

**SISTEM PENJERINIHAN DAN *MONITORING* KADAR AIR
PAYAU DENGAN KONTROL LOOP
TERTUTUP BERBASIS IOT
PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Diusulkan Oleh

Apriadi Zahri

NIM 0032005

Dea Amanda

NIM 0032010

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2023**

LEMBAR PENGESAHAN

SISTEM PENJERINIHAN DAN *MONITORING* KADAR AIR PAYAU DENGAN KONTROL LOOP TERTUTUP BERBASIS IOT

Oleh:

Apriadi Zahri

NIM 0032005

Dea Amanda

NIM 0032010

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat

kelulusan Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri

Bangka Belitung

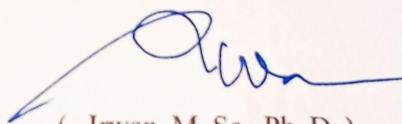
Menyetujui,

Pembimbing 1



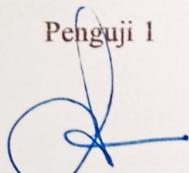
(Aan Febriansyah, M. T)

Pembimbing 2



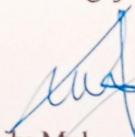
(Irwan, M. Sc., Ph. D)

Penguji 1



(Oesirendi M. T)

Penguji 2



(Laily Muharani, M. Si)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Apriadi Zahri NIM : 0032005

Nama Mahasiswa 2 : Dea Amanda NIM : 0032010

Dengan Judul : Sistem Penjernihan dan *Monitoring* Kadar Air Payau
dengan Kontrol Loop Tertutup Berbasis IoT

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 19 Juli 2023

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Apriadi Zahri

(.....)

2. Dea Amanda

(.....)

ABSTRAK

Keterbatasan air bersih merupakan salah satu masalah umum yang sering terjadi, salah satunya di daerah pesisir pantai. Karena itu, perlu adanya pengolahan air sebelum digunakan agar air yang awalnya kurang baik menjadi air yang bersih dan sesuai dari segi pH, TDS dan kekeruhan. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang serta membuat sistem penjernihan dan monitoring kadar air payau dengan kontrol loop tertutup berbasis IoT. Pada penelitian ini, penulis menggunakan metode filtrasi untuk penjernihan air dengan media filter berupa ijuk, pasir silika, batu zeolite, dan arang aktif. Dari beberapa sampel pengujian formula filter, penulis memutuskan untuk menggunakan sampel L sebagai formula akhir. Adapun urutan filternya yaitu, batu, arang dan terakhir pasir. Hasil pengujian akhir menunjukkan terjadi kenaikan pH dari 6,4 NTU ke 6,6 NTU, penurunan TDS dari 1180 ppm ke 1110 ppm dan penurunan kekeruhan dari 3,2 menjadi 1,42. Kemudian pada peloopngan pertama terjadi kenaikan pada pH dari 6,6 menjadi 6,78, penurunan pada TDS walaupun dalam jumlah sedikit. dari 1110 ppm ke 1104 ppm, dan penurunan kekeruhan dari 1,42 NTU menjadi 1,16 NTU. Dilihat dari hasil pengujian tersebut, filter dapat bekerja dengan cukup baik walaupun penurunan yang terjadi tidak terlalu banyak terutama pada TDS.

Kata kunci: Penjernihan Air, Filtrasi, IoT

ABSTRACT

The scarcity of clean water is one of the common problems that frequently occur, particularly in coastal areas. Therefore, the need for water treatment is essential to transform initially poor quality water into clean water that meets the pH, TDS, and turbidity standards. The objective of this research is to design and create a purification and salinity level monitoring system using a closed-loop control based on IoT (Internet of Things). In this study, the author employed the filtration method with filter media consisting of coconut coir, silica sand, zeolite, and activated charcoal. Several samples of filter formulas were tested, and the author decided to adopt sample L as the final formula. The filtration sequence includes coconut coir, activated charcoal, and finally silica sand. The results of the final testing showed a pH increase from 6.4 NTU to 6.6 NTU, a decrease in TDS from 1180 ppm to 1110 ppm, and a reduction in turbidity from 3.2 to 1.42 NTU. Additionally, during the first loop iteration, there was an increase in pH from 6.6 to 6.78, a slight decrease in TDS from 1110 ppm to 1104 ppm, and a reduction in turbidity from 1.42 NTU to 1.16 NTU. Based on the test results, the filtration system performed well, although the decrease in TDS was not significant. The filtered water also showed reduced salt content after rinsing, demonstrating its effectiveness in providing cleaner water.

Keywords: Water Purification, Filtration, IoT.

KATA PENGANTAR

Rasa syukur tiada hentinya penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Makalah Proyek Akhir ini tepat pada waktunya.

Makalah ini disusun sebagai salah satu persyaratan penting untuk menyelesaikan program Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Dengan adanya makalah ini, diharapkan pembaca akan memperoleh pemahaman yang jelas mengenai proyek akhir yang telah dikerjakan oleh penulis. Dalam pembuatan proyek akhir ini, penulis mengaplikasikan pengetahuan yang telah diperoleh selama kurang lebih 3 tahun menempuh pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Selain itu, penulis juga memanfaatkan informasi dan data dukungan dari makalah-makalah proyek akhir mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dari tahun-tahun sebelumnya.

Selama menyusun makalah proyek akhir ini penulis mendapatkan banyak bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga penulisan makalah ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan baik secara moral maupun materil sehingga penulis dapat memberikan hasil yang terbaik.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Aan Febriansyah, M. T. selaku dosen pembimbing 1 dalam proyek akhir ini.
4. Bapak Irwan, M. Sc., Ph. D. selaku dosen pembimbing 2 dalam proyek akhir ini.
5. Bapak Zanu Saputra, M.Tr.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Ocsirendi, M.T. selaku Ketua Program Studi D-III Teknik Elektronika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

7. Seluruh tenaga pendidik dan kependidikan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
8. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah membantu dalam penyelesaian proyek akhir.
9. Seluruh pihak yang ikut terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian proyek akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa ada kekurangan dalam laporan ini dikarenakan terbatasnya pengetahuan dan keterampilan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk memperbaiki dan mengembangkan laporan ini di masa yang akan datang. Penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca yang berkepentingan, terutama, dan juga berkontribusi pada perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi secara umum.

Sungailiat, 19 Juli 2023

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Proyek Akhir.....	3
1.5 Manfaat Proyek Akhir.....	3
BAB II.....	4
LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Penjernihan Air.....	4
2.1.1 Air Payau.....	5
2.1.2 Metode Filtrasi.....	5
2.2 Sistem Kontrol Pada Penjernihan Air.....	7
2.2.1 ESP32.....	8
2.2.2 Sensor Ultrasonik (HY-SRF05).....	9
2.2.3 Sensor TDS (TDS DF Robot Gravity).....	10
2.2.4 Sensor <i>Turbidity</i> (DF Robot SEN-0189).....	12
2.2.5 Sensor pH (SEN-0131).....	13
2.3 <i>Internet of Things</i> (IoT).....	14
2.3.1 Blynk.....	15
BAB III.....	17

METODE PELAKSANAAN.....	17
3.1 Studi Literatur.....	18
3.2 Perancangan dan Perakitan <i>Hardware</i>	18
3.2.1 Desain Sistem Penjernihan Air	18
3.2.2 Perakitan Sistem Penjernihan Air	19
3.2.3 Desain Rangkaian Elektrik	21
3.2.4 Perakitan Rangkaian Elektrik	21
3.3 Kalibrasi dan Pengujian Sensor	22
3.4 Perancangan dan Pembuatan Sistem Otomatis dan Aplikasi IoT	23
3.4.1 Desain <i>Software</i>	23
3.4.2 Pembuatan <i>Software</i>	23
3.4.3 Pembuatan Kontrol <i>Solenoid Valve</i> dengan Tombol pada Aplikasi	24
3.4.4 Pembuatan Sistem <i>Looping</i> Air Otomatis	24
3.5 Pengujian Sistem Otomatis dan Aplikasi IoT	24
3.6 Penentuan Dan Pengujian Formula Filter.....	25
3.7 Pengujian Alat Keseluruhan	25
3.8 Analisis Data	25
3.9 Pembuatan Laporan Akhir dan Publikasi	26
BAB IV	27
PEMBAHASAN	27
4.1 Deskripsi Alat	27
4.2 Proses Kalibrasi Dan Pengujian Sensor	28
4.2.1 Kalibrasi Sensor pH	28
4.2.2 Pengujian Sensor pH	31
4.2.3 Kalibrasi Sensor TDS.....	33
4.2.4 Pengujian Sensor TDS	36
4.2.5 Kalibrasi Sensor Ultrasonik	37
4.2.6 Pengujian Sensor Ultrasonik	41
4.2.7 Kalibrasi Sensor <i>Turbidity</i>	42
4.2.8 Pengujian Sensor <i>Turbidity</i>	46
4.2.9 Pengujian Sensor pH dan TDS Secara Bersamaan	47
4.3 Pengujian Pompa Air.....	49

4.4	Pengujian Sistem <i>Looping</i> Air Otomatis	50
4.5	Pengujian Filter	50
4.5.1	Waktu Yang Dibutuhkan Hingga Bak Penuh	51
4.5.2	Pengaruh Formula Filter Terhadap Penurunan pH, TDS, dan Kekeruhan	52
4.6	Pengujian Alat Keseluruhan	53
4.6.1	Pengujian Pembacaan Sensor pada LCD dan <i>Monitoring</i> pada Aplikasi.	53
4.6.2	Pengujian Kontrol <i>Solenoid Valve</i> pada Aplikasi <i>Blynk</i>	55
4.6.3	Hasil Penjernihan	56
BAB V		58
PENUTUP		58
5.1	Kesimpulan	58
5.2	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA		60
LAMPIRAN 1		63
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		63
Daftar Riwayat Hidup		64
Daftar Riwayat Hidup		65
LAMPIRAN 2		66
PROGRAM KESELURUHAN		66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Sensor TDS (TDS DF Robot Gravity)	11
Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor Turbidity DF Robot SEN0189.....	12
Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor pH	14
Tabel 4. 1 Data Pengujian Sensor pH	32
Tabel 4. 2 Data Tampil pada Serial Monitor.....	32
Tabel 4. 3 Data Pengujian Sensor TDS.....	36
Tabel 4. 4 Data Pengujian Sensor Ultrasonik	41
Tabel 4. 5 Data Pengujian Sensor Turbidity	46
Tabel 4. 6 Data Tampil pada Serial Monitor.....	47
Tabel 4. 7 Pengujian Sensor pH dan TDS Secara Bersamaan	48
Tabel 4. 8 Pengujian Pompa Air	49
Tabel 4. 9 Pengujian Peloopingan Air	50
Tabel 4. 10 Pengujian Waktu Filtrasi.....	51
Tabel 4. 11 Pengujian Formula Filter.....	52
Tabel 4. 12 Pengujian Monitoring pada LCD dan Aplikasi Blynk	54
Tabel 4. 13 Pengujian Solenoid Valve	55
Tabel 4. 14 Pengujian Hasil Akhir Penjernihan	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penjernihan Air.....	4
Gambar 2. 2 Air Payau	5
Gambar 2. 3 Penjernihan Air Metode Filtrasi	6
Gambar 2. 4 Loop Tertutup.....	8
Gambar 2. 5 ESP32	9
Gambar 2. 6 Sensor Ultrasonik HY-SRF05.....	10
Gambar 2. 7 Sensor TDS (Part per Million)	10
Gambar 2. 8 Sensor Turbidity DF Robot SEN0189.....	12
Gambar 2. 9 Sensor pH (SEN-0131).....	13
Gambar 2. 10 IoT	15
Gambar 2. 11 Blynk	16
Gambar 3. 1 Flowchart Metode Pelaksanaan.....	17
Gambar 3. 2 Desain Kontruksi Sistem Pemjernihan Air	19
Gambar 3. 3 Hasil Akhir Perakitan Kontruksi	20
Gambar 3. 4 Flowchart Sistem	20
Gambar 3. 5 Wiring Rangkaian Elektrik.....	21
Gambar 3. 6 Perakitan pada Kotak Panel.....	22
Gambar 3. 7 Perakitan Modul Sensor pada Kotak Modul	22
Gambar 3. 8 Tampilan pada Aplikasi Blynk.....	23
Gambar 4. 1 Blok Diagram Alat	27
Gambar 4. 2 Wiring Kalibrasi Sensor pH	28
Gambar 4. 3 Sampel Pengujian sensor pH.....	31
Gambar 4. 4 Wiring Kalibrasi Sensor TDS.....	33
Gambar 4. 5 Sampel Pengujian Kalibrasi Sensor TDS	36
Gambar 4. 6 Wiring Kalibrasi Sensor Ultrasonik	37
Gambar 4. 7 Sampel Pengujian Sensor Ultrasonik	41
Gambar 4. 8 Wiring Kalibrasi Sensor Turbidity	42
Gambar 4. 9 Sampel Pengujian Sensor Turbidity.....	46
Gambar 4. 10 Pengujian Pompa Air.....	49

Gambar 4. 11 Pengujian Waktu Hingga Bak Penuh Melewati Proses Filtrasi	51
Gambar 4. 12 Hasil Pengujian Formula Filter	53
Gambar 4. 13 Monitoring pada LCD dan Aplikasi Blynk	55
Gambar 4. 14 Kontrol Tombol pada Aplikasi Blynk	56
Gambar 4. 15 Perbandingan Hasil Sebelum dan Sesudah Penjernihan	57
Gambar 4. 16 Perbandinngan PPM Sebelum dan Sesudah Difilter	57



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2: Program Keseluruhan



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di zaman yang modern seperti sekarang ini perkembangan teknologi sudah dapat mencakup tidak hanya pada bidang teknologi itu sendiri melainkan juga bisa mencakup pada bidang lainnya seperti lingkungan, industri, dan lain-lain. Teknologi di zaman yang modern seperti sekarang ini juga dapat diaplikasikan pada banyak hal salah satunya air. Air merupakan sumber kehidupan yang sangat diperlukan oleh makhluk hidup, seperti untuk kehidupan sehari-hari misalnya mandi, cuci dan kakus (MCK).

Bangka Belitung merupakan salah satu daerah yang terkenal akan keindahan pantainya. Tak heran daerah pantai menjadi objek wisata yang kerap kali dikunjungi oleh masyarakat. Dapat dikatakan bahwa daerah pantai memiliki potensi ekonomi yang tinggi, maka dari itu haruslah didukung dengan fasilitas yang memadai seperti ketersediaan air bersih.

Saat ini daerah pesisir pantai masih kekurangan air bersih. Permasalahan yang kerap timbul yaitu adanya perubahan rasa, aroma, dan warna air sumur di daerah pantai akibat dari semakin kecilnya daerah resapan air hujan dan semakin menipisnya kandungan air tanah sehingga sumber air disana kebanyakan berair asin (payau), memiliki aroma tidak sedap dan berwarna kekuningan karena dekat daerah pantai[1]. Selain itu, aktivitas yang terjadi di daerah pantai menimbulkan potensi sampah yang mengakibatkan tercemarnya sumber air.

Semua makhluk hidup membutuhkan air yang bersih sebagai salah satu kebutuhan utama mereka. Pada kondisi saat ini, keterbatasan air bersih merupakan salah satu masalah umum yang terjadi. Oleh karena itu, perlu adanya pengolahan air sebelum digunakan agar air yang awalnya kurang baik menjadi air yang bersih dan sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang standar baku mutu air untuk keperluan higiene sanitasi, kadar maksimum air bersih TDS kurang dari 300 mg/l, kekeruhan kurang dari 3 NTU, PH antara 6,5 - 8,5, tidak berasa dan tidak berbau[2]. Melihat pentingnya penjagaan kualitas mutu air maka perlu dirancang suatu sistem yang bekerja secara otomatis untuk menjaga kualitas tersebut. Salah satu cara untuk menormalkan pH air, menurunkan kadar kekeruhan air dan tingkat TDS air tersebut adalah dengan penyaringan (metode filtrasi)[3]. Dalam penelitian tugas akhir ini, kami mengembangkan sebuah sistem penjernih air yang menggabungkan metode filtrasi dan teknologi yang dapat dipantau melalui aplikasi pada perangkat android.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang proyek ini, maka didapati beberapa rumusan masalah yang akan dikaji bersama penulis dalam laporan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menampilkan hasil pembacaan pH, TDS, level air dan kekeruhan air menggunakan *smartphone*?
2. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem penjernihan air payau yang efektif dan efisien menggunakan teknologi *Internet of Thing (IoT)*?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari tujuan yang direncanakan semula, maka dari itu penulis menetapkan batasan sebagai berikut:

1. Air hasil filtrasi digunakan untuk mandi, cuci, dan kakus (MCK).
2. Filter yang digunakan yaitu filter alami seperti, ijuk, pasir silika, batu zeolite dan arang aktif.
3. Arang aktif yang digunakan yaitu arang aktif kelapa sawit.
4. *Blynk* hanya melakukan *monitoring* terhadap pH, TDS, kekeruhan, dan level air.
5. Kadar TDS yang dapat terbaca yaitu 0-1000 ppm.
6. Sistem hanya dapat mengontrol *solenoid valve* secara manual via aplikasi *Blynk*.

1.4 Tujuan Proyek Akhir

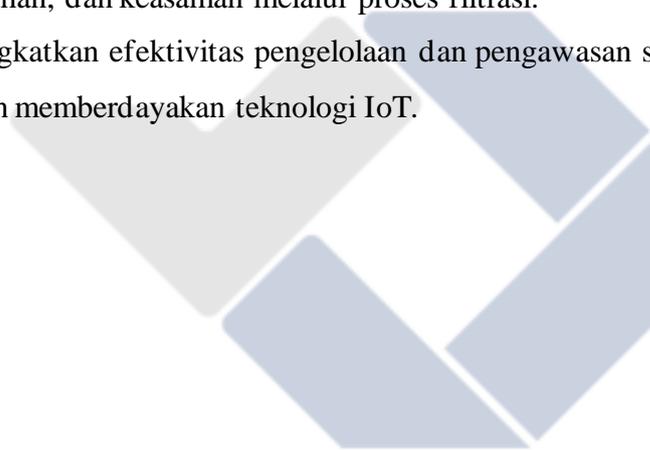
Adapun tujuan dari proyek akhir ini sebagai berikut:

1. Merancang serta membuat sistem penjernihan dan *monitoring* kadar air payau dengan kontrol loop tertutup berbasis IoT.
2. Menurunkan kadar garam, kekeruhan, dan keasaman pada air payau melalui proses filtrasi.

1.5 Manfaat Proyek Akhir

Adapun manfaat dari proyek akhir ini sebagai berikut

1. Membantu meningkatkan kualitas air payau dengan mengurangi kadar garam, kekeruhan, dan keasaman melalui proses filtrasi.
2. Meningkatkan efektivitas pengelolaan dan pengawasan sistem penjernihan air dengan memberdayakan teknologi IoT.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penjernihan Air

Penjernihan air adalah proses penghilangan kontaminan, zat-zat berbahaya, dan partikel-partikel padat dari air untuk membuatnya aman dan layak untuk dikonsumsi atau digunakan dalam berbagai keperluan. Ada beberapa metode yang umum digunakan dalam sistem penjernihan air, termasuk filtrasi, koagulasi, pengendapan, adsorpsi, sterilisasi, dan osmosis terbalik. Pada umumnya, penjernihan air bertujuan untuk menghilangkan atau mengurangi kontaminan yang terdapat dalam air agar air tersebut dapat digunakan dengan aman. Dapat dilihat air setelah proses penernihan pada gambar 2.1. Salah satu manfaat penggunaan penjernihan air adalah mengembalikan air yang telah digunakan ke dalam lingkungan alaminya tanpa menyebabkan dampak negatif pada lingkungan. Secara khusus, penjernihan air memiliki tujuan sebagai berikut:

- a. Mengurangi kekeruhan air.
- b. Menghilangkan bau, rasa, dan warna yang tidak diinginkan.
- c. Mengurangi dan membunuh mikroorganisme yang berada dalam air.
- d. Mengurangi kadar zat-zat terlarut dalam air.
- e. Menurunkan kesadahan.
- f. Menormalkan tingkat keasaman (pH) air.



Gambar 2. 1 Penjernihan Air
Sumber: (sdn200gresik.sch.id)

Pada penelitian ini penjernihan air diperuntukkan mandi, cuci, dan kakus (MCK). Setelah dilakukan penjernihan diharapkan kadar air seperti kekeruhan, TDS, dan pH sesuai dengan yang diinginkan. Adapun jenis air yang akan dijernihkan yaitu air payau dan metode penjernihan air yang dilakukan dengan metode filtrasi.

2.1.1 Air Payau

Air payau didefinisikan sebagai air dengan tingkat salinitas yang antara air tawar dan air laut. Kadar garam dalam air payau umumnya lebih rendah daripada air laut, tetapi lebih tinggi daripada air tawar[4]. Air payau merupakan air yang terbentuk dari pertemuan antara air sungai dan air laut serta mempunyai ciri khusus secara fisik, kimia dan biologis. Dari ciri-ciri fisik air payau berwarna coklat kehitaman, dari segi kimia terutama sudah mengandung kadar garam dibanding air tawar, dari ciri biologis terutama terdapatnya ikan- ikan air payau. Air payau dapat memiliki range kadar TDS yang cukup panjang yakni 1000 - 10.000 mg/L dan secara terkarakterisasi oleh kandungan karbon organik rendah dan partikulat rendah ataupun kontaminan koloid. Ilustrasi air payau dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut.



Gambar 2. 2 Air Payau
Sumber: (jogya.com)

2.1.2 Metode Filtrasi

Filtrasi merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengurangi kontaminan dan zat tersuspensi dalam air melalui penggunaan media berpori. Penyaringan menggunakan media berpori disebabkan dengan cara menghambat partikel-partikel ke dalam ruang pori sehingga mengakibatkan pengumpulan dan

penumpukan partikel tersebut pada permukaan butiran media. Dengan tumpukan partikel yang terhambat pada pori media maka akan membuat air menjadi lebih bersih[5][6]. Bahan media filter biasanya bervariasi pada pengolahan air seperti pasir, batu, arang, plastik dan gelas [7]. Setiap bahan media filter yang digunakan mempunyai fungsi yang sama, yaitu sebagai penyaringan padatan pencemar yang terdapat pada air tanah. Bahan media filter yang sesuai bahkan dapat menghilangkan partikel-partikel kimiawi maupun organik yang terdapat di dalam air, seperti kekeruhan, berwarna, berminyak, berlumpur dan berkarat [8][9]. Oleh sebab itu, agar mendapatkan air yang bagus dan jernih dengan hasil yang maksimal pada pengolahan air bersih perlu didukung oleh media filter air yang tepat. Sebab ini dilakukan karena media filter yang akan menentukan kualitas air yang diharapkan [10]. Proses penjenihan air metode filtrasi dapat di lihat pada gambar 2.3 berikut.



Gambar 2. 3 Penjernihan Air Metode Filtrasi
Sumber: (sitimustiani.com)

Pada penelitian ini bahan-bahan filter yang akan digunakan yaitu, ijuk, pasir silika, batu zeolite, dan arang aktif. Adapun kegunaan masing-masing bahan yaitu sebagai berikut,

1. Ijuk dapat digunakan sebagai bahan alami yang efektif dalam proses penjernihan air untuk menghilangkan partikel, zat organik, dan beberapa mikroba.
2. Pasir silika pasir silika memiliki peran penting dalam penjernihan air karena mampu melakukan filtrasi mekanis, penyaringan koloid, adsorpsi zat organik, pengendalian mikroorganisme, dan pemulihan air limbah.

3. Batu zeolite memiliki kemampuan untuk menyerap bahan organik, logam berat, amonia, dan garam dalam air. Dengan menggunakan zeolit sebagai media penjernihan, air dapat diolah menjadi lebih bersih, bebas kontaminan, dan aman untuk digunakan.
4. Arang aktif memiliki permukaan yang luas dan berpori, sehingga dapat menyerap dan mengikat molekul organik seperti senyawa organik terlarut, pestisida, bahan kimia, dan zat warna. Ini membantu menghilangkan bau, rasa, dan warna yang tidak diinginkan dari air.

Adapun sistem kontrol yang digunakan dalam proses penjernihan air dengan metode filtrasi ini yaitu sistem kontrol loop tertutup.

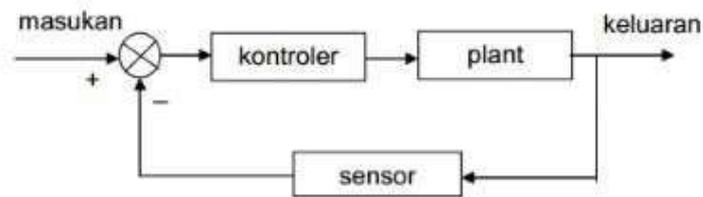
2.2 Sistem Kontrol Pada Penjernihan Air

Loop tertutup, juga dikenal sebagai sistem tertutup atau siklus tertutup, adalah suatu sistem di mana massa atau energi yang digunakan atau dihasilkan oleh suatu proses dikembalikan ke dalam sistem itu sendiri. Dalam loop tertutup, tidak ada pertukaran substansial dengan lingkungan eksternal, sehingga memungkinkan penggunaan yang efisien dari sumber daya dan pengurangan limbah atau kehilangan.

Prinsip dasar loop tertutup adalah menjaga keseimbangan massa dan energi di dalam sistem. Misalnya, dalam konteks pengolahan air, air yang digunakan untuk proses tertentu seperti pendinginan atau pembersihan tidak dibuang, tetapi dikembalikan ke dalam sistem untuk digunakan kembali. Demikian pula, dalam sistem energi, panas yang dihasilkan oleh suatu proses dapat dimanfaatkan kembali untuk tujuan lain dalam sistem. Skema loop tertutup dapat dilihat pada gambar 2.4. Loop tertutup memiliki beberapa keuntungan, antara lain:

- a. Efisiensi penggunaan sumber daya: Dengan mengembalikan massa atau energi ke dalam sistem, loop tertutup meminimalkan limbah atau kehilangan sumber daya, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya.
- b. Pengurangan dampak lingkungan: Dengan mengurangi limbah yang dihasilkan dan penggunaan sumber daya alami, loop tertutup dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

- c. Penghematan biaya: Dengan mengurangi kebutuhan akan pasokan baru dan pengolahan limbah, loop tertutup dapat menghasilkan penghematan biaya jangka panjang.
- d. Keberlanjutan: Loop tertutup mendukung pendekatan yang lebih berkelanjutan terhadap penggunaan sumber daya dan produksi.



Gambar 2. 4 Loop Tertutup
 Sumber: (sitfamz.wordpress.com)

Pada penelitian ini sistem loop tertutup terletak pada bak penampungan akhir, apabila kadar air belum sesuai yang diinginkan maka pompa akan mendistribusikan kembali air ke filter. Adapun mikrokontroler yang digunakan yaitu ESP32 dengan inputan berupa sensor TDS, sensor pH, sensor *turbidity* dan sensor ultrasonic.

2.2.1 ESP32

ESP32 merupakan komponen mikrokontroler yang memiliki keunggulan, mulai dari pin out dan pin analog yang dimiliki lebih banyak, memori yang tersedia lebih besar, terdapat opsi *bluetooth* 4.0 *low energy* serta modul *Wi-Fi* yang sudah tersedia di *board* mikrokontroller. ESP32 ini yang akan berguna untuk mengaplikasikan konsep teknologi IoT (*Internet of things*) [11].

Dalam penelitian ini, ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler utama dalam sistem penjernihan dan monitoring kadar air payau. ESP32 adalah sebuah platform pengembangan IoT (*Internet of Things*) yang memiliki kemampuan *Wi-Fi* dan *Bluetooth*, sehingga memungkinkan koneksi nirkabel dengan perangkat lain, seperti *Blynk*. Dengan menggunakan ESP32, sistem ini dapat mengontrol proses penjernihan air payau secara otomatis. ESP32 akan menerima data dari sensor-sensor yang terpasang pada sistem, seperti sensor ultrasonik, sensor pH, sensor *turbidity*, dan sensor TDS. Data dari sensor-sensor ini akan digunakan untuk

mengatur parameter-proses dalam penjernihan air payau, seperti kekeruhan, salinitas, dan tingkat keasaman (pH).

Dengan adanya koneksi ESP32 ke *Blynk*, sistem penjernihan air payau ini menjadi lebih efisien dan praktis dalam *monitoring* dan kontrol. Pengguna dapat memantau sistem secara real-time dari jarak jauh melalui *smartphone* mereka, sehingga memudahkan pengawasan dan pengendalian terhadap kadar air payau yang sedang dijernihkan. Tampilan ESP32 dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut.



Gambar 2. 5 ESP32
Sumber: (raharja.ac.id)

2.2.2 Sensor Ultrasonik (HY-SRF05)

Sensor ultrasonik adalah sensor yang mengubah besaran bunyi menjadi besaran listrik. Sensor ultrasonik memiliki fungsi secara umum untuk suatu mengukur jarak suatu objek dengan titik ukur lainnya. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik menuju ke suatu target yang ditentukan lalu dipantulkan kembali gelombang tersebut balik kearah sensor. Kemudian sistem akan mengukur waktu yang dihabiskan pada saat proses pemancaran gelombang dimulai sampai kembali ke sensor serta menggunakan kecepatan suara untuk menghitung jarak target. Rangkaian penyusun sensor ini adalah *transmitter*, *reiceiver*, dan *comparator*[12].

Spesifikasi sensor ultrasonik HY-SRF05 dapat dilihat pada tabel 2.1 di bawah. Sensor ultrasonik HY-SRF05 merupakan versi *upgrade* dari generasi sebelumnya yaitu HC-SR04, dimana tingkat keakuratan dan kestabilannya dalam memancarkan maupun menerima pantulan gelombang ultrasonik lebih baik.

Pada penelitian ini, sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur nilai dari ketinggian air pada bak penampungan. Tampilan sensor dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut.



Gambar 2. 6 Sensor Ultrasonik HY-SRF05
Sumber: (hackster.io)

2.2.3 Sensor TDS (TDS DF Robot Gravity)

Sensor TDS, singkatan dari Total Dissolved Solids, adalah jenis sensor yang memiliki cara kerja mendeteksi tingkat konduktivitas pada suatu larutan. Konduktivitas adalah kemampuan larutan untuk menghantarkan arus listrik, dan jika larutan tersebut mengandung banyak mineral, maka konduktivitasnya akan semakin tinggi. Akibatnya, sensor TDS akan menghasilkan output yang lebih besar sebagai respons terhadap tingginya konsentrasi mineral dalam larutan tersebut[13]. Tampilan fisik dari sensor TDS biasanya dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Sensor TDS (Part per Million)
Sumber: (dfrobot.com)

Adapun spesifikasi sensor ini dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Sensor TDS (TDS DF Robot Gravity)

Tegangan Input	: 3.3 ~ 5.5V
Tegangan Output	: 0 ~ 2.3V
Arus Kerja	: 3 ~ 6mA
Rentang Pengukuran	: 0 ~ 1000ppm
Keakuratan Pengukuran	: $\pm 10\%$ F.S. (25 °C)
Ukuran Modul	: 42 * 32mm

Pada penelitian ini, sensor TDS digunakan untuk mendeteksi kadar garam yang ada pada air payau tersebut. Sensor TDS (Total Dissolved Solids) adalah alat yang digunakan untuk mengukur konsentrasi total zat terlarut dalam air. Kadar garam dalam air merupakan salah satu faktor yang memengaruhi nilai bacaan TDS pada sensor. TDS mengukur jumlah total zat terlarut dalam air, termasuk mineral, garam, logam, dan bahan kimia lainnya.

Kadar garam yang tinggi dalam air akan meningkatkan nilai bacaan TDS karena garam sendiri adalah zat terlarut. Ketika air mengandung banyak garam, sensor TDS akan mendeteksi keberadaan ion-ion garam tersebut. Garam terlarut akan berkontribusi pada peningkatan nilai bacaan TDS karena sensor TDS mengukur konduktivitas listrik yang disebabkan oleh zat terlarut. Ion-ion garam yang terdapat dalam air dapat menghantarkan arus listrik, sehingga nilai bacaan TDS pada sensor akan lebih tinggi.

Satuan yang digunakan dari hasil pembacaan sensor TDS adalah PPM (Part per Million). PPM sendiri merupakan singkatan dari "Part Per Million" atau "Sepersepjuta Bagian" merupakan satuan untuk mengukur kepekatan suatu larutan. Pemilihan Sensor TDS jenis ini berlandaskan penelitian yang telah dilakukan oleh Dhodit Rengga Tisna tentang Metode Peningkatan Akurasi pada Sensor TDS berbasis Arudino untuk Nutrisi Air Menggunakan Regresi Linier. Dari penelitian tersebut, didapatkan tingkat akurasi pembacaan sensor TDS DF Robot Gravity

berada pada angka 98,3% [14]. Hal ini menunjukkan bahwa sensor TDS jenis ini mampu mengukur kadar TDS dalam air dengan baik. Adapun spesifikasi sensor ini yaitu sebagai berikut.

2.2.4 Sensor *Turbidity* (DF Robot SEN-0189)

Sensor *turbidity* ialah sensor yang mampu membaca tingkat kekeruhan air. Sensor *turbidity* memanfaatkan sinar cahaya untuk membaca ion yang terdapat pada air dengan menghitung sinar tingkat perpindahan dan hamburan yang berbeda dengan nilai total suspended solids (TSS) di dalam air[15]. Tampilan sensor *turbidity* dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Sensor Turbidity DF Robot SEN0189
Sumber: (dfrobot.com)

Sensor *turbidity* dimanfaatkan untuk membaca kekeruhan air di sungai, air limbah pabrik serta limbah cairan, dan semua kehidupan yang memanfaatkan kualitas air yang bagus. Sensor ini menampilkan nilai keluaran berupa sinyal analog dan digital. Adapun spesifikasi sensor ini dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor *Turbidity* DF Robot SEN0189

Tegangan Operasional	: 5V DC
Operasi Saat Ini	: 40mA (MAX)
Waktu Respons	: <500ms
Resistansi Isolasi	: 100M (Min)
Output Analog	: 0-4.5V
Keluaran Digital	: Sinyal level Tinggi/Rendah (Anda dapat menyesuaikan nilai ambang

Suhu Operasional	batas dengan menyesuaikan potensiometer)
Suhu Penyimpanan	: 5 °C ~ 90 °C
Berat	: -10 °C ~ 90 °C
Dimensi Adaptor	: 30g : 38mm * 28mm * 10mm/1,5 inci * 1,1 inci * 0,4 inci

2.2.5 Sensor pH (SEN-0131)

PH adalah satuan derajat keasaman untuk mengukur basa atau asam pada suatu larutan. Larutan tersebut dapat dibilang asam atau basa berdasarkan tingkat derajat keasaman yang dimilikinya. Sejauh ini tingkat derajat keasaman memiliki rentang nilai dari 0 sampai 14. Larutan netral memiliki derajat keasaman pada nilai 6,5 hingga 7,5. Derajat keasaman lebih dari 7,5 bernilai basa dan derajat keasaman kurang dari 6,5 bernilai asam [16].

Sensor pH merupakan alat ukur untuk melihat tingkat keasaman cairan (pH) menggunakan penginderaan pengukur berstandar industri yang menjadi komponen utamanya. Bagian elektroda sensor terbuat dari membran kaca sensitif yang memiliki tingkat impedansi kecil sehingga menghasilkan pengukuran dengan respon yang cepat dan stabilitas. Hasil pembacaan dari sensor ini dapat diakses oleh mikrokontroler [17]. Tampilan sensor pH dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Sensor pH (SEN-0131)
Sumber: (mouser.co.id)

Adapun spesifikasi dari sensor ini dimuat pada tabel 2.3 berikut.

Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor pH

Tegangan Pemanas	: 5 plusmn 0.2V (AC middot DC)
Arus Kerja	: 5-10mA
Kisaran Konsentrasi yang Dapat Dideteksi	: PH0-14
Kisaran Suhu deteksi	: 0-80
Waktu Respons	: 5 D °C
Waktu Penetapan	: 60 D
Daya Komponen	: 0,5W
Suhu Kerja	: -10 ~ 50 °C (suhu nominal 20 °C)
Kelembaban	: 95% RH (kelembaban nominal 65% RH)
Ukuran Modul	: 42mm x 32mm x 20mm
Keluaran	: Keluaran sinyal tegangan analog

Pemilihan sensor pH SEN-0131 ini dikarenakan memiliki akurasi yang baik dalam mengukur pH. Sensor ini dilengkapi dengan elektroda yang sensitif terhadap perubahan pH, sehingga memberikan hasil yang dapat diandalkan dan presisi. Selain itu, Sensor pH SEN-0131 umumnya memiliki harga yang terjangkau dibandingkan dengan sensor pH yang lebih canggih.

2.3 Internet of Things (IoT)

Internet of things (IoT) adalah salah satu jenis sistem teknologi yang dimana dapat mengubah semua aktifitas yang dilakukan oleh manusia, dapat dikendalikan atau dipantau melalui jaringan internet [18]. *Internet of things* juga merupakan konsep objek sehari-hari yang terhubung dengan internet serta mampu mengidentifikasi ke perangkat lainnya.

Internet of things ini terdiri dari dua bagian yaitu Internet sebagai sistem jaringan komputer yang terhubung menggunakan paket protokol internet standar (TCP/IP) untuk dapat melayani pengguna serta Internet yang menjadi kontrol

konektivitas dan *Things* adalah objek atau perangkat [19] . Secara mudahnya prinsip dari teknologi IoT ini adalah media yang dapat mempermudah kegiatan sehari-hari yang biasanya dilakukan oleh manusia dalam banyak bidang kehidupan seperti lingkungan, kesehatan, pertanian, individu, pemerintah, otomasi rumah dan sejenisnya [20] .Teknologi IoT ini dibidang mampu mempermudah kegiatan manusia sehari-hari dikarenakan alat atau mesin yang terhubung dengan teknologi IoT akan bekerja secara otomatis dan tentunya dapat dipantau [21]. Ilustrasi IoT dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2. 10 IoT
Sumber: (diengcyber.com)

2.3.1 Blynk

Blynk merupakan layanan server yang digunakan untuk mendukung proyek IoT (*Internet of Things*) pada iOS ataupun android. *Blynk* dapat kompatibel dengan berbagai jenis mikrokontroler seperti NodeMCU ESP8266, Arduino, Rasberry Pi melalui koneksi jaringan internet. Tiga komponen utama yang terdapat pada blynk yaitu: 1) *Blynk Apps* berfungsi sebagai kontrol pengiriman data, menampilkan data pada widget, dan mengirim pesan; 2) *Blynk Server*, yaitu layanan cloud yang digunakan untuk mengatur komunikasi antara *smartphone* dengan hal-hal yang dipantau; dan 3) *Blynk Library* berisi berbagai widget seperti tombol kontrol, bentuk layar, pesan, dan manajemen waktu yang memungkinkan perangkat mengirim data dari sensor kemudian ditampilkan di aplikasi secara *real time* [22].

Menurut Rafiq hari, et.al. pada penelitian nya yang berjudul Perancangan Aplikasi *Blynk* untuk *Monitoring* dan Kendali Penyiraman Tanaman [23], *Blynk* merupakan aplikasi yang memiliki banyak fitur yang cukup mudah diakses dan dapat digunakan sebagai perantara untuk memantau dan mengontrol suatu kondisi

objek. Dalam penelitian ini penulis menambahkan perangkat IoT yang menggunakan aplikasi *Blynk* untuk dapat memantau data pH, kekeruhan, TDS, dan level air agar tetap dalam kondisi baik. Cara kerja *Blynk* yaitu ketika NodeMCU mengkoneksikan *Wi-Fi* ke *router*, sistem akan membaca hasil pembacaan pada sensor-sensor secara terus menerus, data akan dikirimkan ke *Blynk Cloud* yang akan disimpan dan ditampilkan pada aplikasi pada *smartphone*. Tampilan logo *Blynk* seperti gambar 2.11.



Gambar 2. 11 Blynk
Sumber: (tptumetro.com)

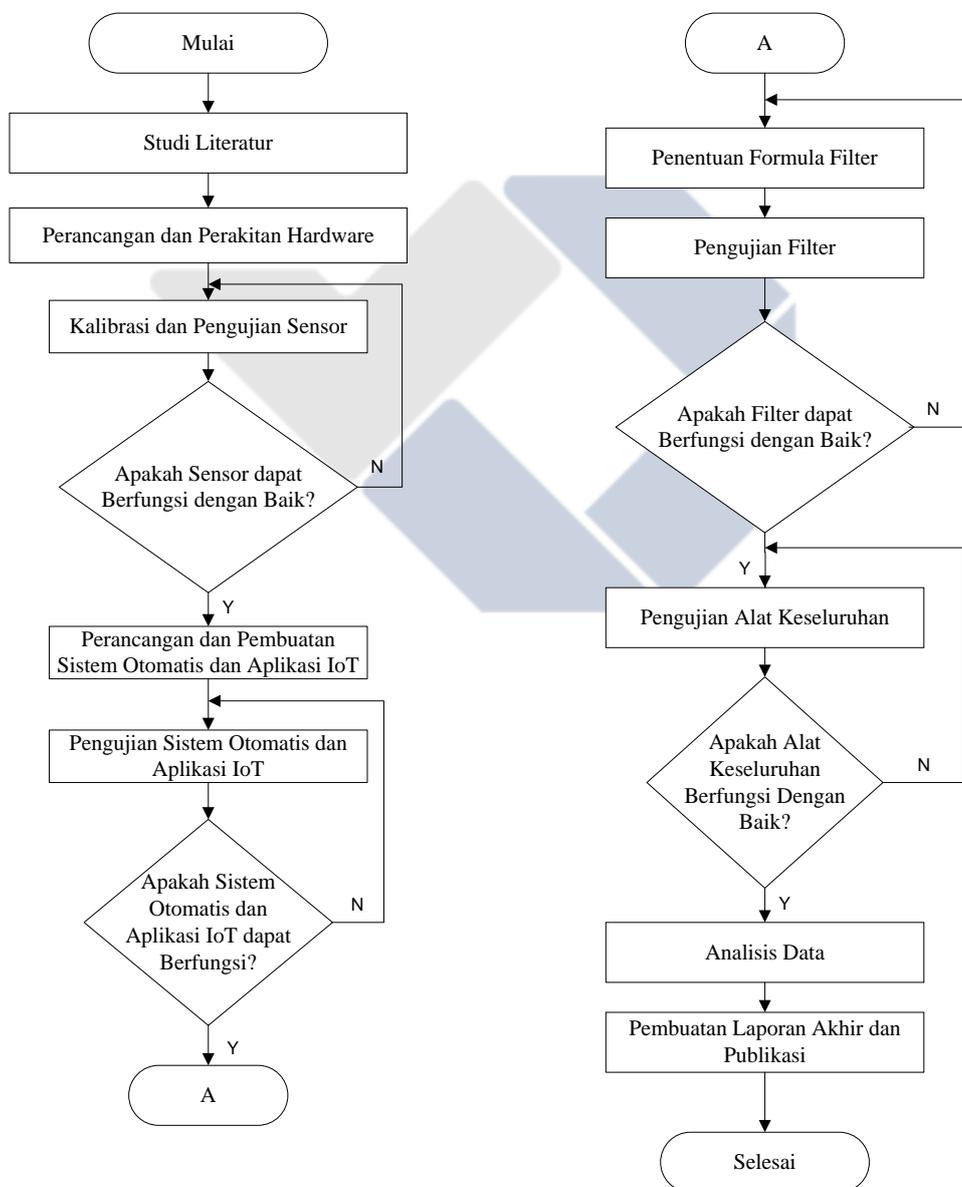
Pada penelitian ini, aplikasi *Blynk* digunakan untuk memonitoring kadar air payau setelah melewati proses filtrasi. Melalui aplikasi *Blynk*, pengguna dapat melihat nilai TDS (*Total Dissolved Solids*), kekeruhan, pH, dan level air secara real-time. Data dari sensor-sensor yang terpasang pada sistem, seperti sensor TDS, sensor kekeruhan, sensor pH, dan sensor level air, akan dikirimkan ke mikrokontroler ESP32. Kemudian, ESP32 akan mentransfer data tersebut melalui koneksi *Wi-Fi* ke aplikasi *Blynk* yang terhubung dengan ESP32.

Penggunaan aplikasi *Blynk* dalam penelitian ini memberikan kemudahan dan aksesibilitas bagi pengguna dalam memonitoring parameter-parameter penting dalam penjernihan air payau. Melalui *smartphone* mereka, pengguna dapat melihat dan memantau secara real-time kondisi air payau yang telah difilter dan memastikan bahwa air memenuhi standar kualitas yang diharapkan.

BAB III

METODE PELAKSANAAN

Pada bab ini membahas mengenai metode pelaksanaan yang akan dilakukan selama proses pengerjaan proyek akhir yang digambarkan seperti diagram flowchart di bawah ini:



Gambar 3. 1 Flowchart Metode Pelaksanaan

3.1 Studi Literatur

Pada tahap ini merupakan tahap pengidentifikasian permasalahan tentang sistem penjernihan dan *monitoring* kadar air payau berbasis IoT. Pengumpulan informasi dengan membaca dan mempelajari buku-buku atau jurnal penelitian terkait untuk mengetahui bagaimana konsep dari penjernihan air sederhana. Pencarian informasi mengenai komponen juga penting agar proses pembuatan proyek akhir dapat berjalan lancar dan terstruktur. Informasi-informasi tersebut seperti data jenis sensor, pompa air, mikrokontroler, serta *software* yang digunakan untuk membuat aplikasi *smartphone* nantinya.

3.2 Perancangan dan Perakitan *Hardware*

Pada tahap ini, dilakukan perancangan terhadap konstruksi sistem penjernihan air dan rangkaian elektrik. Proses perancangan ini melibatkan perencanaan mendetail mengenai desain fisik dari sistem penjernihan air, termasuk pemilihan material yang sesuai, ukuran, dan posisi komponen-komponen yang dibutuhkan. Selain itu, perancangan rangkaian elektrik juga akan dilakukan dengan mempertimbangkan penggunaan sensor-sensor dan perangkat elektronik lainnya untuk mengukur dan mengendalikan proses penjernihan air. Setelah proses perancangan selesai dan telah diverifikasi, langkah berikutnya adalah melanjutkan dengan proses perakitan *hardware*. Pada tahap ini, komponen-komponen fisik dan elektronik akan dirangkai secara hati-hati sesuai dengan desain yang telah direncanakan sebelumnya. Proses perakitan ini memastikan bahwa sistem penjernihan air dan rangkaian elektrik dapat berfungsi secara efisien dan sesuai dengan tujuan yang ditetapkan dalam proyek ini. Setelah perakitan selesai, sistem akan siap untuk diuji dan dievaluasi performanya sebelum digunakan dalam aplikasi nyata

3.2.1 Desain Sistem Penjernihan Air

Proses perancangan desain konstruksi sistem penjernihan air dilakukan dengan menggunakan *software solidworks*. Pada tahap ini ditentukan jenis bahan yang akan digunakan serta ukurannya. Hasil dari proses desain konstruksi sistem penjernihan air ini didapati ukuran dari dudukan bak penampungan pertama dengan

panjang x lebar x tinggi yaitu, 40 cm x 40 cm x 100 cm. Sedangkan untuk bak penampungan akhir yaitu, 36 cm x 27 cm x 20 cm. Untuk filternya sendiri yaitu menggunakan pipa ukuran 3 inch dengan panjang tiap filter yaitu 28 cm, dengan ketinggian dudukan yang berbeda yaitu, 75 cm, 65 cm dan 55 cm yang mana berjarak 20 cm antar filter. Bahan yang digunakan untuk membangun dudukan bak penampungan yaitu besi siku yang mana dilengkapi dengan triplek di atasnya, sedangkan media pengaliran air yang digunakan yaitu pipa PVC. Berikut adalah desain alat pada *software solidworks*, dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Desain Kontruksi Sistem Pemjernihan Air

3.2.2 Perakitan Sistem Penjernihan Air

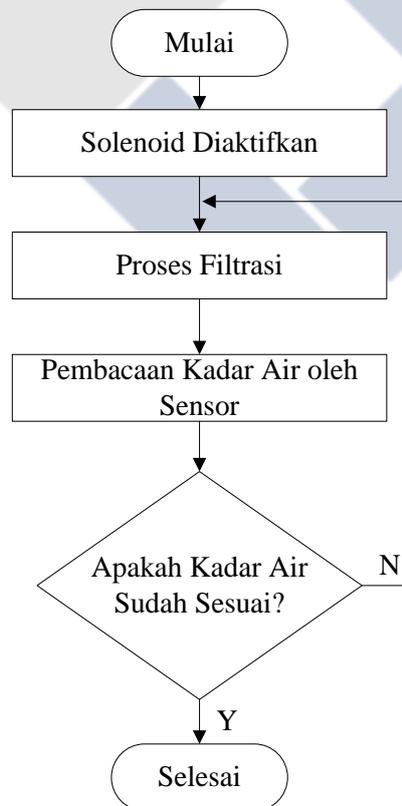
Proses perakitan konstruksi sistem penjernihan air dimulai dengan pemotongan besi siku, yang selanjutnya akan disambungkan membentuk meja dengan ukuran 40 cm x 40 cm x 100 cm.. Kemudian, dilakukan pemotongan pipa PVC sesuai dengan ukuran yang telah diatur dalam desain sebelumnya. Pipa PVC ini akan digunakan untuk menyusun rangkaian sistem perpipaan yang diperlukan dalam proses penjernihan air. Selanjutnya, berbagai komponen seperti pompa air, filter, dan sensor-sensor akan dipasang dan terhubung secara hati-hati ke dalam struktur meja dan rangkaian pipa PVC. Proses pemasangan dan penghubungan komponen ini memastikan bahwa sistem penjernihan air terintegrasi dengan baik dan siap untuk diuji.

Berikut merupakan hasil akhir perakitan, ditampilkan pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Hasil Akhir Perakitan Kontruksi

Adapun flowchart sistem penjernihan ini sebagai berikut.

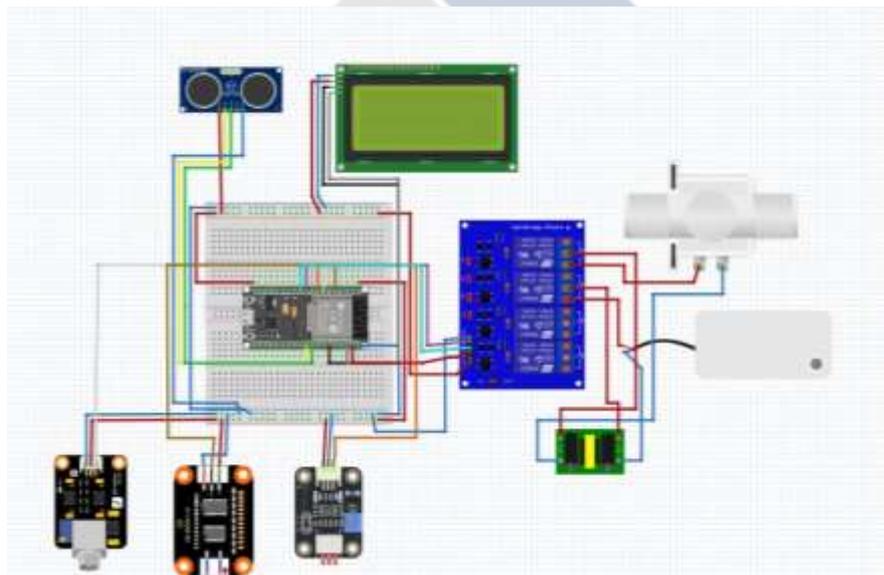


Gambar 3. 4 Flowchart Sistem

Proses dimulai ketika air berada di bak penampungan awal, kemudian solenoid diaktifkan, setelah itu dilanjutkan dengan filtrasi. Pada saat filtrasi melewati 3 tahap filter. Kemudian, air hasil filtrasi masuk ke dalam bak penampungan akhir dan kadar air dibaca oleh sensor. Jika kadar air telah sesuai maka proses selesai. Akan tetapi, jika belum sesuai air akan dilooping kembali masuk ke proses filtrasi.

3.2.3 Desain Rangkaian Elektrik

Pada tahap ini dilakukan perancangan rangkaian elektrik yang bertujuan mengatur tata letak dari wiring masing-masing komponen elektronika. Perancangan elektrik menggunakan aplikasi *fritzing*. Berikut ini desain hasil rancangan rangkaian elektrik, pada gambar 3.5.

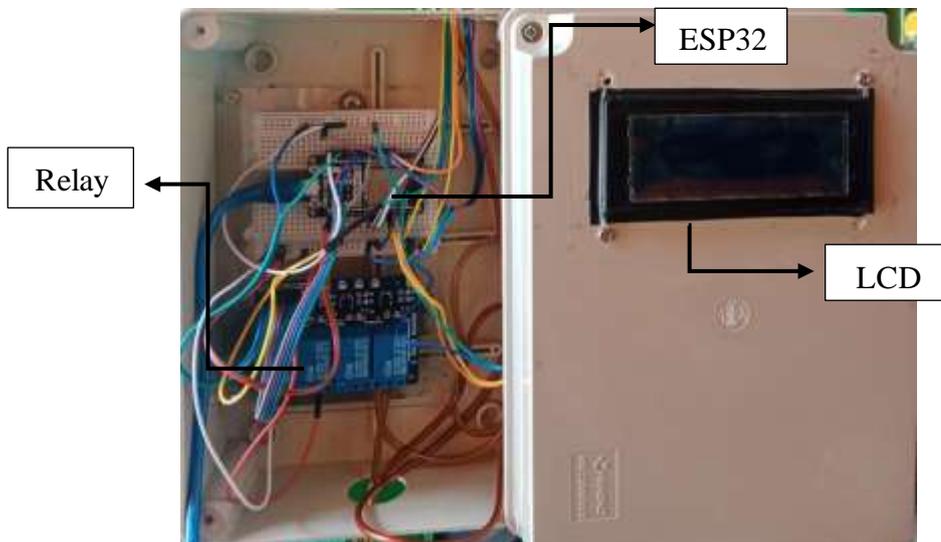


Gambar 3. 5 Wiring Rangkaian Elektrik

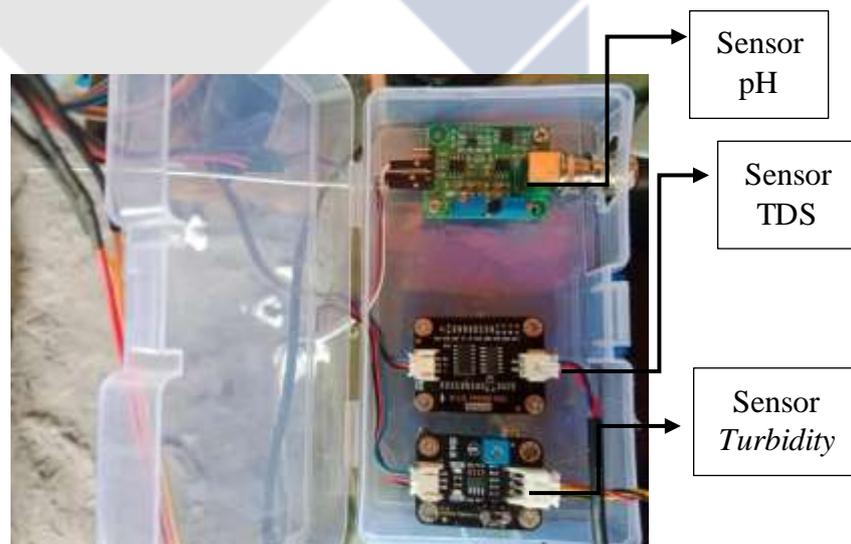
3.2.4 Perakitan Rangkaian Elektrik

Tahap ini diawali dengan perakitan rangkaian sensor pada ESP32, kemudian dilanjutkan dengan perakitan rangkaian pompa air dan *solenoid valve* pada relay 4 *channel*, dilanjutkan dengan pemasangan kabel dari LCD pada ESP32, kemudian penempatan rangkaian elektrik pada kotak panel, dan terakhir perakitan modul sensor pada kotak modul.

Berikut merupakan hasil dari perakitan rangkaian elektrik, pada gambar 3.6 dan 3.7.



Gambar 3. 6 Perakitan pada Kotak Panel



Gambar 3. 7 Perakitan Modul Sensor pada Kotak Modul

3.3 Kalibrasi dan Pengujian Sensor

Pada tahap ini merupakan tahap untuk pengkalibrasian sensor untuk mendapatkan hasil pembacaan yang sama atau mendekati pembacaan dengan alat ukur. Kemudian dilanjutkan pada tahap pengujian sensor yang bertujuan untuk mendapatkan nilai akurasi dari semua sensor. Berikut merupakan rumus menghitung nilai akurasi pembacaan sensor.

$$Error = \frac{|Pembacaan\ Sensor - Pembacaan\ Alat\ Ukur|}{Pembacaan\ Sensor} \times 100\%$$

3.4 Perancangan dan Pembuatan Sistem Otomatis dan Aplikasi IoT

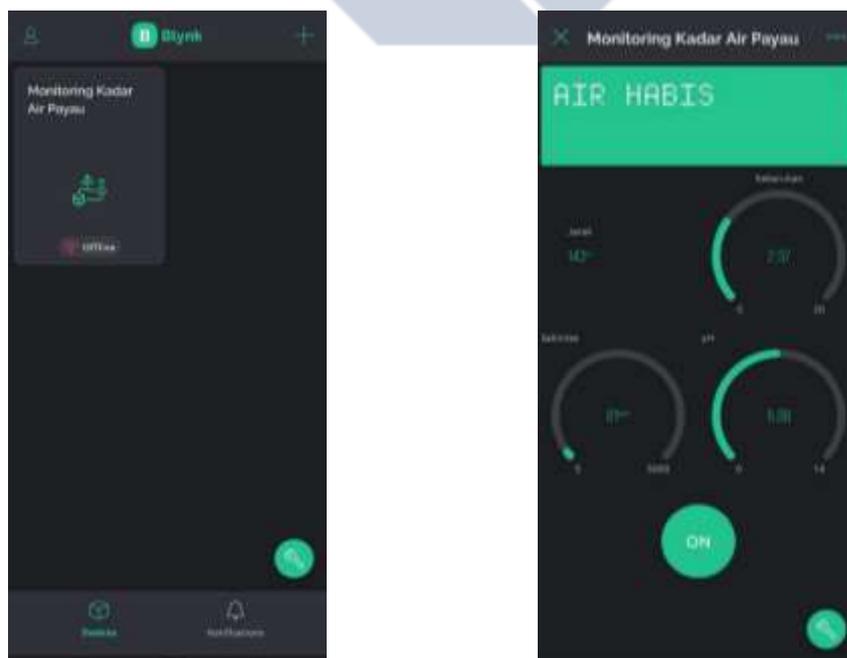
Tahap ini merupakan tahap membuat program untuk sistem otomatis dan pembuatan aplikasi IoT. Sistem otomatis akan dibuat pada pemrograman Arduino, sedangkan pembuatan aplikasi IoT akan menggunakan *Blynk*.

3.4.1 Desain Software

Desain *software* dari sistem *monitoring* kadar air, serta kontrol *solenoid valve* terdiri atas pemrograman ESP32 pada *software* ArduinoIDE untuk membaca semua data sensor serta terhubung ke relay *solenoid valve* yang akan dikontrol, dan juga pengiriman data dari ESP32 ke aplikasi *Blynk*. Selanjutnya, membuat desain tampilan aplikasi pada *smartphone* menggunakan *Blynk* untuk menampilkan nilai level air, TDS, pH, dan kekeruhan air.

3.4.2 Pembuatan Software

Gambar 3.6 di bawah merupakan tampilan pada aplikasi *Blynk*. Pada proses pembuatan *software*, tahapan pertama yang dilakukan adalah membuat program pada mikrokontroler.



Gambar 3. 8 Tampilan pada Aplikasi Blynk

Pemrograman ini bertujuan untuk membaca data sensor ultrasonik, pH, TDS, dan kekeruhan yang nantinya akan dikirimkan ke ESP32. Setelah itu pembuatan program sistem pompa air untuk proses *pelooping*. Lalu membuat program pada ESP32 untuk mengirimnya ke *Blynk*. Dan pada tahap akhir dilakukan pemrograman pada *Blynk* untuk pembuatan aplikasi *monitoring* kadar air dan kontrol *solenoid valve* pada sistem penjernihan air.

3.4.3 Pembuatan Kontrol Solenoid Valve dengan Tombol pada Aplikasi

Pada tahap ini, *solenoid valve* dirancang agar dapat dikontrol melalui aplikasi *Blynk*. Pengontrolan hidup dan mati *solenoid valve* masih dilakukan secara manual, yaitu dengan mengaktifkan atau menonaktifkan *solenoid valve* melalui tombol yang tersedia dalam aplikasi. Ketika tombol diaktifkan (ON), *solenoid valve* akan dihidupkan, memungkinkan aliran air melalui *valve*. Sebaliknya, ketika tombol dinonaktifkan (OFF), *solenoid valve* akan dimatikan, sehingga aliran air terputus. Pendekatan ini memungkinkan pengguna untuk memiliki kendali langsung atas operasi *solenoid valve*, dengan keputusan hidup atau matinya *solenoid valve* yang tergantung pada pengaturan tombol dalam aplikasi.

3.4.4 Pembuatan Sistem Looping Air Otomatis

Pada tahap ini, sistem bekerja pada saat kadar air belum sesuai yang diinginkan. Adapun persyaratan kadar air yang seharusnya yaitu, 6,5 – 8,5 untuk pH, kurang dari 300 mg/l untuk TDS, dan kurang dari 3 NTU untuk kekeruhan. Ketika persyaratan tersebut belum terpenuhi maka program akan menjalankan fungsinya untuk menghidupkan pompa yang mana akan mendistribusikan air dari bak penampungan akhir kembali ke filter. Pada penelitian ini, pompa air akan mati ketika kadar dalam air sudah mencapai nilai yang diinginkan.

3.5 Pengujian Sistem Otomatis dan Aplikasi IoT

Pada tahap ini dilakukan untuk melihat apakah sistem otomatis dan aplikasi IoT yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan prosedur yang diinginkan. Pengujian sistem otomatis dilakukan dengan melihat. Kemudian untuk pengujian aplikasi IoT, yang akan diuji adalah kemampuan aplikasi untuk dapat menampilkan

data pembacaan sensor, serta dapat mengontrol hidup mati *solenoid valve* melalui *smartphone*.

3.6 Penentuan Dan Pengujian Formula Filter

Pada tahap ini dilakukan penentuan terhadap bahan apa saja yang akan digunakan sebagai media filtrasi, kemudian apa saja yang akan dimasukkan ke dalam tiap filter, serta seberapa banyak bahan tersebut digunakan dalam filter. Kemudian tahap selanjutnya yaitu tahap pengujian, yang mana semua formula filter tersebut diuji dan dilihat pengaruhnya terhadap nilai kadar air yang ditentukan. Pada proses ini dilakukan dengan menggunakan banyak percobaan untuk menentukan formula yang pas.

3.7 Pengujian Alat Keseluruhan

Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap keseluruhan sistem kontrol dan *monitoring* pada sistem penjernihan air. Pengujian diawali dengan pengujian sistem *monitoring* pembacaan sensor melalui LCD dan aplikasi pada *smartphone*. Hasil *monitoring* akan dibandingkan kembali dengan alat ukur untuk melihat tingkat keakuratan dari hasil pembacaan. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian pada sistem peloopngan otomatis dan buka tutup *solenoid valve* otomatis.

Pada pengujian ini, dilakukan pengamatan terhadap nilai kadar air dari hasil filtrasi, apakah nilai pH, TDS, dan kekeruhan termasuk pada range yang diinginkan. Pengujian terakhir adalah pengujian terhadap kontrol *solenoid valve*, apakah dapat dihidup matikan melalui aplikasi yang ada di *smartphone*.

3.8 Analisis Data

Pada tahap ini, dilakukan evaluasi terhadap hasil pengujian data guna menentukan apakah sistem yang telah dibuat berjalan sesuai dengan harapan. Evaluasi ini melibatkan analisis terhadap performa *software* dan *hardware* yang digunakan dalam sistem penjernihan dan *monitoring* kadar air payau.

Selama proses evaluasi, data hasil pengujian seperti nilai TDS, kekeruhan, pH, dan level air akan dianalisis dan dibandingkan dengan parameter yang ditargetkan. Jika terdapat kekurangan atau masalah yang terdeteksi pada sistem, *software*, atau *hardware*, langkah perancangan ulang akan diambil untuk mencapai

hasil yang diinginkan. Proses evaluasi dan perancangan ulang ini penting untuk memastikan bahwa sistem penjernihan dan *monitoring* kadar air payau dapat beroperasi secara efektif dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Dengan mengidentifikasi dan memperbaiki masalah yang ada, hasil akhir dari penelitian ini diharapkan dapat mencapai kinerja yang optimal sesuai dengan kebutuhan dan persyaratan yang telah ditetapkan sebelumnya.

3.9 Pembuatan Laporan Akhir dan Publikasi

Tahap pembuatan makalah ini merupakan tahap akhir dalam pembuatan proyek akhir. Pada tahapan ini bertujuan untuk memaparkan temuan dan hasil penelitian atau proyek secara terperinci. Ini memungkinkan pembaca untuk memahami metode yang digunakan, data yang dikumpulkan, dan kesimpulan yang diambil berdasarkan analisis.

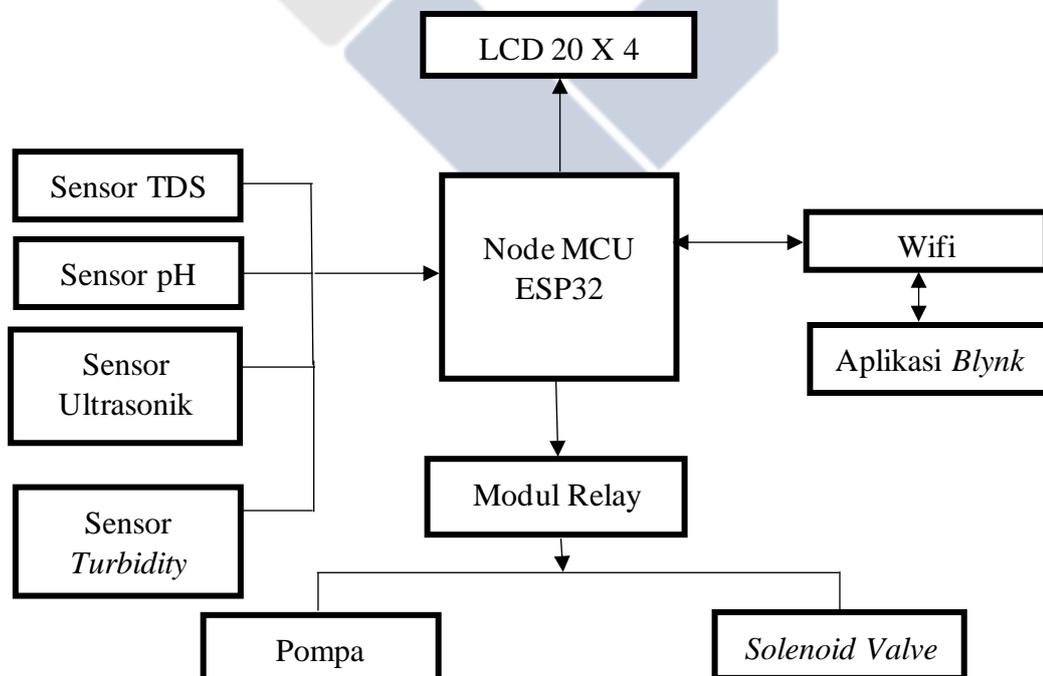
Sementara itu, publikasi adalah proses mengunggah atau menerbitkan laporan akhir atau hasil penelitian dalam bentuk artikel ilmiah, buku, jurnal, konferensi, atau media lain yang relevan. Tujuan utama dari publikasi adalah untuk berbagi pengetahuan secara luas.

Publikasi memungkinkan peneliti atau penulis untuk berbagi pengetahuan dan temuan mereka dengan komunitas ilmiah yang lebih luas. Ini memperluas dampak dan jangkauan penelitian serta memungkinkan orang lain untuk mempelajari dan memanfaatkan pengetahuan tersebut.

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Alat

Sistem penjernihan dan *monitoring* kadar air payau dengan kontrol loop tertutup berbasis IoT merupakan sebuah konsep sistem penjernihan air dengan metode filtrasi yang diharapkan dapat melakukan *monitoring* terhadap kadar air payau, baik secara langsung (via LCD) maupun melalui *smartphone*. Adapun beberapa hal yang dimonitoring yaitu, pH, TDS, kekeruhan dan level air. Selain mampu untuk melakukan *monitoring*, alat ini mampu untuk melakukan peloopingan otomatis apabila kadar air belum sesuai dengan yang diharapkan. Harapannya setelah melewati proses filtrasi terjadi perubahan terhadap kadar air yang belum sesuai dengan target capaian. Berikut ini adalah blok diagram untuk sistem penjernihan dan *monitoring* kadar air payau dengan kontrol loop tertutup berbasis IoT. Blok diagram alat dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut.



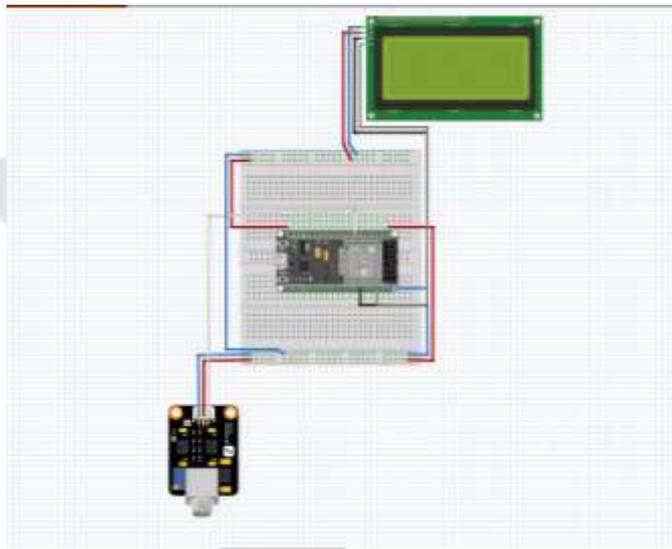
Gambar 4. 1 Blok Diagram Alat

4.2 Proses Kalibrasi Dan Pengujian Sensor

Pada tahap ini dilakukan proses kalibrasi dan pengujian terhadap sensor - sensor yang akan digunakan pada sistem. Proses kalibrasi bertujuan untuk mendapatkan hasil pembacaan sensor yang akurat dengan melakukan perbandingan pembacaan sensor dengan pembacaan pada alat ukur. Sensor tersebut adalah sensor pH, sensor TDS, sensor ultrasonik, dan sensor *turbidity*.

4.2.1 Kalibrasi Sensor pH

Pada tahap ini dilakukan proses kalibrasi sensor pH. Berikut adalah *wiring* kalibrasi sensor pH, pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Wiring Kalibrasi Sensor pH

Program yang digunakan yaitu sebagai berikut.

```
// SENSOR PH
const int ph_Pin = 32;
float sdata2=0;
int nilai_analog_PH;
float TeganganPH;
float average_pH = 0.0;
int num_samples = 20;
float pH_samples[20];
```

```

void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    Serial.begin(115200);
    pinMode(ph_Pin, INPUT);
}

void loop() {
    // put your main code here, to run repeatedly:
    // SENSOR PH
    nilai_analog_PH = analogRead(ph_Pin);
    TeganganPH = 3.3 / 4096.0 * nilai_analog_PH;
    float PH_step = (-4.4643 * TeganganPH) + 19.02649;
    sdata2 = PH_step;
    for (int i = num_samples - 1; i > 0; i--)
    {
        pH_samples[i] = pH_samples[i - 1];
    }
    pH_samples[0] = PH_step;
    float sum_pH = 0.0;
    for (int i = 0; i < num_samples; i++)
    {
        sum_pH += pH_samples[i];
    }
    average_pH = sum_pH / num_samples;
    sdata2 = average_pH;
    Serial.print("Tegangan PH :");
    Serial.print(TeganganPH, 2);
    Serial.print("PH AIR :");
    Serial.print(sdata2, 2);
}

```

Program di atas merupakan implementasi dari metode kalibrasi sederhana untuk sensor pH. Proses kalibrasi dilakukan untuk mengonversi nilai bacaan analog

dari sensor menjadi nilai pH yang lebih bermakna. Berikut adalah penjelasan proses dan metode kalibrasi yang digunakan pada sensor pH dalam program ini:

1. Pendefinisian Variabel:

- ``ph_Pin``: Ini adalah pin pada mikrokontroler yang digunakan untuk membaca nilai analog dari sensor pH.
- ``sdata2``: Variabel ini akan menyimpan hasil perhitungan pH yang telah dikalibrasi berdasarkan bacaan analog sensor.
- ``nilai_analog_PH``: Variabel ini akan menyimpan nilai analog yang dibaca dari sensor pH.
- ``TeganganPH``: Variabel ini akan menyimpan nilai tegangan yang dihitung dari nilai analog sensor pH.
- ``average_pH``: Variabel ini akan menyimpan nilai rata-rata dari sejumlah sampel bacaan pH.
- ``num_samples``: Jumlah sampel bacaan pH yang akan diambil untuk dihitung rata-ratanya. Pada contoh ini, jumlah sampel adalah 20.
- ``pH_samples[20]``: Array ini digunakan untuk menyimpan sejumlah bacaan pH yang diambil untuk perhitungan rata-rata.

2. Fungsi ``setup()``:

- Inisialisasi program dan pembukaan komunikasi serial dengan kecepatan baud rate 115200.
- Menetapkan pin ``ph_Pin`` sebagai input untuk membaca data dari sensor pH.

3. Fungsi ``loop()``:

- Membaca nilai analog dari sensor pH melalui pin ``ph_Pin``.
- Menghitung nilai tegangan yang sesuai dengan nilai analog menggunakan rumus: ``TeganganPH = 3.3 / 4096.0 * nilai_analog_PH``.
- Menghitung nilai pH menggunakan rumus kalibrasi: ``PH_step = (-4.4643 * TeganganPH) + 19.02649``.
- Menyimpan nilai pH yang sudah dikalibrasi ke dalam variabel ``sdata2``.

- Memperbarui nilai pada array `pH_samples` dengan meletakkan nilai baru di indeks pertama dan menggeser nilai lainnya ke indeks yang lebih tinggi.
- Menghitung nilai rata-rata dari sampel-sampel pH yang diambil dari array `pH_samples`.
- Menyimpan nilai rata-rata pH ke dalam variabel `average_pH`.
- Mengirimkan nilai tegangan pH dan nilai pH yang sudah dikalibrasi ke Serial Monitor.

Penting untuk diingat bahwa metode kalibrasi yang digunakan dalam program ini mungkin hanya cocok untuk kondisi tertentu. Kalibrasi pH yang akurat dan andal biasanya melibatkan metode lebih lanjut, seperti menggunakan larutan kalibrasi pH standar dan melakukan koreksi untuk mengatasi perubahan sensor dari waktu ke waktu. Jika akurasi yang lebih tinggi diperlukan, disarankan untuk menggunakan metode kalibrasi yang lebih canggih dan mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi bacaan sensor pH.

4.2.2 Pengujian Sensor pH

Tahap pengujian ini dilakukan untuk melihat kakuratan hasil pembacaan dari sensor pH. Hasil pembacaan sensor pH yang telah dikonversi menjadi nilai pH akan dibandingkan dengan pembacaan pada pH Meter. Nilai selisih dari kedua hasil pembacaan akan dijadikan nilai eror untuk menentukan seberapa akurat pembacaan sensor pH. Berikut merupakan sampel pengujian dan data hasil pengujian. Sampel pengujian dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Sampel Pengujian sensor pH

Berikut disajikan data hasil pengujian sensor pH pada tabel 4.1 dan outputnya pada tabel 4.2.

Tabel 4. 1 Data Pengujian Sensor pH

Jenis Larutan	Tegangan (Volt)	Sensor pH (pH)	pH Meter (pH)	Akurasi (%)
Larutan A	3,29	4,19	4,2	99,76
Larutan B	2,61	6,96	6,9	99,13
Larutan C	1,12	9,19	9,0	97,90
Larutan D	2,98	5,72	5,5	96,00
Rata-rata			98,19	

Tabel 4. 2 Data Tampil pada Serial Monitor

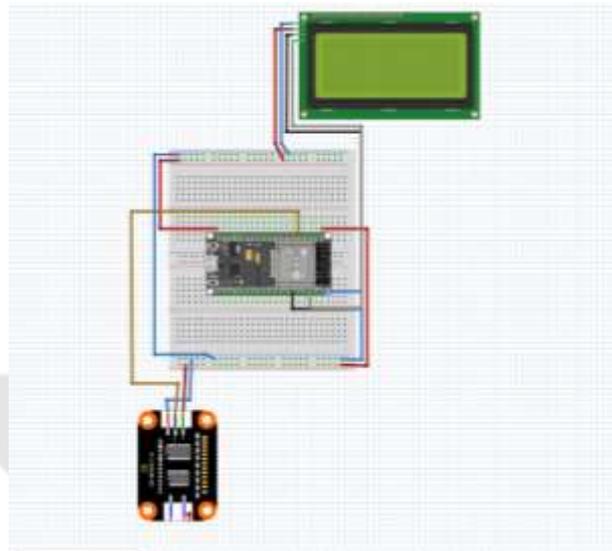
Jenis Larutan	Output
A	05:38:07.429 -> PH AIR : 4.19
	05:38:07.429 -> Tegangan PH :3.29
B	05:48:48.922 -> PH AIR : 6.96
	05:48:48.922 -> Tegangan PH :2.61
C	05:51:54.181 -> Tegangan PH :1.12
	05:51:54.181 -> PH AIR : 9.19
D	05:58:02.756 -> PH AIR : 5.72
	05:58:02.756 -> Tegangan PH :2.98

Berdasarkan data hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel 4.1, kami dapat menyimpulkan bahwa sensor pH ini memiliki kemampuan untuk mengukur nilai pH dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 98,19%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor pH dapat memberikan pembacaan yang sangat akurat dan konsisten dalam mengukur tingkat keasaman atau kebasaan pada sampel air yang diuji. Tingkat akurasi yang mencapai 98,19% menandakan bahwa sensor ini dapat diandalkan dalam memberikan informasi mengenai tingkat pH dalam air dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Hal ini sangat penting karena nilai pH adalah

salah satu parameter kritis dalam mengevaluasi kualitas air, terutama dalam konteks proses penjernihan air dan pemantauan lingkungan.

4.2.3 Kalibrasi Sensor TDS

Pada tahap ini dilakukan proses kalibrasi sensor TDS. Berikut adalah *wiring* dan program kalibrasi sensor TDS. *Wiring* dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut.



Gambar 4. 4 Wiring Kalibrasi Sensor TDS

```
// SENSOR TDS
#define TDS_PIN 34
float knownTDS = 106;
float tdsValue = 0.0;
float averageTDS = 0.0;
int numTDSsamples = 20;
float TDSSamples[20];
float sdata3=0;
void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    Serial.begin(115200);
}
void loop() {
```

```

// put your main code here, to run repeatedly:
// SENSOR TDS

float tdsReading = analogRead(TDS_PIN);
for (int i = numTDSsamples - 1; i > 0; i--)
{
    TDSSamples[i] = TDSSamples[i - 1];
}
TDSSamples[0] = tdsReading;
float sumTDS = 0.0;
for (int i = 0; i < numTDSsamples; i++)
{
    sumTDS += TDSSamples[i];
}
averageTDS = sumTDS / numTDSsamples;
tdsValue = (0.5053 * averageTDS) - 69.181;
sdata3 = tdsValue;
}

```

Program tersebut terlihat merupakan implementasi dari metode kalibrasi sederhana untuk sensor TDS (Total Dissolved Solids). TDS adalah ukuran jumlah total padatan terlarut dalam air. Proses kalibrasi dilakukan untuk mengkonversi nilai bacaan analog dari sensor menjadi nilai TDS yang lebih bermakna dalam ppm (parts per million) atau mg/L (milligram per liter). Mari jelaskan langkah-langkah dan metode kalibrasi yang digunakan dalam program ini.

1. Pendefinisian Konstanta:

- `TDS_PIN 34`: Ini adalah pin pada mikrokontroler yang digunakan untuk membaca nilai analog dari sensor TDS.
- `knownTDS = 106`: Ini adalah nilai TDS yang diketahui sebelumnya untuk kalibrasi. Nilai ini harus diketahui dengan pasti melalui metode kalibrasi eksternal sebelumnya, menggunakan sumber air dengan konsentrasi TDS yang diketahui.

2. Pendefinisian Variabel:

- ``tdsValue``: Variabel ini akan menyimpan hasil perhitungan TDS yang telah dikalibrasi berdasarkan bacaan analog sensor.
- ``averageTDS``: Variabel ini akan menyimpan nilai rata-rata dari sejumlah sampel bacaan analog sensor TDS.
- ``numTDSsamples``: Jumlah sampel bacaan analog yang akan diambil untuk dihitung rata-ratanya. Pada contoh ini, jumlah sampel adalah 20.
- ``TDSSamples[20]``: Array ini digunakan untuk menyimpan sejumlah bacaan analog sensor TDS yang diambil untuk perhitungan rata-rata.

3. Fungsi ``setup()``:

- Inisialisasi program dan pembukaan komunikasi serial dengan kecepatan baud rate 115200.

4. Fungsi ``loop()``:

- Membaca nilai analog dari sensor TDS melalui pin ``TDS_PIN``.
- Memperbarui nilai pada array ``TDSSamples`` dengan meletakkan nilai baru di indeks pertama dan menggeser nilai lainnya ke indeks yang lebih tinggi.
- Menghitung nilai rata-rata dari sampel-sampel TDS yang diambil dari array ``TDSSamples``.
- Melakukan perhitungan kalibrasi TDS berdasarkan rumus: ``tdsValue = (0.5053 * averageTDS) - 69.181``.
- Hasil perhitungan TDS yang sudah dikalibrasi akan disimpan dalam variabel ``sdata3``.

Penting untuk diingat bahwa metode kalibrasi yang digunakan dalam program ini sangat sederhana dan mungkin hanya cocok untuk kondisi tertentu. Kalibrasi yang akurat dan andal biasanya melibatkan metode lebih lanjut, seperti menggunakan standar kalibrasi TDS eksternal dan melakukan koreksi untuk mengatasi perubahan sensor dari waktu ke waktu. Jika akurasi yang lebih tinggi diperlukan, disarankan untuk menggunakan metode kalibrasi yang lebih canggih

dan mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi bacaan sensor TDS.

4.2.4 Pengujian Sensor TDS

Proses pengujian ini dilakukan untuk melihat nilai keakuratan dari pembacaan sensor TDS. Hasil pembacaan sensor TDS yang telah dikonversi menjadi nilai PPM akan dibandingkan dengan nilai PPM pada TDS Meter. Nilai selisih dari kedua hasil pembacaan akan dijadikan nilai eror untuk menentukan seberapa akurat pembacaan sensor TDS. Berikut merupakan proses kalibrasi sensor ditampilkan pada gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Sampel Pengujian Kalibrasi Sensor TDS

Tabel 4. 3 Data Pengujian Sensor TDS

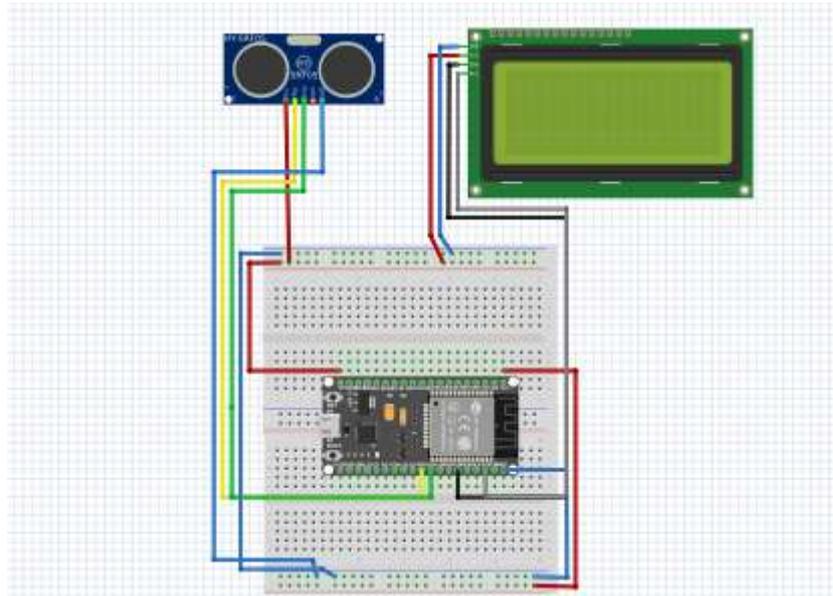
Jenis Larutan	Sensor TDS (PPM)	TDS Meter (PPM)	Akurasi (%)
Larutan A	6	5	80
Larutan B	12	12	100
Larutan C	26	29	89,7
Larutan D	32	37	86,5
Rata-rata		89,05	

Berdasarkan data hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel 4.3, kami dapat menyimpulkan bahwa sensor Total Dissolved Solids (TDS) ini memiliki kemampuan untuk mengukur nilai Parts Per Million (PPM) dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 89,05%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor TDS dapat

memberikan pembacaan yang cukup akurat dan konsisten dalam mengukur konsentrasi TDS pada sampel air yang diuji.

4.2.5 Kalibrasi Sensor Ultrasonik

Berikut adalah *wiring* yang digunakan pada saat kalibrasi sensor ultrasonik.



Gambar 4. 6 Wiring Kalibrasi Sensor Ultrasonik

Metode kalibrasi yang digunakan dalam program ini adalah kalibrasi offset dan kalibrasi faktor skala. Offset dihitung sebagai setengah dari durasi hasil pembacaan tanpa kalibrasi. Hal ini dilakukan untuk mengkompensasi waktu yang dibutuhkan oleh sinyal ultrasonik untuk pergi ke objek yang akan diukur dan kembali ke sensor. Faktor skala dihitung berdasarkan perbandingan antara jarak yang diketahui secara akurat (misalnya 100 cm) dan jarak yang diukur oleh sensor dalam satuan cm. Faktor skala ini digunakan untuk mengoreksi nilai jarak yang diukur agar sesuai dengan jarak yang sebenarnya.

Dalam program, proses kalibrasi offset dan faktor skala dilakukan menggunakan nilai jarak yang diketahui secara akurat (100 cm) sebagai referensi. Namun, dalam implementasi sebenarnya, Anda perlu menggunakan objek atau benda dengan jarak yang diketahui secara akurat dan menggantikan nilai

`actual_distance` dengan nilai jarak yang sesuai. Berikut adalah program yang digunakan.

```
#include <NewPing.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define TRIGGER_PIN 5
#define ECHO_PIN 18
#define MAX_DISTANCE 250

NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Alamat I2C LCD dan
ukuran kolom/baris

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2); // Inisialisasi LCD
  lcd.backlight(); // Mengaktifkan pencahayaan belakang LCD
}

void loop() {
  // Kalibrasi offset

  long duration = sonar.ping_median(5); // Mengambil median
dari 5 pembacaan

  int offset = duration / 2; // Menghitung offset

  // Kalibrasi faktor skala

  float distance_cm = sonar.convert_cm(duration); //
Menghitung jarak dalam cm

  float actual_distance = 100.0; // Jarak yang diketahui
secara akurat (misalnya 100 cm)

  float scale_factor = actual_distance / distance_cm; //
Menghitung faktor skala

  // Menampilkan nilai offset dan faktor skala di Serial
Monitor

  Serial.print("Offset: ");
  Serial.println(offset);

  Serial.print("Scale Factor: ");
```

```

Serial.println(scale_factor);

// Mengukur jarak setelah kalibrasi

long calibrated_duration = sonar.ping_median(5); //
Mengambil median dari 5 pembacaan

float calibrated_distance_cm =
sonar.convert_cm(calibrated_duration); // Menghitung jarak
dalam cm

// Menampilkan jarak yang telah dikalibrasi di Serial
Monitor

Serial.print("Calibrated Distance: ");

Serial.print(calibrated_distance_cm);

Serial.println(" cm");

// Menampilkan hasil pada LCD

lcd.clear(); // Menghapus tampilan sebelumnya pada LCD

lcd.setCursor(0, 0); // Mengatur posisi kursor ke kolom 0,
baris 0

lcd.print("Distance: "); // Menampilkan teks "Distance: "

lcd.print(calibrated_distance_cm); // Menampilkan jarak
yang telah dikalibrasi

lcd.print(" cm"); // Menampilkan satuan cm

delay(1000);

}

```

Penjelasan proses dan metode kalibrasi yang digunakan dalam program ini yaitu sebagai berikut:

1. Pendefinisian Variabel dan Sensor:

- `TRIGGER_PIN` dan `ECHO_PIN`: Ini adalah pin pada mikrokontroler yang terhubung ke trigger dan echo dari sensor ultrasonik.
- `MAX_DISTANCE`: Ini adalah jarak maksimal yang diinginkan untuk diukur oleh sensor ultrasonik, dalam contoh ini adalah 250 cm.
- `sonar`: Variabel ini mewakili objek dari kelas NewPing yang digunakan untuk mengakses sensor ultrasonik.

2. Fungsi `setup()`:

- Inisialisasi komunikasi serial dengan kecepatan baud rate 9600.
- Inisialisasi LCD melalui I2C dengan alamat 0x27 dan ukuran 16 kolom dan 2 baris.
- Mengaktifkan pencahayaan belakang LCD.

3. Fungsi `loop()`:

- ****Kalibrasi Offset****:
- Sensor melakukan 5 kali pembacaan jarak (`ping_median(5)`) dan mengambil nilai median dari hasil tersebut.
- Offset dihitung sebagai setengah dari durasi median yang dihasilkan (`duration / 2`). Ini diasumsikan sebagai nilai offset untuk mengkompensasi waktu pantulan gelombang ultrasonik.
- ****Kalibrasi Faktor Skala****:
- Sensor menghitung jarak aktual dalam cm dari durasi median yang telah dikalibrasi sebelumnya.
- Nilai jarak aktual (`actual_distance`) yang diketahui dengan akurat dimasukkan secara manual ke dalam program (misalnya, 100 cm).
- Faktor skala (`scale_factor`) dihitung dengan membagi jarak aktual dengan jarak yang dihitung sebelumnya.
- ****Menampilkan Nilai Offset dan Faktor Skala di Serial Monitor****:
- Nilai offset dan faktor skala yang telah dihitung ditampilkan di Serial Monitor untuk keperluan referensi.
- ****Mengukur Jarak Setelah Kalibrasi****:
- Sensor melakukan 5 kali pembacaan jarak (`ping_median(5)`) dan mengambil nilai median dari hasil tersebut.
- Jarak yang telah dikalibrasi (`calibrated_distance_cm`) dihitung menggunakan faktor skala yang sudah dikalibrasi.
- ****Menampilkan Jarak yang Telah Dikalibrasi pada Serial Monitor****:
- jarak yang telah dikalibrasi ditampilkan di Serial Monitor.
- ****Menampilkan Hasil pada LCD****:

- LCD dihapus tampilan sebelumnya.
- Hasil jarak yang telah dikalibrasi ditampilkan di LCD dengan format "Distance: {jarak} cm".

4.2.6 Pengujian Sensor Ultrasonik

Proses pengujian ini dilakukan untuk membandingkan hasil pembacaan dari sensor ultrasonik yang telah di kalibrasi sebelumnya, dengan pembacaan alat ukur meteran. Nilai selisih dari kedua hasil pembacaan tersebut akan dijadikan nilai eror untuk menentukan seberapa presisi pembacaan sensor ultrasonik. Hasil pengujian akan ditampilkan pada tabel 4.4 dibawah. Berikut merupakan proses pengujian sensor ultrasonik, ditampilkan pada gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Sampel Pengujian Sensor Ultrasonik

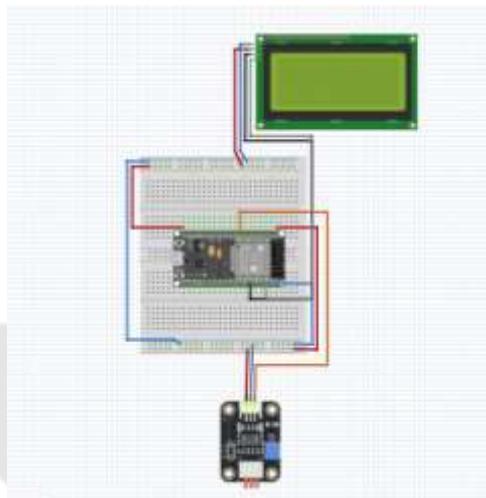
Tabel 4. 4 Data Pengujian Sensor Ultrasonik

No.	Sensor Ultrasonik (cm)	Meteran (cm)	Akurasi (%)
1	10	10	100
2	20	20	100
3	31	30	96,7
4	40	40	100
5	50	50	100
6	61	60	98,4
7	70	70	100
8	80	80	100
9	91	90	98,9
10	101	100	99
Rata-rata			99,3

Berdasarkan hasil pengujian sensor ultrasonik yang telah disajikan diatas, dapat disimpulkan bahwa sensor ultrasonik ini mampu mengukur jarak dengan tingkat akurasi rata-rata di angka 99,3 %.

4.2.7 Kalibrasi Sensor *Turbidity*

Berikut adalah *wiring* yang digunakan pada saat kalibrasi sensor *turbidity*, ditampilkan pada gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Wiring Kalibrasi Sensor Turbidity

Berikut adalah program yang digunakan.

```
// SENSOR TURBIDITY
float voltage;
float turbidity;
const int sensorPin = 33;
const float coefA = -13.931;
const float coefB = 25.454;
float averageTurbidity = 0.0;
int numSamples = 20;
float turbiditySamples[20];
float sdata4=0;
float readTurbidity()
{
```

```

    int sensorValue = analogRead(sensorPin);
    float voltage = sensorValue * (3.3 / 4095.0);
    float ntu =(coefA * voltage + coefB)/13.5;
    return ntu;
}

void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    Serial.begin(115200);
}

void loop() {
    // put your main code here, to run repeatedly:
    // SENSOR TURBIDITY
    float turbidityReading = readTurbidity();
    for (int i = numSamples - 1; i > 0; i--)
    {
        turbiditySamples[i] = turbiditySamples[i - 1];
    }
    turbiditySamples[0] = turbidityReading;
    float sumTurbidity = 0.0;
    for (int i = 0; i < numSamples; i++)
    {
        sumTurbidity += turbiditySamples[i];
    }
    averageTurbidity = sumTurbidity / numSamples;
    sdata4 = averageTurbidity;
    Serial.print("Tegangan Turbidity :");
    Serial.print(voltage,2);
    Serial.print("turbidity :");
    Serial.print(sdata4,2);
    Serial.print("NTU");
}

```

Program di atas merupakan contoh implementasi dari kalibrasi pada sensor turbiditas (turbidity). Kalibrasi dilakukan untuk mengonversi nilai bacaan analog dari sensor menjadi nilai turbiditas yang lebih bermakna dalam satuan NTU (Nephelometric Turbidity Units). Berikut adalah penjelasan proses dan metode kalibrasi yang digunakan dalam program ini:

1. Pendefinisian Variabel dan Konstanta:

- ``voltage``: Variabel ini akan menyimpan nilai tegangan yang diukur dari sensor turbiditas.
- ``turbidity``: Variabel ini akan menyimpan hasil perhitungan turbiditas yang telah dikalibrasi berdasarkan nilai tegangan.
- ``sensorPin``: Ini adalah pin pada mikrokontroler yang digunakan untuk membaca nilai analog dari sensor turbiditas.
- ``coefA`` dan ``coefB``: Konstanta-konstanta ini digunakan dalam perhitungan untuk mengubah tegangan menjadi nilai turbiditas dalam satuan NTU.
- ``averageTurbidity``: Variabel ini akan menyimpan nilai rata-rata dari sejumlah sampel bacaan turbiditas.
- ``numSamples``: Jumlah sampel bacaan turbiditas yang akan diambil untuk dihitung rata-ratanya. Pada contoh ini, jumlah sampel adalah 20.
- ``turbiditySamples[20]``: Array ini digunakan untuk menyimpan sejumlah bacaan turbiditas yang diambil untuk perhitungan rata-rata.
- ``sdata4``: Variabel ini akan menyimpan hasil akhir dari turbiditas yang sudah dikalibrasi dan akan ditampilkan pada Serial Monitor.

2. Fungsi ``readTurbidity()``:

- Fungsi ini bertugas untuk membaca nilai tegangan dari sensor turbiditas dan mengonversinya menjadi nilai turbiditas dalam satuan NTU.
- Pertama, fungsi membaca nilai analog dari sensor turbiditas menggunakan ``analogRead(sensorPin)``.

- Selanjutnya, fungsi menghitung nilai tegangan dengan mengalikan nilai analog dengan faktor skala (3.3 / 4095.0) karena mikrokontroler ESP32 menggunakan resolusi 12-bit (4095 nilai).
- Kemudian, fungsi menghitung nilai turbiditas berdasarkan rumus kalibrasi menggunakan nilai tegangan dan konstanta `coefA` dan `coefB`. Nilai yang dihasilkan kemudian dibagi dengan faktor 13.5 untuk mendapatkan nilai turbiditas dalam satuan NTU.
- Fungsi mengembalikan nilai turbiditas yang dihitung.

3. Fungsi `setup()`:

- Inisialisasi program dan pembukaan komunikasi serial dengan kecepatan baud rate 115200.

4. Fungsi `loop()`:

- Membaca nilai turbiditas dari sensor menggunakan fungsi `readTurbidity()` dan menyimpannya dalam variabel `turbidityReading`.
- Memperbarui nilai pada array `turbiditySamples` dengan meletakkan nilai baru di indeks pertama dan menggeser nilai lainnya ke indeks yang lebih tinggi.
- Menghitung nilai rata-rata dari sampel-sampel turbiditas yang diambil dari array `turbiditySamples`.
- Menyimpan nilai rata-rata turbiditas ke dalam variabel `averageTurbidity`.
- Menyimpan nilai rata-rata turbiditas yang sudah dikalibrasi dalam variabel `sdata4`.
- Menampilkan nilai tegangan dan nilai turbiditas yang sudah dikalibrasi dalam satuan NTU pada Serial Monitor.

Perlu diingat bahwa kalibrasi seperti yang ditunjukkan dalam program ini bersifat sederhana dan mungkin tidak memberikan akurasi yang tinggi dalam berbagai kondisi. Untuk mendapatkan akurasi yang lebih tinggi, metode kalibrasi yang lebih canggih dan lebih banyak data kalibrasi mungkin diperlukan, tergantung pada karakteristik sensor dan lingkungan aplikasi yang digunakan.

4.2.8 Pengujian Sensor *Turbidity*

Proses pengujian ini dilakukan untuk membandingkan hasil pembacaan tegangan terhadap nilai kekeruhan dari sensor turbidity yang telah di kalibrasi sebelumnya. Dalam pengujian ini, semakin tegangan mendekati 4,2 Volt, maka semakin kecil nilai NTU (Nephelometric Turbidity Unit) pada air. Hasil dari pengujian tersebut akan ditampilkan pada tabel 4.5 di bawah. Selain itu, proses pengujian sensor turbidity juga dapat dilihat pada gambar 4.9 yang menunjukkan langkah-langkah dalam melakukan pengujian.



Gambar 4. 9 Sampel Pengujian Sensor *Turbidity*

Tabel 4. 5 Data Pengujian Sensor *Turbidity*

No.	Jenis Larutan	Tegangan (Volt)	Kekeruhan (NTU)
A	Air Mineral	3,16	0,15
B	Air Sumur	3,13	0,32
C	Air PAM	2,24	2,49
D	Air Kopi 1	0,86	3,48
E	Air Kopi 2	0,65	4,11
F	Air Teh	0,41	5,18

Berikut ini data hasil pengujian disajikan pada tabell 4.6.

Tabel 4. 6 Data Tampil pada Serial Monitor

Jenis Larutan	Output
A	06:17:07.952 -> Tegangan Turbidity : 3.16 06:17:07.952 -> Turbidity :0.15 NTU
B	06:24:18.256 -> Tegangan Turbidity : 3.13 06:24:18.256 -> Turbidity :0.36 NTU
C	06:27:11.283 -> Tegangan Turbidity : 2.29 06:27:11.330 -> Turbidity :2.49 NTU
D	06:30:28.897 -> Tegangan Turbidity : 0.86 06:30:28.943 -> Turbidity :3.48 NTU
E	06:34:01.766 -> Turbidity :4.11 NTU 06:34:01.813 -> Tegangan Turbidity : 0.65
F	06:36:57.491 -> Turbidity :5.18 NTU 06:36:57.538 -> Tegangan Turbidity : 0.41

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 4.5 di atas, dapat dilihat bahwa terdapat hubungan kebalikannya antara nilai tegangan dan nilai kekeruhan air. Semakin kecil nilai tegangan, maka semakin besar nilai kekeruhannya, dan sebaliknya, semakin besar nilai tegangan, maka semakin kecil nilai kekeruhannya. Dengan kata lain, semakin rendah nilai kekeruhan, maka semakin baik kualitas airnya. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem penjernihan air yang dikembangkan dalam proyek ini mampu mengurangi kekeruhan air dan meningkatkan kualitasnya.

4.2.9 Pengujian Sensor pH dan TDS Secara Bersamaan

Pengujian ini dilakukan untuk melihat bagaimana kinerja dari kedua sensor ketika bekerja secara bersamaan dalam satu wadah yang sama. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengamati tingkat akurasi dari pembacaan kedua sensor ketika beroperasi bersamaan. Sebanyak 10 sampel air ditempatkan dalam wadah gelas plastik untuk dilakukan pengujian. Hasil dari pengujian akan memberikan informasi mengenai kesesuaian dan konsistensi pembacaan sensor dalam kondisi penggunaan yang serentak.

Berikut ini data tabel hasil pengujian disajikan pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Pengujian Sensor pH dan TDS Secara Bersamaan

Sampel	TDS		Akurasi (%)	pH		Akurasi (%)
	TDS Meter	Sensor TDS		pH Meter	Sensor pH	
A	100	93	92,47	5,3	6,0	88,4
B	86	71	78,87	5,8	5,61	96,62
C	7370	1407	-	7,0	6,81	97,21
D	107	86	75,58	7,6	7,44	97,85
E	105	87	79,31	6,3	6,26	99,36
F	69	73	94,21	5,9	5,96	98,99
G	381	590	64,58	5,4	5,51	98,01
H	359	512	70,12	5,2	4,98	95,58
I	33	13	-	5,4	6,1	88,53
J	57	55	96,37	5,4	5,64	95,75
	Rata-rata		65,15			95,63

Dari hasil pengujian pada tabel 4.7, didapati bahwa terjadi penurunan tingkat akurasi pada sensor TDS dan sensor pH ketika diletakkan dalam satu wadah bersamaan. Penunjukkan penurunan yang signifikan terjadi pada sensor TDS yang mana tingkat akurasi awal sebesar 89,05% turun menjadi 65,15%. Sedangkan untuk sensor pH tingkat akurasi awal sebesar 98,19%, turun menjadi 95,63%. Penurunan tingkat akurasi ini mungkin disebabkan oleh beberapa factor diantaranya,

1. Sensor TDS dan pH mungkin saling mempengaruhi ketika digabungkan dalam satu perangkat atau pembacaan yang sama. Respon sensor atau elektroda dapat saling mengganggu, menghasilkan hasil yang tidak akurat.
2. Sensor TDS dan pH perlu dikalibrasi secara terpisah dan menggunakan larutan kalibrasi yang sesuai. Jika kalibrasi tidak dilakukan dengan benar atau tidak akurat, hasil pembacaan gabungan dapat menjadi eror.

3. Karakteristik air, seperti kandungan garam dan pH yang tinggi, dapat menyebabkan perubahan respon pada sensor TDS dan pH. Hal ini dapat menghasilkan pembacaan yang salah atau tidak konsisten ketika digabungkan.
4. Gangguan sinyal: Sinyal dari sensor TDS dan pH mungkin saling berinterferensi atau terganggu oleh faktor eksternal seperti elektromagnetik atau interferensi lainnya. Ini dapat mengganggu akurasi pembacaan gabungan.

4.3 Pengujian Pompa Air

Pengujian pompa air dilakukan untuk melihat berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengosongkan bak penampungan akhir (20 liter), proses pengujian dapat dilihat pada gambar 4.10. Berikut ini data hasil pengujian disajikan pada tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Pengujian Pompa Air

No.	Volume Air (Liter)	Waktu (Menit)
1.	20	4.56
2.	20	4.41
3.	20	4.38
4.	20	4,41
5.	20	4.30
Rata-rata		4.412



04:41,92

Gambar 4. 10 Pengujian Pompa Air

Dari hasil pengujian didapatkan rata-rata waktu sebesar 4.412 menit atau 264.720 detik untuk mengosongkan bak penampungan 20 liter. Dapat disimpulkan bahwa air yang dikeluarkan perdetik adalah sekitar 75,5 mililiter.

4.4 Pengujian Sistem *Looping* Air Otomatis

Pengujian sistem looping air otomatis dilakukan untuk melihat apakah peloopingan berjalan sesuai dengan parameter yang telah ditetapkan. Adapun parameter tersebut yaitu pH kurang dari 6,5 dan lebih dari 8,5, TDS lebih dari 300 ppm, kekeruhan lebih dari 3 NTU dan ketinggian air +- 10 cm. Berikut ini data hasil pengujian disajikan pada tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Pengujian Pelooopingan Air

No.	pH	TDS (ppm)	Kekeruhan (NTU)	Jarak (cm)	<i>Looping</i>	
					Ya	Tidak
1.	6,5	77	3,4	5	-	√
2.	5,9	83	1.16	10	√	-
3.	6,5	1132	2.8	10	√	-
4.	6,5	121	4,0	15	√	-
5.	6,8	58	1,2	15	-	√
6.	6,6	78	0.98	10	-	√

Dari data pengujian yang telah dilakukan, dapat diamati bahwa jika terdapat satu nilai yang tidak sesuai, maka peloopingan akan terus berlangsung hingga mencapai kadar yang diinginkan. Salah satu syarat untuk peloopingan ini adalah ketika ketinggian air mencapai 10 cm. Dalam hal ini, peloopingan akan terus berjalan sampai kondisi tersebut terpenuhi, yang mengindikasikan bahwa sistem akan terus beroperasi hingga mencapai kadar yang diharapkan sebelum menghentikan proses secara otomatis.

4.5 Pengujian Filter

Pengujian filter melibatkan dua aspek penting. Pertama, dilakukan pengujian terhadap waktu yang dibutuhkan hingga bak penampungan mencapai

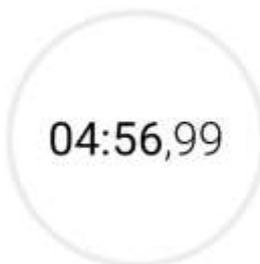
penuh sebagai indikator kecepatan filtrasi. Kedua, dilakukan pengujian terhadap pengaruh formula filter terhadap penurunan pH, TDS, dan kekeruhan air, dengan tujuan untuk mengevaluasi efektivitas filter dalam menghasilkan air yang lebih bersih dan sesuai dengan standar kualitas yang diinginkan.

4.5.1 Waktu Yang Dibutuhkan Hingga Bak Penuh

Pengujian ini dilakukan untuk melihat berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh filter hingga mencapai kondisi penuh, proses pengujian dapat dilihat pada gambar 4.11 . Berikut ini data hasil pengujian disajikan pada tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Pengujian Waktu Filtrasi

No.	Volume Air (Liter)	Waktu (Menit)
1	20	4.36
2	20	4.42
3	20	4.56
4	20	4.32
5	20	4.39
Rata-rata		4.41



Gambar 4. 11 Pengujian Waktu Hingga Bak Penuh Melewati Proses Filtrasi

Dari data hasil pegujian di atas dapat dilihat rata-rata waktu yang dibutuhkan air hingga mencapai 20 liter yaitu 4.41 menit atau 264.6 detik. Artinya air yang dikeluarkan per detik yaitu sebesar 75,529 mililiter.

4.5.2 Pengaruh Formula Filter Terhadap Penurunan pH, TDS, dan Kekeruhan

Pengujian ini dilakukan untuk melihat bagaimana pengaruh tiap filter terhadap penurunan ataupun kenaikan kadar pH, TDS, dan kekeruhan. Pengujian dilakukan menggunakan sampel air yang sama dengan pH sebesar 6,4 dan TDS sebesar 36 ppm, dan kekeruhan sebesar 3.5 NTU dengan formula filter yang berbeda-beda tiap pengujian. Berikut ini data hasil pengujian, disajikan pada tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Pengujian Formula Filter

No.	Pasir	Batu	Arang	Hasil		Kekeruhan (NTU)
				pH	TDS (ppm)	
A	1	0	0	6,8	35	3.3
B	0	1	0	6,8	62	3.1
C	0	0	1	6,8	46	3.2
D	1	2	0	7,0	54	3.2
E	1	0	2	6,9	41	2.8
F	0	1	2	7,0	58	2.7
G	1	2	3	7,1	50	1.7
H	1	3	2	7,0	47	2,5
I	2	1	3	7,1	38	2,5
J	2	3	1	7,0	36	1.5
K	3	2	1	6,9	36	1.4
L	3	1	2	7,0	34	1.5

Dari data pengujian yang disajikan, terlihat bahwa terjadi kenaikan pH pada setiap formula filter yang diuji, dengan nilai TDS yang bervariasi dan penurunan

kekeruhan meskipun tidak signifikan. Secara khusus, setiap formula filter dapat menghasilkan pH yang normal pada sampel D, F, H, J, dan L dengan nilai 7.0. Pada sampel G, J, K, dan L, terjadi penurunan signifikan pada tingkat kekeruhan, menunjukkan bahwa formula tersebut efektif dalam menghilangkan kekeruhan dalam air. Namun, hanya pada sampel L terjadi penurunan TDS yang sedikit dari 36 ppm menjadi 34 ppm. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, penulis memutuskan untuk menggunakan formula yang digunakan pada sampel L untuk pengujian hasil akhir. Sampel hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4.12 berikut.



Gambar 4. 12 Hasil Pengujian Formula Filter

4.6 Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian alat keseluruhan mencakup pengujian pembacaan sensor pada LCD dan *monitoring* pada aplikasi, pengujian kontrol *solenoid valve* dengan tombol, dan terakhir hasil pengujian.

4.6.1 Pengujian Pembacaan Sensor pada LCD dan *Monitoring* pada Aplikasi.

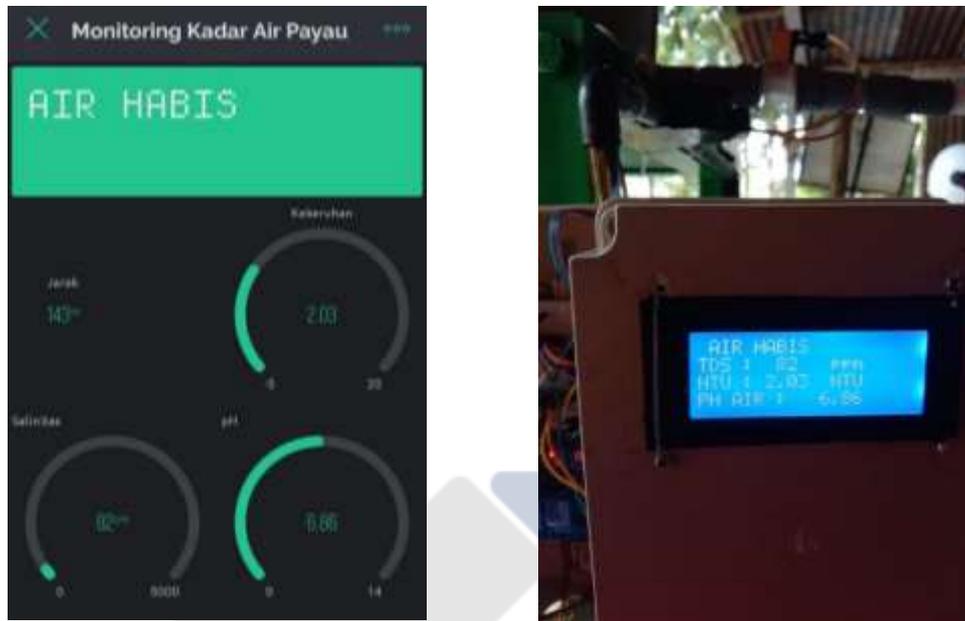
Pengujian ini dilakukan untuk memastikan akurasi dan konsistensi hasil pembacaan yang ditampilkan pada LCD dan aplikasi. Apakah pembacaannya sama dan sesuai. Berikut ini data hasil pengujian disajikan pada tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Pengujian *Monitoring* pada LCD dan Aplikasi *Blynk*

No.	LCD	Aplikasi <i>Blynk</i>	Kesesuaian
1	AIR HABIS	AIR HABIS	Sama
	TDS : 71 ppm	Salinitas : 71 ppm	
	NTU : 0.28 NTU	Kekeruhan : 0.28	
2	PH AIR : 7.03	pH : 7.03	Sama
	AIR PENUH	AIR PENUH	
	TDS : 1292 ppm	Salinitas : 1292 ppm	
3	NTU : 1.61 NTU	Kekeruhan : 1.61	Sama
	PH AIR : 6.06	pH : 6.06	
	AIR HABIS	AIR HABIS	
4	TDS : 81 ppm	Salinitas : 81 ppm	Sama
	NTU : 2.07 NTU	Kekeruhan : 2.07	
	PH AIR : 6.86	pH : 6.86	
4	AIR SETENGAH	AIR SETENGAH	Sama
	TDS : 82 ppm	Salinitas : 82 ppm	
	NTU : 2.03 NTU	Kekeruhan : 2.03	
	PH AIR : 6,86	pH : 6.86	

Dari keempat sampel hasil pengujian yang telah dilakukan, kami mengamati bahwa pembacaan yang tercatat pada monitor LCD dan melalui aplikasi Blynk menunjukkan hasil yang serupa dan konsisten. Temuan ini memberikan indikasi bahwa sistem penjernihan dan monitoring air payau yang kami rancang dan implementasikan berjalan dengan baik dan memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan. Selain itu, konsistensi pembacaan juga menegaskan bahwa alat monitoring yang terintegrasi dengan teknologi IoT berbasis aplikasi Blynk mampu menyajikan informasi yang sesuai dan real-time bagi pengguna.

Tampilan hasil pembacaan LCD dan aplikasi dapat dilihat pada gambar 4.13 berikut.



Gambar 4. 13 *Monitoring* pada LCD dan Aplikasi Blynk

4.6.2 Pengujian Kontrol *Solenoid Valve* pada Aplikasi *Blynk*

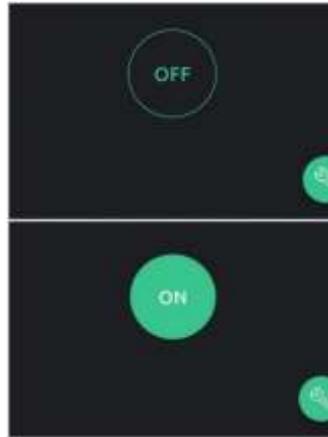
Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah kontrol *solenoid valve* melalui aplikasi dapat berfungsi dengan baik. Berikut data hasil pengujian, disajikan pada tabel 4.11.

Tabel 4. 13 Pengujian *Solenoid Valve*

No.	Kondisi Tombol pada Aplikasi	Kondisi <i>Solenoid Valve</i>	Keberhasilan (√)	Akurasi (%)
1	Mati	Mati	√	100
2	Hidup	Hidup	√	100
3	Mati	Mati	√	100
4	Hidup	Hidup	√	100
5	Mati	Mati	√	100

Dari data hasil pengujian pada tabel 4.13 didapatkan hasil bahwa aplikasi *Blynk* dapat berfungsi sesuai dengan semestinya dengan tingkat akurasi 100%.

Sistem pengontrol lampu pada *solenoid valve* dapat dikendalikan dengan baik. Tampilan kontrol *solenoid valve* pada *blynk* dapat dilihat pada gambar 4.14 berikut.



Gambar 4. 14 Kontrol Tombol pada Aplikasi Blynk

4.6.3 Hasil Penjernihan

Tahap ini merupakan pengambilan data terhadap air hasil dari sistem penjernihan metode filtrasi dan *monitoring* yang telah dikontrol oleh sistem otomatis berbasis IoT. Data yang akan diambil yaitu pH, kekeruhan, dan TDS. Adapun sampel air yang digunakan yaitu air payau berlokasi di Pantai Mangkalok. Berikut ini data hasil pengujian, disajikan pada tabel 4.12.

Tabel 4. 14 Pengujian Hasil Akhir Penjernihan

No.	Kondisi Awal			Kondisi Akhir		
	pH	TDS (ppm)	Kekeruhan (NTU)	pH	TDS (ppm)	Kekeruhan (NTU)
1	6,4	1180	3,2	6,6	1110	1,42
2	6,6	1110	1,42	6,78	1104	1,16

Berdasarkan data hasil pengujian pada tabel 4.14 di atas dapat dilihat terjadi kenaikan pH dari 6,4 NTU ke 6,6 NTU, penurunan TDS dari 1180 ppm ke 1110 ppm dan penurunan kekeruhan dari 3,2 menjadi 1,42. Kemudian pada peloopingan pertama terjadi kenaikan pada pH dari 6,6 menjadi 6,78, penurunan pada TDS walaupun dalam jumlah sedikit. dari 1110 ppm ke 1104 ppm, dan penurunan

kekeruhan dari 1,42 NTU menjadi 1,16 NTU.

Dilihat dari hasil pengujian tersebut, filter dapat bekerja dengan cukup baik walaupun penurunan yang terjadi tidak terlalu banyak terutama pada TDS. Di samping parameter kadar air di atas, air hasil penjernihan juga berkurang kadar garamnya setelah dikumur-kumur dari yang awalnya berasa agak asin. Perbandingan air sebelum dan sesudah dijernihkan dapat dilihat pada gambar 4.15 dan 4.16 berikut.



Gambar 4. 15 Perbandingan Hasil Sebelum dan Sesudah Penjernihan



Gambar 4. 16 Perbandinngan PPM Sebelum dan Sesudah Difilter

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian alat yang berjudul “SISTEM PENJERINIHAN DAN *MONITORING* KADAR AIR PAYAU DENGAN KONTROL LOOP TERTUTUP BERBASIS IOT” diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Proyek ini berhasil merancang dan membuat sebuah sistem penjernihan dan *monitoring* kadar air payau dengan kontrol loop tertutup berbasis IoT. Implementasi teknologi IoT memungkinkan *solenoid valve* dapat dikontrol menggunakan tombol pada aplikasi dan memungkinkan pemantauan kadar air payau dari jarak jauh walaupun proses pembacaan sensor hingga mendapatkan nilai yang sebenarnya memiliki delay yang cukup lama.
2. Melalui proses filtrasi yang dikembangkan, sistem penjernihan air ini terbukti dapat menetralkan pH, menurunkan kekeruhan, dan menurunkan kadar TDS. Hasil akhir pengujian menunjukkan bahwa pH mengalami peningkatan dari yang awalnya 6,4 menjadi 6,78 kemudian, TDS menurun dari yang awalnya 1180 ppm menjadi 1110, serta kekeruhan menurun dari yang awalnya 3,2 menjadi 1,16. Akan tetapi, penurunan pada kadar TDS tidak terlalu signifikan walaupun setelah dicicipi air hasil penjernihan tidak terasa lagi kadar garamnya.
3. Penggunaan sensor TDS untuk mendeteksi kadar garam dirasa kurang akurat karena sensor TDS tidak secara spesifik mengukur kadar garam secara langsung. Sensor TDS mengukur konduktivitas listrik larutan dan kemudian mengkonversinya menjadi estimasi konsentrasi total zat terlarut, termasuk garam, mineral, dan zat terlarut lainnya.

5.2 Saran

Berikut beberapa rekomendasi untuk pengembangan alat selanjutnya, antara lain:

1. Peletakkan sensor TDS dan sensor pH sebaiknya dipisahkan, jangan dalam satu wadah atau dapat menambahkan analog isolator pada salah satu sensor tersebut.
2. Untuk pendeteksian kadar garam, lebih disarankan untuk menggunakan sensor atau instrumen yang secara khusus dirancang untuk mengukur kadar garam, seperti refraktometer atau elektroda konduktivitas yang dikalibrasi untuk garam tertentu.
3. Gunakan metode kalibrasi yang sesuai untuk mendapatkan hasil yang akurat.
4. Tambahkan *setting* waktu untuk peloopngan supaya air tidak terus menerus terlooping pada saat belum sesuai.
5. Tambahkan kontrol *solenoid valve* otomatis pada sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syafar, M. Asraf. (2011). Upaya Penanggulangan Penyediaan Air Bersih Di Daerah Pesisir Studi Kasus Pesisir Pantai. Tersedia secara online di: <http://www.leutikaprio.com/main/media/sample/Sanitasi,%20Air%20dan%20Kamu.pdf>
- [2] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- [3] Darmawan, A., & Nursalam, S. (2021). Implementation of Water Filtration Technology Using Activated Carbon and Zeolite in the Processing of Seawater into Clean Water. E3S Web of Conferences, 317, 02017. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202131702017>
- [4] Sumarmi, S., Zulfiani, D., & Iswandi, A. (2018). Kajian Kualitas Air Payau dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi. Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, 8(2), 250-257.
- [5] Zikri, M. A. (2017). Penggunaan Membran Komposit Berbasis Kitosan, Polivinil Alkohol (PVA) dan Zeolit terhadap Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit (POME) Secara Ultrafiltrasi (Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya)
- [6] Mashadi, A., Surendro, B., Rakhmawati, A., & Amin, M. (2018). Peningkatan Kualitas pH, Fe Dan Kekeruhan Dari Air Sumur Gali Dengan Metode Filtrasi. Jurnal Riset Rekayasa Sipil, 1(2), 105
- [7] Sulastris, S., dan Nurhayati, I. (2014). Pengaruh Media Filtrasi Arang Aktif Terhadap Kekeruhan, Warna dan TDS pada Air Telaga di Desa Balong Panggang. Jurnal Teknik, 12 (01)
- [8] Anggraini, S. (2017). Proses Penjernihan Air Payau Dengan Media Filtrasi Karbon Aktif dan Pasir Silika (Doctoral dissertation, (Politeknik Negeri Sriwijaya).

- [9] Fadlan M. T. B., Alfian, a., dan Deliza, D. (2019). Penjernihan dan Perbaikan Kualitas Air Sumur Menjadi Layak Minum Serta Memanfaatkan Potensi Alam dengan Metoda Kombinasi Lapisan Multimedia-Filter Sabut Tandan Sawit (LMM-FSTS) di Perumahan Valencia Muaro Jambi (Doctoral Dissertation, Uin Sulthan Thaha Saifuddin Jambi).
- [10] Jenti, U. B., & Nurhayati, I. (2014). Pengaruh penggunaan media filtrasi terhadap kualitas air sumur gali di Kelurahan Tambak Rejo Waru Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik UNIPA*, 12(2), 34-38.
- [11] I. W. Suriana, I. G. A. Setiawan, and I. M. S. Graha, “Rancang Bangun Sistem Pengaman Kotak Dana Pusia berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan Aplikasi Telegram,” *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi*, vol. 4, no. 2, pp. 75–84, 2021.
- [12] U. M. Arief, “Penguujian sensor ultrasonik ping untuk pengukuran level ketinggian dan volume air,” *Jurnal Ilmiah Elektrikal Enjiniring UNHAS*, vol. 9, no. 2, pp. 72–77, 2011.
- [13] A. N. Pratama, “Implementasi Sensor TDS (Total Dissolved Solids) untuk Kontrol Air Secara Otomatis pada Tanaman Hidroponik.,” *Repository Dinamika*, 2017.
- [14] D. R. Tisna, B. J. M. Putra, T. Maharani, and H. Hasnira, “Metode Peningkatan Akurasi pada Sensor TDS Berbasis Arduino untuk Nutrisi Air Menggunakan Regresi Linier,” *Jurnal Integrasi*, vol. 14, no. 1, pp. 61–68, 2022.
- [15] Dfrobot. (2018). Turbidity sensor SKU: SEN0189. Retrieved April 26, 2018, from: https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Turbidity_sensor_SKU:_SE_N0189
- [16] Z. Azmi and I. Saniman, “Sistem penghitung pH air pada tambak ikan berbasis mikrokontroller,” *Jurnal Ilmiah Saintikom*, vol. 15, no. 2, pp. 101–108, 2016.
- [17] U. Syafiqoh, S. Sunardi, and A. Yudhana, “Pengembangan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things untuk Sistem Pemantauan Kualitas 95 Air dan

Tanah Pertanian,” *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, vol. 3, no. 2, pp. 285–289, 2018.

[18] A. A. Endryanto and N. E. Khomariah, “Kontrol Dan Monitoring Tanaman Hidroponik Sistem Nutrient Film Technique Berbasis IoT,” *Teknik Informatika*, no. 45, 2020.

[19] Y. Yudhanto and A. Azis, *Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT)*. UNSPress, 2019.

[20] T. Rachmadi and S. Kom, *Mengenal Apa Itu Internet of Things*, vol. 1. Tiga Ebook, 2020.

[21] T. Nursyahbani, R. Munadi, and N. B. Karna, “Pengembangan Sistem Parkir Pintar Berbasis Iot,” *eProceedings of Engineering*, vol. 8, no. 5, 2021.

[22] C. W. Darmawan, Sompie, S. R. U. A, dan F. D. Kambey, ”Implementasi Internet oF Things pada Monitoring Kecepatan Kendaraan Bermotor,” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 9, No.2, Mei-Agustus 2020

[23] R. Hariri, M. A. Novianta, dan S. Kristiyana, “Perancangan Aplikasi Blynk untuk Monitoring dan Kendali Penyiraman Tanaman,” *Jurnal Elektrikal*, vol. 6, no. 1, juni 2019.



LAMPIRAN 1
DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Daftar Riwayat Hidup



1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Apriadi Zahri
Tempat Tanggal Lahir : Pangkalpinang, 22 Oktober 2022
Alamat Rumah : Jl. Simpang Perlang
No. HP : 082181574523
Email : apriadi10199@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam

2. Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri 3 Koba	Lulus 2014
2. SMP Negeri 1 Koba	Lulus 2017
3. SMK Negeri 1 Koba	Lulus 2020
4. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2020 - Sekarang

3. Pendidikan Non Formal

Sungailiat, 20 Juli 2023

Apriadi Zahri

Daftar Riwayat Hidup



4. Data Pribadi

Nama Lengkap : Dea Amanda
Tempat Tanggal Lahir : Sungailiat, 20 Januari 2003
Alamat Rumah : Kp. Baru Limbang Jaya
No. HP : 083198981871
Email : dea996818@gmail.com
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam

5. Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri 21 Sungailiat	Lulus 2014
2. SMP Negeri 2 Sungailiat	Lulus 2017
3. SMA Negeri 1 Sungailiat	Lulus 2020
4. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2020 - Sekarang

6. Pendidikan Non Formal

Sungailiat, 20 Juli 2023

Dea Amanda



LAMPIRAN 2
PROGRAM KESELURUHAN

```
#include <Wire.h>
#include <LCD_I2C.h>
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6eSuUAL6X"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Monitoring Kadar Air Payau"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "h2HALk4OLncV8rCznV-L2_jAEdPvJCNE"
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <EEPROM.h>
#include "GravityTDS.h"
#include <NewPing.h>

LCD_I2C lcd(0x27, 20, 4);
char ssid[] = "Amanda";
char pass[] = "sumita098";

long RL = 1000;
long Ro = 217;
long Ro1 = 830;
int sdata1 = 0;
float sdata2 = 0;
int sdata3 = 0;
float sdata4 = 0;

// SENSOR ULTRASONIK
#define TRIGGER_PIN 5
#define ECHO_PIN 18
#define MAX_DISTANCE 250
```

```
NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);
```

```
// SENSOR PH
```

```
const int ph_Pin = 32;  
int nilai_analog_PH;  
float TeganganPH;  
float average_pH = 0.0;  
int num_samples = 20;  
float pH_samples[20];
```

```
// SENSOR TDS
```

```
#define TDS_PIN 34  
float knownTDS = 106;  
float tdsValue = 0.0;  
float averageTDS = 0.0;  
int numTDSsamples = 20;  
float TDSSamples[20];
```

```
// SENSOR TURBIDITY
```

```
float voltage;  
float turbidity;  
const int sensorPin = 33;  
const float coefA = -13.931;  
const float coefB = 25.454;  
float averageTurbidity = 0.0;  
int numSamples = 20;  
float turbiditySamples[20];
```

```
// RELAY
```

```
#define relay_on 0
#define relay_off 1
const int relay_1 = 26;
const int relay_2 = 27;
const int relay_3 = 23;

// Variabel untuk menyimpan status tombol
int tombolStatus = LOW;
const int tombolPin = 12;

BlynkTimer timer;

float readTurbidity()
{
    int sensorValue = analogRead(sensorPin);
    float voltage = sensorValue * (3.3 / 4095.0);
    float ntu =(coefA * voltage + coefB)/2;
    return ntu;
}

void myTimerEvent ()
{
    // SENSOR ULTRASONIK
    long duration = sonar.ping_median(5);
    int offset = duration / 2;
    float distance_cm = sonar.convert_cm(duration);
    float actual_distance = 100.0;
    float scale_factor = actual_distance / distance_cm;
    long calibrated_duration = sonar.ping_median(5);
```

```
sdata1 = sonar.convert_cm(calibrated_duration);

// SENSOR PH
nilai_analog_PH = analogRead(ph_Pin);
TeganganPH = 3.3 / 4096.0 * nilai_analog_PH;
float PH_step = (-4.4643 * TeganganPH) + 19.02649;
sdata2 = PH_step;

for (int i = num_samples - 1; i > 0; i--)
{
    pH_samples[i] = pH_samples[i - 1];
}
pH_samples[0] = PH_step;

float sum_pH = 0.0;
for (int i = 0; i < num_samples; i++)
{
    sum_pH += pH_samples[i];
}
average_pH = sum_pH / num_samples;
sdata2 = average_pH;

// SENSOR TDS
float tdsReading = analogRead(TDS_PIN);
for (int i = numTDSsamples - 1; i > 0; i--)
{
    TDSSamples[i] = TDSSamples[i - 1];
}
TDSSamples[0] = tdsReading;
```

```
float sumTDS = 0.0;
for (int i = 0; i < numTDSsamples; i++)
{
    sumTDS += TDSSamples[i];
}
averageTDS = sumTDS / numTDSsamples;
tdsValue = (0.5053 * averageTDS) - 69.181;
sdata3 = tdsValue;

// SENSOR TURBIDITY
float turbidityReading = readTurbidity();
for (int i = numSamples - 1; i > 0; i--)
{
    turbiditySamples[i] = turbiditySamples[i - 1];
}
turbiditySamples[0] = turbidityReading;

float sumTurbidity = 0.0;
for (int i = 0; i < numSamples; i++)
{
    sumTurbidity += turbiditySamples[i];
}
averageTurbidity = sumTurbidity / numSamples;
sdata4 = averageTurbidity;

// KIRIM DATA KE BLYNK
Blynk.virtualWrite(V0, sdata1);
Blynk.virtualWrite(V1, sdata2);
```

```
Blynk.virtualWrite(V2, sdata3);
Blynk.virtualWrite(V3, sdata4);

// LOG EVENT PH
  if (sdata2 > 0)
  {
    Blynk.logEvent("ph", String("nilai PH air: ") +sdata2);
    Serial.println("nilai PH air:");
  }
  if (sdata3 > 0);
  {
    Blynk.logEvent("tds", String("nilai tds: ") +sdata3);
    Serial.println("nilai tds: ");
  }
  if (sdata4 > 0);
  {
    Blynk.logEvent("turbidity", String("nilai tds: ")
+ "turbidity");
    Serial.println("nilai turbidity:  ");
  }

// MENAMPILKAN STATUS AIR PADA LCD
if (sdata1 < 10)
{
  Blynk.virtualWrite(V5, " AIR PENUH ");
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
}
```

```
    lcd.print(" AIR PENUH ");
}
else if (sdata1 > 10 && sdata1 < 25)
{
    Blynk.virtualWrite(V5, " AIR SETENGAH ");
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print(" AIR SETENGAH ");
}
else if (sdata1 > 25)
{
    Blynk.virtualWrite(V5, "AIR HABIS ");
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print(" AIR HABIS ");
}

// MENAMPILKAN DATA PADA SERIAL MONITOR
Serial.print("Jarak ");
Serial.print(sdata1);
Serial.println(" cm");
Serial.print("Nilai PH AIR :");
Serial.println(sdata2,2);
Serial.print("tegangan :");
Serial.println(sdata3);
Serial.print(sdata3);
Serial.println("ppm");
Serial.print(sdata4, 2);
Serial.println("ntu");
```

```
}

BLYNK_WRITE (V4)
{
  if (param.asInt() == HIGH)
  {
    digitalWrite(relay_1, relay_on);
    Blynk.virtualWrite(V0, HIGH);
  }
  else if (param.asInt() == LOW)
  {
    digitalWrite(relay_1, relay_off);
    Blynk.virtualWrite(V0, LOW);
  }
  else if ( sdata1 == 10)
  {
    digitalWrite(relay_1, relay_off);
    Blynk.virtualWrite(V0, LOW);
  }
}


```

```
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  pinMode(14, OUTPUT);

  lcd.begin();
  lcd.backlight();
}
```

```
pinMode(ph_Pin, INPUT);
pinMode(tombolPin, INPUT_PULLUP);
pinMode(relay_1, OUTPUT);
pinMode(relay_2, OUTPUT);
pinMode(relay_3, OUTPUT);

Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
timer.setInterval(1000L, myTimerEvent);
}

void loop()
{
  Blynk.run();
  timer.run();

  // KENDALIKAN RELAY LOOP BERDASARKAN KONDISI

  if( sdata1<=10){
    if (sdata3 > 300 || sdata4 > 3 || sdata2 < 6 || sdata2
> 8.5)
    {
      digitalWrite(relay_2, relay_on);
    }
    else
    {
      digitalWrite(relay_2, relay_off);
    }
  }
```

```
}  
else{  
    digitalWrite(relay_2, relay_off);  
}  
  
// MENAMPILKAN DATA PADA LCD  
lcd.setCursor(0, 1);  
lcd.print("TDS :");  
lcd.setCursor(7, 1);  
lcd.print(sdata3);  
lcd.setCursor(12, 1);  
lcd.print("ppm ");  
lcd.setCursor(0, 2);  
lcd.print("NTU : ");  
lcd.setCursor(6, 2);  
lcd.print(sdata4, 2);  
lcd.setCursor(12, 2);  
lcd.print("NTU");  
lcd.setCursor(0, 3);  
lcd.print("PH AIR :");  
lcd.setCursor(11, 3);  
lcd.print(sdata2, 2);  
delay(2000);  
}
```