

TUGAS AKHIR

ANALISA PENGEMBANGAN MESIN PENJUALAN AIR SIAP MINUM DENGAN KENDALI OTOMATIS DAN KONDISI KUALITAS AIR MENGGUNAKAN IOT

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

SALSABILLA

2407220087P



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2026**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir diajukan oleh:
Nama : Salsabilla
Nomor Induk Mahasiswa : 2407220087P
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Analisa Pengembangan Mesin Penjualan Air
Siap Minum Dengan Kendali Otomatis Dan
Kondisi Kualitas Air Menggunakan IOT
Bidang ilmu : Sistem Kontrol

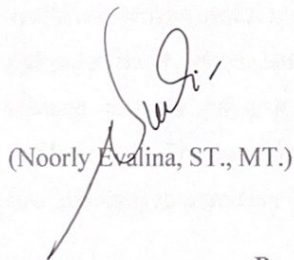
Medan, 17 April 2026
Mengetahui dan menyetujui:
Dosen Pembimbing



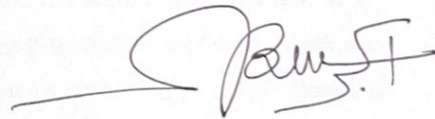
Assoc. Prof. Dr. Faisal Irsan Pasaribu, S.T., S.Pd., M.T.

Dosen Pembanding I / Penguji

Dosen Pembanding II / Penguji



(Noorly Evalina, ST., MT.)



(Benny Oktrialdi, ST., MT.)

Program Studi Teknik Elektro

Ketua,



Dr. Elvy Sulmi Nasution, S.T., M.Pd

SURAT PERNYATAAN KEAHLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Salsabilla
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 06 November 2003
Nomor Induk Mahasiswa : 2407220087P
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujura, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

"Analisa Pengembangan Mesin Penjualan Air Siap Minum Dengan Kendali Otomatis Dan Kondisi Kualitas Air Menggunakan IOT ",

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/ kesariaanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 17 April 2026
Yang Menyatakan,



Salsabilla
NPM. 2407220087P

ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan sehari-hari sehingga kualitasnya harus memenuhi standar yang layak untuk digunakan. Permasalahan kualitas air yang masih rendah mendorong perlunya suatu sistem pengolahan dan pemantauan yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pengolahan serta monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan metode filtrasi dan penyinaran ultraviolet (UV). Parameter yang diukur dalam penelitian ini meliputi pH, Total Dissolved Solids (TDS), warna (RGB), dan suhu air. Metode penelitian yang digunakan meliputi tahap perancangan sistem, pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian sistem sebelum dan sesudah proses filtrasi dan penyinaran UV. Sistem IoT yang dirancang memungkinkan data hasil pengukuran dikirim dan dimonitor secara real-time melalui platform yang terhubung dengan jaringan internet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebelum proses pengolahan, air memiliki kualitas yang kurang baik dengan nilai pH rata-rata sebesar 4,06, TDS sebesar 259,8 ppm, serta nilai warna RGB yaitu R = 789,6, G = 565,5, dan B = 397,6. Setelah melalui proses filtrasi dan penyinaran UV, kualitas air mengalami peningkatan yang signifikan dengan nilai pH menjadi 7,14, TDS menurun menjadi 43,9 ppm, serta nilai warna RGB meningkat menjadi R = 839,6, G = 585,5, dan B = 407,6. Sementara itu, suhu air relatif stabil pada kisaran 25,87°C selama proses pengujian. Dengan demikian, sistem yang dirancang tidak hanya mampu meningkatkan kualitas air secara efektif, tetapi juga memberikan kemudahan dalam proses monitoring secara real-time berbasis IoT. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi alternatif dalam pengolahan dan pengawasan kualitas air.

Kata kunci: IoT, filtrasi, sinar UV, kualitas air, pH, TDS, RGB, suhu.

ABSTRACT

Water is a fundamental necessity in daily life; therefore, its quality must meet proper standards for safe use. The issue of poor water quality necessitates an effective treatment and monitoring system. This study aims to design and implement a water treatment and quality monitoring system based on the Internet of Things (IoT) using filtration and ultraviolet (UV) irradiation methods. The parameters measured in this study include pH, Total Dissolved Solids (TDS), color (RGB), and water temperature. The research methodology consists of system design, hardware and software development, and system testing before and after the filtration and UV irradiation processes. The designed IoT system enables measurement data to be transmitted and monitored in real-time through an internet-connected platform. The results show that before the treatment process, the water quality was relatively poor, with an average pH value of 4.06, TDS of 259.8 ppm, and RGB color values of R = 789.6, G = 565.5, and B = 397.6. After undergoing filtration and UV irradiation, the water quality improved significantly, with the pH increasing to 7.14, TDS decreasing to 43.9 ppm, and RGB color values increasing to R = 839.6, G = 585.5, and B = 407.6. Meanwhile, the water temperature remained relatively stable at approximately 25.87°C during the testing process. Therefore, the developed system is not only effective in improving water quality but also provides convenience in real-time monitoring through IoT technology. This system is expected to serve as an alternative solution for water treatment and quality monitoring.

Keywords: *IoT, filtration, UV irradiation, water quality, pH, TDS, RGB, temperature.*

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Pengembangan Mesin Penjualan Air Siap Minum Dengan Kendali Otomatis Dan Kondisi Kualitas Air Menggunakan IoT” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung, selama proses penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Ayahanda Alm Yanto, Ibunda Novia Herlina, Kakak Rafiqah Serta adek Aisyah yang senantiasa memberikan cinta, dukungan moral, dan materi tanpa henti. Terima kasih atas doa, nasihat, dan kasih sayang yang tiada habisnya.
2. Bapak Prof. Dr. H. Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Dr. Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal, ST, MSc, Ph.D, selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi, S.T., M.T, selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Ibu Dr. Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Benny Oktrialdi, ST, MT, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Bapak Assoc. Prof. Dr. Faisal Irsan Pasaribu, S.T., S.Pd., M.T, yang dengan sabar telah yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan masukan berharga selama proses penyusunan tugas akhir ini.

9. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, atas ilmu yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan.
10. Bapak/Ibu Staf Administrasi Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, atas dukungan administratif yang diberikan.
11. Teman dekat penulis yang sudah memberikan segala dukungannya dalam berbagai bentuk selama penulisan skripsi ini berlangsung saya ucapkan terima kasih.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia elektro.

Medan, 17 April 2026
Yang Menyatakan,



Salsabilla
NPM. 2407220087P

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
SURAT PERNYATAAN KEAHLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Ruang lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.2 Landasan Teori.....	4
2.2.1 Air	4
2.2.2 Sinar ultraviolet.....	4
2.2.3 Mikrokontroler ESP32	6
2.2.4 Sensor <i>Flow meter</i>	7
2.2.5 Liquid Crystal Display (LCD)	9
2.2.6 Sensor pH.....	10
2.2.7 Sensor TDS	11
2.2.8 Sensor Warna TCS34725	12
2.2.9 ADS1115.....	13
2.2.10 Relay	14
2.2.11 Coin Acceptor	15
2.2.12 Adaptor	16
2.2.14 Sensor Suhu DS18B20.....	18
2.2.15 Internet of Things.....	19
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat.....	20
3.2 Alat dan Komponen	20
3.2.1 Alat.....	20
3.2.2 Komponen.....	20

3.3 Tahap Penelitian.....	21
3.4 Diagram Blok.....	22
3.5 Prosedur Penelitian	23
3.5.1 Rangkaian Power Supply	23
3.5.2 Rangkaian Sensor <i>Flowmeter</i>	24
3.5.3 Rangkaian ADS1115 dan Sensor <i>Total Dissolved Solids</i>	25
3.5.4 Rangkaian ADS1115 dan Sensor pH.....	26
3.5.5 Rangkaian Sensor Suhu	27
3.5.6 Rangkaian Sensor Warna	27
3.5.7 Rangkaian LCD 16x2.....	28
3.5.8 Rangkaian Coin Acceptor	29
3.5.9 Rangkaian Buzzer	30
3.4.10 Rangkaian Relay dan Pompa Air	31
3.4.11 Rangkaian ESP32.....	31
3.6 Flowchart	33
3.7 Rangkaian Keseluruhan	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.2 Pengujian dan Pembahasan Alat	38
4.2.1 Pengujian Adaptor 12V 2A.....	38
4.2.2 Pengujian Mikrokontroller ESP32	39
4.2.3 Pengujian Coin Acceptor	40
4.2.4 Pengujian Flowsensor	41
4.2.5 Pengujian Sensor Level Air	43
4.2.6 Pengujian Buzzer	47
4.2.7 Pengujian <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	48
4.2.8 Pengujian Relay dan Pompa	50
4.2.9 Pengujian Sinar Ultraviolet.....	52
4.2.10 Pengujian Keseluruhan Sebelum di Filter dan di Sinar UV.....	54
4.2.11 Pengujian Internet of Things.....	57
4.2.12 Analisis Penggunaan Daya Listrik.....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Sinar ultraviolet	5
Tabel 2.2 Spesifikasi mikrokontroler ESP 32 [9]	6
Tabel 2.3 Spesifikasi Flow Sensor	8
Tabel 2.4 Spesifikasi Liquid Crystal Display (LCD).....	9
Tabel 2.5 Spesifikasi sensor pH.....	10
Tabel 2.6 Spesifikasi sensor TDS [17].....	11
Tabel 2.7 Spesifikasi sensor warna TCS34725.....	12
Tabel 2.8 Spesifikasi ADS1115 [22]	13
Tabel 2.9 Spesifikasi Relay [25].....	14
Tabel 2.10 Spesifikasi coin acceptor.....	15
Tabel 2.11 Spesifikasi Adaptor.....	16
Tabel 2.12 Spesifikasi Buzzer.....	17
Tabel 2.13 Spesifikasi Sensor Suhu DS18B20	18
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Rangkaian Regulator	39
Tabel 4.2 Data pengujian flowsensor.....	43
Tabel 4.3 Data pada saat pengosongan	45
Tabel 4.4 Data pada saat pengisian.....	46
Tabel 4.5 Data Pengujian Buzer	48
Tabel 4.6 Data pengujian pompa	51
Tabel 4.7 Data pengujian UV	54
Tabel 4.8 Data Pengujian sebelum di filter dan di sinar UV	54
Tabel 4.9 Data Pengujian Setelah Difilter dan sinar UV	55
Tabel 4.10 Analisis Penggunaan Daya Listrik.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Fisik Sinar Ultraviolet	6
Gambar 2.2 Bentuk Fisik ESP32 [11]	7
Gambar 2.3 Bentuk Fisik Flow Meter [14].....	8
Gambar 2.4 Bentuk Fisik LCD 16x2 [11].....	9
Gambar 2.5 Bentuk Fisik Sensor pH	10
Gambar 2.6 Bentuk Fisik Sensor TDS [18].....	11
Gambar 2.7 Bentuk Fisik TCS34725	12
Gambar 2.8 Bentuk Fisik ADS1115 [23].....	13
Gambar 2.9 Bentuk Fisik Relay [11]	14
Gambar 2.10 Bentuk Fisik Coin Acceptor [11]	15
Gambar 2.11 Bentuk Fisik Adaptor [28]	16
Gambar 2.12 Bentuk Fisik Buzzer.....	17
Gambar 2.13 Bentuk Fisik DS18B20	18
Gambar 2.14 Internet of Things (IoT) [5].....	19
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	22
Gambar 3.2 Rangkaian Power Supply	24
Gambar 3.3 Rangkaian Sensor Flowmeter	25
Gambar 3.4 Rangkaian Sensor TDS	26
Gambar 3.5 Rangkaian Sensor pH.....	26
Gambar 3.6 Rangkaian Sensor Suhu.....	27
Gambar 3.7 Rangkaian Sensor Warna	28
Gambar 3.8 Rangkaian LCD 16x2.....	29
Gambar 3.9 Rangkaian Coin Acceptor	30
Gambar 3.10 Rangkaian Buzzer	30
Gambar 3.11 Rangkaian Pompa Air	31
Gambar 3.12 Rangkaian ESP32.....	32
Gambar 3.13 Flowchart	33
Gambar 3.14 Rangkaian Keseluruhan	35
Gambar 4.1 Tampilan Keseluruhan Mesin Penjualan Air Siap Minum	38
Gambar 4.2 Hasil pengujian ESP32.....	40
Gambar 4.3 Pengujian LCD.....	49
Gambar 4. 4 Data Hasil Pengujian IoT	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah komponen penting dari lingkungan, tetapi kelestarian lingkungan tergantung pada kualitas air yang "baik". Air permukaan merupakan salah satu sumber daya penting untuk pengelolaan ekosistem perairan dan komponennya. Sayangnya, secara bertahap, kualitas air permukaan telah terdegradasi karena asosiasi berbagai alam, seperti kegiatan pertanian, pertambangan, produksi dan pembuangan limbah dari berbagai sumber seperti industri, kegiatan kota, limbah domestik, limbah medis, dll. Dalam hal ini, sangat sulit untuk menjaga semua badan air dalam kualitas air "baik" [1]

Kualitas air, yang merupakan elemen vital dalam lingkungan, telah menurun secara signifikan karena pengaruh baik dari faktor alami maupun aktivitas manusia. Faktor-faktor alami seperti hidrologi, atmosfer, iklim, topografi, dan litologi semuanya berperan mempengaruhi kualitas air. Sementara itu, aktivitas manusia seperti pertambangan, peternakan, produksi, dan pembuangan limbah dari berbagai sektor seperti industri, perkotaan, dan pertanian, turut merusak ekosistem air [2]

Salah satu strategi yang telah terbukti efektif dalam mengendalikan mikroorganisme patogen di instalasi pengolahan air limbah adalah melalui proses disinfeksi. Dimana metode disinfeksi telah umum digunakan, termasuk penggunaan sinar ultraviolet, ozonasi, serta klorinasi dengan menggunakan klorin, natrium hipoklorit, atau klorin dioksida [3]. Iradiasi sinar ultraviolet (UV) telah menjadi pilihan utama sebagai desinfektan untuk berbagai aplikasi, termasuk permukaan, air, dan udara. Metode ini merupakan metode yang cepat dan ekonomis untuk melakukan higienisasi pada makanan padat dan cair. Salah satu keunggulan utama dari teknologi ini adalah kemampuannya sebagai metode non-termal [4].

Internet of Things (IoT) telah berkembang pesat dari kombinasi teknologi nirkabel, micro-electromechanical systems (MEMS), dan internet. IoT menggunakan beberapa teknologi yang bekerja sama dengan satu sama lain termasuk sensor yang berfungsi sebagai pembaca data dan memiliki koneksi ke internet. Cara kerja IoT dimulai dari pemrograman yang digunakan untuk

memberikan perintah pada perangkat, sedangkan internet berperan sebagai media penghubung utama yang mengintegrasikan seluruh interaksi sistem secara real-time. Pada IoT, manusia hanya bertanggung jawab dalam mengontrol dan mengendalikan mesin yang bekerja secara langsung [5].

Berdasarkan penelitian [6], yang berjudul *advances in application of ultraviolet irradiation for biofilm control in water and wastewater infrastructure* mendapatkan kesimpulan bahwa meskipun sinar ultraviolet (UV) telah menjadi salah satu metode yang banyak digunakan dalam upaya desinfeksi mikroba, penelitian terkait teknologi UV untuk mengendalikan biofilm masih terbatas. Dalam hal ini, dapat ditemukan bahwa biaya energi dan waktu yang diperlukan untuk merawat biofilm dengan menggunakan UV lebih tinggi dibandingkan dengan bakteri planktonik.

Berdasarkan pembahasan yang telah di telusuri, penulis melakukan penelitian berjudul “ANALISA PENGEMBANGAN MESIN PENJUALAN AIR SIAP MINUM DENGAN KENDALI OTOMATIS DAN KONDISI KUALITAS AIR MENGGUNAKAN IoT” penulis telah menggali potensi penggunaan sinar ultraviolet dalam sistem penjualan air siap minum dengan kendali otomatis. Peneliti ini penting karena menjawab kebutuhan akan air minum yang aman dan higienis melalui mesin penjualan air dengan kendali otomatis. Kelebihannya terletak pada penerapan teknologi IoT yang memungkinkan pemantauan kualitas air secara real-time, sehingga mutu air lebih terjamin, operasional lebih efisien, dan kepercayaan konsumen meningkat.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka permasalahan yang dikaji adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis kinerja sistem mesin penjualan air siap minum yang bekerja secara otomatis dengan dukungan teknologi IoT?
2. Bagaimana analisis kinerja sistem pengolahan dan pengiriman data sensor agar dapat menampilkan informasi kualitas air secara real-time dan mudah dipantau pengguna?
3. Bagaimana tingkat keakuratan dan keandalan sistem kendali otomatis serta prediksi kualitas air yang dikembangkan?

1.3 Ruang lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada sistem kinerja dan pengujian prototipe mesin penjualan air siap minum berbasis mikrokontroler dan IoT.
2. Sistem pengolahan dan pengiriman data menggunakan sensor (pH, TDS dan suhu) ke platform IoT secara real-time, sehingga pengguna dapat memantau kualitas air secara langsung.
3. Analisis tingkat keakuratan, keandalan sistem kendali otomatis yang dapat memprediksi kualitas tanpa membahas aspek ekonomi atau strategi pemasaran.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Menganalisis sistem mesin penjualan air siap minum dengan sistem kendali otomatis berbasis IoT.
2. Menganalisis kinerja sistem monitoring dan prediksi kualitas air secara real-time menggunakan multi-sensor.
3. Mengevaluasi kinerja sistem dari segi akurasi pengukuran sensor dan keandalan operasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Inovasi teknis dalam penyediaan air siap minum berkualitas dan efisien.
2. Kontribusi ilmiah dalam bidang kendali otomatis dan aplikasi IoT di teknik elektro dan sistem instrumentasi.
3. Solusi praktis bagi masyarakat agar bisa mengakses air siap minum yang terpantau secara kualitas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Air

Air merupakan salah satu unsur penyusun tubuh manusia. Dengan persentase sekitar 70% di dalam tubuh manusia, air menjadi hal yang penting untuk keberlangsungan hidup. Tidak tercukupinya kebutuhan air harian, bukan hal yang mustahil akan membuat tubuh mengalami gangguan. Saat ini, meningkatnya kebutuhan air dalam berbagai pemanfaatan menawarkan perubahan paradigma baru dalam pengelolaan sumber daya air. Pengolahan dan daur ulang air akan menjadi salah satu tantangan utama dalam pengelolaan sumber daya air. Penilaian komposisi air limbah penghilangan sejumlah kecil bahan organik atau kontaminan mineral. Dalam beberapa hal, kemajuan penting dalam pemulihan sumber daya air dan sirkularitas berarti menjembatani kesenjangan antara konsep dan praktik. Air limbah yang diolah dapat diklasifikasikan ke dalam berbagai kategori mulai dari air minum hingga air daur ulang, air ditentukan oleh tingkat kelayakannya. Air reklamasi saat ini digunakan untuk irigasi pestisida diakui sebagai sumber utama polusi. Secara umum, klasik Beragam strategi telah diinventarisasi untuk memberikan peluang baru dalam pengembangan kesehatan diperhitungkan. menawarkan alternatif untuk degradasi yang lebih cepat dan peningkatan mineralisasi. Selain itu, unik Proses ini terlibat mulai dari pembentukan zat antara oksidan aktif dan senyawanya untuk pengurangan pada suhu kerja sekitar konsentrasi persisten yang sangat rendah Iradiasi UV, telah dikembangkan. Kategori yang berbeda telah muncul baru-baru ini risiko akibat paparan jangka panjang. Temuan-temuan ini telah mendorong inisiatif-inisiatif tertentu seputar hal ini [7].

2.2.2 Sinar ultraviolet

Sinar ultraviolet (UV) merupakan salah satu metode disinfeksi air yang bekerja dengan menonaktifkan mikroorganisme melalui kerusakan pada materi genetik berupa DNA dan RNA. Dimana paparan UV juga dapat memengaruhi

protein dan lipid sel melalui pembentukan *reactive oxygen species* (ROS), sehingga radiasi UV menyebabkan terbentuknya *cyclobutane pyrimidine dimers* pada DNA sehingga bakteri dan virus kehilangan kemampuan untuk bereplikasi dan menjadi tidak berbahaya.

Dibandingkan dengan metode klorinasi, disinfeksi menggunakan UV memiliki keunggulan karena tidak menambahkan bahan kimia ke dalam air, tidak memengaruhi rasa maupun aroma, serta efektif terhadap berbagai jenis patogen, termasuk yang resisten terhadap klorin. Namun, efektivitas UV sangat dipengaruhi oleh tingkat kejernihan air, karena kekeruhan dapat menghambat penetrasi cahaya UV. Penggunaan UV-LED merupakan pengembangan terbaru dalam teknologi disinfeksi UV. Dimana UV-LED memiliki ukuran yang lebih ringkas, tidak mengandung merkuri, dapat dioperasikan secara instan, intensitasnya mudah dikendalikan, serta memiliki efisiensi optik yang stabil. Karakter pancaran yang terarah membuat UV-LED fleksibel dalam penempatan pada reaktor air, dan dengan dukungan reflektor, lensa kolimator, serta manajemen panas yang baik, efektivitas penyebaran radiasi dapat ditingkatkan. Pada Tabel 2.1 merupakan data spesifikasi dari sinar ultraviolet yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2.1 Spesifikasi Sinar ultraviolet

Parameter	Detail
Jenis	UV-C
Panjang gelombang	254 nm
Fungsi	Menonaktifkan bakteri, virus, dan mikroorganisme
Daya lampu	4 W, 6 W, 8 W, 11 W, 16 W, 30 W
Radiasi UV	16 – 40 mJ/cm ²
Standar stesilisasi	≥ 30 mJ/cm ²
Efektivitas	99,99% mikroorganisme
Bahan	Kaca kuarsa (Quartz glass)
Transmisi UV tabung	> 90%
Tegangan operasi	110–240 VAC / 12–24 VDC (dengan adaptor)
Umur pemakaian	8.000 – 10.000
Debit aliran air	1 – 12 liter/menit
Suhu	5 – 40 °C



Gambar 2.1 Bentuk Fisik Sinar Ultraviolet

Pada gambar 2.1 secara keseluruhan, teknologi UV sangat sesuai diterapkan pada sistem pengolahan air modern seperti mesin penjual air minum berbasis IoT karena aman, efisien energi, tidak meninggalkan residu, serta dapat dikendalikan secara otomatis untuk memastikan air yang dihasilkan bebas dari mikroorganisme [8].

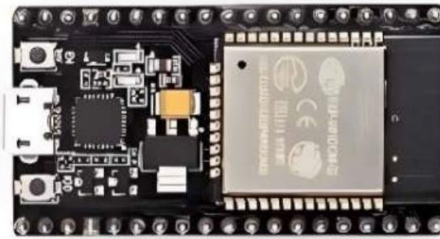
2.2.3 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 adalah sistem kontrol yang berfungsi sebagai chip pengontrol rangkaian elektronik yang sudah tersedia modul wifi dan bluetooth. Mikrokontroler ini memiliki interface yang lengkap karena modul wifi tertanam pada mikrokontroler ini sehingga tepat untuk digunakan sebagai alat peraga internet of things [9]. mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai sistem kontrol penerima dan sinyal perintah melalui perintah program dan sinyal dari pembacaan sensor yang dapat dipantau. ESP32 adalah mikrokontroler yang memiliki kemampuan Wi-Fi dan Bluetooth dan sering digunakan dalam aplikasi Internet of Things (IoT) [10]. Pada Tabel 2.2 merupakan data spesifikasi dari mikrokontroler ESP32 yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2.2 Spesifikasi mikrokontroler ESP 32 [9]

Parameter	Detail
Prosesor	Tensilica L108 32 bit
Tegangan	3,3 volt
RAM	520K
Kecepatan prosesor	Dual 160MHz

ADC	7
GPIO	34
UART	2
I2C	2
SPI	4
Dukungan 802.111	11b/g/n/e/i
<i>Bluetooth</i>	BLE (<i>Bluetooth Low Energy</i>)
Arsitektur	32 bit
<i>Flash memory</i>	16MB
SRAM	512Kb
<i>Wifi</i>	Ada



Gambar 2.2 Bentuk Fisik ESP32 [11] .

Pada gambar 2.2 modul ESP-32 diproduksi oleh Espressif Systems. Secara khusus, modul ini merupakan rangkaian mikrokontroler berbiaya rendah dan berdaya rendah, dengan konektivitas Wi-Fi dan *Bluetooth* mode ganda yang terintegrasi dalam satu papan. Modul ESP-32 adalah solusi *Wi-Fi/Bluetooth all-in-one*, yang tidak hanya menyediakan konektivitas nirkabel, tetapi juga prosesor internal dengan antarmuka untuk terhubung dengan berbagai periferal dengan pin *input* dan *output*. Mikrokontroler ini sebenarnya memiliki dua inti pemrosesan yang frekuensi operasinya dapat dikontrol secara independen antara 80 MHz dan 240 MHz, sehingga lebih unggul daripada mikrokontroler berbiaya rendah lainnya [12].

2.2.4 Sensor *Flow meter*

Flow meter adalah alat penting yang digunakan untuk mengukur jumlah atau laju aliran volumetrik cairan atau gas (fluida) yang bergerak melalui pipa atau saluran terbuka. Salah satu jenisnya, yaitu Magnetic flow meter (atau flow meter elektromagnetik), beroperasi berdasarkan Hukum Faraday; di mana ketika suatu fluida yang bersifat konduktif elektrik melewati pipa transduser, fluida tersebut

akan bertindak sebagai konduktor bergerak yang memotong medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan magnetik dan transduser, sehingga menghasilkan tegangan listrik induksi yang kemudian diukur untuk menentukan laju aliran fluida. [13]. Pada Tabel 2.3 merupakan data spesifikasi dari sensor flow sensor yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2.3 Spesifikasi Flow Sensor

Parameter	Detail
Model	YF-S201
Tipe sensor	Hall Effect
Tegangan kerja	5-18V DC
Max arus	15mA @ 5V
Tipe Output	5V TTL
Laju air	1 – 30 liter/menit
Range temperatur	-25 s/d +80°C
Range kelembapan	35% s/d 80% RH
Keakuratan	±10%
Max tekanan air	1.0 Mpa
Pulsa per liter	450
Durabilitas	300,000 cycles
Penghubung pipa	½"



Gambar 2.3 Bentuk Fisik Flow Meter [14]

Pada gambar 2.3 sensor aliran air dipasang pada input dan output saluran pipa air. Tujuan sistem ini adalah untuk mengoptimalkan deteksi kebocoran pipa air, memantau debit air yang keluar dari pipa untuk mengetahui kerugian, dan meningkatkan efisiensi waktu [9].

2.2.5 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD (*Liquid Crystal Displays*) digunakan untuk menampilkan status atau parameter dalam sistem embedded. Layar LCD khusus diproduksi untuk digunakan dengan mikrokontroler, tidak dapat diaktifkan oleh sirkuit IC standar. Terdapat pin di sepanjang satu sisi LCD, yang terdiri dari 16 pin. Pin-pin tersebut mencakup 8 pin data (D0-D7) dan 3 pin kontrol (RS, RW, EN). Selain itu, ada pin suplai dan pin lampu latar, total 5 pin. Layar LCD mampu menampilkan 16 karakter per baris dan memiliki dua baris karakter. Setiap karakter pada layar LCD diatur dalam matriks piksel [15]. Pada Tabel 2.4 merupakan data spesifikasi LCD yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2.4 Spesifikasi *Liquid Crystal Display* (LCD)

Parameter	Detail
Ukuran	16 kolom dan 2 baris
Karakter	192 karakter
Tegangan	5 V



Gambar 2.4 Bentuk Fisik LCD 16x2 [11]

Pada gambar 2.4 hasil pengujian LCD ini dengan mengupload listing program, maka LCD 16x2 akan menyala yang menampilkan data dan informasi [16] LCD memiliki 16 pin, pin-pin tersebut dibagi menjadi pin data dan pin kontrol. Pin kontrol membantu dalam mengatur LCD dalam mode perintah dan data. Pin kontrol juga membantu konfigurasi dalam mode tulis atau baca, serta menentukan operasi baca atau tulis. Layar LCD 16x2 dapat dioperasikan dalam mode 8-bit atau mode 4-bit tergantung pada kebutuhan. Untuk mengoperasikannya dalam mode yang berbeda, diperlukan perintah khusus untuk memulai LCD. Setelah LCD siap dengan perintah khusus, transfer data dalam mode data dapat dilakukan [15].

2.2.6 Sensor pH

pH (kependekan dari potential of Hydrogen) adalah sebuah parameter yang menyatakan derajat keasaman atau kebasaan suatu larutan, yang secara matematis didefinisikan sebagai nilai kologaritma dari aktivitas ion hidrogen (H^+) terlarut di dalamnya. Karena koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, nilainya hanya diperoleh dari perhitungan teoretis. Skala pH merupakan skala relatif yang ditetapkan berdasarkan persetujuan internasional menggunakan larutan standar, bukan skala absolut. Sebagai patokan, air murni dianggap netral dengan pH 7,0. Larutan dengan pH di bawah 7 diklasifikasikan sebagai asam, sementara larutan dengan pH di atas 7 disebut basa atau alkali. Pada Tabel 2.5 merupakan data spesifikasi dari sensor pH yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2.5 Spesifikasi sensor pH

Parameter	Detail
Model	E — 201
Rentang	0-14pH
Suhu	0-80 °C
Titik Nol	$7 \pm 0,5\text{pH}$
Kesalahan	$<15\text{mV}$
PTS	> 98
Waktu Respon	<2 menit
Resistance	$<250\text{m}\Omega$
Repeatability	<0.017
Kebisingan	$<0,5\text{Mv}$



Gambar 2.5 Bentuk Fisik Sensor pH

Pada gambar 2.5 PH meter adalah sebuah alat elektronik yang berfungsi untuk mengukur pH (derajat keasaman atau kebasaan) suatu cairan (ada elektroda khusus yang berfungsi untuk mengukur pH bahan-bahan semi-padat). Sebuah pH meter terdiri dari sebuah elektroda (probe pengukur) yang terhubung ke sebuah alat elektronik yang mengukur dan menampilkan nilai pH. Alat ini sangat berguna untuk industri air minum, laboratorium, akuarium [17].

2.2.7 Sensor TDS

Sensor TDS memiliki prinsip kerja yang sesuai dengan sifat konduktivitas listrik. Terdapat dua elektroda yang dapat mengukur konduktivitas pada cairan. Kandungan partikel ion dan sifat elektrolit dalam cairan dapat mempengaruhi hasil dari pengukuran dengan menggunakan sensor TDS. Pada Tabel 2.6 merupakan data spesifikasi dari sensor TDS yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2.6 Spesifikasi sensor TDS [18]

Parameter	Detail
Jenis	<i>Gravity</i> TDS sensor DFRobot
Input	3,3-5,5 V
Output	0-2,3 V
Arus	3-6 mA
Akurasi	$\pm 10\%$ F.S (25 ° C)
Tipe output	Analog



Gambar 2.6 Bentuk Fisik Sensor TDS [19]

Pada gambar 2.6 Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), standar kebersihan air minum adalah tingkat TDS di bawah 100 ppm. Air yang baik memiliki tingkat TDS kurang dari 300-600 ppm, yang memiliki komponen mineral yang relatif kecil seperti kalsium dan magnesium. Jika air memiliki tingkat TDS sebesar 900-1200 ppm atau lebih, itu berarti air memiliki kandungan mineral yang

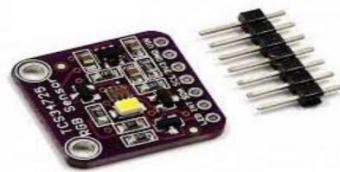
relatif tinggi dan berbahaya bagi kesehatan. Indonesia juga mengeluarkan Standar TDS oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dan Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu nilai TDS maksimum sebesar 500 ppm [20]

2.2.8 Sensor Warna TCS34725

Sensor warna adalah perangkat digital yang mampu mendeteksi dan mengukur komponen cahaya RGB (Red, Green, Blue) yang dipancarkan. Untuk memastikan pembacaan warna yang akurat, sensor ini dilengkapi dengan filter pemblokiran IR (Infrared) yang terintegrasi di dalam chip. Pada Tabel 2.7 merupakan data spesifikasi dari sensor warna TCS34725 yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2.7 Spesifikasi sensor warna TCS34725

Parameter	Detail
Frekuensi	10 HZ
Tegangan	3~5V
Arus	15Ma
Suhu	-20°~ 85°
Suhu penyimpanan	-40°~ 125°
Ukuran	24.3mm X 26.7mm
Tipe	TCS34725



Gambar 2.7 Bentuk Fisik TCS34725

Pada gambar 2.7 sensor warna TCS34725 berfungsi mengurangi gangguan spektrum inframerah dari cahaya yang masuk, sehingga menghasilkan pengukuran warna yang benar. Karena memiliki sensitivitas tinggi dan efektivitas filter IR, sensor seperti TCS34725 sangat cocok digunakan bahkan dalam kondisi pencahayaan yang minim (lemah). Sensor ini memiliki cakupan aplikasi yang sangat luas, termasuk dalam sistem pengaturan pencahayaan LED RGB [21].

2.2.9 ADS1115

ADS1115 adalah konverter analog-ke-digital presisi (ADC) dengan resolusi 16 bit yang tersedia dalam paket ultra-kecil tanpa timbal. Fitur-fitur ADS1115 meliputi referensi on board dan osilator internal. Data ditransfer melalui antarmuka serial yang kompatibel dengan I2C, dengan empat alamat slave I2C yang dapat dipilih. ADS1115 dapat dioperasikan dari catu daya tunggal dengan rentang mulai dari 2 V hingga 5,5 V. Kecepatan konversi dapat mencapai hingga 860 sampel per detik [22]. Pada Tabel 2.8 merupakan data spesifikasi dari ADS1115 yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2.8 Spesifikasi ADS1115 [23]

Parameter	Detail
Tipe	ADS1115
Fungsi utama	Konversi sinyal analog ke digital
Resolusi	16-bit
Jumlah kanal input	4 channel single-ended atau 2 differentia
Tegangan	2,0 – 5,5 V
Antarmuka komunikasi	I ² C
Alamat I ² C	0x48 – 0x4B
Tegangan referensi	Internal
Suhu operasi	-40 °C hingga +125 °C



Gambar 2.8 Bentuk Fisik ADS1115 [24]

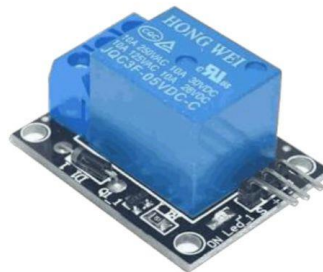
Dari gambar 2.8 ADS1115 dilengkapi dengan PGA (Programmable Gain Amplifier) on board yang tersedia di model ADS1114 dan ADS1115, yang menawarkan rentang input dari pasokan hingga serendah $\pm 256\text{mV}$, memungkinkan pengukuran sinyal besar dan kecil dengan resolusi tinggi. Selain itu, ADS1115 juga dilengkapi dengan multiplexer input yang menyediakan dua input diferensial atau empat input single-ended [22]

2.2.10 Relay

Arduino berperan sebagai mikrokontroler utama yang mengontrol seluruh sistem. Sistem ini dirancang untuk mengatur penyiraman otomatis. Komponen utama sistem meliputi modul relay, yang berfungsi sebagai saklar untuk mengontrol motor atau pompa. Dengan menggunakan relay, kita dapat menghidupkan atau mematikan motor atau pompa sesuai dengan keluaran air yang telah ditentukan. Otomatisasi sistem ini memungkinkan pengelolaan yang lebih efisien dan mudah. Dari pada harus dilakukan secara manual, Keluaran air dapat diatur secara otomatis berdasarkan jumlah atau kondisi tertentu. Hal ini membantu mengurangi pekerjaan manusia yang terlibat dalam pengelolaan alat dan membuatnya lebih mudah untuk menjaga keluaran air menjadi lebih konsisten [25]. Pada Tabel 2.9 merupakan data spesifikasi dari relay yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2.9 Spesifikasi Relay [26]

Parameter	Detail
Dimensi	7*5,3*1,8 cm
Voltage Relay	5 Volt
MAX Voltage / Current	10A 125VAC / 10A 28VDC



Gambar 2.9 Bentuk Fisik Relay [11]

Pada gambar 2.9 relay terdiri dari 4 komponen dasar, yaitu: Electromagnet (Coil), Armature, Switch, dan spring. Relay mempunyai 2 jenis kondisi kontak point, yaitu Normally Close dan Normally Open. Normally Close adalah kondisi awal sebelum diaktifkan akan berada diposisi Close (tertutup) atau biasanya terhubung. Sedangkan Normally Open adalah kondisi awal sebelum diaktifkan akan berada pada kondisi Open (terbuka) atau biasanya tidak terhubung [26].

2.2.11 Coin Acceptor

Modul penyisipan koin menjadi inti dari sistem yang diusulkan. Pengguna berinteraksi dengan mesin ini untuk memasukkan jumlah koin yang diinginkan. Modul ini merupakan akseptor multi-koin yang mampu menerima hingga enam jenis koin berbeda secara bersamaan. Jenis pemilih koin ini umumnya digunakan dalam mesin penjual otomatis, game arcade, mesin pemesanan kursi, dan sistem manajemen diri lainnya. Identifikasi koin dilakukan berdasarkan berat dan ukuran bahan. Jika pengguna memasukkan koin yang berbeda atau mencoba memasukkan koin palsu, koin tersebut akan dikembalikan kepada pengguna [27]. Pada Tabel 2.10 merupakan data spesifikasi dari coin acceptor yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2.10 Spesifikasi coin acceptor

Parameter	Detail
Tegangan	9-12 V
Arus	$\pm 50\text{--}100\text{ mA}$
Output	Pulsa digital
Akurasi	$\pm 95\text{--}99\%$



Gambar 2.10 Bentuk Fisik Coin Acceptor [11]

Dari gambar 2.10 coin acceptor komponen penting dalam mesin penjual otomatis, akseptor koin digunakan sebagai salah satu perangkat input. Sensor yang terdapat dalam akseptor koin ini berfungsi untuk memeriksa lebar, diameter, dan waktu jatuh koin, yang digunakan untuk mengidentifikasi jenis koin yang dimasukkan. Akseptor koin dapat diprogram untuk menerima koin dari berbagai negara dan denominasi. Setelah profil koin yang valid telah ditetapkan, akseptor koin akan memeriksanya dan melaporkan saat setiap jenis koin dimasukkan,

sementara koin-koin lainnya akan ditolak. Dengan demikian, akseptor koin memungkinkan mesin penjual otomatis untuk menerima pembayaran dengan koin secara efisien dan akurat [28].

2.2.12 Adaptor

Adaptor adalah sebuah alat yang digunakan untuk menurunkan tegangan listrik dan mengubah tegangan listrik AC (Alternating Current) menjadi tegangan listrik DC (Direct Current). Pada saat ini ada banyak rangkaian adaptor mulai dari adaptor yang sangat sederhana hingga adaptor yang canggih. Pada dasarnya semua jenis adaptor ini memiliki prinsip kerja yang sama. Pada Tabel 2.11 merupakan data spesifikasi dari adaptor yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2.11 Spesifikasi Adaptor

Parameter	Keterangan
Tegangan input	220 V AC
Arus maksimum	1 A
Tegangan output	12 V DC



Gambar 2.11 Bentuk Fisik Adaptor [29]

Pada gambar 2.11 adaptor ini adalah catu daya yang canggih, memberikan output yang stabil dengan kerugian daya yang rendah. Catu daya ini tidak memerlukan penyearah tambahan karena dirancang untuk memberikan output yang bersih dan stabil [30].

2.2.13 Buzzer

Buzzer merupakan alat sederhana yang dapat membuat nada dasar dan bip. Buzzer bekerja dengan menggunakan kristal piezo, bahan khusus yang berubah bentuk ketika diberikan tegangan. Buzzer dapat dihubungkan dengan mikrokontroler untuk berbagai tujuan, seperti memberikan peringatan alarm suara untuk pengukuran jarak. Kristal, seperti kerucut speaker kecil, dapat mendorong diafragma dan menghasilkan gelombang tekanan yang ditangkap oleh telinga manusia sebagai suara. Piezo akan mulai menghasilkan suara dengan sangat cepat jika hanya mengubah frekuensi tegangan yang diberikan kepadanya [31]. Pada Tabel 2.12 merupakan data spesifikasi dari buzzer yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2.12 Spesifikasi Buzzer

Parameter	Keterangan
Daya	2.2V-5.5V
Arus	30 mA
Jarak kebisingan suara	10cm:80dB
Frekuensi	2300+-300 MHz



Gambar 2.12 Bentuk Fisik Buzzer

Pada gambar 2.12 buzzer memiliki kumparan yang terpasang secara diafragma dimana ketika kumparan itu dialiri arus listrik maka ia akan menjadi elektromagnetik yang mengakibatkan kumparan tertarik ke dalam ataupun keluar mengikuti arah arus dan polaritas magnetnya. Ketika kumparan menggerakkan diafragma tersebut bergerak secara bolak-balik maka hal itu akan menghasilkan suara [32]

2.2.14 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah jenis sensor digital keluaran Dallas Semiconductor yang memiliki keunggulan tahan air (waterproof), sehingga ideal untuk mengukur suhu di lingkungan basah atau yang sulit dijangkau. Sensor ini mampu mengukur suhu dalam rentang yang luas, yaitu dari $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $125\text{ }^{\circ}\text{C}$. Meskipun demikian, jika menggunakan penutup kabel dari PVC, disarankan agar penggunaannya tidak melampaui $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, karena sudah memiliki keluaran digital, sensor DS18B20 menawarkan pembacaan suhu yang akurat tanpa memerlukan rangkaian pengubah analog-ke-digital (ADC) tambahan. Pada Tabel 2.13 merupakan data spesifikasi dari sensor suhu DS18B20 yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2.13 Spesifikasi Sensor Suhu DS18B20

Parameter	Detail
DC supply voltage	3 – 5.5 Volt
Tingkat keakuratan	$\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (pada kisaran $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $85\text{ }^{\circ}\text{C}$)
Batas temperature	$-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ s/d $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$
Output	Digital 1-wire
Resolusi ADC	9-bit
9-bit	750

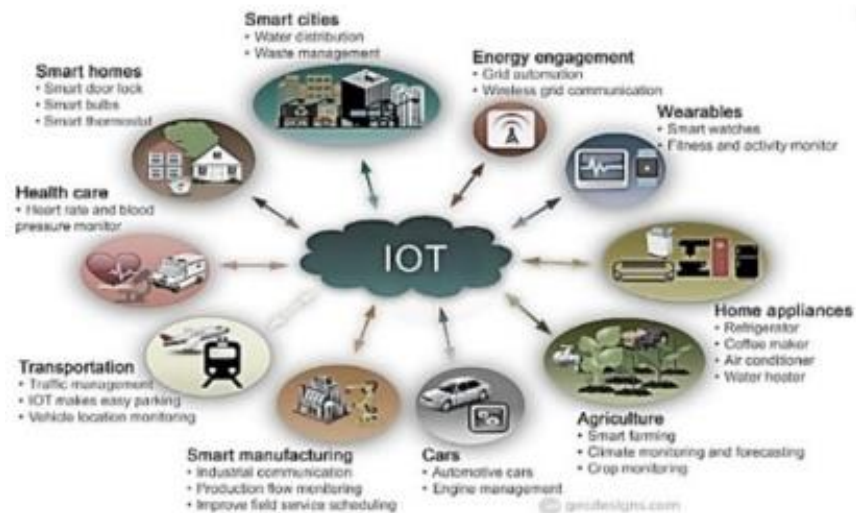


Gambar 2.13 Bentuk Fisik DS18B20

Pada gambar 2.13 secara umum, sensor suhu berfungsi mengubah energi panas menjadi sinyal listrik. Sensor terbagi menjadi dua jenis utama yang berbahan logam, di mana peningkatan suhu akan menaikkan nilai resistansi, dan yang berbahan semikonduktor, di mana peningkatan suhu justru menurunkan nilai resistansinya [33].

2.2.15 Internet of Things

Internet of Things (IoT) telah berkembang pesat dari kombinasi teknologi nirkabel, micro-electromechanical systems (MEMS), dan internet. IoT menggunakan beberapa teknologi yang bekerja sama dengan satu sama lain termasuk sensor yang berfungsi sebagai pembaca data dan memiliki koneksi ke internet. Cara kerja IoT dimulai dari pemrograman yang digunakan untuk memberikan perintah pada perangkat, sedangkan internet berperan sebagai media penghubung utama yang mengintegrasikan seluruh interaksi sistem secara real-time. Pada IoT, manusia hanya bertanggung jawab dalam mengontrol dan menengendalikan mesin yang bekerja secara langsung.



Gambar 2.14 Internet of Things (IoT) [5]

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Tempat penelitian dilakukan di UPT. Laboratorium Penelitian Terpadu Fakultas FMIPA Universitas Sumatera Utara yang ada di Jl. Tri Dharma No.9, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara 20222. Adapun waktu pelaksanaan tugas akhir ini mulai dari September 2025.

3.2 Alat dan Komponen

Terdapat beberapa alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan alat ini.

3.2.1 Alat

- Komputer
- Alat perakitan (Timah, Penyedot timah, Tang dan pemotong kawat, Gergaji besi, Perekat, Isolasi listrik, Kipas, Solder, Obeng, Multimeter, Power supply, Pin header, Prototyping board, Cok sambung)
- Alat pertukangan (Gergaji besi, Gerinda, Bor, Mesin las, Mesin amplas)

3.2.2 Komponen

- Sinar Ultraviolet
- Mikrokontroler ESP32
- ADS1115
- LCD 16x2
- Sensor *Flowmeter*
- Sensor TDS
- Sensor Warna
- Sensor *pH*
- *Coin Acceptor*
- Pompa Air
- *Relay*
- *Buzzer*

- *Regulator*
- Adaptor 12V 2A

3.3 Tahap Penelitian

1. Studi Literatur

Mengumpulkan bahan referensi dari buku, jurnal, dan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan teknologi IoT, mesin penjual air minum (vending machine), sistem penyaringan air, pemanfaatan sensor pH, TDS, suhu, sensor warna TCS34725, sterilisasi UV, ESP32, serta teknik analisis kualitas air. Tujuan studi ini adalah untuk memahami konsep dasar dan norma standar kualitas air minum.

2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Mengidentifikasi isu-isu seperti cara merancang mesin penjual air yang beroperasi secara otomatis, metode pengukuran kualitas air secara langsung, integrasi sensor dengan sistem IoT, serta peningkatan kehandalan mesin. Berdasarkan analisis ini, ditetapkan tujuan penelitian, batasan cakupan, dan manfaat yang diharapkan.

3. Perancangan Penelitian

Mendesain perangkat keras (sensor pH, TDS, suhu DS18B20, TCS34725, flow meter, relay, UV, ESP32, LCD) dan perangkat IoT serta menyusun kerangka penelitian.

4. Pengumpulan Data / Eksperimen

- Pengambilan data dari seluruh sensor kualitas air.
- Pengujian fungsi pompa, sterilisasi UV, saluran air, dan proses vending.
- Pengujian koneksi IoT.
- Pengambilan data tentang aliran air, waktu respons sensor, dan performa keseluruhan sistem.

5. Pengolahan dan Analisis Data

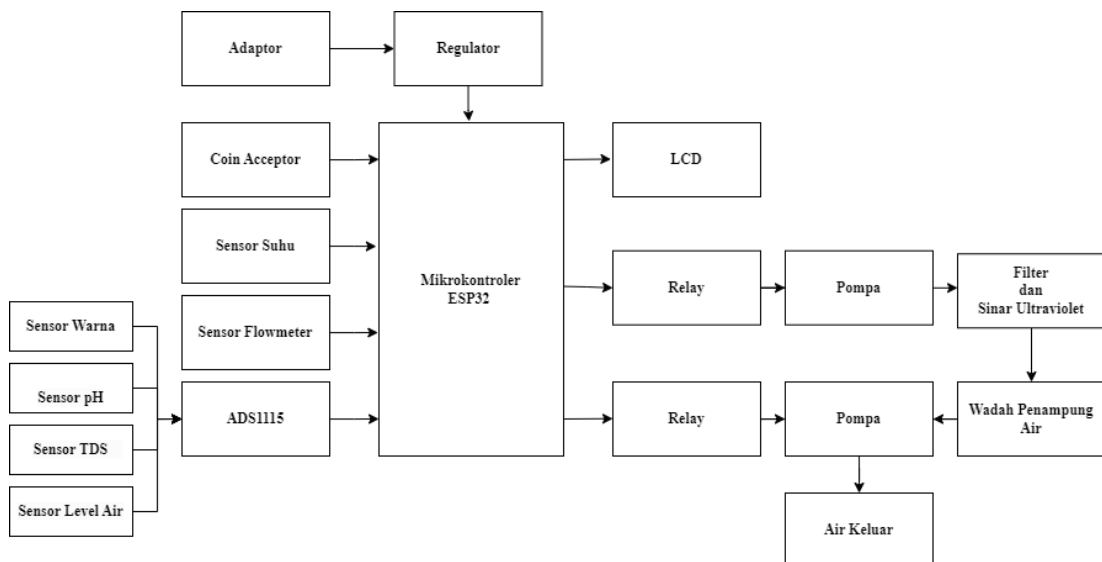
Data dari sensor dan performa mesin diproses untuk:

- Mengevaluasi ketepatan sensor.
- Mengevaluasi konsistensi kualitas air pasca penyaringan.
- Menganalisis efektivitas vending otomatis.

- Menganalisis kecepatan sistem IoT dalam mentransmisikan data ke aplikasi.
6. Evaluasi dan Pembahasan
- Membandingkan hasil dengan teori, standar kualitas air, dan penelitian lain untuk melihat kelebihan dan kekurangan sistem.
7. Kesimpulan dan Saran
- Menarik simpulan dari analisis dan memberikan saran untuk pengembangan lebih lanjut, seperti penambahan sensor tambahan, optimasi IoT, atau peningkatan proses penyaringan.

3.4 Diagram Blok

Adapun diagram blok dari sistem yang dirancang, seperti yang diperlihatkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Gambar 3.1 merupakan diagram blok sistem, untuk terjadinya sistem otomatis yang dipengaruhi oleh sensor pH, sensor TDS, sensor level air, sensor warna sebagai input yang diterima oleh ADS1115 untuk memonitor kadar yang ada pada air. Sistem ini menggunakan berbagai komponen elektronik, antara lain adaptor untuk mengubah tegangan listrik dari AC menjadi DC yang lebih stabil, regulator untuk menjaga tegangan dan arus tetap stabil, serta coin acceptor yang menerima dan memvalidasi koin sebagai metode pembayaran. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan sensor pH untuk mengukur kualitas air, sensor flowmeter untuk

mengukur volume air yang mengalir, dan sensor warna untuk mendeteksi kejernihan air. Terdapat pula sensor TDS yang mengukur partikel terlarut dalam air, sensor level air untuk memantau tingkat air dalam wadah penampung, dan konverter Analog-ke-Digital ADS1115 yang membaca data dari sensor-sensor tersebut. Semua informasi dikendalikan dan diproses oleh mikrokontroler ESP32, yang juga mengatur operasi relay untuk mengontrol pompa air, menampilkan informasi pada LCD, serta mengeluarkan suara peringatan melalui buzzer. Sistem ini juga dilengkapi dengan pompa air, filter untuk menyaring air, dan wadah penampung air sebelum air bersih dikeluarkan melalui outlet kepada pengguna.

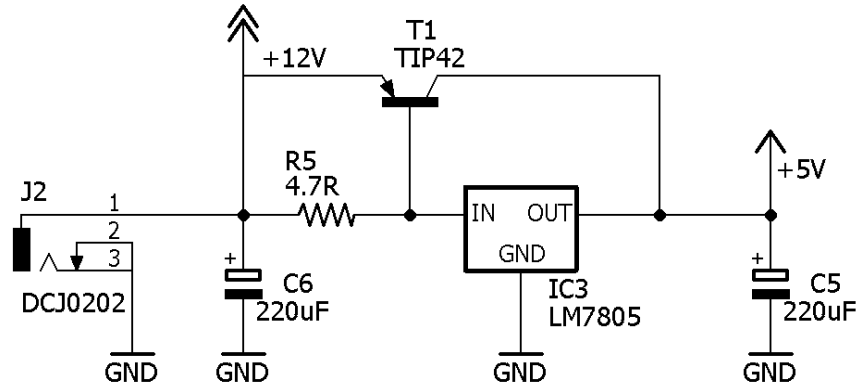
Sistem ini mengintegrasikan beberapa langkah operasional. Pertama, penerimaan dan validasi koin dilakukan oleh coin acceptor setelah pengguna memasukkan koin, dan jika koin diterima, proses berlanjut. Kedua, berbagai sensor seperti pH, warna, TDS, dan level air secara aktif memantau kualitas dan kondisi air, dengan data dikonversi oleh ADS1115 dan diproses oleh mikrokontroler ESP32. Ketiga, ESP32 mengontrol tampilan pada LCD yang menampilkan informasi seperti volume air dan status operasi, serta mengendalikan relay untuk mengaktifkan pompa yang memompa air melalui filter untuk memastikan air yang dikeluarkan bersih dan aman. Keempat, air yang telah difilter disimpan dalam wadah penampung, dan ketika koin divalidasi dan perintah diberikan oleh mikrokontroler, pompa kedua mengalirkan air dari wadah penampung ke outlet (Air Keluar) untuk dikonsumsi pengguna. Terakhir, buzzer dapat memberikan indikasi kepada pengguna ketika transaksi berhasil atau jika terjadi kesalahan. Sistem ini dirancang untuk memberikan kemudahan dalam memperoleh air minum berkualitas tinggi dengan menggunakan sistem pembayaran koin yang mudah, memungkinkan pengguna mendapatkan air secara instan dengan hanya memasukkan koin ke dalam mesin.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Rangkaian Power Supply

Pada rangkaian ini, power supply digunakan untuk mengubah tegangan input dari adaptor menjadi tegangan stabil 12 volt dan 5 volt. Adaptor biasanya memiliki tegangan sekitar 12-14 volt. Power supply ini terdiri dari dua regulator

tegangan: satu regulator untuk menghasilkan output 12 volt yang stabil, dan satu regulator lagi untuk menghasilkan output 5 volt.

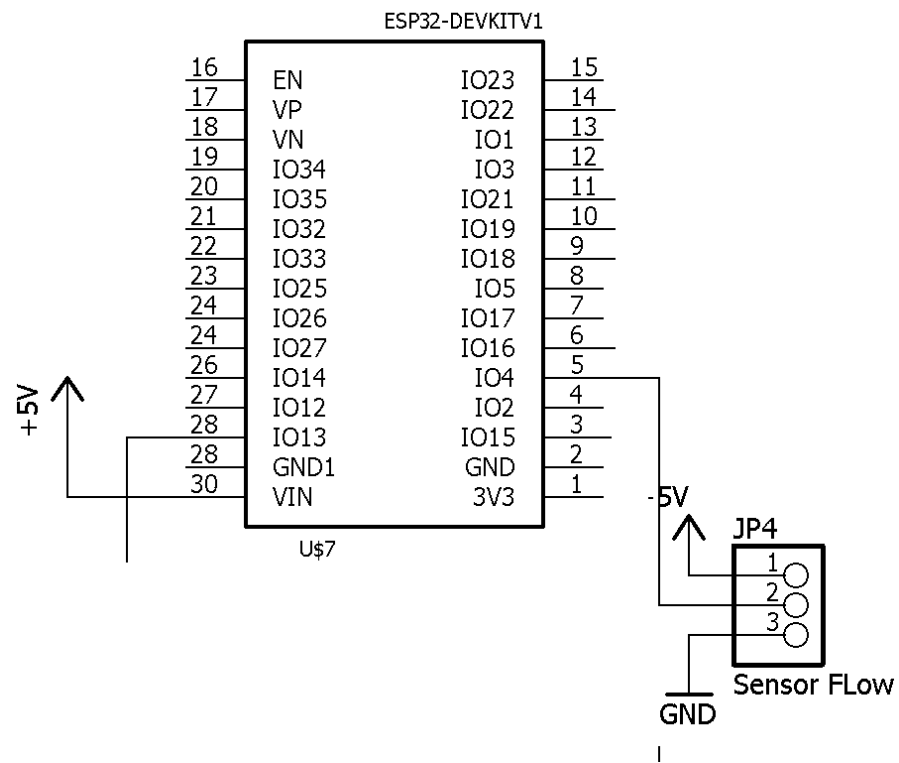


Gambar 3.2 Rangkaian Power Supply

Regulator pertama, yang mengubah tegangan input menjadi 12 volt, digunakan untuk menyuplai daya ke komponen atau sistem yang memerlukan tegangan 12 volt. Regulator kedua, yang mengubah tegangan input menjadi 5 volt, digunakan untuk menyuplai daya ke mikrokontroler seperti ESP32 atau Arduino, serta perangkat lain yang memerlukan tegangan 5 volt untuk beroperasi.

3.5.2 Rangkaian Sensor *Flowmeter*

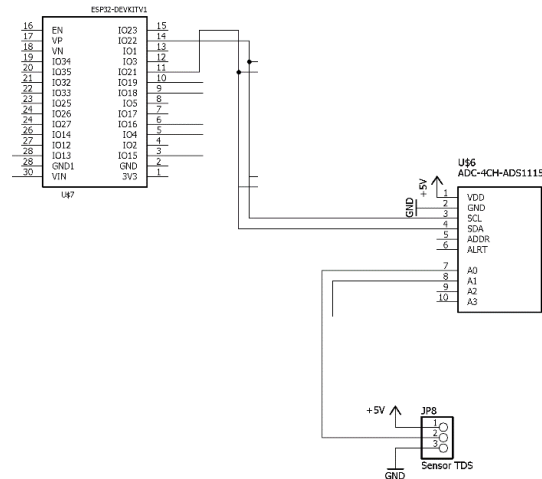
Pada rangkaian ini, sensor flowmeter terhubung ke pin digital 5 pada ESP32, yang berfungsi sebagai input data pembacaan aliran cairan ke mikrokontroler. Data yang diperoleh dari sensor akan diproses dan dikalibrasi oleh ESP32. Pin Vcc sensor flowmeter terhubung ke pin Vcc pada ESP32 untuk menyuplai daya, sedangkan pin GND sensor flowmeter terhubung ke pin GND pada ESP32 untuk memastikan koneksi ground yang stabil. Dengan konfigurasi ini, ESP32 dapat membaca dan memproses data dari sensor flowmeter untuk aplikasi yang membutuhkan pengukuran aliran cairan.



Gambar 3.3 Rangkaian Sensor Flowmeter

3.5.3 Rangkaian ADS1115 dan Sensor *Total Dissolved Solids*

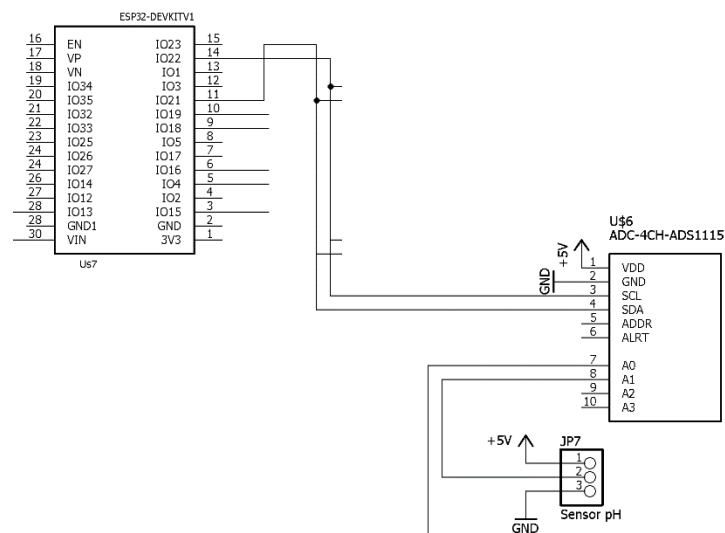
Pada rangkaian ini, sensor TDS (Total Dissolved Solids) terhubung ke pin A0 dari modul ADS1115, yang berfungsi sebagai konverter analog-ke-digital untuk meningkatkan resolusi pembacaan sensor. Modul ADS1115 ini kemudian terhubung ke ESP32 melalui komunikasi I2C, dengan pin SCL dan SDA dari ADS1115 terhubung ke pin SCL dan SDA pada ESP32. Tegangan masukan untuk modul ADS1115 adalah 5V, yang dapat disuplai dari sumber daya yang sesuai seperti regulator 5V. Konfigurasi ini memungkinkan ESP32 untuk membaca data sensor TDS dengan akurasi tinggi, karena modul ADS1115 mampu mengubah sinyal analog dari sensor TDS menjadi data digital yang dapat diolah oleh ESP32.



Gambar 3.4 Rangkaian Sensor TDS

3.5.4 Rangkaian ADS1115 dan Sensor pH

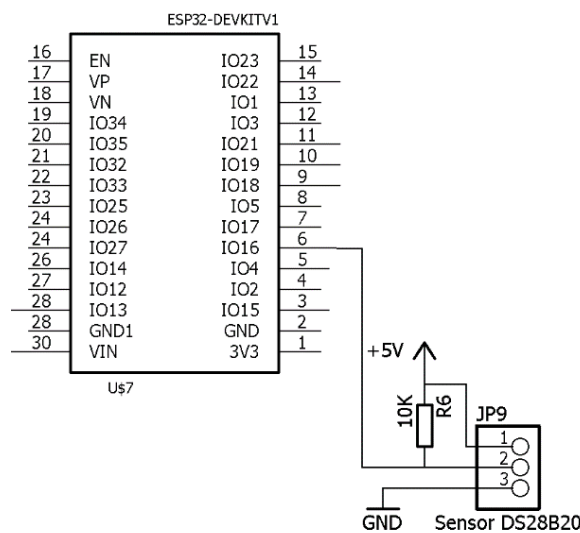
Pada rangkaian ini, sensor pH terhubung ke pin A1 dari modul ADS1115, yang berfungsi sebagai konverter analog-ke-digital untuk meningkatkan resolusi dan akurasi pembacaan sensor. Modul ADS1115 ini menerima tegangan masukan sebesar 5V untuk operasinya. Data yang diperoleh dari sensor pH kemudian dikirimkan ke ESP32 melalui komunikasi I2C, dengan pin SCL dan SDA dari ADS1115 terhubung ke pin SCL dan SDA pada ESP32. Dengan konfigurasi ini, sinyal analog dari sensor pH diubah menjadi data digital oleh ADS1115, sehingga ESP32 dapat memproses dan menganalisis data pH dengan presisi tinggi.



Gambar 3.5 Rangkaian Sensor pH

3.5.5 Rangkaian Sensor Suhu

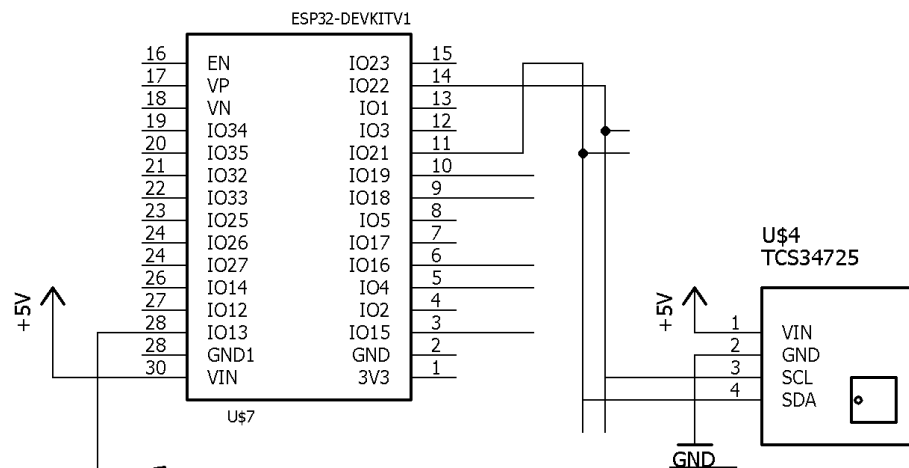
Pada rangkaian ini, sensor suhu DS18B20 terhubung dengan menggunakan sebuah resistor pull-up 10k ohm dan sumber tegangan 5V. Pin data dari sensor DS18B20 dihubungkan ke salah satu pin digital I/O pada ESP32, yaitu pin digital 16. Konfigurasi ini bekerja sebagai berikut: tegangan 5V disuplai ke sensor DS18B20 dan melalui resistor 10k ohm yang bertindak sebagai resistor pull-up untuk memastikan sinyal data tetap stabil dan dalam kondisi high ketika tidak ada transmisi data. Pin data sensor DS18B20 yang terhubung ke pin digital 16 pada ESP32 memungkinkan mikrokontroler untuk berkomunikasi dengan sensor, membaca data suhu, dan memprosesnya sesuai kebutuhan.



Gambar 3.6 Rangkaian Sensor Suhu

3.5.6 Rangkaian Sensor Warna

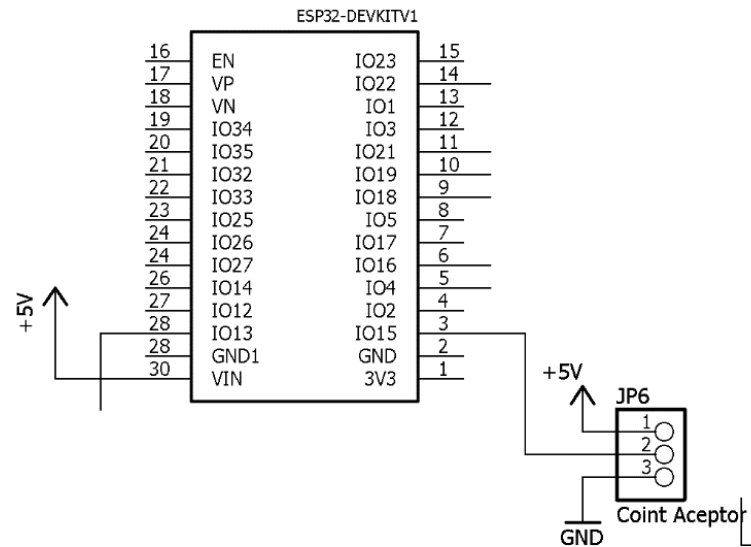
Pada rangkaian ini, sensor warna TCS34725 terhubung ke ESP32 melalui komunikasi I2C. Pin SCL (Serial Clock Line) dan SDA (Serial Data Line) dari sensor TCS34725 terhubung ke pin SCL dan SDA pada ESP32. Sensor ini mendapatkan tegangan masukan sebesar 5V dari sumber daya yang sesuai. Koneksi ini memungkinkan ESP32 untuk berkomunikasi dengan sensor TCS34725, membaca data warna yang dihasilkan oleh sensor, dan mengolah informasi tersebut untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan deteksi dan analisis warna. Dengan tegangan input 5V, sensor TCS34725 dapat beroperasi dengan optimal, memberikan pembacaan warna yang akurat dan stabil.



Gambar 3.7 Rangkaian Sensor Warna

3.5.7 Rangkaian LCD 16x2

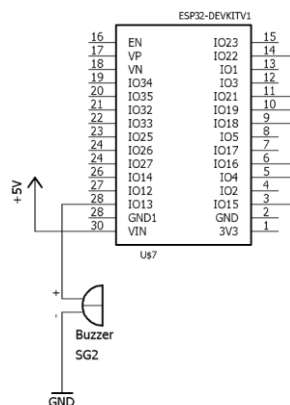
LCD 16x2 dihubungkan ke ESP32 melalui jalur komunikasi I2C menggunakan pin SCL (Serial Clock Line) dan SDA (Serial Data Line). Dengan konfigurasi ini, ESP32 bertindak sebagai master dalam komunikasi I2C, sedangkan LCD 16x2 berperan sebagai slave. Pin SCL dan SDA dari LCD 16x2 dihubungkan ke pin SCL dan SDA pada ESP32 untuk mengatur aliran data antara kedua perangkat. Melalui protokol I2C, ESP32 dapat mengirimkan perintah dan data ke LCD 16x2 untuk menampilkan informasi seperti teks, angka, atau simbol. Komponen ini mendapatkan tegangan masukan sebesar 5V dari sumber daya yang sesuai. Koneksi ini memungkinkan penggunaan LCD 16x2 sebagai antarmuka tampilan untuk proyek ESP32, memberikan visualisasi yang jelas dan informatif kepada pengguna.



Gambar 3.9 Rangkaian Coin Acceptor

3.5.9 Rangkaian Buzzer

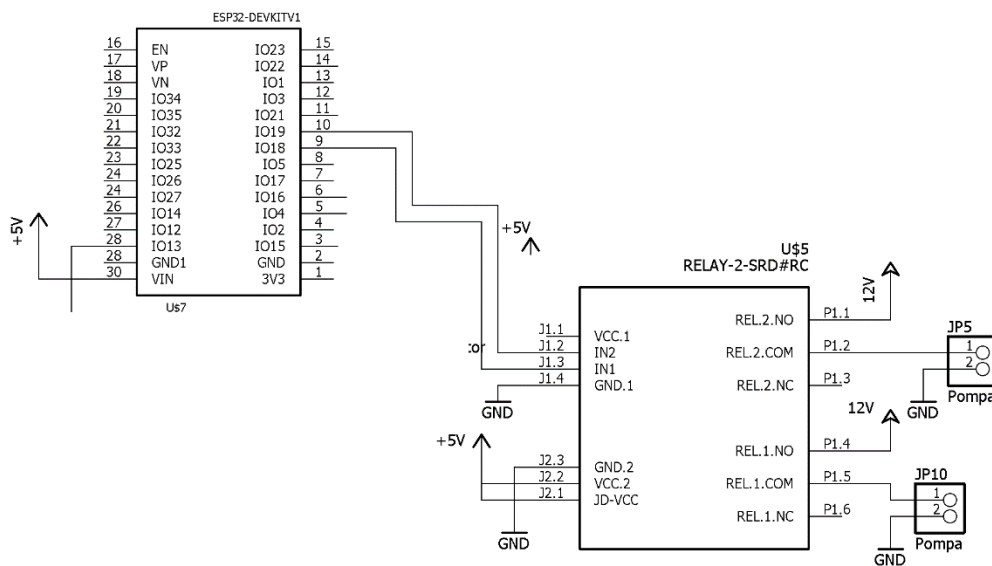
Buzzer dihubungkan ke pin digital IO13 pada ESP32 dengan sumber tegangan 5V. Dengan konfigurasi ini, ESP32 dapat mengendalikan buzzer dengan mengatur output pada pin digital IO13. Tegangan 5V disuplai ke buzzer untuk memberikan daya yang cukup agar buzzer dapat berfungsi dengan baik. Melalui kontrol dari pin digital IO13, ESP32 dapat menghasilkan suara dari buzzer sesuai dengan kebutuhan aplikasi, seperti memberikan notifikasi atau alarm. Ini memungkinkan ESP32 untuk menyediakan umpan balik audio dalam proyeknya dengan menggunakan buzzer sebagai perangkat keluaran suara.



Gambar 3.10 Rangkaian Buzzer

3.4.10 Rangkaian Relay dan Pompa Air

Dua pompa air yang masing-masing menggunakan input 12V dihubungkan ke relay 2 channel. Dua relay ini dikendalikan oleh ESP32 untuk mengatur pengoperasian pompa air. Pin IN1 dari relay pertama terhubung ke pin IO18 pada ESP32, sedangkan pin IN2 dari relay kedua terhubung ke pin IO19 pada ESP32. Kedua relay menggunakan sumber tegangan masukan sebesar 5V untuk mengaktifkan coil relay dan mengendalikan saklar internalnya.



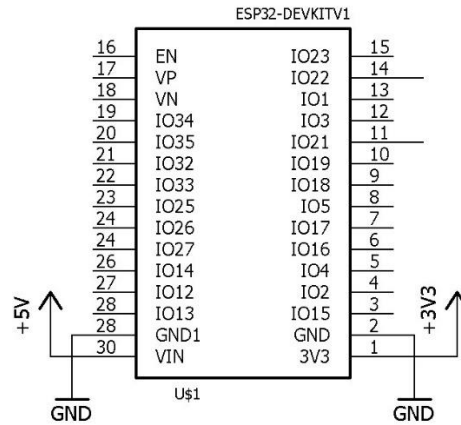
Gambar 3.11 Rangkaian Pompa Air

Dengan konfigurasi ini, ESP32 dapat mengontrol pengoperasian pompa air dengan mengatur output pada pin IO18 dan IO19. Ketika pin IO18 atau IO19 diset menjadi HIGH, relay terkait akan mengalirkan tegangan 12V ke pompa air yang sesuai, mengaktifkannya. Ketika pin tersebut diset menjadi LOW, relay akan memutuskan aliran tegangan, mematikan pompa air. Dengan menggunakan relay, ESP32 dapat mengontrol pompa air secara efektif dan aman, memungkinkan otomatisasi pengoperasian sistem air sesuai dengan kebutuhan proyek.

3.4.11 Rangkaian ESP32

ESP32 berperan sebagai penyedia tegangan 3.3V dan 5V dalam rangkaian. Tegangan 3.3V biasanya digunakan untuk memberi daya ke perangkat-perangkat

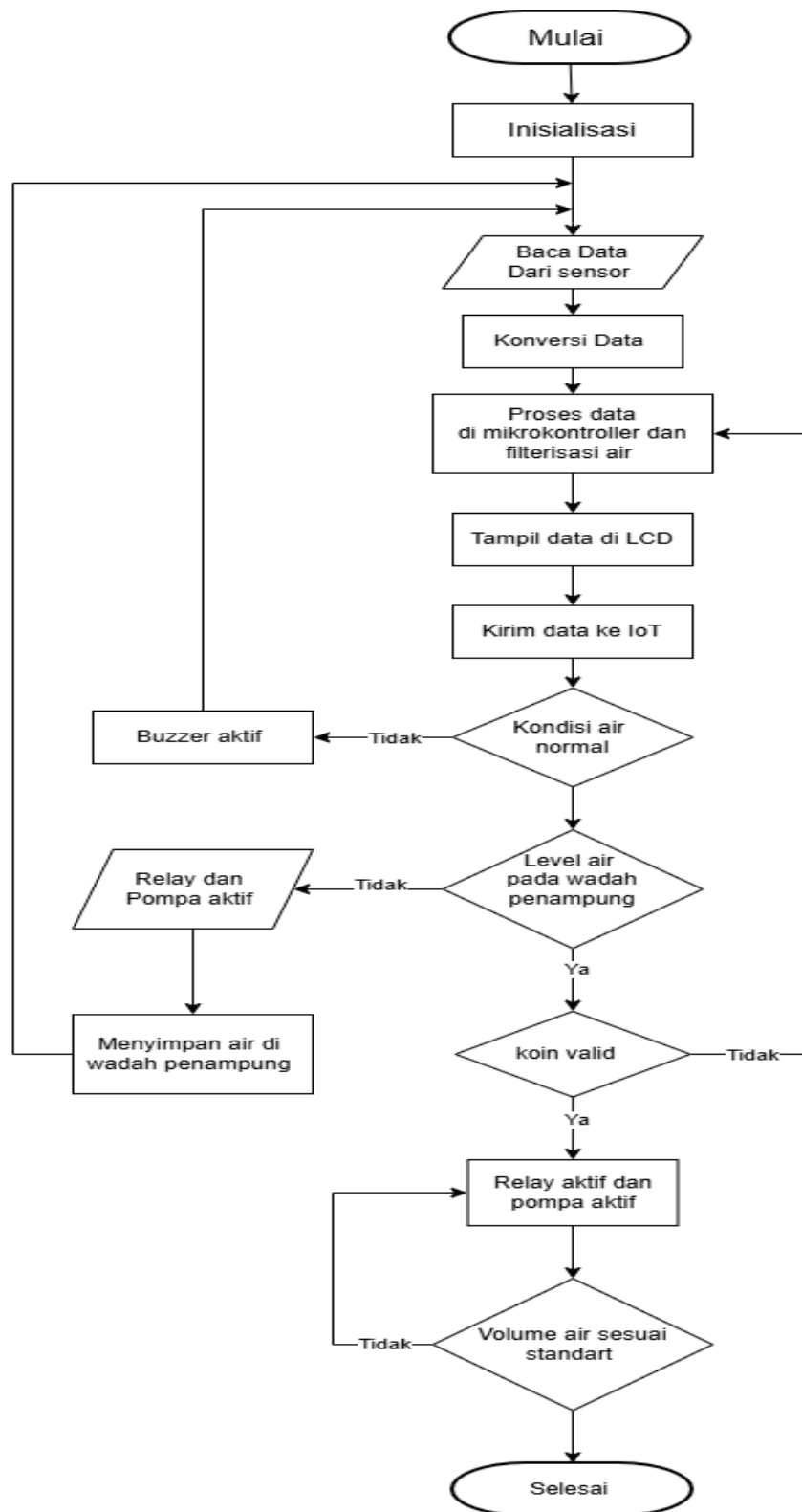
seperti sensor-sensor dan modul-modul yang membutuhkan tegangan kerja rendah, sementara tegangan 5V digunakan untuk memberi daya ke perangkat-perangkat yang membutuhkan tegangan yang lebih tinggi.



Gambar 3.12 Rangkaian ESP32

Dengan konfigurasi ini, ESP32 bertanggung jawab untuk menghasilkan dan mengatur kedua tegangan ini sesuai dengan kebutuhan sistem. Tegangan 3.3V biasanya dihasilkan melalui regulator tegangan internal di ESP32, sedangkan tegangan 5V dapat dihasilkan melalui regulator eksternal atau menggunakan sumber daya eksternal yang sesuai. Kedua tegangan ini penting untuk mendukung operasi yang stabil dan optimal dari berbagai komponen dalam rangkaian, memastikan bahwa masing-masing perangkat menerima tegangan yang sesuai dengan spesifikasi mereka.

3.6 Flowchart



Gambar 3.13 Flowchart

Pada Gambar 3.13 ditunjukkan sebuah flowchart yang menjelaskan mekanisme kerja sistem mesin penjualan air siap minum yang dilengkapi teknologi sinar ultraviolet serta pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things (IoT). Tahapan proses diawali dengan inisialisasi sistem, di mana seluruh komponen seperti sensor, mikrokontroler, dan modul komunikasi diaktifkan. Setelah tahap inisialisasi selesai, sistem melakukan pembacaan data dari sensor-sensor yang terpasang, meliputi sensor pH, sensor TDS, sensor ketinggian air, dan sensor warna. Data yang diperoleh dari sensor tersebut masih berupa sinyal analog, sehingga dikonversi menjadi data digital menggunakan modul ADC ADS1115 agar dapat diproses oleh mikrokontroler ESP-32.

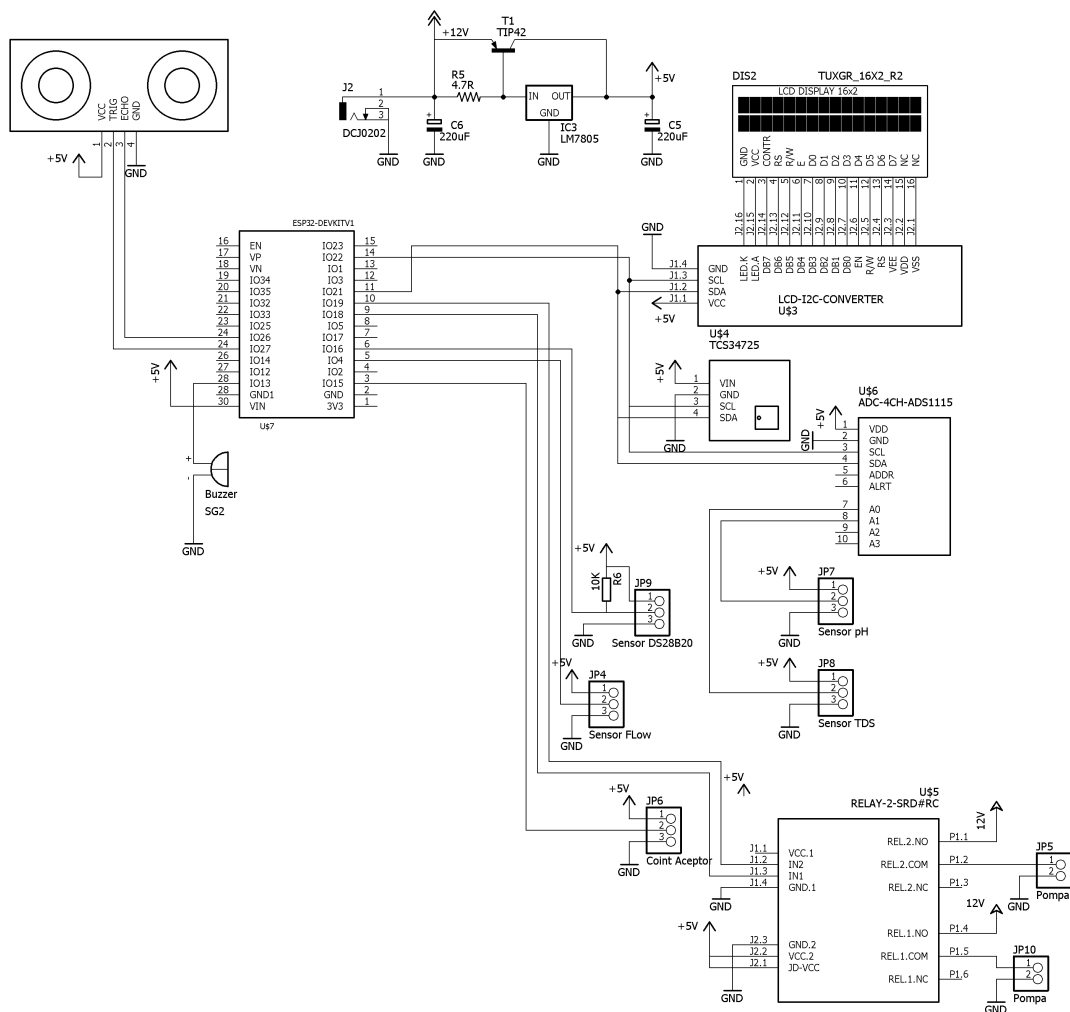
Data digital hasil konversi selanjutnya diolah oleh ESP-32 dan di filterisasi untuk menentukan kondisi kualitas air. Informasi hasil pengolahan tersebut ditampilkan pada layar LCD serta dikirimkan ke platform IoT. Sistem kemudian mengevaluasi apakah kondisi air berada dalam kategori normal. Penentuan kondisi normal ini didasarkan pada nilai sensor pH, TDS, dan warna, di mana apabila nilai pH berada di bawah 6, buzzer akan aktif sebagai indikator peringatan. Apabila kondisi air terdeteksi tidak normal, buzzer akan menyala sebagai tanda bahwa komponen dan peralatan di dalam sistem perlu dilakukan pemeriksaan lebih lanjut.

Tahap berikutnya adalah pemeriksaan ketinggian air pada wadah penampung sementara yang dilengkapi dua buah probe untuk mendeteksi batas air atas dan bawah. Jika kedua probe tidak terendam air, maka relay dan pompa akan diaktifkan. Sebaliknya, apabila hanya salah satu probe yang tidak terendam, relay dan pompa tidak akan bekerja. Apabila level air berada di bawah batas yang ditentukan, sistem akan mengaktifkan relay dan pompa untuk disimpan ke dalam wadah penampung.

Setelah kondisi air dinyatakan normal, sistem selanjutnya mendeteksi keberadaan koin melalui coin acceptor. Jika koin tidak terdeteksi atau tidak valid, relay dan pompa tetap dalam kondisi tidak aktif. Namun, apabila koin terdeteksi dan dinyatakan valid, sistem akan mengaktifkan relay dan pompa, kemudian sistem akan mengisi air sesuai dengan volume air yang diminta pengguna. Jika volume tersebut masih berada di bawah batas yang telah ditetapkan, relay dan pompa akan diaktifkan untuk menyalurkan air kepada pengguna. Seluruh proses ini memastikan

bahwa air yang dikeluarkan telah melalui tahapan filtrasi dan sterilisasi menggunakan sinar ultraviolet, sehingga aman untuk dikonsumsi. Dengan demikian, diagram alir ini menggambarkan keseluruhan alur kerja mesin penjualan air siap minum yang mampu menjamin kualitas air yang bersih, aman, dan sehat, serta memungkinkan pemantauan kualitas air secara real-time.

3.7 Rangkaian Keseluruhan



Gambar 3.14 Rangkaian Keseluruhan

Pada gambar 3.14 rangkaian sistem mesin penjualan air siap minum ini dirancang sebagai suatu sistem terintegrasi berbasis mikrokontroler yang menggabungkan fungsi monitoring kualitas air, sistem pembayaran otomatis, serta pengendalian aktuator berupa pompa air. Sumber daya utama sistem berasal dari adaptor 12V DC yang kemudian diolah melalui rangkaian power supply

menggunakan IC regulator LM7805 dan transistor TIP42 untuk menghasilkan tegangan keluaran yang stabil sebesar 5V dan 12V. Tegangan 5V digunakan untuk menyuplai mikrokontroler, sensor, serta modul pendukung lainnya, sedangkan tegangan 12V digunakan untuk mengoperasikan pompa air melalui relay. Sebagai pusat kendali sistem, mikrokontroler ESP32 berfungsi untuk mengolah seluruh data masukan dari sensor serta memberikan perintah ke aktuator. ESP32 terhubung dengan berbagai sensor yang digunakan untuk memantau kualitas dan kondisi air secara real-time. Sensor pH dan sensor TDS yang menghasilkan sinyal analog dihubungkan ke modul ADC ADS1115 untuk meningkatkan akurasi pembacaan, kemudian data digital dikirim ke ESP32 melalui komunikasi I2C. Selain itu, sensor suhu DS18B20 digunakan untuk mengukur temperatur air dengan sistem komunikasi one-wire, sementara sensor warna TCS34725 digunakan untuk mendeteksi kejernihan air melalui komunikasi I2C.

Sensor flow meter berfungsi untuk mengukur volume air yang mengalir dengan menghasilkan sinyal pulsa yang dihitung oleh ESP32. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketinggian air pada tangki penampungan. Untuk menampilkan informasi secara lokal kepada pengguna, sistem dilengkapi dengan LCD 16x2 yang telah menggunakan modul I2C sehingga hanya memerlukan dua jalur komunikasi, yaitu SDA dan SCL. Informasi yang ditampilkan meliputi nilai pH, TDS, suhu, volume air, serta status sistem. Selain itu, buzzer digunakan sebagai indikator suara yang akan aktif ketika terjadi kondisi tertentu, seperti kualitas air yang tidak memenuhi standar atau proses transaksi selesai. Sistem pembayaran menggunakan coin acceptor yang berfungsi untuk mendeteksi koin yang dimasukkan oleh pengguna. Modul ini menghasilkan sinyal pulsa digital yang diterima oleh ESP32 sebagai indikator bahwa pembayaran telah dilakukan. Setelah koin divalidasi, ESP32 akan mengaktifkan relay untuk menyalakan pompa air. Relay yang digunakan merupakan relay dua kanal, di mana masing-masing kanal mengontrol pompa air yang berbeda, yaitu pompa pengisian dan pompa distribusi air ke pengguna. Selain bekerja secara lokal, sistem ini juga dilengkapi dengan teknologi Internet of Things (IoT) yang memungkinkan pemantauan data secara jarak jauh melalui platform ThingSpeak. ESP32 memanfaatkan konektivitas Wi-Fi internal untuk mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke server ThingSpeak

secara periodik melalui protokol HTTP. Data yang dikirim meliputi parameter kualitas air seperti nilai pH, TDS, suhu, serta parameter operasional seperti debit aliran air dan status sistem. Setiap parameter ditempatkan pada field yang berbeda di dalam channel ThingSpeak sehingga dapat divisualisasikan dalam bentuk grafik secara real-time. Dengan adanya integrasi IoT ini, pengguna atau pengelola dapat memantau kondisi kualitas air dan performa sistem kapan saja dan di mana saja melalui dashboard ThingSpeak. Selain itu, data historis yang tersimpan pada platform tersebut dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut, seperti evaluasi kualitas air, deteksi dini kerusakan sistem, serta pengambilan keputusan berbasis data. Hal ini menjadikan sistem tidak hanya berfungsi sebagai mesin penjual otomatis, tetapi juga sebagai sistem monitoring cerdas yang meningkatkan keandalan dan transparansi kualitas air yang dihasilkan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengukuran dan Hasil Pengukuran Sistem

Mesin penjualan air siap minum dilengkapi sinar ultraviolet dan monitoring kualitas air telah selesai dirancang. Perancangan alat ini telah dilakukan dengan beberapa tahapan pengujian berkala. Gambar 4.1 merupakan rangkaian keseluruhan alat yang telah dirancang.



Gambar 4.1 Tampilan Keseluruhan Mesin Penjualan Air Siap Minum

4.2 Pengujian dan Pembahasan Alat

4.2.1 Pengujian Adaptor 12V 2A

Rangkaian power supply yang menggunakan regulator ini berfungsi untuk menstabilkan tegangan meskipun tegangan input mengalami kenaikan. Output dari rangkaian ini disesuaikan dengan kebutuhan mikrokontroler, yaitu 5V dengan arus minimal 10mA. Pengujian rangkaian regulator ini bertujuan untuk memastikan

kelayakannya dalam aplikasi. Hal ini penting untuk mencegah kerusakan pada mikrokontroler dan komponen pendukung lainnya seperti sensor, resistor, transistor, dan sebagainya. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan input dan output pada regulator untuk memastikan output tetap pada 5V. Berikut ini adalah data tegangan input dan output yang dihasilkan oleh regulator saat diberi suplai.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Rangkaian Regulator

No.	Perulangan	Input (V)	Output (V)
1	Pertama	11.98	5.01
2	Kedua	11.98	5.01
3	Ketiga	11.99	5.01

Dari hasil pengujian ditampilkan pada tabel 4.1 regulator tegangan berhasil menstabilkan tegangan output pada 5.01V meskipun tegangan input sedikit bervariasi antara 11.98V dan 11.99V. Hasil pengujian menunjukkan bahwa regulator berfungsi dengan baik dalam menjaga tegangan output tetap stabil pada 5V, yang sesuai dengan kebutuhan mikrokontroler. Ini menunjukkan bahwa regulator dapat diandalkan untuk digunakan dalam aplikasi yang memerlukan tegangan stabil untuk menghindari kerusakan pada mikrokontroler dan komponen pendukung lainnya.

4.2.2 Pengujian Mikrokontroler ESP32

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa ESP32 berfungsi dengan baik dan dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan sistem yang telah dirancang. Rangkaian ESP32 ini akan diintegrasikan dengan berbagai sensor.

```
uint32_t chipId = 0;
void setup() {
  Serial.begin(115200);
}
void loop() {
  for(int i=0; i<17; i=i+8) {
    chipId |= ((ESP.getEfuseMac() >> (40 - i)) & 0xff) << i;
```

```

}
Serial.printf("ESP32 Chip model = %s Rev %d\n", ESP.getChipModel(),
ESP.getChipRevision());
Serial.printf("This chip has %d cores\n", ESP.getChipCores());
Serial.print("Chip ID: "); Serial.println(chipId);
delay(3000);
}

```

Program ini bertujuan untuk mengumpulkan dan menampilkan informasi dasar mengenai chip ESP32, termasuk model, revisi, jumlah core, dan ID unik chip. Setiap 3 detik, informasi ini ditampilkan di Serial Monitor, memberikan pengguna informasi penting mengenai perangkat keras ESP32 yang sedang digunakan. Program ini sangat berguna untuk tujuan identifikasi dan debugging perangkat ESP32. Berikut hasil pengujian pada mikrokontroler yang ditampilkan pada gambar 4.2 dibawah ini.

Gambar 4.2 Hasil pengujian ESP32

4.2.3 Pengujian Coin Acceptor

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa coin acceptor dapat mendeteksi koin 500 rupiah dengan baik dan mengirimkan sinyal ke ESP32 melalui pin 5. Selama pengujian, setiap kali koin 500 rupiah dimasukkan ke coin acceptor, ESP32 akan mendeteksi sinyal dan memberikan respons yang sesuai.

```
int coinPin = 5; // Pin 5 untuk koneksi coin acceptor
```

```
int coinValue = 500; // Nilai koin 500 rupiah
```

```
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
  pinMode(coinPin, INPUT);  
}  
  
void loop() {  
  if (digitalRead(coinPin) == HIGH) {  
    Serial.println("Koin 500 rupiah terdeteksi");  
    delay(60.000); // Tunggu 1 menit agar tidak terdeteksi secara berulang  
  }  
}
```

Hasil pengujian menunjukkan bahwa coin acceptor terhubung ke pin 5 pada ESP32 mampu mendeteksi koin 500 rupiah dengan akurat dan konsisten. Sinyal dari coin acceptor diterima dengan baik oleh ESP32, yang memberikan respons yang tepat setiap kali koin dimasukkan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan coin acceptor pada ESP32 dapat diandalkan untuk aplikasi yang memerlukan penerimaan koin, seperti mesin penjual atau permainan arcade. Meskipun demikian, perlu dilakukan pemeliharaan rutin untuk menjaga kinerja coin acceptor tetap optimal dalam jangka panjang.

4.2.4 Pengujian Flowsensor

Pengujian flowsensor yang terhubung ke pin 4 pada ESP32 dilakukan dalam konteks pengembangan sistem monitoring dan pengendalian aliran air. Flowsensor digunakan sebagai sensor utama untuk mengukur laju aliran air dalam sebuah sistem. Pengujian ini menjadi krusial karena ketepatan dan keakuratan pengukuran aliran air sangat penting dalam berbagai aplikasi, seperti sistem irigasi otomatis, pengendalian proses industri, atau monitoring konsumsi air rumah tangga. Melalui pengujian ini, diharapkan ESP32 dapat bekerja secara konsisten dan akurat dalam mengambil data dari flowsensor, serta mampu mengolah data tersebut untuk memberikan informasi yang berguna terkait dengan aliran air yang diukur. Dengan hasil yang memuaskan dari pengujian ini, diharapkan ESP32 dapat menjadi

platform yang handal untuk aplikasi-aplikasi yang memerlukan monitoring dan pengukuran aliran air yang akurat.

```
int flowSensorPin = 4; // Pin 4 untuk koneksi flowsensor
volatile int pulseCount; // Jumlah pulse yang dihitung oleh flowsensor
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(flowSensorPin, INPUT);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(flowSensorPin), countPulse, FALLING);
}

void loop() {
  pulseCount = 0; // Reset jumlah pulse
  delay(1000); // Hitung pulse selama 1 detik
  float flowRate = ((pulseCount * 2.25) / 1000); // Menghitung laju aliran air dalam liter per detik
  Serial.print("Laju aliran air: ");
  Serial.print(flowRate);
  Serial.println(" L/s");
}

void countPulse() {
  pulseCount++;
}
```

Pengujian flowsensor pada pin 4 ESP32 menunjukkan bahwa ESP32 dapat mengambil data dari flowsensor dengan akurat dan memberikan respons yang tepat terhadap perubahan aliran air yang terdeteksi. Hal ini menunjukkan bahwa ESP32 dapat diandalkan dalam aplikasi yang memerlukan monitoring dan kontrol aliran air, seperti pengelolaan air, kontrol kualitas air, dan monitoring konsumsi air. Dengan demikian, ESP32 dapat menjadi platform yang baik untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan pengukuran aliran air yang akurat.

Tabel 4.2 Data pengujian flowsensor

Percobaan	Jumlah Pulse	Volume Air (ml) (Flowsensor)	Volume Air (ml) (Gelas Ukur)	Volume Seharusnya (ml)
1	300	249,75	250	250
2	298	249,50	250	250
3	302	250,50	250	250
4	300	249,75	250	250
5	299	249,63	250	250
6	301	250,13	250	250
7	300	249,75	250	250
8	299	249,63	250	250
9	300	249,75	250	250
10	298	249,50	250	250

Dari hasil pengujian ditampilkan pada tabel 4.2 dilakukan pengujian sebanyak 10 kali dengan mengukur jumlah pulse yang dihasilkan oleh flowsensor. Volume air yang diukur oleh flowsensor kemudian dihitung berdasarkan jumlah pulse dan kalibrasi flowsensor. Volume air yang diukur menggunakan gelas ukur dibandingkan dengan volume seharusnya yang seharusnya 250mL. Dari hasil percobaan, terlihat bahwa pengukuran dengan flowsensor memberikan hasil yang cukup akurat dengan perbedaan volume yang kecil dari volume seharusnya.

4.2.5 Pengujian Sensor Level Air

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sensor ultrasonik HC-SR04 dalam mengukur ketinggian air serta mengontrol kerja pompa secara otomatis. Sensor membaca jarak permukaan air terhadap posisi sensor, kemudian data tersebut dikonversi menjadi ketinggian air dan diproses oleh mikrokontroler untuk menentukan kondisi pompa. Sistem dirancang menggunakan metode kontrol berbasis ambang batas (threshold), di mana pompa akan aktif ketika air berada pada level rendah dan nonaktif saat air mencapai batas maksimum. Pengujian ini dilakukan dalam dua kondisi, yaitu saat pengosongan dan pengisian air, guna melihat konsistensi pembacaan sensor serta respons sistem kontrol.

```

// Pin HC-SR04
#define TRIG_PIN 27
#define ECHO_PIN 26

// Pin Relay Pompa
#define RELAY_PIN 25 // aktif LOW

// Batas ketinggian air (cm)
#define BATAS_BAWAH 9
#define BATAS_ATAS 35

long duration;
float distance;
float tinggi_air;

// Tinggi maksimum tangki (cm)
#define TINGGI_TANGKI 40

bool statusPompa = false;

void setup() {
  Serial.begin(115200);

  pinMode(TRIG_PIN, OUTPUT);
  pinMode(ECHO_PIN, INPUT);
  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);

  digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH); // Pompa OFF (relay aktif LOW)
}

void loop() {

  // Trigger HC-SR04
  digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);

  // Baca Echo
  duration = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);

  // Hitung jarak (cm)
  distance = duration * 0.034 / 2;

  // Hitung tinggi air
  tinggi_air = TINGGI_TANGKI - distance;

  // Logika kontrol berdasarkan data Anda
  if (tinggi_air <= BATAS_BAWAH) {
    statusPompa = true;
  }
  else if (tinggi_air >= BATAS_ATAS) {

```

```

    statusPompa = false;
}

// Kontrol relay (aktif LOW)
if (statusPompa) {
    digitalWrite(RELAY_PIN, LOW); // Pompa ON
} else {
    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH); // Pompa OFF
}

// Serial Monitor
Serial.print("Jarak: ");
Serial.print(distance);
Serial.print(" cm | Tinggi Air: ");
Serial.print(tinggi_air);
Serial.print(" cm | Pompa: ");
Serial.println(statusPompa ? "AKTIF" : "NONAKTIF");

delay(1000);
}

```

Tabel 4.3 Data pada saat pengosongan

No	Ketinggian Air	
	(cm)	Status pompa
1	35	NonAktif
2	33	NonAktif
3	31	NonAktif
4	29	NonAktif
5	27	NonAktif
6	25	NonAktif
7	23	NonAktif
8	21	NonAktif
9	19	NonAktif
10	17	NonAktif
11	15	NonAktif
12	13	NonAktif
13	11	NonAktif
14	9	Aktif

Dari hasil pengujian ditampilkan pada tabel 4.3 pada pengujian saat pengosongan air, ketinggian air mengalami penurunan secara bertahap dari 35 cm

hingga 9 cm. Berdasarkan data yang diperoleh, pompa berada dalam kondisi nonaktif pada rentang ketinggian 35 cm hingga 11 cm. Hal ini menunjukkan bahwa sistem masih mendeteksi kondisi air dalam keadaan cukup. Namun, ketika ketinggian air mencapai 9 cm, pompa berubah menjadi aktif. Perubahan status ini menunjukkan bahwa sistem telah berhasil mendeteksi batas minimum ketinggian air dan merespons dengan mengaktifkan pompa sebagai upaya pengisian ulang.

Data pengujian pengosongan menunjukkan bahwa nilai ketinggian air berkurang secara bertahap dengan interval yang relatif konstan, yaitu sekitar 2 cm setiap pengukuran. Status pompa tetap nonaktif pada sebagian besar data hingga mencapai titik minimum. Pola ini mengindikasikan bahwa sensor HC-SR04 mampu memberikan pembacaan yang stabil dan sistem kontrol bekerja sesuai dengan logika yang telah dirancang. Aktivasi pompa pada titik terendah juga menunjukkan bahwa sistem memiliki ambang batas bawah yang jelas dan responsif.

Tabel 4.4 Data pada saat pengisian

No	Ketinggian Air	
	(cm)	Status pompa
1	9	Aktif
2	11	Aktif
3	13	Aktif
4	15	Aktif
5	17	Aktif
6	19	Aktif
7	21	Aktif
8	23	Aktif
9	25	Aktif
10	27	Aktif
11	29	Aktif
12	31	Aktif
13	33	Aktif
14	35	NonAktif

Dari hasil pengujian ditampilkan pada tabel 4.4 pada pengujian saat pengisian air, ketinggian air meningkat dari 9 cm hingga 35 cm. Data menunjukkan bahwa

pompa berada dalam kondisi aktif selama proses pengisian, yaitu pada rentang 9 cm hingga 33 cm. Pompa baru berubah menjadi nonaktif ketika ketinggian air mencapai 35 cm, yang menunjukkan bahwa batas maksimum telah tercapai. Hal ini menandakan bahwa sistem mampu menghentikan proses pengisian secara otomatis untuk mencegah terjadinya kelebihan air.

Data pengujian pengisian memperlihatkan pola kenaikan ketinggian air yang konsisten dan linear, serta status pompa yang tetap aktif hingga batas atas tercapai. Adanya perbedaan antara titik aktif (9 cm) dan titik nonaktif (35 cm) menunjukkan bahwa sistem menerapkan konsep histeresis, yang bertujuan untuk menghindari kerja pompa yang terlalu sering hidup dan mati dalam waktu singkat. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 dan sistem kontrol pompa bekerja dengan baik, stabil, dan sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan.

4.2.6 Pengujian Buzzer

Pengujian buzzer dilakukan dengan menggunakan program yang dirancang untuk menghidupkan dan mematikan buzzer secara bergantian dengan interval satu detik. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa buzzer dapat berfungsi dengan baik dan merespons perintah untuk aktif dan non-aktif sesuai dengan program yang dijalankan. Proses pengujian dimulai dengan memasang buzzer ke pin yang sesuai pada mikrokontroler, kemudian menghubungkan mikrokontroler ke sumber daya yang diperlukan. Setelah itu, program diunggah ke mikrokontroler untuk dijalankan. Selama pengujian, buzzer akan berbunyi selama satu detik, kemudian mati selama satu detik, dan proses ini akan terus berulang. Hasil yang diharapkan dari pengujian ini adalah buzzer berbunyi dan mati secara bergantian dengan interval yang tepat, menunjukkan bahwa buzzer berfungsi dengan baik dan sesuai dengan program yang dirancang.

```
void setup() {  
  pinMode(13, OUTPUT);  
}  
void loop() {  
  digitalWrite(13, HIGH);
```

```

delay(1000);
digitalWrite(13, LOW);
delay(1000);
}

```

Program ini menguji fungsi output pada pin 13 dengan menggunakan LED sebagai indikator. Dalam `setup()`, pin 13 diatur sebagai output. Selama `loop()`, LED akan menyala selama satu detik dan kemudian mati selama satu detik, secara bergantian. Dengan demikian, program ini dapat digunakan untuk menguji koneksi dan fungsi output pada pin 13 dengan mengamati perilaku LED yang berubah antara menyala dan mati dengan interval waktu yang telah ditentukan.

Program ini adalah program sederhana untuk menguji output pada pin 13 mikrokontroler. Pada setiap iterasi dalam `loop()`, pin 13 diatur ke HIGH untuk satu detik, kemudian diatur ke LOW selama satu detik, menciptakan efek berkedip. Ini adalah pengujian dasar untuk memastikan bahwa mikrokontroler ESP32 dapat mengontrol output digital dengan benar, dan dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan proyek-proyek yang lebih kompleks. Berikut hasil pengujian pada buzzer yang ditampilkan pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Data Pengujian Buzer

No.	Kondisi Buzzer	Tegangan buzzer (Volt)
1	Aktif	3,23
2	Non Aktif	0,00

4.2.7 Pengujian *Liquid Crystal Display (LCD)*

Pengujian rangkaian LCD ini dilakukan untuk menguji fungsi LCD dengan menggunakan mikrokontroler sebagai pemrogramannya. Karena LCD memiliki peran penting dalam penelitian ini untuk menampilkan hasil pengukuran sensor, pengujian dilakukan dengan memprogram mikrokontroler sesuai dengan konfigurasi rangkaian. Rangkaian LCD ini menggunakan modul konverter I2C ke LCD untuk mengurangi jumlah pin yang digunakan pada mikrokontroler ATmega328. Program yang digunakan adalah program standar yang disediakan oleh Arduino, sehingga memudahkan pengguna dalam membaca nilai keluaran

sensor. Berikut adalah contoh program standar yang menampilkan teks "Coin Di Terima" di baris pertama LCD dan menampilkan timer di baris kedua, beserta contoh hasil output program tersebut.

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
void setup()
{
    lcd.begin();
    lcd.backlight();
    lcd.print("Coin Di Terima ");
}
void loop() {
}
```

Program ini menggunakan library Wire.h untuk komunikasi I2C dan library LiquidCrystal_I2C untuk mengontrol LCD dengan alamat I2C 0x27 dan ukuran 16x2 karakter. Pada bagian setup(), program menginisialisasi LCD, menyalakan backlight, dan menampilkan teks "Coin Di Terima" di baris pertama LCD. Di dalam loop(), program mengatur kursor ke baris kedua dan mencetak waktu dalam detik sejak program dijalankan menggunakan fungsi millis(). Hasilnya, LCD akan menampilkan teks "Coin Di Terima" di baris pertama dan timer yang terus berjalan di baris kedua, menunjukkan waktu dalam detik sejak program dimulai. Berikut hasil pengujian pada LCD yang ditampilkan pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Pengujian LCD

4.2.8 Pengujian Relay dan Pompa

Relay adalah perangkat elektromekanis yang berfungsi sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan perangkat dengan tegangan dan arus yang lebih tinggi menggunakan sinyal tegangan rendah dari mikrokontroler seperti Arduino. Dalam pengujian ini, kita akan menggunakan relay untuk mengendalikan pompa air. Pompa air akan dinyalakan dan dimatikan berdasarkan input dari sensor level air yang sebelumnya telah kita uji. Hasil pengujian akan ditampilkan di serial monitor Arduino IDE.

Berikut adalah contoh program untuk mengendalikan pompa air menggunakan relay yang dikendalikan oleh sensor level air:

```
// Pin untuk sensor level air
const int bottomLevelPin = 2;
// Pin untuk level paling bawah
const int topLevelPin = 3;
// Pin untuk level paling tinggi
const int relayPin = 4;
// Pin untuk relay

void setup() {
  // Mengatur pin sebagai input
  pinMode(bottomLevelPin, INPUT);
  pinMode(topLevelPin, INPUT);

  // Mengatur pin relay sebagai output
  pinMode(relayPin, OUTPUT);

  // Memulai komunikasi serial
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // Membaca status dari sensor level air
  bool bottomLevel = digitalRead(bottomLevelPin);
```

```

bool topLevel = digitalRead(topLevelPin);
// Logika kontrol pompa berdasarkan level air
if (bottomLevel == LOW && topLevel == LOW) {
  // Jika air berada di level rendah, nyalakan pompa
  digitalWrite(relayPin, HIGH);
  Serial.println("Level air: Rendah. Pompa dinyalakan.");
} else if (bottomLevel == HIGH && topLevel == LOW) {
  // Jika air berada di level menengah, pompa tetap menyala
  digitalWrite(relayPin, HIGH);
  Serial.println("Level air: Menengah. Pompa tetap menyala.");
} else if (bottomLevel == HIGH && topLevel == HIGH) {
  // Jika air berada di level tinggi, matikan pompa
  digitalWrite(relayPin, LOW);
  Serial.println("Level air: Tinggi. Pompa dimatikan.");
}
delay(1000); // Membaca setiap 1 detik
}

```

Pengujian dilakukan dengan mengubah level air dalam wadah dan mencatat hasil pembacaan serta status pompa yang muncul di serial monitor. Hasil pembacaan ini kemudian dimasukkan ke dalam tabel berikut:

Tabel 4.6 Data pengujian pompa

No	Ketinggian air (cm)	Status Pembacaan	Status Pompa
1	≤ 9	Rendah	Aktif
2	≥ 35	Tinggi	Non Aktif

Dari hasil pengujian pada tabel 4.6 dapat disimpulkan bahwa sistem kontrol dengan relay dan sensor level air mampu mengendalikan pompa air dengan baik sesuai dengan kondisi level air. Relay berfungsi dengan baik sebagai saklar elektronik untuk menghidupkan dan mematikan pompa berdasarkan input dari sensor level air.

Dengan menggunakan tabel hasil pembacaan, kita dapat dengan mudah menganalisis dan membandingkan kinerja sistem dalam berbagai kondisi level air. Tabel ini juga dapat membantu dalam kalibrasi lebih lanjut dan pengembangan aplikasi yang memerlukan kontrol otomatis pompa air yang akurat.

4.2.9 Pengujian Sinar Ultraviolet

Sinar UV Sterilizer digunakan untuk mendisinfeksi air dengan memanfaatkan sinar ultraviolet (UV) yang mampu membunuh mikroorganisme berbahaya. Dalam pengujian ini, kita akan mengintegrasikan sinar UV Sterilizer dengan sistem kontrol pompa air menggunakan relay yang telah diuji sebelumnya. Sinar UV akan aktif ketika pompa air diaktifkan, memastikan bahwa air yang dipompa juga disterilisasi. Berikut adalah contoh program untuk mengendalikan pompa air dan sinar UV Sterilizer menggunakan relay yang dikendalikan oleh sensor level air:

```
// Pin untuk sensor level air
const int bottomLevelPin = 2;
// Pin untuk level paling bawah
const int topLevelPin = 3;
// Pin untuk level paling tinggi
const int relayPumpPin = 4;
// Pin untuk relay pompa
const int relayUvPin = 5;
// Pin untuk relay UV Sterilizer

void setup() {
  // Mengatur pin sebagai input
  pinMode(bottomLevelPin, INPUT);
  pinMode(topLevelPin, INPUT);

  // Mengatur pin relay sebagai output
  pinMode(relayPumpPin, OUTPUT);
  pinMode(relayUvPin, OUTPUT);
}
```

```

// Memulai komunikasi serial
Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // Membaca status dari sensor level air
  bool bottomLevel = digitalRead(bottomLevelPin);
  bool topLevel = digitalRead(topLevelPin);

  // Logika kontrol pompa dan UV Sterilizer berdasarkan level air
  if (bottomLevel == LOW && topLevel == LOW) {
    // Jika air berada di level rendah, nyalakan pompa dan UV Sterilizer
    digitalWrite(relayPumpPin, HIGH);
    digitalWrite(relayUvPin, HIGH);
    Serial.println("Level air: Rendah. Pompa dan UV Sterilizer dinyalakan.");
  } else if (bottomLevel == HIGH && topLevel == LOW) {
    // Jika air berada di level menengah,
    //pompa dan UV Sterilizer tetap menyala
    digitalWrite(relayPumpPin, HIGH);
    digitalWrite(relayUvPin, HIGH);
    Serial.println("Level air: Menengah. Pompa dan UV Sterilizer tetap menyala.");
  } else if (bottomLevel == HIGH && topLevel == HIGH) {
    // Jika air berada di level tinggi, matikan pompa dan UV Sterilizer
    digitalWrite(relayPumpPin, LOW);
    digitalWrite(relayUvPin, LOW);
    Serial.println("Level air: Tinggi. Pompa dan UV Sterilizer dimatikan.");
  }

  delay(1000);
  // Membaca setiap 1 detik
}

```

Pengujian dilakukan dengan mengubah level air dalam wadah dan mencatat hasil pembacaan serta status pompa dan UV Sterilizer yang muncul di serial monitor. Hasil pembacaan ini kemudian dimasukkan ke dalam tabel berikut

Tabel 4.7 Data pengujian UV

No	Ketinggian air (cm)	Kondisi Level Air	Status Pembacaan	Status Pompa	UV Sterilizer
1	≤ 9	Air di bawah 2 probe	Rendah	Aktif	Aktif
3	≥ 35	Air di atas 2 probe	Tinggi	Non Aktif	Non Aktif

Dari hasil pengujian pada tabel 4.7 dapat disimpulkan bahwa sistem kontrol dengan relay, sensor level air, pompa, dan UV Sterilizer bekerja dengan baik sesuai dengan kondisi level air. Relay berfungsi dengan baik sebagai saklar elektronik untuk menghidupkan dan mematikan pompa dan UV Sterilizer secara bersamaan berdasarkan input dari sensor level air. Dengan menggunakan tabel hasil pembacaan, kita dapat dengan mudah menganalisis dan membandingkan kinerja sistem dalam berbagai kondisi level air. Tabel ini juga dapat membantu dalam kalibrasi lebih lanjut dan pengembangan aplikasi yang memerlukan kontrol otomatis pompa dan UV Sterilizer yang akurat.

4.2.10 Pengujian Keseluruhan Sebelum di Filter dan di Sinar UV

Tabel 4.8 Data Pengujian sebelum di filter dan di sinar UV

No.	pH		TDS (ppm)		Warna			Suhu (°C)
	Rancangan	Standar	Rancangan	Standar	R	G	B	
1	4,9	5,0	260	257	789	566	398	26,1
2	3,9	4,0	257	254	789	566	398	26,3
3	4,2	4,3	256	253	790	566	398	25,6
4	4,2	4,3	262	259	791	564	397	25,5
5	4,1	4,2	263	260	790	564	398	26,1
6	3,8	3,9	256	253	790	566	397	26,1

7	3,9	4,0	263	260	790	566	397	25,6
8	3,6	3,7	257	254	789	566	397	26,3
9	4,3	4,4	262	259	789	566	398	25,5
10	3,7	3,8	262	259	789	565	398	25,6
Rata-rata	4,06	4,16	259,8	256,8	789,6	565,5	397,6	25,87

Berdasarkan data pada Tabel 4.8 hasil pengujian air sebelum melalui proses filtrasi dan penyinaran UV menunjukkan bahwa nilai pH rata-rata pada rancangan sebesar 4,06, sedangkan pada standar sebesar 4,16. Nilai ini menunjukkan bahwa air masih bersifat asam dan belum memenuhi kondisi netral. Untuk parameter TDS (Total Dissolved Solids), diperoleh nilai rata-rata sebesar 259,8 ppm pada rancangan dan 256,8 ppm pada standar. Nilai ini tergolong cukup tinggi, yang mengindikasikan masih banyaknya zat terlarut dalam air sebelum proses pengolahan. Pada parameter warna, nilai rata-rata RGB yang diperoleh adalah R = 789,6, G = 565,5, dan B = 397,6. Nilai ini menunjukkan bahwa air masih memiliki tingkat kekeruhan atau warna tertentu yang belum jernih sepenuhnya. Sementara itu, suhu air selama pengujian relatif stabil dengan rata-rata sebesar 25,87°C. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi suhu tidak mengalami perubahan signifikan selama proses pengambilan data. Secara keseluruhan, hasil pengujian sebelum filtrasi dan penyinaran UV menunjukkan bahwa kualitas air masih rendah, ditandai dengan pH asam, TDS tinggi, dan warna yang belum jernih.

Tabel 4.9 Data Pengujian Setelah Difilter dan sinar UV

No.	pH		TDS (ppm)		Warna			Suhu (°C)
	Rancangan	Standar	Rancangan	Standar	R	G	B	
1	7,4	7,3	43	45	839	586	408	26,1
2	7,4	7,3	43	45	839	586	408	26,3
3	7,2	7,1	44	45	840	586	408	25,6
4	7,1	7,0	46	46	841	584	407	25,5
5	7,0	7,0	45	46	840	584	408	26,1
6	7,1	7,0	44	45	840	586	407	26,1

7	7,1	7,0	44	45	840	586	407	25,6
8	7,1	7,0	43	44	839	586	407	26,3
9	7,0	7,0	44	45	839	586	408	25,5
10	7,0	7,0	43	45	839	585	408	25,6
Rata-rata	7,14	7,07	43,9	45,1	839,6	585,5	407,6	25,87

Berdasarkan data pada Tabel 4.9 hasil pengujian setelah air melalui proses filtrasi dan penyinaran UV menunjukkan adanya peningkatan kualitas yang signifikan. Nilai pH rata-rata pada rancangan sebesar 7,14 dan pada standar sebesar 7,07, yang menunjukkan bahwa air telah mendekati kondisi netral dan sesuai dengan standar kualitas air yang baik. Untuk parameter TDS, terjadi penurunan yang signifikan dengan nilai rata-rata sebesar 43,9 ppm pada rancangan dan 45,1 ppm pada standar. Hal ini menunjukkan bahwa proses filtrasi efektif dalam mengurangi kandungan zat terlarut dalam air. Pada parameter warna, nilai rata-rata RGB meningkat menjadi R = 839,6, G = 585,5, dan B = 407,6. Peningkatan nilai ini mengindikasikan bahwa air menjadi lebih jernih setelah melalui proses pengolahan. Suhu air tetap stabil dengan rata-rata sebesar 25,87°C, yang menunjukkan bahwa proses filtrasi dan penyinaran UV tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap suhu air. Secara keseluruhan, hasil pengujian setelah filtrasi dan penyinaran UV menunjukkan peningkatan kualitas air yang sangat baik, ditandai dengan pH netral, penurunan TDS yang signifikan, serta kejernihan air yang lebih tinggi. Pengujian ini menunjukkan bahwa kombinasi sistem filtrasi dan sinar UV Sterilizer sangat efektif dalam meningkatkan kualitas air. Setelah melalui proses filtrasi dan penyinaran UV, air menunjukkan peningkatan kualitas air yang sangat baik, ditandai dengan pH netral, penurunan TDS yang signifikan, serta kejernihan air yang lebih tinggi.

- **Peningkatan pH:** Air menjadi lebih netral, menunjukkan bahwa asam dalam air telah berhasil dinetralkan.
- **Penurunan TDS:** Jumlah padatan terlarut dalam air berkurang secara signifikan, menunjukkan efektivitas proses filtrasi.
- **Peningkatan Kejernihan:** Nilai RGB meningkat, menunjukkan bahwa air menjadi lebih jernih dan lebih bersih.

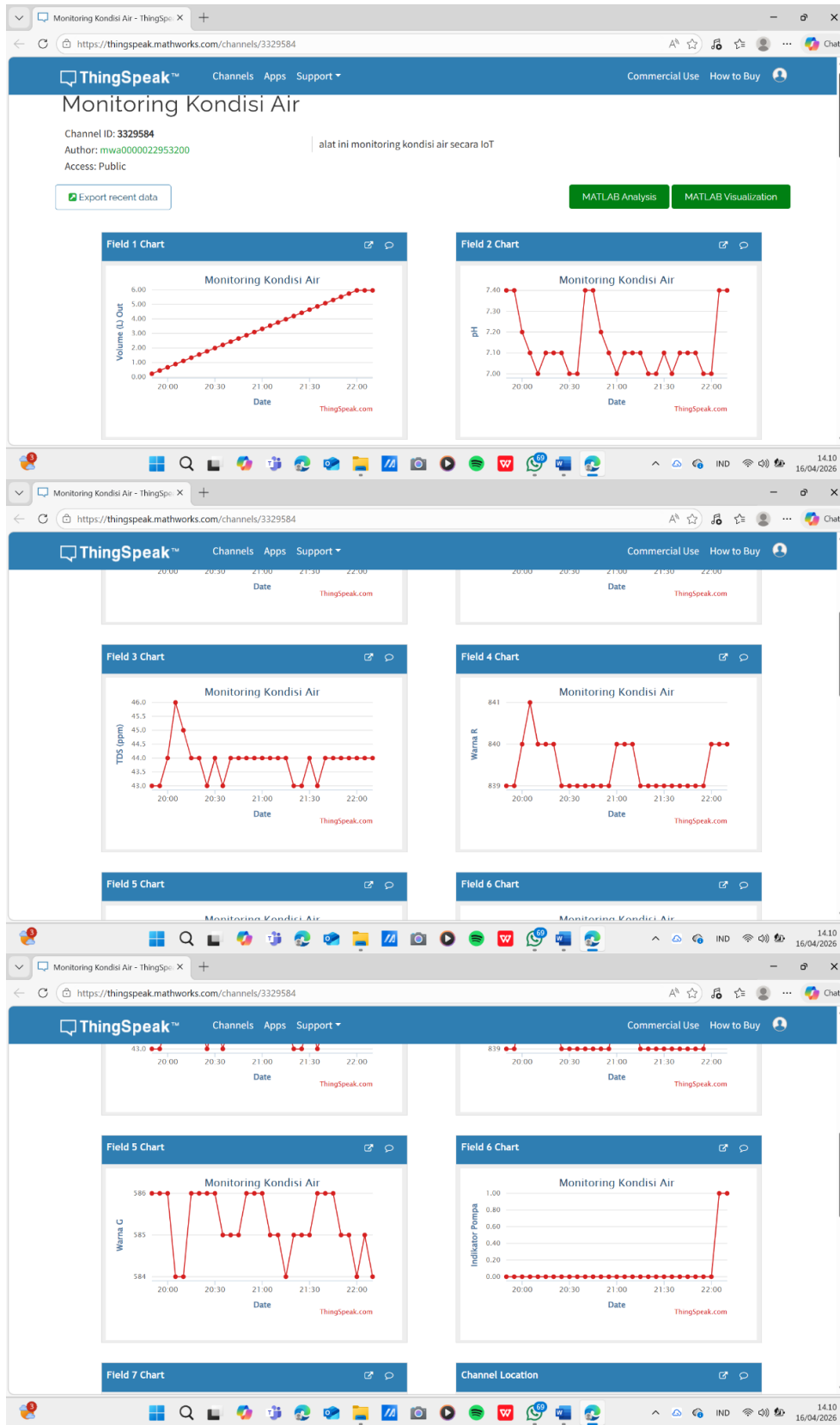
- **Kestabilan Suhu:** Suhu air tetap stabil, menunjukkan bahwa proses filtrasi dan penyinaran UV tidak mengubah suhu air.

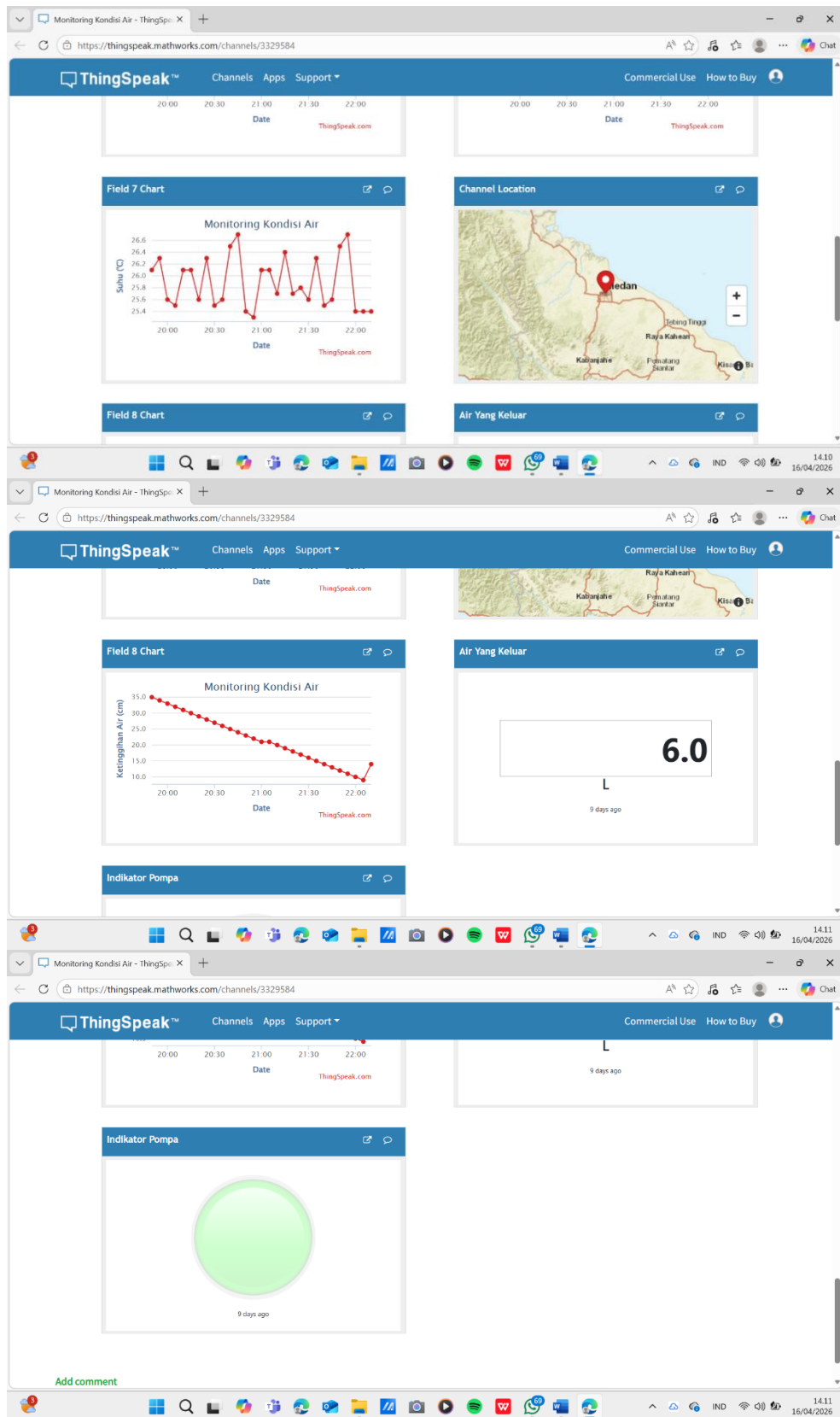
Hasil ini menunjukkan bahwa air yang telah difilter dan disinari UV menjadi lebih aman dan lebih bersih untuk digunakan, baik untuk konsumsi maupun aplikasi lainnya yang membutuhkan air bersih.

4.2.11 Pengujian Internet of Things

Sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) yang dikembangkan bekerja melalui tahapan terintegrasi yang dimulai dari akuisisi data oleh sensor, pengolahan sinyal oleh mikrokontroler, hingga transmisi data ke platform cloud. Sensor mengubah parameter fisik seperti pH dan total dissolved solids (TDS) menjadi sinyal listrik analog yang kemudian dikonversi menjadi data digital melalui fitur Analog-to-Digital Converter (ADC) pada mikrokontroler ESP32. Data digital tersebut selanjutnya diproses melalui tahapan kalibrasi dan penyaringan untuk meningkatkan akurasi sebelum disusun dalam format tertentu untuk dikirimkan. proses transmisi data dilakukan menggunakan konektivitas WiFi yang terintegrasi pada ESP32, dengan memanfaatkan protokol HTTP untuk mengirimkan data ke server. Data dikirim dalam bentuk request yang berisi parameter hasil pengukuran sensor secara periodik. Platform cloud yang digunakan, yaitu ThingSpeak, berfungsi sebagai media penyimpanan sekaligus visualisasi data dalam bentuk grafik secara real-time. Hal ini memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi sistem secara jarak jauh dan berkelanjutan.

Dengan demikian, sistem yang dirancang mampu mengintegrasikan proses pengukuran, pengolahan, dan pengiriman data secara otomatis dan efisien. Implementasi teknologi IoT dalam sistem ini memberikan kemudahan dalam monitoring kualitas air secara real-time, meningkatkan akurasi pengambilan keputusan, serta mendukung pengembangan sistem cerdas yang adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan.





Gambar 4.4 Data Hasil Pengujian IoT

Pada gambar 4.4 Pada sistem monitoring kualitas air berbasis IoT yang menggunakan platform ThingSpeak, data hasil pembacaan sensor ditampilkan dalam beberapa field. Setiap field menunjukkan parameter yang berbeda sesuai dengan fungsi sensor yang digunakan. Field 1 adalah Volume air keluar (Liter). Data ini menunjukkan berapa banyak air yang keluar dari sistem. Nilai ini biasanya didapat dari sensor aliran air (flow sensor). Dengan adanya data ini, pengguna dapat mengetahui jumlah air yang telah digunakan atau dialirkan. Field 2 adalah pH air, yaitu tingkat keasaman atau kebasaan air. Nilai pH berkisar dari 0 sampai 14. Jika pH kurang dari 7 berarti air bersifat asam, jika sama dengan 7 berarti netral, dan jika lebih dari 7 berarti bersifat basa. Parameter ini penting untuk mengetahui apakah air tersebut layak digunakan atau tidak. Field 3 adalah TDS (Total Dissolved Solids) dengan satuan ppm. TDS menunjukkan jumlah zat terlarut dalam air, seperti mineral atau kotoran. Semakin tinggi nilai TDS, maka kualitas air biasanya semakin buruk. Oleh karena itu, parameter ini sering digunakan untuk melihat tingkat kejernihan air. Field 4 dan Field 5 adalah nilai warna, yaitu warna merah (Red) dan hijau (Green). Data ini berasal dari sensor warna yang digunakan untuk melihat perubahan warna air. Jika warna air berubah, kemungkinan ada kotoran atau zat tertentu yang mempengaruhi kualitas air tersebut. Field 6 adalah indikator pompa. Field ini hanya menunjukkan apakah pompa dalam keadaan menyala atau tidak. Jika bernilai 1 berarti pompa aktif (ON), dan jika bernilai 0 berarti pompa tidak aktif (OFF). Untuk indikator pompa dapat dilihat dibagian widget indikator pompa jika berwarna kuning, pompa dalam keadaan aktif, dan jika berwarna hijau pompa tidak aktif. Field 7 adalah suhu air dalam satuan derajat Celsius. Suhu air penting untuk diketahui karena dapat mempengaruhi kualitas air dan reaksi zat yang ada di dalamnya. Field 8 adalah ketinggian air dalam satuan sentimeter (cm). Data ini menunjukkan tinggi permukaan air di dalam wadah atau tangki. Biasanya diukur menggunakan sensor ultrasonik. Parameter ini berguna untuk mengetahui apakah air dalam kondisi penuh, setengah, atau hampir habis.

4.2.12 Analisis Penggunaan Daya Listrik

Analisis kebutuhan daya sistem dilakukan untuk mengetahui total konsumsi energi serta karakteristik beban dari setiap komponen yang digunakan. Berdasarkan

data, sistem terdiri dari berbagai perangkat seperti mikrokontroler ESP32, sensor-sensor (TCS34725, DS18B20, pH, TDS, ultrasonic), aktuator (relay dan pompa DC), serta komponen pendukung seperti LCD, modul UV, dan filter RO. Setiap komponen memiliki kebutuhan tegangan dan arus yang berbeda, sehingga perhitungan daya dilakukan menggunakan persamaan ($P = V \times I$). Hasil perhitungan menunjukkan total kebutuhan daya sistem sebesar 65,35 Watt, yang menggambarkan konsumsi energi keseluruhan saat semua komponen bekerja secara bersamaan.

Tabel 4.10 Analisis Penggunaan Daya Listrik

No	Nama komponen	Kebutuhan tegangan (V)	Kebutuhan arus (A)	Daya (P)
1	ESP32	5	0.15	0.75
2	Sensor TCS34725	5	0.25	1.25
3	Coin Aceptor	12	0.10	1.20
4	Flowsensor	5	0.05	0.25
5	Sensor Suhu DS18650	5	0.01	0.05
6	Sensor pH	5	0.10	0.50
7	Sensor TDS	5	0.05	0.25
8	Sensor Level air (ultrasonic)	5	0.02	0.10
9	LCD	5	0.30	1.50
10	Relay	5	0.10	0.50
11	Pompa DC	6	2.00	12.00
12	Modul UV	220	0.05	11.00
13	Filter RO	12	3.00	36.00
Total				65.35

Dari hasil pengujian ditampilkan pada tabel 4.10 jika dianalisis lebih lanjut, komponen dengan konsumsi daya terbesar adalah filter RO (36 Watt), yang secara signifikan mendominasi total penggunaan daya sistem. Kedua komponen ini termasuk dalam kategori aktuator yang bekerja secara mekanis sehingga

membutuhkan energi yang jauh lebih besar dibandingkan sensor atau mikrokontroler. Selain itu, modul UV juga memiliki konsumsi daya yang cukup tinggi yaitu 11 Watt, karena beroperasi pada tegangan 220V. Dengan demikian, lebih dari 90% total daya sistem diserap oleh komponen aktuator dan pemrosesan air, sedangkan komponen sensor dan kontrol hanya menyumbang sebagian kecil dari total konsumsi daya.

Sementara itu, komponen seperti ESP32, sensor, dan LCD memiliki konsumsi daya yang relatif kecil, berkisar antara 0,05 hingga 1,50 Watt. Hal ini menunjukkan bahwa sistem monitoring dan kontrol berbasis mikrokontroler cukup efisien dalam penggunaan energi. Total daya dari seluruh sensor dan sistem kontrol tidak lebih dari sekitar 5 Watt, sehingga dapat disimpulkan bahwa beban utama sistem bukan berasal dari proses pengukuran atau pengolahan data, melainkan dari proses fisik seperti pemompaan dan filtrasi air.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem pengolahan air berbasis filtrasi dan penyinaran UV berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Sistem mampu bekerja secara stabil dalam melakukan proses pengolahan air serta pengambilan data secara berkelanjutan.
2. Sistem yang dirancang mampu melakukan pengukuran parameter kualitas air meliputi pH, Total Dissolved Solids (TDS), dan warna (RGB) dengan baik. Berdasarkan hasil pengujian setelah proses filtrasi dan penyinaran UV, diperoleh nilai rata-rata pH sebesar 7,14, nilai TDS sebesar 43,9 ppm, serta nilai warna RGB sebesar R = 839,6, G = 585,5, dan B = 407,6. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa kualitas air berada dalam kondisi normal dan masih dalam batas standar kelayakan untuk dikonsumsi, dimana pH mendekati netral, TDS berada jauh di bawah batas maksimum, serta tingkat kejernihan air mengalami peningkatan yang signifikan.
3. Hasil analisis menunjukkan bahwa proses filtrasi dan penyinaran UV efektif dalam meningkatkan kualitas air. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan nilai pH dari kondisi asam menjadi mendekati netral, penurunan nilai TDS secara signifikan, serta peningkatan kejernihan air berdasarkan parameter warna. Sementara itu, suhu air cenderung stabil selama proses pengolahan berlangsung.

Dengan demikian, seluruh tujuan penelitian yang telah ditetapkan dapat tercapai, dan sistem yang dirancang terbukti mampu meningkatkan kualitas air secara efektif.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat dikemukakan saran pada penelitian-penelitian berikutnya, yaitu:

1. Pada penelitian berikutnya, perlu menggunakan metode pembayaran yang lebih beragam
2. Perlu ditambah penyimpanan data uang keluar masuk sebagai penghitung keuntungan yang dihasilkan alat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Uddin, S. Nash, and A. I. Olbert, “A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality,” *Ecol. Indic.*, vol. 122, p. 107218, 2021, doi: 10.1016/j.ecolind.2020.107218.
- [2] G. Uddin, S. Nash, A. Rahman, and A. I. Olbert, “Science of the Total Environment,” *Sci. Total Environ.*, vol. 868, no. January, p. 161614, 2023, doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.161614.
- [3] J. Kong, Y. Lu, Y. Ren, Z. Chen, and M. Chen, “The virus removal in UV irradiation , ozonation and chlorination,” *Water Cycle*, vol. 2, no. June, pp. 23–31, 2021, doi: 10.1016/j.watcyc.2021.05.001.
- [4] A. Packaging, V. Chiozzi, and S. Agriopoulou, “applied sciences Advances , Applications , and Comparison of Thermal Hydrostatic Pressure) Technologies in Food Processing,” 2022.
- [5] A. Hasibuan, A. Qodri, M. Isa, and A. Info, “Temperature Monitoring System using Arduino Uno and Smartphone Application,” vol. 2, no. 2, pp. 46–55, 2021, doi: 10.25008/bcsee.v2i2.1139.
- [6] X. Luo, B. Zhang, Y. Lu, Y. Mei, and L. Shen, “Advances in application of ultraviolet irradiation for biofilm control in water and wastewater infrastructure,” *J. Hazard. Mater.*, vol. 421, no. July 2021, p. 126682, 2022, doi: 10.1016/j.jhazmat.2021.126682.
- [7] V. I. Parvulescu *et al.*, “Treatment Recent progress and prospects in catalytic water treatment,” 2022.
- [8] M. M. Montazeri, S. A. Hejazi, and F. Taghipour, “Ultraviolet light-emitting diode (UV-LED) water disinfection photoreactors : A review,” *J. Environ. Manage.*, vol. 386, no. May, p. 125678, 2025, doi: 10.1016/j.jenvman.2025.125678.
- [9] P. D. Widayaka and L. Jauhari, “PROTOTYPE OF WATER PIPE LEAKAGE DETECTOR USING,” vol. 02, no. 1, pp. 34–38, 2019.
- [10] F. I. Pasaribu, I. D. Sara, and T. Tarmizi, “Designed harmonic step filter automatic control system to improve power quality and electric efficiency
Designed harmonic step filter automatic control system to improve power

- quality and electric efficiency,” 2024, doi: 10.1088/1742-6596/2777/1/012004.
- [11] D. A. N. Rfid, U. Lingkungan, and S. Dasar, “PENGEMBANGAN SISTEM TABUNGAN OTOMATIS MENGGUNAKAN ESP32 , SENSOR COIN ACCEPTOR ,” vol. 13, no. 3.
- [12] D. Jesus, J. Abraham, and C. Alberto, “Internet of things applied to agriculture using the ESP32 module in connection with the Ubidots platform Internet de las cosas aplicado a la agricultura usando el módulo ESP32 en conexión con la plataforma Ubidots,” vol. 7, no. 20, pp. 12–20, 2021.
- [13] S. Damayanti, B. Pelawi, S. Manan, S. Vokasi, and U. Diponegoro, “SISTEM MONITORING VOLUME AIR MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK DAN MONITORING OUTPUT VOLUME AIR MENGGUNAKAN FLOW METER,” vol. 19, no. 2, pp. 6–9, 2017.
- [14] F. Setyawan, A. A. Fikri, and A. Nur, “Telemetry FLOWMETER MENGGUNAKAN RF MODUL 433MHZ BERBASIS ARDUINO,” vol. 1, no. 1, pp. 8–14, 2017.
- [15] Y. Venugeetha, C. Ashwini, and S. R. Y, “IMPLEMENTATION OF LCD INTERFACING WITH ARM CONTROLLER LPC2148,” vol. 9, no. 03, pp. 4638–4642, 2020.
- [16] B. Oktrialdi, P. Harahap, M. Adam, and R. F. Siregar, “Analisis Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Berbasis,” vol. 5, no. 2, pp. 98–102, 2023.
- [17] Hariyadi¹, M. Kamil², and Putri Ananda³, “Sistem Pengecekan pH Air Otomatis Menggunakan Sensor pH Probe Berbasis Arduino Pada Sumur Bor,” *Rang Tek. J.*, vol. 3, no. 2, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v3i2.1930>.
- [18] F. Chuzaini, D. Wedi, S. Mata, A. Grogolan, D. Ngunut, and S. Tirta, “IoT MONITORING KUALITAS AIR DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR SUHU , pH , DAN TOTAL DISSOLVED SOLIDS (TDS),” vol. 11, pp. 46–56, 2022.
- [19] Z. Z. Handandi *et al.*, “UTILIZING TOTAL DISSOLVED SOLIDS (TDS) SENSOR FOR,” vol. 7, pp. 22–30, 2024.

- [20] Y. Irawan, A. Febriani, R. Wahyuni, and Y. Devis, "Water Quality Measurement and Filtering Tools Using Arduino Uno , PH Sensor and TDS Meter Sensor," vol. 2, no. 5, 2021, doi: 10.18196/jrc.25107.
- [21] S. Warna, T. C. S. Berbasis, and A. Mega, "Rancang bangun sistem penyortiran botol menggunakan sensor warna tcs34725 berbasis arduino mega," no. September, pp. 209–215, 2023.
- [22] A. R. Kiran, V. Kumar, M. R. Mesta, and A. R. Kiran, "INDUSTRIAL POLLUTION MONITORING SYSTEM USING NODEMCU AND MIT APP INVENTOR," no. June, pp. 165–169, 2020.
- [23] M. Syafri, D. S. Aji, A. T. Nugraha, and M. Electrical, "Sistem Monitoring Air Compressor pada Sistem Pendistribusian Udara Berbasis IoT," vol. 12, no. 02, pp. 126–140, 2022.
- [24] W. T. Wahyudi and R. M. Antosia, "Rancang Bangun Alat Resistivitas Berbasis Arduino Menggunakan Modul ACS712 dan ADS1115," pp. 1–7.
- [25] G. M. Barbade, M. Vasudha, P. Sanika, and S. Sandhya, "Automatic Sprinkler System using Arduino .," vol. 8835, no. 2, pp. 12–16, 2021, doi: 10.54105/ijmm.B1712.091221.
- [26] A. Boy *et al.*, "Implementasi nodemcu esp8266 dalam rancang bangun sistem keamanan sepeda motor berbasis iot," vol. 4, no. 2, pp. 163–170, 2021.
- [27] S. M. Shakeeb, S. M. Ahsan, F. Khan, and T. Salmani, "Mobile Charging Station based on Coin Insertion System," pp. 4715–4721, 2021.
- [28] G. Mahajan, V. Phale, and S. Mane, "Vending Machine with Cash and Cashless Payment Support," no. June, pp. 341–348, 2020.
- [29] F. Siswanto *et al.*, "RANCANG BANGUN ALAT GERMICIDAL UDARA MENGGUNAKAN SINAR," vol. 3, no. 3, pp. 264–273, 2015.
- [30] H. Ap, "An approach for the design of an automatic hand sanitizing machine using fog sanitizer," pp. 310–314, 2023.
- [31] K. P. Kuria and O. O. Robinson, "Monitoring Temperature and Humidity using Arduino Nano and Module-DHT11 Sensor with Real Time DS3231 Data Logger and LCD Display," vol. 9, no. 12, pp. 416–422, 2020.
- [32] J. Ilmiah and W. Pendidikan, "1 , 2 1,2," vol. 9, no. 10, pp. 161–171, 2023.

- [33] T. A. Siswanto *et al.*, “APLIKASI MONITORING SUHU AIR UNTUK BUDIDAYA IKAN KOI DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO NANO SENSOR SUHU DS18B20 WATERPROOF DAN PELTIER TEC1-12706 PADA DUNIA KOI,” vol. 1, no. 1, pp. 40–46, 2018.

LAMPIRAN

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#define ONE_WIRE_BUS 16
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

#define push 13
#define pompa 25
#define UV 33 // DIPINDAHKAN (hindari konflik dgn HC-SR04)

#define POMPA_TANGKI 18

// ===== HC-SR04 =====
#define TRIG_PIN 27
#define ECHO_PIN 26
#define BATAS_BAWAH 9
#define BATAS_ATAS 35
#define TINGGI_TANGKI 40

long duration;
float distance;
float tinggi_air;
bool statusPompaTangki = false;

#include <Arduino.h>
const int coinAcceptorPin = 5;
volatile int coinCount = 0;

void IRAM_ATTR coinInserted() {
  coinCount++;
}

const int flowSensorPin = 4;
volatile int pulseCount = 0;
unsigned long oldTime = 0;

void IRAM_ATTR pulseCounter() {
  pulseCount++;
}

#include "Adafruit_TCS34725.h"
Adafruit_TCS34725 tcs =
Adafruit_TCS34725(TCS34725_INTEGRATIONTIME_614MS,
TCS34725_GAIN_1X);

int counter = 0;
```

```

float totalVolume = 0;
int vol = 0;
float flowRate = 0;
float volume = 0;

int currentIndex = 0;
unsigned long lastDisplayTime = 0;

#include <Adafruit_ADS1X15.h>
Adafruit_ADS1115 ads;

float calibrationFactor = 5.2;
unsigned int flowMilliLitres;
unsigned long totalMilliLitres;

#define buzzer 27

void setup()
{
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
  Serial.begin(9600);
  sensors.begin();

  pinMode(buzzer, OUTPUT);

  // HC-SR04
  pinMode(TRIG_PIN, OUTPUT);
  pinMode(ECHO_PIN, INPUT);
  pinMode(POMPA_TANGKI, OUTPUT);
  digitalWrite(POMPA_TANGKI, HIGH); // OFF

  if (tcs.begin()) {
    Serial.println("Sensor warna OK");
  } else {
    Serial.println("Sensor warna gagal");
    while (1);
  }

  pinMode(pompa, OUTPUT);
  pinMode(UV, OUTPUT);
  digitalWrite(pompa, HIGH);
  digitalWrite(UV, HIGH);

  pinMode(push, INPUT_PULLUP);
  pinMode(coinAcceptorPin, INPUT_PULLUP);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(coinAcceptorPin), coinInserted, FALLING);

  pinMode(flowSensorPin, INPUT_PULLUP);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(flowSensorPin), pulseCounter, FALLING);

  if (!ads.begin()) {
    lcd.print("ADS Error");
  }
}

```

```

    while (1);
  }
}

void loop()
{
  // ===== HC-SR04 =====
  digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);

  duration = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);
  distance = duration * 0.034 / 2;
  tinggi_air = TINGGI_TANGKI - distance;

  // Kontrol pompa tangki
  if (tinggi_air <= BATAS_BAWAH) statusPompaTangki = true;
  else if (tinggi_air >= BATAS_ATAS) statusPompaTangki = false;

  digitalWrite(POMPA_TANGKI, statusPompaTangki ? LOW : HIGH);

  Serial.print("Tinggi Air: ");
  Serial.print(tinggi_air);
  Serial.print(" cm | Pompa Tangki: ");
  Serial.println(statusPompaTangki ? "ON" : "OFF");

awal:
  bool pb = digitalRead(push);
  static int lastCoinCount = 0;

  if (coinCount != lastCoinCount) {
    digitalWrite(pompa, HIGH);
    lastCoinCount = coinCount;

    if (coinCount > 0) {
      counter = 60;
      coinCount = 0;
      lcd.clear();
      lcd.print("Coin diterima");
      delay(1000);
      lcd.clear();
    }
  }

  while (counter > 0) {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Tekan Tombol ");
    lcd.print(counter);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Air akan keluar");

    counter--;
  }
}

```

```

if (counter <= 0){
  lcd.clear();
  goto awal;
}

pb = digitalRead(push);
if (pb == 0){
  lcd.clear();
  vol = 250;
  counter = 0;
  pulseCount = 0;
  totalMilliLitres = 0;
  goto awal;
}
delay(1000);
}
}

// ===== SENSOR =====
uint16_t r, g, b, c;
tcs.getRawData(&r, &g, &b, &c);

int16_t adc0 = ads.readADC_SingleEnded(1);
int16_t adc1 = ads.readADC_SingleEnded(0);

float volt_TDS = ads.computeVolts(adc0)*1000;
float volt_pH = ads.computeVolts(adc1)*1000;

float tds = volt_TDS/2;
if (tds < 0) tds = 0;
float pH = (-0.0054*volt_pH)+28.102;

sensors.requestTemperatures();
float tempC = sensors.getTempCByIndex(0);

// ===== BUZZER =====
if (pH < 5.5 || pH > 8.0 || tds > 250){
  digitalWrite(buzzer, HIGH);
} else {
  digitalWrite(buzzer, LOW);
}

// ===== LCD =====
unsigned long currentMillis = millis();
if (currentMillis - lastDisplayTime >= 1000) {
  lastDisplayTime = currentMillis;
  lcd.clear();

  switch (currentIndex) {
    case 0:
      lcd.print("Suhu: ");
      lcd.print(tempC);

```

```

    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Tinggi:");
    lcd.print(tinggi_air);
    break;

case 1:
    lcd.print("pH: ");
    lcd.print(pH);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("TDS:");
    lcd.print(tds);
    break;

case 2:
    lcd.print("R:");
    lcd.print(r);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("G:");
    lcd.print(g);
    break;
}
currentIndex = (currentIndex + 1) % 3;
}

// ===== FLOW & POMPA UTAMA =====
while (totalMilliLitres < vol){
    if((millis() - oldTime) > 1000){
        flowRate = ((1000.0 / (millis() - oldTime)) * pulseCount) / calibrationFactor;
        oldTime = millis();

        flowMilliLitres = (flowRate / 60) * 1000 * 0.072;
        totalMilliLitres += flowMilliLitres;
        pulseCount = 0;

        if (totalMilliLitres < vol){
            digitalWrite(pompa, LOW);
        } else {
            digitalWrite(pompa, HIGH);
            delay(2000);
            vol = 0;
            totalMilliLitres = 0;
            coinCount = 0;
        }
    }
}
}
}
}

```