untuk mendeteksi partikel ini dan memastikan air tetap bersih. Sementara itu, (Sugiharto et al., 2023) juga memonitor turbidity dalam sistem mereka, memastikan akurasi tinggi pada pembacaan real-time.

2.5. Sensor Ph Air (PH-4502C)

Sensor pH merupakan perangkat penting dalam sistem e-monitoring kualitas air, terutama untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan air yang berpengaruh terhadap standar kualitas air untuk konsumsi, irigasi, dan sanitasi. Menurut (Mufida et al., 2020) “Sensor pH berfungsi untuk mendeteksi pH air bernutrisi yang akan diberikan ke tanaman hidroponik. pH air yang diinginkan pada alat ini berada pada range 5.5 sampai 6.5”. Dalam sistem mereka, sensor pH 4502C digunakan bersama mikrokontroler Arduino Uno untuk membaca nilai pH air, dan secara otomatis mengaktifkan pompa jika nilai pH berada di luar batas normal. Lebih lanjut, (Chuzaini & Dzulkiflih, 2022) menyatakan bahwa “Prinsip kerja dari sensor pH adalah mengubah besarnya nilai reaksi kimia yang terdeteksi dan dikonversikan ke dalam besaran tegangan listrik. Salah satu jenis modul pH adalah pH modul pH-4502C”. Sensor ini digunakan dalam sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT yang datanya ditampilkan secara *real-time* melalui aplikasi di smartphone.

Kedua penelitian menunjukkan bahwa sensor pH 4502C memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Berdasarkan pengujian di lapangan, alat yang dikembangkan oleh (Chuzaini & Dzulkiflih, 2022) memiliki tingkat akurasi sensor pH sebesar 99,87% jika dibandingkan dengan pH meter standar SNI.

Dengan memanfaatkan sensor pH yang terintegrasi dalam sistem IoT, pengguna dapat memantau nilai pH air secara otomatis dan jarak jauh, serta memperoleh respons sistem yang cepat terhadap kondisi air yang tidak sesuai standar.



Gambar 2. 1 Sensor PH-4502C

Sumber : <https://images.app.goo.gl/7gegEYXXnsZDmhWA8>

2.6. Sensor Turbidity

Sensor kekeruhan (turbidity sensor) adalah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kejernihan air berdasarkan jumlah partikel tersuspensi. Nilai kekeruhan ini penting dalam menentukan kualitas air, baik untuk kebutuhan domestik, budidaya, maupun lingkungan.

Menurut (Avanzi et al., 2025) “sensor turbidity digunakan untuk mengukur kekeruhan air, dan sistem akan mengaktifkan pompa secara otomatis jika nilai kekeruhan melebihi ambang batas, yaitu 25 NTU, sesuai dengan standar Permenkes No. 492 Tahun 2010”. Sensor ini terintegrasi dalam sistem monitoring berbasis Arduino Uno yang secara otomatis menyaring air saat kualitas menurun.

Penelitian lain oleh (Aziezah et al., 2023) juga menyebutkan bahwa “sensor turbidity digunakan untuk mendeteksi nilai kekeruhan air kolam ikan, dan jika nilai turbidity ≥ 25 NTU, maka pompa akan menyala dan air dikuras ke tempat

penampungan”. Sistem mereka mengandalkan Arduino Uno sebagai pengontrol utama, yang terhubung dengan sensor kekeruhan, sensor level air, dan LDR untuk mengatur sirkulasi air secara otomatis.

Dari dua penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan sensor turbidity dalam sistem IoT sangat membantu dalam pemantauan kualitas air secara real-time. Dengan integrasi otomatisasi, sistem ini mampu menjaga air tetap berada dalam ambang batas kejernihan yang aman, serta memberikan efisiensi dalam penggunaan sumber daya air.



Gambar 2. 2 Sensor Turbidity

Sumber : <https://images.app.goo.gl/zVN826SisxDNweus7I>

2.7. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak atau ketinggian permukaan air dalam tandon dengan memanfaatkan gelombang suara ultrasonik. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang dari modul pemancar, lalu menghitung waktu pantulan yang diterima kembali oleh modul penerima.

Menurut (Arsada, 2017) “Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dengan frekuensi kerja antara 20 kHz hingga 2 MHz”. Sensor ultrasonik yang umum digunakan dalam sistem berbasis Arduino, memiliki dua pin utama yaitu Trigger dan Echo. Mikrokontroler mengirim pulsa melalui pin trigger, dan menerima pantulan dari objek (air) melalui pin echo untuk menghitung jarak.

(Sasmoko et al., 2019) juga menjelaskan bahwa “sensor ultrasonik digunakan untuk mengetahui level air pada tandon secara real-time dan data dikirim ke aplikasi berbasis Android menggunakan koneksi IoT”. Dalam sistem ini, sensor tidak digunakan untuk mengontrol pompa, melainkan hanya untuk monitoring ketinggian air agar pengguna dapat mengetahui apakah air dalam tandon cukup atau perlu diisi

secara manual.

Dengan sistem monitoring ini, pengguna dapat melakukan pemantauan volume air tanpa perlu membuka penutup tandon secara langsung, sehingga lebih efisien dan praktis.



Gambar 2. 4 Sensor Ultrasonik

Sumber : <https://images.app.goo.gl/7qeqEYXXnsZDmhWA8>

2.8. Mikrokontroler ESP32

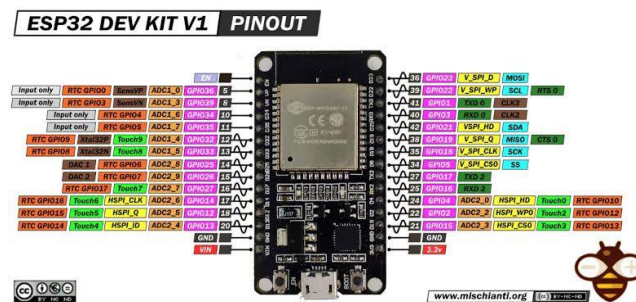
Mikrokontroler ESP32 merupakan mikrokontroler SoC (System on Chip) terpadu dengan dilengkapi WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai peripheral. ESP32 adalah chip yang cukup lengkap, terdapat prosesor, penyimpanan dan akses pada GPIO (General Purpose Input Output). ESP32 bisa digunakan untuk rangkaian pengganti pada Arduino, ESP32 memiliki kemampuan untuk mendukung terkoneksi ke WI-FI secara langsung (Sasmoko et al., 2019). Spesifikasi Mikrokontroler ESP32 (Savitri & Is, 2022).

Tabel 2. 1 Mikrokontroller ESP32

No	Atribut	Detail
1	Tegangan	3.3 Volt
2	Prosesor	Tensilica L108 32 Bit
3	Kecepatan Prosesor	Dual 160MHz

4	RAM	520k
5	GPIO	34
6	ADC	7
7	Dukungan802.11	11b/g/n/e/i
8	Bluetooth	BLE
9	SPI	3
10	12C	2
11	UART	3

Jika dilihat dari spesifikasi pada tabel maka mikrokontroler ESP32 dapat dijadikan pilihan untuk digunakan pada alat peraga interface mikrokontroler karena mikrokontroler ini memiliki interface yang lengkap, juga memiliki WiFi yang sudah tertanam pada mikrokontroler sehingga tepat untuk digunakan pada alat peraga atau trainer Internet of Things (Wijaya et al., 2022)



Gambar 2. 3 Mikrokontroller ESP32

Sumber : <https://images.app.goo.gl/owZNaU4xK1TmkPMLA>

2.9. Motor DC 12 Volt

Dinamo merupakan salah satu komponen penting dalam sistem otomatisasi berbasis IoT, termasuk pada aplikasi monitoring kualitas air di tandon rumah. Dinamo bekerja dengan mengubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanik dalam bentuk gerakan putar. Prinsip kerja ini memungkinkan dinamo digunakan sebagai aktuator penggerak untuk berbagai fungsi, seperti membuka dan menutup keran otomatis, mengaktifkan sikat pembersih tandon, atau memutar

pompa air, “Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban... dalam motor DC, aliran arus di dalam penghantar yang berada di dalam pengaruh medan magnet akan menghasilkan gerakan”. Hal ini didukung oleh prinsip medan magnet dan gaya Lorentz yang memungkinkan dinamo menghasilkan daya gerak sesuai kebutuhan sistem.

Dalam sistem berbasis Arduino, dinamo dikontrol melalui sinyal PWM (Pulse Width Modulation) menggunakan driver motor seperti TIP122 atau L298N. Pengaturan ini penting untuk mengatur kecepatan dan arah rotasi dinamo secara presisi. (Mufida et al., 2020) menyatakan bahwa “alat ini [dinamo] berfungsi sebagai penggerak ataupun alat yang menghasilkan sejumlah putaran yang bisa digunakan untuk maju dan mundur sebuah alat”. Dengan kombinasi antara sensor, mikrokontroler, dan dinamo, sistem e-monitoring air dapat diotomatisasi secara efisien dan real-time, merespons kondisi air dengan tindakan fisik seperti pembersihan atau pemutusan aliran.



Gambar 2. 4 Motor DC 12 Volt

Sumber : <https://images.app.goo.gl/DugKHWAGoFojpPQA8>

2.10. Thinger.io

Thinger.io adalah salah satu platform Internet of Things (IoT) berbasis cloud yang memungkinkan pengguna untuk menghubungkan dan mengontrol perangkat secara real-time melalui internet. Platform ini mendukung berbagai jenis mikrokontroler seperti Arduino, ESP8266, dan ESP32, dan dapat menampilkan data dalam bentuk numerik, grafik, atau kontrol interaktif melalui dashboard berbasis web.

Menurut (Sawidin et al., 2021) “Thinger.io adalah platform Internet of Things (IoT) yang menyediakan fitur cloud untuk menghubungkan berbagai perangkat yang terkoneksi dengan internet serta memvisualisasikan hasil pembacaan sensor dalam bentuk nilai atau grafik”. Platform ini mendukung pengembangan sistem kendali dan monitoring jarak jauh seperti smart home, deteksi suhu, kelembaban, gas, dan nyala api.

Thinger.io juga terbukti andal dalam implementasi pemantauan ruang server, seperti yang diungkapkan oleh (Amin Bakri et al., 2022), bahwa “platform Thinger.io menjadi pilihan karena kesuksesan penggunaannya dalam lingkungan penelitian ilmiah dan kekuatannya untuk implementasi IoT pada jaringan internet publik”. Dalam penelitian tersebut, data suhu dan gerakan yang ditangkap sensor diproses oleh NodeMCU dan dikirim ke Thinger.io untuk ditampilkan pada dashboard browser dan smartphone, lengkap dengan notifikasi melalui email dan Telegram.

Penggunaan Thinger.io sangat sesuai untuk aplikasi e-monitoring, termasuk pemantauan kualitas air, karena kemampuannya dalam menampilkan data sensor secara real-time dan memberikan notifikasi otomatis kepada pengguna jika parameter sensor berada di luar ambang batas.



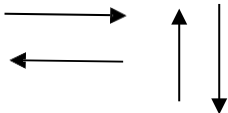
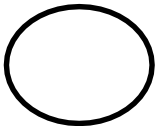
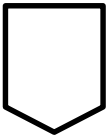
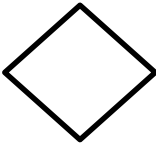
Gambar 2. 5 Thinger.io

Sumber : <https://images.app.goo.gl/1zTWsmw1HiHSzaGu9>

2.11. Flowchart

Flowchart atau diagram alir adalah diagram yang menggambarkan urutan langkah dalam suatu sistem. Analisis sistem menggunakannya untuk mendokumentasikan dan menjelaskan sistem kepada programmer. Flowchart membantu menemukan solusi masalah dalam pengembangan sistem dengan simbol-simbol yang mewakili proses tertentu, yang dihubungkan oleh garis penghubung.

Tabel 2. 2 Flowchart

Simbol	Nama	Fungsi
	Flow	Simbol yang digunakan untuk menggabungkan antara symbol yang satu dengan simbol lain
	On-page	Simbol untuk keluar-masuk atau penyambungan proses dalam lembar kerja yang sama
	Off-page	Simbol untuk keluar-masuk atau penyambungan proses dalam lembar kerja yang berbeda
	Terminator	Simbol yang menyatakan awal atau akhir suatu program
	Process	Simbol yang menyatakan suatu proses yang dilakukan.
	Decision	Simbol yang menunjukkan kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban yaitu ya atau tidak.
	Input/Output	Simbol yang menyatakan proses input atau output

	Manual Operation	Simbol yang menyatakan proses input atau output tanpa tergantung peralatan
	Document	Simbol yang menyatakan bahwa input berasal dari dokumen dalam bentuk fisik atau output yang perlu dicetak
	Predefine Process	Simbol untuk pelaksanaan suatu bagian (sub-program)
	Display	Simbol yang menyatakan peralatan atau output yang digunakan
	Preperation	Simbol yang menyatakan penyediaan tempat Penyimpanan suatu pengolahan untuk memberikan nilai awal

2.12. Penelitian Terlebih Dahulu

Tabel 2. 3 Penelitian Terlebih Dahlu

NO	NAMA	JUDUL	KESIMPULAN	TAHUN
1	Fanharis Chuzaini, Dzulkiflih	IoT Monitoring Kualitas Air dengan Menggunakan Sensor Suhu, pH, dan Total Dissolved Solids (TDS)	Alat monitoring berbasis IoT mampu mengukur suhu, pH, dan TDS dengan akurat. Data dikirim ke aplikasi Blynk dan ditampilkan di smartphone. Alat ini efektif untuk memastikan kualitas air dari sisi kimia dan fisika.	2022
2	D. Sasmoko, H. Rasminto, A. Rahmadani	Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekeruhan Air Berbasis IoT pada Tandon Air Warga	Sistem IoT ini dapat mendeteksi air keruh dengan sensor TSD-10. Jika air keruh, sistem otomatis menutup keran dan mengaktifkan pembersih serta mengirim notifikasi ke HP user	2019

NO	NAMA	JUDUL	KESIMPULAN	TAHUN
3	Aruna Karunika Rindra, Arief Widodo, Farid Baskoro, Nur Kholis	Sistem Monitoring Level Ketinggian Air Pada Tandon Rumah Tangga Berbasis IoT	Sistem memonitor level air tandon menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan NodeMCU. Aplikasi Blynk mengontrol pompa dan mengirim notifikasi. Solusi ini membuat kontrol air lebih efisien dan otomatis.	2022
4	Aruna Karunika Rindra, Arief Widodo, Farid Baskoro, Nur Kholis	Sistem Monitoring Level Ketinggian Air Pada Tandon Rumah Tangga Berbasis IoT (Internet of Things)	Sistem memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 dan NodeMCU untuk mengukur tinggi air dalam tandon. Aplikasi Blynk memberi notifikasi ke smartphone saat air di bawah 20%, dan pengguna dapat menyalakan pompa air dari jarak jauh. Sistem berhasil bekerja sesuai harapan dan memberikan solusi pemantauan otomatis dan efisien.	2022
5	D. Sasmoko, H. Rasminto, A. Rahmadani	Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekeruhan Air Berbasis IoT pada Tandon Air Warga	Sistem memonitor kekeruhan air menggunakan sensor TSD-10. Jika air keruh, sistem akan menutup keran utama, menghidupkan pompa pembuangan, membersihkan tandon secara otomatis, dan mengirim notifikasi ke HP warga melalui SIM900a. Sistem terbukti efektif mencegah air keruh masuk ke rumah warga dan menjaga kualitas air.	2019

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

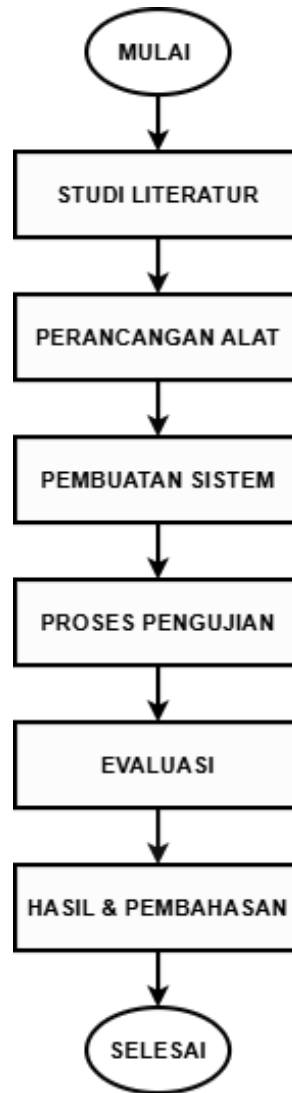
Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) karena bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sebuah sistem, bukan hanya sekadar mengamati atau menganalisis data. Metode ini dipilih karena sesuai dengan kebutuhan penelitian yang menghasilkan prototipe sistem e-monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT).

Dalam prosesnya, peneliti melakukan beberapa tahapan, mulai dari identifikasi masalah terkait pentingnya pemantauan kualitas air tandon secara real-time, lalu dilanjutkan dengan pengumpulan data dan referensi dari jurnal serta standar kualitas air, seperti nilai pH ideal dan batas kekeruhan maksimum. Setelah itu, sistem mulai dirancang menggunakan sensor pH, turbidity, dan sensor ultrasonik, kemudian dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32 yang dikoneksikan ke platform monitoring.

Setelah alat dirakit, dilakukan pengujian dan evaluasi untuk melihat keakuratan data dan keandalan sistem saat digunakan. Dengan metode ini, hasil akhir dari penelitian bukan hanya berupa laporan, tetapi juga berupa alat yang siap digunakan dan diuji di lingkungan nyata.

3.2. Prosedur Penelitian

Penelitian perancangan Sistem E-Monitoring Kualitas Air Pada Tandon Rumah Berbasis IoT ini meliputi beberapa tahapan pelaksanaan yang akan ditunjukkan melalui metode diagram pada bagian berikutnya.



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berdasarkan diagram alir di atas, tahapan metode penelitian dalam perancangan Sistem E-Monitoring Kualitas Air Pada Tandon Rumah Berbasis IoT dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Dilakukan untuk mengumpulkan berbagai informasi dari jurnal, buku, dan artikel ilmiah mengenai kualitas air, standar nilai pH, tingkat kekeruhan, serta teknologi Internet of Things (IoT) dan sensor-sensor yang digunakan.

2. Perancangan Alat

Tahapan ini meliputi pemilihan komponen seperti sensor pH-4502C, turbidity sensor, sensor ultrasonik, dan mikrokontroler ESP32, serta perencanaan sistem monitoring yang akan dibuat.

3. Pembuatan Sistem

Proses merakit perangkat keras (hardware), menyusun rangkaian, serta menulis program untuk membaca data sensor dan mengirimkannya ke platform monitoring seperti Thinger.io.

4. Proses Pengujian

Sistem diuji untuk memastikan setiap komponen bekerja sesuai fungsinya, mulai dari pembacaan sensor hingga pengiriman data secara real-time.

5. Evaluasi

Tahap ini dilakukan untuk menilai apakah alat sudah bekerja dengan baik. Seperti apakah sistem pembersihan otomatis bisa berjalan sesuai kondisi air. Evaluasi ini juga bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan alat, serta memberikan saran perbaikan jika diperlukan.

6. Hasil dan Pembahasan

Data yang telah diperoleh dibahas untuk mengetahui seberapa efektif dan akurat sistem dalam memantau kualitas air, serta apakah alat yang dirancang sesuai dengan tujuan penelitian.

7. Selesai

Penelitian dianggap selesai setelah semua tahapan dilalui dan sistem dinyatakan berjalan dengan baik sesuai perancangan awal.

3.3. Lokasi dan jadwal penelitian

3.3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di salah satu unit rumah yang berlokasi di JL. Amplas . Lokasi ini dipilih karena memiliki kondisi nyata yang relevan dengan fokus penelitian, yaitu keberadaan tandon air yang digunakan untuk kebutuhan rumah tangga sehari-hari. Dengan melakukan pengujian sistem e-monitoring kualitas air langsung di lingkungan rumah, diharapkan sistem yang dirancang dapat diuji secara optimal, baik dari segi pembacaan sensor, kestabilan koneksi internet, maupun kemudahan penggunaan dalam kondisi nyata.

3.3.2 Jadwal Penelitian

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No.	Keterangan	Jadwal Penelitian																			
		April				Mei				Juni				Juli				Agustus			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengajuan Judul																				
2	Pergantian Judul																				
3	Penyusunan Proposal																				
4	Bimbingan Proposal																				
5	Seminar Proposal																				
6	Penyusunan Proposal lanjutan																				
7	Bimbingan Proposal lanjutan																				
8	Sidang meja hijau																				

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan selama 5 bulan terhitung dari bulan April 2025 sampai dengan bulan Agustus 2025 dapat dilihat pada table diatas.

3.4. Alat Dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Tandon Rumah Berbasis Internet of Things (IoT) adalah sebagai berikut:

3.4.1 Perangkat keras (Hardware) :

Tabel 3. 2 Alat Penelitian

NO	NAMA ALAT	FUNGSI
1.	ESP32	Sebagai mikrokontroler utama yang mengontrol seluruh sistem.
2.	Sensor Ultrasonik	Mengukur ketinggian air dalam tandon untuk mengetahui volume air.
3.	Sensor pH 4502C	Mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air di dalam tandon.
4.	Sensor Turbidity	Mendeteksi tingkat kekeruhan air (jumlah partikel tersuspensi dalam air).
5.	Solenoid Valve	Mengatur aliran air secara otomatis berdasarkan hasil pemantauan kualitas air.
6.	Adapter 12V	Digunakan untuk menggerakkan sistem pembersihan dinding tandon secara otomatis
7.	Motor DC	Sebagai regulator yang mengubah arus 220AC ke 12Volt DC
8.	Relay Module	Sebagai saklar elektronik untuk mengontrol ON/OFF perangkat seperti pompa atau solenoid valve.
9.	Step-down Converter	Menurunkan tegangan dari 12V menjadi 5V atau 3.3V agar sesuai dengan kebutuhan komponen.
10.	Kabel Jumper	Menghubungkan komponen-komponen elektronik pada rangkaian.

3.4.2 Perangkat lunak (Software):

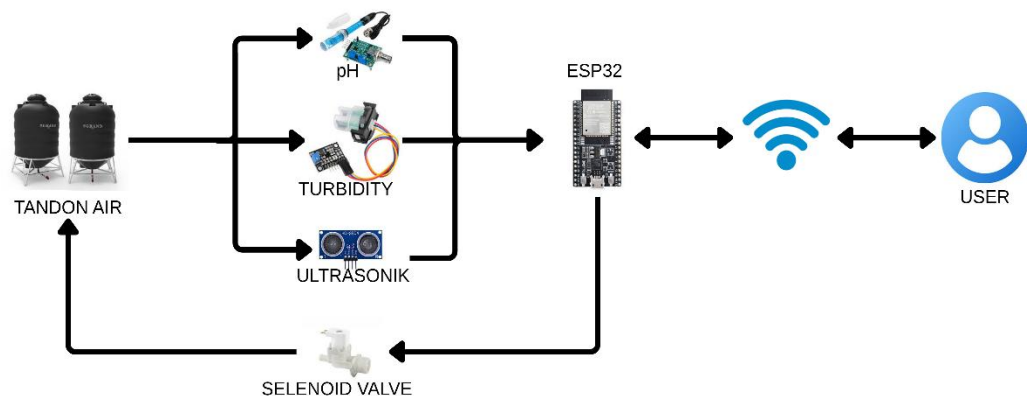
Tabel 3. 3 Perangkat Lunak

NO	NAMA	FUNGSI
1.	Arduino IDE	Software yang digunakan untuk menulis kode program, melakukan kompilasi, dan mengunggah program ke mikrokontroler ESP32 melalui koneksi USB.
2.	Wokwi	Digunakan untuk mensimulasikan rangkaian ESP32 dan sensor secara virtual sebelum perakitan alat dilakukan secara nyata.
3.	Thinger.oi	Platform cloud IoT untuk menampilkan data sensor secara real-time, monitoring jarak jauh, dan pengendalian perangkat.
4.	Telegram	Digunakan sebagai media pengiriman notifikasi secara otomatis kepada pengguna jika terdapat kondisi tertentu, seperti air keruh, pH tidak normal, atau tandon hampir kosong/penuh.
5.	Draw.io	Digunakan untuk membuat diagram sistem seperti flowchart, diagram blok, dan ilustrasi proses kerja sistem.

3.5. Perancangan Alat

3.5.1 Diagram Blok

Diagram Blok menjelaskan alur kerja sistem monitoring dan kontrol kualitas air yang berbasis mikrokontroler ESP32. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi parameter kualitas air seperti pH dan kekeruhan (*turbidity*), serta mengontrol aktuator berupa motor DC dan solenoid valve berdasarkan hasil pengukuran sensor. Berikut adalah gambar dan penjabaran tiap Blok Fungsional:



Gambar 3. 2 Diagram Blok

PENJELASAN DIAGRAM BLOK :

Diagram blok di atas menggambarkan rancangan sistem monitoring kualitas tandon air berbasis IoT yang dirancang untuk memantau kualitas dan kuantitas air secara real-time.

1. Tandon Air

Berfungsi sebagai tempat penampungan air yang akan dimonitor. Data mengenai kondisi air di dalam tandon diambil menggunakan berbagai sensor untuk dilakukan pengukuran.

2. Sensor pH

Digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air di dalam tandon, sehingga pengguna dapat memastikan air tetap berada dalam standar kualitas yang layak digunakan.

3. Sensor Turbidity

Berfungsi untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air, sebagai indikator apakah air bersih atau tercemar partikel terlarut.

4. Sensor Ultrasonik

Digunakan untuk mengukur ketinggian air di dalam tandon, yang selanjutnya dikonversi menjadi informasi volume air. Data ini penting untuk mengatur kapan air perlu diisi atau dihentikan.

5. Motor DC

berfungsi sebagai aktuator untuk menggerakkan sikat atau alat pembersih di dalam tandon air. Motor ini akan memutar sikat dengan kecepatan tinggi, sehingga kotoran atau endapan yang menempel pada dinding bagian dalam tandon dapat dibersihkan secara efektif.

6. Solenoid Valve

Katup solenoid berperan sebagai aktuator untuk membuka atau menutup aliran air secara otomatis berdasarkan hasil pemrosesan data sensor oleh ESP32 setelah proses pembersihan tandon selesai, sehingga volume air di tandon dapat dikontrol dengan presisi.

7. ESP32

Bertindak sebagai otak sistem, ESP32 berfungsi untuk membaca dan memproses data dari seluruh sensor, serta mengontrol katup Solenoid dan Motor DC. Selain itu, ESP32 dilengkapi dengan modul WiFi bawaan yang memungkinkan komunikasi data secara nirkabel.

8. Internet

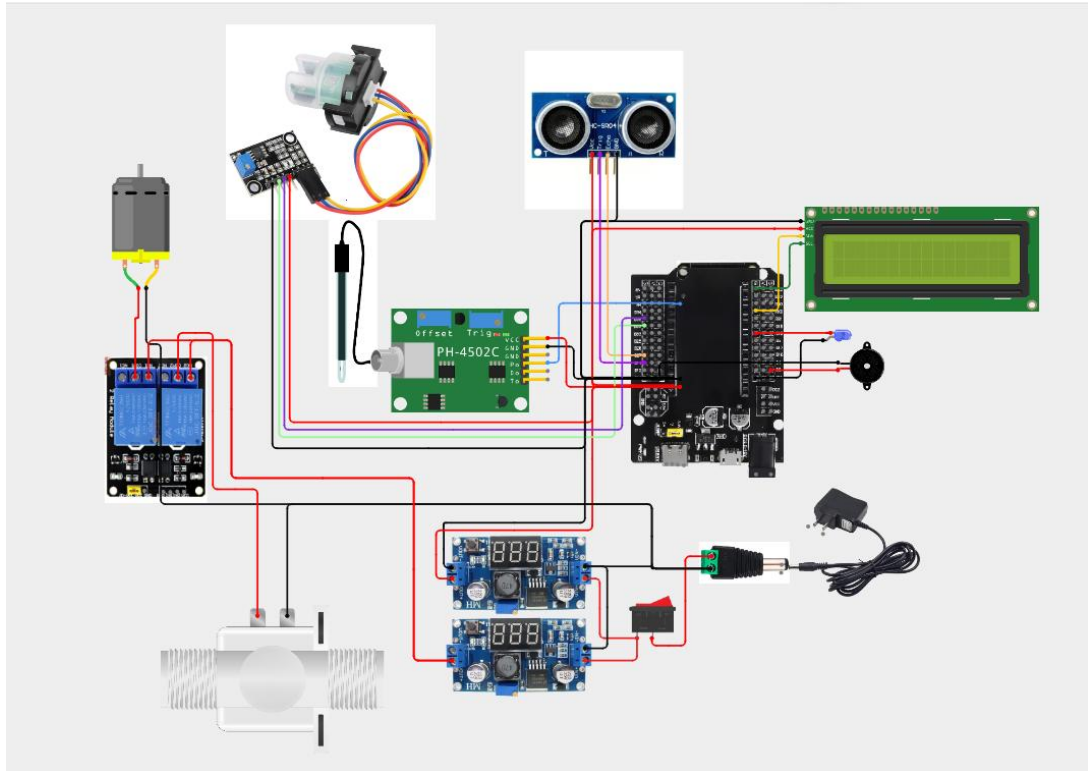
Internet berperan sebagai jalur komunikasi antara ESP32 dengan pengguna. Melalui koneksi internet, data hasil monitoring dari ESP32 dapat dikirimkan ke aplikasi atau platform IoT, sehingga pengguna dapat memantau kondisi tandon secara jarak jauh.

9. User (Pengguna)

Pengguna berperan sebagai pemantau sekaligus pengendali sistem melalui aplikasi atau dashboard berbasis IoT yang terhubung ke internet. Dengan demikian, pengguna dapat memastikan kualitas air tetap terjaga dan ketersediaan air di tandon selalu memadai.

3.5.2 Rangkaian Alat

Rangkaian alat IoT adalah susunan perangkat keras (hardware) yang terdiri dari mikrokontroler, sensor, aktuator, serta komponen pendukung lainnya, yang dirangkai untuk mengamati, mengontrol, atau mengotomatisasi suatu proses, dan dapat terhubung ke jaringan internet untuk memantau atau mengendalikan sistem dari jarak jauh.



Gambar 3. 3 Rangkaian Alat

PENJELASAN RANGKAIAN ALAT :

1. Sumber Daya dan Modul Stepdown

Sistem memperoleh sumber tegangan dari adaptor 12V DC yang dihubungkan ke listrik PLN 220V. Tegangan ini kemudian didistribusikan melalui dua jalur utama:

- a. Langsung ke relay, motor DC, dan solenoid valve yang memang memerlukan daya 12V untuk beroperasi.
- b. Melalui dua modul stepdown DC-DC converter, yang masing-masing menurunkan tegangan menjadi 5V dan 3.3V (tergantung kebutuhan), untuk menyuplai komponen seperti ESP32, sensor pH, sensor turbidity, dan buzzer.

Penggunaan modul stepdown ini sangat penting untuk menjaga kestabilan tegangan agar tidak merusak komponen sensitif seperti mikrokontroler dan sensor. Modul ini juga dilengkapi dengan potensiometer untuk mengatur output sesuai kebutuhan.

2. Mikrokontroler ESP32

ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali sistem. Semua sensor dan aktuator terhubung ke mikrokontroler ini. Tugas utama ESP32 meliputi:

- a. Menerima data analog dari sensor pH, Turbidity dan Ultrasonik.
- b. Mengolah data dan menampilkannya secara real-time pada LCD.
- c. Mengaktifkan atau menonaktifkan relay untuk kontrol motor DC dan solenoid valve.
- d. Menyalakan buzzer dan LED sebagai indikator ketika parameter air berada di luar ambang batas yang telah ditentukan.

3. Sensor pH (PH-4502C)

Sensor pH digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air. Sensor ini menghasilkan sinyal analog yang dikirimkan ke pin analog ESP32. Nilai pH yang diterima akan digunakan untuk menentukan apakah air tersebut masih dalam kondisi netral (sekitar pH 7) atau perlu dilakukan intervensi otomatis seperti membuka katup solenoid atau mengaktifkan pompa. Sensor ini memiliki modul antarmuka yang mempermudah kalibrasi dan koneksi ke mikrokontroler.

4. Sensor Turbidity

Sensor turbidity digunakan untuk mengukur tingkat kejernihan atau kekeruhan air. Sensor ini bekerja dengan prinsip penghamburan cahaya (light scattering). Air yang keruh akan menghasilkan sinyal analog yang berbeda dari air jernih. Nilai ini dikirimkan ke ESP32 untuk diproses dan digunakan sebagai parameter keputusan sistem. Sensor ini penting untuk aplikasi yang memerlukan pengolahan atau penyaringan air secara otomatis.

5. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ini digunakan untuk mengukur tinggi permukaan air dalam tandon. Sensor bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik dan menghitung waktu pantulan dari permukaan air untuk menghitung jarak.

Nilai jarak yang diperoleh dikonversi menjadi informasi volume air dalam tandon berdasarkan tinggi maksimum. Data ini ditampilkan di LCD dan dapat digunakan untuk mengatur aliran air secara otomatis jika tandon hampir penuh atau kosong.

Fungsi utama: mendeteksi level air → menghitung estimasi volume air → kontrol solenoid valve secara otomatis.

6. LCD I2C 16x2

LCD digunakan sebagai antarmuka visual bagi pengguna. Modul LCD 16x2 dengan antarmuka I2C memungkinkan penggunaan hanya dua pin data (SDA dan SCL), sehingga menghemat pin pada ESP32. Layar akan menampilkan informasi seperti:

- a. Nilai pH
- b. Nilai turbidity
- c. Nilai Volume Air
- d. Status sistem (ON/OFF, alarm, dll.)

Tampilan ini berguna untuk pemantauan langsung tanpa bantuan komputer atau aplikasi eksternal.

7. Buzzer dan LED

Buzzer dan LED digunakan sebagai indikator atau alarm. Saat nilai pH atau turbidity berada di luar ambang batas aman, ESP32 akan mengaktifkan buzzer dan LED sebagai peringatan bagi pengguna. Buzzer akan berbunyi dan LED akan menyala sebagai sinyal bahwa perlu dilakukan pengecekan atau tindakan lebih lanjut.

8. Modul Relay

Sistem menggunakan relay 2 channel yang dikontrol oleh ESP32. Masing-masing relay berfungsi sebagai berikut:

- a. Relay 1 mengontrol motor DC, yang bisa digunakan untuk memompa air atau mencampur larutan.
- b. Relay 2 mengontrol solenoid valve, yaitu katup air otomatis yang dapat membuka atau menutup aliran air sesuai instruksi dari mikrokontroler.

Relay bekerja sebagai saklar elektronik yang memungkinkan ESP32 mengendalikan perangkat berdaya lebih besar (12V) dengan sinyal logika (3.3V atau 5V).

9. Motor DC

Motor DC berfungsi sebagai alat bantu untuk sirkulasi atau pencampuran air. Motor ini akan diaktifkan oleh relay ketika sistem mendeteksi adanya kondisi tertentu seperti pH yang tidak stabil atau air yang terlalu keruh.

10. Solenoid Valve

Katup solenoid berfungsi mengatur aliran air, baik untuk mengisi maupun membuang air. Ketika nilai sensor menunjukkan air dalam kondisi tidak layak, solenoid akan diaktifkan untuk membuka saluran, kemudian ditutup kembali setelah nilai sensor kembali normal.

11. Saklar

Saklar pada rangkaian ini berfungsi sebagai pemutus dan penyambung arus listrik secara manual antara adaptor 12V dan seluruh sistem. Dengan adanya saklar, pengguna dapat dengan mudah menghidupkan atau mematikan sistem tanpa harus mencabut adaptor dari sumber listrik.

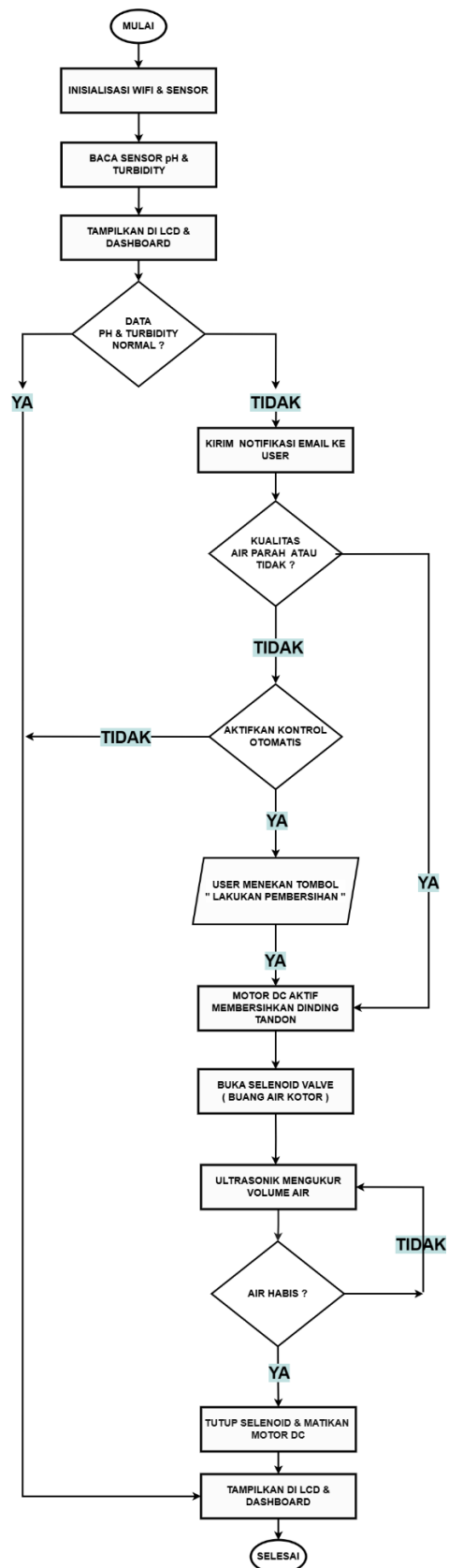
Penggunaan saklar meningkatkan keamanan dan kemudahan operasional, terutama saat sistem sedang dalam pengujian atau tidak digunakan. Saklar yang digunakan adalah tipe SPST (Single Pole Single Throw) sederhana, yang cukup untuk memutuskan satu jalur arus DC dari adaptor.

12. Jack Female

Jack female berperan sebagai penghubung adaptor 12V ke rangkaian elektronik. Komponen ini memungkinkan adaptor DC dicolokkan dengan mudah dan aman ke sistem, tanpa perlu penyolderan ulang.

Jack female mempermudah pemasangan, menjaga koneksi tetap stabil, dan mengurangi risiko terbaliknya polaritas karena desainnya yang umum mengikuti standar (+ di dalam, – di luar). Komponen ini sangat penting sebagai titik awal distribusi daya dalam sistem.

3.6. Flowchart



Gambar 3. 4 Alur Flowchart

PENJELASAN FLOWCHART :

Sistem ini dirancang untuk memantau kualitas air pada tandon rumah tangga secara real-time menggunakan sensor pH, sensor ultrasonik dan sensor turbidity, serta memberikan tindakan otomatis jika air terdeteksi dalam kondisi tidak layak. Berikut adalah alur sistematis berdasarkan flowchart:

1. Inisialisasi Sistem

Sistem dimulai dengan proses inisialisasi, yaitu mengaktifkan koneksi WiFi dan menginisialisasi semua sensor yang terhubung ke mikrokontroler ESP32.

2. Pembacaan Sensor

Setelah sistem aktif, ESP32 akan membaca data dari sensor pH (PH-4502C) dan sensor turbidity. Data ini merupakan indikator utama untuk menilai kualitas air dalam tandon.

3. Menampilkan Data

Data hasil pembacaan sensor ditampilkan secara real-time pada LCD I2C 16x2 serta dikirim ke dashboard IoT (Thinger.io) untuk pemantauan jarak jauh oleh pengguna.

4. Analisis Kualitas Air

Sistem mengevaluasi apakah nilai pH dan turbidity berada dalam rentang normal yang telah ditentukan. Jika normal, sistem akan kembali membaca sensor secara berkala.

Jika tidak normal, maka sistem akan melanjutkan ke tahap pemberitahuan.

5. Pengiriman Notifikasi

Sistem akan mengirim notifikasi email otomatis kepada pengguna yang berisi peringatan mengenai kualitas air yang menurun.

6. Evaluasi Tingkat Keparahan

Setelah notifikasi dikirim, sistem akan mengecek apakah kondisi air tergolong cukup parah hingga membutuhkan tindakan lanjutan atau hanya membutuhkan monitoring saja.

7. Kontrol Otomatis atau Manual

Jika kualitas air sangat buruk, maka sistem akan mengaktifkan kontrol otomatis untuk memulai proses pembersihan.

Jika tidak terlalu parah, sistem menunggu input dari pengguna dengan menampilkan opsi "Lakukan Pembersihan" di dashboard. Jika tombol ditekan, sistem akan melanjutkan proses pembersihan.

8. Pembersihan Tandon

Motor DC diaktifkan untuk melakukan pembersihan dinding tandon (meniru proses penyikatan). Setelah itu, sistem membuka solenoid valve untuk membuang air kotor dari tandon.

9. Pemantauan Volume Air

Sistem menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur sisa volume air dalam tandon. Jika air belum habis, maka proses pembuangan tetap berjalan hingga volume air mencapai ambang minimum. Jika air sudah habis, maka solenoid valve ditutup dan motor DC dimatikan.

10. Akhir Proses

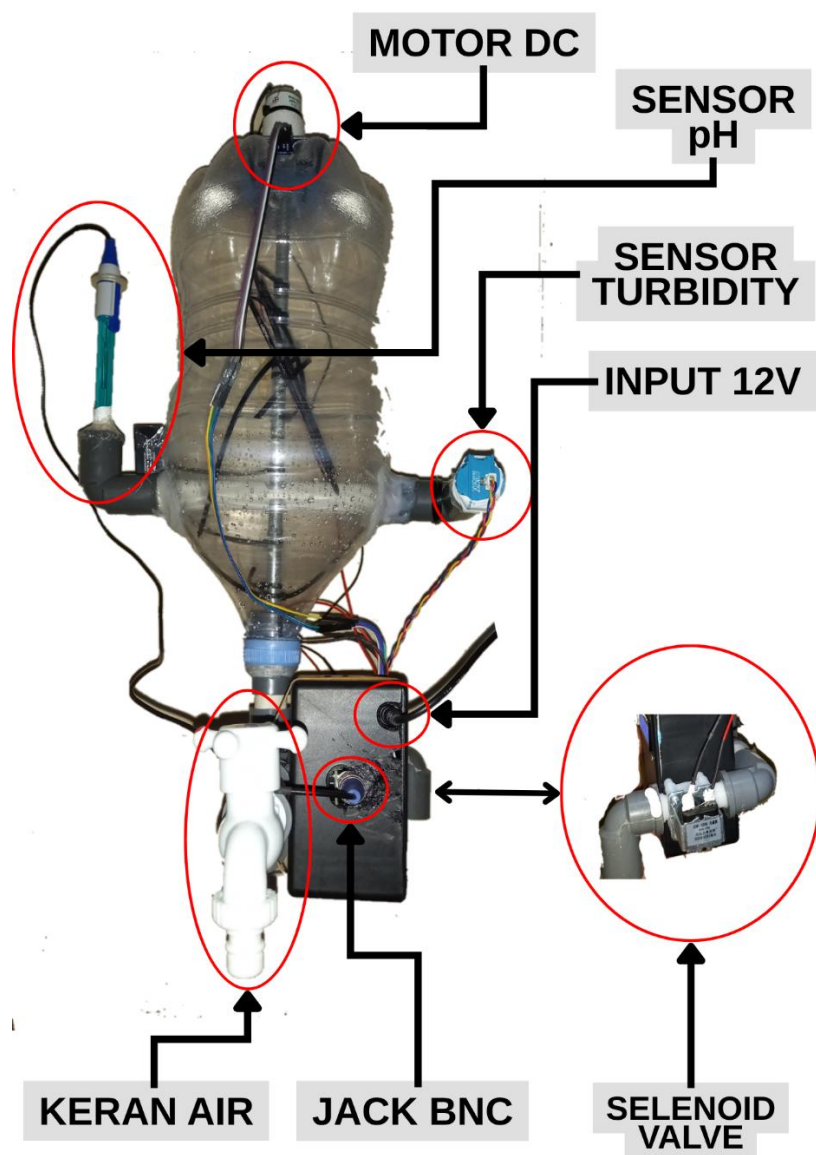
Status akhir akan ditampilkan kembali di LCD dan dashboard Thinger.io sebagai laporan sistem selesai melakukan tindakan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Rancangan Alat

Perancangan alat sistem monitoring dan automasi tandon air dilakukan dengan mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator ke dalam sebuah prototipe yang mewakili tandon air rumah tangga. Perancangan dilakukan dengan mempertimbangkan aspek fungsional, dimana setiap komponen ditempatkan berdasarkan peran dan kebutuhannya terhadap pengukuran dan aktuasi.



Gambar 4. 1 Hasil Rancangan Alat

4.2 Hasil Pengujian dan Analisis Perangkat Keras

Pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh komponen sistem monitoring dan automasi tandon air rumah bekerja sesuai dengan fungsinya. Pengujian meliputi sensor kualitas air (pH dan turbidity), sensor ketinggian air (ultrasonik), fungsi aktuator (solenoid valve dan motor pembersih), sistem notifikasi Telegram, serta integrasi data ke platform Thinger.io.

Berikut ini hasil dari masing-masing pengujian:

4.2.1 Pengujian Kalibrasi Sensor pH

Pengujian dilakukan dengan mencelupkan sensor pH ke dalam larutan buffer dengan nilai pH tertentu (4.01, 6.86, dan 9.18). Hasil keluaran sensor diukur berupa tegangan, kemudian dikalibrasi menjadi nilai pH aktual.

No	Larutan Uji	Tegangan (V)	Nilai pH Terbaca	Status Air	Selisih/Error
1	4.01	2.35	4.05	Buruk	-0.04
2	6.86	1.75	6.79	Baik	0.07
3	9.18	1.25	9.12	Buruk	0.06

Tabel 4. 1 Pengujian Sensor pH

Analisis: Sensor pH berhasil membaca nilai keasaman air dengan baik dan mengklasifikasikan kualitas air berdasarkan ambang batas pH 5.5 – 8.5. Nilai pH di luar rentang tersebut dianggap tidak layak.

4.2.2 Pengujian Sensor Turbidity

Pengujian dilakukan dengan mencelupkan sensor ke dalam air dengan tingkat kekeruhan berbeda. Sensor menghasilkan output tegangan yang dikonversi menjadi satuan NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

No	Kondisi Air	Tegangan (V)	Nilai NTU	Status Air
1	Air Jernih	3.87	1	Baik
2	Air Keruh Sedang	2.95	30	Buruk
3	Air Sangat Keruh	1.32	100	Buruk

Tabel 4. 2 Pengujian Sensor Turbidity

Analisis: Sensor mampu mengukur kekeruhan air dengan akurat. Nilai NTU di atas 50 dianggap tidak layak dan memicu notifikasi serta Protokol Pembersihan.

4.2.3 Pengujian Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik HC-SR04 dipasang di bagian atas tandon untuk mengukur ketinggian air. Hasil pengukuran dalam cm kemudian dikonversi menjadi volume air dalam liter.

No	Jarak air (cm)	Volume (ml)	Status Tandon
1	18.12	0	Empty
2	14	1.450	Fill
3	10	3.500	Full

Tabel 4. 3 Pengujian Sensor Ultrasonik

Analisis:

Sensor berhasil membaca tinggi air dengan baik apabila lintasan pancaran ultrasonic tidak terhalang oleh sikat pembersih. Volume air dihitung berdasarkan tinggi tandon dari dasar hingga batas aman di bagian atas tandon mini, dengan akurasi yang dapat diterima.

4.2.4 Pengujian LCD

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa modul LCD 16x2 I2C dapat menampilkan informasi penting dari sistem monitoring tandon air secara real-time, akurat, dan dapat dibaca dengan jelas. Informasi yang ditampilkan meliputi: Nilai pH air, Nilai kekeruhan (NTU) dan Volume air dalam liter.

No	Jenis Air	pH	Turbidity	Volume (ml)	Tampilan LCD
1	Air Jernih	7	1	1500	
2	Air Terkontaminasi Tanah	6.8	60	1500	
3	Air Terkontaminasi Lumpur	8.3	100	1500	
4	Air Terkontaminasi Pasir	7.5	72.5	1500	
5	Air Terkontaminasi Zat Asam	4.3	3	1500	
6	Air Terkontaminasi Zat Basa	12.4	63	1500	

Tabel 4. 4 Pengujian LCD

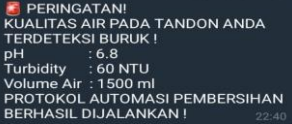
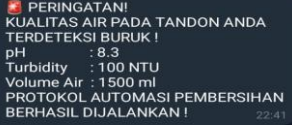
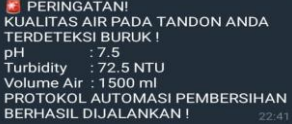
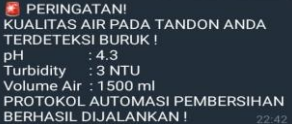
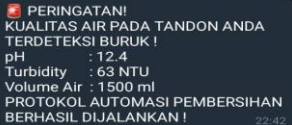
Analisis :

LCD 16x2 berhasil menampilkan semua data penting dari sensor pH, turbidity, dan ultrasonik secara real-time dengan tampilan dua baris yang berganti secara otomatis tiap beberapa detik (*non-blocking display*). Format penulisan nilai pH, NTU, dan volume air terjaga rapi dan terbaca dengan baik, meskipun LCD hanya memiliki dua baris.

4.2.5 Pengujian Notifikasi Telegram

Pengujian ini dilakukan untuk memverifikasi bahwa sistem mampu mengirimkan notifikasi otomatis ke Telegram ketika kualitas air dalam tandon terdeteksi buruk. Notifikasi dikirim melalui Bot Telegram bernama "TandonAlertBot" yang telah dikonfigurasi menggunakan API HTTP POST.

Setiap kali sistem mendeteksi nilai pH di luar rentang 5.5–8.5 atau nilai turbidity (NTU) di atas 50.0, maka sistem akan menjalankan protokol pembersihan otomatis dan langsung mengirimkan pesan notifikasi ke akun Telegram pengguna.

No	Jenis Air	pH	Turbidity	Volume (ml)	Tampilan Isi Notifikasi Telegram
1	Air Jernih	7	1	1500	-
2	Air Terkontaminasi Tanah	6.8	60	1500	
3	Air Terkontaminasi Lumpur	8.3	100	1500	
4	Air Terkontaminasi Pasir	7.5	72.5	1500	
5	Air Terkontaminasi Zat Asam	4.3	3	1500	
6	Air Terkontaminasi Zat Basa	12.4	63	1500	

Tabel 4. 5 Pengujian Notifikasi Telegram

Analisis :

1. Sistem dapat mendeteksi dan mengklasifikasikan status air buruk berdasarkan pH dan NTU, lalu segera mengeksekusi protokol pembersihan otomatis.
2. Semua notifikasi berhasil dikirim ke Telegram dalam waktu singkat setelah pendeteksian kondisi air buruk.
3. Isi pesan notifikasi sesuai dengan data yang terbaca oleh sensor saat itu. Ini membuktikan bahwa proses integrasi sensor → logika sistem → Telegram berjalan dengan baik dan akurat.
4. Volume air juga disertakan untuk memberikan informasi tambahan kepada pengguna terkait kondisi tandon saat itu.
5. Setiap notifikasi menyatakan bahwa “PROTOKOL AUTOMASI PEMBERSIHAN BERHASIL DIJALANKAN!” sebagai indikator bahwa aksi telah dilakukan oleh sistem.

4.2.6 Pengujian Protokol Pembersihan

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam menjalankan protokol pembersihan otomatis saat kondisi air pada tandon terdeteksi dalam status tidak layak digunakan (Buruk), baik akibat kontaminasi fisik seperti lumpur dan pasir, maupun kontaminasi kimia seperti zat asam dan basa. Protokol pembersihan otomatis ini didesain agar sistem dapat bertindak tanpa intervensi pengguna dan segera menanggapi kondisi air yang berada di luar ambang batas parameter kualitas air normal. Ambang batas yang digunakan sebagai acuan adalah:

- a. pH air: Normal di antara 5.5 – 8.5
- b. NTU (kekeruhan): Normal di bawah 50 NTU

Jika salah satu atau keduanya berada di luar rentang tersebut, maka sistem secara otomatis akan melakukan empat langkah protokol sebagai berikut:

1. Mengirimkan notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi Telegram berisi peringatan kondisi air dan status eksekusi pembersihan otomatis.
2. Menutup solenoid valve
3. Mengaktifkan motor pembersih tandon untuk membersihkan sisa kontaminan atau endapan dalam wadah air.

4. Membuka kembali solenoid valve, namun bukan ke jaringan utama, melainkan ke saluran pembuangan, agar air buruk dapat dikeluarkan dari dalam tandon secara aman.

No	Jenis Air	pH	NTU	Status Air	Protokol Pembersihan	Solenoid Valve (Awal)	Motor Pembersih	Solenoid Valve (Akhir)	Notifikasi Telegram
1	Air Jernih	7	1	Baik	Tidak Aktif	Tertutup	Tidak Aktif	Tertutup	Tidak
2	Air Terkontaminasi Tanah	6.8	60	Buruk	Aktif	Tertutup	Aktif	Terbuka	Ya
3	Air Terkontaminasi Lumpur	8.3	100	Buruk	Aktif	Tertutup	Aktif	Terbuka	Ya
4	Air Terkontaminasi Pasir	7.5	72.5	Buruk	Aktif	Tertutup	Aktif	Terbuka	Ya
5	Air Terkontaminasi Zat Asam	4.3	3	Buruk	Aktif	Tertutup	Aktif	Terbuka	Ya
6	Air Terkontaminasi Zat Basa	12.4	63	Buruk	Aktif	Tertutup	Aktif	Terbuka	Ya

Tabel 4. 6 Pengujian Protokol Pembersihan Otomatis

Analisis :

1. Notifikasi Telegram berhasil dikirim setiap kali protokol aktif, memberitahu pengguna bahwa air tidak layak dan proses pembersihan telah dilakukan
2. Air jernih dengan nilai pH dan NTU dalam batas wajar tidak memicu protokol. Sistem tetap dalam mode siaga tanpa melakukan tindakan lebih lanjut.
3. Air terkontaminasi seperti tanah, lumpur, pasir, zat asam, dan zat basa menyebabkan salah satu atau kedua parameter (pH atau NTU) berada di luar ambang batas. Sistem mengenali kondisi tersebut sebagai air buruk, lalu menjalankan seluruh protokol secara otomatis.
4. Setelah motor pembersih selesai membersihkan bagian dalam tandon, sistem membuka kembali katup solenoid menuju saluran pembuangan, agar air buruk dibuang dengan aman.

4.2.7 Tampilan Dashboard Thinger.io

Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi fungsi monitoring dan kontrol manual melalui platform Thinger.io. Dashboard ini berperan penting sebagai antarmuka pengguna

yang memungkinkan pengawasan dan pengendalian sistem secara real-time dan jarak jauh menggunakan internet. Pada dashboard, ditampilkan beberapa parameter utama:

1. Nilai pH air (ditampilkan dalam widget numeric value)
2. Nilai Turbidity (NTU) air
3. Volume air dalam liter (hasil konversi dari sensor ultrasonik)

Tombol kendali manual:

1. Tombol untuk menyalakan/mematikan motor pembersih
2. Tombol untuk membuka/menutup solenoid valve
3. Tombol untuk Protokol Pembersihan
4. Dashboard dirancang agar mudah diakses melalui browser laptop.



Gambar 4. 2 Hasil Tampilan Dashboard Thinger.io

No	Fitur Dashboard	Fungsi	Status Berfungsi	Keterangan
1	Gauge Nilai pH	Menampilkan nilai pH saat ini	Berfungsi	Nilai pH terbaca dan sesuai sensor
2	Gauge Nilai Turbidity	Menampilkan nilai kekeruhan air (NTU)	Berfungsi	Responsif terhadap perubahan kualitas air
3	Gauge Volume Air	Menampilkan jumlah air (liter) di tandon	Berfungsi	Akurat dan real-time sesuai sensor ultrasonik
4	Grafik Riwayat pH	Menampilkan grafik pH seiring waktu	Berfungsi	Memudahkan pemantauan tren kualitas air

No	Fitur Dashboard	Fungsi	Status Berfungsi	Keterangan
5	Grafik Riwayat Turbidity	Menampilkan grafik NTU dalam satuan waktu	Berfungsi	Terlihat fluktuasi nilai kekeruhan
6	Grafik Riwayat Volume Air	Memantau perubahan volume air	Berfungsi	Sesuai dengan aktivitas pengisian atau kosong
7	Tombol Motor DC	Mengaktifkan/mematikan motor pembersih	Berfungsi	Dapat dikontrol langsung dari dashboard
8	Tombol Solenoid Valve	Membuka/menutup katup air	Berfungsi	Dapat dikontrol langsung dari dashboard
9	Tombol Protokol Pembersihan	Melakukan Protokol Pembersihan	Berfungsi	Dapat dikontrol langsung dari dashboard

Tabel 4. 7 Pengujian Dashboard

Analisis :

1. Semua widget berfungsi dengan baik dan menunjukkan data real-time yang diperbarui langsung dari ESP32.
2. Tampilan grafik memberikan gambaran tren perubahan setiap parameter, yang sangat berguna untuk analisis historis.
3. Tombol-tombol kontrol dapat diakses dengan mudah, dan sistem merespons dengan cepat setelah tombol ditekan.
4. Penambahan tombol protokol pembersihan memberikan fleksibilitas tambahan bagi pengguna untuk membersihkan tandon secara manual tanpa menunggu sistem mendeteksi kondisi buruk.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem monitoring kualitas air dan pembersih otomatis pada tandon air rumah tangga berbasis Internet of Things (IoT), maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem berhasil dirancang dan dikembangkan dalam bentuk prototipe yang mampu memantau dua parameter utama kualitas air, yaitu pH dan kekeruhan (NTU), secara real-time menggunakan sensor pH-4502C dan turbidity sensor SKU-SEN0189. Data sensor ditampilkan melalui LCD dan dashboard Thinger.io, memberikan kemudahan dalam pemantauan kualitas air secara langsung.
2. Sistem telah berhasil menerapkan fitur notifikasi otomatis kepada pengguna melalui integrasi dengan Telegram Bot, yang memberikan peringatan apabila nilai pH dan/atau NTU berada di luar ambang batas yang telah ditentukan. Fitur ini memungkinkan pengguna segera mengetahui penurunan kualitas air tanpa harus melakukan pengecekan manual.
3. Sistem mampu mengurangi ketergantungan pengguna terhadap pengecekan manual, dengan menghadirkan pemantauan dan pengendalian perangkat (motor pembersih dan solenoid valve) dari jarak jauh melalui platform Thinger.io. Hal ini membuktikan bahwa kontrol berbasis data aktual dan kendali internet dapat berjalan dengan baik sesuai dengan tujuan penelitian.

5.2 Saran

Berdasarkan keterbatasan dalam penelitian ini sebagaimana yang dijabarkan pada batasan masalah, maka saran untuk pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan dari bentuk prototipe menjadi sistem akhir (final product) yang memiliki desain lebih ringkas, tahan air, dan siap digunakan langsung pada instalasi tandon air rumah tangga sesungguhnya.
2. Penambahan parameter monitoring, seperti TDS (Total Dissolved Solids) dan suhu air, agar sistem dapat memberikan informasi kualitas air yang lebih menyeluruh dan dapat digunakan pada aplikasi yang lebih luas seperti air minum, irigasi, atau akuakultur.
3. Penggunaan sensor alternatif atau versi yang lebih presisi, agar pembacaan pH dan kekeruhan lebih akurat dan stabil dalam jangka waktu penggunaan yang panjang.
4. Pengembangan sistem penyimpanan data historis, misalnya dengan mengintegrasikan database atau Google Spreadsheet, agar pengguna dapat melihat tren perubahan kualitas air dalam kurun waktu tertentu.
5. Pengembangan integrasi notifikasi lokal, seperti bunyi buzzer atau LED indikator, sebagai peringatan tambahan bagi pengguna tanpa perlu membuka dashboard atau aplikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin Bakri, M., Farhan, M., Sujatmiko, A., & Firasanti, A. (2022). Pemantauan Suhu dan Deteksi Gerak Obyek Berbasis IoT pada Ruang Server Menggunakan Thingier.IO IoT-Based Temperature Monitoring and Object Motion Detection in Server Room Using Thingier.IO. *Telka*, 8(1), 74–81.
- Ananda Putra, H., & Rosano, A. (2024). Implementasi IOT Dalam Sistem Monitoring Kualitas Air Menggunakan Platform Blynk Dan Googlesheet. *INSANtek*, 5(1), 15–21. <https://doi.org/10.31294/insantek.v5i1.3209>
- Arsada, B. (2017). Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(2), 1–8.
- Avanzi, A. P., Ariandi, M., Elektro, T., Bina, U., & Palembang, D. (2025). *Sistem Monitoring dan Penyaringan Air Otomatis Berbasis Arduino Uno*. 1(4), 1258–1264.
- Aziezah, N., Sholihah, W., Novianty, I., Romadhona, M., & Mardiyono, A. (2023). Sipekernik: Sistem Pemantau Kekerusuhan Air dan Pengairan pada Akuaponik Menggunakan Sensor Turbidity, LDR dan Water Level. *JTIM : Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia*, 4(4), 261–271. <https://doi.org/10.35746/jtim.v4i4.324>
- Chuzaini, F., & Dzulkiflih. (2022). IoT Monitoring Kualitas Air dengan Menggunakan Sensor Suhu , pH , dan Total Dissolved Solids (TDS). *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, 11(3), 46–56.
- Iswanti, D. I., Agusman, F., Mendrofa, M., Huda, K., Karya, U., Semarang, H., Karya, U., Semarang, H., Keperawatan, J., & Kemenkes, P. (2024). *APLIKASI INTEGRATIVE EMPOWERMENT KELUARGA BERBASIS E-MONITORING ROLED BASED EXPERT SYSTEM DALAM*. 20(2), 49–55. <https://doi.org/10.31983/link.v20i2.11851>
- Lestari, A., & Zafia, A. (2022). Penerapan Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis Internet Of Things. *LEDGER : Journal Informatic and Information Technology*, 1(1), 17–24. <https://doi.org/10.20895/ledger.v1i1.776>

- Megawati, S. (2021). Pengembangan Sistem Teknologi Internet of Things Yang Perlu Dikembangkan Negara Indonesia. *Journal of Information Engineering and Educational Technology*, 5(1), 19–26. <https://doi.org/10.26740/jieet.v5n1.p19-26>
- Mufida, E., Anwar, R. S., Khodir, R. A., & Rosmawati, I. P. (2020). Perancangan Alat Pengontrol pH Air untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Inovasi*, 1(1), 13–19.
- Pasika, S., & Gandla, S. T. (2020). Smart water quality monitoring system with cost-effective using IoT. *Heliyon*, 6(7), e04096. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04096>
- Rodhi, M. N., Hammad, R., Latif, K. A., & Pebrianti, H. (2021). E-Monitoring Tri Dharma Dosen Program Studi S1 Manajemen Universitas Bumigora Menggunakan Trello. *JEMMA (Journal of Economic, Management and Accounting)*, 4(1), 73. <https://doi.org/10.35914/jemma.v4i1.633>
- Sari, I. P., Novita, A., Al-Khowarizmi, A.-K., Ramadhani, F., & Satria, A. (2024). Pemanfaatan Internet of Things (IoT) pada Bidang Pertanian Menggunakan Arduino UnoR3. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 2(4), 337–343. <https://doi.org/10.56211/blendsains.v2i4.505>
- Sasmoko, D., Rasmino, H., & Rahmadani, A. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekeruhan Air Berbasis IoT pada Tandon Air Warga. *Jurnal Informatika Upgris*, 5(1), 25–34. <https://doi.org/10.26877/jiu.v5i1.2993>
- Savitri, C. E., & Is, N. P. (2022). Sistem Monitoring Parkir Mobil berbasis Mikrokontroler Esp32 ESP32 based Car Parking Monitoring System. *Jurnal Ampere*, 7(2), 135–144.
- Sawidin, S., Putung, Y. R., Waroh, A. P., Marsela, T., Sorongan, Y. H., Asa, C. P., Teknik, J., Politeknik, E., Manado, N., & 95252, M. (2021). Kontrol dan Monitoring Sistem Smart Home Menggunakan WebThinger.io Berbasis IoT. *Jurnal Politeknik Bandung*, 464–471. www.arduino.cc
- Sugiharto, W. H., Susanto, H., & Prasetijo, A. B. (2023). Real-Time Water Quality Assessment via IoT: Monitoring pH, TDS, Temperature, and Turbidity. *Ingenierie Des Systemes d'Information*, 28(4), 823–831. <https://doi.org/10.18280/isi.280403>

- Susanto, F., Prasiani, N. K., & Darmawan, P. (2022). Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Jurnal Imagine*, 2(1), 35–40. <https://doi.org/10.35886/imagine.v2i1.329>
- Wijaya, A., Fathurrohman, R., Roudhotusyarifah, I., & Ibrahim, I. (2022). Efektivitas Strategi Pengelolaan Kelas Pada Generasi Milenial. *Jurnal Pendidikan (Teori Dan Praktik)*, 6(2), 94–101. <https://doi.org/10.26740/jp.v6n2.p94-101>